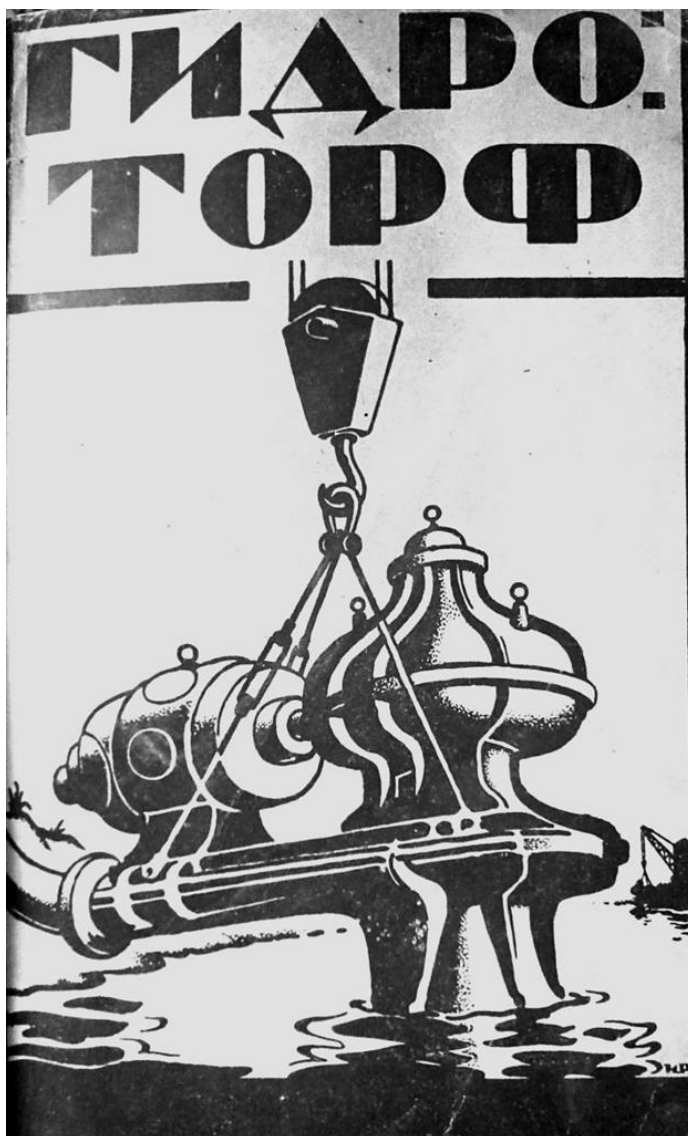


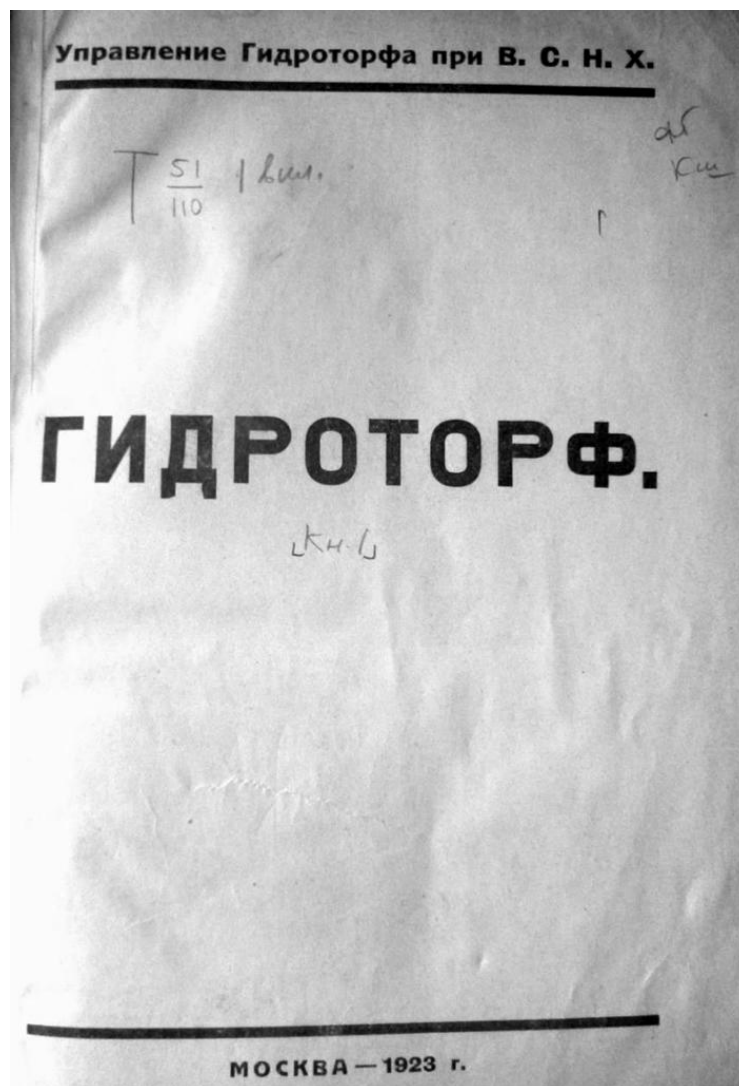
«Гидроторф» ([книга 1-я]), 1923 год*



Выходные данные: Главлит №12319 Тираж 2 000 экз.
«Мосполиграф» 20-я тип. «Красный Пролетарий» Пименовская, 1/16

* Мы выкладываем, в сокращенном виде, этот труд (после 1-й книги в 1927-м последует 2-я), чтобы продемонстрировать, в назидание потомкам, более или менее успешную реализацию уникального инновационного проекта, выражаясь современным языком, в условиях империалистической войны – большевистского переворота – военного коммунизма – нэпа – сталинской командной экономики. Поэтому, где это возможно, мы будем опускать технические детали, ставшие за почти сотню лет «древностями», и уделять особое внимание творческим усилиям инженеров и исследователей, их креативности, а также экономической стороне проекта «Гидроторф», его конкурентоспособности по сравнению с другими методами добычи торфа (прежде всего, с машинно-формовочным), а самого торфа, в т.ч. облагороженного, – с дровами, углем и даже с нефтью и нефтепродуктами!

Правда весь грандиозный проект после смерти Р.Э. Классона в 1926-м постепенно был похерен (за исключением гидравлической добычи торфа, что свидетельствует об антиинновационности командной экономики). А многие инженеры попали в сталинские лагеря и даже были расстреляны, что свидетельствует о тотальной жестокости и преступности большевистского (коммунистического) режима. – Примеч. М.И. Классона



Оглавление

Предисловие издателя

Предисловие редакторов-авторов

Часть 1-ая

Глава А. Вступление

1. Торфяные залежи России
2. Трудность добычи торфяного топлива
3. Машинно-формовочный способ добычи торфа
4. Краткий разбор попыток механизировать торфяное производство

Глава Б. История гидроторфа

1. История возникновения и разработки гидравлического способа добычи торфа
2. Краткая история работ по искусственному обезвоживанию торфа
3. История организации гидроторфа

Глава В. Техническое описание нормальной для 1923 года установки гидроторфа

1. Разграничение стадий производства
2. Размыв
3. Засасывание и первоначальная переработка массы – торфосос
4. Борьба с пнями
5. Тщательная переработка торфяной массы и подача ее в аккумулятор горизонтальным растирателем
6. Кран для подвески торфососа

7. Схема выработки карьера
8. Транспорт торфяной массы
9. Транспорт гидромассы по трубам и транспорт торфа-сырца по железной дороге. Статья инж. И.Н. Глыбовского
10. Формовка торфяной массы
11. Сушка торфа

Глава Г. Коагуляция гидромассы гипсом в лаборатории и в поле. Статья проф. Г.Л. Стадникова

Глава Д. Эксплуатационные и проектные данные. Статья инж. П.Н. Ефимова

1. Производственные коэффициенты
2. Количество персонала

Глава Е. Сравнительная себестоимость гидроторфа и машинно-формовочного торфа. Статья инж. Л.А. Ремизова

Глава Ж. Преимущества и особенности гидроторфа

Глава З. Гидроторф как топливо. Статья инж. Б.В. Мокршанского

1. Общая характеристика гидроторфа
2. Опыты по сжиганию гидроторфа в топках паровых котлов

Глава И. Исследование главных машин и опытное поле гидроторфа. Статья инж. М.Н. Лемана

Введение. Опытное поле

1. Торфососы
2. Растиратели
3. Торфяные насосы
4. Определение коэффициента трения в трубопроводах для гидравлической массы

Часть 2-ая

Глава К. Искусственное обезвоживание торфа. Статья проф. Г.Л. Стадникова

1. Введение
2. Вода торфа
3. Изменения гелей и золь под влиянием физических воздействий и химических реактивов
4. Методы искусственного обезвоживания торфа
5. Электроосмотический способ В. Schwerin'a
6. Способ Экенберга
7. Исследование соединений железа
8. Опыты с гидромассой
9. Разработка промышленного метода приготовления коллоидального раствора окиси железа
10. Свойства коагулированного коллоидальным раствором окиси железа гидроторфа
11. Изучение фильтрующих перепон
12. Отношение объемов гидромассы и коагулирующего раствора коллоидальной окиси железа
13. Применение условий отжимания по способу «Madruck» к коагулированному окисью железа гидроторфу
14. Влияние различных факторов на степень обезвоживания коагулированного окисью железа гидроторфа

Глава Л. Завод искусственного обезвоживания гидроторфа

Глава М. Облагораживание торфа. Статья проф. Г.Л. Стадникова

Глава Н. Будущее гидроторфа

1. Перспективы развития сезонной добычи гидравлическим способом в течение ближайших пяти лет
2. Гидроторф и районные электрические станции

Приложения

Постановление Совета Труда и Оборона по вопросу о гидроторфе от 31 января 1923 г.

Выдержка из трудов экспертной комиссии ГУТа и комиссии СНК о гидроторфе

Предисловие издателя

Издателем настоящей книги является Управление Гидроторфа, которое в ней подводит итоги деятельности, как «малого» Гидроторфа, существовавшего с 1915-го по 1920 год в качестве небольшого опытного дела, так и «большого» Гидроторфа с октября 1920 года, когда Председатель СНК тов. В.И. Ленин заинтересовался этим начинанием. Его энергичная поддержка привела к признанию СНК-ом Гидроторфа делом государственной важности и дала возможность вылить этот способ в законченную форму и придать ему промышленный характер. Управление Гидроторфа пользуется настоящим случаем, чтобы выразить глубокую благодарность тов. В.И. Ленину.

Авторами и общими редакторами настоящей книги в целом являются изобретатели Гидроторфа инженеры-технологи Р.Э. Классон и В.Д. Кирпичников, которыми написано большинство глав. Отдельные главы написаны проф. Г.Л. Стадниковым, инж. П.Н. Ефимовым, инж.-электриками Б.В. Мокршанским и М.Н. Леман и инженером-механиком Л.А. Ремизовым, фамилиями коих эти главы и подписаны*.

С юридической стороны надо отметить, что за авторами защищен заявочными свидетельствами как весь способ в целом, т.е. размыв массы, ее переработка в жидком виде, транспорт массы по трубам, разлив по полю, так и отдельные механизмы – торфосос, кран для подвески торфососа, формующий автомобиль.

В этой работе изобретателям помогали несколько инженеров, спаявшихся вместе с ними в тесную техническую семью. Среди них необходимо отметить в первую голову инж. П.Н. Ефимова, А.Г. Штумпф и В.И. Богомолова, которые неизменно работали в Гидроторфе с первых лет его существования.

В работах по искусственному обезвоживанию гидроторфа и по химической обработке к изобретателям Гидроторфа присоединился ряд химиков и инженеров. Способ коагуляции торфа гипсом и коллоидальным раствором железа найден проф. Г.Л. Стадниковым, стоявшим во главе химических работ и работавшим в тесном контакте с Р.Э. Классоном и В.Д. Кирпичниковым. Право на это изобретение закреплено коллективно за этими тремя лицами. Выработкой промышленного метода изготовления коллоидального раствора железа и способом активирования гидроторфа для коксования и газификации кроме упомянутых лиц непосредственно занимался химик Н.Н. Гаврилов, поэтому эти изобретения закреплены за группой 4-х лиц. *Управление Гидроторфа*

Москва, апрель 1923 г.

* Из письма Гидроторфа, посланного 12 ноября 1923 г. в Экономический Отдел ГПУ, тов. А.Б. Калецкому, следовало, что Р.Э. Классон и В.Д. Кирпичников написали главы А, Б, В, Ж, Л, Н и отредактировали окончательно все остальные главы. А последние, в свою очередь, писали Г.Л. Стадников, Л.А. Ремизов, П.Н. Ефимов, Б.В. Мокршанский, М.Н. Леман и И.Н. Глыбовский. Другие сотрудники Гидроторфа, включая В.И. Богомолова, готовили таблицы и фото- и чертежные материалы.

*Если бы вопрос о том, чему равно дважды два,
затрагивал личные интересы группы людей,
то он, вероятно, до сих пор не был бы решен единогласно*

Предисловие редакторов-авторов

Эпиграф, взятый нами для книги, может показаться странным – описывается история технического совершенствования торфодобыывания и замена ручного труда механическим. Между тем, как это ни странно, вопрос этот возбудил страсти и разделил торфяных техников и торфяной мир на два не только строго отдельных, но и явно враждебных лагеря. На протяжении целого ряда лет техники Главторфа, ныне Цуторфа, ожесточенно доказывают несостоятельность и невыгодность методов Гидроторфа. Безусловно, защищать старый способ, требующий огромного количества физического труда, становящийся с каждым годом менее производительным благодаря упорному сокращению сезона со стороны торфяников (до [империалистической] войны торфяники работали 70-72 дня, во время войны вначале 60, потом 50 с небольшим дней и в последние два года – 44-43 дня), техники Цуторфа все-таки не решаются.

Попытки механизировать торфодобыывание другими способами, кроме гидравлического, пока ни к чему не привели в России, изобилующей болотами сильно пнистыми; и все же новый способ встречает ожесточенные нападки. Ничем другим, как вышеупомянутым эпиграфом объяснить этого, вероятно, нельзя. Мы извиняемся перед читателями за невольный полемический тон в некоторых местах книги, но сейчас идет нечто вроде «войны алой и белой розы» и еще не настало время для спокойной исторической оценки произведенных работ.

Если мы, тем не менее, решаемся теперь предать гласности все наши работы, то это объясняется тем, что за обилием впечатлений последних лет все труднее становится вспоминать прежнее; между тем, история развития Гидроторфа в течение 8-ми лет не лишена интереса, так как она совершенно не носит характера обычного изобретения, когда у изобретателя мелькнет мысль и он ее непосредственно претворяет в жизнь. Здесь, наоборот, изобретения делались лишь тогда, когда существующие в технике машины оказывались неприменимыми.

В общем же, путем упорного труда и непрерывного совершенствования машин, осуществлен механический способ торфодобыывания, всецело разработанный группой русских инженеров, работавших в чрезвычайно тяжелых условиях военного и революционного времени, при которых приходилось иногда строить целые машины из дерева за отсутствием железа и от руки изготовлять такие механизмы, которые на западе, конечно, изготовляются массовым способом.

Мы хотели сохранить для истории музеев наших машин, иллюстрирующих постепенное развитие и совершенствование отдельных механизмов, но, к сожалению, полное отсутствие железа в 1919-1920 г.г. заставило нас разрушить некоторые из ценных в историческом отношении машин с тем, чтобы получить несколько кусков железа, нужного для новых машин. Поэтому музей полностью в натуре осуществлен быть не может и его должна заменить эта книга, которую мы издаем в тот момент, когда Гидроторф совершенно окреп и может быть развернут в любом промышленном масштабе.

Редакторы: Р.Э. Классон и В.Д. Кирпичников

Москва, апрель 1923 г.

Часть первая

Глава А. Вступление

1. Торфяные залежи России

Запас торфа в России должен быть признан, с точки зрения промышленных перспектив ближайших десятилетий, неограниченным.

Самая скромная оценка определяет площадь торфяных болот 23-х северных губерний Европейской России (кроме тундр Архангельской губ.^{*}) в 18 000 000 гектар^{**}. Судя по результатам обследования свыше 98 000 гектар казенных торфяников, запас сырой массы каждого гектара равен около 20 000 куб. метров, что соответствует 2 500 тонн воздушно-сухого топлива на каждый гектар, а всего около 40 миллиардов тонн.

Приводя это топливо к углю (в 7 000 [кило]калорий), получаем свыше 20 миллиардов тонн эквивалентного углю топлива. Все промышленное потребление топлива в Европейской России в последний год перед войной было равно всего 65 миллионам тонн такого топлива. Таким образом, при таком же расходе топлива и замене торфом всех других родов его, теперешних торфяных залежей хватило бы на 300 лет.

Между тем, процесс образования торфяных болот и увеличения торфяной залежи в существующих продолжается очень интенсивно до сих пор и в ближайшие десятилетия нельзя предвидеть столь крупных изменений в земельной культуре, которые смогли бы оказать значительное влияние на этот захвативший обширные районы процесс. Годовой прирост толщины торфяной залежи колеблется в широких пределах, но с достаточной осторожностью может быть принят равным 0,5 см^{***}.

Таким образом, годовой прирост торфяных залежей выражается объемом тонкого слоя толщиной 0,5 см, занимающего площадь 18 000 000 гектар, что соответствует $18\,000\,000 \times 10\,000 \times 0,005 \times 0,1$ [(тонны воздушно-сухого торфа в 1 кубометре)] = приблизительно 90 миллионам тонн воздушно-сухого торфа или 45 миллионам тонн топлива эквивалентного углю. Таким образом, почти $\frac{3}{4}$ довоенного промышленного расхода тепла в Европейской России покрывается органическими процессами, аккумулирующими тепло в торфяных залежах.

Ежегодная добыча торфа в России за последние годы может быть оценена цифрой около 1 600 000 тонн воздушно-сухого торфа со средней теплотворной способностью около 3 500 [кило]калорий, что соответствует при переводе по калориям 800 000 тонн топлива эквивалентного углю. Это производство, возrastавшее до войны очень медленно, составляет менее 2% автоматического прироста залежей торфа, и только увеличение торфяного производства в 55 раз приблизит нас к равновесию в этом отношении.

Таким образом, даже предполагая из осторожности, что приведенные расчеты несколько неверны, приходится признать, что мы лишены возможности приступить к расходованию (уменьшению) наших торфяных богатств, и вся наша деятельность, как бы мы ни развивали торфяное производство, сведется к использованию тех процентов, которые помимо нашей воли неизменно пополняют основной тепловой капитал, явившийся результатом тысячелетней работы творческих сил природы.

* Площадь «неудобных» болот Архангельской губ. составляет 42 000 000 гектар. В дальнейшем эти болота мы не будем принимать во внимание.

** 1 гектар = 0,92 десятины.

*** Prof. Weber для Аугостомальского болота дает около 2-2,5 см; Берггрев для Финляндии – около 1 см; Спарро для Тверской губ. – 2-3,5 см; Сукачев для Новгородской губ. – 0,68-1,82 см; А. Брудастов для Петровско-Шатурского болота – 1,06 см; Таифильев для Петроградской губ. – 0,3 см.

Следующая таблица дает представление о количестве и распределении торфяных болот на площади Европейской России.*

Губернии	Площадь губернии в десятинах**	Количество десятин болот	Площадь болот в % к общей площади
Московская	2 954 606	166 184	5,6
Тверская	5 613 041	677 484	12,2
Владимирская	4 209 531	327 485	7,75
Рязанская	3 737 353	252 165	6,7
Костромская	7 491 948	596 053	7,95
Ярославская	3 071 070	212 019	6,9
Псковская	3 696 461	615 715	16,8
Новгородская	10 087 188	1 944 244	19,4
С.-Петербургская	3 787 365	624 884	16,5
Эстляндская	1 645 041	244 400	14,8
Курляндская	2 427 635	207 554	8,5
Минская	7 712 592	1 690 366	21,79
Могилевская	4 189 322	655 615	15,3
Гродненская	3 297 815	423 644	12,8
Виленская	3 525 070	449 802	12,7
Ковенская	3 607 420	299 484	8,3
Витебская	3 815 404	679 626	17,8
Смоленская	4 824 325	446 175	9,22
Калужская	2 781 372	117 249	4,2
Олонецкая	12 035 353	1 464 564	12,9
Вятская	13 963 524	450 582	3,25
Пермская	29 815 548	2 077 269	6,95
Вологодская	36 499 918	1 910 788	5,25
Всего в 23-х губер.	174 789 902	16 533 351	9,5
Архангельская	71 878 226	38 948 395***	54,2
Лифляндская	-	-	10
Финляндия	-	-	20
Черниговская	-	-	7,5
Полтавская	-	-	4
Орловская	-	200 000	5

* Ввиду того, что таблица взята из старого труда проф. И.И. Вихляева, названия и границы губерний взяты такими, как они были до войны. – Примеч. ред.

В данную табл. вкралась ошибка – в колонке «Площадь губернии в десятинах» в качестве суммы по 23-м губерниям стоит 174 789 902, а должно было бы стоять 174 788 902 десятины. Эти данные были переписаны из фундаментальной книги Ивана Ивановича Вихляева «Торфяные болота, использование их в технике и сельском хозяйстве». СПб., 1914 г. И там суммарная площадь 24-х губерний (включая и Архангельскую) была обозначена как 246 668 128 (= 174 789 902 + 71 878 226). То есть, ошиблись и И.И. Вихляев, и авторы «Гидроторфа»!!! Правда, в вышедшем следом оттиске из журнала «Вестник Торфяного Дела» №3 за 1914 г. – И.И. Вихляев. История торфяного дела в России. Пг., 1914 – автор свою ошибку исправил, дав суммарную цифру по 24-м губерниям уже в 246 667 128 десятин и оставив ее слагаемые теми же! – Примеч. М.И. Класона

** Десятина – 1,09 гектара.

*** Так называемые «неудобные земли», по большей части тундры.

Кроме того, большие торфяные залежи имеются в Волынской, Киевской и Нижегородской губ. и довольно значительные в губерниях Седлецкой, Люблинской, Подольской, Казанской и Уфимской. Колоссальные залежи торфа имеются в Сибири.

Таким образом, географическое положение торфяных залежей дает возможность при соответствующих мероприятиях обеспечить торфяным топливом Москву и центральный промышленный район, Петроград и северо-западный район, юго-западный и прибалтийский районы, Сибирь и отчасти уральский район. Все эти богатые торфом местности отдалены от залежей минерального топлива и испытывают в настоящее время острый топливный голод, удовлетворить который еще долгое время не смогут ни наша топливодобывающая промышленность, ни наши перевозочные средства.

2. Трудность добычи торфяного топлива

Неоднородность структуры торфа-сырца – Отделение пней – Транспорт массы – Естественная сушка и сезонность добычи торфа.

Торфяные залежи, несмотря на скрытую в них ценность, представляют собой обычно безотрадную болотистую местность, покрытую мхом, травой и низкорослым лесом. Под этим покровом толстым слоем (в среднем 2-3 метра) лежит коричневая, разных оттенков торфяная масса, обычно пронизанная насквозь большим количеством (до 5% по объему) полусгнивших или твердых пней. Масса эта в осушенном болоте содержит свыше 90% воды и в некоторых местах представляет трясину. Под слоем торфа обычно находится мелкий песок или глина.

Задача разработки торфа на топливо сводится, в сущности, к удалению из торфа воды и превращению его в плотные и крепкие куски. Эта операция на первый взгляд представляется примитивной и на самом деле проста, если идет речь о небольшом масштабе и если не принимать во внимание ее стоимость.

Самая природа торфяной залежи, однако, создает чрезвычайные затруднения для массового получения торфяного топлива.

Производство всех операций по добыче торфа вручную, ввиду необходимости манипулировать с торфяной массой, содержащей лишь 10% сухого вещества, обходится чрезвычайно дорого и делает торфяное топливо неэкономичным. Поэтому волею-неволей приходится переходить к механизации торфяного производства.

Первым затруднением при этом является неодинаковость структуры торфа-сырца, который представляет из себя неоднородную смесь аморфной торфяной массы, неразложившегося мха (очеса), многочисленных волокон и, наконец, древесных остатков самой разнообразной величины, начиная от нескольких сантиметров и до нескольких метров. Все лучшие торфяные болота России чрезвычайно богаты этими древесными остатками, лежащими очень часто в несколько слоев и представляющими чрезвычайно сложный переплет. О массе пней, содержащихся в торфяной залежи, можно составить некоторое представление по виду торфяного карьера, выработанного Гидроторфом на Электропередаче (рис. А-1).

Количество оставшихся в карьере пней чрезвычайно велико, несмотря на то, что большая часть их была вынута из карьера при самой добыче торфа. Эта неоднородность структуры торфяной залежи не дает возможности использовать обычные экскаваторы, с успехом работающие на других грунтах. Наличие толстых и крепких пней требует экскаватора большой мощности и прочности, в то время как для выемки однородной торфяной массы можно было бы применить сравнительно небольшую и требующую мало силы машину.

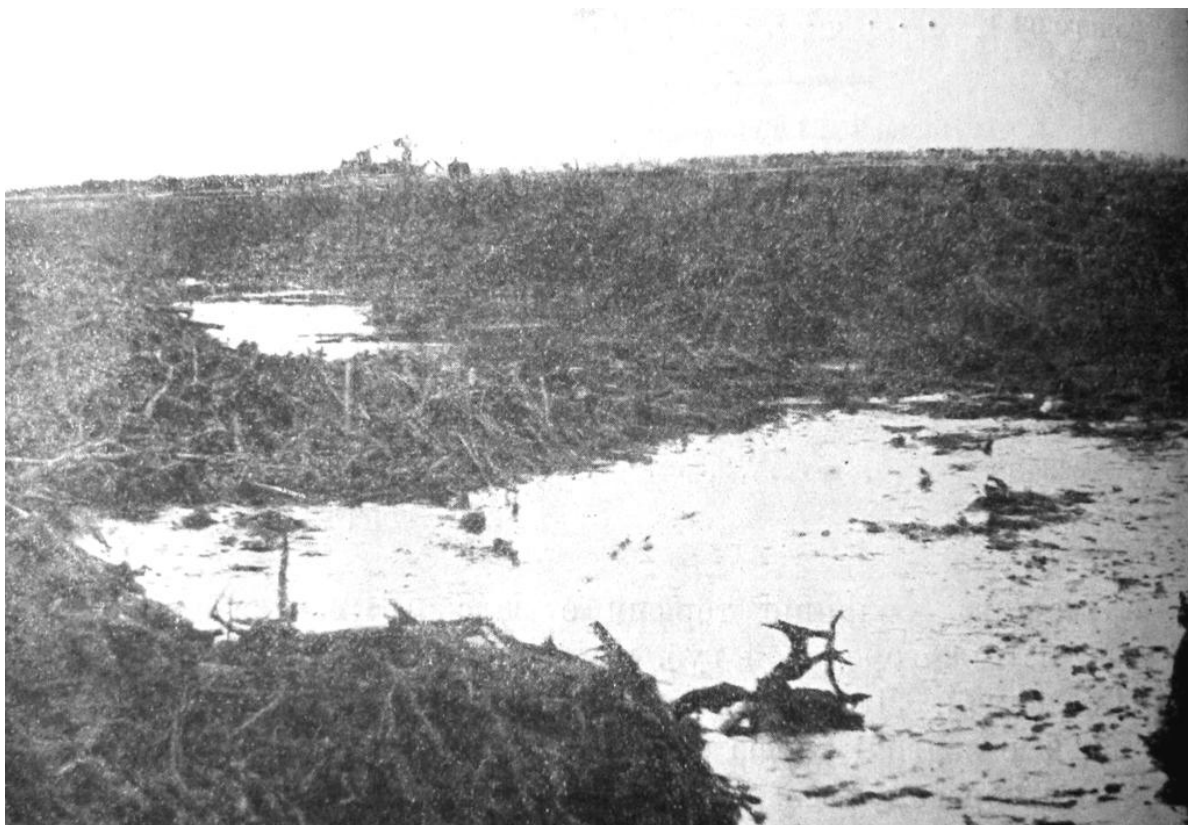


Рис. А-1

Торфяные залежи, однако, не дают возможности установить достаточно мощные машины для экскавации массы из пнистого болота, так как торфяная залежь состоит на 90% из воды и не может воспринять ни веса машины (около 80 тонн), ни рабочих усилий.

Передвижение таких мощных экскаваторов по дну выработанного карьера так же не может быть применено по целому ряду причин; для этого необходимо было бы произвести осушку торфяных залежей ниже подпочвы, что сопряжено с почти непреодолимыми трудностями, так как торфяные болота образовались именно в тех местах, где уровень грунтовых вод держится высоко.

Такая осушка затрудняется еще и тем обстоятельством, что обычно подпочва не представляет собою горизонтальной плоскости и имеет целый ряд углублений. Поэтому при производстве осушительных работ пришлось бы прорывать каналы не только сквозь толщу торфяной залежи, но и на большую глубину в подпочве, и, таким образом, громадные затруднения с торфяного производства были бы перенесены на подготовительные работы, отчего, однако, дело не выиграло бы. Кроме того, дно выработанного торфяного карьера, даже и после отвода из этого карьера воды, представляет из себя поверхность чрезвычайно неудобную для передвижения тяжелых машин, так как это дно представляет из себя смесь остатков торфяной залежи с глиной или, в лучшем случае, с песком. Очень часто находящийся под торфяной залежью песок является плывуном. Передвигать по такой почве тяжелые баггеры не представляется возможным.

Следующим затруднением является необходимость отделять от торфяной залежи древесные остатки (пни) раньше, чем эта торфяная масса поступит на переработку в машину. Несмотря на полувековую работу техники в торфяном деле, до сих пор не создано ни одной пригодной для этой операции конструкции. Затруднения заключаются в том, что удельный вес пней и торфяной массы почти одинаков и близок к 1, а величина и форма пней чрезвычайно разнообразны.

Также разнообразны и свойства торфяной массы; иногда она волокниста, иногда клейка, а иногда рассыпчата, причем все это разнообразие наблюдается не только на разных болотах, но и на одном и том же болоте, на расстоянии нескольких десятков метров друг от друга. Движущиеся решетки, которые применялись для этой цели нами на Электропередаче, удовлетворительно работали при рассыпчатом торфе, но оказывались совершенно непригодными при волокнистом или липком торфе.

Громадные затруднения представляет транспорт торфяной массы и распределение ее приблизительно равномерным слоем по громадным поверхностям полей сушки. Эта операция осложняется той же самой большой влажностью торфа-сырца, о которой говорилось выше и которая заставляет транспортировать в 8 раз больший груз, чем будет получено впоследствии торфяного топлива.

Самое транспортируемое тело чрезвычайно неудобно как для транспорта, так и для равномерного распределения: это или пластическая клейкая масса, которую нужно размазывать по полям сушки равномерным слоем, или заранее сформированные кирпичи, которые нужно бережно перевозить на подкладных досках, чтобы они не потеряли своей формы и не превратились в свой первоначальный вид неформованной массы.

Оба вида подлежащего транспорту тела создают непреодолимые затруднения при массовом масштабе, о котором только и приходится говорить при механизации торфяного производства. Транспорт торфяной массы осложняется также и тем обстоятельством, что как начальный пункт отправления, так и конечный пункт, куда транспортируется масса, все время передвигаются в пространстве; поэтому не представляется возможным сделать постоянные транспортные сооружения, а приходится пользоваться или перекладными рельсами или перемещающимися по торфяному болоту транспортерами.

Перекладные рельсовые пути, уложенные по поверхности торфяной залежи или по грязному дну выработанного карьера, не пригодны, конечно, для паровозной тяги, так как для этого пришлось бы тратить очень много времени на основательную укладку железнодорожных путей, используемых в течение лишь очень короткого времени. Лошадь так же не может передвигаться по торфяным залежам, так как поверхность их не выдерживает давления лошадиной ноги. Поэтому для транспорта торфяной массы по железнодорожным путям до сих пор применяется человеческий труд, превращающий человека во вьючное животное.

Применение для транспорта массы перемещаемых по залежи транспортеров, имеющих для возможности манипулировать с ними ограниченную длину, приводит к чрезвычайному удлинению хода машины, если речь идет о машинах достаточно большой производительности. Поле сушки получается очень узким, длиною в несколько километров, что, конечно, влечет за собой целый ряд крупнейших неудобств с подводом электрической энергии, с потерей времени персонала на ходьбу, подвозом материалов, техническим надзором и прочее.

Наконец, самое последнее затруднение и, может быть, главнейшее заключается в необходимости удалять из торфа всю излишне содержащуюся влагу, для каковой цели до сих пор использовались только естественные силы природы, а именно тепло и ветер. Это ставит торфяное производство в полную зависимость от климата и природы. В центральном промышленном районе сушка торфа на воздухе может производиться максимально в течение 4½ месяцев (последний месяц из этого периода пригоден только для досыхания уже подсохшего торфа), что придает добыче торфа чрезвычайно неприятный характер сезонного производства, с очень слабым использованием сооружений, оборудования и полей сушки.

3. Машинно-формовочный способ добычи торфа

Описание – Недостатки – Проект Инсторфа

Переходя к тому, что до сих пор сделано торфяной техникой для превращения торфяных залежей в торфяное топливо, прежде остановимся вкратце на машинно-формовочном способе добычи, который до Гидроторфа являлся почти единственным вполне установившимся и тщательно разработанным способом.

Разработка торфа этим способом распадается на несколько операций:

1) Прежде всего, устройством осушительных канав с поверхности и отчасти из толщи болота должен быть удален избыток воды. Это осушение имеет целью понизить содержание в торфе воды до 87-90% и сделать болото более плотным и пригодным для передвижения как машины, так и вагонеток.

2) Затем готовится площадь, предназначенная для разработки и сушки торфа, удаляется лес, корчуются пни и выравнивается («полируется») поверхность.

Собственно производство торфа состоит из следующих операций (см. рис. А-2, А-3 – последний чертеж опущен, далее приводятся фото некоторых операций):

3) Набрасывание торфа лопатами из карьера в элеватор с вытаскиванием пней (рис. А-4).

4) Подъем торфа элеватором в машину.

5) Дробление, резание, перемешивание и формование торфа машиной (см. рис. А-5 – здесь опущен).

6) Резка ножом вручную торфяной ленты на кирпичи размером около 13 x 13 x 35 сантиметров.

7) Накладывание досок с торфяными кирпичами на вагонетки.

8) Отвозка вагонеток по узкоколейным путям на расстояние в среднем до 200 метров.

9) Сбрасывание торфяных кирпичей с досок на землю (обычно на болото).

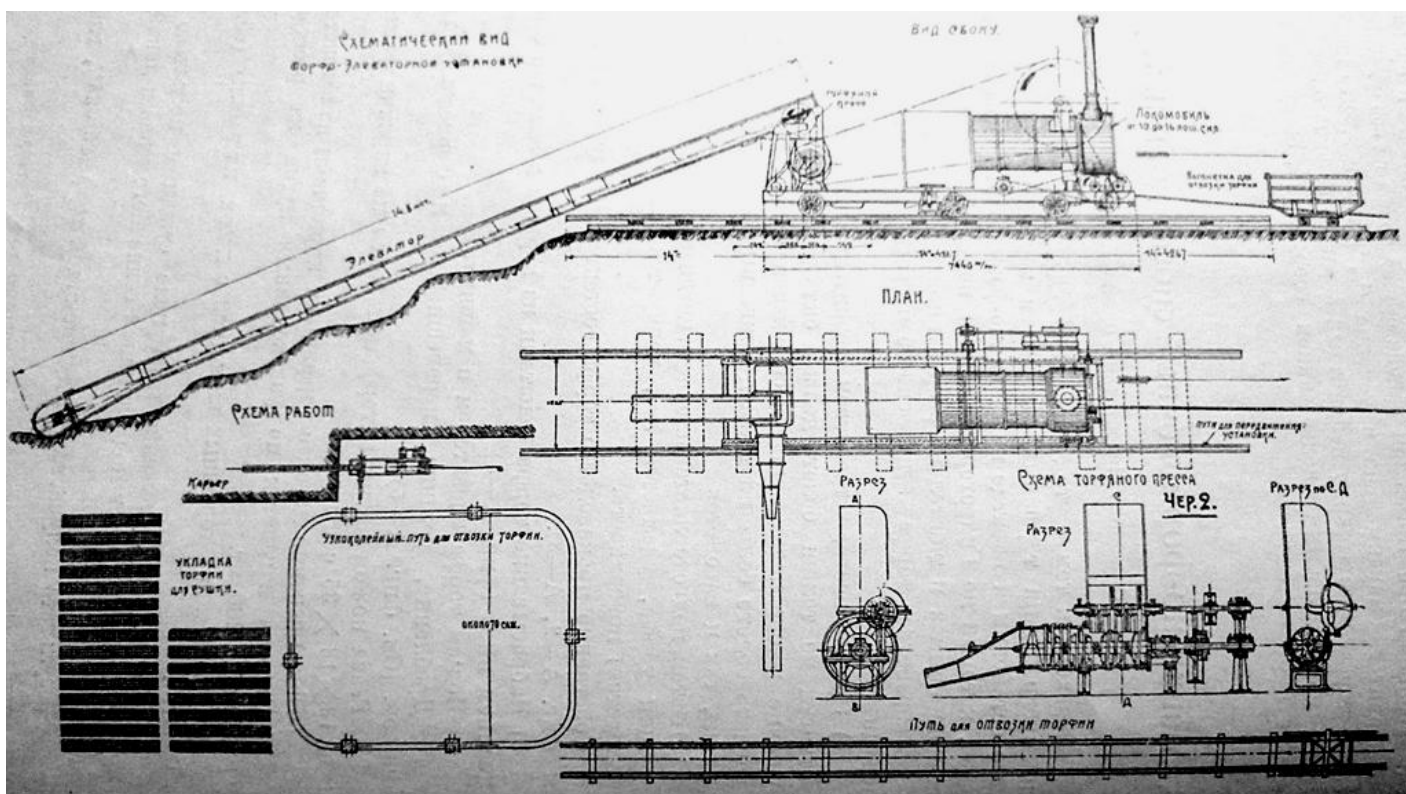


Рис. А-2

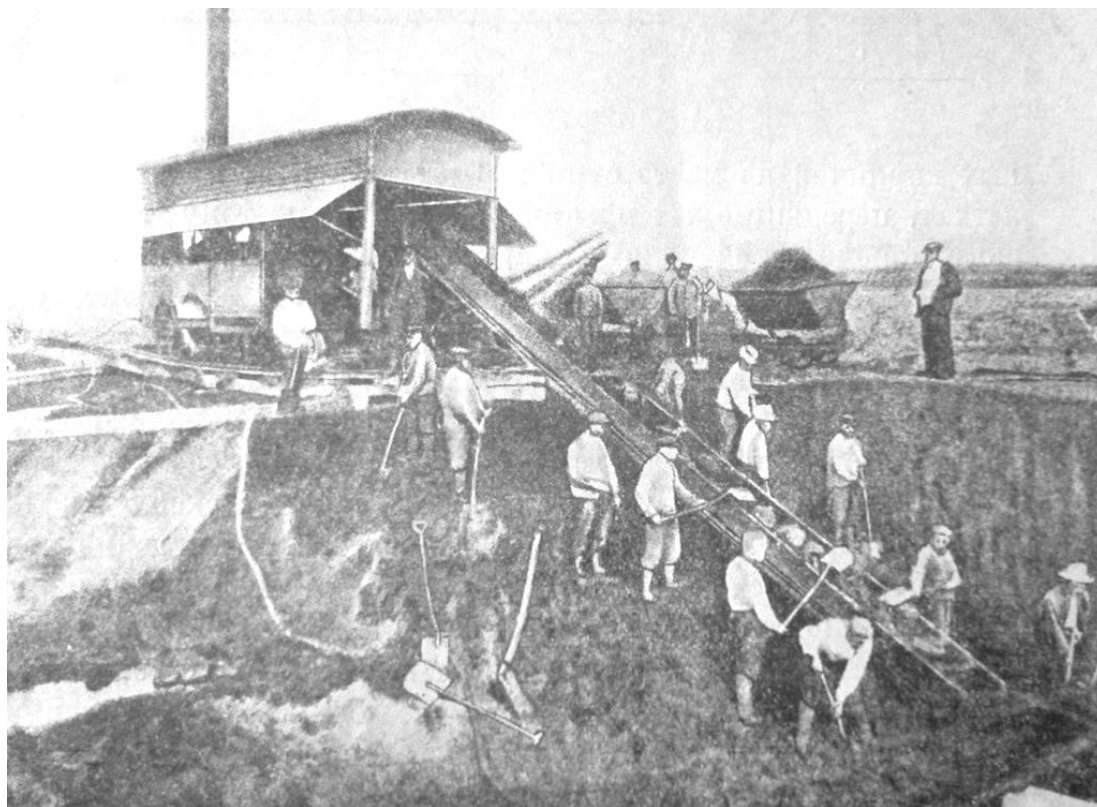


Рис. А-4

10) Затем торф, сложенный на поле сушки и несколько раз перекаладываемый, сохнет под влиянием солнечного тепла и движения воздуха.

В результате получается воздушно-сухой торф (25-35% влаги), который является хорошим топливом с полезной теплотворной способностью около 3 500 [кило]калорий[/кг].

При этом, так называемом «машинном» способе добычи торфа, из всех перечисленных операций только 4-ая и 5-ая совершаются машинами. Все остальные операции, требующие громадных затрат физического труда (один торфяник, кроме вытаскивания пней и перестановки машин, перебрасывает в день до 20 тонн), совершаются руками рабочих при исключительно тяжелых условиях.

Ранее, чем перейти к критике других способов торфодобыывания, необходимо указать, какие недостатки «классического» способа добычи торфа – машинно-формовочного – мешают его распространению, чтобы при оценке новых способов прежде всего взвесить, насколько в них устранены эти дефекты.

1) Основным препятствием широкому распространению машинно-формовочного способа является копанье торфа в мокром и грязном карьере руками рабочих.

2) Вторая операция, мешающая торфодобыыванию, – отбор и вытаскивание пней из карьера так же ручную.

3) Третьим затруднением является транспорт торфяных кирпичей на место сушки. Этот транспорт производится в вагонетках, передвигаемых руками рабочих, и поэтому требует наибольшего приближения поля сушки к месту добычи.

4) Вследствие этого машины передвигаются по длинным карьерам вдоль полей стилки и ставятся друг от друга на большом расстоянии, откуда вытекает четвертый недостаток – разбросанность производства по громадным площадям болот.

5) Ввиду выемки массы вручную машинно-формовочным способом не удастся выбрать торфяную массу во всю толщину, если она залегает толстым слоем, так как вода, скопляющаяся в торфяном карьере, мешает работе карьерщиков. Оставление продольных и поперечных бровок (см. рис. А-9) и постоянный водоотлив несколько помогают, но глубже 3 метров выемку торфа лопатой редко удается производить, между тем, как глубина залежи, зачастую, достигает 6 метров.

Ввиду всех этих недостатков добыча торфа машинно-формовочным способом, несмотря на применение его в России в течение полустолетия, как видно из диаграммы рис. А-10, остановилась в своем развитии и никак не может подняться выше 1½-2 миллионов тонн в год, причем все коэффициенты, характеризующие это производство, неуклонно ухудшаются.

Это объясняется тем, что основной контингент квалифицированных торфяных рабочих, достигший в 1914 году 35 000 чел., с каждым годом все ухудшается по своему составу. Ввиду чрезвычайно тяжелых условий труда торфяников эта работа, по сравнению с другими видами физического труда, оплачивается очень высоко, но несмотря на это контингент торфяных рабочих ограничивается несколькими десятками тысяч и не может быть произвольно увеличен сколько-нибудь значительно.

В самое последнее время (начало [19]23 года) Инсторф выдвинул проект реформы этого способа, застывшего в старых конструктивных формах, относящихся еще к 19-му столетию. Согласно этому проекту один концевой (задний) элеватор в соответствии с мощностью прессы заменяется двумя поперечными и притом коленчатыми.

Транспорт кирпичей предположен при помощи канатного транспортера системы Персона (рис. А-6, А-6а, А-7, А-8 – *здесь частично опущены*) или Тео Шмидта, длиной 180 метров, который перемещает поперек поля доски с кирпичами. Этот транспортер, несмотря на большую длину, предполагается жестко связать с прессом и установить на ряд тележек или гусениц. Вся эта сложная установка – 2 элеватора, пресс и транспортер – должна непрерывно или почти непрерывно передвигаться по мере выработки залежи.



Рис. А-8



Рис. А-9

Для уменьшения длины прохода машины, каковая при проектируемой производительности в 5 000 т в сезон и ввиду недостаточной длины транспортера получается очень большой, вводится промежуточная перекладка подсохших кирпичей при помощи второго канатного транспортера значительно большей длины, с ящиками. Этот же транспортер предназначается и для собирания торфа со второго поля сушки и нагрузки его в вагоны. Все эти нововведения не избавляют от тяжелого физического труда и не устраняют ни одного из основных недостатков машинно-формовочного способа.

Коленчатые элеваторы, благодаря более горизонтальному положению нижней половины элеватора, только в ничтожной степени облегчают труд *ямщиков*. Поперечное положение элеватора и его непрерывное продвижение сокращают немного путь лопаты в горизонтальном направлении, одновременно создавая большие трудности по согласованному передвижению всего комплекта. Канатные транспортеры, избавляя персонал от перевозки вагонеток, не механизмируют полностью транспорт, т.к. требуют физического труда для снятия досок с кирпичами и раскладки последних по полю сушки. Судя по опыту Электропередачи, они сокращают состав артели с 31-го до 23-х рабочих, но одновременно в еще большей степени уменьшают сезонную выработку, что объясняется большой потерей времени на перестановку транспортера, особенно, если, как это обычно бывает, на полях стилки остаются штабеля готового торфа. Перекладка при помощи транспортера подсохших кирпичей значительно удорожит сушку, так как вызывает кроме перестановки длиннейшего транспортера две лишних операции, могущих быть исполненных только вручную: наладку кирпичей в ящики транспортера и вынимание их из ящиков для складывания в клетки.

Ни тот, ни другой транспортер пока еще не построен и не испытан; их осуществление и работа вызывают сомнение, тем более что первоклассные заграничные фирмы, несмотря на необходимость, не решаются строить жестких транспортеров длиннее 100 метров.



Рис. А-10

Таким образом, проект Инсторфа, не механизирова основных операций, несмотря на значительное усложнение механизмов, не может сколько-нибудь значительно изменить производственные коэффициенты машинно-формовочного способа и сделать его жизнеспособным.

4. Краткий разбор попыток механизировать торфяное производство

Многоковшовые баггеры – Торфяной баггер Штрэнге – Машина Бауман-Шенке – Винтовой баггер Штреле – Баггер Экедунда – Одноковшовой баггер – Русские предложения: Самогреб Панкратова – Проект Инсторфа: Драга – Послойная выработка – Гидроторф.

Большое распространение в Германии, Швеции и других странах Западной Европы луговых, беспнистых болот послужило причиной создания европейской техникой целого ряда многоковшовых экскаваторов, пригодных для выемки массы на беспнистых болотах. Эти машины состоят из трех основных частей:

- 1) бесконечная цепь следующих друг за другом ковшей режет, поднимает и бросает на транспортер торфяную массу;
- 2) подаваемая транспортером в пресс торфяная масса перерабатывается в нем (обычно очень примитивно) и формируется;
- 3) сформованные торфяные кирпичи при помощи связанных с машиной транспортеров расстилаются на полосе залежи торфа вдоль хода машины.

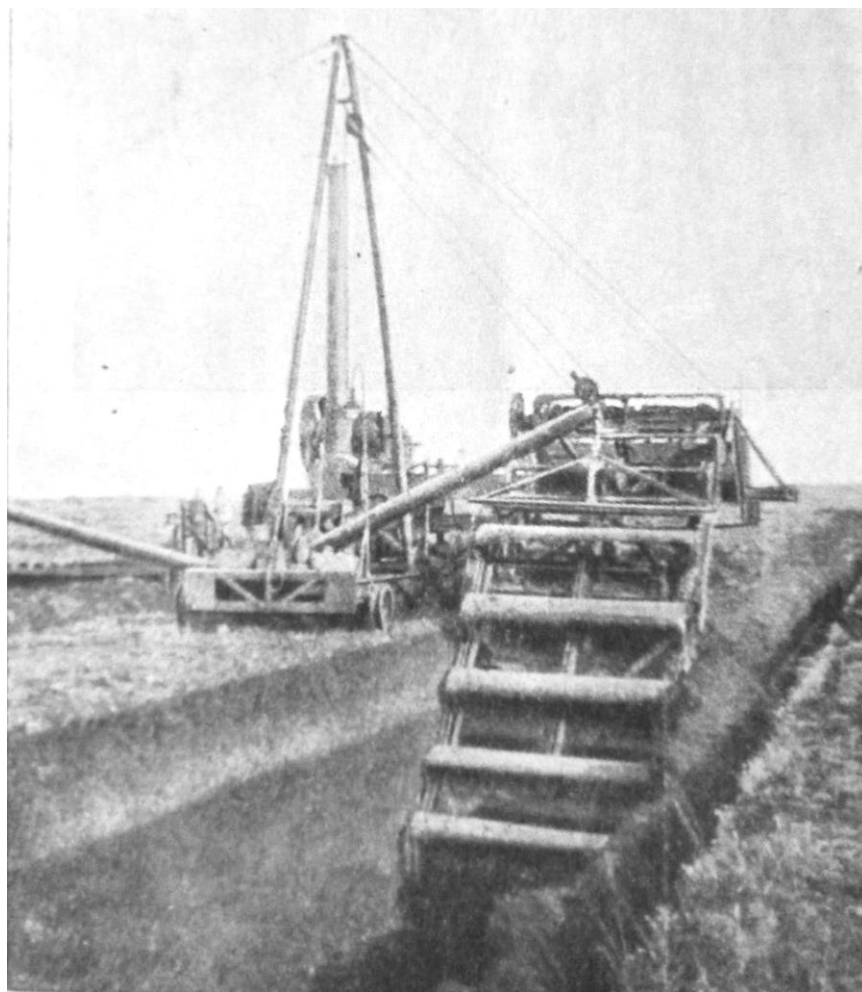


Рис. А-12

Не описывая, за недостатком места, многочисленных многоковшевых баггеров Виланда; Дольберга, Фредериксена, старого баггера Штрэнге и др., укажем здесь только наиболее могучий и совершенный новый торфяной баггер Штрэнге, изготавливаемый немецкой фирмой Оренштейн и Коппель, различные детали которого изображены на [рис. А-11, А-12, А-13 \(частично опущены\)](#).

Уже из этих фотографий видно, насколько велики и громоздки такие машины, их приходится перемещать по поверхности болота на целом ряде отдельных тележек, связанных между собою. Максимальная длина транспортеров достигает 100 метров, что, конечно, чрезвычайно мало для рационально организованного торфяного производства; но в то же время эта длина жестко связанного с машиной транспортера вызывает сомнения в надежности его действия.

Такая машина, конечно, может перемещаться с успехом только по очень хорошо подготовленному, гладкому и твердому торфяному болоту и требует, благодаря узкой стилке и своей, сравнительно большой производительности, карьера длиной в несколько верст. Таким образом, торфяное производство при этих баггерах оказывается еще более децентрализованным, чем при машинно-формовочном способе, где ширина поля стилки колеблется между 150 и 200 метрами. Несмотря на некоторые недостатки этих баггеров задача механизации добычи торфа на *беспнистых болотах* этими машинами разрешена более или менее удовлетворительно. *Применение их на пнистых болотах, конечно, совершенно невозможно*, так как копание торфа, содержащего пни, сравнительно слабыми ковшами элеваторов не представляется возможным; эти ковши будут ломаться или останавливаться при первом же проходе.

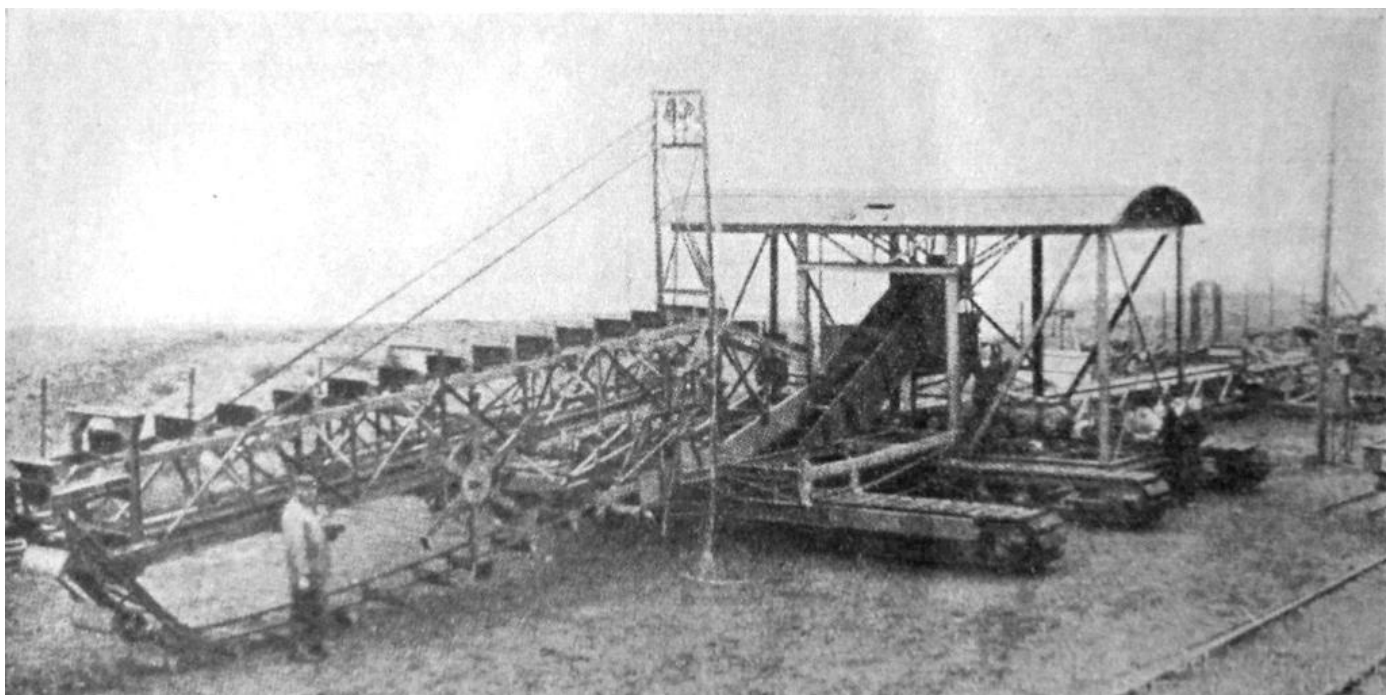


Рис. А-14

Вполне естественно поэтому, что [нашу] попытку в 1914 году применить баггер Штрэнге на болотах Электропередачи, несмотря на выбор самого малопнистого участка болота, постигла полная неудача.

При разборе новых торфяных машин нельзя обойти молчанием одну из самых больших и хорошо сконструированных – торфяную машину Бауман-Шенка (рис. А-14, А-15, А-16 – *частично опущены*). Она несколько отличается от многоковшевых баггеров своей рабочей частью, режущей торфяную залежь не ковшами, а вращающимся в вертикальной плоскости фрезером. Этот фрезер срезает слой торфа и бросает его в элеватор, который питает пресс. Транспортер Бауман-Шенка (рис. А-16) отличается от транспортера Штрэнге и других тем, что его чешуйчатое полотно вращается около горизонтальной оси. Эта громадная машина перемещается на целом ряде гусениц. Фрезер предназначен для резания только пластичной торфяной массы и совершенно непригоден, как и вся машина, для выработки пнистой залежи.

По общей схеме работы очень близок к многоковшевым баггерам винтовой баггер системы Verhoewen Strehl, изготавливаемый фирмой Штреле и К^о в Дортмунде (рис. А-17). В этом баггере, вместо бесконечной цепи ковшей, торфяную залежь режут винтовые ножи около 2½ метров диаметром. Пласты массы при верхнем положении ножей падают внутрь элеватора, поднимающего торф на платформу и бросающего его в воронку прессы.

В остальном эта машина совершенно аналогична описанным многоковшевым баггерам. По сравнению с ними она имеет, однако, тот недостаток, что вырабатываемая ею за один проход полоса торфяной залежи чрезвычайно узка – около 2½ метров, что соответствует ширине стилки всего около 75 метров; такую длину имеет соединенный, с машиной транспортер.

При указываемой фирмой производительности машины около 100 куб. метров торфа-сырца в час она должна пройти за сезон карьер длиной 15-20 километров или сделать два прохода по карьру вдвое меньшей длины. Эта машина, как и предыдущие баггеры, конечно, совершенно непригодна для пнистого болота.

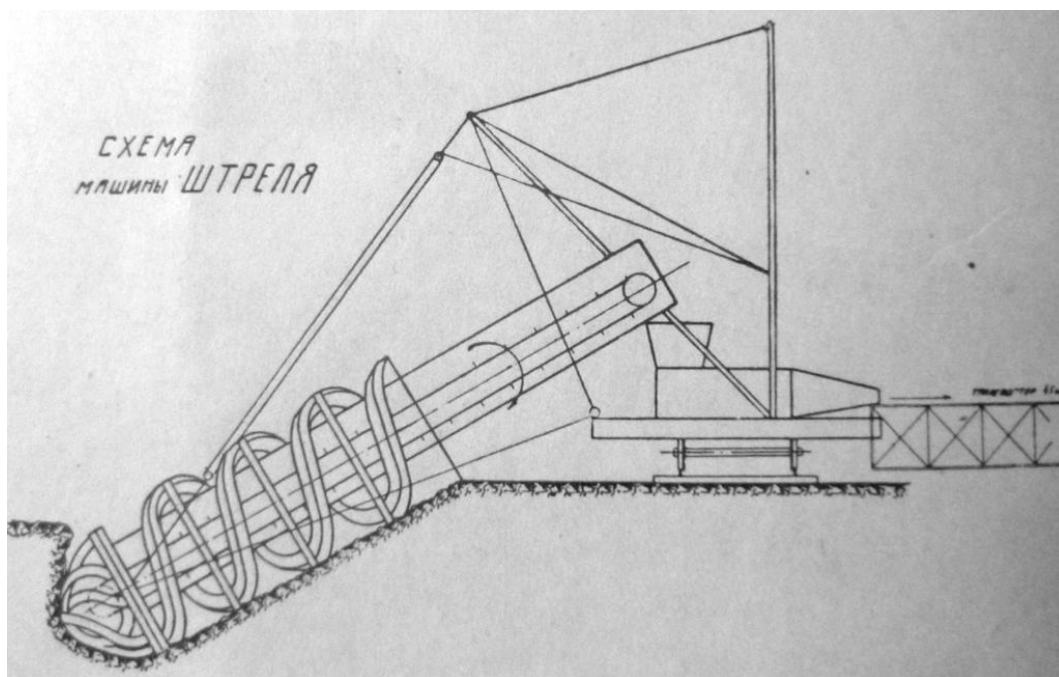


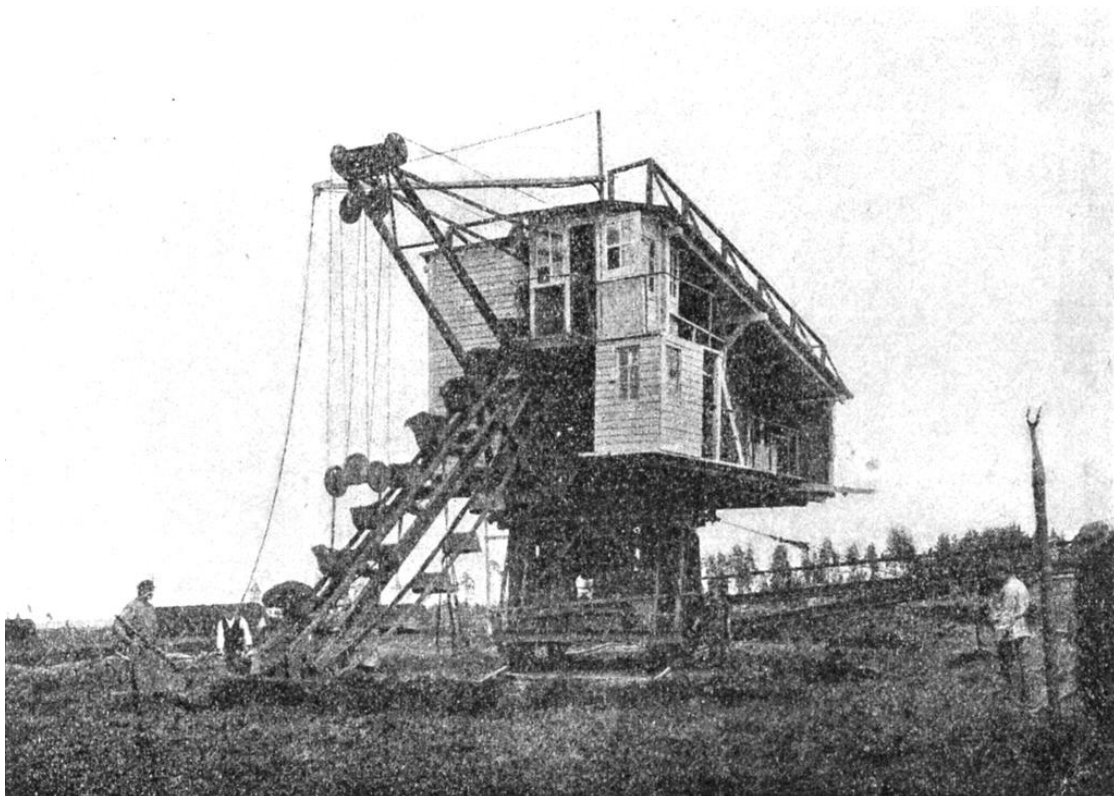
Рис. А-17

Особняком от предыдущих многоковшевых машин стоит баггер Экелунда (рис. А-18, А-19 – *сии чертежи заменены фото действующей машины из 2-й книги «Гидроторф»*), который при наличии многих ковшей в каждый данный момент черпает торф, однако, только тем, который перемещается по концевому ролику. Это дает возможность путем сложных манипуляций обходить большие пни, сгребая торф с них или выбирая его между ними. Он имеет, кроме того, приспособление для вытаскивания крупных пней на берег карьера. Таким образом, при малом количестве пней в залежи торфа баггер подобной конструкции может осуществить механическое копанье массы.

К сожалению, таких малопнистых болот, где имеется достаточно места для прохождения черпаков между пнями, у нас в России очень мало. Обычно же наши болота имеют громадное количество пней, лежащих в несколько слоев и переплетающихся между собой, и баггеру Экелунда приходится заниматься на таких болотах, главным образом, корчевкой пней, увлекая вместе с ними на берег карьера большие куски торфяной массы.

Еще большее затруднение представляют мелкие пни, вкрапленные обычно в массу в большом количестве. Необходимо защитить пресс, стоящий на баггере, от попадания этих пней, так как он, не будучи в состоянии их переработать, ломается или останавливается. Выборка пней из ковшей требует ручного труда, мало надежна при мелкой залежи и совсем неосуществима при глубокой. Решетки перед воронкой прессы сейчас же забиваются и не пропускают массу, а надежные отделители пней еще не изобретены.

(Даже размытая струей воды жидкая масса до переработки ее машиной не проходит через решетку из вертикальных прутьев, отстоящих друг от друга на 100 мм, и эту решетку для одной машины не в состоянии прочистить ни восемь человек, ни струя 15 атм. давления.)



Баггер Экелунда. Общий вид баггера (фото из 2-й книги «Гидроторф»)

Масса транспортируется неформованной, и поэтому здесь можно применить опрокидывающиеся вагонетки, что облегчает их нагрузку и разгрузку. Самое передвижение вагонеток по залежи торфа так же неудобно, как и при машинно-формовочном способе, что обуславливает такую же разбросанность производства.

Кроме этих недостатков, способ Экелунда имеет и свои собственные.

Во-первых, баггер имеет вес около 40 тонн и может двигаться только по ровному и тщательно осушенному дну карьера торфяной залежи. Осушка болот до дна карьера очень трудно осуществима почти на всех русских болотах, а если путем больших затрат и возможна, то, по утверждению авторитетов, грозит гибелью всей залежи торфа, вследствие пересушки болота. Ровное дно карьера встречается очень редко, и подготовка его требует больших трудов, так как обычно дно выработанного карьера представляет беспорядочную жидкую смесь глины, песка-пльвуна, торфа, пней и ила. Передвижение по такому месту тяжелого баггера едва ли возможно.

Во-вторых, разравнивание торфа ровным слоем и его резка производится на поверхности залежи торфа полевым прессом (Feldpresse) (рис. А-20, *А-20а – последний чертеж опущен*), передвигаемым при помощи каната электрической лебедкой. Этот пресс слишком тяжел и громоздок, чтобы передвигаться по обычной поверхности болота даже после тщательной ее подготовки, и обычно делает разрезы только в одном направлении. Разравнивание же и резка массы лопатами требует большого количества рабочей силы.

По несколько иной схеме организована была в 1922 году работа с баггером Мунктеля Экелунда в русских условиях близ г. Лихославля. Участок болота, на котором был установлен баггер, для возможности его работы выбран с мелкой залежью до 2-х аршин и малопнистый; пни имеются только отдельно вкрапленные на значительном расстоянии друг от друга, причем самые пни имеют небольшой размер и очень малые разветвления. Отбор мелких пней на баггере производится при помощи двух ленточных транспортеров, с которых пни снимаются вручную (*рис. А-21 – здесь сей чертеж опущен*).

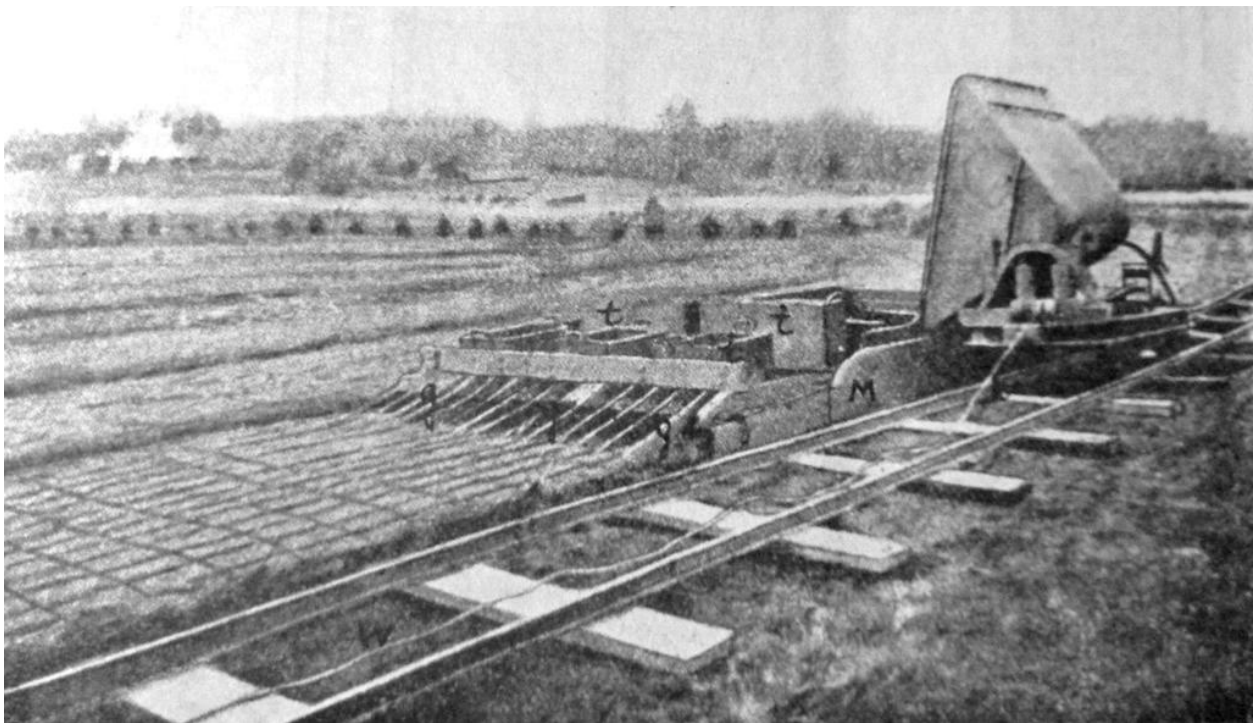


Рис. А-20

Далее масса из баггера Экелунда подается при помощи двух элеваторов в обыкновенный, стоящий на берегу карьера торфяной пресс, соединенный с транспортером Персона. Результаты работы этой громоздкой установки в русских условиях, однако, чрезвычайно мизерны ([всего] десятки тысяч пудов за сезон), несмотря на большое количество обслуживающего его персонала (около 25 чел. в смену).

Мощные одноковшовые баггеры (рис. Б-1, Б-2) сами по себе вполне пригодны для механического копания торфяной массы даже при очень пнистой залежи, так как они свободно выворачивают пни своими ковшами и бросают их вместе с массой в вагонетки или в воронки специальных машин. Такой баггер был применен нами до изобретения гидроторфа в имении «Электропередача». Он перемещался по дну карьера, имел ковш емкостью около 2-х куб. метров и обладал способностью делать им до 40-50 операций в течение часа.

Необходимость перемещения такого тяжелого баггера (около 80 тонн) по дну выработанного карьера, как уже говорилось ранее, чрезвычайно сокращает область его применения. Так же, как и при других машинах, при нем остаются неразрешенными две следующих задачи:

1) отделение пней от торфяной массы и

2) транспорт торфяной массы, переработанной или не переработанной, на поля суши.

Последняя задача осложняется еще тем, что производительность такого баггера очень велика, и потому из одного данного пункта торф необходимо развозить не на близкое расстояние, как это делается при многоковшовых элеваторах, а на гораздо большее расстояние.

Эти затруднения приводят в итоге к тому, что *вся громадная производительность баггера остается неиспользованной* и, якобы механизированное, производство требует еще большего количества персонала на пуд добытого топлива, чем при машинно-формовочном способе. Более подробно опыты с одноковшовым баггером описаны в «Истории Гидроторфа». Ныне в качестве механической лопаты он с успехом работает на Электропередаче по своему прямому назначению, т.е. роет канавы и водоемы.

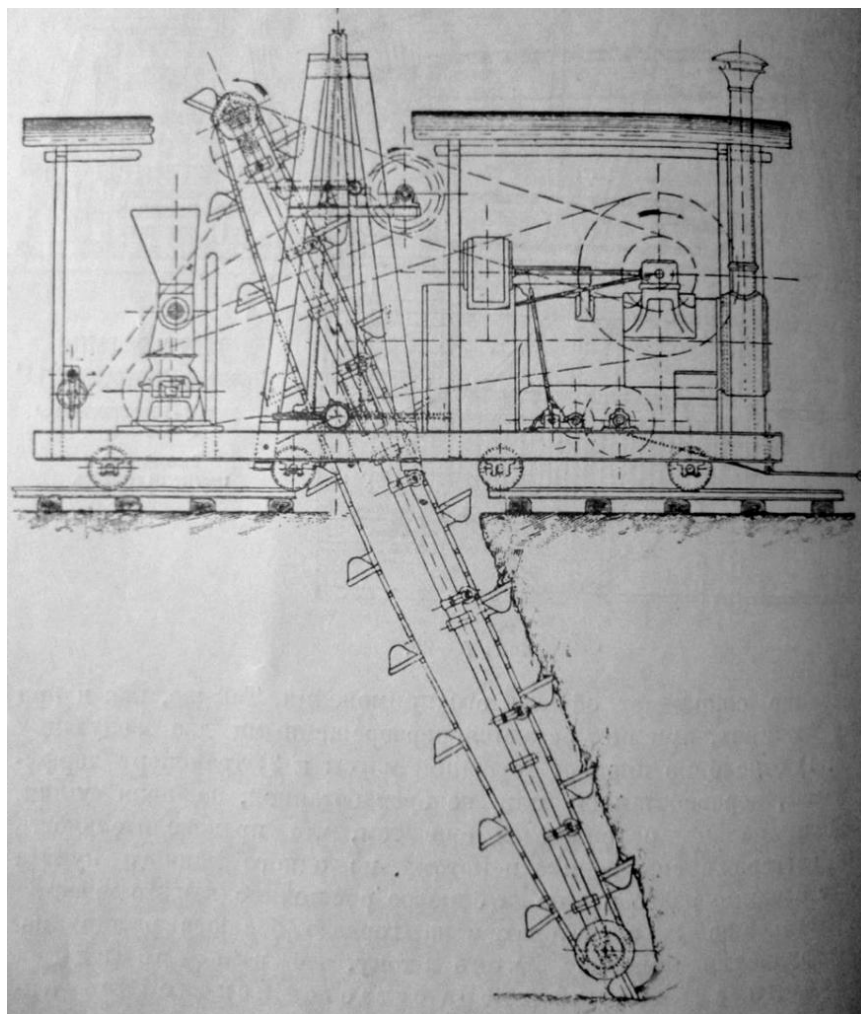


Рис. А-22

Чтобы закончить обзор новейших попыток механизации добычи торфа, необходимо описать машины, предложенные русскими техниками. Самогреб И.С. Панкратова (рис. А-22) представляет собой разновидность многоковшового баггера, имеющего в отличие от описанных ранее немецких баггеров не одну, а три или четыре цепи ковшей. Он, конечно, так же, как и все подобные баггеры, *пригоден только для беспнистых болот*.

В работе самогреб И.С. Панкратова непрерывно продвигается вперед и выбирает очень узкий карьер, около двух метров, что, при проектируемой увеличенной производительности, приводит к длинным карьерам и, следовательно, к децентрализации производства более, чем при машинно-формовочном способе.

Нельзя обойти молчанием некоторых, специальных для этого баггера, конструктивных недостатков. В противоположность описанным торфяным баггерам, он не имеет стилочного аппарата и поэтому его производительность ограничивается скромной цифрой, характерной для отвозки торфяных кирпичей на досках, накладываемых на перевозимые вручную вагонетки; мощность двигателя самогреба И.С. Панкратова (локомобиль около 20 л.с.) совершенно не соответствует сколько-нибудь значительной производительности, так как один простой пресс при добыче 3 000 тонн в сезон потребляет значительно больше силы.

Совершенно не соответствует своему назначению способ перемещения самогреба, как он осуществлен на установленной на болоте «Каданок», Рязанской губернии, машине. Деревянные рельсы требуют для перекладки многочисленного персонала, деревянные колеса разваливаются. Неудивительно поэтому, что испытания этой машины в 1922 г. дали совершенно неудовлетворительные результаты.

В течение двух лет инженеры Инсторфа работают над механизацией добычи торфа. Критика их способов пока чрезвычайно затруднительна, так как не только не построены предлагаемые ими машины, но даже, насколько нам известно, не разработаны чертежи этих машин. Поэтому приходится ознакомляться с предлагаемой Инсторфом механизацией добычи торфа по статье инж. Г.Б. Красина, помещенной в №1 Известий Научно-Экспериментального Торфяного Института, за 1922 год.

Вкратце схема рисуется в следующем виде: пловучая драга копает торф вместе с пнями, перемещаясь по залитому водой карьере (болото оводнено). На драге установлена машина неизвестной пока конструкции для отделения пней и пресс для переработки торфяной массы. Затем масса подвозится на баржах по карьерам и каналам к полям сушки, где масса из баржей поступает или в формовочные машины, передвигающиеся по каналу или по берегу канала, или в воронку транспортера, передающего неформованную массу в самостилы, передвигающиеся по полям сушки.

В первом случае сформованные кирпичи распределяются по узким полям сушки при помощи связанного и передвигающегося вместе с формовочной машиной транспортера; во втором случае может быть последовательно установлено несколько самостилей шириною по 30-40 метров, которые в совокупности обслуживают поле в несколько раз большей ширины. Роль самостилей – сформовать массу и разложить ее в виде кирпичей по всей ширине поля. Судя по краткому описанию, такой самостил представляет из себя ферму, опирающуюся своими концами на две тележки, передвигающиеся на колесах или на гусеницах. В одном конце фермы устанавливается формовочная машина, а вдоль всей фермы устраивается транспортер с чешуйчатым полотном, вращающимся в вертикальной плоскости.

Попробуем, насколько возможно, разобрать здесь отдельные операции и затруднения, с которыми приходится столкнуться при осуществлении этой схемы.

Применение драг и осуществление водного транспорта неформованной массы требуют заливки водою всего участка болота, подлежащего разработке. При намечаемой производительности драги в масштабе 80 000 тонн [за летний сезон] и при длинных полях стилки, подлежащий заливке участок болота будет очень велик, а, между тем, обычно уровень, как поверхности болота, так и подпочвы, далеко не горизонтален. Болото обычно имеет подъем к середине и представляет вид опрокинутого блюдечка или часового стекла.

В очень многих случаях уклон достигает значительной величины; для иллюстрации приведем цифры, характеризующие несколько лучших болот центрального района:

Название болота	Расстояние по горизонтали	Разность уровней верха залежи
Вольное болото при станции «Электропередача»	2 км	4 м
Петров.-Кабельское при Шатурской станции	2 км	3 м
Шатурское	1½ км	6 м
Чернораменское, близ г. Балахны	2½ км	3 м
Ляпинское, близ г. Ярославля	2½ км	2,8 м

Заливка болота водою приведет к тому, что во многих местах болото будет сплошь покрыто водой, никакой сушки торфа на нем производить не удастся, да и добыча торфа из-под водной поверхности едва ли целесообразна. Если же уровень воды опустить до поверхности торфяной залежи, то в других местах она будет стоять *на сажень ниже верха залежи*, и продвижение драги и баржей по выработанному карьеру будет невозможно, так как вода будет держаться в нем очень небольшим слоем.

Второе осложнение, связанное с копанием торфа драгой, заключается в том, что торф будет получаться чрезвычайно влажный, так как, во-первых, самая торфяная залежь, благодаря заливке водою, будет обводнена процентов до 92-х, кроме того, при самом процессе копания ковши будут увлекать за собой не только торф, но и воду, которая будет примешиваться к торфу и увеличивать еще больше влажность его.

В результате получится нечто среднее между обыкновенным торфом-сырцом и гидроторфом, но, однако, это нечто среднее будет в худшую сторону отличаться от того и другого. Слишком сырая масса потеряет способность формоваться в кирпичи, но еще не получит способности перемещаться по трубам и перерабатываться в качестве жидкости.

Самая экскавация торфяной залежи, даже пнистой, ковшами драги, быть может, и осуществима, но, конечно, при условии достаточной мощности этой драги и большой прочности отдельных ковшей. Затем остается совершенно нерешенным вопрос отделения пней от торфяной массы, а между тем этот вопрос чрезвычайно важен и даже если может быть решен, то путем многолетней работы, испытаний и последовательных усовершенствований различных конструкций.

Переработка массы прессами может быть выполнена, конечно, в любом масштабе и с произвольной тщательностью. Нагрузка массы в баржи и перевозка этих барж водою по каналу не представляют затруднений, если эти каналы можно будет строить достаточной глубины и ширины, что, несомненно, потребует очень больших капитальных затрат, так как каналы по вышеуказанной причине – негоризонтальность торфяной залежи и подпочвы – пришлось бы прорывать не только в торфе, но и в минеральном грунте.

Крупным затруднением, несомненно, является выгрузка из баржей торфа в воронки транспортеров или в формующие машины. Вопрос этот осложняется тем, что транспортеры и формующие машины должны все время продвигаться вперед в соответствии с заполнением полей стилки. Выемка торфяной массы из баржей и подъем ее в воронку потребует механического оборудования многочисленных баржей, служащих для перевозки торфяной массы, что очень сильно удорожит оборудование; конструкция этого механизма неизвестна. Собственно говоря, трудность выемки торфа из баржей даже больше, чем из беспнистой торфяной залежи, так как очертание корпуса самой баржи, будет стеснять работу захватывающего торфяную массу механизма.

Децентрализованная формовка торфяной массы и распределение сформованных кирпичей по узкой ширине поля (40 м) не вызывает особых сомнений, но установка последовательно такого числа самостилов, которое нужно было бы для производительности в 70-80 тысяч тонн торфа в сезон, и обслуживание их длинным транспортером, подающим неформованную массу, внушает большие сомнения. При длине поля в 3 километра и ширине самостила [*точнее, радиусе действия – МК*] в 40 м их потребовалось бы последовательно поставить около 20-ти штук. Согласованная работа всех этих самостилов, равномерно продвигающихся вперед, едва ли возможна. Во всяком случае, сооружение это чрезвычайно дорогое и сложное.

В заключение необходимо указать на очень большой срок, когда можно надеяться достигнуть каких-либо результатов от этого способа. Насколько нам известно, до сих пор не разработаны чертежи ни одного из механизмов, а между тем количество этих механизмов очень велико.

После разработки чертежей пройдет ряд лет, нужных для выполнения механизмов, для испытания их в отдельности со внесением всевозможных улучшений и для испытания затем всей схемы в целом.

Конкретные попытки горного техника В.М. Гейнрих использовать драгу для добычи торфа на Урале не привели пока ни к каким результатам, так как, как и при одноковшовом баггере, драга при своей большой производительности извлекала из залежи торф-сырец вместе со всеми древесными остатками; превратить эту смесь в торфяное топливо было так же затруднительно, как и самую торфяную залежь. Неразрешенными оставались вопросы отделения пней, транспорта торфяной массы и распределения ее по полям сушки.

Естественно поэтому, что В. Гейнрих, давно пропагандирующий идею применения драг для торфяного производства, пришел к мысли, для последующих после выемки сырца операций, применить способ гидроторфа.

Другой проект добычи торфа разрабатывается Инсторфом по идее, предложенной инж. Н.А. Ушковым, и носит название «послойной выработки торфа»; в противоположность предыдущему проекту этот проект основывается на предварительной пересушке верхнего слоя болота с тем, чтобы уменьшить время, требующееся для окончательного досыхания выработанного торфа. Идея послойной выработки торфа имеет еще одну предпосылку, кажущуюся нам спорной: автор идеи доказывает, что древесные остатки, включенные в торфяную залежь, располагаются в торфяной залежи слоями, между которыми имеется торфяная залежь, совершенно не имеющая пней.

Насколько нам приходилось иметь дело с крупными торфяными болотами Центр. Промышл. Района, мы всюду натыкались на такое количество пней и такое их распределение по залежи, что лишь ничтожный процент этой залежи можно было выбирать, не натыкаясь на разветвления и концы пней.

Сущность послойной разработки торфа сводится к тому, что после снятия очеса каким-нибудь пока неизвестным способом на подстилку, торф, идущий на топливо, снимается отдельными слоями толщиной от 15 см до 25 см, после предварительной корчевки пней. Машина для послойной выработки представляет из себя раму, передвигающуюся при помощи автомобильного привода, вероятнее всего, на гусеницах по торфяной залежи. Эта машина или пилами или фрезерами снимает верхние слои торфа, перерабатывает его в прессе и расстилает сформованные кирпичи или сзади во всю ширину своего хода или сбоку на поверхности торфа.

Ввиду большой сухости торфа-сырца, вследствие пересушки верхнего слоя болота, пресс, формующий кирпичи, должен формовать торф под большим давлением (не меньше 1½ атм.), для чего его предполагается снабдить специальным приспособлением.

Такая машина должна быть быстроходной и проходить в течение сезона очень длинный путь. Основным возражением против этой машины является невозможность добычи торфа ею на пнистых болотах. Предварительной корчевкой пней чрезвычайно трудно освободить подлежащий обработке торф-сырец от древесных остатков, наличие же их не даст возможности вести производство. Эта корчевка крупных и мелких пней, производимая в значительной своей части вручную, должна настолько удорожить производство, что оно окажется нерентабельным. Проект этой машины так же, насколько нам известно, до сих пор еще не разработан, поэтому и здесь приходится критиковать только самую идею.

Таким образом, кроме Гидроторфа, до сих пор не имеется никаких способов механизировать добычу торфа на обычных в России пнистых болотах. Нет даже скольконибудь конкретных предложений и проектов, которые обещали бы реальное разрешение этой задачи.

Постоянный топливный кризис, переживаемый Центральным районом, громадность торфяных залежей и только что описанные недостатки всех существующих и предлагаемых способов добычи торфа создали почву для выработки гидравлического способа добычи торфа. Изобретатели отказались от ручной и механической лопаты для копания торфа и заменили ее водяной струей высокого давления. Эта струя размывает залежь торфа, вымывает торф из переплета пней и превращает его в густую жидкость – «гидромассу» или «гидроторф».

Эта идея в корне революционизировала все торфяное производство и разрешила все основные его затруднения, с которыми не могли справиться ни машинно-формовочный способ, ни все предлагаемые для механизации этого производства машины. Водяная струя легко заменяет тяжелую работу многочисленных торфяников, копающих торф.

Борьба с пнями в размытой массе представляет несравнимо более легкую задачу, чем отделение их при пластическом состоянии торфяной массы. Оказалось возможным изобрести такую машину (торфосос), которая засасывала бы и перерабатывала большое количество гидромассы из карьера, не забирая в себя таких больших пней, которые могут эту машину повредить. Оказалось, далее, что торфяная масса влажностью около 95,5%, как получается после размыва, прекрасно транспортируется и распределяется по полям сушки по трубам, причем этот способ транспорта при массовом производстве во много раз дешевле всех остальных способов транспорта.

Наконец, самое создание совершенно нового вещества – гидроторфа – открыло новые возможности. Это вещество чрезвычайно дешево и может быть получено в любом масштабе. Благодаря большому количеству содержащейся в гидроторфе влаги и тщательной переработке это вещество чрезвычайно удобно для всякого химического воздействия, что в течение всей двухлетней работы привело уже к нескольким сенсационным изобретениям и открытиям.

Оказалось, что при соответствующей обработке торф теряет свое свойство удерживать воду (коагулируется) и удаление избыточной влаги из торфа возможно производить механическим способом. Это даст возможность освободиться от последнего самого важного затруднения торфяного производства – необходимости летней сушки торфа и позволит организовать торфяное производство в виде непрерывно действующей фабрики торфяного порошка.

Оказалось, далее, что соответствующее химическое воздействие на гидроторф делает его более активным для сухой перегонки, что дает возможность понизить температуру коксования на целые сотни градусов и получать при этом сравнительно холодном процессе в два-три раза большее количество драгоценных жидких отгонов.

Предвидеть все дальнейшие выводы из изобретения гидроторфа сейчас не представляется возможным. Перспективы так же громадны, как громадны запасы торфа в России.

Глава Б. История гидроторфа*

1. История возникновения и разработка гидравлического способа добычи торфа

Введение – Одноковшевый баггер – Пеные сепараторы – Машина Штрэнге – Датский наливной способ – Вывод из предварительных испытаний – Водяная струя – Решетки – Торфосос – Растиратели – Горизонтальный растиратель – Борьба с воздухом – Подвеска торфососа на постаменте – Подвижной кран – Борьба с пнями – Паровой кран для пней – Транспорт массы – Транспорт вагонами – Транспорт по трубам – Поля для сушки торфа – Коагуляция торфа – Резка и формование торфа – Искусственное обезвоживание торфа

В 1912 году приступлено было к сооружению первой в России районной торфяной электрической станции «Электропередача» и одновременно была начата добыча торфа обычным машинно-формовочным способом. Через несколько лет, когда станция была построена, выяснилось, что совершенно безнадежно рассчитывать на то, чтобы станция могла быть снабжена таким количеством торфа, которое необходимо для того, чтобы она могла покрывать свои расходы и окупаться.

Существующие методы торфодобычания требовали огромного числа людей, притом людей специально подготовленных, количество которых не могло быть по произволу увеличено, так как весь контингент рабочих-торфяников в России сводится к трем с небольшим десяткам тысяч. Централизация производства, при которой одна машина отстояла от другой на полкилометра, вынуждала развернуть машины на огромном пространстве, требовала больших затрат на строения, железные дороги, электрические провода, службы и прочее. Все это необходимо было выстраивать немедленно же.

Между тем, производительность машин в короткий летний сезон была так мала, что на «Электропередаче» не представлялось возможным поднять ее свыше ста двадцати тысяч тонн в год, и по настоящее время «Электропередача», имеющая самое крупное торфяное хозяйство в России, не может машинно-формовочным способом выйти за пределы этой цифры, так как, несмотря на увеличение числа машин, производство не увеличивается благодаря ежегодному падению числа рабочих дней, которое от 70-ти дней десять лет тому назад дошло до 43-х – 44-х дней в 21-ом и 22-ом году.

Для того чтобы обеспечить районную станцию должным количеством топлива, необходимо было совершенно изменять методы торфодобычания, и этой задачей занялись авторы этой книги и упорным трудом в течение 8-ми лет, постепенно видоизменяя и совершенствуя машины, добились того, что в настоящее время гидравлический способ добычания торфа принял совершенно новый характер и может быть применен в любом крупном масштабе.

По отношению к гидроторфу постоянно применяется слово «изобретение». Мы считаем применение этого слова совершенно неправильным, так как в данном случае нет элемента случайности, зачастую присущего изобретениям, а, наоборот, мы шли к совершенно определенной цели, применяя, где можно, существующие машины и изобретая новые только тогда, когда существующие машины оказывались неподходящими для своеобразных условий торфодобычи. Торф вообще чрезвычайно сложный и с трудом поддающийся обработке материал.

Почти ни в одной области не было сделано столько изобретений, не было взято столько патентов, как именно в области торфодобычания. Огромный процент этих изобретений и патентов не представляет никакой ценности, так как они в большинстве случаев основаны были на незнании основных свойств торфа.

* Историкам естествознания может показаться интересным сравнить сей текст с исходным, многие фрагменты которого находятся в ф. 758 РГАЭ (дело №909). Мы увидели, прежде всего, правку пудов на тонны и верст на километры (в 1923-м в СССР как раз вводилась метрическая система измерений).

Даже теперь, после десяти лет непрерывной работы с торфом, нам все еще приходится открывать в нем все новые и новые свойства, а так как торф для центральной и северной полосы России должен явиться основным топливом, то исследование и использование этих новых, мало известных свойств торфа является чрезвычайно интересной и благодарной задачей*.

Прежде, чем остановиться на гидравлическом способе добычи торфа, нами было испробовано очень большое число машин, были применены разнообразные принципы добывания и воздействия на торфяную массу; в первые года работы были перепробованы известные заграничные способы торфодобывания, и после ряда неудач их пришлось отвергнуть.

В области торфодобывания надо строго различать два рода болот: болота пнистые, к которым принадлежит большинство русских болот, и болота беспнистые, луговые, с торфом худшего качества, к которым принадлежит значительное число болот Западной Европы. Последние болота легко поддаются машинной обработке, и за границей именно для этих болот имеется значительное число разнообразных машин, и там добычу торфа можно считать механизированной.

Совершенно иначе обстоит дело с болотами пнистыми, представляющими для России главный интерес. Никакие машины до сих пор не дали практических результатов в применении на пнистых болотах, да это и естественно, так как пни представляют огромное механическое сопротивление, и для преодоления этого сопротивления нужны очень мощные машины, передвигать которые по болоту или по залитому водою дну карьера очень затруднительно. Все заграничные машины, испытанные на Электропередаче, оказались непригодными и все их пришлось бросить.

Больше всего шансов на успех имел электрический одноковшевой экскаватор (*в машинописи стоял рядом, в скобках, и иностранный термин: баггер***) – мощная машина, которая шла по дну карьера и с легкостью копала огромное количество торфа вместе с пнями, стволами деревьев, которые для нее не представляли препятствий (рис. Б-1, Б-2, Б-3 – *здесь частично опущены*). Но вес этой машины (свыше 60 тонн) и необходимость отделять пни не только крупные, но и мелкие, ограничили пределы применения этой машины. Копать торф было легко, получалось огромное количество торфа вместе с пнями, но отделить эти пни от липкого торфа было очень трудно, а главное опять-таки приходилось применять очень тяжелые машины, передвижение которых по торфу было сопряжено с большими трудностями.

Естественно напрашивались для отделения пней от торфа трясущиеся решетки с известным наклоном с тем, чтобы торф просыпался через промежутки, а пни оставались на решетке и по наклону спускались бы к концу машины. Такие машины были построены, работали, но оказалось, что они пригодны только для рассыпчатого и сухого торфа. Липкий же или волокнистый торф совсем не отделялся от пней и не проваливался сквозь решетку.

Затем громадное затруднение представляла отвозка добытого торфа. Получались огромные количества торфяной массы, которую надо было пропускать через обычные машины и отвозить на близлежащую стилку обычным способом. Эта отвозка требовала значительного количества персонала, была сопряжена с необходимостью готовить вдоль всего пути экскаватора стилку, так что никаких преимуществ по сравнению с обычными машинами, в конце концов, не получалось.

* В переписке с коллегами один из авторов этой книги, Р.Э. Классон, был более свободен в выражениях: «торф – такой загадочно подлый материал, что в нем никогда нельзя быть абсолютно уверенным».

** От голл. bagger – грязь, ил.

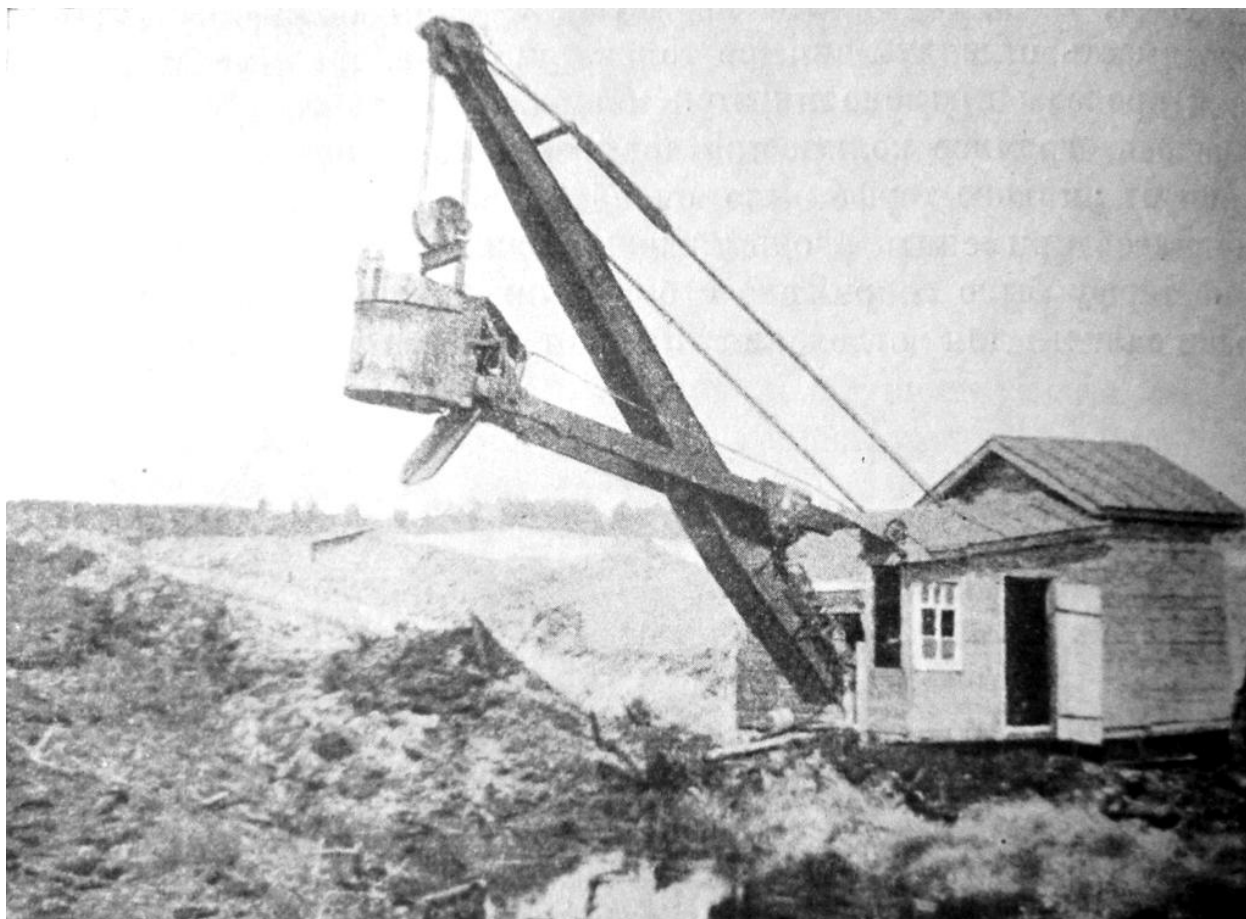


Рис. Б-2

Большому производству мощного экскаватора не соответствовала кустарная отвозка кирпичей, применение же механических транспортеров, в то время уже существовавших, не сулило никаких выгод, так как длина транспортеров механически очень ограничена и, следовательно, надо было карьер брать сравнительно узкий, чтобы можно было поместить добытую массу на каких-нибудь ста метрах стилки*.

При таких усилиях экскаватор должен был продвигаться вперед очень быстро (узкий карьер), и расходы по его передвижению не соответствовали количеству добытой массы. Эта мощная машина должна была выбирать вокруг себя карьер торфа возможно более широкий, а для этого нужно было расстилать торф не рядом с машиной, а где-нибудь вдали. Отвозка же торфа даже при применении железнодорожного транспорта представлялась крайне непроизводительной и дорогой.

На рис. Б-4 показаны движущиеся решетки, поставленные на рельсы и перемещающиеся по болоту вместе с экскаватором, параллельно ему, а на рис. Б-5, Б-6 (здесь все эти чертежи опущены) показана централизованная решетка, к которой предполагалось возить в вагонах торф вместе с пнями и на месте, на твердом фундаменте производить работу отделения пней.

Последняя комбинация была вызвана тем обстоятельством, что передвижение на рельсах двух тяжелых машин – экскаватора по дну карьера и сепаратора по торфу – было сопряжено с большими трудностями и затратами. Надо было переключивать шпалы и рельсы, и все это представляло такие большие затруднения, что работа не окупалась.

* Имеется в виду ширина участка стилки.

Казалось, что будет выгоднее экскаватором прямо нагружать вагоны, вагоны везти в центральное, хорошо оборудованное машинами место, поднимать и раскрывать их краном, сыпать массу с высоты на сепаратор и затем, отделенную от пней, перерабатывать машинами.

Это соображение было ошибочно, так как, во-первых, маневрирование вагонов и паровозов по временным путям, укладываемым в грязном карьере, или по краю торфяной залежи, было затруднительно и требовало многочисленного персонала и, во-вторых, при мало-мальски большом производстве количество массы и пней было так велико, что все место вокруг сепаратора в несколько дней совершенно загружалось торфяными кирпичами и пнями, отвозить которые приходилось все дальше и дальше.

Поле стилки при большом масштабе определяется десятками и сотнями десятин, а следовательно никакой централизации с подвозом и отвозом нельзя было создать, через несколько дней интенсивной работы все централизованное место было бы кругом заполнено насланными кирпичами торфа, и стилка с каждым днем отодвигалась бы все дальше и дальше, то есть становилась бы все менее и менее производительной.

Таким образом, эта схема вместо одного затруднения с транспортом приводила к двойному транспорту: сырой и переработанной массы.

Применение многоковшевых (фрезерных) экскаваторов требовало хорошо подготовленных полей стилки в самом месте добычи торфа и опять-таки очень длинного хода машины, так как ограниченный предел длины приспособления, раскладывающего кирпичи, не позволял работать широким карьером. Применение многоковшевых экскаваторов в России оказалось невозможным и по другим причинам.

Экскаваторы могли работать только при полном отсутствии пней; всякий пень, попадавший в машину, неизбежно затормаживал или ломал ее. Огромная машина Штрэнге (рис. Б-7 – *этот чертеж здесь не приводится, см. фото на рис. А-12*), выпущенная в 1914 году и успешно работающая и поныне за границей на мягких луговых болотах, совершенно не могла работать, и в конце концов ее пришлось бросить в лом. Те попытки, которые продолжаются в этом направлении и по сей час, заранее обречены на неудачу.

Так же на неудачу обречены те машины, которыми хотят не отделять пни от торфа, а хотят перерабатывать механически пень, разрезая и фрезеруя дерево. Стремление соединить в одной машине две совершенно противоположные функции – резку больших количеств мягкой торфяной массы, для чего требуется большая скорость и быстрое продвижение, и в то же время фрезерование твердой древесины, для чего требуется малая скорость и малое продвижение, являются условиями технически несовместимыми.

Кроме того, раздробление древесной массы требует очень большой затраты механической силы, совершенно бесполезной и некупающейся. Можно, конечно, построить машину, которая будет дробить и ломать все, но такая машина экономически невыгодна, так как она будет исполнять неблагоприятную задачу – превращать в мелкую щепу толстый пень, который проще сжечь в целом, нераздробленном виде.

В Дании применялся так называемый наливной способ, при котором торф копался и отделялся от пней вручную, затем перевозился в центральное место, опрокидывался в особые мешалки, где его размешивали с примесью значительного количества воды (рис. Б-8 – *здесь этот чертеж опущен*), и затем жидкую массу на вагонетках отвозили на поле стилки и разливали в специальные рамки.

Этот способ мы так же применяли, он давал очень хороший торф, но по существу, благодаря копанию торфа вручную и двойной перевозке, был непригоден для большого масштаба; как кустарный способ он был бы вполне пригоден, но требовал тщательной очистки торфяной массы от всяких пней.

Пень, попавший в датскую машину, совершенно ее портил и гнул растирающие приспособления. Но этот способ выдвинул преимущества жидкого торфа и явился для нас предтечей способа гидравлического.

Постепенно стали выясняться основные положения, которым должно удовлетворять массовое торфодобыывание; они выяснились, так сказать, отрицательным путем, по мере того как недостатки существующих машин клали предел массовому торфодобыыванию.

Пока добыча шла в малом масштабе, все эти недостатки не так сказывались, и казалось возможным и экономичным работать существующими машинами; стоило, однако, поставить вопрос в широком, промышленном масштабе, с добычей десятков миллионов пудов торфа в сезон, каковое количество является условием существования торфяных районных электрических станций, как выяснилось, что надо применять совершенно иные принципы.

Прежде всего, пришлось отвергнуть способ работы, при котором кирпичи расстилались тут же, вдоль карьера, из которого добывали торф. Работа транспортеров требовала тщательной подготовки болота, так называемой «полировки» его, т.е. превращения болота в совершенно ровную поверхность, по которой могла бы передвигаться машина, не встречая препятствий в виде ям или пней; по мере того как машина продвигалась, она срабатывала эту ценную, с трудом приготовленную, полированную поверхность в самом процессе работы и, таким образом, требовала подготовки все новых и новых полированных площадей.

Машина срабатывала хорошо обработанную и полированную поверхность, в чем не было никакой нужды, и, таким образом, труд совершенно напрасно терялся, и самая работа по полировке, естественно, не могла производиться так тщательно, как это иногда было бы желательно, из тех соображений, что все равно в течение сезона вся эта площадь будет выработана и труд пропадет.

Необходимо было совершенно отделить поля стилки от площадей, на которых добывался торф. Эти поля стилки должны были быть, по возможности, сосредоточены в одном месте, должны были быть снабжены капитальными устройствами для распределения по ним торфяной массы, хорошими железнодорожными путями, оборудованы механизмами для уборки торфа, иначе опять предстояли затраты огромного количества рабочих рук на уборку и отвозку торфа.

Надо было окончательно порвать с сохранившимся от кустарного способа добычи торфа обычаем оставлять штабели на болоте, где их заносит снегом и где доступ к ним сопряжен с большими расходами, как только дело ставится в большом промышленном масштабе.

Убрать несколько сот штабелей с болота можно было и гужевым транспортом, на санях, но когда число этих штабелей возросло до тысяч, приходилось применять переносные железные дороги. Содержание этих железнодорожных путей, рассеянных на огромной площади болота, было очень дорого. Уборка штабелей производилась ручным путем, и надо было содержать зимой сотни грузчиков и грузниц, которые в плохую погоду работали крайне непроизводительно. При расчистке путей в зимнее время так же требовались сотни рабочих.

При дальнейшем возрастании масштаба, когда количество штабелей должно было измеряться уже десятками тысяч, эти пережитки кустарного способа производства должны были уступить место централизованному и механизированному складу.

Оказалось необходимым весь торф в течение летнего и осеннего времени убирать с болота, складывать его при помощи машин в большие штабели вблизи центральной станции или железнодорожного узла, оборудовать эти отдельные, большие штабели постоянными железнодорожными путями, и, наконец, заменить грузку ручную грузкой машинной, при помощи паровых или электрических кранов и специальных механизмов.

Таким образом, выяснились два требования: определенная, на многие годы установленная площадь суши, хорошо оборудованная железнодорожными путями и механизмами, и центральный склад, так же оборудованный путями и механизмами.

Отделение добычи торфа от места стилки избавляло от необходимости затрачивать труд на подготовку той площади, которая подвергалась разработке; достаточно было срубить лес, дальнейшая же подготовка являлась непроизводительным расходом.

Механизмы для добычи торфа должны были отличаться чрезвычайной мощностью и легкостью. То и другое требование обуславливало применение электрической энергии, так как локомобили, до сих пор применявшиеся, отличались как раз обратными качествами, сравнительной слабостью и чрезвычайно большим весом.

Механизм, добывающий торф, должен был двигаться по поверхности торфа, так как опыты с машинами, двигавшимися по дну выработанного карьера, показали, что эта работа сопряжена с большими трудностями; зачастую приходилось наткнуться на плавун, и тяжелая машина при этих условиях теряла целые дни на то, чтобы выбраться из топкого места. Кроме того, работа в карьере, в особенности в холодное время, негигиенична и трудна.

Таким образом, постепенно, методом исключения были отвергнуты одна за другой все существующие машины. На «Электропередаче» накопилось целое кладбище машин, которые испытывались и оказались или малопродуктивными или вообще непригодными для торфодобыывания.

Идея водяной струи в технике не нова: водяной струей пользуются для добывания золота [из россыпей], водяной струей пользуются для перемещения огромных масс земли и песка и вообще водяная струя, как фактор разрушения, в технике имеет полные права гражданства. Водяная струя была нами применена еще в 1914 г., но сначала в слишком малом масштабе, при слишком малом давлении (рис. Б-9). Трудность применения ее к торфу заключалась не в том, чтобы разрушить торф, это было легко для сильной струи, а в том, чтобы взять разрушенную кашеобразную массу, отделить от нее пни и поднять на поверхность.

Ни один из существующих насосов этому требованию удовлетворить не мог, так как отличительное свойство торфа это то, что он закупоривает всякую машину; особенно в присутствии мелких пней, создающих нечто вроде переплета внутри торфяной массы; торфяная масса является идеальным средством для устройства всякого рода плотин.

Естественно напрашивалось применение решеток для отделения пней от торфяной массы с тем, чтобы чистая торфяная масса могла подниматься насосами и подвергаться дальнейшей переработке. Но эта, на первый взгляд совершенно естественная мысль, оказалась в корне ложной, и стремление применить решетки заставило нас потерять целый сезон. Именно решеток при торфе применять нельзя, так как всякая решетка, как бы она ни была построена, в течение нескольких минут затягивается пнями и торфяной массой, торфяная масса быстро сгущается, превращается в нечто вроде войлока, и через несколько минут получается непроницаемая плотина, герметически закрывающая проход для торфяной массы. Никакие очистительные приспособления, которые мы ставили десятками, не достигли цели.



*Рис. Б-9 (приводится по оригиналу, ф. 9508 РГАЭ,
на переднем плане – И.Р. Классон, на дальнем – Р.Э. Классон)*

Последняя решетка, которую мы пытались применить для защиты элеватора от крупных пней, представляла из себя большой (2х2х1,5 метра) ящик из толстых железных прутьев, отстоящих друг от друга на 100 миллиметров. На прочистке этой решетки работали 8 человек рабочих с баграми и водяными струями в 15 атм. давления, и, тем не менее, решетка забивалась и прекращала доступ массы к элеватору через несколько минут работы. Всякая неподвижная решетка совершенно недопустима в торфяной массе.

В течение многих лет почти не было случая, чтобы посетитель, увидевший работу Гидроторфа и огромное количество пней, которое затрудняет работы, не предлагал бы решетки; буквально все, с первого же взгляда, предлагают ставить решетки, и мы заранее знаем, что такое предложение будет сделано, как только является новый посетитель на болото. Эти предложения указывают только на незнание с природой торфа, которая требует, чтобы вся масса всегда находилась в динамическом, движущемся состоянии, и не допускает для жидкой торфяной массы состояния покоя.

Это обстоятельство – динамическое состояние торфяной массы – чрезвычайно важно и в нем лежит залог успешности работы. Поэтому все попытки заменить торфосос элеваторами или обычными насосами для густых жидкостей так же обречены на полную неудачу. Как только торфяная масса перестает находиться в движении, как только она переходит в статическое состояние, из пней, очеса и кусков торфа образуется непроницаемая плотина, и, кроме того, сама масса расслаивается, т.е. вся вода всплывает наверх, и через несколько минут всякая работа должна прекратиться.

Подъем массы из карьера первоначально производился скребковыми элеваторами, подобными применявшимся при машинно-формовочном способе ([рис. Б-10 – здесь этот чертеж опущен](#)). Они оказались непригодными, вследствие невозможности предварительно освободить массу от пней. Затем, элеваторы имели большие размеры, были громоздки и требовали основательной установки [\[их\]](#), что противоречило выработке больших площадей торфяной залежи. Кроме того, их производительность была недостаточно велика для настоящего, массового производства.

Попытки применить для всасывания и подачи торфяной массы обычные центробежные насосы так же окончились полной неудачей. Даже очищенная от пней торфяная масса не поднималась ими; через несколько минут насосы всех систем засорялись, входные отверстия забивались, и работа прекращалась.

Тут на помощь явилось изобретение, послужившее поворотным пунктом в развитии Гидроторфа, а именно был создан торфосос – машина, которая должна была сосать торф, поднимать его, перерабатывать, изменять его физические свойства путем измельчения и перерезания волокон, и эта машина не должна была засоряться. На эту труднейшую задачу нам пришлось затратить около трех сезонов, но зато торфосос в нынешнем виде представляется машиной, которая в самых трудных условиях может работать безгранично долго, лишь бы к нему притекала масса.

Торфосос в том виде, как он сейчас работает, может качать не только торф, но и любую густую, засоренную и не поддающуюся никакому другому механизму массу. Засорить его практически нельзя, так как он перерезает и перерабатывает все встречающиеся в торфе волокна, корни и мелкие пни, а крупные пни в него не могут попасть.

Для того чтобы доказать незасоряемость торфососа даже при самых тяжелых условиях, нами года два тому назад был проделан следующий опыт: около карьера, где работал торфосос, было поставлено 40 больших корзин с кустарником, очесом и мхом; затем содержимое этих корзин сразу было опрокинуто в карьер около торфососа, и через несколько минут торфосос проглотил, переработал и откачал без следа всю эту массу.

Прежде чем дойти до нынешнего состояния, торфосос прошел через ряд фазисов, и мы имеем около 7-ми разных моделей, постепенно видоизменявшихся и совершенствовавшихся, но в основе первоначальная идея применения турбинных колес оставалась неизменной и она составляет сущность торфососа. Так как торфосос является важнейшей машиной гидроторфа, и его развитие тесно связано с успехом гидроторфа, то мы считаем себя вправе подробно остановиться на этой машине.

Торфосос модели 1916 года с раскрывающимся кожухом (рис. Б-11 – [здесь не приводится](#), Б-12) развивал даже при малой производительности лишь незначительное давление в $\frac{1}{3}$ атм. и засорялся, так что его приходилось постоянно чистить.

Незначительное давление, развиваемое им, и слабость конструкции повело к тому, что в 1917 году он был заменен другим торфососом (рис. Б-13 – [здесь этот чертеж не приводится, см. ниже рис. И-1](#)), в котором для увеличения подъемной силы был использован центробежный принцип, а корпус его для удобства разборки был составлен из отдельных стальных элементов, количество которых можно было менять в зависимости от условий работы. Этот торфосос развивал $\frac{2}{3}$ атм. давления, при подаче 100 куб. метров массы в час, и давал торф очень хорошей переработки.

Подача его нас [\[все же\]](#) не удовлетворяла, и потому комбинированная модель 1918 года (рис. Б-14 – [здесь этот чертеж не приводится, см. ниже рис. И-3](#)) отступает от первоначального типа, составленного из одинаковых элементов, и новый торфосос представляет комбинацию турбинных элементов (одного или двух) с центробежным насосом, вращающимся в горизонтальной плоскости. Он подает уже 500 куб. метров и развивает при этом давление в одну атмосферу.

Одновременно шла борьба с засорением торфососа и, главным образом, входа в него. Изобретен был нижний нож, рабочий винт был снабжен вращающейся вместе с ним обечайкой и, наконец, внизу торфососа был помещен вращающийся свободный винт, роль которого заключалась в отталкивании крупных пней и в поддержании динамического состояния массы. Ныне этот свободный винт заменен метровым пропеллером, решившим задачу непрерывной подачи торфососа.



Рис. Б-12

Уменьшение количества перерабатывающих элементов, сделанное в интересах увеличения производительности насоса, сказалось неблагоприятно на качестве торфа, который оказался недостаточно переработанным и при большой скорости прохождения через машину увлекал за собой частицы сырого, совершенно не переработанного торфа.

Эта отрицательная черта сказалась в кампании 1919 года в том, что недостаточно переработанный торф не имел положительных качеств торфа предыдущего года. Он прилипал к стилке, плохо сох и воспринимал влагу, что было естественно, так как непереработанные куски торфа отдавали и воспринимали влагу в зависимости от погоды.

Торфяная кампания 1919 года в качественном отношении представляла крупную неудачу и отбросила нас назад, так как, в связи с неудачной сушкой 1919 г., Торфяной комитет, в ведении которого Гидроторф тогда находился, чрезвычайно урезал его ассигнования и почти приостановил работы.

Осенью 1919 года мы усердно работали над выяснением причин неудачи истекшего сезона и пришли к идее дополнительного растирателя, с сохранением за торфососом его большой производительности и перенесением центра тяжести «облагораживания массы» на растиратель. К 1920 году были построены растиратели двух типов – жерновой растиратель по принципу мельниц и многоэлементный растиратель, аналогичный прежним торфососам (рис. Б-15 и Б-16 – [здесь оба чертежа не приводятся](#)).

Те и другие растиратели работали, и кампания 1920 года блестяще подтвердила верность пути, на который мы встали. Хорошо переработанный растирателем торф прекрасно сох, не прилипал к стилке, отделялся от нее полностью, словом, удовлетворял всем требованиям. Но 1920-й и 1921 г.г. были исключительно удачными для торфяной кампании, это были годы засушливые и торф сох при всех условиях, так что в отношении сушки условия были слишком благоприятны; и поэтому мы отнеслись к сушке слишком легко[вечно], считая все вопросы разрешенными.

Мокрый 1922 год, напротив, вследствие именно неблагоприятной погоды, дал нам ряд чрезвычайно ценных указаний на то, что можно делать с торфом и чего с ним делать нельзя. Теперь для нас все вопросы сушки совершенно ясны; мы знаем влияние степени подготовки полей, знаем влияние расположения [\[водоотводящих\]](#) канав на быстроту сушки и знаем [\[оптимальное\]](#) значение толщины разлива. Все эти знания дал 1922 год, в особенности в связи с вопросами коагуляции, которой посвящена отдельная статья*.

В 1922 году впервые был применен горизонтальный растиратель, стоявший на самом кране (рис. В-12). Значение этого растирателя чрезвычайно велико, и такие растиратели, в связи с усовершенствованиями торфососа и кранов, окончательно решили задачу применения гидроторфа в любом промышленном масштабе. Между обеими машинами было произведено, так сказать, разделение труда: торфосос, висящий на длинном вылете, должен был представлять из себя возможно легкую машину.

В этих целях, между прочим, в 1922 году на торфососе, изготовленном за границей на заводе Борзига, был применен быстроходный мотор в 1450 оборотов[\[/мин\]](#). Роль торфососа ограничивалась только подъемом, первоначальной грубой переработкой массы и передачей ее для дальнейшей переработки растирателю, который стоял на том же кране и одновременно служил противовесом.

Эта комбинация 2-х машин на одном и том же кране оказалась очень удачной, так как растиратель можно было делать какой угодно мощности и веса, и на него была передана главная работа по переработке и перекачке на большое расстояние торфяной массы.

Конечно, и в этом направлении возможны дальнейшие усовершенствования, но основной агрегат – торфосос, кран и растиратель – теперь создан, и дальнейшие улучшения будут касаться почти исключительно деталей. Такой деталью является, например, попытка заменить дорогие, сравнительно, шарикоподшипники более дешевыми подпятниками Ферранти, применяемыми в настоящее время в турбиностроении (на водяных турбинах) за границей.

Результат оказался удачным, но необходимо еще проработать целый сезон для того, чтобы иметь основание остановиться на этой более дешевой комбинации.

[Торфосос подвергался медленной, упорной переработке, все его элементы видоизменялись, но основной принцип применения турбинных колес для подъема торфяной массы остался неизменными. Конструкция торфососа отклонялась в одну и другую сторону, то усложнялась, то упрощалась, и в настоящее время она может считаться более или менее окончательно установленной, так как торфосос сейчас удовлетворяет всем требованиям. Единственное направление, в котором можно еще идти, это в смысле облегчения его путем замены чугуна алюминием.](#)

Конечно, и торфосос и все прочие машины будут все время совершенствоваться, так же как совершенствуется паровоз, который существует уже 90 лет, но так же, как непрерывное совершенствование паровоза не мешает пользоваться паровозами и ездить по железной дороге, так и будущие усовершенствования торфососа не могут явиться препятствием для его широкого применения уже в настоящее время. Сейчас это очень совершенная машина, очень выносливая и с огромной производительностью.**

* Статья, написанная проф. Г.Л. Стадниковым, тоже находится в деле 909 ф. 758 РГАЭ, заняла 101 машинописную страницу (!) и даже вызвала скептические пометки Р.Э. Классона: «*нужно ли это [место] публиковать?*», «*очень специальная терминология на этой странице! Увы, и на следующей!*». По-видимому, сия, весьма наукообразная статья вылилась в главу К. «Искусственное обезвоживание торфа» (см. ниже). Но научная деятельность профессора сильно продвинула вперед механизацию сушки!

** В сей философской концовке сюжета с торфососами, отсутствовавшей в исходной машинописи, вполне отчетливо видна аргументация Р.Э. Классона, который окончил механическое отделение Технологического института, со специализацией по паровозам!

Чрезвычайно большое значение, как в торфососе, так и в растирателе, имеет своевременный выпуск воздуха. Воздух – один из главных врагов гидравлического способа, и его всюду приходится отводить, как из машин, так и из труб. Успех осенней комбинации 1922 года основан в значительной степени на применении целого ряда приборов, выводящих воздух из машины и не позволяющих ему туда проникать. После того как это было достигнуто, торфосос из машины еще сравнительно капризной, которая иногда подавала [массу] полностью, а иногда слабо, превратилась к осени 1922 года в совершенно надежную, непрерывно работающую почти одинаковым темпом машину, которая для своего обслуживания не требует особой интеллигентности и может быть доверена любому толковому мотористу.*

Первоначально торфосос был подвешен на постаменте, то есть на нескольких сваях, забитых в грунт, причем торфяная масса должна была к нему притекать (рис. Б-17). Затем предполагалось, что эти сваи будут перемещаться по мере выработки массы кругом торфососа, и каждый раз будет вырабатываться круг диаметром, соответствующим способности массы притекать к центру.

* Авторы книги немного отстали от совбыта, но совжизнь быстро их поправила. Из Отчета о деятельности Гидроторфа на Электропередаче в сезоне 1923 г., подписанного Р.Э. Классоном 21 августа:

Благодаря очень поздней весне к работе можно было приступить только около 20 мая. Если бы Гидроторф располагал обученным персоналом, то с первого же дня можно было начать работу полным ходом, так как уже 25 мая в работе были все 10 кранов.

К сожалению, весь обученный в прошлом году персонал и мотористы, приученные к обращению с паровыми и электрическими кранами, были нами уволены зимой за отсутствием денег, и когда часть этих мотористов явилась весной, мы не могли их принять, так как Биржа Труда требовала приема мотористов в очередь.

Несмотря на наши протесты Биржа Труда снабдила нас 120 чел. мотористов совершенно невежественных, из которых большинство никогда не видело машин и только около 18 человек старых мотористов нам удалось провести через Биржу. Таким образом, мы начали сезон с совершенно невежественным персоналом на кранах.

Весь персонал при торфососе состоит из двух неквалифицированных рабочих, стоящих на брандспойтах (с этими все было благополучно, так как работа очень проста), и двух квалифицированных мотористов, из которых один стоит на торфососном кране, а другой на пеневом кране. Кроме того, нужны были толковые мотористы для насосов высокого давления и для торфяных насосов.

Таким образом, центр тяжести производства лежит не в чернорабочем персонале, который совершенно ничтожен и может быть обучен в течение одного-двух дней, а в квалифицированном персонале, управляющем сложными и дорогими кранами. Эти мотористы, по своему глубокому невежеству и незнанию с механическим оборудованием, причинили нам чрезвычайные хлопоты и ввели нас в большие убытки, так как при всем своем старании и добросовестном отношении к труду, которое мы вполне признаем, они никак не могли быстро освоиться с незнакомыми механизмами и то и дело портили их, включая, например, моторы не в том порядке, как следует, или ломая механизмы по непониманию их значения и свойств.

Весь май и июнь вся работа высшего технического персонала Гидроторфа сводилась к обучению мотористов. Но, несмотря на огромные затраченные усилия, работа шла крайне медленно и сопровождалась порчей и гибелью целого ряда моторов, машин и аппаратов. Одних только больших электрических моторов было затоплено и сожжено 7 штук. Диаграмма[, которая прилагается,] показывает в первые дни начала сезона чрезвычайно малую выработку, но с каждым днем эта выработка увеличивается по мере того как обучался персонал.

<...> Немалую роль в числе неблагоприятных факторов этого года сыграло также совершенно неудовлетворительное финансирование – жалованье за июнь было выплачено только в конце июля и начале августа, что влекло за собой итальянские забастовки торфяного персонала и крайне вредно отражалось на темпе работ в июле месяце. Только уплата части денег перед концом июля дала возможность провести большую трехдневную работу 29-31 июля.

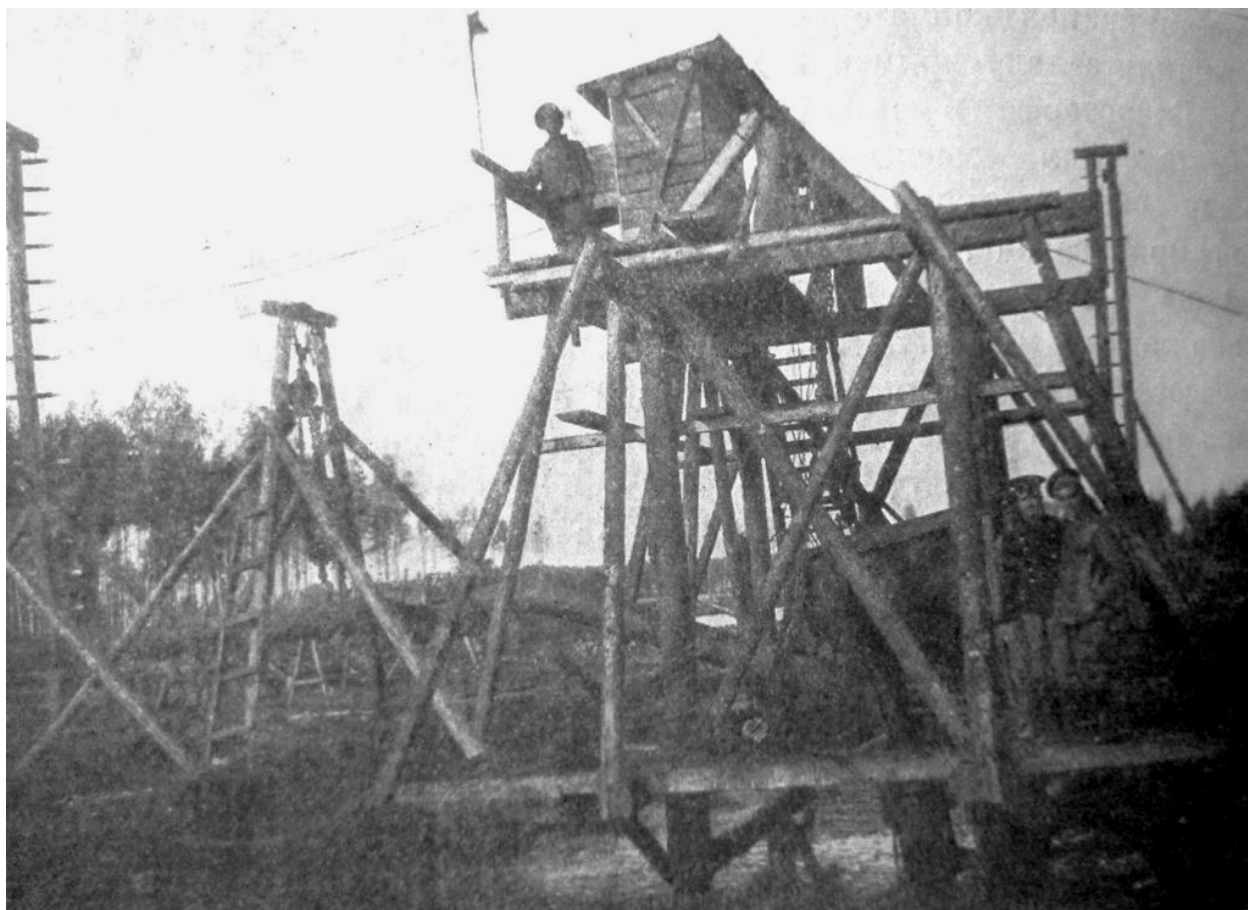


Рис. Б-17

Вскоре, однако, оказалось, что для большого масштаба этот способ совершенно не годится, и торфосос был подвешен к движущемуся крану (рис. Б-18 – *здесь этот чертеж не приводится*), причем по мере увеличения производительности торфососа крану приходилось ежедневно совершать все бóльшие и бóльшие переходы. Идея подвески торфососа к подвижному крану явилась изобретателям гидроторфа только осенью 1917 года. До тех пор гидравлический способ не имел законченной схемы производства.

Только подвеска торфососа к крану дала возможность придать этому способу, рядом дальнейших усовершенствований, массовый, промышленный характер*.

Мы считаем, что в сезоне 1923 года кран при ширине карьера в 15 метров (найденной нами, как наиболее выгодной, эмпирическим путем) будет ежедневно продвигаться метров на 50-70, смотря по глубине залежи. Кроме того, для выемки пней чрезвычайно полезно передвигать кран на несколько метров вперед или назад. При этих условиях время, затраченное на передвижение, играет уже очень большую роль, и этот вопрос окончательно разрешен путем применения гусениц, на которых движется теперь кран (рис. Б-19).

* Из речи В.Д. Кирпичникова на вечере памяти Р.Э. Классона 14 февраля 1926 г.:

Торфосос [на треноге] очень скоро вырабатывал вокруг себя всю торфяную залежь, и бóльшая часть торфяного сезона тратилась не на работу, а на перестановку треноги и торфососа. Эта неудача очень сильно обескураживала Роберта Эдуардовича, и в августе 1917 года, [на отдыхе] в Гурзуфе, после совместных грустных размышлений на эту тему, впервые решено было применить для подвески и перемещения торфососа кран, который в то время казался чрезмерным усложнением установки.

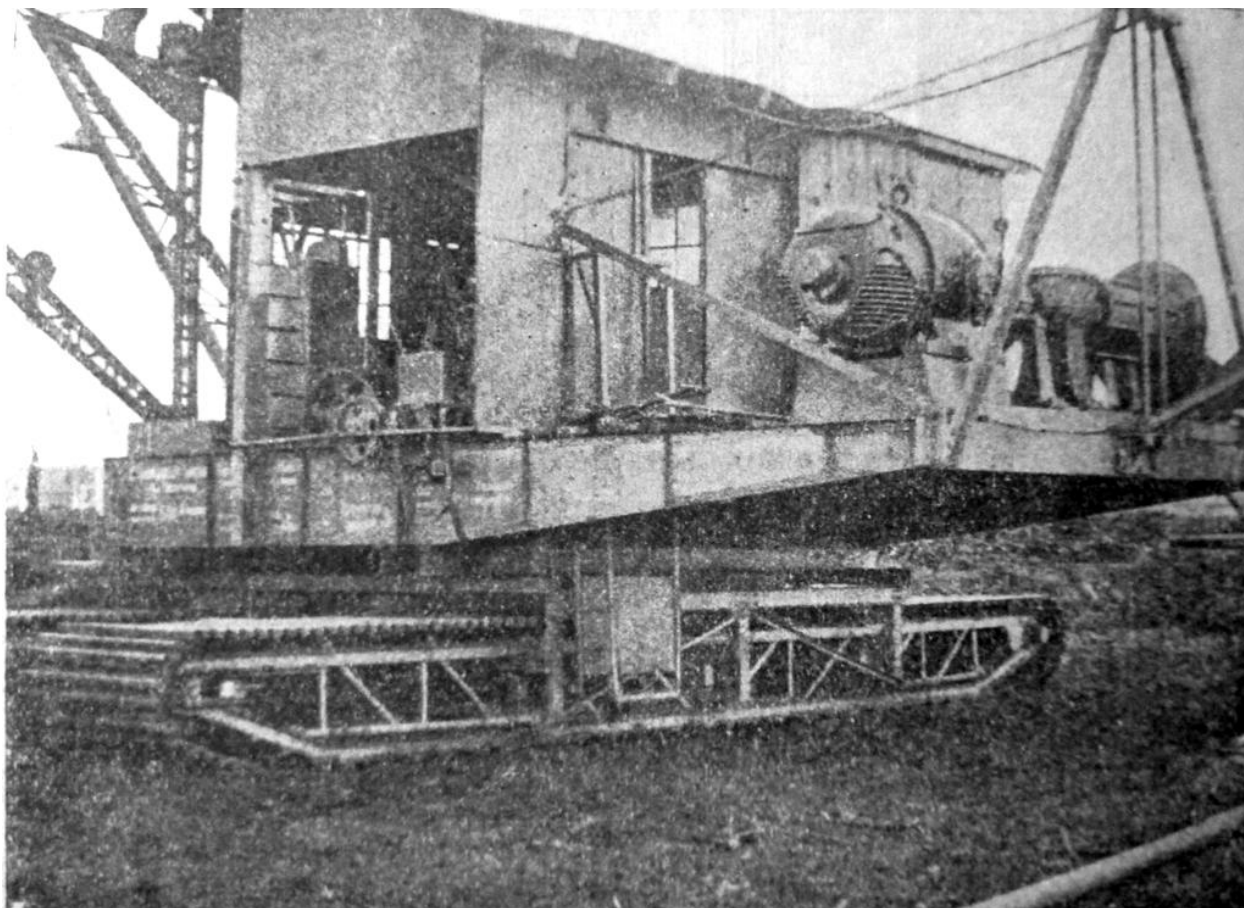


Рис. Б-19

Естественно, что крупные пни должны быть отделены, и эта задача, несмотря на свою видимую простоту, представляла чрезвычайные трудности; ее удалось разрешить только в конце 1922 года. Дело в том, что пни имеют чрезвычайно разнообразные формы и размеры, и потому машина, приспособленная для улавливания крупных пней, не может брать мелких и наоборот.

До самого последнего времени наибольшее препятствие работе торфососов представляли большие пни, мешающие размыву и подтеканию массы, и до осени этого года пни извлекались таким образом, что рабочий входил в непромокаемом костюме в карьер, зацеплял специальным легким крюком на стальном тросе один или несколько пней, и затем эти пни вытаскивались специальным электрическим краном. Работа эта шла довольно успешно, но мы не могли с ней примириться и остановиться на ней, так как при этом рабочим приходилось входить почти по пояс в жидкую массу.

Экономические соображения вынуждают вырабатывать торф широким карьером (около 15-ти метров ширины), и потому машина, могущая выбирать пни, должна быть очень больших размеров для того, чтобы достать отдаленные пни на противоположном берегу карьера. Эта задача была решена паровым краном Демага с грейфером, устанавливаемым между 2-мя водяными струями (рис. Б-20). Затруднения по передвижению этого тяжелого крана устраняются в 1923 г. применением пенъевых кранов на гусеницах.

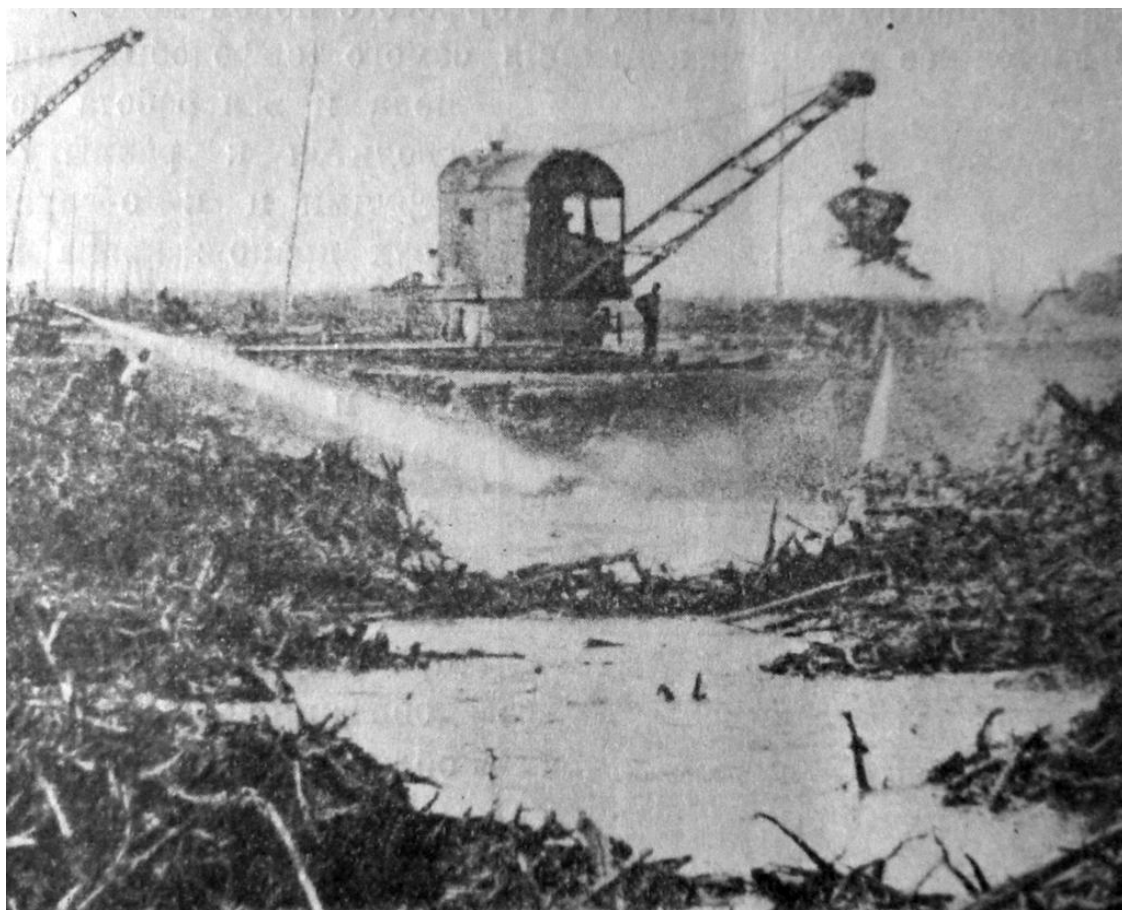


Рис. Б-20

Так же необходим был ручной труд для того, чтобы отбрасывать мелкие пни, в изобилии приплывавшие к торфососу со всех сторон вместе с массой. Теперь и этот вопрос решен простейшим способом, путем применения очень большого вращающегося пропеллера внизу торфососа, который не позволяет мелким пням приближаться к торфососу и отгоняет их на известное расстояние, поддерживая все время массу в движении, благодаря чему пни не имеют возможности образовывать сплошного переплета, и масса сквозь движущиеся и отталкиваемые пни непрерывно притекает к торфососу.

Когда, наконец, количество этих пней становится чрезмерным, торфосос вынимается, и весь кран на гусеницах переезжает на несколько метров вперед или назад, а пни вынимаются специальным захватом (рис. Б-21), после чего процесс начинается с начала. Это решение вопроса оказалось наиболее простым. Перед этим был испробован ряд других приспособлений (пеньевые элеваторы, грабли и проч.), в большинстве случаев оказавшихся громоздкими и неудачными.

Сейчас нами строится приспособление, которое может еще [\[существеннее\]](#) облегчить работу, а именно приспособление для отбрасывания пней, подплывающих к торфососу, на значительное расстояние при помощи вращающегося вала с пружинами («Катапульта»). В этом году* этот аппарат будет испытан на практике, но и без него работа сейчас вполне механизирована и не требует никакого персонала.

Вхождение в карьер теперь не только не нужно, но даже недопустимо, так как представляло бы опасность для персонала со стороны вращающегося пропеллера на торфососе новой модели.

* Еще до окончания кампании 1923 года?

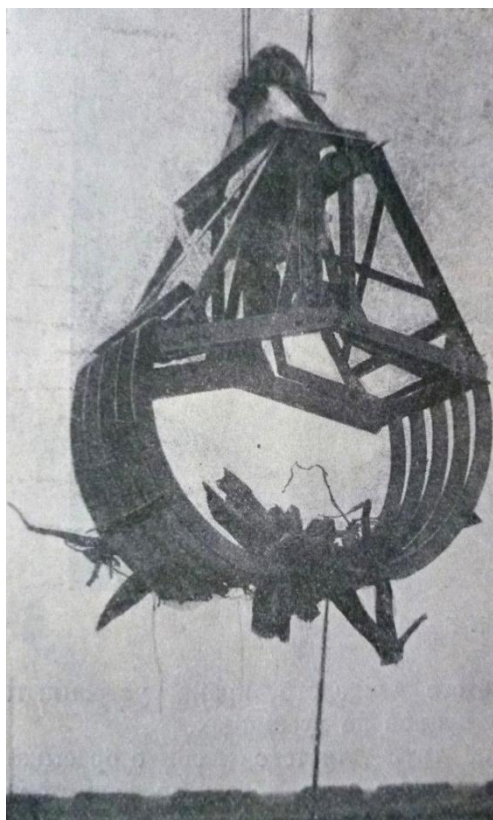


Рис. Б-21

В настоящее время механизация самого торфодобыывания закончена, и вся работа персонала сводится к размыву торфа струями и к обслуживанию двух кранов: крана, вытаскивающего крупные пни, и крана, на котором висит торфосос и который вытаскивает мелкие пни. Производительность торфососа в самое последнее время удалось довести до чрезвычайно больших пределов, и эта область торфодобыывания обогнала другую область, а именно сушку торфа.

Помимо добычи необходимо передать добытую массу полям стилки, причем не было никакой необходимости, чтобы эти поля находились рядом; наоборот, целесообразнее их было отделить совершенно от места добычи и сосредоточить в тех местах, где сушка представлялась наиболее целесообразной по целому ряду соображений.

Эти поля стилки надо было готовить на многие годы, их нужно было оборудовать вполне совершенным оборудованием для распределения массы и перевозочными средствами, словом, приблизиться к заводски-промышленному масштабу, совершенно отойдя от кустарного способа торфодобыывания.

Пока жидкая масса отвозилась вагонами, до тех пор постановка дела в большом промышленном масштабе была невозможна (рис. Б-22). Емкость вагонов очень ограничена, наполнение их отнимало много времени, и перекладка рельсовых путей или укладка значительного числа постоянных путей была очень дорога, как только масштаб становился крупным.

Вопрос был разрешен простейшим образом – применением труб, по которым жидкая торфяная масса шла под давлением. Транспорт массы по трубам является одним из основных изобретений, составляющим в совокупности гидравлический способ добычи торфа. Он дал возможность механизировать две операции: транспорта и распределения массы по полям и централизовать сушку торфа.



Рис. Б-22 (с оригинала, ф. 9508 РГАЭ)

Разлив торфа по трубам не представлял никаких затруднений при обязательном условии, чтобы поля стилки были хорошо подготовлены и совершенно ровны. Огромное количество опытов и наблюдений, производящихся над разливом при разных условиях, дали возможность установить наивыгоднейший способ разлива, наивыгоднейший способ формования кирпичей, а так же те химико-физические условия, которым должны удовлетворить поля стилки.

Целый ряд удачных и неудачных опытов с применением различного рода дренажных канав выяснил, в конце концов, наивыгоднейшие формы канав, наивыгоднейшие условия получения полей стилки и их обработки. В настоящее время эта область совершенно разработана, никаких спорных вопросов здесь нет, и разлив торфяной массы по полю стилки не представляет механических трудностей. В этой области было сделано наибольшее количество ошибок, так как приходилось иметь дело с чрезвычайно непостоянным, но важным фактором, а именно с погодой.

Те способы работы, которые давали благоприятные результаты в жаркое и сухое лето, оказывались неприменимыми в сырое и дождливое лето, и как раз неблагоприятное лето 1922 года дало очень ценные указания, как надо работать в наиболее невыгодных условиях для сушки.

Вообще сушка торфа является пока его наиболее уязвимым местом и она пока ставит предел размерам торфодобыывания вообще. Главное распространение торф имеет в северных широтах, где лето короткое, тепла сравнительно мало и где поэтому сезон торфодобыывания очень ограничен.

Последние два года нами применялся химический способ воздействия на торф для того, чтобы ускорить процесс сушки; нами применялась так называемая коагуляция коллоидов торфа, и 1922 год дал, несомненно, положительные результаты, дав возможность удлинить период сушки почти на целый месяц, против торфа обычного, не обработанного химически. И все же, даже при крупном успехе, сушка является дорогой, сложной и неприятной стороной торфяной промышленности.

Вообще пока наименее разработанный вопрос в гидравлическом торфодобыывании — это сушка, так как до сих пор сушка производится тем же способом, каким производится сушка машинно-формовочного торфа.

Осенью этого года [(1922-го)], однако, поставлена штабельная машина, которая совершенно заменит собою наиболее тяжелую и дорогую работу – штабелевку. Стоимость укладки торфа в штабели очень значительна и она составляет от 35 до 40% стоимости всей сушки. Таким образом, этот наиболее дорогой процесс отныне можно считать так же механизированным. На [рис. В-40 \(сей чертеж не приводится\)](#) изображена штабельная машина, установленная в настоящее время на Электропередаче.

Отвозка торфа в вагонах остается, но тяжелую работу по подноске в корзинах [кирпичей] к вагонам на значительное расстояние предполагается существенно облегчить применением транспортеров (рис. В-39), которые работают один в другой, и так как длина каждого транспортера 12-15 метров, то при применении десятка таких транспортеров вагоны могут нагружаться торфом, лежащим на расстоянии до 150 метров, и торф приходится бросать лишь на ленту транспортеров в любом месте и подносить торф на самое короткое расстояние. Применение транспортеров для загрузки вагонов является несомненным шагом вперед и значительно облегчает другую операцию по сушке торфа – собирание его с полей сушки.

Гидравлический торф необходимо формовать, так как он разлит в виде сплошной массы на поля. Резка и формовка гидроторфа так же насчитывает целый ряд различных конструкций. Первоначально мы тщетно пытались применить для этого полевые прессы, но их перемещение даже по суходолу оказалось не под силу двум лошадям, применение же лебедок требовало оборудования всех полей электрической проводкой.

Затем применялась резка торфа большим деревянным, обшитым железом, барабаном, который благодаря большому диаметру легко перевозился лошадью (рис. Б-23). Он оказался непригоден, так как, во-первых, наматывал на себя торф, а, во-вторых, по торфяной залежи, где главным образом разливается гидроторф, лошадь идти не может – проваливается.

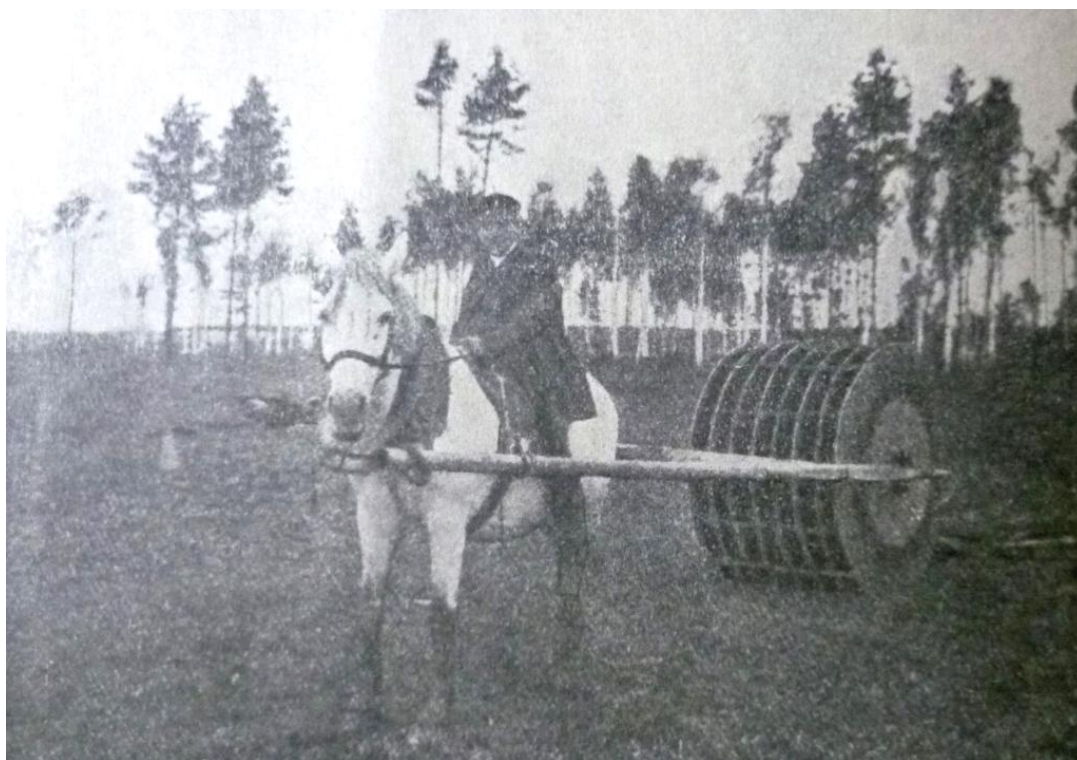


Рис. Б-23



Рис. Б-25 (оригинальное фото)

Вместо лошади применена была человеческая сила, для чего размеры барабана значительно уменьшены и он сделан из тонкого листового железа ([рис. Б-24 – здесь этот чертеж не приводится](#)).

Чтобы избавиться от физического труда и ввести некоторую формовку массы, пытались запрячь в формовочную машину сначала мотоциклетки (рис. Б-25), а затем 4-х колесный автомобиль (рис. Б-26). Мотоциклетка оказалась малосильной, а автомобиль зарывался ведущими колесами в торфяную залежь.

Наконец изобретен был оригинальный двухколесный автомобиль (рис. Б-27), который хорошо формует торф и, благодаря правильному углу стенок форм, не наматывает на себя массы. (Его два передних колеса во время работы поднимаются над землей; их роль – предохранить раму автомобиля от опрокидывания назад.)

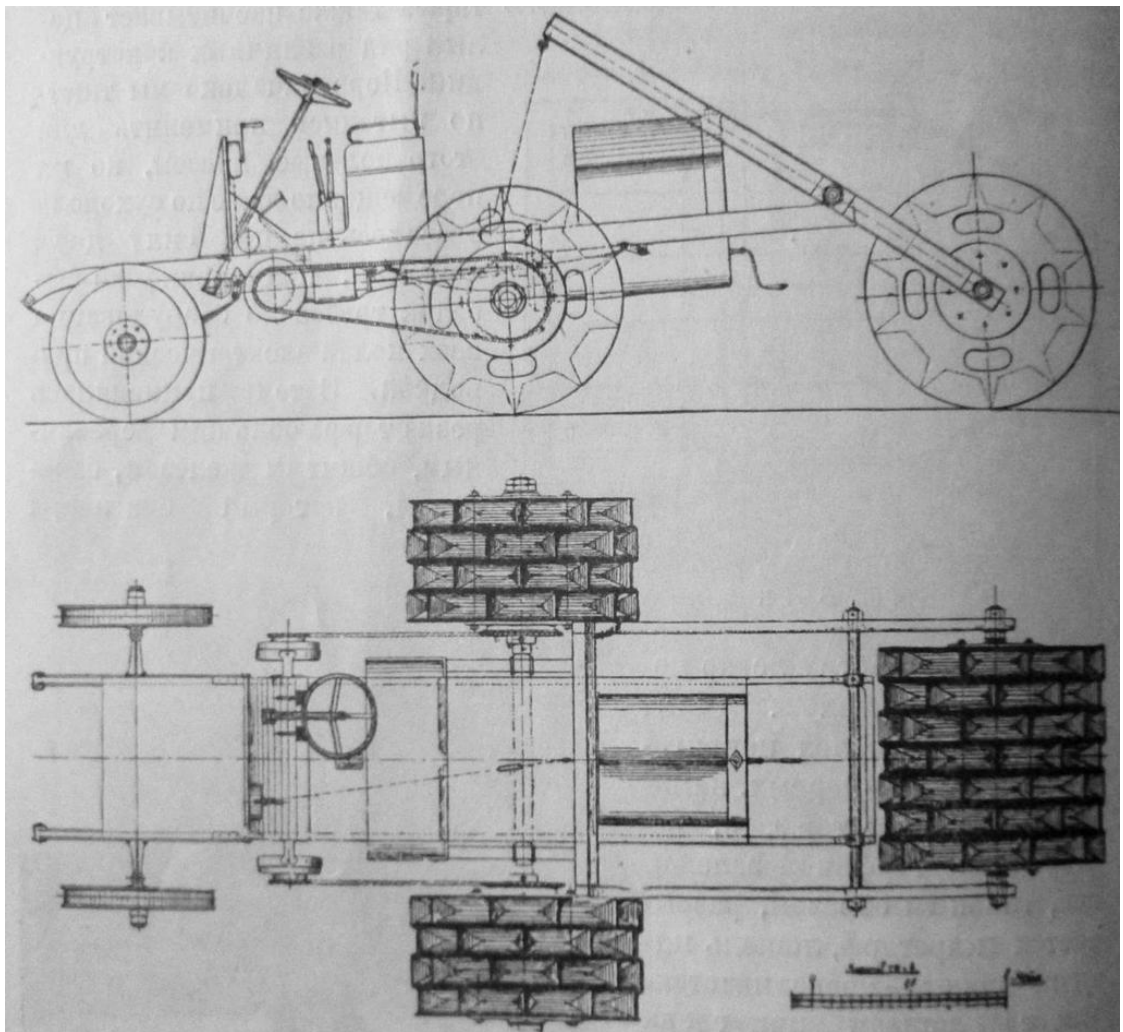


Рис. Б-26

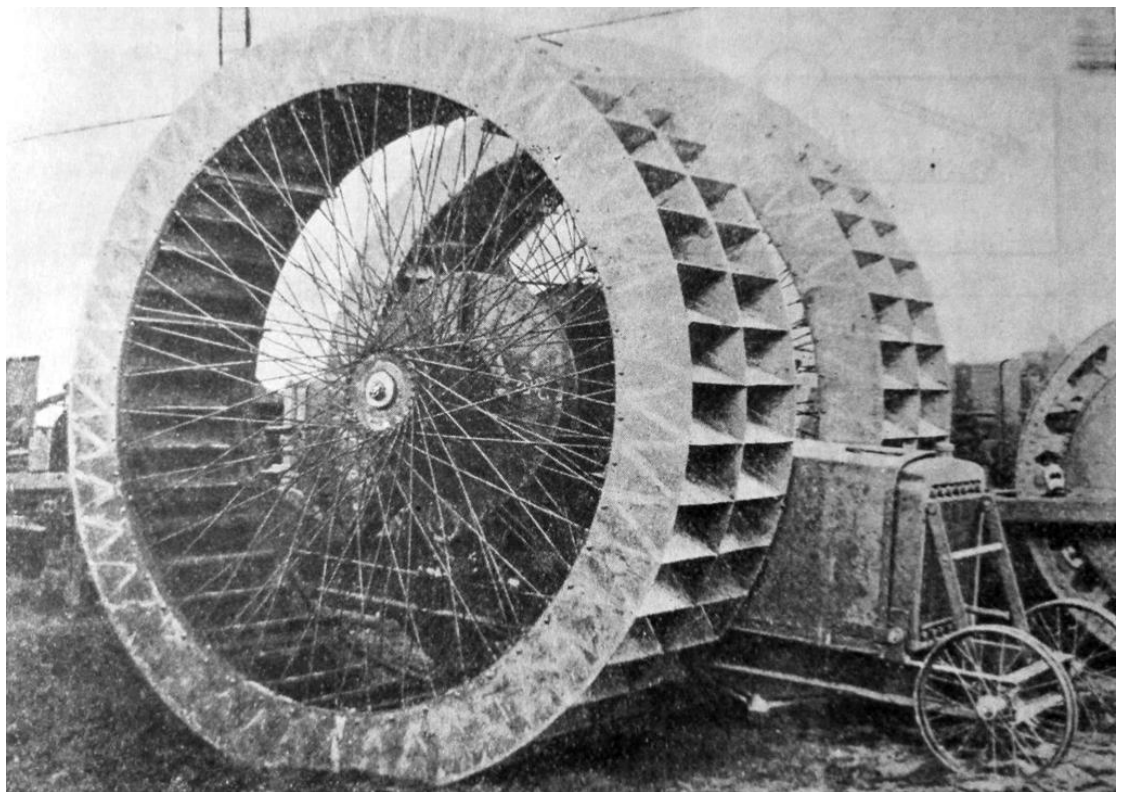


Рис. Б-27

Конкурентом автомобилю является ручной способ формовки гидроторфа при помощи так называемых цапок (рис. Б-28, [рис. Б-29, а и б](#) – *предпоследний чертеж не приводится*), так как при этом одновременно производится как формовка, так и отрывание и переворачивание кирпичей, что при автомобильной формовке все равно приходится делать вручную. Работа цапками очень производительна и успешна, может конкурировать с машинной работой, и так как стоимость этой работы составляет всего 12-15% от стоимости всей сушки, то она может быть механизирована в последнюю очередь.

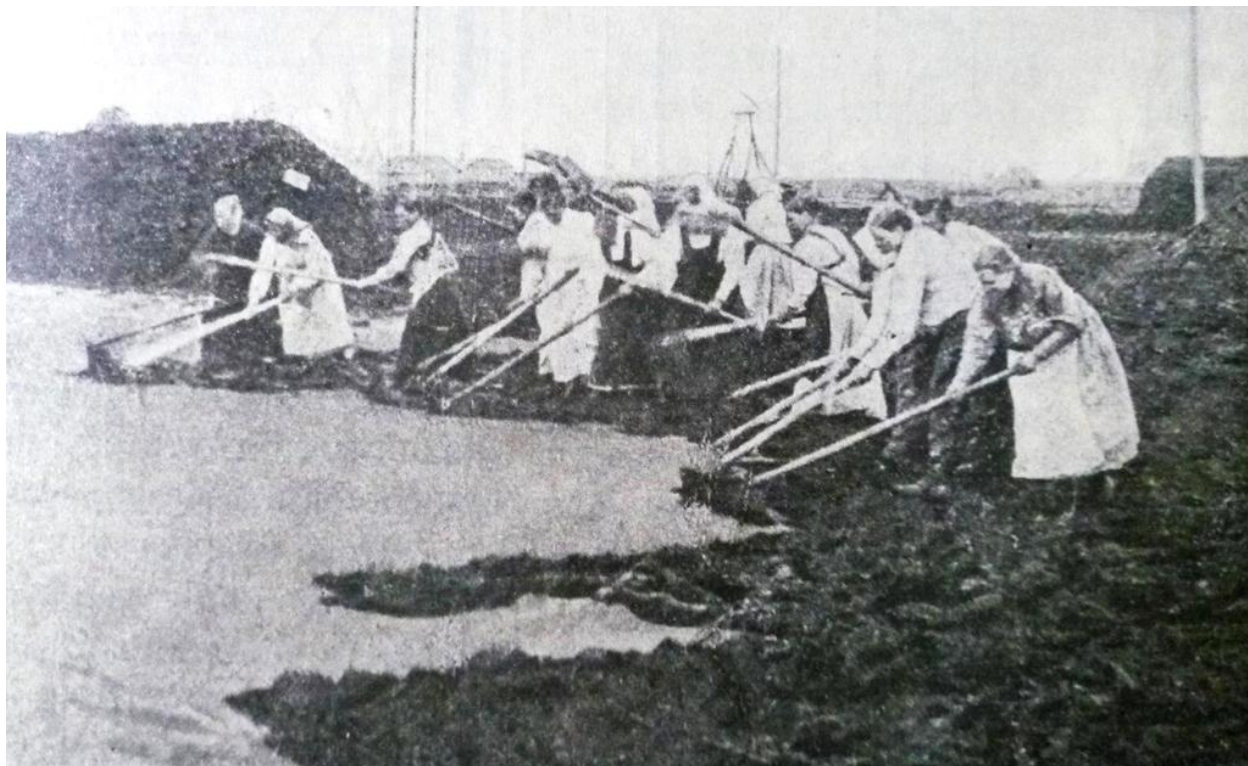


Рис. Б-28

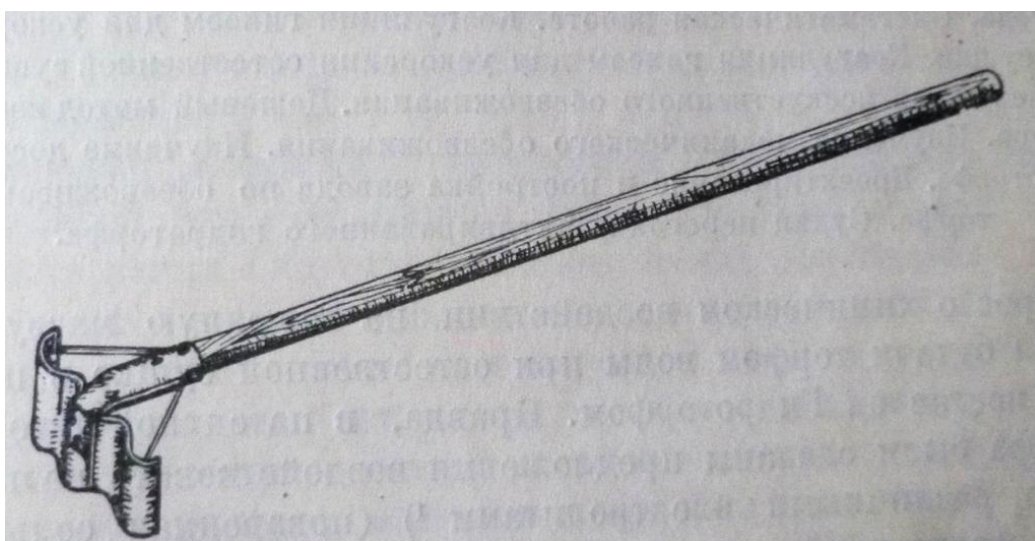


Рис. Б-29б

Автомобили, применявшиеся до сих пор, имели тот недостаток, что они формовали слишком крупные формы; уменьшить же формы нельзя было, так как при малом весе кирпичи прилипали к формам, и сила сцепления превышала вес кирпича. В настоящее время строится специальный автомобиль нового типа, который будет формовать очень маленькие кирпичи и механически их выталкивать.

Предварительные опыты дали полное основание надеяться, что этот тип автомобиля даст вполне благоприятный результат и, что самое важное, даст возможность ставить кирпичи не плашмя, как до сих пор делалось, а сразу на ребро, что очень важно для быстроты сушки. Чем меньше кирпич, тем быстрее он сохнет, и в этом направлении можно достигнуть еще весьма существенных результатов.

Торф только тогда станет важнейшим топливом в северной части страны, каким он должен явиться естественно, благодаря огромным залежам, когда удастся торф сушить заводским путем. Бесчисленное множество патентов и «изобретений» в этой области в течение последнего полувека показывает, какое значение придавали этому обстоятельству во всех странах.

Но опять-таки все эти попытки грешат в большинстве случаев незнанием с природой торфа. Механически отжать воду из торфа нельзя и так же нельзя ее испарить при помощи сушилок – и то, и другое экономически невозможно. Надо было сначала воздействовать на самую природу торфа, изучить ее, а затем уже, после воздействия и изменения физических и химических свойств торфа, приступить к решению этой чрезвычайно трудной и сложной проблемы.

Способы разрушения коллоидов торфа, препятствующих отдаче торфом воды, известны уже десятки лет и, тем не менее, до сих пор нет ни одного способа, который экономически разрешал бы задачу обезвоживания торфа. При гидравлическом торфодобытии количество воды в торфе увеличивается в чрезвычайной степени. Это обстоятельство зачастую ставилось в упрек Гидроторфу людьми, не знающими свойств торфа. Над этим смеялись, говорили, что нелепо примешивать воду к торфу, когда вся задача – отнять ее от торфа.

Тем не менее, мы уверены в том, что только применение гидравлического способа приблизит нас к решению вопроса о механическом обезвоживании его, так как именно в виде гидромассы, в виде каши, торф гораздо более доступен химическому воздействию, чем в сыром виде. Из торфососа торф выходит как раз той консистенции, которая является наиболее выгодной для воздействия на него всякого рода химических реагентов, и отжатие воды, не только прибавленной, но и ранее находившейся в торфе, происходит, как это ни странно, гораздо быстрее, чем если к торфу воды не прибавлять*.

Заводское обезвоживание требует еще дальнейшего разжижения торфяной массы. Прибавление воды к торфу важно конечно не только в химическом, но и в механическом отношении: перевозить торф хотя бы по железной дороге очень дорого, так как перемещать приходится многие миллионы пудов при крупном масштабе производства, передавать же любое количество миллионов пудов по трубам легко и дешево.

Поэтому применение гидравлического способа впервые дало возможность установить завод по обезвоживанию на значительном расстоянии, в наивыгоднейшем месте, почти независимо от места торфодобытия. В настоящее время на Электропередаче нами строится завод по механическому обезвоживанию, в котором будут в промышленном масштабе применены все достижения, полученные лабораторной практикой.

* Из раздела «Краткая история работ по искусственному обезвоживанию гидроторфа» (см. ниже): «В 1918 году для размывания залежи была взята жесткая артезианская вода вместо болотной воды, лишенной кальциевых солей. В результате гидромасса с жесткой водой быстрее отдавала воду фильтрованием в почву и, по-видимому, испарением в воздух».

Если работа завода будет экономичной, то торф в близком будущем завоюет себе первенствующую роль среди других родов топлива в Центральной России. Торф, полученный заводским путем, будет важен, однако, не только как топливо, но и как сырой материал [(сырье)] для получения жидких и газообразных продуктов, получаемых в настоящее время только из нефти. В этом направлении открываются чрезвычайные перспективы, и сейчас идет интенсивная работа по выяснению тех особенных свойств, которые приобрел гидроторф.

2. Краткая история работ по искусственному обезвоживанию гидроторфа

Удобство химического воздействия на гидроторф – Жесткая вода – Первые попытки 1919-20 года – Систематическая работа – Коагуляция гипсом для ускорения естественной сушки – Коагуляция железом для искусственного обезвоживания – Дешевый метод изготовления коагулятора – Изучение механического обезвоживания – Изучение досушки отжатого гидроторфа – Проектирование и постройка завода по обезвоживанию гидроторфа – Сухая перегонка активированного гидроторфа

Вопрос о химическом воздействии на торфяную массу с целью ускорения отдачи торфом воды при естественной сушке в поле впервые был поставлен Гидроторфом. Правда, в патентной литературе до Гидроторфа были сделаны предложения воздействовать на измельченный торф различными электролитами (поваренная соль, натрий-сульфат, ферросульфат, минеральные кислоты и т.д.), но только в целях обезвоживания торфа путем прессования*.

Другой, относящийся к данной области патент, предлагающий для обезвоживания торфа примешивать к нему негашеную известь, сахар, калийную селитру и сажу, нельзя рассматривать как вполне откристиллизованную идею коагулирования коллоидов торфа путем воздействия на него различных электролитов**.

Необходимо отметить, что Гидроторф в этом отношении находился в исключительно благоприятном положении, и сама природа гидроторфа, свойства его продукта – гидромассы толкали его на путь тесного сотрудничества с химией. В самом деле, для обработки торфа электролитами по патенту Meister Lucius & Brüning необходимо предварительно измельчить торф, а затем уже, что само собою понятно, тщательно перемешать измельченную массу с раствором того или иного электролита.

Таким образом, к работе извлечения торфа из залежи прибавлялась работа измельчения вынутого торфа на особых машинах и смешивание размолотого торфа с раствором электролита; а так как измельчить должным образом торф-сырец без примеси к нему воды трудно, то всякое химическое воздействие на торф требовало, в конце концов, изготовления гидромассы, но только с помощью особых машин и установок, работающих рядом с машинами, извлекающими торф из залежи. К этим машинам необходимо было добавить целый ряд других установок: чанов для приготовления растворов электролитов, машин для транспортирования коагулированного торфа на поля сушки и т.д.

Сказанное делает понятным, почему патент Meister Lucius & Brüning предлагался только для обезвоживания торфа прессованием; не только не было надобности, но и не было никакой возможности приложить этот патент к ускорению сушки естественного торфа в поле. В совершенно иных условиях находился Гидроторф, выбрасывающий прямо из залежи на поле сушки, для невооруженного глаза, однородную массу, сильнейшим образом растертую и размешанную с водой.

* DRP 160938/1903 Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning.

** DRP 132017/1900 The Whittington Peatcoal Syndicate in London.

Гидроторф, таким образом, представляет способ для одновременного извлечения торфяной массы из залежи и превращения ее в состояние, при котором она становится вполне доступной для химического воздействия. Гидроторф, следовательно, в значительной мере облегчал работу химика, искавшего путей к искусственному обезвоживанию торфа, и открывал новые возможности в этой технически интересной области.

Химическая работа над гидроторфом представлялась тем более привлекательной, что сами авторы нового метода сделали в первые годы существования Гидроторфа весьма ценное наблюдение, дававшее уверенность в возможности успеха химического воздействия на гидромассу для ускорения естественной сушки гидроторфа.

В 1918 году для размывания залежи была взята жесткая артезианская вода вместо болотной воды, лишенной кальциевых солей; в результате гидромасса с жесткой водой быстрее отдавала воду фильтрованием в почву и, по-видимому, испарением в воздух. Конечно, нельзя было ожидать резких результатов в этом случае, так как жесткость взятой артезианской воды была недостаточно высока (около 15 немецких градусов); тем не менее, результат был показателен и, с одной стороны, заставил авторов гидроторфа привлечь к участию в их работах химика, а с другой стороны, начинавшему работу химику давал уверенность в успехе его работы.

Первые опыты были поставлены в 1919-20 годах в лаборатории на разработках при Электропередаче. Они велись под непосредственным руководством изобретателей гидроторфа инженером П. Ефимовым и химиком В. Розановым, причем последовательно изучалось воздействие на гидроторф жесткой воды, извести, мела, солей алюминия, кислот и окиси железа (порошка ржавчины). Гидромасса, подвергнутая воздействию указанных реагентов, испытывалась на способность отдавать влагу методами отстаивания, фильтрования и механического отжатия в полотно, под копировальным прессом и в специальном опытном прессе низкого давления.

Так как все эти опыты велись без теоретически обоснованного плана и не систематически, то они не могли привести к решению поставленной авторами гидроторфа задачи. Эти опыты убедили, однако, авторов гидроторфа, что гидромасса по своей природе чрезвычайно удобна для химического воздействия и при смешивании с растворами различных реагентов приобретает способность более легко отдавать воду.

В январе 1921 г. начались систематические работы в этой области, с одной стороны, в Химическом Институте [имени] Л.Я. Карпова (Москва) под руководством проф. Г.Л. Стадника и в лаборатории Сельско-Хозяйственного Института (Воронеж), где работами руководил проф. А.В. Думанский. Между Москвой и Воронежем работа была распределена следующим образом: А.В. Думанский занимался, главным образом, теоретическим изучением гидромассы, как коллоидальной системы, и сосредоточил свое внимание на реакциях, заключающихся в гидромассе коллоидов с различными электролитами. Московские химики Гидроторфа работали над изысканием технически пригодных методов химического воздействия на гидромассу с целью ускорения естественной сушки гидроторфа.

В августе 1921 г. работы Московских химиков дали результаты, позволявшие перейти к опытам в промышленном масштабе, которые и были поставлены на «Электропередаче» в сентябре, по окончании сезона. Полученные при этих опытах результаты, а также дополнительные опыты в лаборатории в течение зимы 1921-22 г. побудили весной 1922 года приобрести гипс для коагулирования гидроторфа и перейти к химической обработке гидромассы во время сезона этого года.

К осени 1922 года при Управлении Гидроторфа была организована собственная химическая лаборатория (на заводе имени Владимира Ильича), в которой сосредоточены все химические изыскания под руководством профессора Г.Л. Стадникова.

Удачное разрешение в лаборатории вопроса о коагулировании гидромассы, с целью ускорения естественной сушки гидроторфа, побудило поставить вопрос о нахождении более активного коагулятора для гидромассы, с целью сделать ее способной легко отдавать воду при фильтровании под обыкновенным и повышенным давлением, и таким образом искать пути к заводскому, искусственному обезвоживанию торфа.

На основании теоретических исследований в области коллоидной химии такие коагуляторы надо было искать среди солей трехвалентных металлов. Соли алюминия, помимо других причин, были слишком дороги, чтобы было можно думать о применении их в промышленном масштабе. Соли трехвалентного железа, с одной стороны, были дороги (хлорное железо и сернокислая окись железа), а, с другой стороны, при энергичном коагулирующем действии на гидромассу, они создавали по понятным причинам кислую среду, что являлось совершенно нежелательным. Поэтому пришлось искать такого реактива, содержащего окисное железо, который бы и энергично коагулировал гидромассу, и не оставлял кислой среды после коагуляции, и был технически доступен.

Выход был найден в приготовлении коллоидального раствора окиси железа. Исходным материалом для лабораторных опытов с коагулированием гидромассы коллоидальным раствором окиси железа, с целью изучения влияния различных факторов на отжимание коагулированного торфа, служило хлорное железо.

Вначале было чисто технически подобрано отношение между содой и хлорным железом, приводившее к получению такого раствора, который при взаимодействии с гидромассой вызывал полную коагуляцию торфяных золь, с одновременной адсорбцией окиси железа и связанного с ним хлора; в результате отжимавшаяся из торфа вода обладала нейтральной реакцией. Впоследствии, при изучении равновесия в системе окиси железа + раствор хлорного железа было установлено, что выбранное нами отношение оказывается наилучшим.

Однако для промышленных целей метод приготовления коллоидальной окиси железа из хлорного железа совершенно непригоден, вследствие высокой цены исходного материала. Необходимо было поэтому озаботиться подысканием метода получения коллоидального раствора окиси железа из различного железного лома.

В результате систематических работ такой способ был найден и будет поставлен в промышленном масштабе в 1923 году на строящемся заводе по обезвоживанию.

Параллельно с химическими работами велись работы по изучению механического обезвоживания коагулированного гидроторфа. В специальном масляном прессе, построенном в мастерской Гидроторфа и могущем создавать давление до 100 атм., коагулированный гидроторф подвергался сотни раз отжиманию при различных условиях. Таким образом, изучалось влияние на степень обезвоживания следующих факторов:

- 1) времени отжатия,
- 2) давления,
- 3) толщины отжимаемого слоя,
- 4) переворачивания и перемешивания,
- 5) прибавления сухого порошка (способ Мадрук) и, наконец,
- 6) конструкции фильтрующих перепон.

Эти многочисленные опыты, подробно описанные в специальной главе, дали возможность выработать наиболее целесообразную конструкцию машин для обезвоживания торфа и наметить приблизительную величину давления, продолжительность прессования, производительность будущих машин и пр.

Изучение фильтрующих перепонok позволило выбрать наилучшую конструкцию прочной фильтрующей поверхности.

После этого, чисто лабораторного изучения процесса механического отжатия воды приступлено было к испытанию элементов машин по обезвоживанию торфа. В качестве таких машин намечены были для завода по обезвоживанию:

- 1) фильтрующие трубы с очищающими внутреннюю поверхность скребками (давление 1,5 атм.);
- 2) прессы низкого давления со шнеками, подвигающими торф и так же очищающими внутреннюю поверхность;
- 3) барабанные фильтры Вольфа, работающие при помощи вакуума;
- 4) центрофуги;
- 5) прессы высокого давления (до 20 атм.) системы Мадрук.

Элементы всех этих машин, частью построенные самим Гидроторфом, частью изготовленные на немецких заводах, последовательно подвергались испытаниям.

Так как механическое обезвоживание торфа может дать конечный продукт с влажностью около 60%, которая слишком велика для сжигания в современных топках, то перед Гидроторфом встал вопрос о досушке торфа около 60% влажности.

А priori можно было сказать, что сушка должна производиться не с большими кусками, которые выходят на прессы Мадрук, а с мелко раздробленным торфом, который имеет гораздо большую поверхность для соприкосновения с окружающей средой.

Оказалось, что коагулированный коллоидальным раствором окиси железа торф свертывается в довольно большие крупинки и что после механического отжатия сырые брикеты легко разрываются на такие же крупинки. Эта операция легко продельвается в лабораторных условиях вручную; в промышленном масштабе для этого необходимо устанавливать вращающиеся двухвальные измельчители (волчки). Сушка торфа в таком виде тщательно изучалась в лаборатории. Оказалось, что коагулированный торф сохнет гораздо скорее некоагулированного: отжатый торф, растертый в руках, через сутки совершенно высыхает.

Для предварительного изучения работы сушилок была построена специальная опытная сушилка, дающая возможность в маленьком масштабе проверить все процессы и коэффициенты, которые будут иметь место в большой установке; исследования с опытной сушилкой продолжаются в настоящее время.

На основании всего собранного таким образом предварительного материала спроектирован был завод, куда непосредственно с болота будет поступать по трубам гидромасса. Гидромасса будет коагулироваться, при интенсивном перемешивании, коллоидальным раствором окиси железа и подвергаться обезвоживанию в трех стадиях: 1-ая стадия – фильтрующие трубы (до 95% влажности), 2-ая стадия – прессы низкого давления, фильтры Вольфа или центрофуги Гаубольда (до 80% влажности), 3-я стадия – пресс Мадрук (до 60% влажности).

Затем торф будет подвергаться досушке и превращаться в порошок. Этот порошок подается потоком воздуха по трубам в котельную, вдувается в топки котлов через форсунки и сгорает наподобие нефти с коэффициентом полезного действия до 85%.

К марту месяцу 1923 г. здание этого завода общей кубатурой около 2 000 куб. саж. было закончено постройкой, почти все машины изготовлены. В конце лета 1923 года все машины должны быть смонтированы и завод пущен в ход.

Осенью 1922 года Гидроторфом было сделано крупнейшее открытие, развешивающее перед Гидроторфом совершенно неожиданные перспективы. Оказалось, что соответственно обработанная тем же коллоидальным раствором железа гидромасса, высушенная естественным путем или искусственно обезвоженная, обладает способностью коксоваться и газифицироваться, при чрезвычайно низкой температуре, и при этом давать большое количество жидких отгонов.

Чтобы оценить это открытие, достаточно указать, что понижение температуры сухой перегонки угля на 100⁰ считалось в свое время крупнейшим техническим достижением. В данном случае речь идет о понижении температуры коксования на 200⁰ и температуры газификации на 300⁰, с одновременным увеличением более чем в два раза выхода жидких смол, которые одни способны окупить все расходы по добыче и обработке торфа.

Понижение температуры сухой перегонки до 300-350⁰ дает возможность применять для этих процессов чрезвычайно простую и дешевую аппаратуру (железо), вместо дорогих реторт и генераторов, выложенных шамотом^{*}.

3. История организации Гидроторфа

Первый период, до 1918 г. – Комиссия по добыче торфа гидравлическим способом – Начало [сооружения] завода по обезвоживанию – Автономность Гидроторфа – Теперешняя организация – Разработки на Электропередаче – Ярославские разработки – Сормовские разработки – Шатурские разработки

Первый период работы изобретателей Гидроторфа – с 1915 по 1917 годы включительно – относится еще к дореволюционному времени, когда на работы по решению задачи механизации торфодобычания ассигновывались средства бывшими Акц. О-вами «Электропередача» и «О-во Электрического Освещения 1886 года». В эти первые годы никакой особой организации для руководства опытами не было, они протекали при станции Электропередача и выделялись из других работ Электропередачи только персонально. Во главе этой работы стояли директор-распорядитель станции Электропередача Р.Э. Классон и инженер В.Д. Кирпичников.

Непосредственно после октябрьской революции Гидроторф переживал очень тяжелое время, так как новое финансирование его работ наладить удалось далеко не сразу. Лишь по окончании торфяного сезона 1918 г., который прошел под знаком полного отсутствия средств, Главным Торфяным Комитетом выдана была небольшая часть ассигнованных еще в марте Гидроторфу средств^{**}.

^{*} Т.е. обожженной, огнеупорной глиной.

^{**} Из письма Р.Э. Классона в Главторф от 13 июля 1918 г.:

10 июля с/г на станции «Электропередача» на работах гидравлического торфа произошла забастовка, длившаяся полдня. Забастовка вызвана недовольством рабочих распределением продовольствия. Забастовка прекратилась, но рабочие желали бы иметь по этому поводу определенное решение Главного Торфяного Комитета. <...>

Что касается денежного вопроса, то, как известно, Главному Торфяному Комитету, никаких денег на производство работ по гидравлическому торфу станцией бывш. О-ва 1886 г. не было получено, а так как доходы станции б. О-ва 1886 г. в последнее время резко падают, то мы не имеем возможности расширить производство, несмотря на то, что в последнее время техническая часть совершенно налажена, и мы могли бы работать в две и даже в три смены и добыть в течение июля месяца несколько сот тысяч пудов торфа.

Сейчас мы не можем нанять вторую смену, так как не уплатили 30 000 рублей рабочим за последние две недели. Сегодня платежный день, и мы платить не можем, так как у нас нет денег.

18 мая с/г Главный Торфяной Комитет признал необходимым ассигновать 100 000 рублей на производство опытов. В данный момент речь не идет о производстве опытов, которые более или менее закончены, а о самом производстве торфа, которое может быть придется остановить за недостатком средств, и поэтому получение этих 100 000 рублей является в высшей степени срочным, так как при их помощи будет добыто несколько сот тысяч пудов торфа.

Этот переходный период закончился в конце 1918 года, когда организована была при Главном Торфяном К-те Комиссия по добыче торфа гидравлическим способом.

Руководителями этих работ были оставлены изобретатели Гидроторфа, инженеры Р.Э. Классон и В.Д. Кирпичников. Кроме того, в этой Комиссии состояли И.И. Радченко и Е.С. Меньшиков, которые непосредственного участия в работах Гидроторфа не принимали и созывались председателем комиссии [(И.И. Радченко)] только для решения важных и принципиальных вопросов*.

В течение этого периода Гидроторф был чрезвычайно ограничен как в средствах, так и в масштабах работ, так как Главный Торфяной Комитет требовал сокращения работ до чрезвычайно малого масштаба, достаточного только для решения вопроса, возможно ли добывать торф гидравлическим способом и для определения различных коэффициентов.

В то же время непосредственные руководители Гидроторфа, для которых этот вопрос уже давно был решен, настаивали на развертывании работ в таком промышленном масштабе, который позволил бы дать полную оценку нового способа торфодобыывания с технической и экономической стороны.**

* Из «советской политкорректности», или цензуры здесь опущена персона 5-го члена комиссии – Э.Р. Ульмана, который, как «изящно» выразился И.И. Радченко в письме В.И. Ульянову-Ленину от 6 июня 1921 г., в 1920-м «бежал из России вкупе с другими белогвардейскими акулами грюндерства».

** Из записки В.Д. Кирпичникова и Р.Э. Классона в Главторф от 18 ноября 1919 г.:

В общем, кампанию 1919 года по добыче гидравлического торфа приходится признать неудачной. В прошлом, 1918 году вся техническая сторона дела была совершенно выяснена и были спроектированы и заказаны все механизмы, необходимые для того, чтобы поставить добычу гидравлического торфа безукоризненно в техническом отношении. В частности, было заказано 4 крана с приспособлением для вытаскивания пней фирме [инженера] Фаянс в Петрограде и в течение всей зимы мы получали категорические заявления, что краны будут вовремя доставлены. Когда же наступил сезон, то оказалось, что ни один кран не изготовлен и доставлен быть не может.

Поэтому пришлось спешно собирать старые, заведомо непригодные краны и подвешивать к ним торфососы, что вызвало очень большую задержку и к нормальной работе пришлось приступить только 18-го июня, по истечении почти половины торфяного сезона. Такая же задержка произошла и с фасонными частями труб для разлива массы. Из всех заказанных фасонных частей была доставлена в конце сезона только ничтожная часть, и потому весь разлив пришлось производить без указанных частей. То же самое произошло со всеми остальными механизмами, которые или вовсе не были доставлены или были доставлены по окончании торфяного сезона.

Невозможность развернуть работы в широком масштабе и постоянная борьба с Главным Торфяным Комитетом и с недружелюбно относившимися к работам Гидроторфа **деятелями** Электропередачи, на территории которой эти опыты происходили, заставили руководство Гидроторфа искать других форм для распространения этого способа*.

* Термин «деятели» (с отрицательной эмоциональной окраской) явно из лексикона Р.Э. Классона, для нейтрального описания вполне сгодился бы термин «работники» или «сотрудники». К таковому «**деятелю**», в первую очередь, следовало бы отнести **Г.М. Кржижановского**. Из воспоминаний И.Р. Классона:

Со слов отца в 1920-х, со слов его и моих товарищей я знаю следующее.

До революции Кржижановский открыто не выступал против деятельности отца. Но за его спиной Кржижановский с двумя другими руководителями «Электропередачи» убеждали самого молодого «гидроторфиста» – тогда практиканта П.Н. Ефимова перейти на другую работу, т.к. он испортит свою карьеру, занимаясь безнадежным делом, на котором вдруг помешался отец. Ефимов их не послушался и в дальнейшем стал выдающимся специалистом в торфяной промышленности.

В 1917-20 гг. Кржижановский, будучи председателем правления «Электропередачи», в той или другой форме отстранял отца от руководства этой станцией и допускал разложение дисциплины. В феврале 1920 г., когда в результате технического и организационного разложения на станции вышли из строя два из трех турбогенераторов, Кржижановский предложил отцу организовать их ремонт.

На замечание отца, что при последней, проведенной Кржижановским реорганизации руководства «Электропередачей» он, Классон, вообще был выведен из него, Кржижановский ответил, что это не будет иметь никакого значения.

<...> [Председатель Главторфа-Цуторфа] Радченко всегда ненавидел Гидроторф, но лично к Классону относился хорошо и много раз оказывал помощь, а Кржижановский наоборот, после признания гидроторфа Лениным в 1920 г., не действовал против Гидроторфа, но зато не было такой гадости, которую Кржижановский не сделал бы лично Классону. Кржижановский совершенно иначе, чем в 1916-м, относился к гидроторфу после признания его Лениным. Например, в 1926-м – в написанном профессором Г.М. Кржижановским некрологе Р.Э. Классону (журнал «Электричество», 1926, №4).

Р.Э. Классон в письме в правление «Электропередачи» (под председательством Г.М. Кржижановского) от 12 января 1920 г., после очередного избрания в дирекцию станции его самого, Г.М. Кржижановского и В.В. Старкова, с горечью констатировал:

Как, вероятно, известно Правлению, я последние два года почти не принимал участия в административно-технической работе «Электропередачи», ограничиваясь исключительно работами по гидравлическому торфу. Главнейшие причины, почему я – строитель и основатель «Электропередачи», тративший на нее в прежние годы почти все свое время и свой труд, совершенно отстранился от управления «Электропередачей», лежат в той атмосфере, которая создавалась за последние годы на станции «Электропередача». За последние два года почти совершенно прекратилась всякая техническая работа, производительность труда, как рабочих, так и инженеров, упала до невероятных пределов, так как все время тех и других было поглощено бесконечными разговорами. Дисциплина на станции упала чрезвычайно. Вопросы политические заслонили все остальные интересы станции, и я, стоя совершенно в стороне от политической борьбы, не мог привлечь внимания персонала к техническим и экономическим вопросам станции.

Постепенно станция приходила во все больший и больший упадок, и сейчас станция из хорошо налаженного предприятия, которым она была в прежние годы, превратилась почти в развалину.

А в 1922-м директором «Электропередачи» был назначен Николай Павлович Адрианов, откомандированный по указанию Г.М. Кржижановского (ставшего уже председателем Госплана), из Златоуста в Москву. Н.П. Адрианов, похоже, тоже стал недружелюбно относиться к Гидроторфу. Из письма Р.Э. Классона в Управление МОГЭС от 18 января 1923 г.:

От Электропередачи мы получаем целый ряд счетов, иногда по самым незначительным поводам, вроде счета за поднятие вагонетки. Затем получаем счета за пользование железной дорогой, телефоном и прочим. Мы до сих пор не представляли обратных счетов, и получается совершенно односторонняя бухгалтерия, при которой нам предъявляют бесконечный ряд счетов.

Мы же таковых не предъявляем, так как боимся, что если мы вступим на путь представления счетов, то наши инженеры будут заняты не делом, которое стоит на первом плане, а выписыванием счетов, и это создаст атмосферу придирчивости и кляуз, в которой всякая реальная работа погибнет.

Нам представляют счета за железную дорогу [(принадлежащую Электропередаче)], но, с другой стороны, весь вывоз машинно-формованного торфа Электропередачи идет сейчас на наших четырех паровозах и на наших вагонах. Если бы мы эти паровозы и вагоны отобрали, то Электропередача могла бы работать только одной турбиной.

Для этой цели было создано Товарищество «Торфоснабжение», в которое вошло около десяти инженеров, вкладывавших в это дело свой личный труд. Деятельность этого Т-ва заключалась в распространении идеи Гидроторфа, в составлении проектов торфяных хозяйств и изготовлении машин для добычи торфа гидравлическим способом.

За время двухлетнего существования Товарищество «Торфоснабжение» вело три дела:

- 1) оборудование и организация гидроторфяных разработок на Шуваловском болоте, под Петроградом,
- 2) оборудование и организация Забелицких гидроторфяных разработок близ гор. Ярославля и
- 3) снабжение Главсланца машинами для добычи сапропеля гидравлическим способом в г. Осташкове.

В начале ноября [1920 года], после того как было создано Государственное управление по делам Гидроторфа, Т-во «Торфоснабжение» закрылось. Результаты его деятельности, однако, выразились в известной подготовке технического мнения и в изготовлении ряда машин, которые нашли себе применение в дальнейших работах Гидроторфа и Главсланца.

В октябре 1920 г. работами Гидроторфа заинтересовался Председатель СНК тов. В.И. Ленин, и 30 октября был издан декрет СНК, признающий работы Гидроторфа имеющими важное государственное значение и дающий Гидроторфу большие полномочия. Согласно декрета Гидроторф начал существовать при Цуторфе в качестве отдельной единицы, связанной с ним при помощи Совета, в который входили два руководителя Гидроторфа – Р.Э. Классон и В.Д. Кирпичников и два представителя Цуторфа – И.И. Радченко и Е.С. Меньшиков и, в качестве нейтрального председателя, Г.Б. Красин.

Этот Совет должен был рассматривать все программные, сметные и принципиальные вопросы, касающиеся масштаба и характера деятельности Гидроторфа.

С этого момента начинается развертывание работ Гидроторфом как на своем прежнем хозяйстве – в имении Г.Э.С. Электропередача, так и в других местах – на Забелицком и Ляпинском болотах близ г. Ярославля, на Шатурских торфяных разработках и на Чернораменском болоте близ Сормова.

Управление по делам Гидроторфа приступило к постепенному развертыванию промышленной добычи торфа гидравлическим способом, которая лучше, чем всякие опыты, могла доказать целесообразность или нецелесообразность этого способа. Так как механизированный способ, естественно, требовал для производства большого количества механизмов, Гидроторфу пришлось обратить серьезное внимание на организацию изготовления нужных машин, что в 1921 году представляло очень большие трудности.

Трудность изготовления машин осложнялась еще тем обстоятельством, что Гидроторф не имел завода, где он мог бы сосредоточить изготовление всех машин; таковое пришлось организовывать на десяти различных заводах, каждый из которых зачастую изготавливал только часть машины. Для этой цели созданы были сильное техническое бюро, разрабатывающее с начала до конца все конструктивные чертежи механизмов, и целая сложная организация, налаживавшая и следившая за изготовлением машин на различных заводах.

Одновременно с чисто механическими работами, по совершенствованию машин для добычи и переработки торфа, в большом масштабе велись лабораторные химические работы, имевшие целью воздействовать на самую природу торфа и превратить его в вещество, способное отдавать воду под механическим давлением.

И осенью 1921 г. сделано было чрезвычайное важное изобретение – найден был дешевый способ коагулировать гидроторф, т.е. сделать коллоиды торфа способными отдавать воду при механическом воздействии.

После того, как специальная комиссия, назначенная Председателем СНК, под председательством Народного Комиссара Л.Б. Красина установила большое значение сделанного изобретения, Гидроторфу были отпущены крупные суммы для постройки завода для механического обезвоживания торфа в больших промышленных масштабах и для заказа за границей нужных для этого завода машин.

Постоянная борьба с Цуторфом относительно масштаба работ заставила Гидроторф ходатайствовать перед СТО о полном выделении Управления Гидроторфа из состава Цуторфа, что и было проведено в жизнь декретом от 22 марта 1922 г. Этим декретом Гидроторф был сделан автономным предприятием, состоящим под общим наблюдением ГУТа.

Тем же декретом Гидроторфу был передан в качестве технической базы завод «имени Владимира Ильича»*, на котором ныне сосредоточено все изготовление нужных Гидроторфу машин.

Одновременно ГУТу было предложено организовать экспертную комиссию для всестороннего обследования Гидроторфа и установления, на основании [достижений] сезона 1922 года, его технической и хозяйственной ценности. Организованная для этой цели ГУТом и утвержденная СТО комиссия проработала 8 месяцев и в январе 1923 г. закончила свою работу.

* Завод бывший «Русская Машина» – примеч. редакторов книги.

Из письма Р.Э. Классона Управделами Совнаркома тов. В.А. Смольянинову от 30 июля 1921 г.:

Позвольте к Вам обратиться по чрезвычайно спешному и неотложному делу с просьбой доложить об этом Владимиру Ильичу. Дело вот в чем. Мы просили предоставить нам, как техническую базу для Гидроторфа, завод «Русская Машина», на который мы должны были переехать со всеми складами, конторой и мастерскими. После многих месяцев ходатайства мы получили разрешение и завтра должны были переезжать на зав. «Русская Машина». Это один из старейших московских заводов, лежит на рельсовых путях, что для нас, безусловно, необходимо, имеет большие склады, что так же очень важно, и мы можем на нем изготавливать все, что нам нужно и что можно делать в России. Словом, завод во всех отношениях подходящ для нас.

Но как раз сегодня произошло столкновение интересов: [военный главк] Авто-Броня – другой претендент на завод «Русская Машина», который получил прежний снарядный корпус, огромное помещение, вполне для него достаточное, не удовлетворился этим и сегодня заявил, что ему нужен почти весь завод. В частности, ему нужны все склады, литейная (целиком), кузнечная (90%) и половина механических мастерских.

Кроме того Авто-Броня требует, чтобы мы вне очереди исполняли все ее заказы. Организация же всего завода и ремонт завода, пополнение штата и все прочее лежит на нас. При таких условиях, выходит, что мы все свои силы уьем на подготовительные работы для Авто-Брони, пустим завод, от которого нам не будет никакой пользы.

Так как Авто-Броне нужны, собственно говоря, только большие сараи и большая площадь для танков, то и мы, и Мосмет всячески протестовали против разрушения старейшего, крупного московского завода. На нашей работе он не только сохранился бы, но мы его привели бы в порядок и хорошо бы поставили бы на нем производство, насколько это возможно при нынешних условиях. Это же мнение поддерживает и Мосмет.

Письмо В.Д. Кирпичникова Управделами СТО тов. В.А. Смольянинову от 16 января 1922 г.:

Постановление Президиума ВСНХ от 31/X-21 года, как Вы его понимаете и так, как мы хотели бы его понимать, в жизнь не проведено. Мосмет, в ведении которого находится завод «Русская Машина», базируясь на некоторой неопределенности постановления ВСНХ, отказывается передать нам завод и считает, что он из милости пустил нас на его территорию в качестве «бедных родственников». Для внесения полной ясности в этот вопрос мы возбуждаем новое ходатайство в Центральном Производственном Управлении ВСНХ и просим Вас поддержать нас в том смысле, чтобы завод был передан целиком в наше ведение и управление.

Подробные результаты этой работы были еще раз обсуждены особой комиссией СНК под председательством тов. П.А. Богданова, и, наконец, высший хозяйственный орган Республики – СТО признал, что «гидравлический способ торфодобычи в настоящий момент вышел из стадии опытов, принял промышленный характер и привел к большим достижениям в деле механизации торфодобычи».

Одновременно [было] постановлено перевести Гидроторф с 1 апреля 1923 г. на хозяйственный расчет, оставив на государственном бюджете только опытные работы Гидроторфа и, в частности, достройку и дооборудование завода по обезвоживанию торфа. Подробные резолюции Комиссий и СТО напечатаны в качестве приложения в конце книги, а огромный материал комиссии ГУТа использован в этой книге.

В настоящее время организация Гидроторфа рисуется следующим образом: во главе всех предприятий Гидроторфа стоит Центральное управление, которое, в противоположность многим центральным управлениям, фактически управляет подведомственными ему предприятиями, осуществляя это управление путем снабжения своих хозяйств машинами, деньгами, продовольствием и техническим персоналом, путем разработки всех проектов и инструкций, путем частых поездок на места руководителей Гидроторфа и специалистов по всем производственным и хозяйственным вопросам.

Для изготовления оборудования в ведение Гидроторфа предназначен завод имени Владимира Ильича, который изготавливает машины, начиная с разработки их проекта и кончая монтажом их на болотах. Для дальнейшего усовершенствования Гидроторфа и решения задач обезвоживания торфа при Гидроторфе создан Опытный отдел, имеющий в своем составе:

- 1) богато обставленную лабораторию на заводе имени Владимира Ильича, с отделением на Электропередаче;
- 2) опытное поле в имении Электропередачи для подробных научных испытаний всех новых моделей машин;
- 3) чертежную для разработки конструкций новых моделей опытных машин и
- 4) бюро по постройке завода по обезвоживанию торфа, строящегося при Электропередаче.

Работы этого Опытного отдела достаточно подробно изложены в настоящей книге.

Переходя к обзору отдельных хозяйств Гидроторфа (местоположение их указано на рис. Б-30 – *здесь не приводится*), необходимо указать на двоякую связь Гидроторфа с электрическими станциями на торфе. Главная и основная задача Гидроторфа – обеспечить возможность добычи торфа в таком масштабе, который необходим для [обеспечения топливом] районных электрических станций.

Эта задача, при неудовлетворительности всех прежних способов добычи торфа, легла в основу создания Гидроторфа. С другой стороны, торфяные разработки гидравлическим способом требуют наличности довольно большого количества электрической энергии, каковой вопрос разрешается легче всего вблизи электрических станций. Неудивительно поэтому, что все главнейшие разработки Гидроторфа тесно связаны с планом электрификации России и по всей вероятности будут служить в будущем основной базой районных станций на торфе.

Колыбелью Гидроторфа является первая, и пока единственная, крупная районная электрическая станция на торфу «Электропередача». Здесь Гидроторф работает уже в течение 8-ми лет, и результаты его деятельности довольно значительны.

Если первые пять лет существования деятельность Гидроторфа на Электропередаче была направлена главным образом на проверку самого способа и на испытание машин, то три последние года Гидроторф ведет здесь большие работы по постановке промышленной добычи торфа в крупном масштабе. Цифры добычи гидроторфа на Электропередаче за предыдущие годы пока невелики, что объясняется поздним прибытием машин на болото и постоянными денежными затруднениями.

Совсем иначе обстоит дело в настоящее время, когда на разработках имеется уже 10 комплектов машин, подготовлены большие площади для полей стилки, вполне закончено водоснабжение, вообще все подготовительные работы находятся в таком состоянии, что с весны 1923 года все машины должны быть пущены в ход в полном масштабе. Добыча в 1923 году предполагается в размере 120-130 тысяч тонн и ограничивается не наличием оборудования, а лишь недостаточностью полей сушки.

Кроме этой большой работы по разворачиванию добычи торфа, гидроторфяные разработки на Электропередаче и до сих пор продолжают оставаться базой для всех опытных и научных работ по Гидроторфу; здесь испытываются все новые машины, здесь наблюдаются процессы сушки торфа, как коагулированного, так и некоагулированного, и здесь же оборудуется большой опытный завод для механического обезвоживания торфа. На чертежах, рис. Б-31 и Ж-1, изображено все хозяйство Гидроторфа на Электропередаче.

На втором месте необходимо упомянуть Ярославское Отделение Гидроторфа с торфяными разработками на двух болотах. На Забелицком торфяном болоте площадью около 90 гектаров торф добывался в течение 1921 и 1922 годов. Это болото луговое и беспнистое; работа на нем носит специфический характер и является интересной для определения пригодности гидроторфа для луговых болот и для установления производительности машин при отсутствии пней.

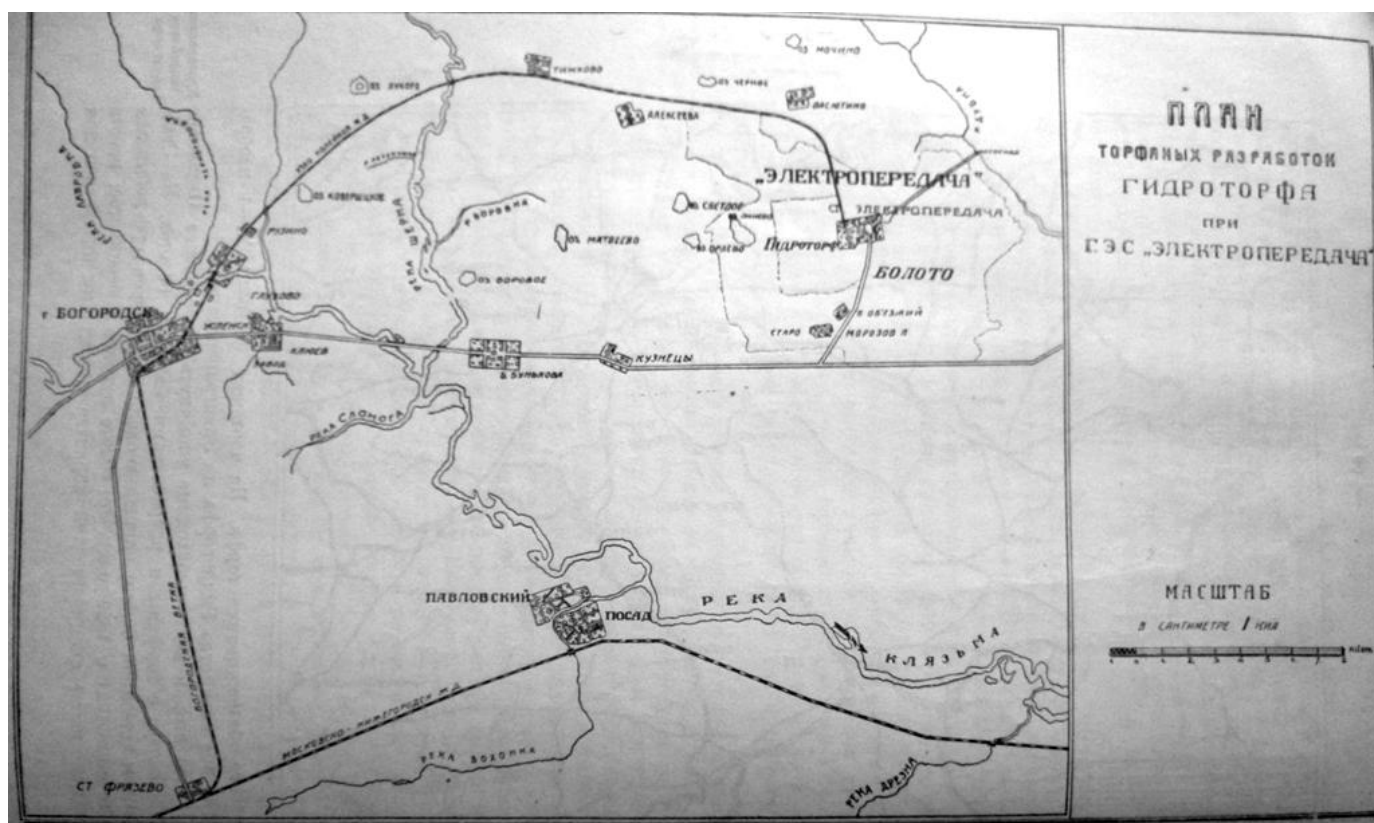


Рис. Б-31

Ляпинское торфяное болото общей площадью около 4 000 гектаров (см. планы рис. Б-32, Б-33), по своей близости к одному из крупнейших приволжских городов и по своему высокому качеству, должно быть отнесено к разряду первоклассных русских болот, вполне пригодных для постройки районной электрической станции на торфе. Этой идеей освещены все работы Гидроторфа на этом болоте.

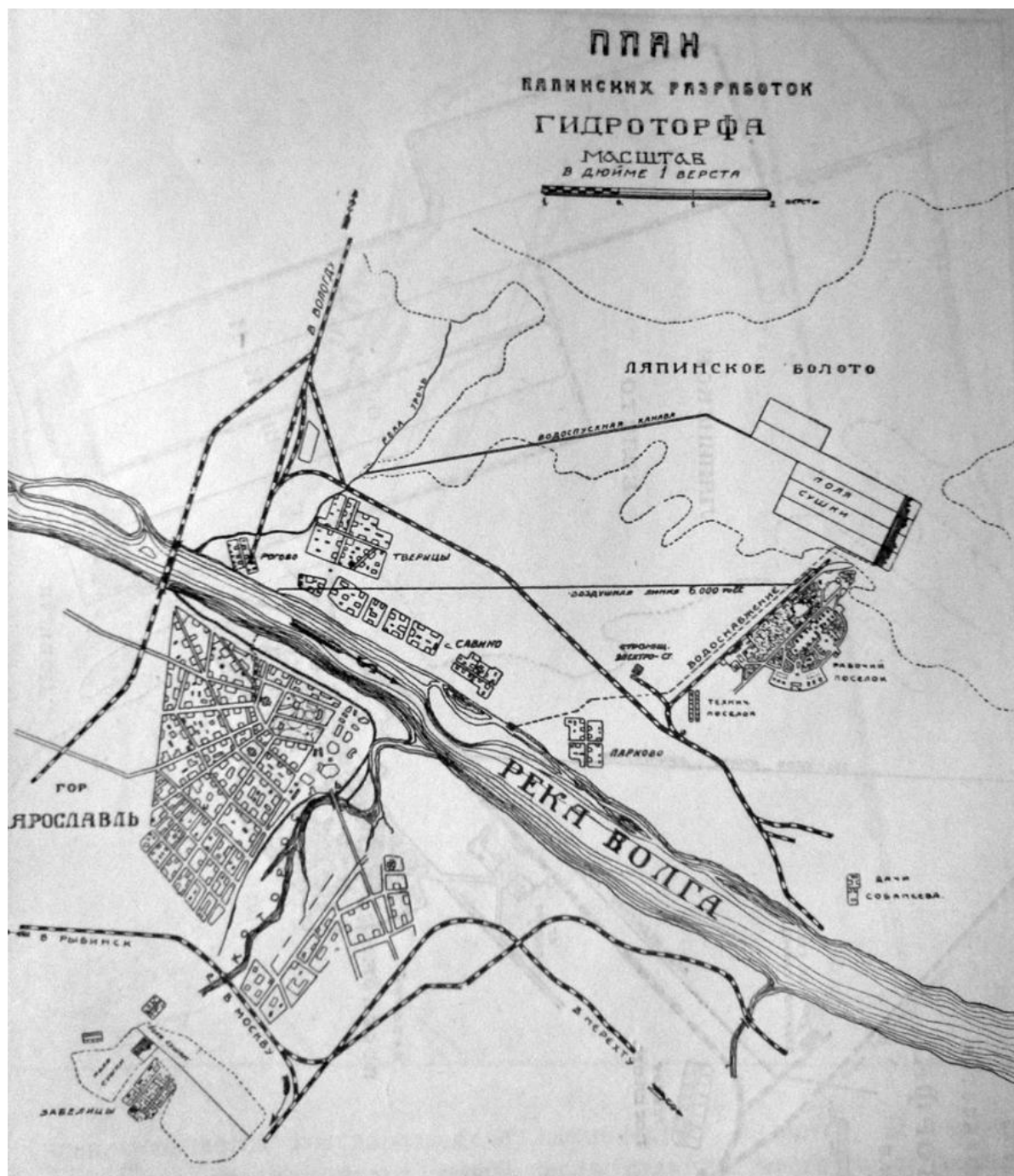


Рис. Б-32

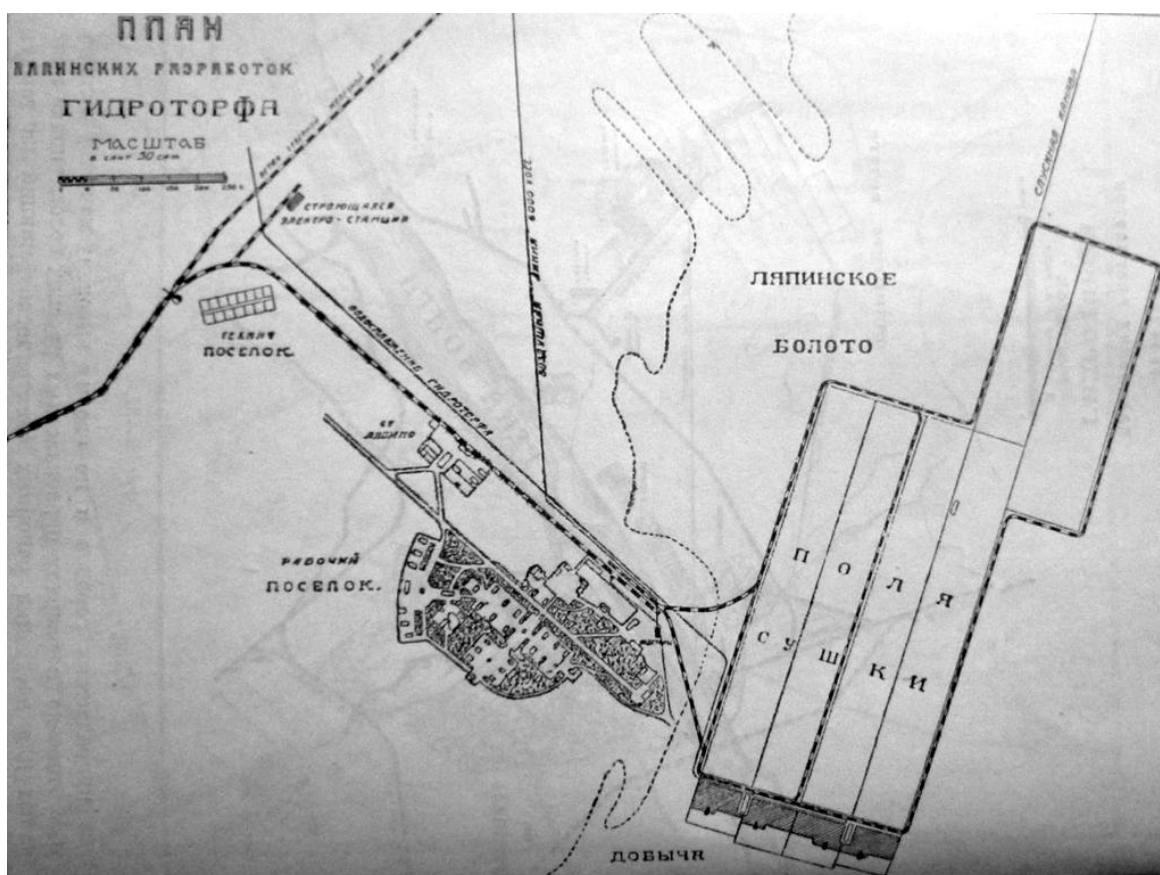


Рис. Б-33

Местные организации, сознающие острую нужду гор. Ярославля и ярославской промышленности в топливе и электрической энергии, сильно поддерживали это начинание Гидроторфа. В течение года удалось преодолеть все первоначальные трудности создания больших хозяйств на новом месте, и осенью 1922 года здесь были пущены в ход первые два торфососа.

Вся будущая выработка данного хозяйства предназначена для отопления [для торфоснабжения – как в машинописи? – МК] электрической станции, для постройки которой ныне создается государственное акционерное общество. В первое время эта станция будет играть роль станции местного значения мощностью 5 000 киловатт; во вторую очередь она должна развиваться в большую районную станцию.

На третьем месте стоит Сормовское хозяйство Гидроторфа, сосредоточивающее свою работу на Чернораменском болоте близ г. Балахны общей площадью около 5 000 гектаров (см. план рис. Б-34, Б-35). Это болото – одно из лучших болот нижегородского района – должно дать торф для Сормовских заводов, ныне сожигающих громадное количество жидкого топлива, и для строящейся Нижегородской районной электрической станции.

Здесь, вдали от всех путей в течение года с четвертью удалось произвести громадную работу. В настоящее время разработки Гидроторфа связаны с Сормовом широкой железнодорожной колеей и линией электропередачи напряжением 30 000 вольт, на разработках имеется большой поселок для рабочих и установлены два, опробованных в работе поздней осенью [1922 г.], комплекта машин.

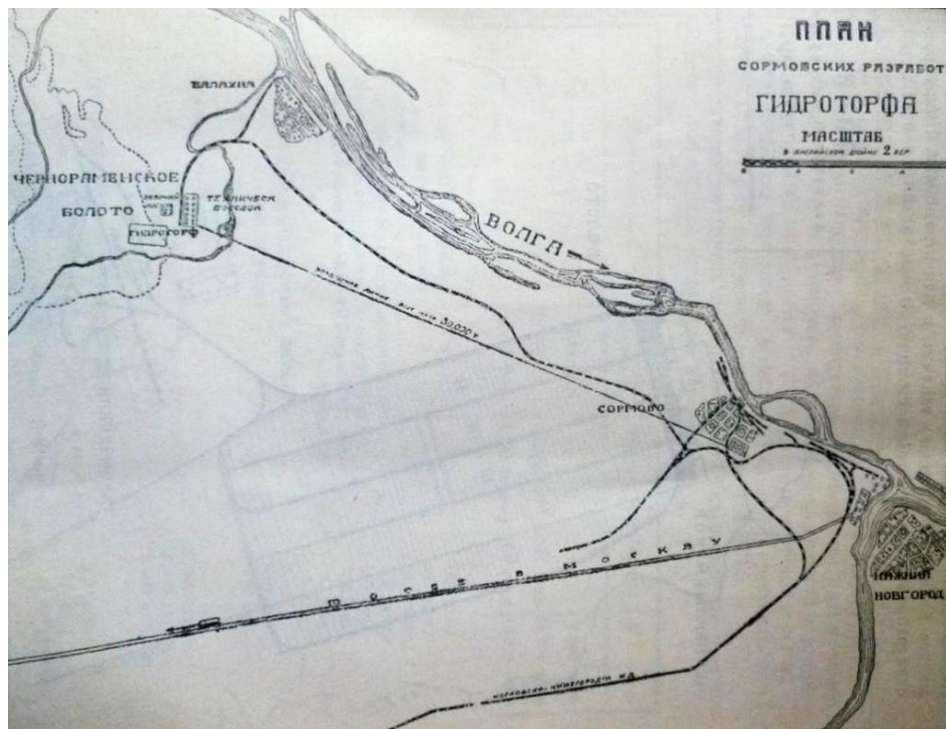


Рис. Б-34

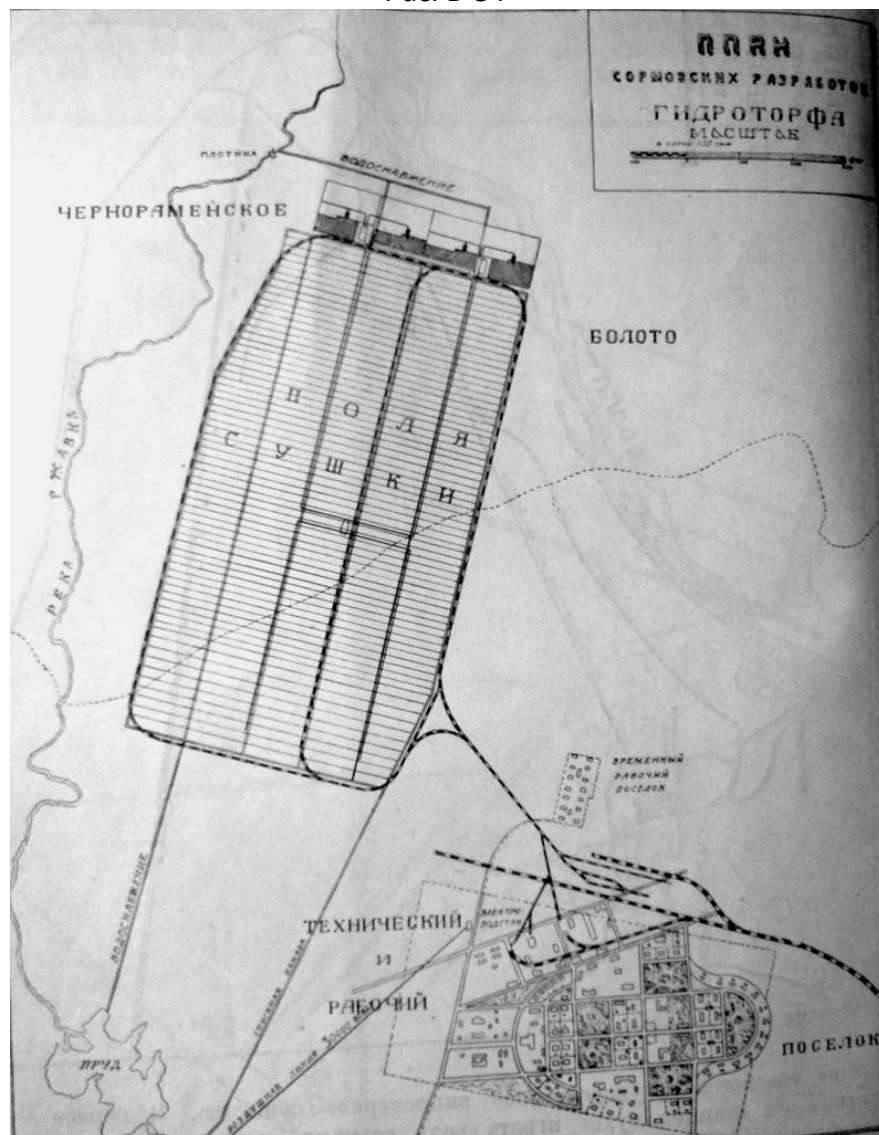


Рис. Б-35

Наконец, работы по способу Гидроторфа велись в 1921 и 1922 г.г. на торфяных разработках при Шатурстрое. Эти работы взяты были в свое ведение Шатурстроем, оставившим за Управлением Гидроторфа только общий надзор через инструктора, не имеющего, однако, права распоряжаться.

Неблагоприятные результаты эксплуатации Гидроторфа на Шатуре (в 1921 году было добыто 1 170 тонн на 1 торфосос и в 1922 г. – 4 500 тонн на два торфососа) заставляют Гидроторф прекратить здесь работы гидроторфа и перевести машины в другое место.

В цифрах развертывание деятельности Гидроторфа во всех хозяйствах выражается следующим образом:

Добыто торфа	Электропередача	Шатура	Забелицы	Всего
В 1920 г.	5 640 т	–	–	5 640 т
В 1921 г.	15 000 т	1 170 т	2 000 т	18 170 т
В 1922 г.	34 400 т	4 500 т	10 700 т	49 600 т

Сделано валовых канав	35 км
Сделано картовых канав	247 км
Скорчевано	660 гект.
Сполировано поверхности полей сушки	502 гект.
Построено и оборудовано 3 подстанции на	4.000 kw
Проведено линий электропередач 30.000 вольт	26 км
Проведено линий электропередач 6.600 в. и ниже	47 км
Проведено железнодорожных линий:	
широкой колеи	10 км
узкой колеи	45 км
Сделано построек:	
рубленых	39.300 куб. м
тесовых	31.400 куб. м
прочих	19.500 куб. м
Исполнено работ по водоснабжению:	
трубопроводов	1,30 км
канав	7,5 км
Оборудовано комплектов машин	13 агрегатов

Глава В. Техническое описание нормальной для 1923 года установки гидроторфа

1. Разграничение стадий производства

Гидравлический способ добычи торфа распадается на следующие стадии:

- 1) Размыв торфяной залежи водяной струей высокого давления, выделение ее из пней и превращение в кашеобразное состояние.
- 2) Засасывание, первоначальная переработка торфяной массы и подъем ее до растирателя, установленного на платформе крана.
- 3) Побочная операция – удаление больших пней в месте размыва и мелких от торфососа.
- 4) Тщательная переработка гидромассы растирателем и нагнетание ее по трубопроводу в аккумулятор.
- 5) Транспорт гидромассы по трубам под давлением, развиваемым насосом, и разлив на полях сушки.
- 6) Формовка пластичного торфа.
- 7) Операции по сушке торфа.
- 8) Уборка торфа с полей сушки.

Как видно из дальнейшего, производительность одного комплекта может быть с достаточным основанием принята равной 16 500 тонн воздушно-сухого торфа в сезон.

Для последующего описания стандартной установки примем ее состав из четырех комплектов, т.е. 4-х торфососов со всеми вспомогательными машинами, которые объединены в едином централизованном хозяйстве. Болото предположено верховое – сильно пнистое.

2. Размыв

Размыв торфяной залежи является основной операцией гидравлического способа добычи торфа, превращающей торф в гидроторф или гидромассу, чем обуславливается возможность механизации дальнейших стадий торфяного производства: засасывания и переработки массы, транспорта и разлива по полям сушки. Водяная струя высокого давления с необычайной легкостью и большим эффектом справляется с торфяной залежью, вымывая ее из переплета пней и превращая в сравнительно однородную массу влажностью от 95,5% [и чуть выше], обладающую достаточной, для подтекания к торфососу на расстояние 30-ти метров, текучестью.

Размыв производится у каждого торфососа 2-мя брендсбойтами, диаметром от 25 до 32 мм, при давлении у наконечника 12-14 атм. Две таких струи заменяют труд около 100 копачей при машинно-формовочном способе.

Потребное для размыва количество добавочной воды зависит от содержания влаги в сырце (залежи) и равно следующим величинам:

Влажность залежи	Потребное в %% колич. воды для размыва и доведения гидромассы до влажности 95,5%
85%	233%
86%	211%
87%	189%
88%	166,4%
89%	144,5%
90%	122%
91%	100%
92%	78%

Исходя из производительности торфососа при непрерывном производстве в течение 90 дней в 16 500 тонн и 60% времени чистой работы, получаем среднюю производительность торфососа на 1 час чистой работы равной:

$$16500 / (90 \times 24 \times 0,6) = 13 \text{ тонн}$$

Эта производительность соответствует размыву, в час чистой работы, около 110 куб. метров залежи, так как из одного куб. метра торфа-сырца при обычной влажности (90%) получается 0,12 тонны воздушно-сухого торфа (влажностью 25%). Для размыва такого количества требуется около 140 куб. метров воды в час. В виду неизбежных колебаний производительности по суткам и по часам (до 25 тонн [максимально]) это количество должно быть увеличено до 200 куб. метров.

Для полной надежности и большей эластичности на каждый торфосос назначается по одному центробежному электронасосу, подающему 200-250 куб. метров в час и развивающему давление в 20 атм.; 2 таких насоса устанавливаются в общей тесовой будке, и их нагнетательные трубопроводы соединяются между собой и снабжаются задвижками, дающими возможность насосам работать как вместе, так и отдельно.

Здесь же устанавливается аппарат для дозировки и растворения в притекающей к насосу воде гипса, употребляющегося, как это будет описано ниже, для частичной коагуляции торфа с целью ускорить его сушку.

Вода для размыва забирается насосами высокого давления из водяных аккумуляторов – обычно старых торфяных карьеров. Весной в этих водосборниках запасается весенняя вода, которой иногда хватает на весь сезон. Дополнительное количество подается из естественных водяных источников (рек, озер и проч.), которыми так богаты торфяные болота и их окрестности, и по канавам с полей суши.

Для подачи той и другой воды в расходный водяной аккумулятор с высоким уровнем воды приходится производить ее перекачку электронасосами низкого давления. При подаче на расстояние нескольких верст обычно пользуются открытыми канавами.

Запас воды в водосборниках желательно иметь возможно большим, особенно при отсутствии близких водяных источников. Для этого используются карьеры предыдущих лет. При установившейся ежегодной производительности запаса воды в двухлетних карьерах достаточно для работы в течение всего сезона. Подвод воды от насосов к брандсбойтам производится по трубопроводу высокого давления.

Одна часть магистрали, перпендикулярная ходу крана, укладывается на все лето и снабжается тройниками, заглушенными пробками или глухими фланцами; другая, параллельная карьере, переносится через два прохода крана вдоль карьера. На ней установлены тройники с заглушками и переносными задвижками. К этим задвижкам присоединяются ответвления для брандсбойтов, состоящие из труб, поворачивающихся на газовой резьбе отвода у задвижки, и гибкого рукава длиной 10 метров.

Брандсбойт укрепляется на переносном деревянном постаменте (рис. В-1, В-2) и имеет поворотное устройство, дающее легкую возможность передвигать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Брандсбойт заканчивается коническим наконечником от 25 мм до 32 мм диаметром. Количество воды, подаваемое брандсбойтами в час, видно из диаграммы (рис. В-3).

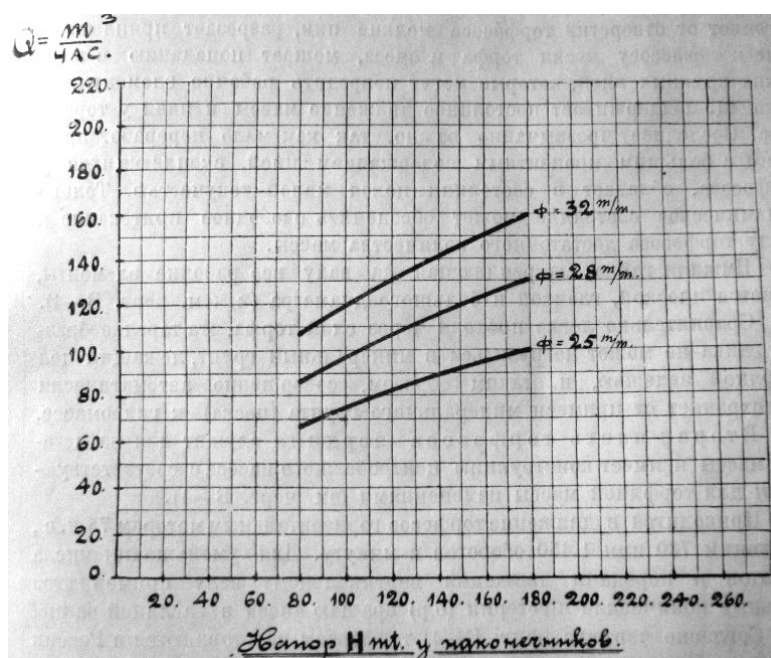


Рис. В-3

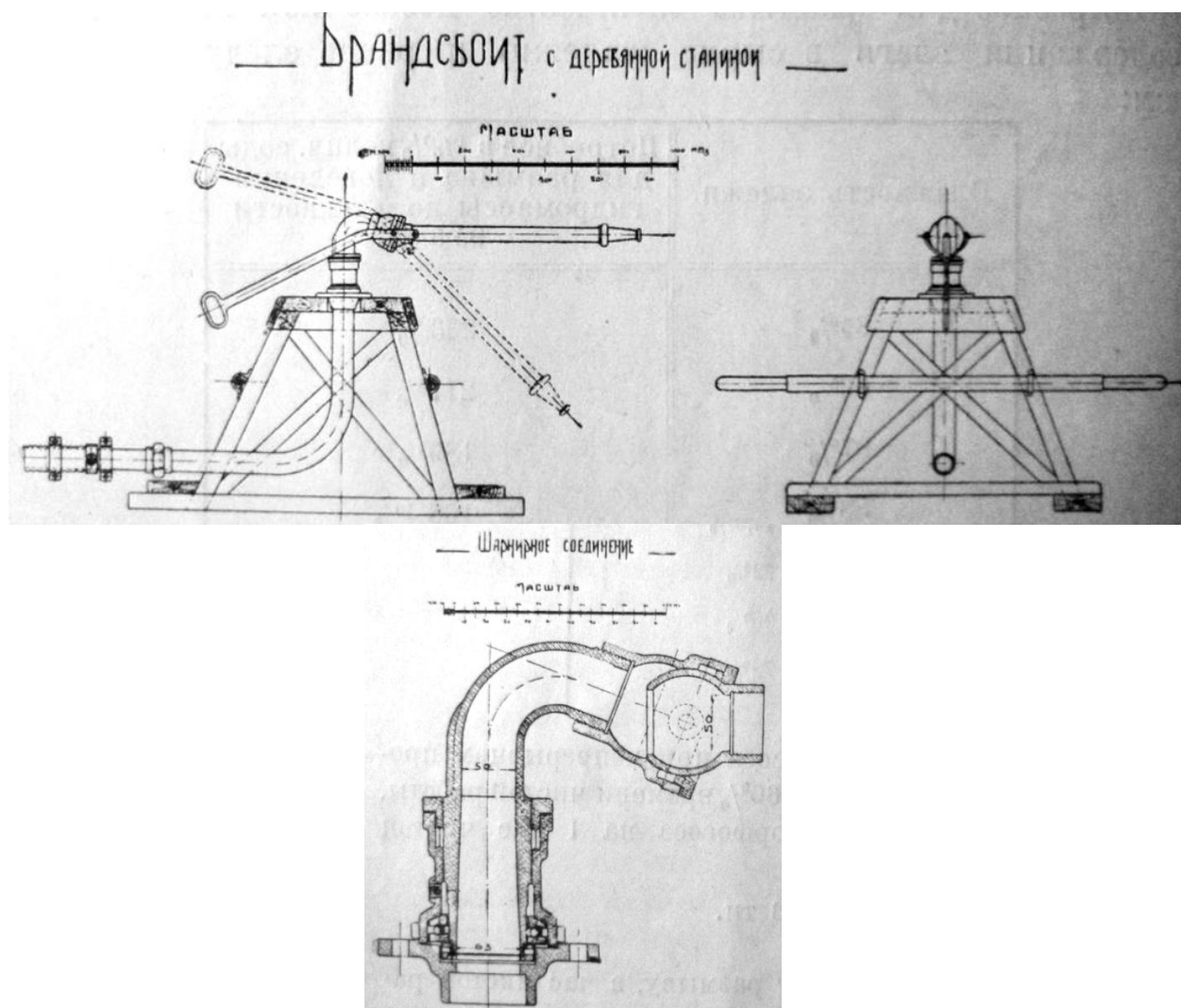


Рис. В-1



Рис. В-2

3. Засасывание и первоначальная переработка массы – торфосос

Указанная операция производится торфососом, подвешенным к вылету берегового крана и приводимым в движение мотором 75 л.с. (см. рис. В-4). Торфосос является основной машиной Гидроторфа. Без него гидравлический способ добычи торфа теряет всю свою ценность, а в промышленном масштабе не может быть поставлен. Эта оригинальная машина создана специально для торфяной массы и в своем теперешнем виде, по степени усовершенствования, является пятой или шестой моделью.

Торфосос в своем современном виде состоит, собственно, из двух рабочих частей: приемная часть в свою очередь состоит из пропеллера (b), рабочего винта (с) и направляющего аппарата (d) и служит для засасывания торфяной массы и ее первоначальной переработки быстрым движением пропеллера и перерезанием волокон, мелких пней и кусков торфа рабочим винтом о кромки ножа и направляющего аппарата.

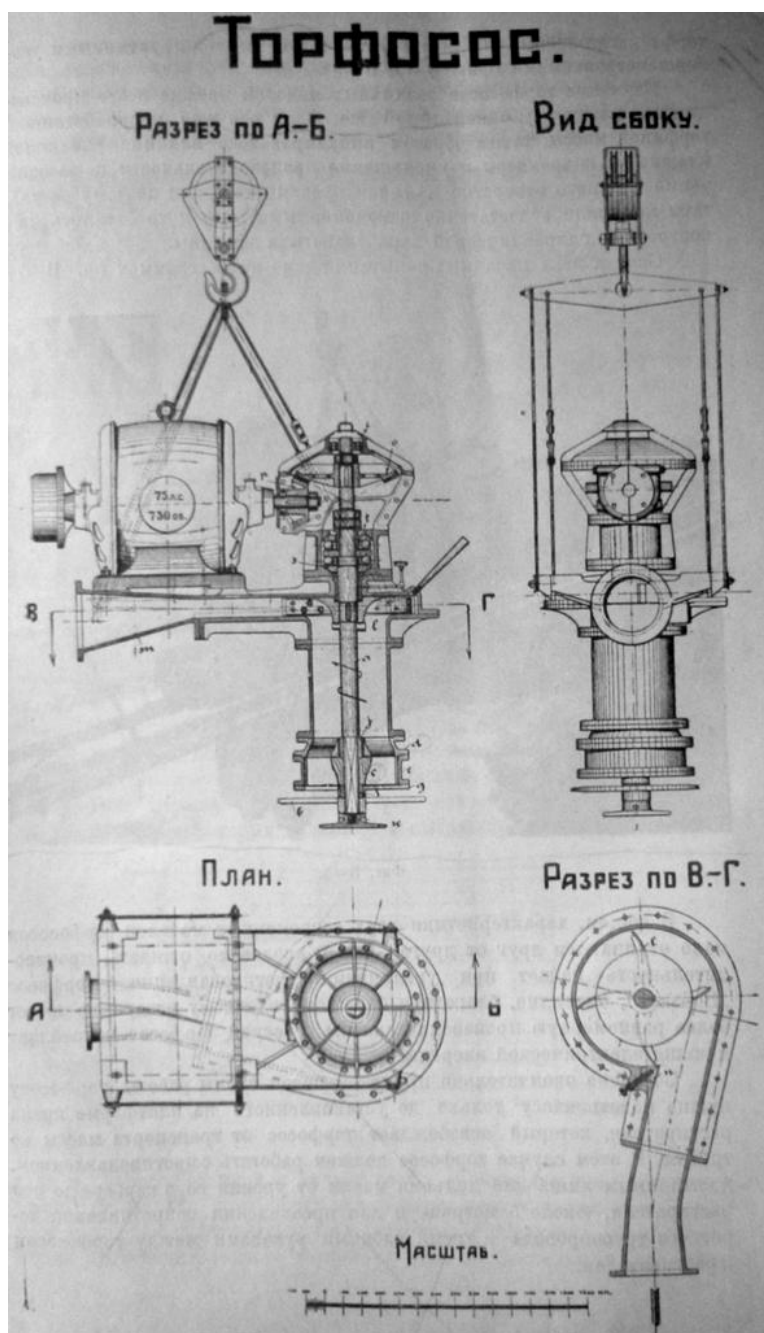


Рис. В-4

Вращающийся вместе с валом (а) плоский пропеллер отгоняет от отверстия торфососа мелкие пни, разрезает приплывающие к торфососу куски торфа и очеса, мешает попаданию в него таких крупных пней, которые могут повредить рабочие элементы, наконец, поддерживает постоянное движение массы и пней у торфососа. Последнее чрезвычайно важно, так как мало переработанная масса с большим процентным содержанием пней, скопляющихся у торфососа, обладает в состоянии покоя малой текучестью. Только динамическое состояние может обеспечить свободное притекание к горлу торфососа достаточного количества массы.

Нижняя гайка (к), закрепляющая на валу все рабочие элементы, делается плоской, гладкой и большого диаметра. Сравнительно легко проходя через слой торфа, эта тарелкообразная гайка не может погрузиться в минеральный грунт, лежащий под торфяной залежью, и, таким образом, совершенно автоматически предохраняет от примеси минерального грунта (песка) к гидромассе.

Вторая часть торфососа – верхняя служит для нагнетания массы и имеет конструкцию центробежного насоса с соответствующими для торфяной массы изменениями (см. рис. В-4). Приводится в движение торфосос горизонтальным мотором 75 л.с., делающим 750 или 1 450 оборотов в минуту. Для уменьшения числа оборотов и передачи движения вертикальному валу применяются стальные конические шестерни (о, р) вращающиеся в масляной ванне.

Согласно чертежа рис. В-4 торфососы изготавливаются в России на заводе Гидроторфа «имени Владимира Ильича». Немецким заводом Борзиг в 1922 году по указаниям и эскизам изобретателей гидроторфа изготовлены торфососы с несколькими конструктивными усовершенствованиями (рис. В-5, В-6 – *первое фото опущено*).

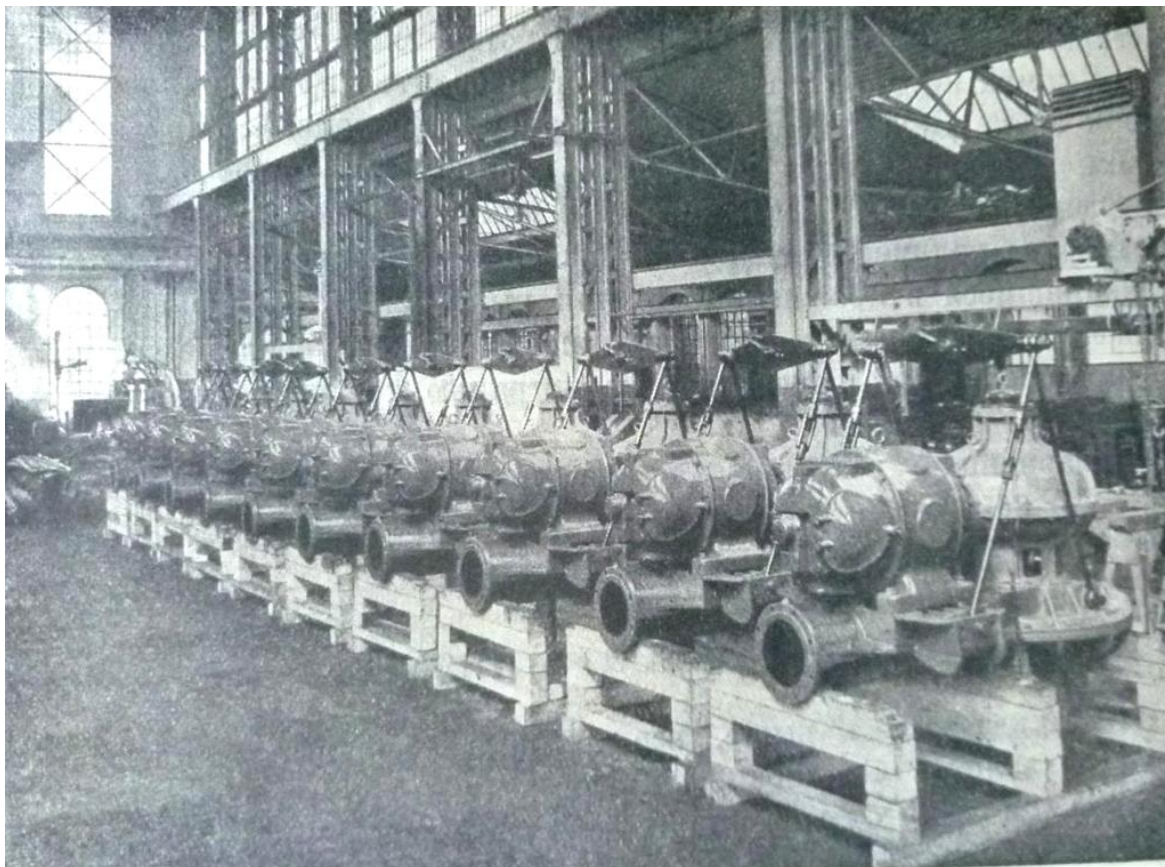


Рис. В-6

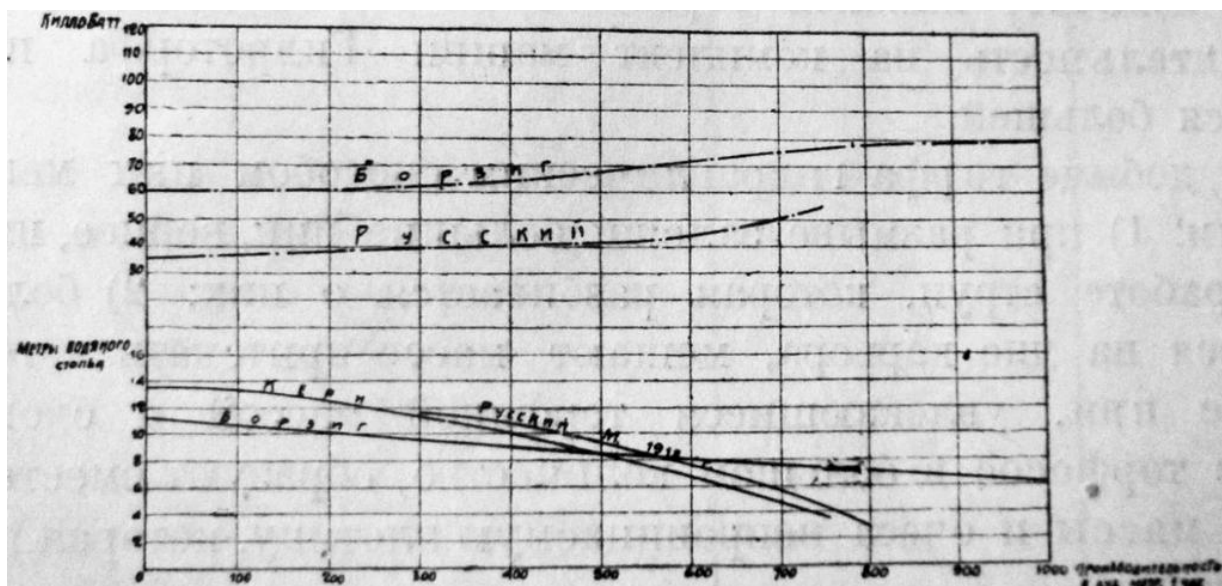


Рис. В-7

Изучение торфососов различных моделей, прежде всего, производилось с подачи одной и той же, один раз уже переработанной торфяной массы; таким образом аннулировалось влияние различной влажности гидромассы и уменьшения производительности из-за засорения входного отверстия пнями и кусками торфа, и поэтому результаты получились достаточно закономерными, что и требовалось для построения гидравлической характеристики машины.

Сводка этих парадных испытаний дана на диаграммах (рис. В-7).

В общем, характеристики двух современных моделей торфососов мало отличаются друг от друга. Как и следовало ожидать, производительность падает при увеличении противодавления. Торфосос «Борзига», очевидно, благодаря большому входному отверстию имеет более равномерную производительность. Русский торфосос потребляет меньше электрической энергии.

Согласно окончательно принятой новой схемы работы, торфососу нужно подать массу только до установленного на платформе крана растирателя, который освобождает торфосос от транспорта массы по трубам. В этом случае торфосос должен работать с противодавлением, достаточным лишь для подъема массы от уровня ее в карьере до оси растирателя (около 5 метров) и для преодоления сопротивления короткого трубопровода с тремя гибкими рукавами между торфососом и растирателем. При таком противодавлении подача всех торфососов по испытаниям очень велика (500-700 куб. метров в час).

Приплывающие к торфососу пни и неразмытые куски торфа и очеса, затрудняя вход торфяной массы в торфосос, несколько понижают производительность торфососа при обычной работе. Это понижение производительности до осени 1922 года было очень большим; в среднем за сезон 1922 года оно сокращало производительность торфососа, по крайней мере, вдвое. Ряд последних усовершенствований, из которых главные — большой пропеллер, очищающий вход в торфосос от пней и кусков торфа, и меры, защищающие массопровод от воздуха, приблизил нормальную производительность торфососа к цифрам, полученным при парадных испытаниях.

Для определения производительности торфососа со всеми последними усовершенствованиями осенью 1922 года произведен был ряд наблюдений над совместной работой торфососа и растирателя, причем были приняты все меры к тому, чтобы условия ничем не отличались от нормальной работы; торфосос всасывал из обычного карьера свежую массу, размываемую одновременно двумя брандсбойтами; торфяная масса, проходя через торфосос, перерабатывалась и нагнеталась горизонтальным растирателем в трубопровод, в конце которого был установлен мерный бак.

Выемка крупных пней возле брандсбойтов производилась грейфером крана Демаг. Выемка мелких пней производилась другим грейфером, подвешенным к пеньевому крану (на торфососном кране) следующим образом: после того, как вокруг торфососа скапливалось чрезмерное количество мелких пней, он перевозился на новое место, а скопившиеся в прежнем месте пни вынимались грейфером. Передвижение торфососа, ввиду наличия гибкого соединения между растирателем и массопроводной магистралью, требовало минимального времени (1-2 минуты).

Главнейшие результаты приведены в следующих таблицах (*две другие табл. здесь опущены*):

Результаты испытаний торфососа Борзиг с пропеллером диам. 1000 мм. и растирателя на гусеничном кране Коппеля.												
	Продолжительность испытания.	Средняя производит. в мт. в час по замер. бака.	Давление в мт. (средн.).			Расх. энерг. (средн.) KW.		Влажность массы %	Размыто саж.	% чистой работы.	Приведен. длина тру- бопр. мт. труб д=440.	
			У торфосос.	Перед раст.	После раст.	Торфососа.	Всей устан.					
Испытание 10 октября . . .	1 ч. 0,9 м.	440	0,5	0,5	14,7	67	170	94,9	—	62,3	500	
Испытание 17 октября . . .	0 ч. 59 м.	416	0,6	0,7	14,4	61	155	95,1	12,83	90	500	
Испытание 13 октября . . .	2 ч. 08 м	389	—	—	—	—	—	—	26,5	84,4	500	

4. Борьба с пнями

Как указывалось выше, все лучшие торфяные болота России имеют в залежи большое количество пней самых разнообразных размеров, начиная от нескольких вершков до громадных пней с многочисленными разветвлениями, занимающими площадь в несколько квадратных сажен. Есть, конечно, торфяные залежи и беспнистые; это — низинные луговые болота значительно худшего качества, чем пнистые, в отношении зольности, теплотворной способности и прочности готовых кирпичей. В России они распространены, главным образом, на юге, но встречаются и в центральном районе. В Западной Европе большинство болот беспнистые или малопнистые. На таких болотах, конечно, никакой борьбы с пнями вести не приходится, и производительность на комплект машин Гидроторфа и рабочего получается большей.

При добыче торфа гидравлическим способом пни мешают трем операциям:

1) при размыве залежи большие пни, вернее, их переплет, мешают работе струи, которая разбивается о них;

2) большие пни, остающиеся на дне карьера, мешают массе притекать к торфососу и

3) мелкие пни, увлекающиеся торфяной массой и скопляющиеся у входа в торфосос в большом количестве, образуют вместе с кусками торфяной массы и очеса непроницаемую плотину, которая прекращает приток массы.

Для устранения двух первых препятствий лучше всего удалять большие пни в самый момент их размыва на откосе размываемой залежи. В настоящее время эта задача с успехом выполняется особым пеньевым краном с грейфером.

В сезоне 1922 года на разработках в Электропередаче работали паровые краны немецкой фирмы Deutsche Maschinenfabrik Dûisburg, которые сами для себя перекладывали щиты с рельсами (рис. В-8). Их грейфер, подвешенный на качающейся укосине, может вынимать на расстоянии до 9-ти метров от крана. Вынутые пни складываются на небольшую бровку, вставляемую между двумя карьерами, или на откос соседнего карьера. Вопреки опасениям, эти тяжелые краны, благодаря большой площади щитов, совершенно не проваливаются в торф, могут быстро маневрировать и вполне безопасно подходить к самому краю карьера.

Для сезона 1923 года в России строятся более легкие пеньевые краны на гусеничном ходу (рис. В-9 – *чертеж не приводится*) с вылетом до 10-ти метров и с электрическим приводом (в сезоне 1923 г. они с успехом работали на болотах «Электропередачи» – *более позднее примечание*). Большая быстрота передвижения крана позволяет отказаться от подвижной (качающейся) укосины, что упрощает конструкцию и обслуживание.

Такой гусеничный кран имеет только три мотора: один – для передвижения, помещаемый на гусеницах, ниже вращающейся платформы; второй – для поворота платформы и укосины и третий – для подъема грейфера и его закрывания и открывания.

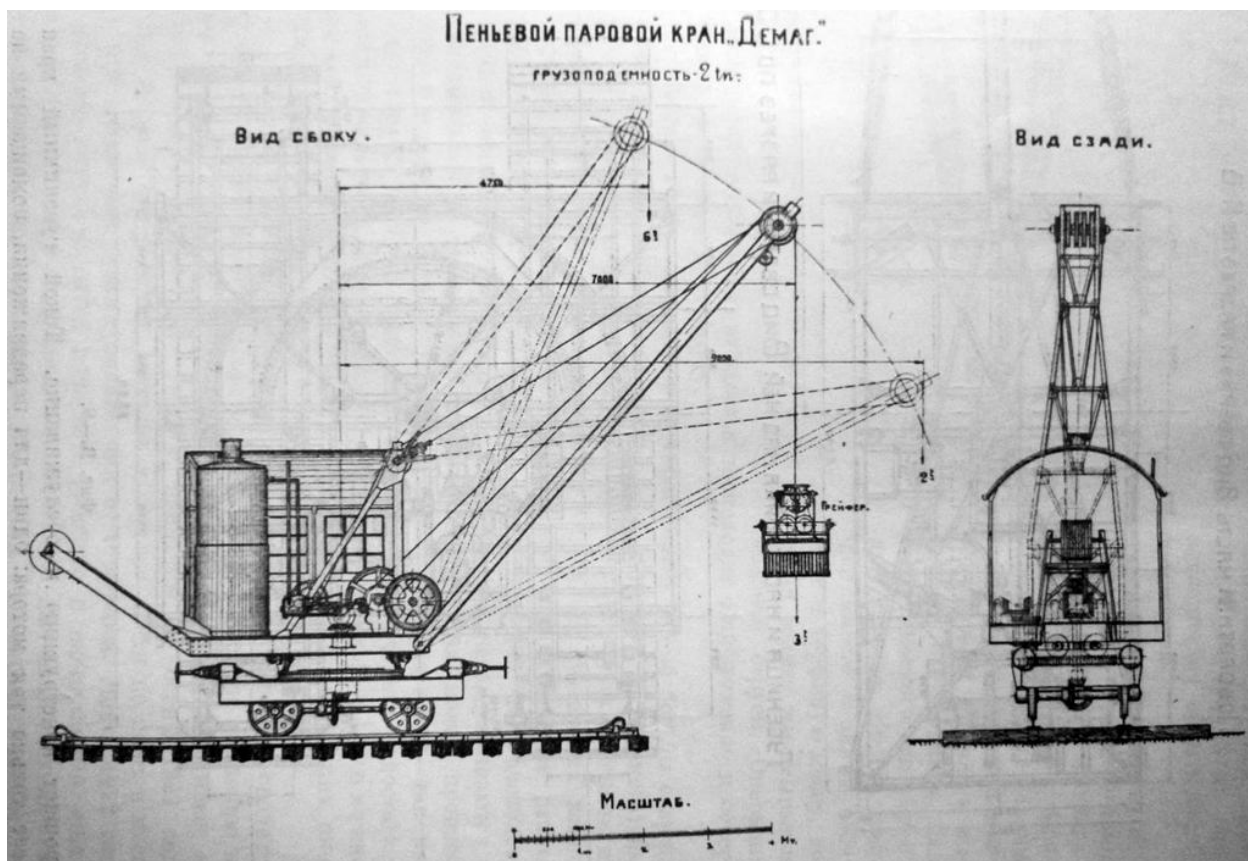


Рис. В-8

Грейфер (рис. В-9) подвешивается на двух канатах и снабжается небольшим противовесом, во избежание их скручивания. Вес грейфера около тонны, а полезное подъемное усилие 2 тонны, чего с избытком хватает для подъема и вырывания из залежи самых большие пней, даже в том случае, когда они недостаточно обмыты водяной струей. Кран помещается между двумя брандсбойтами и вместе с ними подвигается назад, по мере выработки залежи. Такие краны безукоризненно справляются со своей задачей и выбирают все крупные пни с размываемого откоса и со дна карьера.

Иногда грейфер вместе с пнями забирает и торфяную массу, которая сейчас же смывается водяной струей. Операции вынимания пней и размыва залежи происходят одновременно и совершенно не мешают друг другу.

Нельзя обойти молчанием и упрощенный способ борьбы с крупными пнями без особых пеньевых кранов. Для этого на вспомогательном поворотном пеньевом кранике (рис. В-14 – *приводится частично, см. ниже*), установленном на торфососном кране, укрепляется канат с большим крюком на конце. С этим канатом рабочий в специальном костюме сходит на размываемый откос и прошивает крюком один большой или несколько средней величины пней, которые затем лебедкой вытаскиваются и складываются на откос сзади крана.

Эта операция может производиться только во время перерывов в работе водяных струй, так как удар струей высокого давления не безопасен. Вторым недостатком этого простого способа является грязная работа в карьере. Его можно, однако, рекомендовать для болот с малым количеством больших пней, удаление которых не окупит отдельного пеньевого крана.

Борьба с мелкими пнями, скопляющимися у торфососа, сводится к двум операциям: отбрасыванию пней от торфососа и удалению их из карьера, чтобы их процентное содержание в торфяной массе не было чрезмерно большим. Первую операцию до осени 1922 года производили два рабочих, стоящих в карьере почти по пояс в массе и отбрасывающих руками мелкие пни от торфососа.

Летом 1922 года делались тщетно попытки поместить рабочего в специальный ящик, подвешенный возле торфососа, и снабдить его для вытаскивания пней небольшим багром или крюком (рис. В-10 – *плохо различимое фото не приводится*). Эта работа производила своей негигиеничностью чрезвычайно неблагоприятное впечатление, требовала специальных непромокаемых костюмов и все же не обеспечивала в достаточной степени очистку отверстия торфососа от скопления мелких пней.

Осенью 1922 года изобретен был уже описанный ранее большой пропеллер (диаметром 1 000 мм), который исполняет эту операцию гораздо лучше рабочих и одновременно, прочищая 365 раз в минуту кольцевое отверстие между концом торфососа и дном карьера, поддерживает непрерывную подачу торфососа. Благодаря правильной форме лопастей пропеллера, выбранной на основании законов гидравлики, дополнительный расход энергии на вращение пропеллера невелик.

Удаление мелких пней из карьера производится решетчатым грейфером, подвешенным на поворотном пеньевом кране, укрепленном на основном торфососном кране (рис. В-11). Если установка не имеет отдельного пеньевого крана, на этом же [торфососном] кране укрепляется канат с крюком и специальной лебедкой для больших пней.



Рис. В-11

Схема работы этого крана такова: торфосос работает на месте 15-30 минут, пока кругом него не накопится такое количество мелких пней, которое мешает нормальной работе. После этого кран передвигается вперед на несколько метров; торфосос начинает сосать массу в новом месте, а туда, где он образовал скопление мелких пней, опускается несколько раз грейфер и выбирает большую часть пней, складывая их на откос карьера сзади крана. Затем, после 15-30 минут работы торфососа, делается вторичная передвижка, затем третья – с последующей каждый раз очисткой карьера от мелких пней.

После этого торфосос передвигается назад, на заранее очищенное от пней первое место, и все операции снова повторяются в указанной последовательности, пока брандсбойты не размоют залежь на 15-20 метров от среднего положения крана. Тогда кран передвигается, и делается пересоединение массопровода. Благодаря гусеничному ходу крана и гибкому соединению его с массопроводной магистралью, передвижки крана вызывают только кратковременные перерывы производства, каковые в сумме составляют ничтожный процент.

Описанными средствами одержана полная победа над пнями, и их вредное влияние доведено до минимума. На эту работу затрачивается всего 2 рабочих-моториста, и в карьер больше никто не должен входить.

5. Тщательная переработка торфяной массы и подача ее в аккумулятор горизонтальным растирателем

Влияние переработки – Горизонтальный растиратель

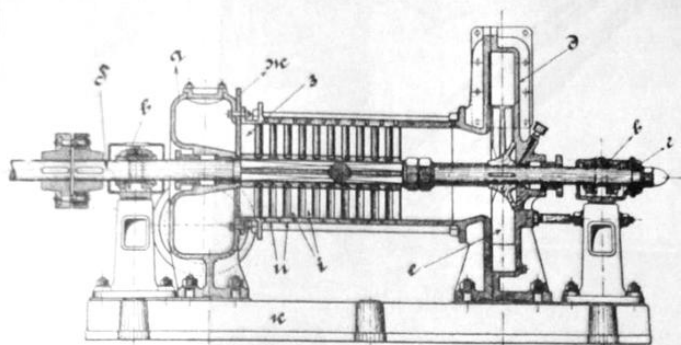
Многократными опытами установлено было большое влияние на ускорение сушки и на качество топлива тщательной переработки торфяной массы. Мало переработанный торф при естественной сушке ведет себя почти так же, как торф-сырец: хорошо сохнет в хорошую погоду, когда и всё хорошо сохнет, но при каждом дожде и даже при большой влажности воздуха жадно впитывает влагу обратно; так же сильно отражается на плохо переработанном торфе влажность полей стилки.

Поэтому такой торф очень трудно высушить, а в дождливые годы и при плохом дренаже полей имеется риск совсем не досушить торф, тем более что при длительном лежании в мокром торфе развиваются биологические процессы (брожение, закисание), которые еще больше замедляют сушку; кроме того, такой торф пристаёт к мокрой стилке. Совсем иначе обстоит дело с хорошо переработанным торфом; он гораздо менее гигроскопичен, хорошо отстает от стилки, при плохой погоде происходит только замедление сушки, а не обратное увлажнение, как у недостаточно переработанного торфа.

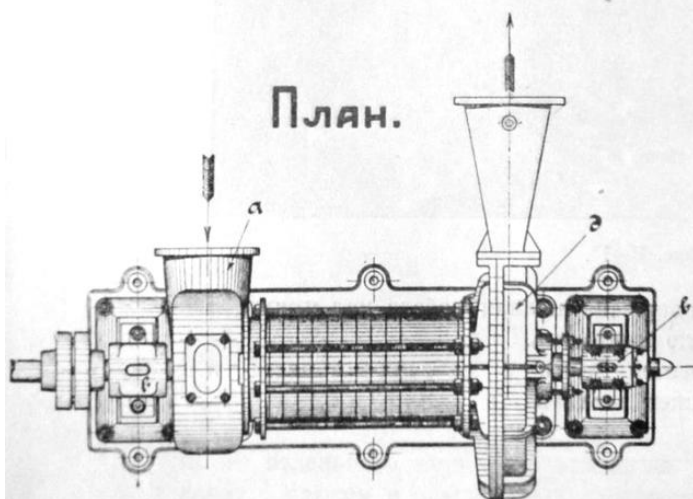
Сильное влияние оказывает хорошая переработка на качество готового топлива. При тщательной переработке горизонтальным растирателем торф получается очень крепким, плотным, имеет большой удельный вес и мало гигроскопичен, что имеет большое значение для его хранения и перевозки. Первоначально ограничивались переработкой торфяной массы только элементами торфососа. При увеличении производительности торфососа такая переработка оказалась недостаточной, тем более что число перерабатывающих массу элементов торфососа в последних моделях, с целью уменьшения мощности и веса моторов, убавлено было до одного.

Задача тщательной переработки торфяной массы ныне перенесена на горизонтальный растиратель (рис. В-12, В-13), имеющий ножи (i), вращающиеся между неподвижными ножами со скоростью 580 оборотов в минуту. Форма вращающихся ножей (наклонная плоскость) способствует продвиганию вперед торфяной массы. Количество перерезаний массы достигает очень большого числа – 68 000 в минуту.

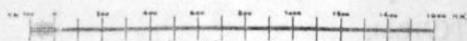
Продольный разрез.



План.



Масштаб.



Вид сбоку.

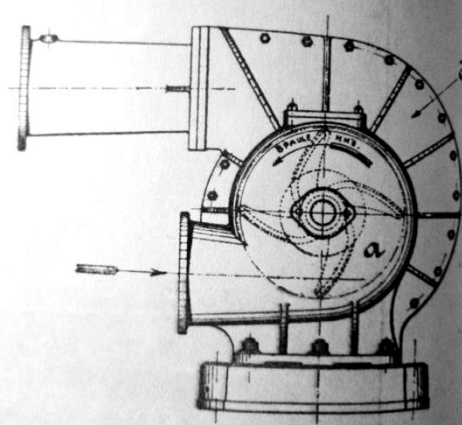


Рис. В-12

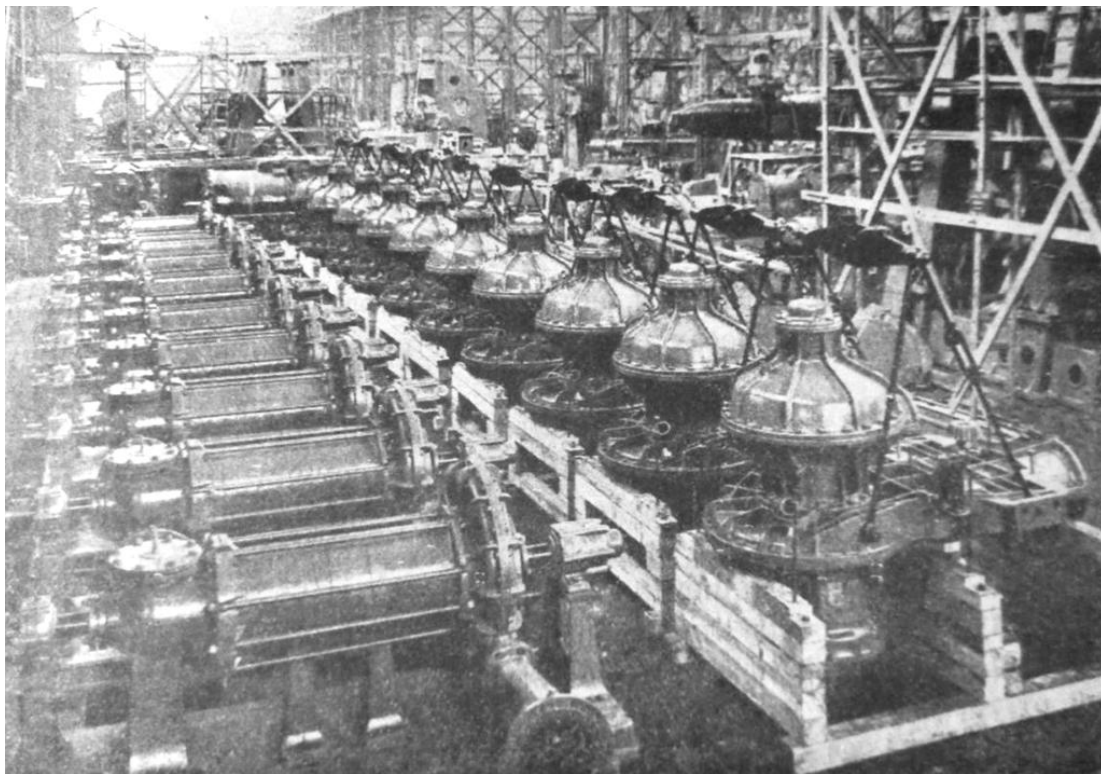


Рис. В-13

Как указывалось выше, подача торфососа в очень большой степени зависит от того противодействия, которое ему приходится преодолевать. Средняя длина подачи измеряется двумя-тремя сотнями метров, что при диаметре удобных для переноски труб в 440 мм и при подаче торфососа от 400 до 600 куб. метров массы в час соответствует потере на трение около 1 атм. Такого давления торфосос преодолеть не может и потому до постановки горизонтального растирателя его подача была значительно менее указанной цифры.

Чтобы разгрузить торфосос от работы по подаче торфяной массы в сборный аккумулятор, горизонтальный растиратель устанавливается на самой платформе торфососного крана и снабжается центробежным элементом (е), развивающим давление около 1½ атм. Этот центробежный элемент имеет конструкцию центробежного элемента торфососа или, вернее, обычного торфяного насоса.

Для лучшего удаления воздуха выход из улитки центробежного элемента растирателя делается в верхней части. В самой высшей точке массопровода за растирателем устанавливается шаровой тройник с поплавком-воздушником, который закрывает отверстие, пока цилиндр заполнен массой, и, опускаясь, открывает отверстие для воздуха, как только цилиндр заполняется воздухом.

Горизонтальный растиратель приводится в движение мотором в 120 л.с.

Комбинированная работа торфососа и растирателя, как видно из приведенных ранее таблиц, обеспечивает большую производительность всего комплекта.

6. Кран для подвески торфососа

Оборудование кранов – Шарнирное устройство

Торфосос подвешивается к самоходному крану, передвигающемуся по краю карьера на колесах по рельсам и шпалам или на гусеницах (рис. В-14 – приводится частично). Оба крана разработаны специально для Гидроторфа.

Ввиду сравнительно большой затраты времени на перекладку рельс и толстых шпал и неудобства частых перемещений крана по рельсам взад и вперед для удаления пней от торфососа все последние краны снабжаются гусеницами (рис. В-15 – не приводится).

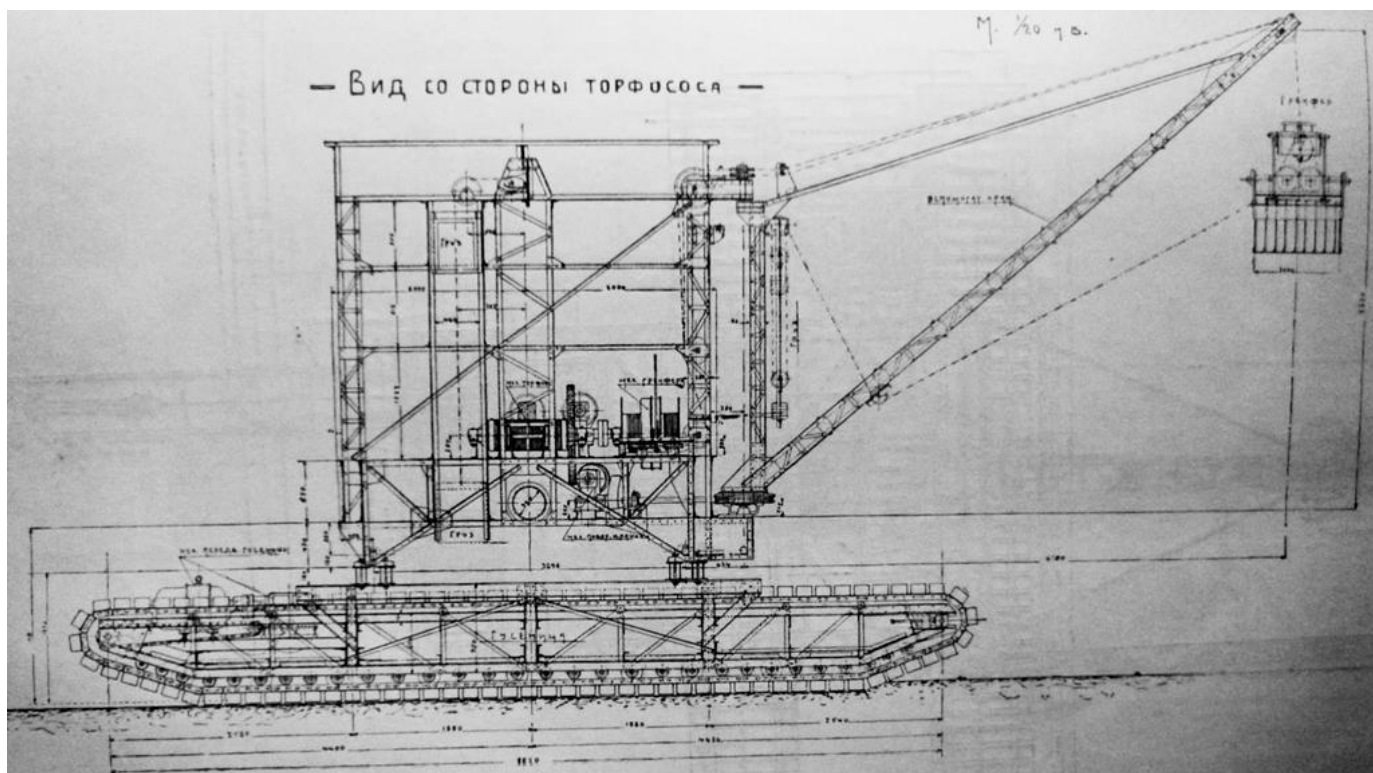


Рис. В-14

В случае выработки пнистой залежи на том же кране укрепляется поворотный пеньевой краник с решетчатым грейфером для удаления пней от торфососа. При работе без самостоятельного пеньевого крана (на малопнистых болотах) на этом же кранике укрепляется ролик для троса с крюком на конце и отдельной лебедкой, которой вытаскиваются с размываемого откоса пни, зацепляемые вручную. В качестве противовеса на платформе крана устанавливаются трансформатор и растиратель и подвешивается гибкое соединение массопровода, так что в результате центр тяжести всего агрегата находится около середины крана, несколько ближе к заднему концу.

Возможность передвигать кран без разъединения массопровода обеспечивается телескопическими трубами и 2-мя шарнирами (рис. В-15а, В-16 – не приводятся).

Шарнирное устройство позволяет крану передвигаться на несколько метров вперед и назад от среднего положения, что дает возможность торфососу работать последовательно в 4-х пунктах, отстоящих один от другого на несколько метров. После того, как кран проработает известное время, будучи присоединен к одному тройнику, и брандсбойты удалятся от этого тройника на большое расстояние, происходит большая передвижка крана и пересоединение шарнирного устройства на следующий тройник.

Для возможности поднимания и опускания торфососа без разбалчивания фланцев массопровод между ним и краном делается гибким. Эта гибкая часть (рис. В-14) состоит из трех гибких рукавов, из которых средний висит на тросе, на противоположном конце которого имеется противовес. Гибкие рукава делаются из мягкой резины, без прокладок; они заключены снаружи в панцирную железную сетку, гнущуюся в нужном направлении, но не дающую рукаву разорваться.

7. Схема выработки карьера

Карьер – Массопровод от крана – Аккумулятор

Долгой практикой установлена наилучшая ширина карьера в 14 метров. Меньшая ширина требует более частых передвижек крана, большая – не дает возможности обслуживать всю длину размываемого откоса пеньевым краном и, кроме того, представляет некоторое затруднение по откачке всей торфяной массы из карьера, так как при большем расстоянии она течет слишком медленно.

По двум концам размываемого откоса (рис. В-16 и В-16а) ставят два брандсбойта, которые размывают залежь. По мере выработки карьера оба крана и брандсбойты передвигаются вперед, пока не дойдут до конца карьера, а затем переводятся к другому его концу и начинают новый карьер. Длина карьера зависит от глубины залежи и конфигурации разрабатываемого участка болота и колеблется обычно от 150 до 300 метров. Чтобы избежать размыва минеральной подпочвы, размыв залежи ведется всегда под острым углом к дну карьера, и нижний слой массы, на 200-250 мм, оставляется в карьере.

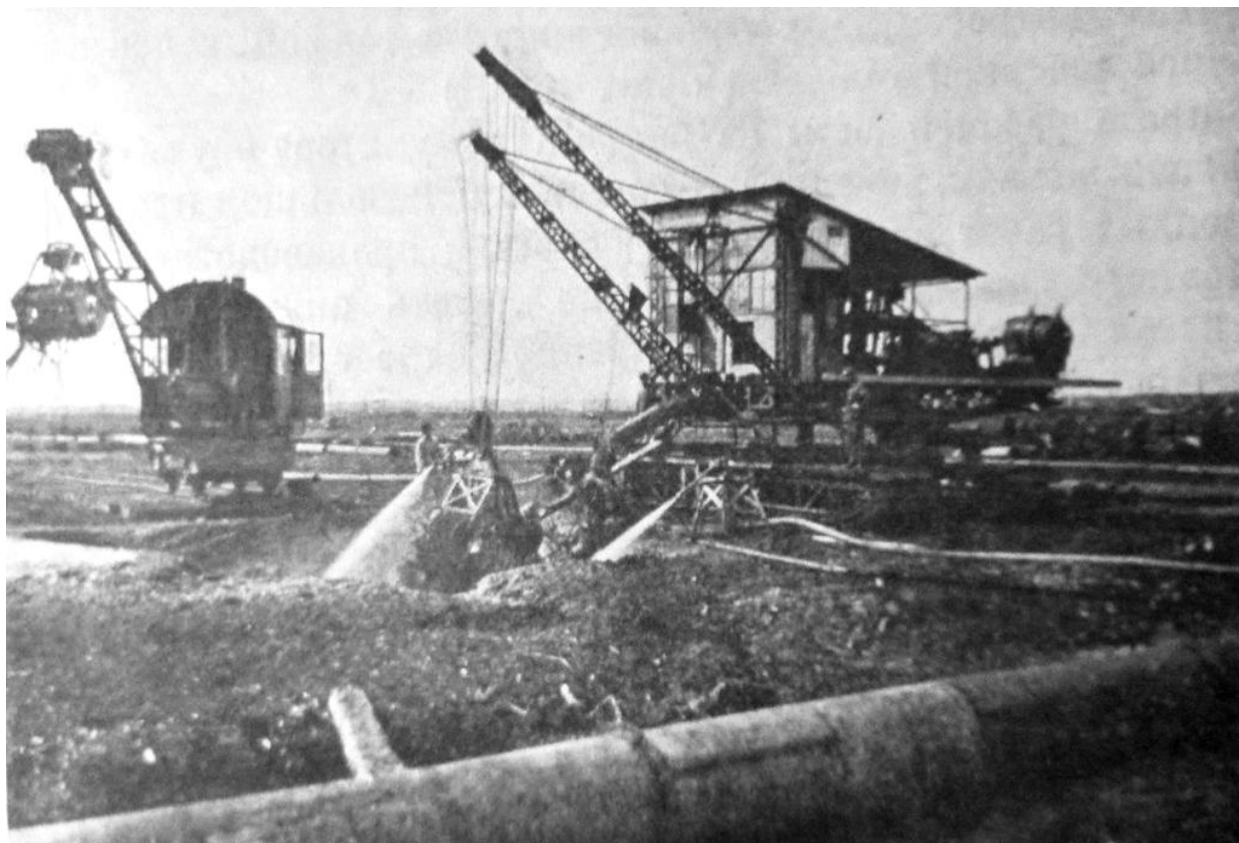


Рис. В-16а. Общий вид работы машин

Массопровод от крана до аккумулятора состоит из труб диам. 440 мм, сваренных или склепанных из железа 2 мм толщиной. Часть этих труб, идущая вдоль карьера, переключается после выработки карьера параллельно самой себе. Эта работа совершается во время передвижки крана. В это же время переключается вдоль карьера и водопроводная магистраль.

Размер вырабатываемого в сезон участка зависит от глубины залежи и при средней глубине в 3 метра равен 4 гектарам или, при квадратной форме участка, – 200 х 200 метров.

Аккумулятор располагается обычно вплотную к подлежащему выработке участку: либо кран начинает выработку от самого аккумулятора, либо приходит к нему в конце сезона. Таким образом, при таких размерах участка массопровод от крана до аккумулятора будет иметь длину от нескольких метров до 400 метров, что легко преодолевается комбинированной подачей торфососа и растирателя.

Аккумулятор обычно делается на 2 торфососа, масса от которых поступает в него до распределения по полям сушки. Лучший способ его устройства – копание в торфяной залежи вручную, причем вынутый торф идет на образование насыпи, увеличивающей полезный объем аккумулятора (рис. В-17), что важно для непрерывного производства. Чтобы избежать застоя массы, аккумулятор делается с уклоном дна от места поступления массы от торфососов к месту ее забора торфяным насосом. Вырытый вручную аккумулятор, в противоположность прежним аккумуляторам, выполнявшимся водяными струями и торфососом в начале сезона, не имеет внутри не размытых кусков торфа, очеса и пней, наличие которых требует постановки более сложных и потребляющих больше энергии торфяных насосов с вращающейся заборной головкой (рис. В-21).

Затрата рабочей силы на рытье аккумулятора вручную, особенно в торфяной залежи, невелика и составляет небольшой процент от всех землекопных работ по подготовке болота к производству. Поэтому вполне целесообразно делать аккумулятор вручную каждый год и притом в непосредственной близости к разрабатываемым участкам, чтобы трубопровод от крана до аккумулятора имел наименьшую длину.

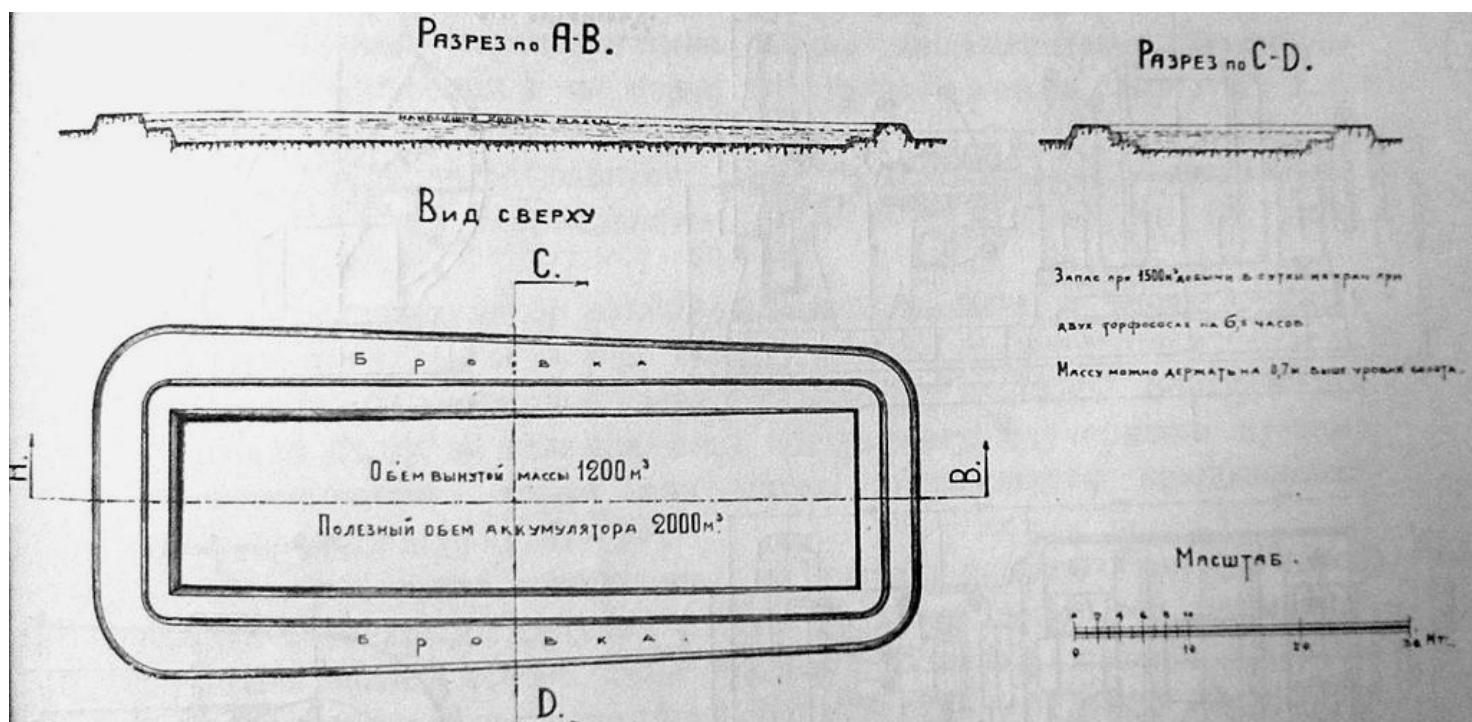


Рис. В-17

8. Транспорт торфяной массы

Торфяные насосы без головки и с головкой – Магистральный массопровод – Разлив массы – Формула потери напора и коэффициент трения – Влияние на коэффициент трения: влажности, растертости и скорости. Наивыгоднейшие диаметры массопровода – Сравнение транспорта массы по трубам с другими способами.

Из аккумулятора торфяная масса транспортируется на поля сушки по тонкостенным железным трубам под давлением, развиваемым торфяным насосом. Конструкция последнего для аккумуляторов, вырытых вручную, очень проста (рис. В-18 – не приводится). Это обычный центробежный насос типа «рефулера» с чугунным корпусом и стальной крестовиной, на 4 лопасти которой наделаны железные пластины. Во избежание заклинивания твердых предметов, в самом узком месте между чугунным корпусом и лопастями, и полочки насоса в этом месте установлен легко сменяемый отбойный стальной нож. Зазор между ним и вращающимися лопастями делается минимальным.

Такие насосы выполняются или с 2-мя подшипниками по обе стороны кожуха или с одним при установке насоса на общей плите с мотором и при соединении их при помощи жесткой муфты.

Характеристика описанного насоса дана на диаграмме (рис. В-19). Как видно из этой характеристики, насос автоматически регулирует потребление энергии и не может перегрузить мотор свыше 120 л.с. даже при плохом обслуживании.

Торфяной насос забирает массу из наиболее глубокого места аккумулятора и устанавливается в яме рядом с валом, его окружающим (рис. В-20). Когда аккумулятор наполнен массой, уровень ее держится выше насоса; поэтому насос всегда залит торфяной массой, готов к действию и не нуждается в заборной головке с обратным клапаном. Во избежание засорения входа во всасывающий массопровод случайными кусками не переработанного торфа или очеса, устраиваются вращающиеся вручную грабли (рис. В-20).

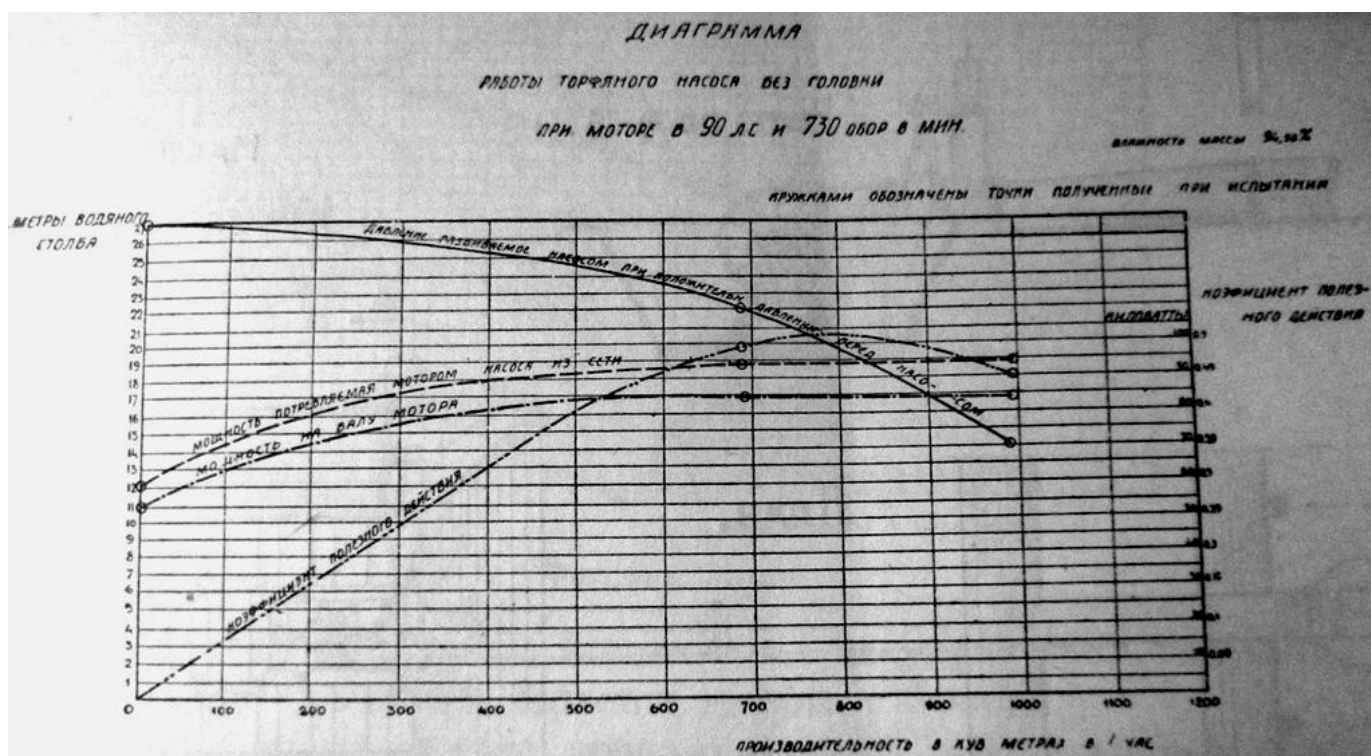


Рис. В-19

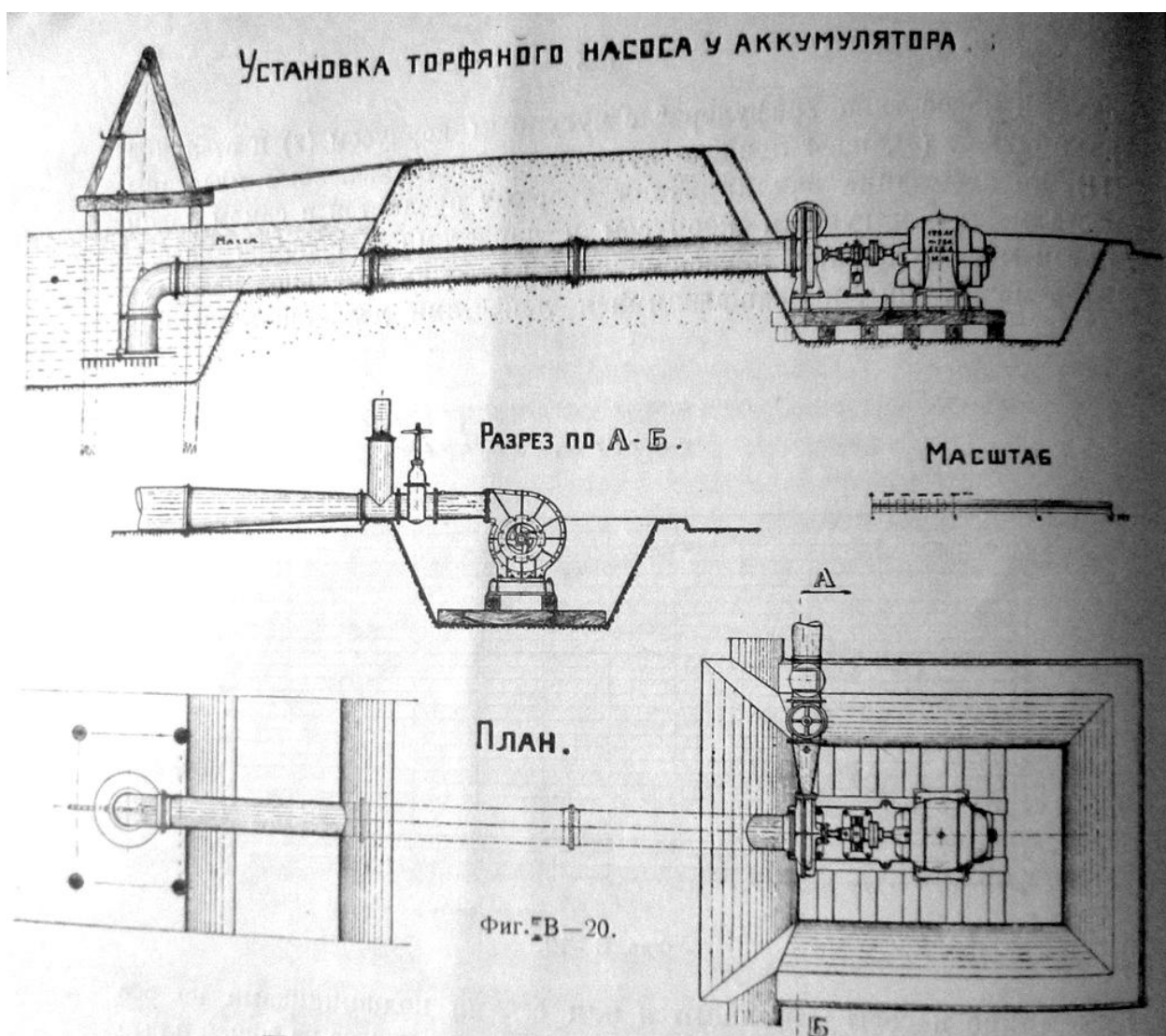


Рис. В-20

Как уже ранее говорилось, для откачки массы из аккумуляторов, размытых водяными струями и выработанных торфососом, применяют торфяные насосы особой конструкции с головкой, которая приводит в движение массу, очищает вход в насос и подает массу до верхнего центробежного насоса (рис. В-21). Эта головка приводится в движение от верхнего горизонтального вала при помощи конических шестерен и состоит из небольшого пропеллера, рабочего винта с очищающим его неподвижным ножом и центробежного насосика, развивающего давление всего 0,4-0,5 атм.

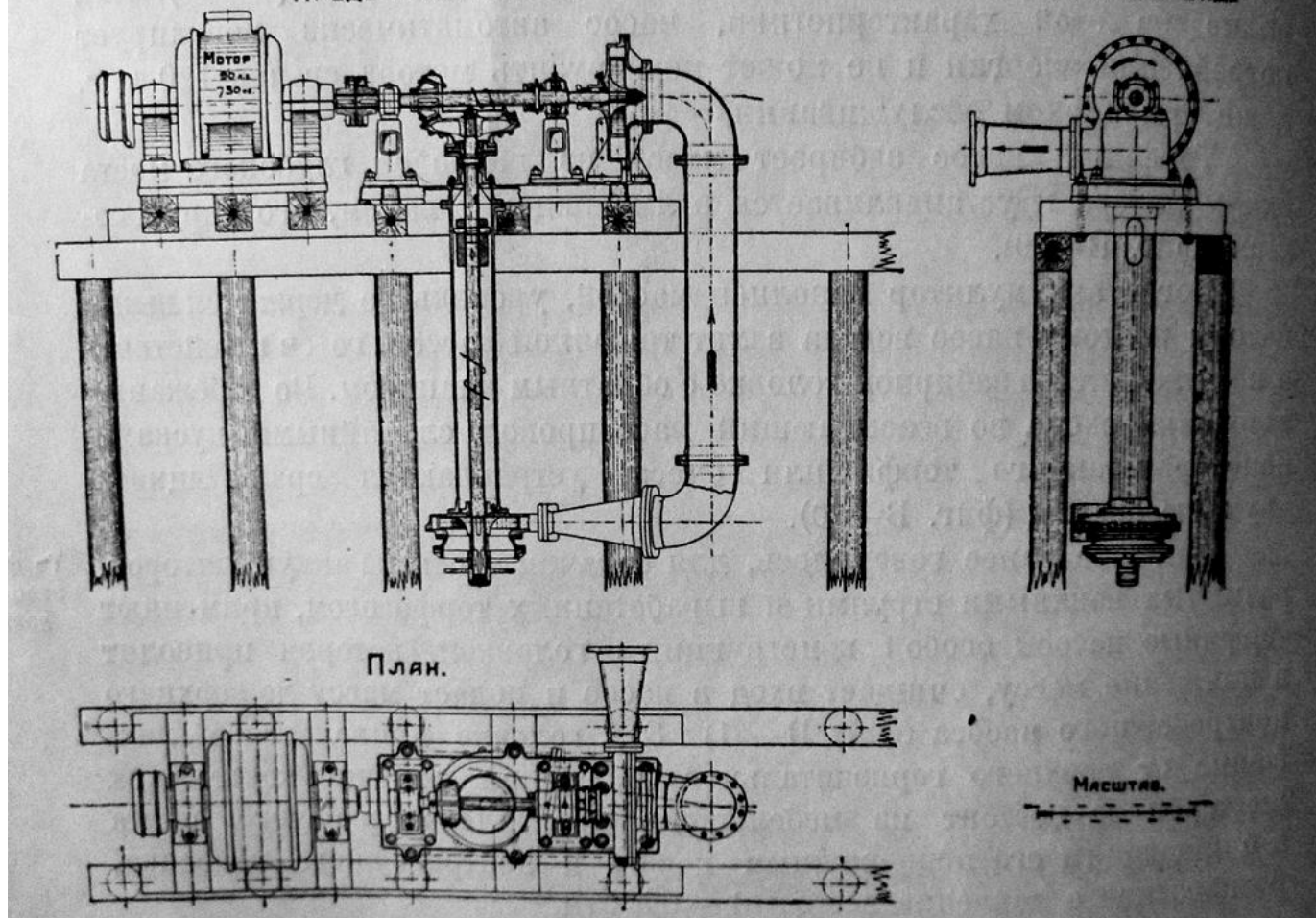
Головка представляет из себя в миниатюре торфосос, из которого выброшены элементы, потребляющие много энергии и затрудняющие проход массы. Тем не менее, характеристика такого насоса (рис. В-22) уступает обычному торфяному насосу, без головки, особенно при больших производительностях. Насос с головкой устанавливается над аккумулятором на сваях, для его ремонта и очистки делается тренога с таями.

Транспорт массы обычно производится по магистральным трубам 570 мм диаметром (реже 440 мм), уложенным раз и навсегда и снабженным крестовинами и заслонками (рис. В-23 – [здесь не приводится](#)) для присоединения перекладного трубопровода.

Торфяной насос с нижней головкой.

Продольный разрез.

Баковой вид.



MACUTAB.

Рис. В-21

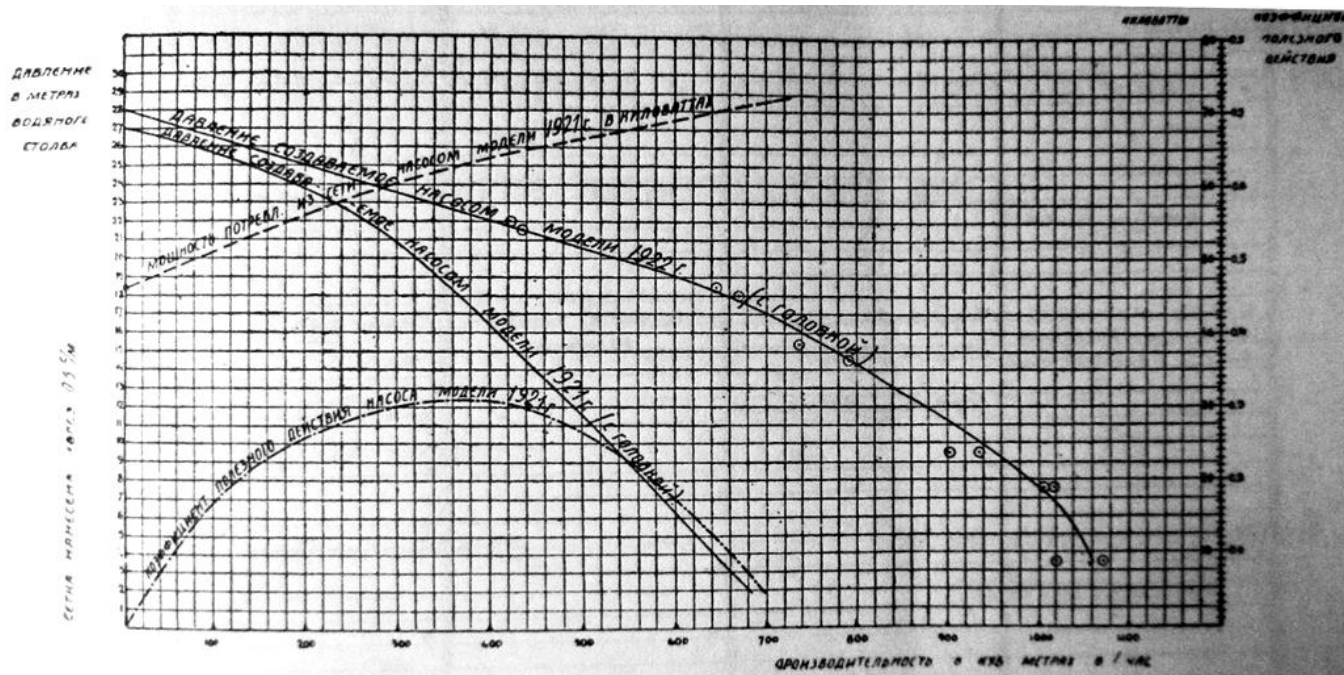


Рис. В-22

Трубы делаются сварными или клепанными из железа толщиной 3 мм (для диам. 440 мм толщина железа – 2 мм). Как видно из чертежа стандартной установки (рис. В-24, В-24а – *здесь не приводится*, В-25), такие магистрали проложены посередине полей сушки на длину до 2 километров. Направо и налево от магистрали расположены карты для разлива массы, имеющие длину 300 метров.

Так как для одного торфяного насоса, развивающего 2,7 атм., длина подачи на расстояние в 2 300 метров слишком велика, а увеличивать давление свыше 3 атм., при трубах диам. 570 мм, нежелательно из-за удорожания массопровода, в середине поля устраивается второй аккумулятор и устанавливается второй насос той же конструкции (без головки). Объем этого аккумулятора дает лишнюю гарантию непрерывного производства.

Ширина заливаемой за один раз карты обычно равна 13 м, крестовины же на магистрали устанавливаются через 90 м, так что от одной крестовины при помощи прокладки переносных труб вдоль магистрали заливается 6 карт.

Распределение массы ровным слоем по полям сушки производится при помощи перекидного трубопровода, состоящего из коротких (2 м) и легких труб 440 мм диаметром. Заливка начинается с заднего от магистрали конца карты. По мере заполнения карты последовательно откатываются труба за трубой, пока залив не подойдет вплотную к магистрали. Тогда закрывается заслонка на крестовине, и залив начинается с другой стороны магистрали, а только что разобранный трубопровод собирается на соседней карте.

Для быстрой сборки и разборки перекидные трубы не соединяются болтами, а просто кладутся впритык одна к другой. Свойство гидромассы залеплять отверстия помогает и в данном случае; в самом начале заливки карты из всех щелей между фланцами появляются фонтаны, которые, однако, скоро прекращаются, и масса вытекает далее только из конца трубопровода. Эти фонтаны не вредят делу, так как выброшенная ими масса попадает на ту же заливаемую карту. Ввиду легкости отдельных труб (25-30 кг) откатывание и перенос их не представляет затруднения и легко осуществляется 2-мя рабочими.

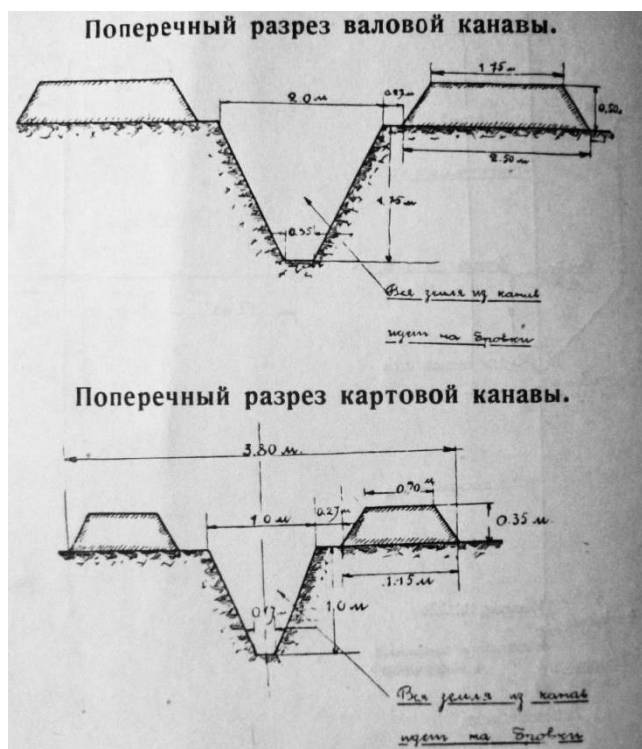


Рис. В-25

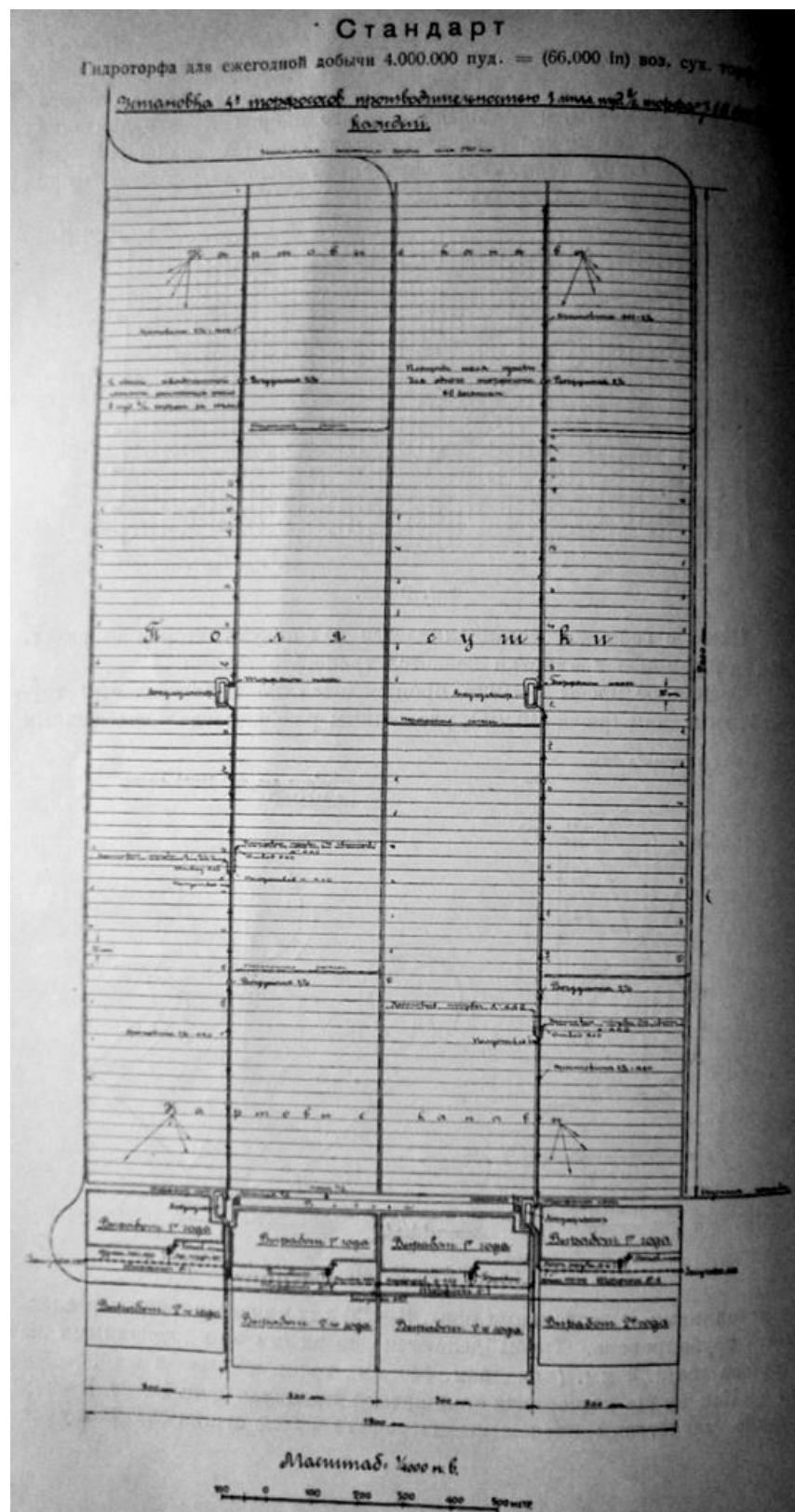


Рис. В-24

Торфяная масса в зависимости от времени года (июнь или август) заливается слоем в 160-200 мм. Разливаемая масса удерживается на карте с одной стороны бровкой картовой канавы, а с другой стороны, посредине между картовыми канавами, — переносными бортиками, сделанными из обычного теса с железными штырями, втыкаемыми в торфяную залежь для удержания бортиков на месте.

Равномерность слоя массы достигается разравниванием ее обычными гребками (рис. В-26) или гладилками на колесах, применение которых гарантирует определенную толщину разлива, независимо от глазомера и чутья разливальщиков. Хорошо переработанная гидромасса даже при сравнительно малой влажности – 95% (влажность гидромассы обычно колеблется в пределах от 95% до 96%) сохраняет достаточную текучесть (рис. В-27) и не требует большого труда для своего разравнивания на такое небольшое расстояние, как 6-7 метров между трубой и бровкой или бортиком.



Рис. В-26



Рис. В-27

Для определения пропускной способности массопроводов необходимо знать коэффициент трения гидромассы и формулу, определяющую потерю давления при движении ее по трубам. Ввиду большого значения правильного расчета и проектирования массопроводов, стоимость которых является значительной слагаемой полной стоимости установки, на эту задачу было потрачено много вдумчивого труда и времени. Первоначально мы предполагали, что потери напора при движении торфяной массы определяются по обычной формуле:

$$W = \lambda \times (l/d) \times (v^2/2g)$$

где W – напор в метрах, λ – коэффициент трения, l – длина трубопровода в метрах, d – диаметр в метрах, v – скорость в метрах в секунду, g – ускорение силы тяжести = 9,81.

Затем многочисленными опытами определена была величина коэффициента трения (λ) для гидромассы различной влажности (рис. В-28 – здесь не приводится). Эти опыты производились с массой, переработанной 2-х элементным торфососом при производительности около 100-150 куб. метров в час. Кружками изображены цифры отдельных опытов. Как видно из диаграммы, влажность имеет очень большое значение на коэффициент трения, но с другой стороны пределы колебания влажности гидромассы очень невелики – от 95% до 96%, и потому с достаточной точностью можно было принять для всех проектных расчетов коэффициент трения λ равным 0,3, то есть примерно в 10 раз больший, чем для воды.

При дальнейших наблюдениях установлено было значительное отклонение действительного напора от расчетного, и искали причин этого в воздухе, засорении массопровода и пр. Лишь в 1920 году найдено было объяснение этому явлению: оказалось, что коэффициент трения зависит от растертости торфяной массы.

Для установления этой зависимости произведено было следующее испытание: гидромасса влажностью 95,5% многократно забиралась торфяным насосом с головкой, проходила по трубопроводу длиной 635 метров и возвращалась обратно в тот же аккумулятор. На оси абсцисс диаграммы (рис. В-29) указано, сколько раз масса прошла через насос, что легко определить по объему массопровода и производительности насоса, которая непрерывно измерялась мерным баком. Как видно из диаграммы, зависимость коэффициента трения от растертости очень велика.

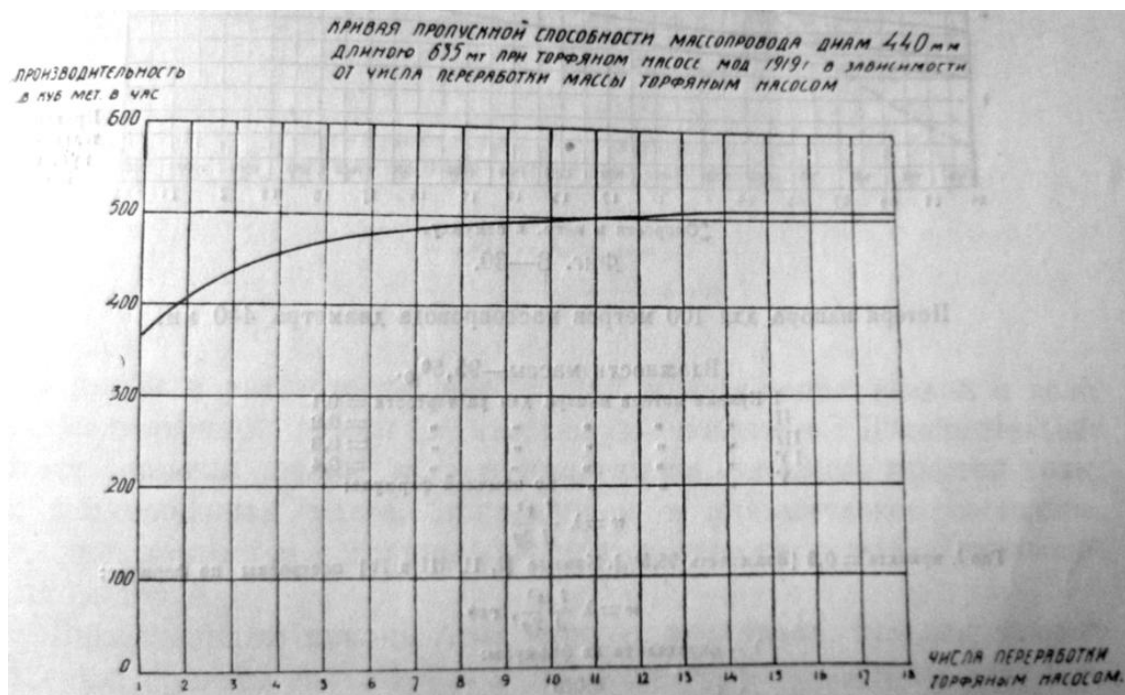


Рис. В-29

Для изучения коэффициента трения нельзя было, конечно, ограничиться числом прохождения массы через машину. Поэтому для дальнейших изысканий введен был коэффициент растертости гидромассы – φ , который условно приравнен длине режущих кромок рабочих элементов на 1 куб. сантиметр [прошедшей через эти кромки] массы. Введение этого коэффициента дало возможность проанализировать как только что описанное испытание, так и все последующие и сделать из них соответствующие выводы.

Оказалось, что явление, происходящее при движении торфяной массы по трубам, очень сложно, и коэффициент трения зависит от 3-х факторов: влажности, растертости и скорости. Первой зависимостью, в виду малых колебаний влажности, гидромассы можно для простоты пренебречь, приняв ее условно равной 95,5%.

Тогда формула для определения коэффициента трения будет равна:

$$\lambda = 0,03 + 0,075 / [(\varphi \sqrt{\varphi} + 0,277) \times (v^2 + 0,01)]$$

На основании этой формулы и формулы потери напора $W = \lambda \times (l/d) \times (v^2/2g)$ построены следующие кривые для обычных степеней растертости и скоростей (рис. В-30 и В-30а – здесь не приводятся).

Анализируя кривые, видим, что в определенных пределах скорости и растертости потери напора равна сумме: 1) некоторой постоянной величины, зависящей от растертости и не зависящей от скорости, и 2) величины потери напора при движении по трубам простой воды.

Выражаясь проще, для движения торфяной массы по трубам необходима известная затрата энергии (зависящая от длины и диаметра трубы и растертости массы) для превращения вязкой и волокнистой торфяной массы в настоящую жидкость. Дополнительная затрата энергии равна затрате энергии на движение простой воды, так как торфяная масса, приведенная в динамическое состояние, очевидно, двигается с трением, равным трению воды, обволакивающей частицы торфа.

Внимательный анализ этих кривых указывает, что для данного давления, степени растертости и диаметра трубопровода имеется критическая длина транспорта массы, выше которой производительность падает очень быстро. Эту сложную и неудобную для практического использования формулу удалось заменить значительно более простой эмпирической формулой, достаточно точной в пределах перетертости гидромассы от 0 до 0,4 см/см³ и для скоростей от 0,3 м/сек. до 2,2 м/сек:

$$W = l/d \times (1,19 - 1,7\varphi + 0,36v)$$

где l – длина трубопровода в метрах, а d – его диаметр в сантиметрах.

Здесь же даны (рис. В-30 и В-30а) кривые потери напора, вычисленные по прежней формуле при $\lambda = 0,3$. Эта диаграмма указывает на нецелесообразность чрезмерного увеличения диаметра труб и правильность применения труб 440 мм для подачи от 300 до 500 м³ в час массы от торфососа в аккумулятор и труб 570 мм для магистралей на полях стилки для подачи 500-700 м³ в час, так как при этих диаметрах скорость равна 0,7-0,8 м/сек.

Многолетняя эксплуатация доказала, что при таких, и даже меньших скоростях, никакого засорения трубопровода массой не происходит.

Проверочный расчет по стандарту (рис. В-24) дает следующие производительности для различных пунктов разлива гидромассы. Принимая среднюю производительность торфососа 275 м³/час (эта производительность дает в сезон при 40% [продолжительности] простоев около 23 000 т воздушно-сухого торфа, или 1 400 000 пудов), растертость массы в аккумуляторе:

$$\varphi = (8500 \times 60 \times 100) / (275 \times 1000000) = 0,186 \text{ см/см}^3$$

где 8500 – линейная величина [интегральной скорости воздействия] режущих и перетирающих кромок торфососа и растирателя в м в минуту.

Растертость массы при прохождении через насос без головки при средней производительности насоса 600 м³/час.

$$\varphi = (1750 \times 60 \times 100) / (600 \times 1000000) = 0,017 \text{ см/см}^3$$

Растертость массы в трубопроводе

$$\varphi = 0,203 \text{ см/см}^3$$

Принимаем

$$\varphi = 0,2$$

По диаграммам потери напора в трубопроводе (рис. В-30 и В-30а) и работы торфяного насоса (рис. В-19) определится потеря напора в трубопроводе W и производительность насоса Q м³/час.

1. При подаче массы в передаточный аккумулятор

трубопровод $d = 570$ мм, $l = 1000$ м, $W = 20$ м

$$Q = 800 \text{ м}^3/\text{час.}$$

2. При розливе на самой дальней карте

трубопроводы $d = 570$ мм, $l = 1000$ м и $d = 440$ мм, $l = 150$ м, $W = 23,5$ м,

$$Q = 550 \text{ м}^3/\text{час.}$$

3. Средняя производительность при розливе

трубопроводы $d = 570$ мм, $l = 500$ м и $d = 440$ мм, $l = 150$ м, $W = 16$ м,

$$Q = 950 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Этих производительностей более чем достаточно для откачки из аккумулятора всей массы, подаваемой двумя торфососами, тем более что торфяные насосы могут работать с гораздо меньшими простоями, чем торфососы.

Вопреки утверждению Фр. Бартеля в его книге «Torfwerke» (1923 г., 2-ое издание) транспорт массы по трубам в несколько раз экономичнее всех известных и в данном случае применимых способов и, в частности, железнодорожного транспорта, даже при условии перевозки в вагонах торфа-сырца без прибавления воды. Это допущение, однако, очень осложняет последующее распределение массы по полям сушки, которое при транспорте торфяной массы по трубам в виде жидкости производится очень просто.

Подробное сравнение этих способов дано в прилагаемом расчете инж. И.Н. Глыбовского, составленном для большого производства и значительного расстояния, при которых Фр. Бартель считает способ транспорта гидроторфа особенно невыгодным.

9. Транспорт гидромассы по трубам и транспорт торфяного сырца по железной дороге

Вес транспортируемой гидромассы превышает, приблизительно, на 150% первоначальный вес торфяной массы, и это обстоятельство на первый взгляд говорит против транспортирования по методу Гидроторфа, но экономический подсчет с учетом всех реальных обстоятельств говорит, что метод этот наиболее дешев и экономичен; в то же время он вполне надежен.

Произведем параллельный расчет стоимости транспортирования на одно и то же расстояние массы: А) по трубам в виде гидромассы и Б) по железной дороге в виде торфяной массы, добываемой из карьера какой-либо машиной, например, черпаковым баггером, и нагружаемой в вагонетки для отправки к месту дальнейшей обработки (предложение Фр. Бартеля).

Задаемся сезонной производительностью торфяных разработок 200 000 тонн воздушно-сухого торфа = 1 540 000 куб. метров торфяной залежи = 3 770 000 куб. метров гидромассы влажностью 95,5%.

Вес 3 770 000 куб. метров гидромассы, проталкиваемой по трубам торфяным насосом на поля сушки = 3 770 000 тонн; вес 1 540 000 куб. метров торфяной залежи, транспортируемой по железной дороге после выемки ее из карьера баггером = 1 540 000 тонн. Для обоих случаев принята длина перемещения $l = 1\,200$ метров, что приблизительно равно среднему расстоянию транспорта гидромассы на поля сушки.

А) Транспорт гидромассы по трубам

<промежуточные вычисления здесь опущены и приведены лишь результаты>

Денежные затраты для транспортирования по трубам, в течение сезона, гидромассы на 200 000 тонн воздушно-сухого торфа состояются из:

1. Основных расходов

Оборудование	Количество	Единицн. цена в золотых довоен- ных рублях	Стоимость в золотых довоен- ных рублях
1. Торфяные насосы [по 700 м ³ /час] с полной установкой	5 шт.	2500 руб.	12500 руб.
2. Моторы 120 сил с реостатом и масляным выключателем, полной сборкой и установкой	5 шт.	3000 руб.	15000 руб.
3. 6000 метров железных труб диам. 0,57 м со стенками толщ. 3 мм с укладкой, общий вес	300 тонн	330 руб.	99000 руб.
Итого	—	—	126500 руб.

2. Эксплуатационных расходов

Оборудование	Количество	Единицн. цена в золотых довоен- ных рублях	Стоимость в золотых довоен- ных рублях
1. 3 смены мотористов у каждого из 5-ти торфяных насосов, а всего 15 человек, работающих по 90 дней	1350 дней	1 руб. 60 коп.	2160 руб.
2. 5 ремонтных слесарей, работающих по 90 дней	450 дней	2 руб. 00 коп.	900 руб.
3. Электрическая энергия для транспортирования по трубам гидромассы на 200000 тонн воздушно- сухого торфа по 2,24 kWh на 1 тонну, а всего 2,24 x 200000 =	448000 kWh	4 коп.	17920 руб.
Итого	—	—	20980 руб.

Стоимость транспортирования по трубам гидромассы на 200 000 тонн воздушно-сухого торфа (в золотых довоенных руб.):

1. Амортизация затраченного капитала, т.е. 10% от 126 500 руб.	12 650 руб.
2. Проценты на затраченный капитал, т.е. 6% от 126 500 руб.	7 590 руб.
3. Эксплуатационные расходы	20 980 руб.
Всего	41 220 руб.

что дает на 1 тонну $41220/200000 = 0,206$ руб. = 20,6 коп.

Б. Транспортирование по железнодорожному пути

В течение 90 рабочих дней подлежат вывозу 1 540 000 кубич. метров торфяной залежи, весом 1 540 000 тонн; в течение 1 суток подлежат вывозу с болота, на расстояние 1 200 метров, к месту дальнейшей обработки и сушки

$1540000/90 = 17100$ куб. метр. сырца весом 17100 тонн;

Считая нагрузку одного узкоколейного состава не свыше 70 тонн, мы ежедневно в течение 90 дней должны отправлять с болота по

$17100/70 = 245$ железнодорожных гружен. составов.

Принимая суточную производительность одного баггера при 20-часовом рабочем дне – 1 550 куб. метр. торфяной залежи, получаем необходимое число баггеров

$$\eta = 17100/1550 = 11 \text{ штук.}$$

Следовательно, в каждый данный момент должны грузиться у баггеров 11 железнодорожных составов; для непрерывности работы на каждый железнодорожный состав, который грузится, должен приходиться 1 находящийся в пути и 1 находящийся на выгрузке, следовательно, всего нужны 33 железнодорожных узкоколейных состава с 11 паровозами, из которых каждый обслуживает 3 подвижных состава.

Выше подсчитано, что поезда должны ежедневно совершать с нагрузкой 245 рейсов, т.е. на каждый состав приходится $245/33 =$ приблиз. 7,5 рейсов с нагрузкой. При 20-ти часовом рабочем дне на 1 рейс приходится 2 часа 50 мин.; так как в течение этого времени состав должен быть нагружен, выгружен и должен пройти вперед и назад 2,4 километра, то работа должна быть крайне интенсивной, по своей напряженности близкой к пределу.

Полезная нагрузка узкоколейного ж.-д. состава, как выше принято, = 70 тонн. Нагружая каждую вагонетку $2\frac{1}{2}$ тоннами сырого торфа из-под баггера, мы должны иметь в каждом составе

$$70/2,5 = 28 \text{ вагонеток,}$$

с грузоподъемностью по $2\frac{1}{2}$ тонны.

Весь нужный подвижной состав 33-х поездов состоит из:

11 паровозов, узкоколейных (находящихся в работе)

2 паровозов запасных (ремонт),

$28 \times 33 = 924$ вагонетки узкоколейные с грузоподъемностью

$2\frac{1}{2}$ тонны,

92 вагонетки запасные.

Полагая, что путь для движения каждого 3-х составов при одном и том же паровозе должен разветвляться на концах стрелками по круговой схеме (рис. В-31), мы получаем общую длину пути, необходимого для работы каждого трех поездов:

$$2 \times 1200 + 4 \times 100 = 2800 \text{ метр.} = 2,8 \text{ км}$$

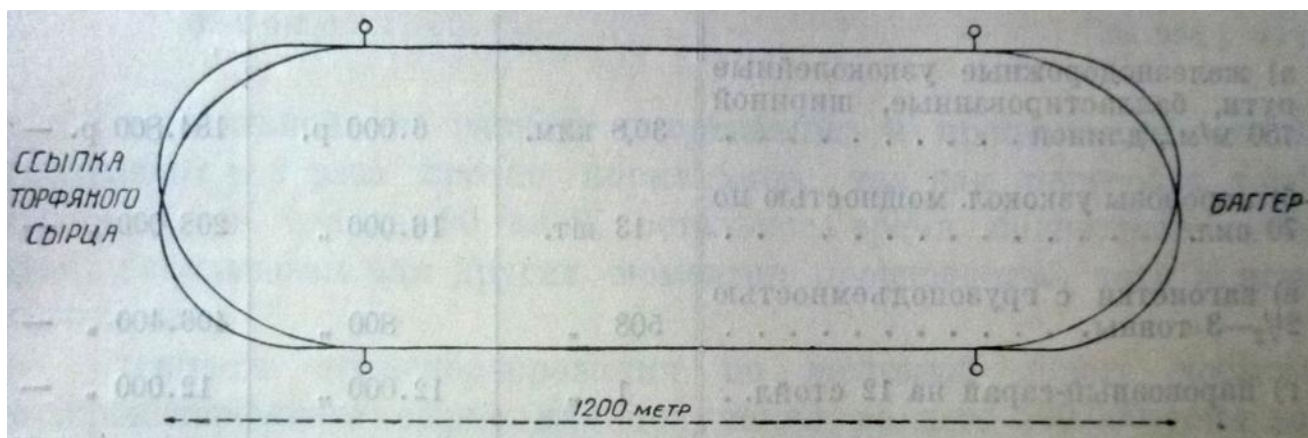


Рис. В-31

Для работы 11-ти паровозов с 33-мя подвижными составами при них нужны железнодорожные пути длиной

$$2,8 \times 11 = 30,8 \text{ км}$$

Переносных железнодорожных путей на обоих концах мы здесь не учитываем, так как не учтены и трубы для розлива гидромассы.

Каждый паровоз и 3 подвижных состава при нем должны обслуживаться 3-мя лицами: машинистом, помощником и сцепщиком (он же смазчик вагонов); всего 11 паровозов и 33 железнодорожных состава должны обслуживаться 33-мя лицами. Эти лица должны иметься в 3-х сменах. При выгрузке из вагонеток сырца должна быть артель на каждые 2 паровоза и 6 подвижных составов – 10 человек, а на 11 паровозов и 33 подвижных состава $10 \times 11/2 = 55$ человек в 1 смене; в 3-х сменах нужны 165 человек; но этого момента мы вводить в расчет не будем, так как не производим здесь учета розлива на полях сушки. Но момент нагрузки баггером мы учитываем, так как он относится к транспортированию и совершенно отсутствует при гидравлическом торфодобытии.

Для откатки наполненных вагонеток из-под баггера на соответствующие расстояния и своевременную подачу пустых вагонеток на каждый из 11-ти нагружаемых поездов нужны по 10 рабочих, всего в 1 смену 110 человек, а в 3-х сменах $110 \times 3 = 330$ человек.

Что касается денежных затрат для транспортирования по железной дороге в течение сезона (90 дней) торфяного сырца, добытого черпаковым баггером для получения 200 000 тонн воздушно-сухого торфа, то они делятся на:

1. Основные расходы

Оборудование	Количество	Единичн. цена в золотых довоенных рублях	Общая стоимость в золотых довоенных рублях
а) железнодорожные узкоколейные пути, балластированные, шириной 750 мм, длиной	30,8 км	6000 руб.	184800 руб.
б) паровозы узкокол. мощностью по 70 сил	13 шт.	16000 руб.	208000 руб.
в) вагонетки с грузоподъемностью 2½-3 тонны	508 шт.	800 руб.	406400 руб.
г) паровозный сарай на 12 стоек	1 штука	12000 руб.	12000 руб.
Итого	—	—	919200 руб.

2. Эксплуатационные расходы

Наименование	Количество	Единиц. цена в золотых довоенных рублях	Стоимость в золотых довоенных рублях
1. 3 смены мотористов на 11 паровозах, всего 33 человека, работающих по 90 дней, итого рабоч. дней	2970 дней	4 руб.	11880 руб.
2. То же, помощников машинистов	2970 дней	3 руб.	8910 руб.
3. То же, сцепщиков	2970 дней	2 руб.	5940 руб.
4. Разделанный пень, как топливо для паровозов, по 50 куб. м в день на паровоз, а всего на 11 паровозов по 550 куб. м разделанного пня в день; в 90 рабоч. дней расход пня	49500 куб. м	50 коп.	24750 руб.
5. Смазочное масло, концы, набивка, прокладка и проч. в год – 1½% от (208000 + 406400 руб.) = 9216 руб., а для 90 раб. дней $9216 \times 90/300 =$	–	–	2764 руб. 80 коп.
6. Ремонт подвижного состава – 1% от (208000 + 406400 руб.) = 6114 руб. в год, за 90 дней	–	–	1840 руб.
7. Стрелочники – по два человека на обоих концах путей; всего в 3 сменах – $3 \times 2 \times 2 = 12$ человек работают по 90 дней, а всего	1080 дней	1 руб. 25 коп.	1350 руб.
8. Рабочие на нагрузке, подаче и откатке вагонеток около баггеров $10 \times 11 \times 3 = 330$ чел., работающих по 90 раб. дней, а всего $90 \times 330 =$	29700 дней	1 руб. 50 коп.	44550 руб.
Итого	–	–	101984 руб. 80 коп.

При дальнейшем расчете амортизация и проценты на капитал уменьшены в 3 раза против нормальных, так как перевозка торфа продолжается только 90 дней, остальное время подвижной состав будет использован для других моментов производства, хотя и менее интенсивно.

Стоимость транспортирования по железной дороге добытого баггером торфяного сырца для получения из него 200 000 тонн воздушно-сухого торфа составляется из следующих расходов:

Наименование	Сумма в золотых довоенных рублях
1. Амортизация затраченного капитала в течение 15-ти лет, т.е. 6,66% годовых с уменьшением их в 3 раза = 2,22% от 919200 руб.	20406 руб. 20 коп.
2. 6%/3 = 2% прибыли на затраченный капитал, т.е. 919200 руб.	18384 руб.
3. Эксплоатационные расходы	101984 руб. 80 коп.
Итого	140775 руб.

что дает на 1 тонну воздушно-сухого торфа $140775/200000 = 0,704$ руб. = 70,4 коп.

Таким образом, транспортирование торфа по трубам в виде гидромассы *дешевле* железнодорожного транспортирования торфа-сырца в $70,4/20,6 = 3,42$ раза.

Если в заключение прибавить, что интенсивный железнодорожный транспорт крайне опасен в пожарном отношении на торфяных разработках в сухие летние месяцы и потребует для охраны болота неучтенные здесь значительные рабочие силы, то экономичность транспортирования массы по трубам и практичность этого способа в применении особенно к торфяному делу вырисовывается еще более отчетливо.

*Инженер И.Н. Глыбовский**

* Инженер Иван Никитич Глыбовский в ЧК-ГПУ, как некоторые его коллеги, слава Богу, не попадал, зато ему пришлось потратить кучу времени на бесплодные переговоры с советскими конторами и заводами. Из письма Р.Э. Классона в Главное управление по топливу (ГУТ) от 8 мая 1923 г.:

Вами было поставлено в вину Гидроторфу то, что он сделал большое количество зарубежных заказов таких предметов, которые, казалось бы, могли быть изготовлены в России. Один из этих заказов не может быть получен, так как был исполнен в [оккупированном теперь] Руре и французские власти не выпустили изготовленных предметов оттуда. Речь идет о стальных трубах 8 дюймов диаметром с необходимыми фасонными частями. Так как заказ не может быть нами получен, а трубы нам нужны, то нам предстоял выбор: или сделать новый заказ за границей или поместить его в России.

Начиная с 19 марта мы начали хлопотать по выяснению вопроса, могут ли быть и на каких условиях изготовлены эти водопроводные трубы на русских заводах. В течение полутора месяцев один из наших инженеров был всецело занят этим и теперь, после полутора месяцев, результат получился совершенно отрицательный. Мы не будем приводить всех ответов, которые получены.

Все это сведено в прилагаемой таблице, из которой благоволите усмотреть, что большинство казенных заводов за изготовление этих труб не берется, а другие заводы по сие время ответа никакого не дали. <...>При сем прилагается таблица. Если угодно, могут быть приложены копии докладов нашего инженера с подробным перечислением, когда и с кем на казенных заводах он говорил. На некоторые заводы пришлось ездить до 6-ти раз, не считая телефонных и письменных разговоров, так что, в общем, на получение этих ответов было всецело израсходовано время инженера Глыбовского в течение полутора месяцев.

Продолжение истории с ГУТом, из письма Р.Э. Классона замторгпреду В.В. Старкову в Берлин от 23 мая 1923 г.

Посылаю Вам копию моего письма на имя ГУТа. ГУТ меня обругал, даже хотел обвинять по суду за то, что мы заказываем за границей то, что можно, по его мнению, заказать в России. Ну, вот я для их удовольствия проделал операцию с запросом на русские заводы по поводу стальных труб. Все казенные заводы отказались и только один частный з-д согласился изготовить трубы, но по цене в 6 раз дороже немецких. Получив такую таблицу, ГУТ капитулировал и согласился на зарубежный заказ. Конечно, это бесполезно, так как ни кредитов нет, ни времени нет, но все-таки ГУТ убедился, что дело не так просто, как ему кажется.

10. Формовка торфяной массы

Удаление добавленной при размыве воды фильтрацией – Цапки – Формующий автомобиль моделей 1922 и 1923 г.

После разлива торфяной массы на полях сушки начинается быстрое удаление добавленной к ней при размыве воды, главным образом, путем фильтрации влаги через поверхность полей сушки. Добавленная водяной струей к торфу вода легко отделяется от торфа, особенно при коагуляции гипсом, так как она примешана к нему чисто механически. Этот процесс удаления влаги из торфа фильтрацией зависит почти всецело от фильтрующей способности поверхности полей сушки, на что при подготовке полей должно быть обращено достаточное внимание.

Картовые канавы, глубиной до 1 метра, проводимые при сушке на торфяной залежи через 25-30 метров, способствуют понижению уровня грунтовых вод. Верхний слой осушенного болота приобретает фильтрующую способность, благодаря коагуляции торфа, происходящей летом под действием естественных сил – солнца и ветра, а зимой вследствие промерзания верхнего слоя торфяной залежи. Кроме того, при разливе гидромассы, коагулированной гипсом, влага, выделяющаяся из торфа и содержащая в себе известное количество гипса, коагулирует также и верхний слой торфяной залежи.

Плохо дренированные поля, на которых многократно производился разлив некоагулированного торфа, теряют в значительной мере свою фильтрующую способность и нуждаются в повторной обработке их мотыгами или почвенным фрезером (см. ниже: **11. Сушка торфа**).

На соответственно подготовленных полях содержащаяся в торфяной массе избыточная влага переходит в верхний слой торфа и затем под небольшим углом к горизонту направляется в картовые канавы. В течение нескольких часов после разлива торфа (особенно коагулированного гипсом) можно наблюдать простым глазом многочисленные мелкие потоки воды, вливающиеся в картовые канавы по всей длине их стенок, а в месте впадения картовых канав в валовые видны целые ручейки этой воды.

Процесс удаления из торфяной массы дополнительной воды заканчивается в течение нескольких дней: при коагуляции гипсом – в течение одного дня, при некоагулированном торфе – в течение 5-ти, максимум – 7-ми дней. По истечении этого времени торф имеет приблизительно ту же самую влажность, какую он имел в торфяной залежи, то есть около 90%. Эта влажность обеспечивает возможность формования из сплошного слоя массы отдельных кирпичей, которые впредь сохраняют свою форму.

Разделение торфяной массы на отдельные кирпичи и придание этим кирпичам определенной формы необходимо для ускорения дальнейшей сушки и для возможности производить с этими кирпичами нужные для сушки торфа операции.

Простейшим способом формования торфа или, вернее, разделения его на отдельные кирпичи является применение так называемых «цапок» (рис. Б-29а и Б-29b). Для увеличения поверхности отдельных кирпичей и получения щелей между перевернутыми кирпичами и поверхностью поля сушки цапки делают волнистыми.

Цапкование выполняется торфяниками очень производительно, тем более что, в противоположность подъему машинно-формовочного торфа, для выполнения этой операции им не приходится нагибаться (рис. Б-28). Стоимость цапкования составляет всего 10% от всех операций по сушке торфа, а, между тем, оно включает в себе, собственно говоря, две операции – разделение торфа на куски определенного размера и отрывание его от земли с одновременным перевертыванием. Вторая операция необходима сама по себе как при гидравлическом, так и при машинно-формовочном способе.

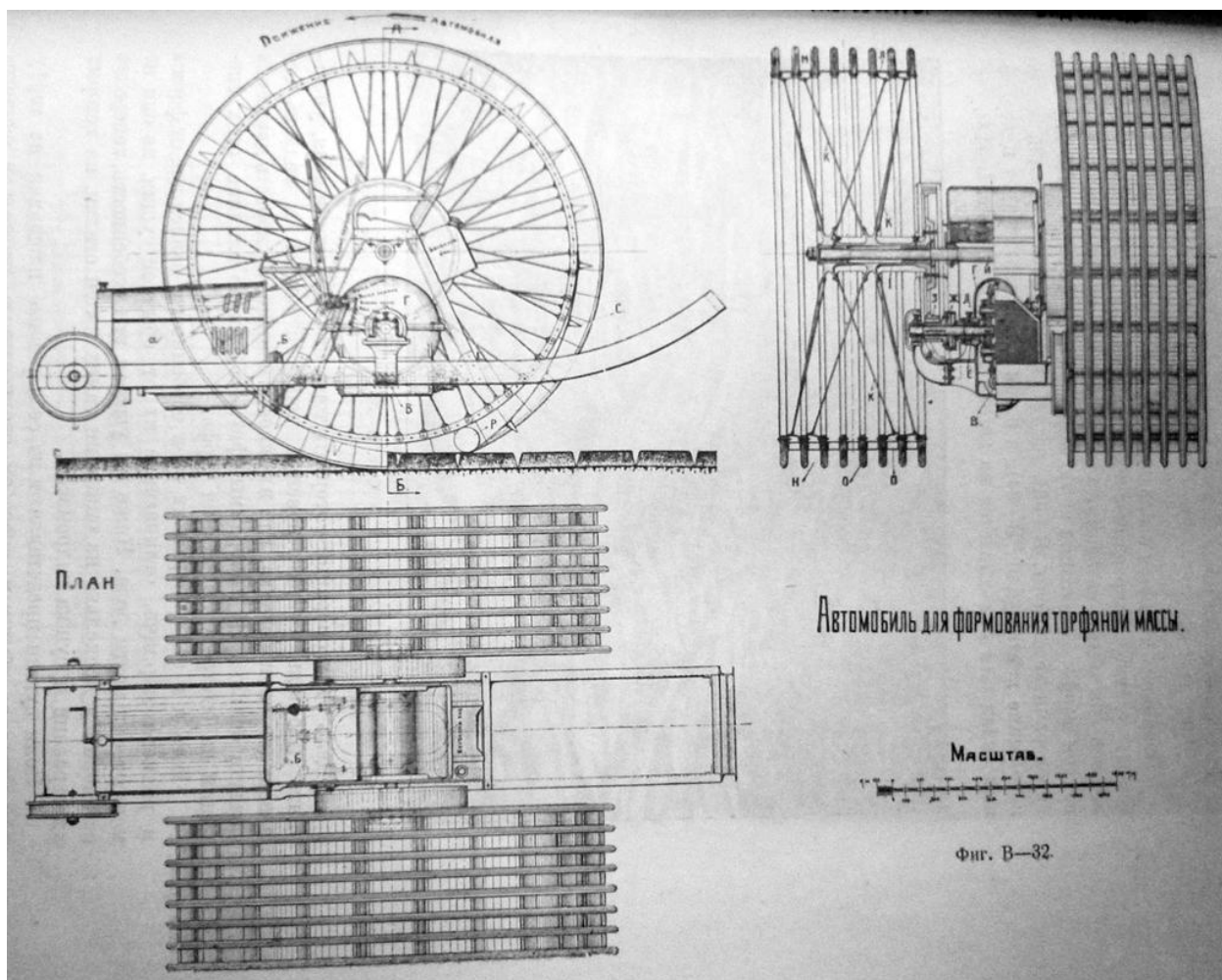


Рис. В-32

Операция разделения разлитого торфа на отдельные кирпичи может производиться и механизированным способом при помощи формующего автомобиля специальной конструкции (рис. В-32, [см. также фото на рис В-27](#)). Эта оригинальная машина изобретена специально для выполнения данной задачи и представляет из себя автомобиль, передвигающийся на двух больших колесах (диаметром около 3-х метров), причем автомобильный мотор и весь привод помещены на раме, подвешенной к общему для двух колес валу.

Перемещение автомобиля по поверхности торфяной залежи производится благодаря перемещению центра тяжести механизма. Повороты достигаются торможением отдельно одного из колес, для чего автомобиль снабжается цилиндрическим дифференциалом и 2-мя тормозами.

Два передних колеса и хвост рамы служат предохранительным устройством, препятствующим опрокидыванию рамы вокруг вала. Во время работы два передних колеса автомобиля находятся в воздухе и не касаются торфяной массы. Механизм автомобиля состоит из мотора около 40 л.с. (а), фрикционной муфты (конуса) (б), червячной передачи (в), соединенной в одной коробке (г) с цилиндрическим дифференциалом (д), двух полуосей (е), несущих тормозные шайбы (ж), и двух шестеренных передач (з) для передачи движения колесам. Колеса свободно насажены на вал (и) и состоят из втулки (и), тонких тангенциальных спиц (к) и обода (л), шириною 1 метр, имеющего специальные формы (м) для формования торфяной массы.

Здесь необходимо указать, что автомобиль, помимо задачи разделения торфяной массы на отдельные кирпичи, выполняет другую задачу – формования торфяных кирпичей, то есть обжимания их сверху и с боков для придания определенной формы. В сезоне 1922 года автомобили работали с ободами, формирующими кирпичи в виде четырехскатных крыш или трапециев (рис. Б-27).

Большой угол стенок форм по отношению к вертикали необходим был для того, чтобы торф не застревал в формах, не имевших принудительного выталкивания, как в нижеописанной модели 1923 года. Высота форм должна была быть такой, чтобы вместить торфяную массу. Поэтому кирпичи получались слишком большими, и сушка их шла медленно.

Обода колес модели 1923 г. (рис. В-32) имеют по своей окружности ряд круговых канавок (русел) (н), отделенных друг от друга толстыми деревянными стенками (о). Значительная толщина этих стенок делается для того, чтобы их объемом выжать торф внутрь канавок, заставить его подняться от земли вверх и тем уменьшить площадь соприкосновения кирпича со стилкой. Этим действием ряды кирпичей отделяются друг от друга широкой щелью, которая открывает боковую поверхность их воздействию солнца и ветра.

Обжатие торфяной полосы сверху производится гибкими полосами (п), вложенными во все канавки. Для усиления обжимающего действия лент и для надежного выбрасывания сформованных кирпичей из канавок между ободом и лентами вкладываются чугунные или свинцовые ролики (р), которые бегают по дну канавок. Вес этих роликов не позволяет им вращаться вместе с барабаном, и они всегда находятся на небольшом расстоянии от поверхности поля, на задней стороне колес. Своим весом и объемом они заставляют гибкие ленты выходить из канавок и, таким образом, выжимают кирпичи.

Разделение сформованной торфяной полосы на отдельные кирпичи производится при помощи многочисленных перегородок V-образной формы (с), приклепанных к подвижным лентам. Таким образом, сформованный торф, благодаря малой величине кирпичей, сечение которых вытянуто в вертикальном направлении, и наличию широких щелей, сохнет быстрее; получаемый продукт обладает, вследствие уплотнения при формовании, большей плотностью и прочностью и, кроме того, имеет прямоугольную форму, удобную для хранения и транспорта. Обжатая поверхность кирпичей обеспечивает их меньшую гигроскопичность.

Необходимо оговориться, что операция формования торфа автомобилем не избавляет от последующего отрывания кирпичей от поверхности полей сушки и является по существу дополнительной операцией, которой можно избежать, ограничиваясь только что описанным цапкованием. Поэтому, несмотря на ускорение сушки и улучшение формы и свойств получаемого топлива, целесообразность формования торфа автомобилем находится под вопросом. Стоимость этой операции, правда, невелика, так как автомобиль с шофером и помощником формирует в течение 8-ми часового рабочего дня 20 000 квадратных метров, что соответствует 200 тоннам воздушно-сухого торфа. Формование торфа автомобилем обходится вдвое дешевле, чем операция по цапкованию торфа.

11. Сушка торфа

Поля сушки – Полировка – Почвенный фрезер – Канавы – Операции по сушке – Вывозка торфа из клеток – Центральный склад торфа – Ход сушки

Формовка является последней операцией, характерной для добычи торфа именно гидравлическим способом. В дальнейшем сушка ведется обычными методами, применяемыми и при машинно-формовочном торфе. Подсохший торф, безразлично, сформованный или нет, переворачивается (рис. В-33), затем складывается в пятки, малые и большие клетки (рис. В-34), и затем или вывозится на центральный склад или складывается на картах в штабеля (рис. В-26 [*– на заднем плане*])).

Цель этих операций – оторвать торф от поверхности поля, уменьшить площадь соприкосновения торфа с почвой и поднять его в верхние слои воздуха, где влажность меньше, а скорость движения воздуха больше. Из диаграммы (рис. В-35), видно влияние этих операций на быстроту высыхания торфа. Есть и в этих операциях свои особенности, зависящие от формы и размера кирпича, отличающие их от обычной сушки, но они не меняют сущности дела.

Ниже мы укажем эти особенности, теперь же остановимся несколько на описании самих полей стилки, на которых идет разлив и сушка гидромассы. Поля сушки представляют из себя ровные площадки на торфу или суходоле, обычным способом скорчеванные, тщательно сполированные и разделенные канавами на ряд прямоугольных полос 250-300 метров длиной и 25-30 метров шириной. Поля сушки на торфу удобны тем, что требуют обычно значительно меньше времени и затрат для своей подготовки.

Корчевка чрезвычайно легка; плинтовка, в виду обычной горизонтальности болота, отсутствует*. Полировка так же не представляет затруднений. Канавные работы на торфу обычно легче, чем на суходоле.



Рис. В-33

* Плинтовка – заравнивание поверхности торфяника после корчевки, удаление кочек, мотыжение поверхностного слоя. Понятие похожей операции – «полировки торфяника» в словарях не встречается, ниже она объясняется как разрыхление и разравнивание верхнего слоя торфяной залежи, т.е. очеса (неразложившегося мха).



Рис. В-34

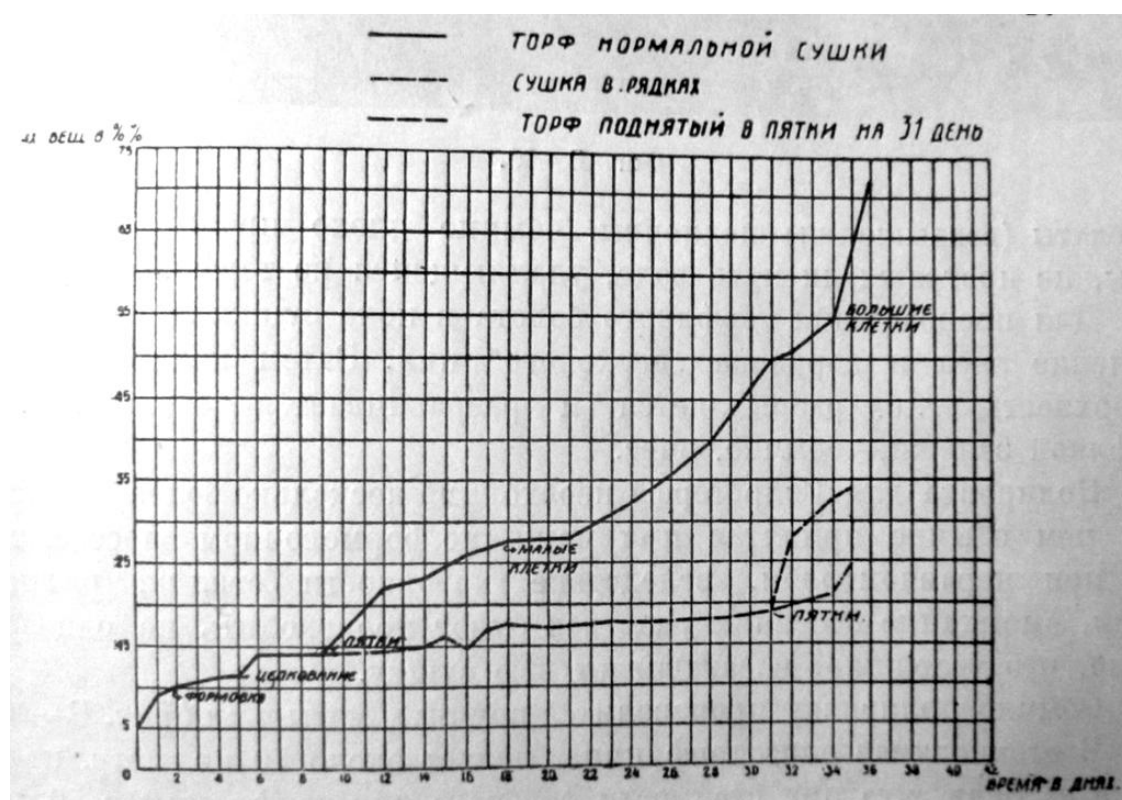


Рис. В-35

С другой стороны, и у суходольных площадей имеются свои преимущества, которые искупают все недостатки. Это – значительное ускорение сушки, ввиду большой водонепроницаемости грунта и возможность более раннего разлива на суходольных полях, так как они значительно ранее оттаивают весной, нежели торфяные.

Опыт показал, что разлив на стилку с толстым слоем льда нецелесообразен, ввиду того, что при этом масса сохнет медленнее, так как вода, задерживаемая слоем льда, уходит только испарением. Суходольные поля хороши, конечно, только при песчаном грунте; разлив же на глинистой почве недопустим совершенно.

Что касается полей сушки на торфу, то они применимы при любой глубине залегания. Предпочтительно выбираются наиболее мелкие залежи, которые трудно или даже невозможно вырабатывать, лишь бы только материк, залегающий непосредственно под торфом, давал возможность стока воды в картовые канавы, то есть чтобы перекаты (возвышения) подпочвы, обычно плохо проницаемой для воды, не преграждали путь воде, удаляющейся из торфа.

Для превращения торфяного болота в поле сушки производится удаление леса и корчевка «верхового» пня. Затем полируется его поверхность, т.е. разрыхляется и разравнивается верхний слой торфяной залежи, обычно, очес. Полировка для гидроторфа необходима несколько более тщательная, чем обычно принятая при машинно-формовочном способе, так как при неравномерном, вследствие неровности стилки, разливе массы, высыхание соседних участков будет происходить не одновременно, что усложняет и затягивает всю сушку.

Обычно полировка производится вручную мотыгами (рис. В-36). В этом случае одна торфяница делает около 70 кв. метров полировки за день, что при стоимости рабочего дня торфяницы в 50 коп. плюс 50% накладных расходов дает стоимость подготовки одного гектара (1 гектар равен 0,92 десятины) около 110 рублей.

В последнее время Гидроторф для полировки употреблял специальные машины – почвенные фрезера (Landbaumotor), изготовляемые немецкой фирмой Ланц (рис. В-37, 38), которые с успехом работали в 1922 г. по подготовке площадей сушки для Электропередачи. Такой фрезер в восьмичасовой рабочий день сполировывал в среднем около 3 гектаров, то есть заменял около 400 торфяниц.



Рис. В-36

Нужно заметить, что три гектара обрабатывали русские шоферы, только что начавшие работу на фрезере и с ним совершенно не знакомые. В Германии такие фрезера обрабатывают значительно больше.

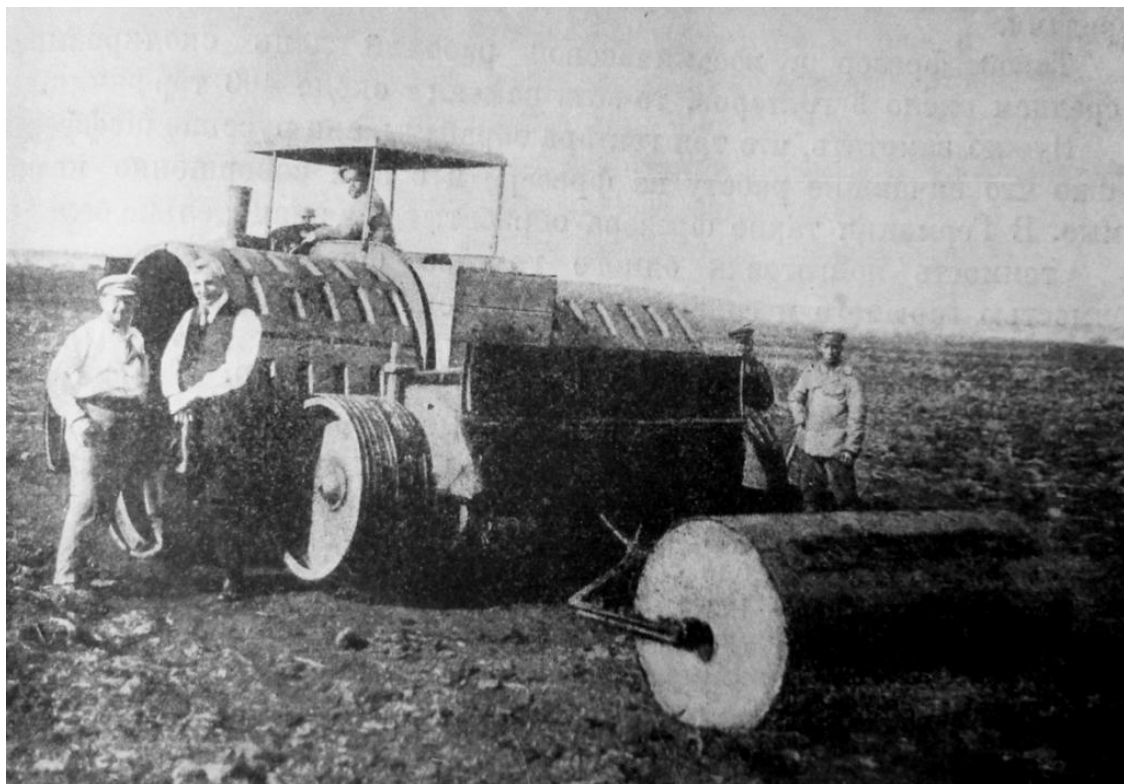


Рис. В-37



Рис. В-38

Стоимость подготовки одного гектара фрезером определяется стоимостью горючего и содержанием персонала, а именно:

Расход горючего и смазочного масла на 1 гектар

бензина	29,5 кг	по цене 10,4 коп./кг	на сумму 3 руб. 06 коп.
керосина	8,69 кг	по цене 6,1 коп./кг	на сумму 53 коп.
маш. масла	0,66 кг	по цене 10,7 коп./кг	на сумму 7 коп.
эфиру	0,08 кг	по цене 21,3 коп./кг	на сумму 2 коп.
тавота	0,16 кг	по цене 19,5 коп./кг	на сумму 3 коп.
цилиндров. масла	1,31 кг	по цене 18,3 коп./кг	на сумму 24 коп.
Итого			3 руб. 95 коп.

Считая на 1 фрезер: шофера, помощника и рабочего по подвозке горючего, оцениваем расход на рабочую силу в 5 руб. в смену или 1 руб. 65 коп. на гектар и, прибавляя 50% накладных расходов, получаем общую стоимость подготовки равной 8,5 рубля на гектар. Таким образом, полировка фрезером в 12 раз дешевле ручной.

Амортизация в расчет нами не принимается, так как, благодаря невысокой стоимости фрезера (5 000 зол. руб.), она невелика и, кроме того, с избытком покрывается сокращением персонала, что в свою очередь сокращает амортизацию жилых и вспомогательных построек и всякие накладные расходы.

Рытье канав более или менее обычно. Валовые каналы проводятся параллельно друг другу на расстоянии 250-300 метров, что дает возможность устроить надежный спуск воды в них из картовых канав. Средний размер валовой канавы дан на рис. В-25.

Картовые каналы проводятся на полях Гидроторфа в одинаковом количестве с картовыми канавами полей машинно-формовочного торфа, только иначе расположены. В то время как при обычном способе картовые каналы образуют сеть, при Гидроторфе они идут параллельно друг другу на расстоянии 25-30 метров, ограничивая длинную карту, которая обычно заливается с двух раз, для чего посередине всей карты приходится ставить временные щитки из 200 мм [высотой] тесин.

Такие карты, как показывает опыт, с одной стороны, удобны для разлива, с другой стороны, обеспечивают быстрое удаление воды в картовые каналы путем фильтрации. Размеры картовых канав даны на рис. В-25. По обеим сторонам канав устраиваются бермы, защищающие ее от залива массой.

Стоимость подготовки полей сушки составляет весьма небольшую часть капитальных затрат, а их амортизация и ежегодный ремонт входят в себестоимость торфа совершенно ничтожными долями. По подсчетам Экспертной Комиссии ГУТа подготовка одного гектара полей стилки Гидроторфа обходится около 240 довоенных рублей (при стоимости подготовки машинно-формовочных полей – 185 руб.). Исходя из этих цифр, Комиссия определила, что подготовка полей составляет всего лишь 11,5% от капитальных затрат, а амортизация полей составляет лишь 2,5% от всей себестоимости торфа.

Переходя к вопросу о сушке, мы опять должны указать почти на полную тождественность отдельных операций как при гидравлическом способе, так и при машинно-формовочном. Механизация этих операций, к сожалению, пока – дело будущего. Условия работы торфяниц так же аналогичны, причем разница лишь в том, что уроки задаются не по числу кирпичей, а по площади.

Одна лишь операция ворочки ведется при гидроторфе несколько иначе, чем при обычном способе. Ворочка производится особыми цапками на длинных ручках, благодаря чему торфяница работает не нагибаясь, что значительно облегчает труд.

Кроме того, этими же цапками, если торф не был ранее сформован, можно его цапковать, то есть нарубить кирпичи того или другого размера (рис. Б-28). Как уже говорилось ранее, эта операция одновременно заменяет собой и формовку торфа.

Размер уроков на один рабочий день торфяницы установлен следующий:

1. Ворочка или цапкование 455 кв. метров
2. Складывание в пятки 570 кв. метров
3. Складывание в малые клетки 365 кв. метров
4. Складывание в большие клетки 365 кв. метров
5. Штабелевка 60 куб. м на рамку в 11 человек
6. Погрузка в вагоны из больших клеток 230 кв. метров

Принимая толщину разлива равной 200 мм, что дает с 1 кв. метра поля стилки 11 килогр. воздушно-сухого торфа, имеем следующее количество уроков на одну тонну воздушно-сухого торфа:

Операции	Количество уроков на 1 т возд.-сухого торфа	
	При штабелевке на болоте	Без штабелевки на болоте
Ворочка	0,2	0,2
Пятки	0,16	0,16
Малые клетки	0,26	0,26
Большие клетки	0,26	0,26
Штабелевка	0,67	—
Погрузка торфа	0,41	0,41
Ручная разгрузка из вагонов	0,2	0,2
Укладка в большие штабеля	0,12	0,12
Всего уроков	2,28	2,28

При хорошей погоде и правильной сушке (своевременной формовке, ворочке, подъемке и т. п.) одну из операций можно сократить, например, малые или большие клетки, но эта мера должна применяться весьма осторожно. В 1922 году был неудачный опыт пропуска пятков: результатом этого было закисание торфа и необходимость двух-трехкратного переукладывания в большие клетки с тем, чтобы так или иначе досушить закисший торф.

Действительно лишней операцией и притом весьма дорогой является штабелевка торфа на полях сушки.

Выше мы дали таблицу, из которой видно, что штабелевка требует свыше 40% от расхода рабочей силы на операцию по сушке и до 30%, считая не только сушку, но и вывозку и укладывание в большие штабеля.

Согласно нормальной схемы Гидроторфа, весь торф двух первых разливов вывозится на центральный склад прямо из клеток, что пока является особенностью гидроторфа, но должно быть принято за правило, независимо от способа добычи.

Вывозка всего выработанного торфа непосредственно из клеток во время сезона, безусловно, возможна, лишь бы торф был достаточно досушен (до 30% влажности), что при нормальном заливе и хорошем состоянии полей вполне достижимо. Большая сухость вывозимого торфа нужна потому, что в больших штабелях центрального склада он досыхает хуже, чем в малых (60 куб. метр.) штабелях.

Вывоз торфа в большие штабеля, помимо сокращения рабочей силы по сушке, дает возможность лучшего использования площади полей. Штабеля, оставленные на полях стилки, при втором заливе несколько намокают снизу и сокращают полезную площадь стилки на 20-25%. Трехкратный же залив при этом условии уже совсем нецелесообразен.

Летняя вывозка торфа даже при большой интенсивности значительно дешевле зимней, которая затрудняется холодом, заносами и темнотой. Во время больших метелей подвоз торфа с полей обычно совершенно прекращается. Между тем летом вывоз может быть организован почти круглые сутки в несколько смен, и потому его можно наладить очень хорошо.

Центральные склады могут быть оборудованы машинами для складывания штабелей и загрузки торфа в вагонетки и снабжены противопожарными приспособлениями, что невыполнимо на полях сушки. При сушке на торфу самый грунт уже представляет пожарную опасность для находящихся на полях штабелей, так как поверхность торфяных залежей в сухие годы легко загорается от малейшей искры.

Потребное для вывозки торфа железнодорожное оборудование невелико и при стандарте на 4 000 000 пудов (66 000 тонн) состоит при работе круглые сутки из следующего:

Рельсовых путей колеи 750 мм постоянных	10 км
Рельсовых путей колеи 750 мм переменных	2 км
Вагонеток грузоподъемностью 2 тонны	75 штук
Паровозов по 50 л.с.	3 штуки

Погрузка в вагоны, помимо ручной, может быть и механической, помощью канатных, гребковых или ленточных транспортеров. Пока трудно оказать что-либо об их экономичности, так как большого опыта с ними еще не было, но в сезоне 1923 года предполагается для этой дели испробовать транспортеры на разработках «Электропередачи», для чего там уже имеются два транспортера системы Ширма и 10 – системы Шхера (рис. В-39).

Укладку больших штабелей целесообразно производить не вручную, а специальной штабельной машиной, с успехом работавшей в Германии (Wismoor) и на разработках гидроторфа при Электропередаче (рис. В-40 – *здесь этот чертеж не приводится*).

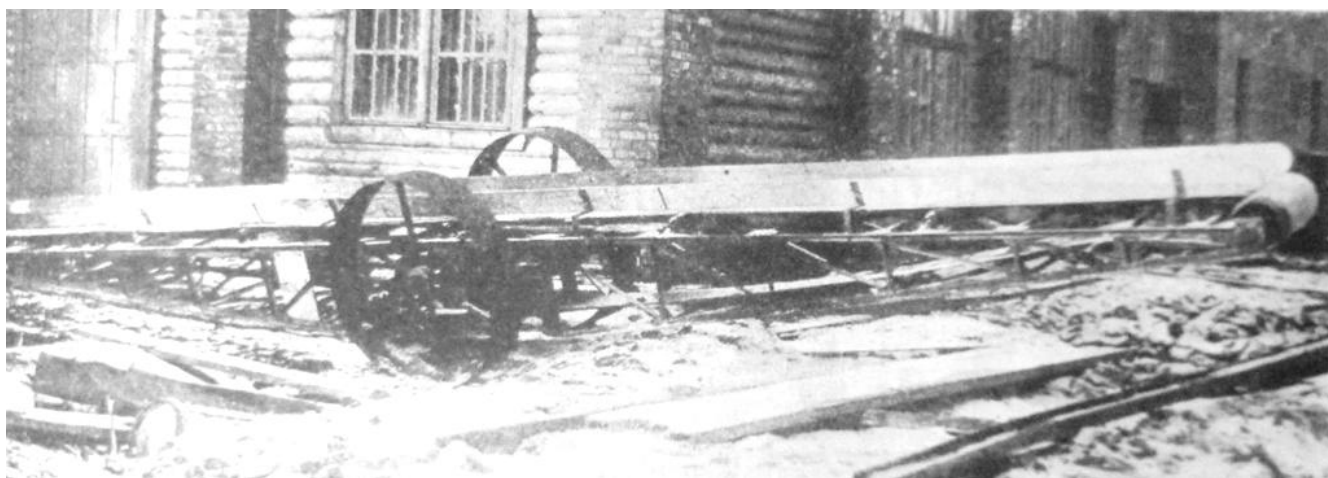


Рис. В-39

Эта машина канатом передвигает сама себя по перекладному рельсовому пути, причем поддерживающий ролик катится по подкладному лафету. Этим же канатом она втаскивает на свою воронку вагонетки с откидными боками (рис. В-41 – [здесь этот чертеж не приводится](#)) или опрокидывающиеся, и затем поднимает в воронку торф гребками по наклонному желобу на высоту около 7 метров, откуда он падает в кучу. Прочные стенки штабеля на высоту около 2 метров складываются вручную, а верхушка штабеля насыпается машиной, причем бока образуют с горизонтом угол естественного откоса.

На практике приходится иметь дело с двумя вариантами больших складов для торфа (рис. В-42 – [здесь этот чертеж «Центральный торфяной склад на 33 000 tn» не приводится](#)):

- 1) торф поступает с болота и вывозится со склада по одной и той же колее;
- 2) торф подается на склад в вагонах узкой колее, а вывозится по широкой колее.

Во втором случае нужно предусматривать и возможность перегрузки торфа из вагонов узкой колее в вагоны широкой, без укладывания в большие штабеля, что легко достижимо при помощи эстакады и опрокидывающихся вагонеток (рис. В-42).

Постоянных путей имеется на складе только 2 на 4 штабеля; остальные пути накладываются для работы штабельной машины и переносятся в сезон 4 раза. Нагрузка вагонеток из штабеля с успехом производится при помощи грейферных кранов: паровых (Демага) (рис. В-8) или электрических на гусеницах (рис. В-9), которые во время торфяного сезона исполняют роль пеньевых кранов. Таким образом, это оборудование амортизирует себя дважды: летом на добыче торфа, зимой на нагрузке вагонеток. Такой механизированный склад обеспечивает надежную подачу торфа во всякую погоду, что особенно важно для торфяных районных электрических станций и избавляет от многочисленного персонала, нужного для зимней грузки торфа с полей.

Схема путей при втором варианте остается почти такой же, только на 2-х постоянных путях вдоль склада добавляется 3-й рельс для образования широкой колее и в любом месте делается эстакада для непосредственной перегрузки из узкоколейных вагонеток в большие вагоны.

Продолжительность сушки гидроторфа зависит от тех же причин, что и при машинно-формовочном торфе, то есть погоды и состояния полей сушки. В среднем можно принять для центрального района продолжительность сушки при 200 мм залива равной 27-30 дням.

По данным прошлых лет наблюдалась следующая длительность отдельных операций для некоагулированного торфа:

	Средняя влажность	Пределы
Формовка на 7-й-8-й день после разлива	89,2	87,3-91,8
Ворочка на 11-й-12-й день	85,4	79,7-89,9
Склады в пятки на 17-й-18-й день	80	79,1-86
Склады в клетки на 22-й-23-й день	70	53,1-88,5 (78,5?)
Склады в штабеля на 27-й-30-й день	40,4	27,8-53,5

Коагуляция гипсом сокращает главным образом время до формовки или ворочки с 8-10 дней до 2-3-х и таким образом дает экономию на целую неделю. Вопросу коагуляции торфа гипсом и сушки коагулированного торфа посвящена следующая глава и здесь мы ограничимся только одним этим беглым указанием на значение коагуляции.

Для расчета мы примем из осторожности продолжительность сушки торфа 2-х первых разливов до влажности 30%, что нужно для вывоза торфа в большие штабеля центрального склада, в 35 дней, для последнего разлива – в 45 дней. При этих условиях первый разлив будет продолжаться с 5-го мая по 10-ое июня, второй – с 10-го июня по 15-ое июля и третий – с 15-го июля по 15-ое августа.

В 1922 году гидроторф, разлитый с 1-го по 15-ое августа, при коагуляции гипсом досох до 27% влажности в течение одного месяца, поэтому мы смело говорим о третьем разливе до 15-го августа. Принимая среднюю толщину разлива в 180 мм, получаем полный сбор с одного квадратного метра за 3 разлива равным $1000 \times 0,18 \times 3 \times 0,6 = 324$ кг или 320 т с гектара. На один торфосос с сезонной производительностью в 16 500 тонн нужна площадь сушки в 51 гектар, а считая 15% на канавы и бермы – 60 гектар, как и начерчено в стандарте (рис. В-24).

Глава Г. Коагуляция гидромассы гипсом в лаборатории и в поле

При разработке торфяной залежи гидравлическим способом торфяная масса подвергается диспергированию механическим воздействием, с одной стороны, водяной струи высокого давления, а с другой, быстро вращающихся частей торфососа и растирателя.

По исследованию проф. А.В. Думанского, в естественном торфе с болота «Электропередачи» находится около 5% содержащегося в нем сухого вещества в виде гидрозолей, а в гидромассе с того же болота в указанном состоянии находится уже до 30% содержащегося в ней сухого вещества. Эта разница между естественным торфом и гидромассой легко обнаруживается под микроскопом; если к естественному торфу прибавить такое количество воды, какое вносится струей при размывании болота, сильно взболтать и поместить полученную смесь под микроскопом, то при малом увеличении (в 50 раз) мы увидим следующую картину: отдельные места поля зрения затемнены крупными частицами торфяной массы, остальное же пространство совершенно прозрачно, и нанесенные на предметном стекле деления видны ясно.

При том же увеличении гидромасса даст иную картину: кроме сильно затемненных отдельными крупными частицами торфа участков поля зрения все остальное поле представляется мутным и малопрозрачным; деления на предметном стекле едва заметны. Эта сравнительно высокая степень дисперсности торфа в гидромассе обуславливает ряд особенностей в ее свойствах. Гидромасса, вообще говоря, не способна отдавать воду путем фильтрования; если в первый момент и наблюдается явление фильтрования раствора, то оно скоро прекращается, так как поры фильтра закупориваются **частицами гелей и крупными частицами зелей**, и вся фильтрующая поверхность становится водонепроницаемой^{*}. Такое явление наблюдается всякий раз, независимо от величины пор фильтрующей поверхности; потребуется только несколько больший промежуток времени, чтобы гидромасса закупорила макроскопические отверстия фильтрующей поверхности.

Это свойство гидромассы лишало возможности искусственно обезвоживать гидроторф путем фильтрования без давления или отжиманием. Это же свойство оказывало сильное влияние на высушивание гидроторфа на полях и на состояние полей стилки.

^{*} Гель – разновидность коллоидов, студенистая масса, обладающая некоторыми свойствами твердых тел (способностью сохранять форму, прочность, упругость).

Золь – дисперсная система с жидкой дисперсионной средой; различают гидрозоли (растворитель – вода) и органозоли (растворитель – органическое вещество).

При первом разливе верхний слой торфа на поле стилки представлял собой разрыхленную действием зимних морозов и обезвоженную в течение летних солнечных дней массу, способную легко пропускать воду в нижележащие слои и далее в картовые, дренажные канавы. С другой стороны, верхний слой торфа был в значительной мере обезвожен и, следовательно, обладал способностью набухать; вследствие этого верхний слой торфа как бы отсасывал часть воды из разлитой на нем гидромассы, оводняясь за ее счет путем набухания. Указанные две причины обуславливали сравнительно быструю отдачу воды, в начальной стадии сушки (до влажности 90%), гидромассой при первом разливе на данной карте, так как эта отдача шла, главным образом, в почву и лишь в незначительном количестве путем испарения в воздух.

При этом в почву проникала не чистая вода, а коллоидальный раствор, уносивший с собой и более крупные частицы в виде грубой суспензии, отлагавшиеся в верхнем слое почвы; более крупные частицы отлагались в самых верхних слоях, а более мелкие проникали в глубже лежащие слои, закупоривали постепенно все ходы и в значительной мере делали верхний пласт торфа поля стилки водонепроницаемым.

Для того чтобы сделать вновь поле сушки водопроницаемым, необходимо коагулировать его природными силами (солнце и ветер), для чего нужно заботиться о понижении уровня грунтовых вод дренажными канавами и давать время между разливами для хорошей просушки и проветривания полей разлива. Второй разлив на ту же карту без соблюдения этих условий усиливал закупорку верхнего слоя торфа и еще больше лишал ее способности пропускать воду; таким образом, при втором разливе на ту же карту гидромасса должна была обезвоживаться путем отдачи воды испарением в окружающую атмосферу и в меньшей степени путем отдачи воды в почву.

Само собой понятно, что в течение зимних месяцев верхний слой полей сушки под влиянием морозов разрыхлялся и снова приобретал способность пропускать воду; в течение весеннего периода при теплой ясной погоде этот слой подсыхал и приобретал способность впитывать воду из разлитой на нем гидромассы вследствие набухания.

Свести к минимуму отрицательное влияние гидромассы на поля сушки вполне возможно содержанием в полном порядке картового дренажа и ранним окончанием разлива, чтобы дать возможность картам в значительной мере исправиться под влиянием теплых и солнечных дней конца августа и сентября; но для этого приходилось ограничиваться двумя разливами на одну и ту же карту в течение сезона.

Однако быстрый рост производительности машин повелительно требовал форсирования сушки гидроторфа и более интенсивного использования полей стилки.

Основные положения химии коллоидов указывали путь к разрешению этой задачи. Надо было коллоидальный раствор, пропитывавший гидромассу, освободить от диспергированных в нем частиц, закупоривавших ходы в фильтрующем слое поля стилки, и довести этот раствор по возможности до такого состояния, при котором в нем будут находиться различные вещества лишь в молекулярно-дисперсном состоянии. Этого можно достигнуть действием на гидромассу различных электролитов, из которых приходилось выбирать, прежде всего, соли.

Дело в том, что кислоты и щелочи в первый момент соприкосновения с коллоидальным раствором могут выделить из него коллоидально-растворенные вещества, или коагулировать раствор, но при дальнейшем более или менее продолжительном соприкосновении с выпавшим из раствора коллоидом (гелем) они вызовут набухание этого геля и даже обратный переход его в раствор.

Большое число фактов этого рода собрано М. Fischer'ом (Fischer M., Das Ödem, Dresden, 1910^{*}) и W. Ostwald'ом (см. литературу у Lüers und Schneider. Koll. Zeit, 28.1.1921).

В качестве примера можно привести действие небольших количеств крепкой соляной кислоты на коллоидальные растворы окиси железа; в первый момент после прибавления соляной кислоты раствор выделяет в осадок окись железа, но затем осадок начинает набухать и постепенно переходить в раствор; раствор соляной кислоты, как говорят, действует на окись железа пептизирующим образом.

Особенно надо было избегать действия на торфяную массу щелочей, так как в торфе находится значительное количество так называемых гуминовых кислот и углеводов, легко набухающих под влиянием щелочи; заранее можно было предвидеть сильно пептизирующее действие щелочи на торфяную массу. И действительно, под влиянием щелочной среды торф легко превращается в клейкую пластическую массу.

Помимо сказанного и другое соображение заставляло отказаться от воздействия на гидромассу кислот и щелочей; эти реактивы слишком дороги, чтобы пользоваться ими для ускорения обезвоживания гидромассы на полях сушки, а кислоты слишком опасны для железных механизмов. В силу сказанных соображений мы сосредоточили свое внимание исключительно на изучении действия различных солей на гидромассу. Из солей подлежали изучению, конечно, только такие, которые являлись доступными по цене и потому применимыми в технике торфодобыывания.

При сравнительном изучении действия на гидромассу различных солей мы пользовались в лаборатории двумя методами чисто технического свойства. В одной серии опытов мы действовали на гидромассу растворами различных солей и отжимали сначала в течение 24-х часов под давлением 0,5 атм. (так называемый малый пресс), а затем при 50 атм. в течение одного часа в большом прессе; в полученных брикетах определялось содержание сухого вещества.

В другой серии опытов коагулированную гидромассу фильтровали через слой естественного торфа и следили за нарастанием содержания сухого вещества в гидромассе и количеством отфильтровавшейся воды через каждые сутки; параллельно в тех же условиях фильтровалась обыкновенная гидромасса; такого же характера опыты были проделаны с фильтрованием коагулированного и некоагулированного гидроторфа через полотно, натянутое на раму.

Метод определения коагулирующего действия различных солей на гидромассу, наблюдением высоты столба отстоявшейся в цилиндре жидкости, требует слишком много времени и не дает резких результатов.

Для выбора технически наиболее пригодного коагулятора из числа доступных солей мы изучили коагулирующее действие сернокислого натрия (Na_2SO_4), сернокислого калия (K_2SO_4), сернокислого магния (MgSO_4), сернокислого кальция (CaSO_4), хлористого калия (KCl) и хлористого натрия (NaCl).

^{*} В переводе с немецкого термин «Das Ödem» означает отёк (скопление жидкости в биологических тканях), а ссылка на сию книгу приводится в одноименной статье Большой медицинской энциклопедии! Правда, в ссылке содержится намек на то, что ученый М. Фишер занимался коллоидальной химией (в медицине?), т.е. предметом близким проф. Г.Л. Стадникову: Fischer M., Das Oedem, Dresden, 1910 (рус. изд. — М., 1913); он же, Kolloidchemie der Wasserbindung [(Коллоидная химия связывания воды)], Dresden, 1927 (переработанное изд. предыд. книги).

А другая ссылка подтверждает наше предположение: В 1907 и 1909 годах Мартин Фишер, тогда профессор медицины в Оклендской медицинской школе (Калифорния), утверждал, что набухание клеток — это не осмотическое мембранное явление, как тогда считалось, а результат сильного сродства коллоидов протоплазмы к воде, какое наблюдается у фибрина и желатина. Развивая эту мысль, он предложил теорию отёка, а также опубликовал по этому вопросу пространное исследование. — Примеч. М.И. Классона

Так как для расчетов промышленного характера и промышленной оценки коагулятора важно было знать процентное содержание соли в гидромассе, то мы отказались от изучения влияния эквивалентных количеств различных солей на гидромассу и при сравнительном изучении коагулирующего действия перечисленных солей прибавляли растворы их в таком количестве, чтобы конечная концентрация в гидромассе составляла 2% на безводную соль, и только для одного сернокислого кальция, вследствие его малой растворимости, концентрация в гидромассе составляла 0,125%.

Фильтрующей перепонкой в прессах служило полотно. При этих опытах выяснилось, прежде всего, что обыкновенная гидромасса в малом и большом прессе в первые несколько минут отдает небольшое количество мутной воды, а затем фильтрация прекращается, так как поры полотна совершенно закупориваются гидромассой; благодаря этому нам ни разу не удалось получить брикет из некоагулированной гидромассы.

Наоборот, коагулированный солями гидроторф отфильтровывал совершенно прозрачную воду, отжимание протекало довольно хорошо с естественным замедлением и приводило к образованию брикета, в котором и определялось содержание сухого вещества.

Параллельные опыты давали удовлетворительные совпадения, показывая расхождение в один процент, так что выбранный нами метод можно было считать вполне пригодным для решения чисто технических вопросов.

Результаты этих опытов собраны в таблице I.

Коагулятор	K ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	KCl	NaCl	—
Отжато воды в малом прессе, см ³	650	700	650	710	660	660	300
Отжато воды в большом прессе, см ³	150	130	130	120	130	140	0
Содержание сухого вещ. в % в брикете	26,0	31,6	25,0	28,9	23,1	25,8	—

Из приведенной таблицы видно, что наилучшее коагулирующее действие и притом в равной мере оказывают сернокислый натрий и сернокислый кальций (гипс); если однако принять во внимание, что концентрация сернокислого натрия в 16 раз превышала таковую для гипса, то уже на основании этих опытов необходимо признать гипс технически наиболее пригодным коагулятором. Тем не менее, были поставлены новые опыты с целью, с одной стороны, более детального сравнительного изучения коагулирующего действия сернокислого натрия и сернокислого кальция (гипса), а с другой — для нахождения минимальной предельной концентрации этих солей, вызывающей технически пригодную коагуляцию гидромассы. Результаты опытов сопоставлены в [таблице II \(здесь опущена\)](#).

Данные [таблицы II](#) показывают, что минимальная концентрация (предельная), вызывающая коагуляцию гидромассы, для сернокислого натрия составляет 0,2%, а для сернокислого кальция — 0,025%; при этом, как для гипса, так и для сернокислого натрия понижение минимальной концентрации вдвое вызывает резкое падение содержания сухого вещества в брикете. Вместе с тем данные таблицы II показывают, что предельная концентрация сернокислого натрия в 8 раз превосходит таковую для сернокислого кальция; таким образом, и эти опыты заставляют признать гипс наиболее пригодным коагулятором.

Основываясь на результатах приведенных опытов, мы отказались в дальнейшем от изучения коагулирующего действия на гидромассу других солей и все внимание сосредоточили на изучении действия гипса, с целью подойти к разрешению вопроса о применении этого коагулятора в промышленном масштабе для естественной сушки торфа на полях стилки.

Важно было выяснить, какой промежуток времени потребуется для взаимодействия гипса с гидромассой для достижения максимального эффекта; теоретически можно было предвидеть, что процесс коагуляции будет протекать практически моментально; поставленные опыты подтвердили правильность такого вывода.

При этих опытах коагуляция гидромассы производилась предельной концентрацией гипса (0,025%), причем коагулятор прибавлялся к гидромассе в виде раствора; все затем взбалтывалось, оставлялось стоять известный промежуток времени и, наконец, выливалось на полотно, натянутое на раму для фильтрации; в одном только опыте коагулированная гидромасса была вылита на полотно сейчас же после взбалтывания; для этого опыта от момента смешения гидромассы с раствором гипса до выливания на полотно прошло пять минут.

Фильтрация продолжалась 30 минут, после чего гидромасса перемешивалась для взятия средней пробы, в которой и определялось содержание сухого вещества. Во всех опытах объем взятой гидромассы и содержание сухого вещества в ней были одни и те же; для контрольного опыта с некоагулированной гидромассой к нему прибавлен соответствующий объем воды, чтобы сравнить содержание сухого вещества в коагулированном и некоагулированном гидроторфе и довести его до 4%. Результаты опытов даны в [таблице III \(здесь опущена\)](#).

В следующей серии опытов фильтрации коагулированного гипсом и некоагулированного гидроторфа через слой естественного торфа выяснилось:

- 1) влияние коагуляции гипсом гидромассы на скорость отдачи воды фильтрованием в почву,
- 2) влияние фильтрующегося раствора гипса на торфяную подстилку полей сушки и
- 3) изменения в свойствах фильтрующего слоя торфа под влиянием раствора гипса, с одной стороны, и под влиянием золь гидромассы, с другой.

Для этих опытов был взят пласт торфа с глубины одного аршина на болоте «Электропередачи»; взятый торф представлял хорошо разложившуюся пластичную массу. Изучать влияние коагуляции на способность гидроторфа отдавать воду фильтрованием в почву необходимо было именно с таким торфом.

Если бы в качестве фильтрующего слоя был взят верхний пласт торфа, в значительной мере высохшего, то могло быть опасение, что гидромасса не отфильтровывала свою воду в почву, а взятый слой торфа набухал за счет воды гидромассы и вызывал таким образом более быстрое обезвоживание ее. С другой стороны, верхний слой торфа под влиянием промораживания в течение зимних месяцев в значительной мере коагулирован и потому обладает большей способностью пропускать через себя воду; это обстоятельство маскировало бы влияние гипсового раствора на фильтрующую способность торфяного слоя.

Опыты фильтрации производились в двух ящиках с продырявленным дном. Высота ящиков – 30 см, ширина и глубина по 16 см. В каждый ящик был положен слой естественного торфа высотой в 14 см; слой торфа покрывался полотном, чтобы не смешивать фильтруемую гидромассу с фильтрующим слоем торфа. Ящики были поставлены в большие чашки, куда собиралась отфильтровавшаяся вода.

В одни из ящиков последовательно 4 раза [(это и есть серия из 4-х опытов, см. ниже)] наливался слой коагулированной гипсом гидромассы толщиной в 14-15 см, а в другой – такой же слой некоагулированной гидромассы. После наливания гидромассы ящики закрывались, чтобы исключить возможность потери воды испарением в воздух.

Для каждого опыта фильтрования коагулированной гидромассы было взято 2 125 гр. гидроторфа и 375 см³ раствора гипса, а для некоагулированной – то же количество гидроторфа и 375 см³ воды; таким образом, начальное содержание сухого вещества гидромассы в обоих опытах было одинаково.

Через каждые сутки из ящиков брались пробы для определения сухого вещества; так как некоагулированный торф после первого опыта фильтрования очень медленно отдавал воду, и в течение двух суток, а потом и во все время опыта (4 суток) оставался жидким, то при взятии пробы весь слой гидромассы приходилось перемешивать; при этом, само собой понятно, часть торфа оседала на дно и приставала к полотну, а потому сравнительно легкое перемешивание не могло дать истинной средней пробы; вследствие этого пробы некоагулированного гидроторфа показывали иногда меньшее содержание сухого вещества, чем взятая для фильтрования гидромасса. Результаты этой серии опытов собраны в [таблицах IV и V \(здесь опущены\)](#).

Если рассматривать влияние времени фильтрования на содержание сухого вещества в коагулированном и некоагулированном гидроторфе (рис. Г-1) для первого опыта, то окажется, что коагулированный гидроторф ([сплошная] кривая II) быстрее отдает воду фильтрованием, чем некоагулированный ([пунктирная] кривая I); причем кривая II круче поднимается, особенно для первых суток. В то же время обе кривые не показывают сильного расхождения.

Если же рассматривать ход процесса фильтрования воды из коагулированного и некоагулированного гидроторфа для остальных трех опытов (рис. Г-2), то окажется, что коагулированный гидроторф продолжает быстро отдавать воду фильтрованием и при следующих опытах; кривые для коагулированного гидроторфа круто поднимаются, образуя пучок линий.

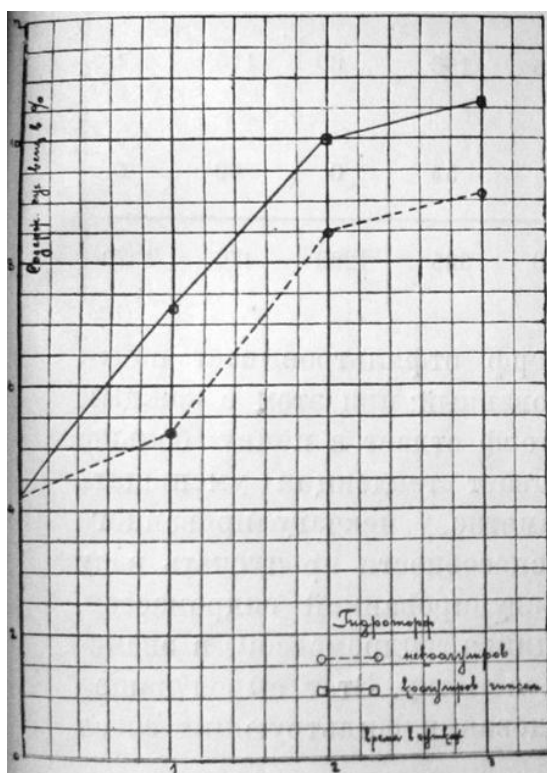


Рис. Г-1

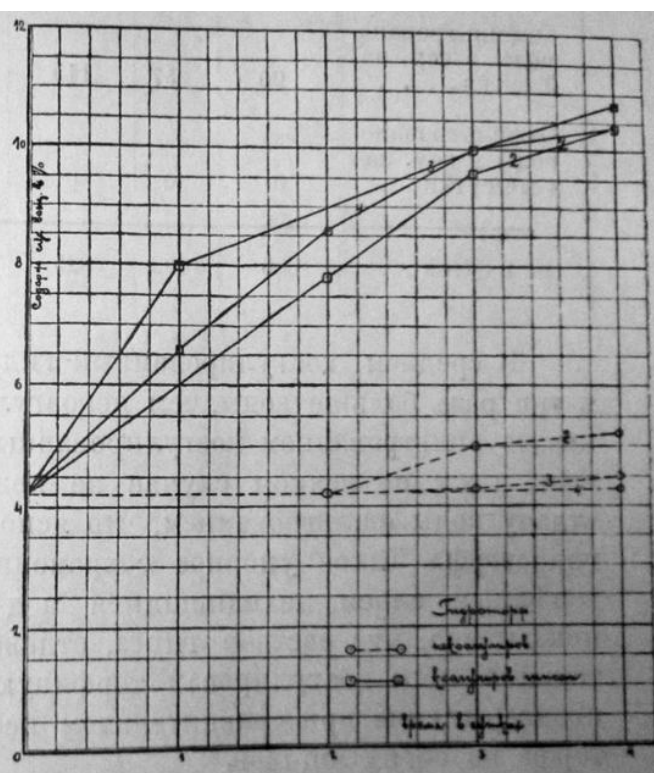


Рис. Г-2

Отсюда следует, что находившийся под коагулированной гидромассой слой фильтрующего торфа продолжал сохранять неизменной свою фильтрующую способность, едва показав тенденцию к ее понижению после первого опыта фильтрования.

Наоборот, некоагулированный гидроторф после первого опыта фильтрования сразу же начинает медленно отдавать воду фильтрованием, и кривая содержания сухого вещества в нем для 2-го опыта резко опускается, а кривые 3-го и 4-го опытов идут уже параллельно оси абсцисс. Это показывает, что находившийся под некоагулированным гидроторфом слой торфа только при первом опыте обладал способностью пропускать из гидромассы воду, а после первого опыта эта способность была так сильно понижена, чтобы к началу третьего опыта достигнуть нуля. Действительно, в первом опыте некоагулированный гидроторф через двое суток превратился в пластическую массу, а в следующих трех опытах он оставался жидким в течение четырех суток.

Оба пучка кривых содержания сухого вещества в коагулированном и некоагулированном гидроторфе для 2-го, 3-го и 4-го опытов показывают сильное расхождение. Из этих опытов следует, что некоагулированный гидроторф при третьей заливке на одну и ту же торфяную подстилку лишь незначительное количество содержащейся в нем воды отдает в почву путем фильтрования, главная же масса воды должна быть отдана в воздух путем испарения; яснее это видно из данных следующей [таблицы V \(здесь опущена\)](#).

В среднем коагулированный гидроторф отфильтровывает почти в три раза больше воды, чем некоагулированный; при этом с каждым новым фильтрованием коагулированный торф отдает в почву больше воды и уж во всяком случае не показывает тенденции уменьшать отдачу воды фильтрованием, что ясно заметно у некоагулированного гидроторфа. Такое упорное сохранение способности пропускать воду торфяным слоем, находившимся под коагулированной гидромассой, показывало, что раствор гипса, отдававшийся гидромассой, в значительной мере коагулировал торфяную подстилку. Этот вывод нашел подтверждение при сравнительном исследовании фильтрующих слоев торфа из обоих ящиков.

Определение степени коагулированности этих торфов по способности отдавать воду при отжимании дало следующие результаты.

***Слой торфа, через который фильтровался
коагулированный гидроторф***

Отжато 250 гр. при 50 атм. в течение 1 часа

Вес брикета – 94 гр.

Сухого вещества в брикете:

1) 24,8%

2) 24,6%

Золы в брикете 1,92%

***Слой торфа, через который фильтровался
некоагулированный гидроторф***

Отжато 250 гр. при 50 атм. в течение 1 часа

Вес брикета – 119 гр.

Сухого вещества в брикете:

1) 18,2%

2) 18,6%

Золы в брикете 1,61%

Результаты отжимания не оставляют сомнения, что фильтровавшийся гипсовый раствор коагулировал фильтрующий слой торфа.

Новая серия опытов, проведенная в тех же условиях и с теми же количествами гидромассы, привела совершенно к таким же результатам, как это видно из данных [таблиц VI и VII \(здесь опущены\)](#). Результаты этих опытов представлены графически на рис. Г-3.

Следующая серия опытов была поставлена с теми же фильтрующими слоями естественного торфа, но только в этом случае коагулированная гидромасса наливалась все три раза на тот слой, на котором в предыдущей серии фильтровалась некоагулированная гидромасса, и наоборот, некоагулированная гидромасса наливалась все три раза на тот слой торфа, на котором в предыдущей фильтровался коагулированный гидроторф. Опыты дали весьма интересные результаты, собранные в [таблицах VIII и IX \(здесь опущены\)](#) и представленные графически на рис. Г-4.

Из данных [таблиц VIII и IX](#) необходимо сделать следующие выводы.

1) Некоагулированная гидромасса на торфяной почве, обработанной раствором гипса, скорее и в большем количестве отдает воду фильтрованием, чем на необработанной гипсом.

2) При повторных фильтрованиях через один и тот же слой торфа без промежуточной просушки некоагулированная гидромасса, даже пропитанный гипсовым раствором слой торфа, в сильной степени забивает и тем понижает его способность пропускать воду.

3) При разливе на обыкновенном торфе некоагулированная гидромасса забивает его в такой степени, что даже коагулированный гидроторф, разлитый на таком торфе, очень медленно отдает свою воду фильтрованием, и требуется три-четыре разлива коагулированной гидромассы, чтобы вернуть фильтрующему слою прежнюю его способность пропускать воду; в первом опыте последней серии коагулированный гидроторф отстает от некоагулированного, во втором опыте отдача воды коагулированным и некоагулированным гидроторфом протекает практически одинаково, и наконец, в третьем опыте коагулированный гидроторф заметно обгоняет некоагулированный.

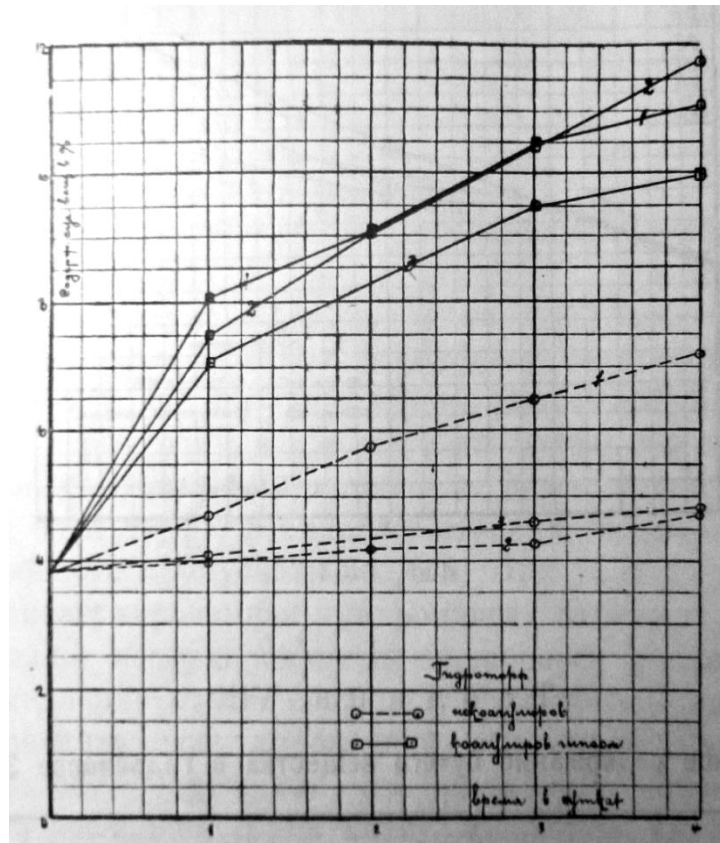


Рис. Г-3

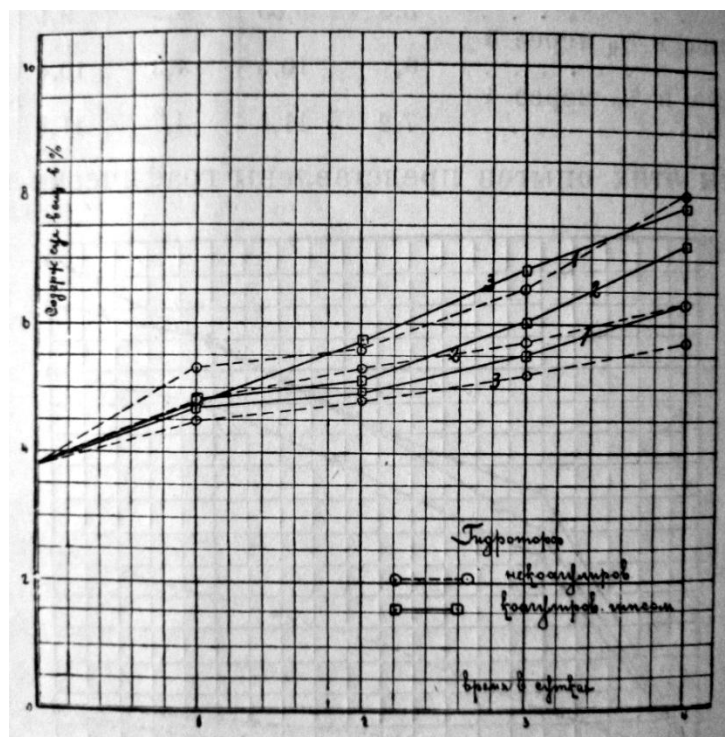


Рис. Г-4

Приведенные лабораторные исследования позволяют сделать ряд выводов практического характера. Некоагулированная гидромасса во время естественной сушки на полях стилки после двух или трех разливов подряд и без принятия соответствующих мер делает эти поля водонепроницаемыми; порча полей стилки некоагулированным гидроторфом в действительности происходит лишь при интенсивной эксплуатации полей сушки; но и для этого требуется восемь-десять разливов и то при плохом дренаже, т.е., по меньшей мере, четыре сезона.

Причиной, устраняющей вредное влияние разлива некоагулированной гидромассы, является естественная коагуляция, происходящая в верхних слоях торфяной стилки под влиянием сильных морозов и высыхания в течение весенних дней и в промежутках между разливами. При этом коагуляции подвергаются и те частицы гидромассы, которые проникли в торфяную подстилку во время разлива и закупорили в ней ходы для воды.

Гораздо проще устранить эти дефекты старых полей стилки и гарантировать их, а так же новые поля, от порчи посредством коагулирования гидромассы гипсом, как это показывают лабораторные опыты фильтрования коагулированного и некоагулированного гидроторфа через слой естественного торфа. Таким образом, мы подошли к практическому выводу о необходимости коагуляции гидромассы для ускорения подготовки ее к формованию и для сохранения полей.

Однако коагулирование гидромассы имеет и другое практическое значение. Как видно из результатов лабораторных опытов, коагулированная гипсом гидромасса отдает в почву около 50% заключающейся в ней воды; из почвы вода поступает в картовые, дренажные каналы, а оттуда в валовую канаву, ведущую в водоем, из которого насос высокого давления берет воду для размывания залежи. Таким образом, коагуляция сохраняет значительную часть воды, потраченной на размывание торфяной залежи.

Наконец, перед нами стоял вопрос о влиянии коагуляции гипсом на скорость отдачи воды гидромассой в воздух путем испарения, после того как она придет в пластическое состояние (90-88% влажности) и будет заформована. Теоретически этот вопрос решен в положительном смысле.

Скорость обезвоживания всякого геля, следовательно и торфа, *caeteris paribus* [(при прочих равных условиях)] находится в обратной зависимости от упругости водяного пара в окружающем пространстве. На полях сушки упругость пара над картами находится в прямой зависимости от влажности торфяного слоя, на который разливалась гидромасса. Чем влажнее почва на карте, тем больше будет над ней упругость водяного пара, и, следовательно, тем медленнее будет высыхать торф, после того как он будет заформован, сложен в пятки и т.д.

Таким образом, на картах, залитых некоагулированным гидроторфом, скорость высыхания торфа будет меньше; и чем более забиты карты некоагулированной гидромассой, тем медленнее на них сохнет торф. Наоборот, на залитых коагулированным торфом картах влажность почвы будет меньше, упругость пара над ними соответственно будет меньше, а потому и торф на них высохнет скорее.

Так обстояло бы дело с сушкой торфа, если бы упругость пара над картами обуславливалась только свободной водой, находящейся в почве. На самом же деле мы имеем здесь иное явление. Поверхность карт, заливавшихся некоагулированным гидроторфом, покрыта сильно набухшими, до предела оводненными коллоидальными частицами (достигшими максимума набухания); в таком состоянии гели ([смотри] Schröder) обладают большей упругостью водяного пара, чем свободная вода. Следовательно, над такими картами упругость пара будет еще выше, и потому высыхание торфяных брикетов еще более замедлится.

На картах, заливавшихся коагулированным гидроторфом, этого явления наблюдаться не будет, так как почва на них менее влажна, и частицы гелей на них не находятся в состоянии максимума набухания, которое в сильной степени понижено действием нейтральной соли – сернокислого кальция [(гипса)].

Таким образом, коагуляция гидромассы косвенно влияет в положительном смысле на скорость отдачи воды торфом путем испарения. Это служило новым доводом в пользу применения коагуляции для ускорения естественной сушки гидроторфа.

Судить о прямом влиянии коагуляции на ускорение отдачи воды торфом в окружающую атмосферу не было возможности, ввиду отсутствия в литературе соответствующих данных. Здесь необходимы были прямые опыты.

Современные условия работы, когда годовые колебания температуры в лабораториях достигают 15-20⁰, исключали возможность строгого экспериментального исследования этого вопроса. Поэтому при начале наших исследований в области гидроторфа мы отказались от изучения скорости обезвоживания коагулированного и некоагулированного гидроторфа при постоянной температуре и различных упругостях водяного пара. В настоящее время «Гидроторфом» созданы соответствующие условия для проведения этого исследования, и работы начаты*.

Пока же мы располагаем цифровым материалом для скорости обезвоживания естественного торфа, не коагулированного и коагулированного гипсом гидроторфа, в совершенно одинаковых условиях для всех трех видов торфа [(в том числе, при «собачьем холоде» зимой)].

Для этих [(нынешних)] опытов были взяты одинаковые навески торфа, с одинаковой влажностью (к некоагулированной гидромассе и естественному торфу было прибавлено соответствующее количество воды), помещены в одинаковые фарфоровые чашки и оставлены при комнатной температуре рядом на рабочем столе.

* Опять пресловутая «советская политкорректность»: зимой в лабораториях Гидроторфа и Химического института имени Л.Я. Карпова, из-за дефицита дров, был попросту собачий холод! А на зиму 1922/23 года, выходит, Гидроторфу лимиты дров удалось выбить, для обоих научных учреждений!!

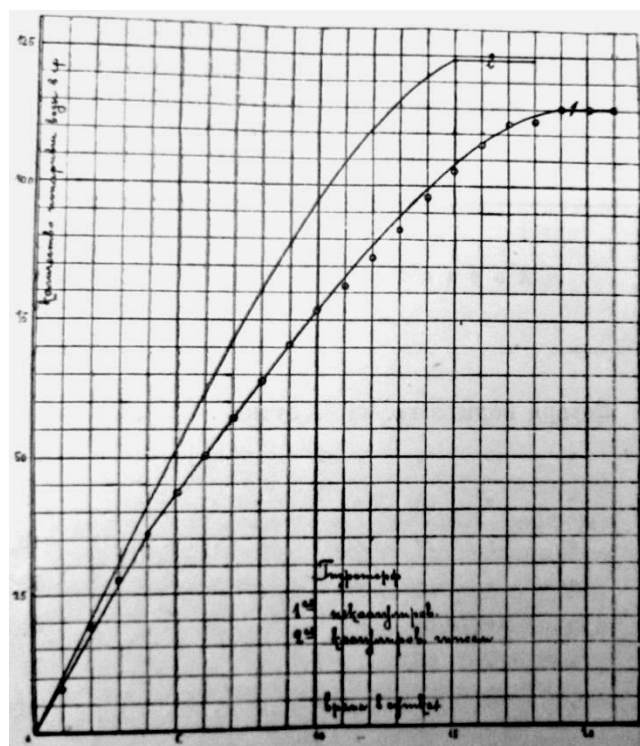


Рис. Г-5

За все время опыта температура колебалась от 19° до 24° . Через каждые сутки чашки с торфом взвешивались с точностью до 0,01 грамма. Результаты опытов даны в [таблице X \(здесь опущена\)](#) и представлены графически (на рис. Г-5).

Из данных [таблицы X](#) и чертежа Г-5 видно, что коагулированный гипсом гидроторф быстрее испаряет воду в воздух по сравнению с некоагулированным гидроторфом и естественным торфом. Аналогичные результаты были получены нами в лаборатории при высушивании на воздухе брикетов из коагулированного гипсом гидроторфа и естественного торфа.

Эти результаты дали нам новое основание для применения коагуляции гипсом гидромассы в промышленном масштабе, что и было предпринято на разработках Гидроторфа при электрической станции «Электропередача» в сезоне 1922 года.

Вводить гипс в гидромассу можно было двумя путями. Во-первых, можно было готовить насыщенные растворы гипса и готовый уже раствор прибавлять в соответствующем количестве либо к гидромассе, либо к воде, идущей на размывание залежи. Во-вторых, можно было прибавлять сухой гипс в виде тонко измельченного порошка в бассейн у самой заборной головки насоса высокого давления.

Первый способ требовал громоздкой установки в виде огромных чанов для приготовления насыщенного раствора гипса. Второй способ предоставлял больше удобств; необходимо было только сконструировать аппарат, дозирующий порошок гипса, который засыпается в водоем у насоса высокого давления.

В основу наших расчетов были положены нижеследующие данные. Данные [[других исследователей](#)] о растворимости гипса сведены в [таблице XI \(здесь опущена\)](#). В среднем для гипса, независимо от его происхождения, мы принимаем растворимость в 0,2%.

Присутствие других солей влияет на растворимость; соли кальция и сульфаты понижают растворимость гипса; но в болотной воде на «Электропередаче» — «Житейной» и в воде из нового артезианского колодца кальциевых солей содержится ничтожное количество, а сульфатов совсем нет.

Хлориды (NaCl, MgCl₂, etc.) повышают растворимость гипса; но этих солей в указанных водах слишком мало (от 0,003% до 0,0045%), чтобы они могли влиять на растворимость гипса. Таким образом, для вод «Электропередачи» растворимость гипса можно принять равной 0,2%.

Относительно скорости растворения гипса в нашем распоряжении были данные А.В. Думанского, по исследованиям которого, при взбалтывании сильно измельченного гипса с водой, насыщенный раствор получается через 30 минут.

Задание производства – 50 000 тонн воздушно-сухого торфа.

Продолжительность сезона – 100 дней.

Влажность сырца – 90%.

Рабочих часов – 20.

Идущая на размыв залежи вода содержит 0,04% гипса.

Количество воды для размыва залежи – [1] объем на [1] объем сырца.

Расчет установки для приготовления насыщенного раствора гипса приводит к таким числам.

50 000 тонн воздушно-сухого торфа = 37 500 тонн абсолютно сухого в сезон.

Ежедневно $37500/100 = 375$ тонн абс. сухого или 3750 тонн залежи.

Воды на размыв – 3750 тонн.

Гипса – $3750 \times 0,04/100 = 1,5$ тонны.

Насыщенного раствора – $1,5 \times 100/0,2 = 750$ тонн в сутки, или $750/20 = 37,5$ тонны каждый час.

При трех чанах (два работают, третий загружается) объем чана = $37,5/2 \sim 19$ тонн.

Все чаны должны быть снабжены механическими мешалками. Получается слишком громоздкая установка. В виду этого был принят другой способ, давший на практике вполне удовлетворительные результаты. Внесение гипса по второму способу в воду, идущую на размывание залежи, осуществлялось следующим образом. В водоеме у заборной головки насоса высокого давления устраивалась загородка с полом (рис. Г-6).

У трубы насоса отгороженное пространство разделялось деревянной стенкой, не доходящей до дна, на две неравные части; в меньшей находилась забирающая воду труба насоса, в большей – мешалка.

Назначение мешалки – создавать вихревое движение воды и взмучивать гипс, успевший упасть на дно; для достижения этой, последней цели на прикрепленную к вертикальному валу поперечную полосу железа навешивались куски цепи, волочившиеся при вращении мешалки по дну и взмучивавшие оседавший порошок гипса. В отделение с мешалкой вода поступала через находящееся внизу отверстие в стене, обращенной к водоему.

Дозировка гипса производилась с помощью вала, вращавшегося в трубке, вставленной в ящик для гипса; трубка имела два прореза с нижней и верхней стороны; соответственно был срезан и вал с двух противоположных концов диаметра. При вращении вала, в момент, когда вырезка в валу попадала на прорез в трубке, гипс засыпался в вырезку и уносился вращающимся валом до нижнего прореза трубки, где высыпался в воду. Чтобы избежать образования свода из гипса над трубкой, что вызвало бы прекращение подачи гипса в воду, над дозирующим валом помещался вал с металлическими стержнями, которые все время поддерживали в движении гипс над дозирующим валом и не позволяли образоваться своду.

С помощью задвижек, находящихся под дозирующим гипс валом, можно было регулировать подачу гипса в водоем соответственно числу работающих брандспойтов. Размеры выреза в валу рассчитываются соответственно производительности насоса.

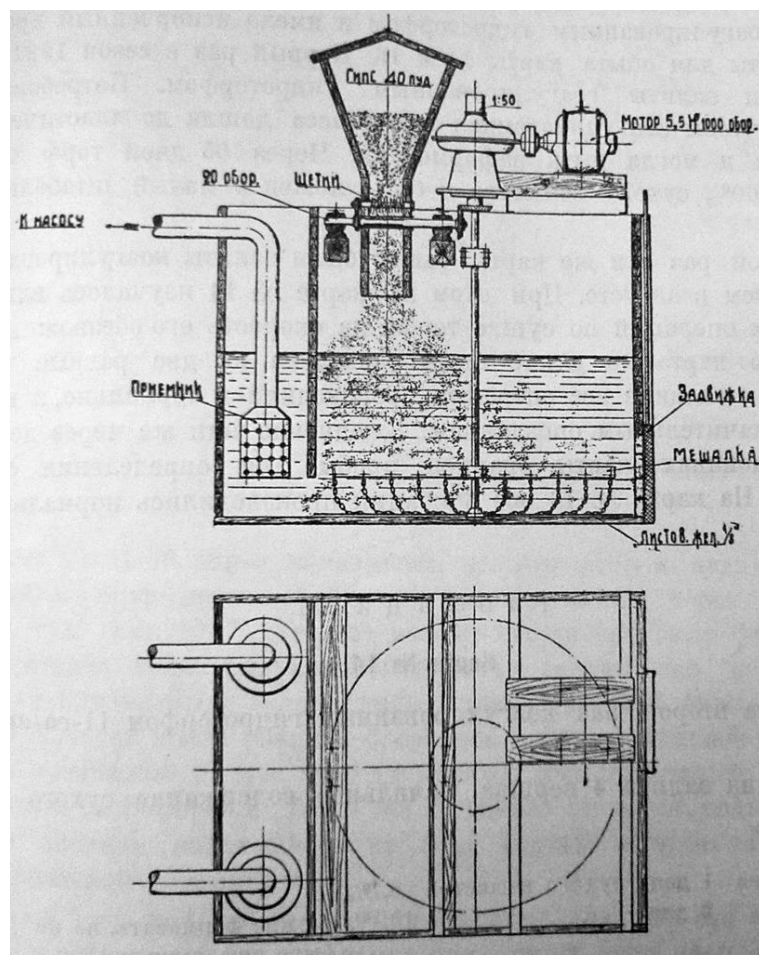


Рис. Г-6

Работа во время сезона 1922 года на «Электропередаче» показала, что выбранный способ введения гипса в воду, идущую на размывание залежи, оказался вполне применимым. Вносимый гипс отчасти успевал растворяться, а отчасти во взмученном состоянии поступал в насос, оттуда по трубопроводу – в брандспойты и, наконец, в карьер. Вследствие быстрого движения воды в насосе и по трубопроводу оседания гипса не происходило. В конце сезона не было замечено отложений гипса ни в насосе, ни в трубопроводе.

Несколько испытаний воды, вытекающей из брандспойта, на содержание гипса показали, что весь внесенный гипс к моменту выхода из брандспойта успевал переходить в раствор. На дне отгороженного в водоеме пространства, в течение сезона, так же не скопилось заметных количеств гипса. После прекращения присыпания гипса в воду на другой день в подаваемой насосом воде нельзя было обнаружить присутствия гипса.

Применение коагуляции гипсом в промышленном масштабе в 1922 году вполне оправдало наши расчеты, хотя нам пришлось ради осторожности размывать залежи раствором гипса меньшей концентрации, чем то требовалось на основании лабораторных опытов. Существовало среди работников гидроторфа опасение, что в результате коагуляции гипсом получится зернистого характера гидромасса, которая будет лишена склеивающих зелей и даст поэтому рыхлый брикет, обладающий повышенной водопроницаемостью. Хотя целый ряд лабораторных опытов позволял считать эти опасения напрасными, тем не менее, содержание гипса в воде, поступавшей на размывание залежи, не поднималось до 0,04%, а колебалось в пределах 0,02-0,03%.

Несколько примеров сушки коагулированного и некоагулированного гидроторфа покажут значение коагуляции как для исправления испорченных некоагулированным торфом полей, так и для ускорения сушки гидромассы.

На первом поле, которое в течение нескольких сезонов заливалось некоагулированным гидроторфом и имело испорченный дренаж, были взяты для опыта карты 14 и 16. Первый раз в сезон 1922 года они были залиты коагулированным гидроторфом. Потребовалось 16 дней, чтобы коагулированная гидромасса дошла до пластического состояния и могла быть заформована. Через 65 дней торф содержал 50-60% сухого вещества и был сложен в малый штабель (полурамок).

Второй раз эти же карты так же были залиты коагулированным гидроторфом в августе. При этом на карте №14 изучалось влияние различных операций по сушке торфа на скорость его обезвоживания. Для этого карта по длине была разделена на две равные части, и в одной половине все операции производились нормально, а в другой – со значительным опозданием. Ежедневно или же через день на обеих половинах карты брались пробы для определения сухого вещества. На карте №16 все операции производились нормально.

Далее приводилась табл. XII по операциям на карте №14 – здесь опущена.

Опыт на 14-ой карте показывает, что при втором заливе [(11 августа)] коагулированный торф достиг пластического состояния через два дня (содерж. сух. вещ. 10,1%); в этот момент его можно было формовать, так как отдача воды фильтрацией в почву закончилась, и вся прибавленная при размыве залежи вода ушла. При наблюдении за картой через 5-6 часов после разлива бросалось в глаза обильное стекание воды по дренажной канаве, чего не наблюдалось при заливе некоагулированным гидроторфом. Такое же обильное стекание воды по дренажным канавам наблюдалось на всех картах, которые заливались коагулированной гидромассой.

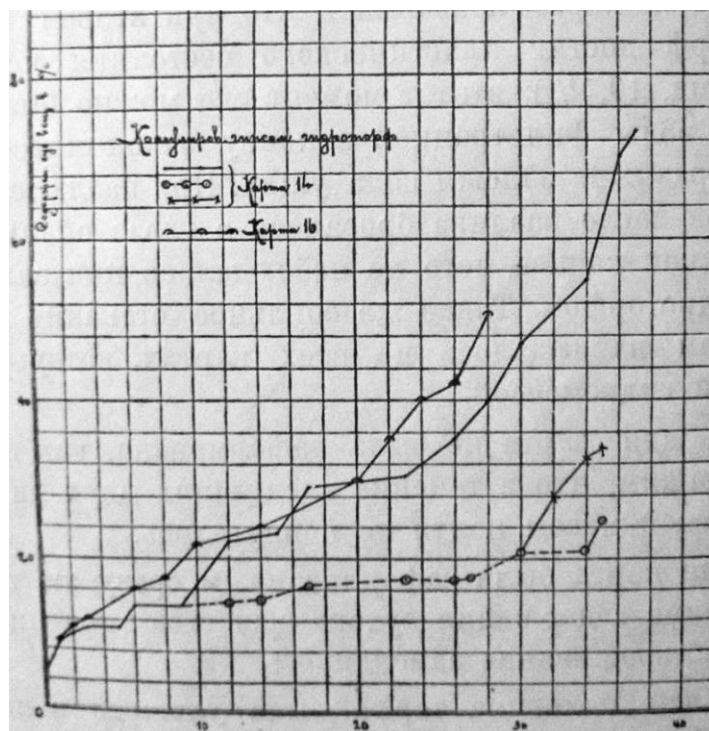


Рис. Г-7

Через два дня карта не была заформована, как это следовало сделать, и мы видим, что в течение следующих двух дней обезвоживание пластической массы почти не подвигалось. Через 4 дня карта была заформована, и сразу же торф показал быстрое нарастание содержания сухого вещества в течение двух дней, а затем опять обезвоживание замедлилось.

Через 10 дней половина торфа была уложена в пятки, и этот торф показал быстрое нарастание сухого вещества, между тем как оставшийся в рядках торф продолжал медленно отдавать воду и сильно отставал от торфа, подвергавшегося правильному уходу. Через 37 дней, то есть 17-го сентября, торф первой половины карты достиг воздушно-сухого состояния.

Ход сушки торфа на карте №14 яснее виден на диаграмме (рис. Г-7).

Далее приводилась табл. XIII по операциям на карте №16 – здесь опущена.

Ход сушки торфа на карте №16 представлен на диаграмме (рис. Г-7).

Сравнительное изучение хода сушки коагулированного и некоагулированного гидроторфа проведено на восьмом и девятом полях, заливавшихся гидромассой впервые в 1922 году, за исключением карты 43, залитой вторично. Здесь условия для обоих видов гидроторфа были одинаковы. Карты с коагулированным и некоагулированным гидроторфом расположены были рядом.

Карта с некоагулированным гидроторфом была залита на 9 дней раньше (31 июля) и первую стадию сушки находилась в благоприятных условиях погоды. Для этой карты получены систематические данные нарастания сухого вещества; для других семи карт с некоагулированным гидроторфом взяты пробы для определения сухого вещества в день штабелевания карты с коагулированным торфом. Слои торфа, где брались пробы, были примерно одинаковы.

Параллельно с наблюдением хода сушки этих карт отмечалось состояние погоды (температура, сила ветра, количество дождя и облачность).

Данные о ходе сушки приведены в [таблицах XIV, XV, XVI и XVII \(здесь опущены\)](#), температура воздуха нанесена на диаграмме (рис. Г-8).

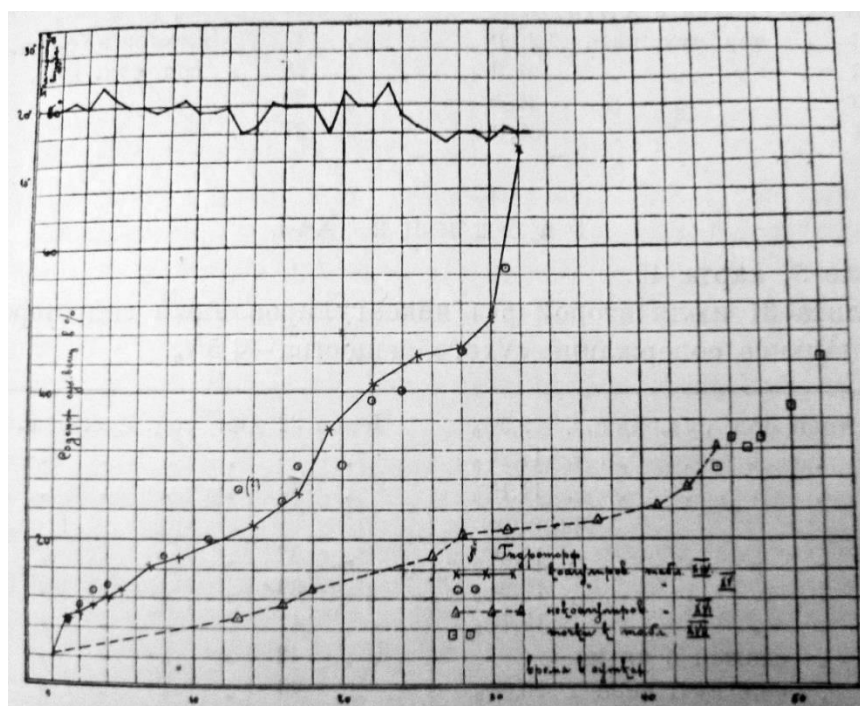


Рис. Г-8

Таким образом, результаты наблюдений хода сушки некоагулированного и коагулированного гидроторфа приводят к неоспоримому заключению, что коагулирование гипсом гидромассы:

- 1) предохраняет поля стилки от закупоривания мелкими частицами геля и золя торфа,
- 2) исправляет уже испорченные предыдущими заливами некоагулированного гидроторфа поля,
- 3) значительно ускоряет первую стадию обезвоживания гидромассы и переход ее в пластическое состояние (два дня вместо 6-ти дней – экономия 60%) и
- 4) ускоряет ход обезвоживания торфа во вторую стадию сушки (экономия около 30%).

Чтобы исчерпать вопрос о возможности и необходимости коагуляции гипсом гидромассы для ускорения естественной сушки гидравлического торфа, необходимо было устранить существовавшие опасения, что коагулированный гидроторф будет обладать повышенной влагоемкостью.

Параллельное изучение коагулированного и некоагулированного гидроторфа с этой стороны было произведено, как выше уже указано, в лаборатории с брикетами, высушенными в лабораторном помещении. Никакой разницы в способности поглощать влагу при погружении под воду на один час между этими видами гидроторфа заметить не удалось.

Эти опыты встречали, однако, возражения, что высушивание гидроторфа в лабораторных условиях может повести к иным результатам, чем высушивание в поле при естественных условиях. В виду этого в сезон 1922 года были испытаны брикеты естественной сушки коагулированного и некоагулированного гидроторфа, на их способность поглощать влагу при погружении под воду.

Взятые с разных полей брикеты были погружены на один час под воду и затем снова взвешены; количество поглощенной воды вычислено в процентах от начального веса брикета. Так как на способность торфа поглощать влагу при погружении его в воду влияет величина поверхности брикета и его влажность, то для опыта были выбраны брикеты по возможности одинаковой формы и с разнообразной влажностью. Результаты опытов собраны в [таблице XVIII \[\(здесь опущена\)\]](#).

Среднее [[поглощение влаги](#)] для коагулированного гидроторфа – 16,3%.

Среднее для некоагулированного гидроторфа – 15,7%.

Из данных [таблицы XVIII](#) видно, что коагулированный и некоагулированный гидроторф обладают одинаковой влагоемкостью, а потому надо признать, что и в этом отношении коагуляция не вызывает неприятных последствий.

Заканчивая настоящую главу, считаем необходимым указать, что применение коагуляции гипсом гидромассы требует известной осторожности, к этому, как и ко всякому другому делу, необходимо подходить с известным знанием, для получения которого требуется предварительное изучение каждого торфа в лаборатории.

При лабораторном испытании можно пользоваться описанным методом фильтрования коагулированной и некоагулированной гидромассы через слой торфа в ящиках. Результаты такого сравнительного изучения фильтрования некоагулированной и коагулированной гидромассы могут служить вполне надежным основанием для заключения о возможности или невозможности применения коагуляции на данном болоте. Необходимая концентрация гипса так же должна быть установлена в лаборатории с помощью того же метода сравнительного фильтрования.

Как общее правило можно высказать следующее положение: коагуляция гипсом применима к сфагновым, хорошо разложившимся торфам, которые обычно бывают малозольны; коагуляция неприменима на осочно-тростниковых болотах, торфяная масса которых богата золой, причем в состав золы входят соли окиси железа и алюминия; осочно-тростниковый торф, дающий плохо склеенные брикеты, скорее нуждается в пептизации; но этот вопрос находится еще в стадии разработки, и потому мы ограничиваемся пока только беглым указанием на эту сторону дела.

Проф. Г.Л. Стадников *

Глава Д. Эксплуатационные и проектные данные

1. Производственные коэффициенты

Производительность – Простой – Площадь суши – Расход воды – Расход энергии

В предыдущей главе уже была определена средняя производительность установки. По самым скромным подсчетам при нормальном оборудовании (кран на гусеницах, грейфер, пропеллер и пеневой кран) она не менее 16 500 тонн за сезон на агрегат.

Интересно отметить, что с каждым годом, по мере улучшения конструкций машин, производительность увеличивалась.

	Средняя суточная производительность	Наибольшая суточная производительность
1921 год	700 м куб.	1450 м куб.
1922	1000 м куб.	2000 м куб.
Предполагаемая на 1923 г., на основании осенних опытов 1922 г.	1600 м куб.	2500-3000 м куб.

Все цифры производительности наблюдались при сильно пнистом болоте. На малопнистом их нужно увеличить на 25% и при беспнистом – на 50%. Средняя производительность обычной формовочной машины всего лишь при наилучших условиях 2 500-2 650 тонн за сезон при двухсменной работе, т.е. примерно в шесть раз меньше производительности одного агрегата Гидроторфа. Из таблицы средней и максимальной суточной производительности видно, что максимум примерно вдвое больше средних величин. Это объясняется наличием довольно значительного % простоев в работе торфососа, которые в некоторые дни бывают по тем или другим причинам значительно меньше, что и сказывается на производительности.

* Из протокола заседания Комиссии по вопросам Гидроторфа, под председательством Л.Б. Красина, от 7 сентября 1921 г.:

Химиком-профессором Стадниковым был затем произведен в присутствии всей Комиссии сравнительный опыт, заключающийся в том, что в две одинаковых бутылки, содержащих приблизительно в одинаковом количестве: первая бутылка – дистиллированную воду, а вторая – раствор коагулянта, было влито по два стакана жидкого коллоидного торфа, переработанного по обычному способу гидроторфа. В то время как торф, разболтанный с дистиллированной водой, остался в состоянии мутной жидкости, одинаковой концентрации, без каких-либо признаков осаждения твердого вещества, в другой бутылке, содержавшей коагулянт (весьма слабый коллоидный раствор окиси железа) уже по прошествии трех-четырех минут началось сравнительно быстрое осаждение торфа на дно сосуда под осветительным слоем жидкости.

После того, когда присутствующие убедились с несомненностью в начавшемся отстаивании и коагулировании торфа во второй бутылке, все содержимое ее было подвергнуто фильтрованию через обыкновенную салфетку, причем коагулирующая жидкость с большой легкостью отделялась от торфяного порошка, а последний, будучи отжат в салфетке вручную до полного видимого отделения, представлял собой полусухой порошок, способный к дальнейшему быстрому высыханию.

В среднем за сезон 1922 г. на «Электропередаче» получились следующие цифры, причем нужно заметить, что они относятся к кранам на скатах (а не на гусеницах), без специальных пенъевых кранов.

А. Простои эксплуатационные.	
1) Передвижка крана	5,3
2) Перевозка крана из конца в конец карьера	7,4
3) Пни и мерзлота	8,0
	20,7%
Б. Простои аварийного характера.	
4) Механические повреждения	8
5) Электротехнические повреждения	5,7
6) Водопроводные повреждения	2,5
7) Массопроводные повреждения	4,8
8) Переполнение аккумулятора	4,9
	25,9%
В. Простои случайные.	
9) Вина артели	1,1
10) Прочие причины	0,3
	1,4%
Всего	48,0%

Как видно из таблицы, простои были довольно значительны, что объясняется главным образом несовершенством оборудования. Благодаря применению гусениц и пенъевого крана так называемые производственные простои должны понизиться с 20% до 10-ти.

С другой стороны простои аварийного характера при наличии доброкачественного оборудования и тщательной монтажки должны упасть до 10-12% (в 1922 году приходилось пользоваться случайным оборудованием, иногда наспех собранным, чем конечно и объясняется большой процент простоя; в более нормальных условиях было водопроводное оборудование, повреждение которого и можно брать в основание).

Считаясь еще и с простоями случайного характера, нужно принять общий процент простоя около 25%. В связи с наличием простоев имеются две величины, характеризующие часовую производительность агрегата: это часовая производительность на час *чистой работы* и на час *общей работы*.

Так как производительность на час общей работы при больших простоях не характерна и зависит от случайных причин, мы будем говорить лишь о чистой работе.

По имеющимся за сезон 22 г. сведениям, [часовая] производительность колебалась в пределах 50-90 м куб. сырца в зависимости от оборудования и условий работы крана. Во время осенних испытаний на кранах с самыми последними усовершенствованиями средняя производительность была равна около 160-180 м куб., т.е. около 20-24 тонн воздушно-сухого торфа. Если исходить из этих цифр и подсчитать теоретически сезонную производительность, мы получим весьма высокую цифру:

$$170 \times 0,12 \times 24 \times 0,75 \times 90 = 33000 \text{ тонн,}$$

где 170 – производительность на час чистой работы,

0,12 — выход воздушно-сухого торфа в тоннах из одного куб. метра сырца,

24 – продолжительность работы в часах за сутки,

0,75 – коэффициент полезной работы,

90 – число дней в сезоне.

Ради осторожности мы принимаем производительность агрегата в 16 500 тонн, т.е. берем лишь 41% от теоретически вычисленной.

Продолжительность сезона принимается нами равной 90 дням, причем начало работы падает на 5-10 мая, а окончание – на 5-10 августа; за это время работа не производится лишь 2 дня, обычно в старые большие праздники, Троицын и Петров день.*

Исходя из принятой нами производительности определяем потребную площадь полей сушки, рассчитав предварительно возможный сбор с 1 кв. метра.

При разливе толщиной 180-200 мм и влажности массы около 95,5% с одного кв. метра можем собрать зараз:

$$0,190 \times 4,5 \times 1000/75 = 11,4 \text{ кг.}$$

В сезонах 1921-го и 1922 г. благодаря большой толщине разлива сбор был значительно больше и доходил в среднем до 16-17 кг.

В указанные года удавалось, несмотря на значительное запоздание сезона и значительно большую глубину залива, чем предполагается в дальнейшем, обертываться по два раза за сезон на одной и той же площади. В дальнейшем мы считаем нормой трехкратный разлив более тонким слоем. Так или иначе с 1 кв. м в сезон собирается 34 кг.

16 500 тонн выработки на торфосос требуют следовательно:

$$16500 \times 1000/34 = 48 \text{ гектаров.}$$

Считая, что около 20-25% территории занято под железными дорогами, валовыми и картовыми канавами, бровками и пр., необходимо иметь валовой площади около 60 гектаров на торфосос.

Выше уже приводилась таблица расхода воды при размыве торфа-сырца до нормальной консистенции массы (95,5%). По опытным данным нескольких лет средний расход определяется в 1,4 объема воды на 1 объем сырца. Замер, произведенный Экспертной Комиссией ГУТа во время испытания в июле 1922 года, вполне подтверждает указанное отношение. Расход энергии на Гидроторфе значительно выше, чем на машинно-формовочном торфе, благодаря переносу основной тяжести работы с рабочих рук на механизмы. По данным за целый сезон расход энергии определяется в среднем в 18 квт-час на 1 т воздушно-сухого торфа.

По данным испытания Комиссии ГУТа, произведенного над установкой Гидроторфа, состоящей из 2-х кранов, в июле мес. 22 г. можно приблизительно наметить распределение потребляемой энергии. Считаясь с показаниями приборов и временем работы отдельных механизмов, мы получим следующую картину:

	Расход энергии за время испытания, квт-час	%%
1) Насосы высокого давления	3060	55
2) Торфососы	655	12
3) Растиратель (включая расход энергии на второй растиратель)	810	15
4) Торфонасос	925	16
5) Мелкие моторы на кранах	110	2
Итого	5560	100%

Таким образом, основной расход падает на насосы высокого давления (55%) и в более или менее равной степени – на остальные основные механизмы, т.е. торфосос, растиратель и торфяной насос.

* Большевики еще не ликвидировали «церковное мракобесие» и его «прислужников – попов».

2. Количество персонала

Добыча – Розлив – Сушка – Вспомогательный персонал – Выработка торфа на одного человека

При кране на гусеницах и отдельном пеньевом кране количество карьерщиков с 22 чел., работавших в 1922 г., падает до 11 чел. на три смены. На каждую смену приходится 3 чел., из которых двое работают с брандсбойтами, а один – при пеньевом кране. К 9-ти рабочим на 3 смены добавляется еще староста и один отгульный.

На розливе в 1922 г. требовалось около 12-ти чел. на торфосос при средней суточной добыче около 1000 куб. метров сырца. В 1923 г., в связи с увеличением производительности торфососа, считаем по 17 чел. на торфосос.

Количество торфяниц можно подсчитать исходя из установленных уроков. При выработке в 16 500 тонн общая залитая площадь будет равна:

$$16500000/11,4 = 1450000 \text{ кв. метров, или 145 гектаров.}$$

На цапкование и ворочку нужно потратить

$$1450000/455 \text{ кв. м} = 3186 \text{ уроков.}$$

На пятки нужно потратить

$$1450000/570 \text{ кв. м} = 2544 \text{ урока.}$$

На малые клетки нужно потратить

$$1450000/365 \text{ кв. м} = 3970 \text{ уроков.}$$

На большие клетки нужно потратить

$$1450000/365 \text{ кв. м} = 3970 \text{ уроков.}$$

На штабелевку нужно потратить

$$30000 \text{ куб. м} / 5 \text{ куб. м} = 10000 \text{ уроков.}$$

Таким образом, для полной сушки всего торфа, вырабатываемого торфососом за сезон, потребно 23 670 уроков.

По калькуляции число дней оплаты торфяниц принято 140, причем сюда входят 10 дней оплаты пути в оба конца и 5 дней [престольных] праздников. Продолжительность сезона сушки, как такового, таким образом, будет 125 дней, а потому, для выполнения вышеуказанного числа уроков, потребуется торфяниц $23\,670/125 =$ около 190 человек.

Так как обычно до 30% уроков производится в сверхурочное время, то количество торфяниц должно быть соответственно меньше, т.е. не 190 чел., а около 135 чел., однако, надо это количество увеличить до 170 чел., т.е. примерно на 25%, т.к. опыт показал, что до ¼ всего состава торфяниц падает на больных и отгульных, каковые в работе не участвуют.

Вспомогательный персонал распределяется таким образом:

Мотористы 11 чел.

Десятники 5 чел.

Постоянный штат, куда входят:

Администр.-техн. персонал, конторские, хозяйственные службы и мастерские 12 чел.

Временный (сезонный) персонал 10 чел.

Всего на торфосос 38 чел.

Полный же состав рабочих и служащих на торфосос – 236 человек.

При сезонной производительности торфососа 16 500 тонн на 1 человека в сезон придется выработки:

Считая персонал по добыче и розливу 590 тонн

Считая персонал по добыче, розливу и сушке 83 тонны

Относя ко всему составу рабочих и служащих 70 тонн

Интересно сравнить эти цифры с цифрами добычи торфа машинно-формовочным способом, отнесенные к одному рабочему. В качестве цифр для машинно-формовочного торфа берем цифры, принятые Экспертной Комиссией ГУТа для образцового торфяного хозяйства (средние цифры для всей Республики по отчетам Цуторфа еще хуже).

Выработка на одного рабочего, занятого при добыче торфа машинно-формовочным способом, равняется около 43 тонн в сезон, что в 13 с лишним раз меньше соответствующей цифры для Гидроторфа; если прибавить сюда персонал по сушке, то на одного человека придется 30 тонн или в 2,3 раза менее чем в Гидроторфе. Это же отношение остается, если отнести добычу ко всему персоналу. В этом случае цифра для машинно-формовочного торфа получается в 25 тонн на человека в сезон.

*Инженер П.Н. Ефимов**

* Павел Николаевич Ефимов еще в 1918-м не избежал «пристального внимания» со стороны ЧК (позже – ГПУ), и в то же время подвергался массовой идеологической обработке «старшими товарищами».

Из письма Р.Э. Классона Председателю Чрезвычайной Комиссии по производству предметов военного снаряжения Л.Б. Красину от 17 сентября 1918 г. (ф. 758 РГАЭ):

Настоящим доводим до Вашего сведения, что в работах по изготовлению гидравлического торфа на государственной электрической станции «Электропередача», а также в лабораторных работах по подготовке способов зимней сушки торфа произошел крайне нежелательный перерыв вследствие того, что Чрезвычайная Комиссия г. Богородска арестовала руководителя работ по гидравлическому торфу Павла Николаевича Ефимова, затем старшего десятника Якова Гавриловича Матвеева и старшего рабочего (табельщика) Василия Петровича Файкова. Эти три лица составляют непосредственный административный аппарат, оставшийся на осень на торфяных работах.

Насколько удалось выяснить, причины ареста заключаются в том, что в числе лиц, уволенных при окончании летней торфяной кампании, оказались лица, принадлежащие к коммунистической партии, которые были уволены наравне с остальным персоналом, главным образом вследствие обострившегося недостатка продовольствия.

Арест произошел в воскресенье 15 сентября, и рабочий персонал, работающий по гидравлическому торфу, остался без руководителя и предоставлен самому себе, так как едва ли кто-либо согласится взять на себя административную должность при создавшихся условиях. В данное время должны были, по соглашению с Главным Торфяным Комитетом, начаться подготовительные работы по добыче торфа на сезон 1919 года в крупном промышленном масштабе, и каждый потерянный, вследствие ареста руководителя, день, естественно, отразится на успешности подготовительных работ.

Из воспоминаний И.Р. Классона (ф. 9508 РГАЭ):

До революции Кржижановский открыто не выступал против деятельности отца. Но за его спиной Кржижановский с двумя другими руководителями «Электропередачи» убеждали самого молодого «гидроторфиста» – тогда практиканта П.Н. Ефимова перейти на другую работу, т.к. он испортит свою карьеру, занимаясь безнадежным делом, на котором вдруг помешался отец. Ефимов их не послушался и в дальнейшем стал выдающимся специалистом в торфяной промышленности.

Глава Е. Сравнительная себестоимость гидроторфа и машинно-формовочного торфа

Довоенная себестоимость машинного торфа – Калькуляция Цуторфа и Комиссии ГУТа для 1922 г. – Основные данные калькуляции Комиссии – Единовременные затраты, количество персонала, стоимость рабочей силы и эксплуатационные расходы при добыче в 2 400 000 пуд. (40 000) тонн по калькуляции Комиссии ГУТа – Калькуляция Гидроторфа при добыче 4 000 000 пуд. (66 000 тонн)

Стоимость торфа, добываемого в довоенное время старым машинно-формовочным способом, колебалась около 6 коп. за пуд на болоте (Труды совещаний по углю и торфу в 1915 г., И.И. Вихляев, стр. 85). В результате изменений хозяйственной жизни, происшедших в течение последних лет, эта стоимость значительно увеличилась*, достигнув в сезоне 1922 года по исчислению Госплана 7,4 товарных коп. (протокол заседания Топливной Секции Госплана от 2 янв. 1923 г.), а по теоретическому подсчету Экспертной комиссии ГУТа – 8,85 коп. за пуд франко-штабель на болоте (полная стоимость машинного торфа установлена в 10,35).

Сбрасывая, для удобства сравнения с ценой Госплана, 6% [годовых] на капитал – 0,8 коп. и уменьшая арендную плату с 1 коп. до 0,3, получим $10,35 - 1,5 = 8,85$ коп.). Уже сравнение двух последних цифр указывает на крайнюю трудность определения действительной себестоимости торфа в условиях беспрерывно падающей покупательной способности денег и отсутствия твердо установленных методов и коэффициентов перехода к твердой валюте.

Отсутствие правильного учета расходов для машинного торфа еще более затрудняет эту задачу. В основу вышеприведенной стоимости торфа, исчисленной Госпланом, в 7,4 тов. коп., легла калькуляция Цуторфа для сезона 1922 г. По этой калькуляции пуд торфа обошелся в среднем по всей России в 30,05 коп. золотом по курсу Госбанка. При этом в калькуляцию вводились частью действительные затраты, частью (заработная плата, премии и пр.) теоретические, исчисленные на основании договоров, среднего количества персонала и пр., а не по фактическим расходам.

Кроме того, при исчислении амортизации стоимость имущества была подсчитана в довоенных рублях (10 000 руб. за полный комплект), тогда как все остальные статьи калькуляции исчислялись в госбанковской валюте, в результате чего амортизация уменьшена более чем в три раза. Все это заставляет осторожно относиться к приведенным цифрам и считаться с тем, что действительная себестоимость машинно-формовочного торфа в сезон 1922 года была значительно выше 7,4 товарных копеек.

Вышеуказанные соображения в значительной степени затрудняют и калькуляцию Гидроторфа, однако лучше поставленная отчетность дала все же возможность Экспертной Комиссии ГУТа составить бухгалтерские ориентировочные отчеты по эксплуатации гидроторфа в сезоне 1922 года и вывести среднюю себестоимость [пуда] гидроторфа в 26,5 коп. золотом по курсу Госбанка. Ненадежность отчетных данных заставила комиссию составить сравнительную теоретическую калькуляцию добычи как для гидроторфа, так и для машинно-формовочного торфа в условиях 1922 года в довоенных рублях и при довоенных ценах.

* Опять цензура – из-за гражданской войны и хозяйственной и финансовой разрухи соврубли перестали быть настоящими деньгами (расчеты пошли на «лимоны», т.е. миллионы), и на миллиарды), пока в 1923 г. не была проведена деноминация старого соврубля (ходившего до 1922 г.) в 1 млн раз (!) и не введен червонец, в какой-то степени обеспеченный золотом.

Калькуляция составлена на производство 2 400 000 пуд. воздушно-сухого торфа в сезон, что, по мнению комиссии, соответствовало сезонной производительности четырех торфососов и 15-ти торфяных электрифицированных двухсменных машин. Общие условия работы обеих предполагаемых установок мыслились совершенно одинаковыми и предполагалось, что эксплуатации подлежит болото площадью около 600 десятин, с средней глубиной залежи около 1,3 саж. Снабжение электрической энергией принято со стороны.

Вместе с тем, исходя из того, что в настоящее время расценка торфа производится франко-болото, а условия вывозки торфа вообще с болот не одинаковы, комиссия вела расчеты на себестоимость торфа – франко-штабель болото.

В основу калькуляции были положены отчетные данные в натуральных единицах:

Для гидроторфа:

по отчетам Комиссии за 1922 г. и
данным Гидроторфа.

- 1) на «Электропередаче»,
- 2) на Шатурском болоте,
- 3) на Забелицком болоте,
- 4) испытания 23 июля 22 г.

Для машинного торфа:

по отчетам Цуторфа за 1922 г.

- 1) на «Электропередаче»,
- 2) на Шатурском болоте,
- 3) среднее по РСФСР.

(См. табл. I – [здесь не приводится](#)). Суточная производительность торфососа в 110 куб. саж. сырца взята Комиссией на основании отчетных данных и данных летнего испытания, при поправке, введенной на простой за неимением электрического тока, каковой простой нельзя отнести к явлениям нормальным.

Принятая производительность в 110 куб. саж. подтверждается целиком производительностью комплекта в июле с.г. [[т.е. в 1923-м](#)].

По Забелицам при учете простоя в 10,36% [[от общей продолжительности работы](#)] получим производительность в сушке в 112 куб. саж. сырца. Сезонная производительность принята Комиссией в 600 000 пуд. на торфосос, т.е. ниже возможной производительности на основании данных испытания 23 июля [[1922 г.](#)] – 906 000 пуд.

Производительность же машинной установки взята, как средняя между лучшим торфяным хозяйством (Шатурой – 181 000) и отчетными по РСФСР – 132 000. Приведение к нормальной продолжительности сезона в 82 дня произведено путем пересчета выработки с действительного количества дней на принятое. При определении количества воздушно-сухого торфа возможного к снятию с 1 кв. саж. поля сушки была принята для Гидроторфа норма в 8 пудов, против 9-ти пудов на машинном торфе.

Нижеследующая таблица, составленная Комиссией ГУТа, дает подсчет единовременных (капитальных) затрат на оборудование торфяного хозяйства на производство 2 400 000 пудов воздушно-сухого и торфа как гидравлическим, так и машинно-формовочным способом ([см. табл. II – здесь не приводится](#)).

Стоимость единицы построек одинакового типа принята, согласно ценам довоенного времени, одной и той же для гидроторфа и для машинного торфа, для рубленых построек – 50 руб. и для тесовых – 30 руб. При установлении кубатуры на человека взяты существующие нормы с поправкой на местные условия.

Хозяйственные постройки, наиболее ответственные (склады, бани, конторы и пр.) приняты в калькуляции рублеными, и общая их кубатура взята применительно к существующим в хозяйствах соотношениям, а именно в 15% от суммы кубатуры тесовых построек сезонного персонала (торфяников и сезонного технического), т.е. $15 \times (852 + 187,5)/100 = 156$ куб. саж. для гидроторфа и $15 \times (2205 + 150)/100 = 356$ куб. саж. для машинного торфа.

Такое же количество взято и для хозяйственных, менее ответственных (сарай и пр.) тесовых построек. *В общем, стоимость построек для гидроторфа вдвое меньше, чем для машинного торфа.*

Подготовительные работы по торфянику для гидроторфа были определены Комиссией по следующему расчету: всего для 4-х торфососов потребуется подготовить 160 десятин, считая, как принято Комиссией – 40 десятин на 1 торфосос. Означенные 160 десятин образуют 4 поля со сторонами 100 и 960 саж. Эти 4 поля потребуют для осушения 6 верст валовых канав (4 версты на полях и 2 версты выводных) с обычным для таких канав сечением в 1 кв. сажень.

Кроме того, потребуется выкопать посередине и по длинным краям полей еще 3 канавы общим протяжением 6 верст, сечением равным 0,5 кв. сажень. Общее протяжение валовых канав у гидроторфа будет 12 верст, или 4 500 куб. сажень. Для машинно-формовочного торфа величина поля стилки принята меньшей, а именно 140 десятин, ввиду того, что на каждый агрегат потребуется в сезон около 9-10 десятин, согласно существующей практики.

Длина валовых канав на разработках машинно-формовочного торфа определена в 6 верст по следующим соображениям: машины расставляются в два ряда по обе стороны карьера на расстоянии 250 саж. одна от другой, т.е. всего $8 \times 250 = 2000$ саж., что дает длину валовой канавы в 4 версты, прибавив еще сюда 2 версты на вывод [воды], получаем общую длину канав – 6 верст, или 3 000 куб. сажень. Картовые канавы на полях Гидроторфа проходят через 15 саж. и на карту площадью в 1500 кв. саж. приходится – 100 погонных саж., а на 1 десятину – 160 пог. сажень. При сечении картовых канав на гидроторфе в 0,25 кв. саж. кубатура картовых канав на одну десятину определится в 40 куб. саж., а всего картовых канав потребуется $160 \times 40 = 6400$ куб. сажень.

Картовые канавы на полях машинно-формовочного торфа приняты черев 25 сажень. При размере карты 25 x 25 саж. длина канав для одной карты получается 50 пог. саж., что при 9 погонных саженьях в кубе дает 5,5 куб. саж. с одной карты, а всего картовых канав $2400 \times 140 \times 5,5/625 = 2940$ куб. саж. Стоимость 1 куб. сажени в этом случае обходится несколько дешевле, а именно 1 руб. 10 коп., вследствие отсутствия необходимости в отделке берм.

Стоимость полировки для гидроторфа взята в $1\frac{1}{2}$ раза выше, чем у машинно-формовочного торфа, так как здесь полировку приходится производить более тщательно, а именно в 50 руб. за десятину для машинного торфа и в 75 руб. для гидроторфа.

В общем, подготовительные работы для гидроторфа стоят на 32% дороже, чем для машинно-формовочного торфа: для гидроторфа – 33 800 руб., для машинно-формовочного торфа – 25 634 руб. Стоимость установки гидроторфа Комиссия определила, исходя из расценки машин по их весу. Следующая таблица дает детальный подсчет стоимости оборудования 4-х торфососов (см. табл. III – *здесь не приводится*).

Стоимость установки машинно-формовочного торфа, т.е. торфяного пресса с элеватором, мотора, 200 саж. гоночных рельс и 8 вагонеток Комиссия приняла по довоенным ценам в 9 000 руб. Электрическая сеть длиной в 14 верст – по 2 000 руб. верста (стоимость проводки ниже, чем для гидроторфа, вследствие меньшего сечения проводов). [(Для гидроторфа – 5,5 верст по 2 400 руб. верста.)] Мощность моторов для машинно-формовочного торфа – 1 125 квт [(аналогичные данные по гидроторфу – 1 370 квт)]. Таким образом, стоимость механического оборудования для гидроторфа составляет 201 200 руб., а для машинно-формовочного – 163 000 руб.

Кроме того, в смету введен для гидроторфа добавочный расход в 20 000 руб. на подвод воды к болоту (земляные работы, трубопровод с укладкой и насосная) на расстояние примерно 3-4 версты.

Таким образом, общая сумма единовременных затрат на сезонную добычу – 2 400 000 пуд. составит:

для гидроторфа	335 860 руб.
для машинно-формовочного торфа	321 390 руб.

или на 1 пуд торфа:

для гидроторфа	14 коп.
для машинно-формовочного торфа	13,4 коп.

Количество персонала и стоимость рабочей силы, занятой при добыче 2 400 000 пудов торфа обоими способами, подсчитаны Комиссией и сведены в нижеследующую таблицу. (см. табл. IV – *здесь не приводится, интересно лишь отметить диапазон окладов служащих и рабочих: у заведующего разработками на гидроторфе – 200 руб./мес., а у такого же инженера на машинно-формовочном торфе – 150 руб.; самая низкая зарплата у торфяниц и конюхов – 15 руб./мес., даже у кухарок и сторожей она выше – 20 руб.*).

Общее число рабочих-карьерщиков для гидроторфа принято в 22 человека на кран, на основании фактических цифр сезона 22 года (18,5 на «Электропередаче» и 22 на Шатуре). Общее число торфяников на 2-х сменную машину для машинного торфа принято в 60 чел. согласно средних статистических данных по РСФСР (согласно решения Комиссии в калькуляции текущего сезона не учитывается возможность работы с транспортерами, что по данным Цуторфа могло бы сократить число торфяников до 23-24 чел., так как фактически в сезоне 1922 г. работало не более 8-ми транспортеров, т.е. меньше 1% от общего количества машин и производительность машин с транспортерами оказалась значительно меньшей 160 000 пудов).

Суточная оплата принята одинаковая: 1 руб. 55 коп. в день, исходя из оплаты выработки в 1 000 кирпичей в 2 руб. 15 коп. и переводя эту выработку на принятую производительность машины. Общее количество торфяниц установлено в обоих случаях, исходя из переработки в сезон на 1 торфушку – 76 пуд. торфа при машинно-формовочном способе и 65 пуд. при гидроторфе. Понижение количества переработки [гидро]торфа при сушке вызывается необходимостью цапкования и неравномерностью кирпичей.

Общее количество мотористов принято по гидроторфу в 7 человек на кран при фактическом количестве в 1922 г.: на «Электропередаче» 6,6 человек, на Шатуре – 4,6, на Забелице – 9,1. Расчет произведен следующим образом:

на кране	3 моториста
на насосе выс. давл.	1-1½ моториста
на торф. насосе	1 моторист
на насосе низк. давл.	½ моториста
отгульный	1 моторист
Итого	7 мотористов.

На машинно-формовочном торфе принято, что один моторист обслуживает 2 торфяные машины, и поэтому в 2 смены на все хозяйства нужно 15 мотористов.

Количество остального технического и хозяйственного персонала для обоих способов взято из практики 1922 года. Всего сезонного штата при гидроторфе требуется 643 человека, заработная плата которым в сезон составляет – 58 507 руб., а для машинного торфа – 1 530 человек, стоящих – 102 017 руб.

Постоянный штат установлен Комиссией для гидроторфа в 38 человек, для машинного торфа – в 46 человек. На обоих хозяйствах принято: по одному заведующему и одному помощнику на гидроторфе и двум помощникам на машинно-формовочном торфе.

Оплата на гидроторфе сравнительно с машинно-формовочным принята повышенная – 2 400 руб. в год против 1 800 руб. для заведующего и 1 800 руб. против 1 200 руб. для помощника, ввиду необходимости большей квалификации технического персонала для гидроторфа, вследствие большей механизации этого способа.

Так как на гидроторфе занято меньше рабочих, общее количество постоянных конторщиков принято в 10 человек, против 12-ти на машинно-формовочном, и соответственно 8 хозяйственных служащих против 12-ти и 4 конюха против 5 человек.

Сопоставляя расходы на заработную плату при обоих способах, получим при гидроторфе 681 человек и 76 547 руб. в год, при машинно-формовочном способе 1 576 человек и 121 617 руб. в год. Таким образом, основной расход при добыче торфа – на заработную плату, по подсчетам Комиссии СТО при машинно-формовочном способе на 58% более чем при гидроторфе. Полные эксплуатационные расходы при добыче 2 400 000 пудов сведены Комиссией в следующую таблицу ([см. табл. V – здесь не приводится](#)).

Расход на электрическую энергию и вспомогательные материалы принят согласно данным практики. Амортизация оборудования принята в размере, установленном в [табл. II «Единовременных затрат»](#). Вводя в калькуляцию 6% [[годовых](#)] на затраченный капитал и 10% на непредвиденные и общие расходы, Комиссия установила общую цифру эксплуатационных расходов при добыче 2 400 000 пудов торфа.

для гидроторфа	201 952 руб.
для машинно-формовочного торфа	248 435 руб.

Относя расходы по заготовке торфа на 1 пуд воздушно-сухого торфа, получим:

для гидроторфа	8,4 коп.
для машинно-формовочного торфа	10,35 коп.

Примечание. При применении транспортера Персона себестоимость машинного торфа, по мнению Комиссии, может быть понижена до 9,65 коп. за пуд; при этом Комиссия исходила из производительности в 132 000 пуд. на 2 смены, тогда как фактическая производительность машин с транспортерами на «Электропередаче» была менее 100 000 пуд.

или по отдельным статьям расхода [см. табл. VI \(здесь не приводится\)](#).

При сопоставлении стоимости пуда того и другого торфа видно, что *по расчетам Комиссии стоимость машинного торфа на 23% выше стоимости гидроторфа*. Однако в своем заключении Комиссия полагала, что ввиду своеобразности подсчетов, объясняемой нетвердостью валюты и влияния элементов, входящих в отдельные статьи расходов по производству, которые делают невозможным определение точного цифрового отношения себестоимостей, было бы правильным считать, что *при условии применения оборудования 1922 г.* как для гидроторфа, так и для машинного торфа, практически себестоимость гидроторфа не отличается от себестоимости машинного торфа.

Вышеприведенная стоимость гидроторфа была подсчитана Комиссией ГУТа, крайне осторожной в своих выводах, на основании данных о работе машин Гидроторфа в 1922 г. При этом работало оборудование, лишь немногим отличавшееся от машин прошлых лет.

К концу сезона, когда удалось поставить улучшенные комплекты машин (гусеничный кран для торфососа, с телескопическим соединением, отдельные пеньевые краны, торфосос с большим пропеллером и пр.) и были произведены многократные испытания новых агрегатов, было установлено значительное увеличение производительности торфососа и выяснилась возможность дальнейшего сокращения персонала и облегчения его труда.

В других местах книги установлено, что нормальной производительностью торфососного агрегата для ближайшего будущего нужно принять производительность 1 милл. пудов, или 16 500 тонн, а в дальнейшем эта производительность будет неуклонно возрастать. В таблице VII приведены основные данные калькуляции [при добыче 4 мил. пудов 4-мя комплектами машин для Гидроторфа и 29-ю – машинно-формовочным способом].

Таблица VII. Основные данные

	Гидроторф	Маш.-форм. способ
1. Количество смен на 1 торфосос или машину:		
а) на добыче	3 смены	2 смены
б) на разливе	2 смены	–
2. Количество рабочих часов в смену	6 – 9 – 9 час	9 час
3. Продолжительность сезона добычи	90 дней	60 дней
4. Количество рабочих дней торфяниц	125 дней	100 дней
5. Выход возд.-сухого торфа из 1 м ³ [залежи]	0,12 тонны	0,12 тонны
6. Производительность агрегата в сезон в тоннах и пудах	16 500 т – 1 милл. пудов	2 300 т – 139 000 пудов
7. С 1 кв. м поля сушки снимается в кг	34 кг	32,5 кг

Подробное обоснование приведенных цифр имеется в главе Д. «Эксплоатационные и проектные данные».

Для машинного торфа принималась производительность машины в 139 000 пудов на 2 смены, что точно соответствует средним отчетным данным, опубликованным Цуторфом за 1922 г. (Торфяная промышленность по данным 1921-22 операционного года. Цуторф, Москва, 1923 г. Таблица №31, стр. 50). При этом не учитываем, что фактическая производительность двухсменной работы меньше двойной односменной.

Необходимо остановиться на возражениях противников Гидроторфа, указывающих на неправильность сравнения производительности торфососа со *средней* производительностью машинной установки. При этом обычно предлагается брать для сравнения Шатурские разработки с добычей в 1922 г. – 96 554 пуда на смену, или 193 000 пудов на машину. При этом умалчивается, что эти результаты не могут характеризовать машинно-формовочный способ, так как достигнуты *путем отбора лучших артелей* по всей России. Распространить эти результаты на другие хозяйства Цуторфа до сих пор ему не удалось, и нет оснований предполагать, что это удастся сделать в ближайшие годы.

Ниже приводится [таблица VIII \(здесь опущена\)](#) и диаграмма рис. Е-1 единовременных затрат при добыче 4 миллионов пудов торфа в сезон 4-мя комплектами торфососов и 29-ю машинами или 58-ю артелями торфяников. При определении кубатуры построек приняты следующие нормы <...>. Подготовка полей для обоих способов подсчитана по одинаковым ценам <...>. Стоимость оборудования для гидроторфа видна из [таблицы IX \(здесь опущена\)](#), причем в подсчете указаны цены 1913 г. <...>

Всего расход по оборудованию на 4 миллиона пудов:

для гидроторфа 424 520 руб.

для машинно-формовочного способа 356 000 руб.

В целом единовременные расходы при устройстве торфяного хозяйства для добычи 4 000 000 пудов, или 66 000 тонн составляют:

	На 66 000 тонн	На 1 тонну	На 1 пуд
При гидроторфе	640 000 руб.	9 руб. 70 коп.	16 коп.
При машинно-формовочном способе	854 655 руб.	13 руб. 00 коп.	21,4 коп.

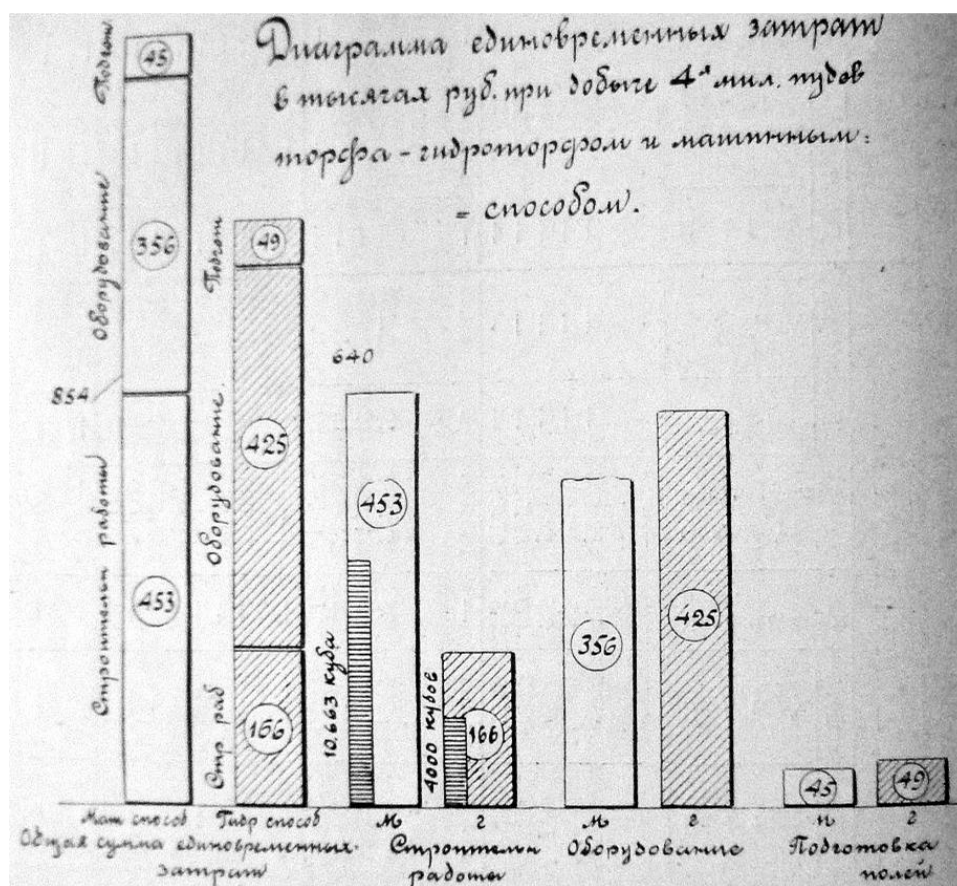


Рис. Е-1

Амортизация для гидроторфа составляет около 7%, а для машинного около 6,2%:

	На 66 000 тонн	На 1 тонну	На 1 пуд
При гидроторфе	43 975 руб.	666 руб.	1,1 коп.
При машинно-формовочном способе	52 940 руб.	802 руб.	1,32 коп.

В [таблице X \(здесь опущена\)](#) указаны единовременные годовые затраты при добыче 4 миллионов пудов, подсчитанные для производительности одного торфососа в 16 500 тонн (1 милл. пудов). *(Из нее следует, что добыча 1 пуда гидравлическим способом обойдется в 7,07 довоенной коп., а машинным – в 12,2 копейки.)*

При этом, в отличие от других калькуляций (Комиссии ГУТа, Госплана и др.), нами взяты основные затраты на заработную плату согласно коллективному договору с Союзом Горнорабочих (коллективный договор заключен 5 апреля 1923 г.).

Количество персонала и продолжительность сезона работы для Гидроторфа приняты согласно данным, приведенным в главе Д. «Эксплуатационные и проектные данные».

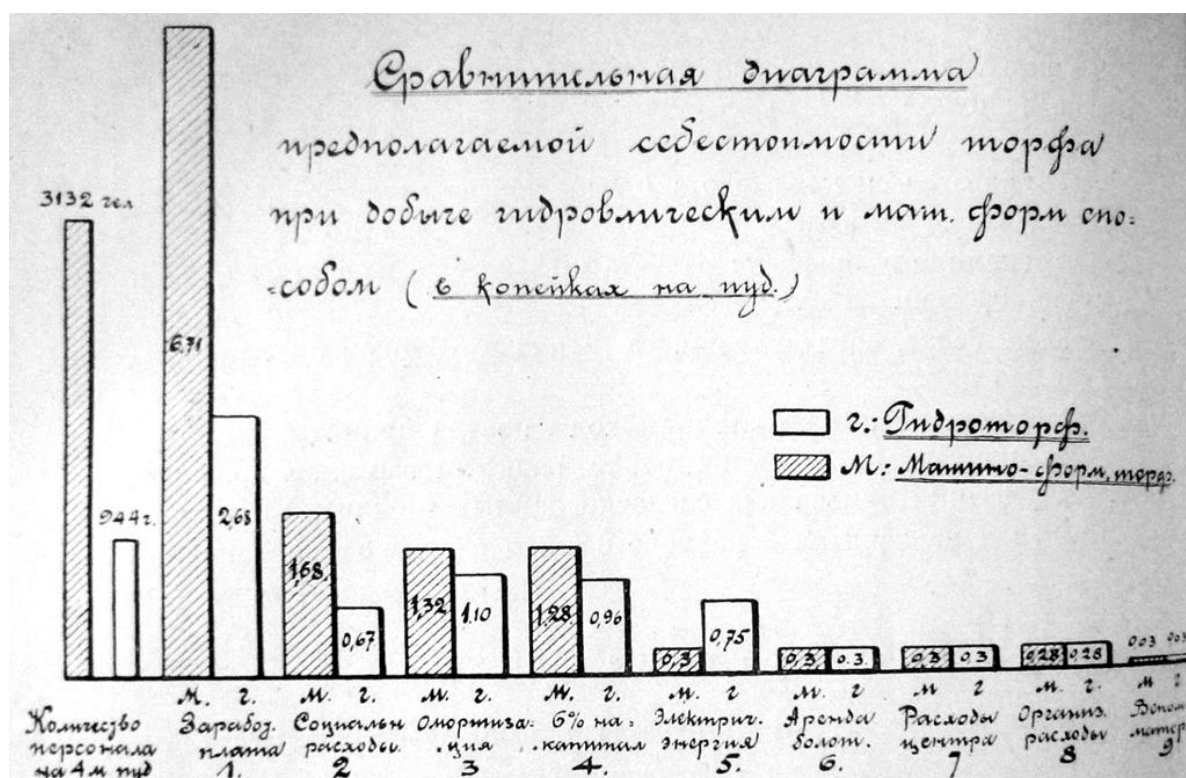


Рис. Е-2

Вспомогательный и постоянный штат [на 1 торфосос] подсчитаны в таблицах XI и XII (здесь опущены).

(Из них следует, что оклад заведующего разработками составлял 70 товарных руб. в месяц, сторожа – 18 руб., кухарки – 14 руб., а торфяницы, согласно табл. X, должны были получать 65 коп. в день. Всего в сезонном (по табл. X), вспомогательном и постоянном штатах на 4 торфососа присутствовало соответственно 836 чел., включая 680 торфяниц; 60 и 48 чел., всего – 944 человека. При этом автор сей главы, инженер Л.А. Ремизов не совсем корректно сопрягал стоимость оборудования и его амортизацию, или проценты на капитал в ценах 1913 г. с зарплатами служащих в товарных рублях 1923 г. – для получения итоговых цифр себестоимости добычи торфа. Правда, делал он это в русле предыдущих расчетов Комиссии ГУТа!).

Для машинно-формовочного способа принимаем следующее количество персонала.

На 1 машину при работе в 2 смены: <...> всего – 108 чел. [(а на 29 машино-комплектов – 3 132 человека)]. Такое количество персонала было занято на разработках машинно-формовочного торфа в 1922 г. (см. Торфяная промышленность, по данным 1921-22 г., стр. 22, табл. №12) – 54,0 людей на смену. Размер оплаты принимаем тот же, что и для Гидроторфа.

На одну тонну заработная плата составляет:

при гидроторфе	1 руб. 61 коп.
при маш.-форм. способе	4 руб. 03 коп.

или на 1 пуд:

гидроторф	2,68 коп.
маш.-форм. способ	6,71 коп.

Социальные отчисления для обоих способов берем в размере 25% от стоимости заработной платы.

Разные материалы берем по калькуляции ГУТа, в размере 0,03 коп. на пуд.

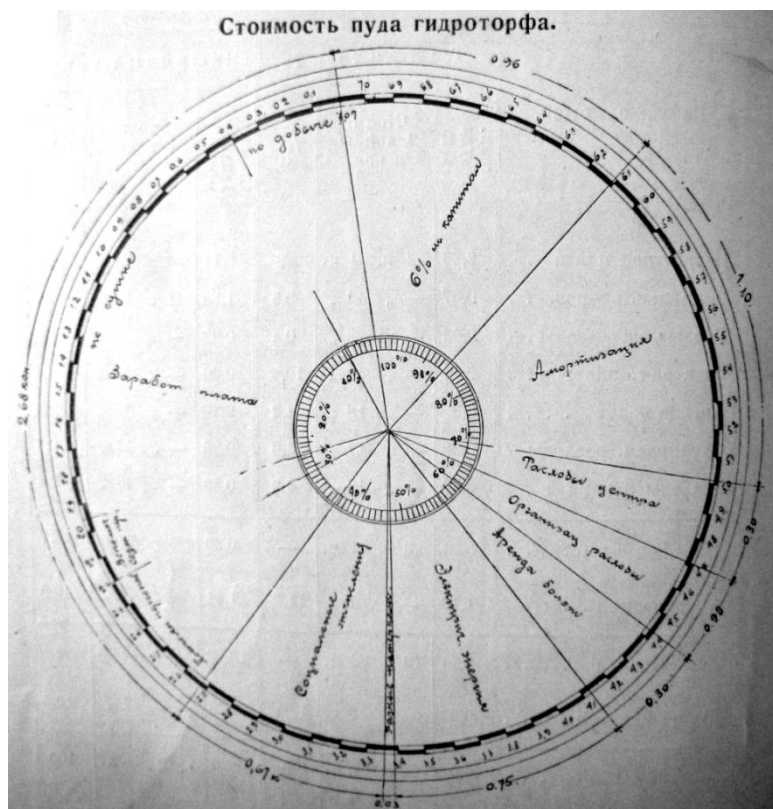


Рис. Е-3

Электрическая энергия подсчитана для гидроторфа из расчета 0,3 квт-час на пуд, по 2,5 коп. за 1 квт-час, – 0,75 коп. на пуд; для машинного торфа из расчета 0,12 квт-час на пуд, по 2,5 коп. за 1 квт-час, – 0,3 коп. на пуд.

Аренда болот, согласно налога в пользу Наркомзема, принята в 0,3 коп. на пуд.

Организационные расходы и расходы центра приняты для обоих способов одинаковыми, приблизительно равными расходам прошлого года. Амортизация прибавлена согласно данным [таблицы VIII](#).

Проценты на капитал в размере 6% [[годовых](#)] взяты с сумм единовременных затрат.

Таким образом, одна тонна торфа обойдется:

при гидроторфе	4 руб. 26 коп.
при маш.-форм. способе	7 руб. 33 коп.

что соответствует стоимости одного пуда:

при гидроторфе	7,07 коп.
при маш.-форм. способе	12,19 коп.

Таким образом, при достижении Гидроторфом производительности в один миллион пудов на торфосос, что ни в каком случае нельзя считать крайним пределом достижения, гидравлический торф обойдется на 40% дешевле машинно-формованного.

Соотношение отдельных статей расхода при обоих способах видно из [табл. XIII \(здесь опущена\)](#) и из диаграмм рис. Е-1, Е-2, Е-3.

Инженер Л.А. Ремизов*

* Из письма Р.Э. Классона и В.Д. Кирпичникова в ГПУ от 20 февраля 1923 г.:

В ночь на сие число у себя на квартире арестован по ордеру ГПУ за №448 от 19/II с.г. Помощник Ответственного Руководителя Гидроторфа по финансовой части инженер Лев Александрович Ремизов, который в настоящее время вел все работы по составлению и приведению в жизнь финансового плана в связи с переводом Гидроторфа на хозяйственный расчет.

Глава Ж. Преимущества и особенности гидроторфа

Возможность массовой добычи – Централизация и интенсификация производства – Сокращение персонала и облегчение условий труда – Удлинение сезона – Сушка – Расход электрической энергии – Капитальные затраты – Удешевление производства – Изменение зольности – Необходимость воды – «Засорение» полей сушки – Сжигание гидроторфа

Задачей Гидроторфа было выработать методы добывания торфа в массовом масштабе, и ныне возможность массовой добычи торфа гидравлическим способом больше никем не оспаривается. Проверка возможности массовой добычи торфа произведена на болотах Электропередачи в 1922 году, когда, несмотря на запоздание машин, было добыто 2 000 000 пуд. (33 000 тонн) гидроторфа. В 1923 г. будет проверен там же масштаб добычи в 7 000 000 пуд. (115 000 тонн).

Сама сущность гидравлического способа добычи торфа – замена ручного труда машинами – переносит при этом способе центр тяжести на единовременные затраты, облегчая до возможного предела эксплуатацию. Транспорт торфяной массы в виде жидкости как нельзя лучше соответствует массовому производству и требует лишь достаточного количества насосов и труб. Возможность высушить требуемое количество торфа основывается только на подготовке достаточных полей сушки.

Персонал нужный для добычи торфа имеется на рынке труда в большом количестве и может быть набран почти полностью из местных крестьян. Последнее обстоятельство, в связи с значительно меньшим количеством потребного персонала, облегчает жилищный вопрос и заботы по снабжению персонала продовольствием. Все эти соображения говорят за то, что масштаб добычи гидроторфа может далеко выйти за пределы, обычные для машинно-формовочного способа, как в отдельных хозяйствах, так и в сумме по всей Республике.

Для старых способов торфодобычания характерна была их чрезвычайная децентрализация; каждая машина располагалась от другой на расстоянии полуверсты, все поля приходилось изрезывать длинными карьерами, расположенными с таким расчетом, чтобы в течение 10-ти, 15-ти и более лет машины постепенно сближались, по мере выработки карьеров, но все же оставалась бы достаточная площадь для стилки, а это требовало отнесения одного разреза от другого, по крайней мере, на полверсты.

Таким образом, большие болота оказывались все изрезанными отдельными карьерами и соответственно этому надо было прокладывать очень значительное количество рельсовых путей и столь же длинные электрические линии, располагать поселки на расстоянии нескольких верст друг от друга. Обслуживание техническим персоналом было крайне затруднительно, так как приходилось проходить десятки верст для того, чтобы осмотреть все машины, что, конечно, было невозможно, и потому технический надзор был возложен, главным образом, на десятников.

Окончание примечания

Ввиду особой срочности и важности этого дела, проводимого на основании постановления СТО от 31-го января с.г., а также считаясь с тем обстоятельством, что изъятие инж Л.А. Ремизова из работы именно в данный, исключительно важный для жизни Гидроторфа, момент вызовет крайне тяжелые последствия для хода работ Гидроторфа, Управление Гидроторфа настоящим обращается к Вам с просьбой не отказать сообщить, насколько серьезны обвинения, предъявляемые к инж. Л.А. Ремизову, и если обвинения эти не носят серьезного характера, то не найдет ли возможным ГПУ освободить в течение этих же дней Л.А. Ремизова под поручительство Ответственных Руководителей Гидроторфа инж. Р.Э. Классона и В.Д. Кирпичникова.

20 марта того же года Л.А. Ремизов таки вышел на свободу!

Карта Электропередачи (рис. Ж.-1) наглядно иллюстрирует децентрализацию прежнего машинно-формовочного способа и, в противоположность ему, крайнюю централизацию машин гидравлических, предположенных к установке в 1923 году. В последнем случае все 8 машин, производительность которых должна соответствовать суммарной производительности 50-ти слишком машин прежнего типа, расположены вдоль одного разреза длиною 2 версты. Все машины стоят рядом, технический персонал их обслуживает с легкостью, железные дороги, подходящие к ним, минимальной длины, и так же коротки концентрированные электрические линии.

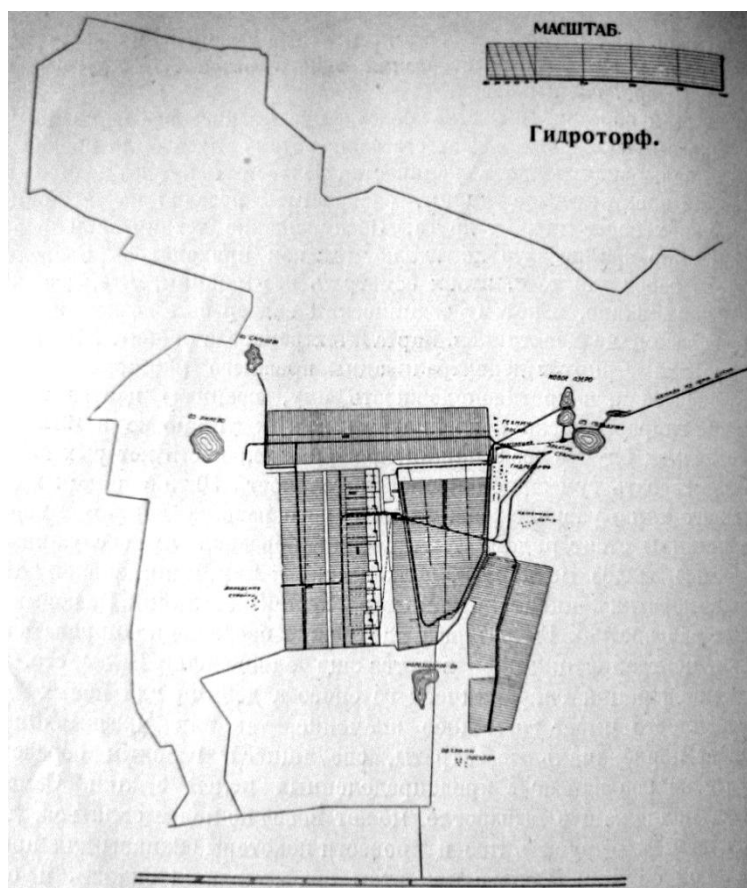


Рис. Ж-1

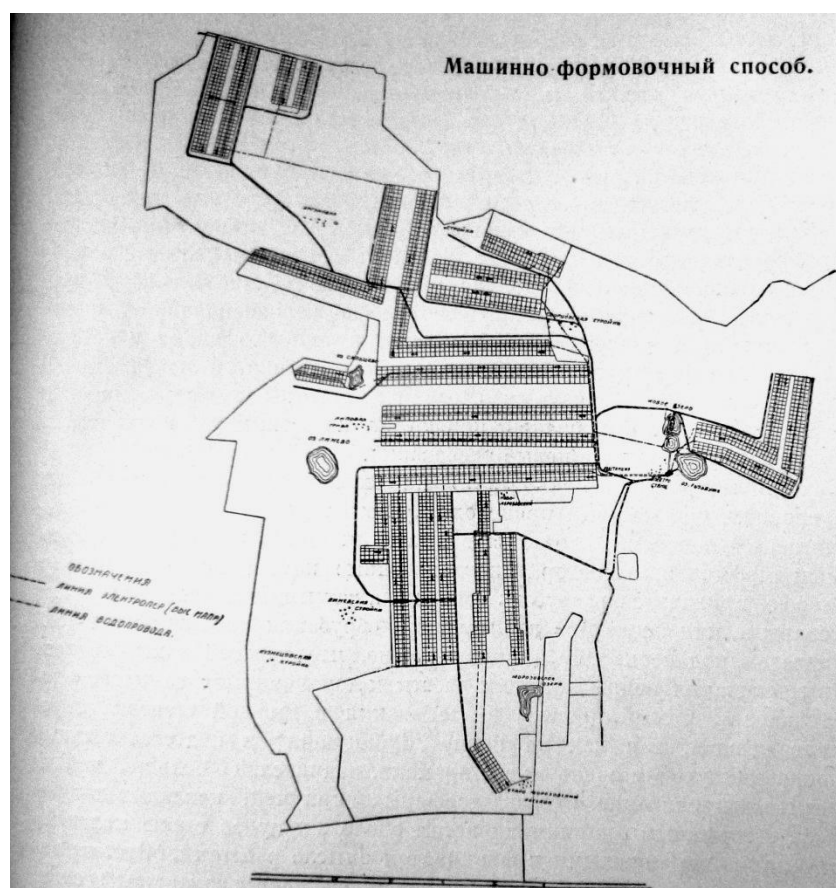


Рис. Ж-1 (продолжение)

Спецификация к рис. Ж-1

На 7 000 000 пуд. торфа	Гидроторф	Маш.-форм. торф
1. Комплектов машин	8 штук	56 шт.
2. Полей стилки	600 десятин	800 десятин
3. Валовые канавы	7,5 версты	5 верст
4. Картовые канавы	175 верст	275 верст
5. Жел. дор. пути (узк. кол.)	15 верст	50 верст
6. Длина э/передачи (выс. напряж.)	25 верст	40 верст
7. Число рабочих	2050 человек	6100 человек
8. Общая площадь разработок	700 десятин	1300 десятин
9. Постройки	8000 куб. сажен	20000 куб. сажен

На новых торфяных разработках Гидроторфа, где можно свободно планировать поля сушки, централизация производства еще больше (рис. В-24).

Эта концентрация гидравлического способа добычи для новых болот в особенности имеет громадное значение, так как чрезвычайно сокращает первоначальные затраты, сводящиеся, главным образом, к подготовке раз навсегда predetermined полей стилки. Самое же болото, подлежащее выработке, может вовсе не подготавливаться, достаточно на нем вырубить лес и провести некоторые канавы для предварительной осушки. Болото при этом срабатывается сплошь в одном только месте, все же остальное болото может оставаться вполне сырым, что предохраняет его от пожарной опасности.

При старом способе необходимо было все болото сразу осушать и этим в значительной степени объясняются частые и опустошительные пожары. Благодаря сосредоточению всего производства на сравнительно небольшом пространстве, технический персонал значительно сокращается, и десятники могут быть с успехом заменены инженерами, которых требуется очень мало.

Свободный выбор места для полей сушки при Гидроторфе и сплошная выработка залежи дают возможность на данной площади торфяного болота вырабатывать в сезон гораздо большее количество торфа, чем при машинно-формовочном способе, при котором приходится рассчитывать выработку залежи на десятки лет. Таким образом, при Гидроторфе можно выработать данную торфяную залежь в очень короткий срок, ничем не погрешая против целесообразности, особенно если вблизи имеются хорошие суходолы.

Само производство, благодаря механизации, может быть так же интенсифицировано до высшего предела. Оно ведется обычно непрерывно в три смены, почти без праздников. В течение нескольких темных часов место добычи освещается многосвечными электрическими лампами, висящими на вылетах кранов. Разлив в самые темные часы не производится, что вполне возможно, благодаря достаточному объему аккумуляторов, где за это время скапливается гидромасса. Использование рабочей силы и оборудования при наличии хорошего технического надзора можно довести до максимума.

Содержание большого числа рабочих, как мужчин, так и женщин, требовало значительных затрат и всегда представляло слабую сторону торфодобыwania. При постановке добычи в 7-8 миллионов пудов торфа в сезон количество рабочих превышало 5 000 человек. Для всей этой армии надо было готовить продовольствие, иметь бараки, которые только 3-4 месяца в году были обитаемы, остальное время лежали мертвым капиталом; затем надо было иметь медицинский персонал, больницы и прочее. Все это удорожало и усложняло торфодобыwanie.

Уже в настоящее время при Гидроторфе количество рабочих – мужчин уменьшается против прежнего машинно-формовочного способа в 10 раз (согласно [таблицы X](#), глава E); количество женщин остается пока то же, но уменьшение этой рабочей силы поставлено ближайшей задачей Гидроторфа и некоторые указания на возможное сокращение ее уже имеются; соответственные опыты будут проделаны в 1923 году на Электропередаче, главным образом путем применения штабельных машин, которые облегчают и удешевляют самый тяжелый и дорогой процесс – штабелевку, а затем при помощи выработки кирпичей высоких и узких, которые при просушивании будут требовать меньше ручного труда, и особенно кирпичей шаровидных, облегчающих транспорт в чрезвычайной степени.

Важно, однако, не столько уменьшение количества людей при Гидроторфе, сколько освобождение от торфяников-специалистов, число которых крайне ограничено в стране, а они это знают и потому всегда готовы поставить чрезвычайные требования, и почти всегда торфяной сезон в начале мая ознаменовывается забастовками, так как торфяники, соглашаясь прийти на известных условиях, затем на месте предъявляют новые требования*.

В литературе очень много писалось о чрезвычайно тяжелых условиях, при которых происходит работа торфяников. Весь торф вынимается лопатами, бросается в высоко стоящий, зачастую над головой торфяника, элеватор; многочисленные пни, которые залегают в торфе, приходится разрубать топором, а затем вытаскивать; почти все большие пни после предварительного обрубления вытаскиваются всей артелью под пень «Дубинушки». Ясно, что каждый такой процесс вытаскивания подрывает темп работы и тем понижает ее производительность. Самый процесс вытаскивания в высшей степени непроизводителен, так как на пение «Дубинушки» и подготовительные операции уходит очень много времени, значительно больше, чем на самое вытаскивание.

Отвозка торфяных кирпичей, накладывание досок с торфяными кирпичами весом около 2-х пудов так же являются чрезвычайно тяжелыми в физическом смысле работами. Отвозка тяжелых вагонеток весом 50-60 пудов производится зачастую бегом и, конечно, является исключительно трудной и утомительной работой.

Даже работа мальчика, который стоит у мундштука, из которого выходит торф, не может считаться легкой, так как ему в течение дня приходится делать несколько десятков тысяч взмахов ножом. Физическая тяжесть обуславливала то, что лишь небольшое количество губерний дают торфяников-специалистов, которые исключительно этим занимаются и в довоенное время даже не занимались земледелием; они работали 3 месяца, а затем 9 месяцев в году ничего не делали, живя на заработок, полученный в летнее время.

Благодаря замене ручного труда машинами при гидравлическом способе, работа персонала сводится к уходу за машинами, управлению ими и к перекладке труб. Эта работа несоизмеримо легче и происходит в лучших условиях, чем работа торфяников-специалистов. Противники Гидроторфа указывают на «чрезвычайную негигиеничность» условий труда рабочих, входивших в карьер для зацепления крюком больших пней и для отбрасывания мелких пней от торфососа.

Этот упрек совершенно справедлив, но относится только к прошлому, так как при современном оборудовании рабочим совершенно незачем входить в карьер: удаление крупных и мелких пней производится грейферами. Подходить же к торфососу во время его работы строго воспрещено, так как большой вращающийся пропеллер, выступая за фланец торфососа, может повредить руки или ноги.

* Забастовки проходили постоянно. Из уже цитировавшегося письма Р.Э. Классона в Управление МОГЭС от 21 августа 1923 г.:

Немалую роль в числе неблагоприятных факторов этого года сыграло также совершенно неудовлетворительное финансирование – жалованье за июнь было выплачено только в конце июля и начале августа, что влекло за собой итальянские забастовки торфяного персонала и крайне вредно отражалось на темпе работ в июле месяце. Только уплата части денег перед концом июля дала возможность провести большую трехдневную работу 29-31 июля.

Из протокола заседания Тарифно-Экономического Секретариата Московского РК Всероссийского союза рабочих-металлистов (ВСРМ) от 21 сентября 1923 г.:

Тов. Величко (Богородский Подрайком) сообщает о начавшейся вчера, 20 сентября забастовке рабочих завода обезжелезивания, вследствие невыплаты в срок заработной платы, о грозящем распространении забастовки на торфяников и торфяниц, которым заработная плата не выплачена за первую половину сентября <...>.

Делались так же упреки Гидроторфу по поводу негигиеничных условий труда разливальщиков торфяной массы, которым приходится ходить с трубами и гребками по разливаемой торфяной массе. Слой этой массы при правильной работе, которая зависит только от самих разливальщиков, в среднем равняется 180 мм, и максимум может достичь в отдельных местах, вследствие неровности почвы, до разравнивания массы, 300-400 мм. Вредное влияние на здоровье рабочих в данном случае легко может быть ликвидировано непромокаемыми сапогами, что и имеет место в действительности.

Краткость лета и необходимость запастись топливом на весь год повелительно диктуют производство работы в течение круглых суток. При прежних способах торфодобыывания этого осуществить было нельзя, и даже введение вторых смен удалось сделать только под давлением войны и революции. Раньше работали исключительно на одной смене. Гидроторф без всяких затруднений ввел непрерывную 24-х часовую работу, и такая работа единственно целесообразна.

Некоторые затруднения встречались раньше, когда была еще необходимость для рабочих лезть в холодную воду для вытаскивания пней, но в настоящее время, при осуществленной механизации извлечения пней, эта необходимость совершенно отпадает, и работать можно в какую угодно холодную погоду.

Осенью сезон ограничен тем, что разлитый торф более не высыхает, но, когда будет осуществлено механическое отжатие воды, то и этот довод отпадает, и тогда можно будет работать вплоть до глубоких морозов.

В 1922 году осенью испытание машин продолжалось вплоть до ноября месяца, и мы убедились в том, что, если бы вести производство непрерывно, то его можно было бы еще вести даже при небольших морозах, так как струя размывает все новые и новые части залежи, которые поэтому промерзать не успевают.

Необходимым условием такой работы, однако, является *ее непрерывность*, так как при ночных остановках вода в трубах и массопроводах могла бы замерзнуть и остановить производство. Персонал на кранах может быть одет как угодно тепло, в валенках и полушубках, и то же можно сделать и по отношению к персоналу, занятому на брандсбойтах. Таким образом, самое торфодобыывание (без сушки) может вестись в течение, по крайней мере, семи месяцев и при этих условиях на каждый торфосос придется огромное количество добытой торфяной массы.

Что касается торфяного производства с естественной сушкой, то и для него Гидроторф обеспечивает гораздо лучшее использование торфяного сезона. Сушку торфа возможно производить в нашем климате лишь в течение 4½ месяцев в году, а добычу торфа, считая полтора месяца на осеннюю сушку, всего в течение 3-3¼ месяцев.

Эта сезонность торфяного производства является его крупнейшим минусом, и если пока нельзя удлинить его за эти пределы, то необходимо, по крайней мере, использовать полностью торфяной сезон. При машинно-формовочном способе это оказывается невозможным из-за ухода торфяников в начале июля на полевые работы.

Как уже указывалось, в последние годы продолжительность сезона добычи торфа машинно-формовочным способом все сокращается и в 1922 году достигла всего 43-х дней. Так как рабочие Гидроторфа – те же местные крестьяне, а не привезенные издалека специалисты-торфяники, то никаких ограничений продолжительности сезона, кроме естественных ограничений, которые ставит климат, не встречается. Заработок на торфяных разработках, как сезонных, естественно выше, чем при всяких других работах, и поэтому крестьяне охотно соглашались на удлинение сезона до любых пределов, и производство может продолжаться и продолжается с начала мая до 15-го августа.

Как уже указывалось, сушка гидроторфа пока производится при значительной затрате ручного труда. Неоднократно указывалось людьми, мало знакомыми с природой торфа, что значительное прибавление воды (объем воды, прибавленной к торфу, превышает объем торфа-сырца и это соотношение колеблется от 1,25 до 1,50) должно увеличить время сушки, и на это указывалось, как на принципиальный недостаток гидроторфа.

Действительно, прежде высыхание гидроторфа происходило несколько медленнее, чем высыхал торф машинно-формовочный, но в настоящее время, когда будет вырабатываться исключительно торф коагулированный, вся вода, прибавленная искусственно к торфу, вытекает в течение первого же дня после разлития торфа на поле стилки и на следующий день торф уже находится в тех же условиях, в которых находится торф машинно-формовочный.

Гидравлический торф необходимо формовать, так как он разлит в виде сплошной массы на поля, и это делалось до сих пор как специальными автомобилями на двух колесах (рис. Б-27), так и ручным способом, при помощи, так называемых, цапок. Последняя работа очень производительна и успешна, может конкурировать с машинной работой и, так как стоимость этой работы составляет всего 12-15% от стоимости всей сушки, то она может быть механизирована в последнюю очередь.

До сих пор сушка гидроторфа производится тем же способом, каким производится сушка машинно-формовочного торфа. Осенью 1922 года была поставлена штабельная машина, которая совершенно заменит собою наиболее тяжелую и дорогую работу – штабелевку. Стоимость укладки торфа в штабели очень значительна и она составляет около 40% стоимости всей сушки.

Таким образом, этот наиболее дорогой процесс отныне можно будет так же механизировать. На [рис. В-40](#) изображена штабельная машина, установленная в настоящее время на Электропередаче.

Отвозка же торфа в вагонах остается, но тяжелая работа по подноске в корзинах к вагонам на значительное расстояние значительно облегчается тем, что применяются транспортеры (рис. В-39), которые работают один в другой и, так как длина каждого транспортера 12-15 метров, то при применении десятка таких транспортеров вагоны могут нагружаться торфом, лежащим на расстоянии до 150 метров, и торф приходится бросать лишь на ленту транспортеров в любом месте и подносить его на самое короткое расстояние. Применение транспортеров для загрузки вагонов является несомненным шагом вперед и значительно облегчает физическую работу грузчиц.

Дальнейшая сушка зависит всецело от состояния полей стилки и их дренажа и от того обращения, которому подвергаются кирпичи, а также от их формы. В 1922 году выяснилось, что если кирпичи долго оставлять на поле стилки не поднятыми, то в них развиваются биологические процессы, которые ухудшают качество торфа.

Поэтому чрезвычайно важно поднимать торф и подвергать его всестороннему обветриванию как можно скорее, как только это позволит пластичность кирпичей.

Очень большую роль играет также форма кирпичей. Кирпичи толстые и длинные имеют невыгодную поверхность испарения и такие кирпичи, несомненно, сохнут медленно. Напротив, плоские, небольшие кирпичи, особенно на суходоле высыхают чрезвычайно быстро. Этот процесс еще может быть ускорен, если кирпичи будут искусственно поставлены на ребро так, чтобы их со всех сторон омывал ветер и обогревало солнце.

В этих же условиях кирпичи наименее подвержены действию дождя и это наиболее благоприятная форма, особенно если между отдельными кирпичами будут свободные промежутки, позволяющие полю стилки «дышать», т.е. испарять свою влагу в атмосфере. Такие кирпичи формуруются новым автомобилем модели 1923 года, в котором сформованные кирпичи выталкиваются из своих гнезд особыми лентами (рис. В-32).

Расход электрической энергии при гидравлическом способе торфодобыывания значительно больше, чем при машинно-формовочном, в котором главная и самая трудная работа – добыывание торфа производится ручным способом. Электрическая энергия на районных станциях, которые, главным образом, имеет в виду Гидроторф, в летнее время, когда нет городского вечернего максимума и когда, следовательно, большинство машин свободно, должна исчисляться по крайне дешевому тарифу, так как на нее нет надобности начислять амортизацию и процент на затраченный капитал.

При правильной калькуляции увеличение потребления энергии летом является лишь желательным для центральных станций, и они могут применять для всей торфяной кампании, безразлично от способа торфодобыывания, самый дешевый тариф, основанный только на себестоимости, т.е. на стоимости топлива, смазки и отчасти рабочей силы. Можно считать, что на пуд воздушно-сухого гидроторфа идет около 0,3 киловатт-часа, что больше чем вдвое превышает расход электрической энергии при торфе машинно-формовочном.

При нормальных соотношениях цен, имевших место до войны, большее потребление электрической энергии играет совершенно ничтожную роль при исчислении себестоимости добытого торфа. Если, с одной стороны, электрической энергии расходуется больше при Гидроторфе, то, с другой стороны, самый торф получается дешевле и, так как стоимость торфа – главный составной элемент при определении себестоимости электрической энергии, то эти факторы, приблизительно, взаимно уравниваются.

В переводе на топливо расход электрической энергии, даже при гидроторфе, выражается всего 5-ю % от добытого торфяного топлива. Естественен вопрос – «что же дешевле» – оборудовать новое болото для машинно-формовочного способа или для гидравлического. Вопрос этот, конечно, не может быть решен для всех случаев и должен быть рассматриваем каждый раз отдельно.

Прежде всего, гидравлический способ торфодобыывания требует наличности электрической энергии, без этого он работать не может, да и не стоило бы. Все маленькие установки с одной-двумя машинами так же отпадают, так как *Гидроторф – массовое производство, а не кустарное* и нет смысла применять его в кустарном масштабе. Поэтому дальнейшее развитие Гидроторфа не может повлечь за собой полное вытеснение машинно-формовочного способа, а он только вытеснит его с больших электрифицированных или подлежащих электрификации болот на маленькие болота и, таким образом, оба способа будут друг друга пополнять.

Только в самое последнее время нами произведено достаточно полное сопоставление первоначальных капитальных затрат на оборудование нового болота тем или другим способом, так как способ гидравлический находился в периоде такого стремительного развития, что все время менялся знаменатель, на который надо было делить стоимость установки, т.е. менялась сезонная производительность одного агрегата.

В настоящее время мы считаем, что в этом направлении наступило некоторое затишье и в 1923 году все подсчеты можно вести, исходя из предположения, что один агрегат гидроторфа (кран плюс пеньевой кран, торфосос и растиратель) вырабатывает один миллион пудов (16 500 тонн) воздушно-сухого торфа в сезон. Результаты этих подсчетов сведены в главе Е, [табл. VIII](#).

Необходимо указать, что большую часть стоимости при гидроторфе составляют сооружения и оборудование для сушки и уборки торфа: поля сушки, массопроводы, железные дороги. Когда будет решен вопрос о механическом обезвоживании торфа, эти затраты совершенно отпадут, но пока приходится с ними считаться и сопоставлять стоимость тех и других машин, принимая во внимание полное оборудование.

Более дорогим полям и дорогому массопроводу гидроторфа противостоят при машинно-формовочном способе многочисленные бараки для торфяников со всеми службами и вспомогательными зданиями (больница, хлебопекарни, склады и пр.).

Очень важным обстоятельством, влияющим на сопоставление первоначальных затрат, в частности на массопровод, является то, что, к нашему удивлению, массопровод, применяемый на болоте, не ржавеет; разливательные трубы, толщиной всего 1 мм, т.е. приблизительно кровельное железо, применяются нами уже пять лет; они никогда не были окрашены, но, по-видимому, торфяная масса действует на них предохраняющим образом и трубы не ржавеют, хотя зимой остаются под открытым небом. Это обстоятельство чрезвычайно важно, так как понижает амортизацию наиболее дорогой части оборудования – массопровода до очень низкого процента. Пока мы не могли заметить даже признака износа материала труб.

Когда мы заказывали массопровод за границей, то заводы не хотели верить, чтобы можно было посылать трубы неокрашенными внутри и снаружи, и настояли на их окраске. Но трубы, изготовленные в России, нами никогда не красились и краситься не будут.

Для правильного сравнения надо брать, конечно, как для гидроторфа, так и для машинно-формовочного способа новые, совершенно необорудованные болота, так как, естественно, нельзя сравнивать стоимость уже существующего инвентаря, заказанного в довоенное время, с новым инвентарем, изготавливаемым по теперешним, чрезвычайно высоким, даже в переводе на золото, ценам.

В общем, разница в капитальных затратах будет не столь велика, чтобы именно это обстоятельство могло склонить весы в ту или другую сторону. Громадная разница получится, однако, в области эксплуатационных расходов, которые, по нашему убеждению, при правильной постановке дела в большом масштабе будут приблизительно вдвое ниже при гидроторфе, чем при машинно-формовочном способе или при каком-либо другом способе, применимом на обычных русских пнистых болотах. Подробные подсчеты по этому поводу приведены в главе Е.

Необходимо указать, что у Гидроторфа, только первые годы ведущего добычу торфа в промышленном масштабе, все в будущем. Из года в год до сих пор улучшались все производственные коэффициенты и увеличивалась производительность комплекта и занятых добычей торфа рабочих. Несомненно, этот прогресс будет продолжаться и в будущем и тогда удешевление производства выразится в еще более крупных цифрах, чем только что указанные.

Основное возражение защитников старых способов против Гидроторфа сводится, главным образом, к его действительно слабой стороне – некоторому увеличению зольности торфа. Зольность гидроторфа увеличивается по следующим причинам: во-первых, песок поднимается водяной струей при неосторожном размыве со дна карьера и, во-вторых, при неосторожном опускании торфососа он может зарыться в песок и пропеллером поднять ил и песок со дна. Эти факторы влияют на увеличение зольности.

Но есть и обратные факторы, влияющие на ее уменьшение: оказалось, что если торф размывать с соблюдением должной осторожности, не намывая песка, то зольность значительно уменьшается по сравнению с зольностью самой залежи. Так, на Электропередаче, где средняя зольность составляет около 3,5%, при осторожном размыве зольность гидравлического торфа получалась в 1,9-2%, т.е. зольность уменьшалась почти вдвое.

Это объясняется тем, что в воде, прибавленной к торфу, растворяется часть солей, входящих в состав золы торфа, и эти соли уходят вместе водой. Этим объясняется так же то обстоятельство, что если долго наливать гидравлический торф на бесплодное песчаное поле, то оно через некоторое время покрывается густой травой – минеральные соли, растворенные в торфе, содействуют его удобрению.

До сих пор зольность гидроторфа большею частью превышала зольность залежи, приблизительно на 1%, но в будущем этого можно избежать, если держать уровень массы в карьере, в который опущен торфосос, не слишком низким. До последнего времени мы старались держать уровень низким для того, чтобы двое рабочих, стоявших около торфососа, не так глубоко стояли в массе. В настоящее же время, когда выемка пней механизирована и рабочих в карьере больше не будет, надо, напротив, держать уровень массы в карьере более высоким.

Струя, попадая жидкую массу, теряет свою силу и не поднимает песка со дна. Избавиться от размыва песка торфососом оказалось возможным путем применения, вместо обычной гайки, большой плоской гайки, которая, сравнительно легко проходя через залежь торфа, упирается в песок, не поднимая его, и не дает торфососу опуститься ниже определенного положения. Конечно, необходимо известное внимание со стороны персонала в тех случаях, когда уровень дна размытого карьера неровен. Размытый песок легко заметить, так как масса сейчас же окрашивается в другой цвет, и только при небрежном отношении к делу теперь возможны будут случаи значительного повышения зольности.

Средние анализы торфа, добытого на Электропередаче, блестяще доказывают вышеизложенные соображения. Зольность гидроторфа в среднем, согласно сотням и тысячам анализов, оказывается ниже зольности торфа, добытого там же машинно-формовочным способом, что объясняется тем, что и при машинно-формовочном способе торфяники, беря последний штык торфа в карьере, вводят в торфяную массу дополнительную зольность, содержащуюся в нижнем слое торфяной залежи. Для иллюстрации мы приводим [таблицу анализов зольности гидромассы](#), выливавшейся в аккумуляторы из массопроводов от кранов во время работ в сезоне 1922 года ([здесь опущена](#)). Анализы производил химик Э.Э. Ивановский.

Среднее содержание золы на абсолютно сухой торф за весь 1922 года составляет 3,53%, и из 510 анализов почти 80% дали меньше 4% зольности и 94% дали меньше 6% зольности. Среднее содержание золы по пробам, отобранным экспертной комиссией ГУТа в штабелях гидроторфа на поле и на складе, составляет для того же торфа 4,57%.

Для сравнения даем [таблицу: “Зольность торфа \[по месяцам\], добытого машинно-формовочным способом и поступавшего в топки котлов Г.Э. Станции «Электропередача». Пересчитана на абсолютно сухой торф”](#) ([здесь сия таблица в целом опущена, в ней интересен для нас итог: с 1916-го по 1923 г. средняя зольность снижалась с 7,2% до 5,4%, причем в 1919-м был достигнут минимум в 4,7%](#)).

Особенностью гидроторфа является то, что он требует очень большого количества воды и поэтому, по мнению его противников, «не универсален». На универсальность его мы не претендуем, как и вообще в технике нет универсальных решений. В значительном большинстве случаев запасы воды вблизи или на самом торфянике имеются.

Ведь торф образуется там, где имеется или имелось значительное скопление влаги. Особенно на торфяниках старых, уже выработанных в значительной степени, вопрос о воде в большинстве случаев будет разрешаться просто: надо весной, в половодье наполнить все старые карьеры и не давать воде вытекать, а, кроме того, пользоваться всеми близлежащими озерами, прудами и речками для снабжения промыслов водой.

Конечно, раз воды поблизости нет, применять гидравлический способ нельзя. Так, в Швейцарии, около Невшателя, на высоте 1 000 метров лежит хорошее, большое торфяное болото, вблизи которого нет ни одной капли воды; ясно, что тут гидравлический способ торфодобыывания был бы неуместен. Но в России такие случаи будут сравнительно редки и, как общее правило вода будет иметься в достаточном количестве, причем, конечно придется делать те или другие затраты на ее подвод.

В качестве примера укажем, как разрешен вопрос снабжения водою в двух характерных случаях – на Электропередаче, не имеющей никаких крупных водоемов, и на Ляпинском торфяном болоте, отстоящем от крупного водного источника, р. Волги, на 4 километра. В первом случае для снабжения водою использованы старые карьеры, с довольно значительным запасом воды.

Эти карьеры наполняются водою во время таяния снега; если же снеговой воды оказывается недостаточно, то происходит добавка ее из речки, отстоящей от разработок на 4 километра, при помощи трех перекачечных насосов, коротких водопроводов и длинных открытых канав. Дебит этой речки летом очень невелик; весной же она имеет громадный излишек воды, который мы и каптируем вышеупомянутыми сооружениями. Схематический план этих сооружений дан на рис. Ж-2, [Ж-3 \(здесь последний рис. опущен\)](#).

Во втором случае, для Ляпинских торфяных разработок вода подается по трубопроводу 450 мм диаметром на расстояние около 1¼ километра; отсюда вода поступает к торфяным разработкам сначала открытым желобом, а затем с дополнительной перекачкой по открытой канаве, вырытой в торфяной залежи. Схематически сооружения эти изображены на рис. Ж.-4. Затраты энергии на подачу воды к насосам высокого давления составляют ничтожный процент от общего расхода электрической энергии.

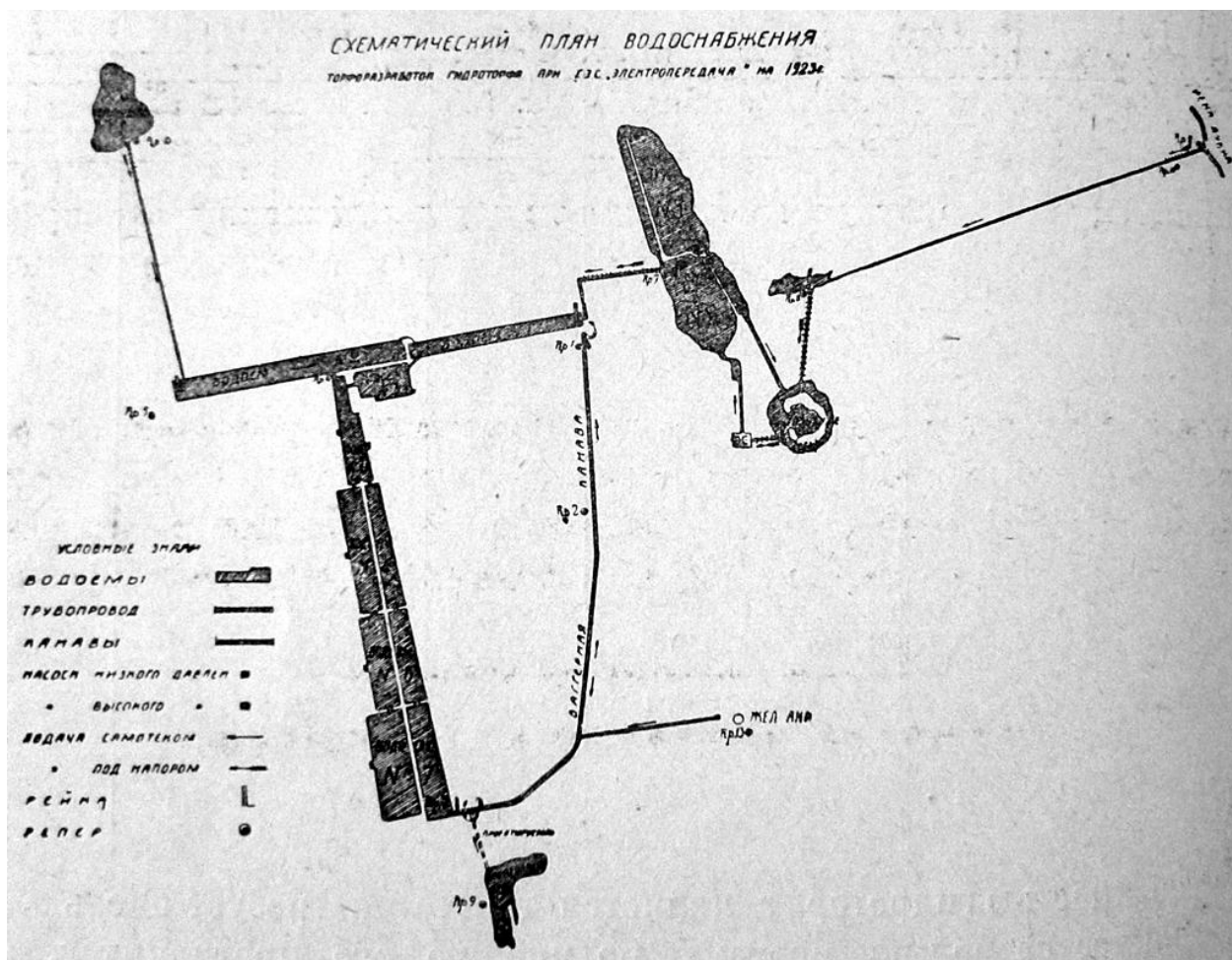


Рис. Ж-2

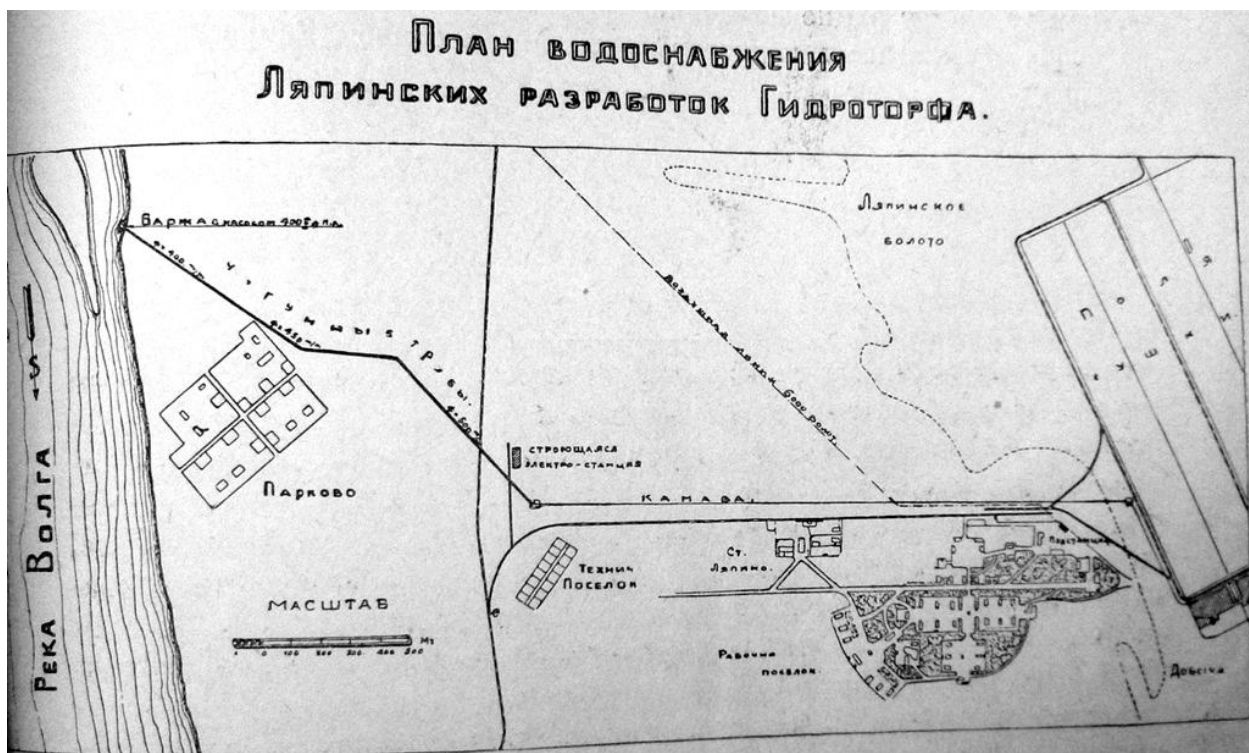


Рис. Ж-4

Возвращаясь к особенностям Гидроторфа, приходится также упомянуть так называемое засорение полей стилки и потерю ценных веществ, входящих с водой в почву. Эти два упрека очень часто ставились Гидроторфу и, действительно, до тех пор, пока применялся торф некоагулированный, можно было говорить о засорении полей стилки, в особенности там, где стилка производилась на самом торфу.

Второе обстоятельство – потеря ценных веществ с водой – никогда не имело места; никаких ценных веществ с водой не уходило в количествах, имеющих хотя бы малейшее практическое значение; только на химических весах можно было бы обнаружить содержание органических веществ в воде, вытекавшей из разлитого торфа, практически же оно было совершенно ничтожно.

Коагуляция торфа устранила и то, и другое явление; вода, вытекающая из коагулированного торфа, еле окрашена, а при коагуляции железом она кристаллически чиста. Вода, вытекающая из коагулированного торфа, не только не засоряет верхних слоев полей сушки, но, напротив, значительно улучшает их, так как коагулирует верхний слой и содействует его проницаемости для воды, так что с каждым годом поля стилки на торфу будут улучшаться.

Это обстоятельство чрезвычайно важно; оно проверено бесчисленными лабораторными опытами, а в этом году оно было проверено в крупном масштабе на полях стилки Электропередачи, где один и тот же торф разливался на поля свежеприготовленные и на поля, засоренные трехлетним разливом без коагуляции.

Разница между торфом в том и другом случае была чрезвычайно велика; торф на полях свежих, незасоренных и незатоптанных и не утрамбованных хождением, сох во много раз быстрее того же торфа, лежащего на полях, ставших непроницаемыми для воды, благодаря многократному разливу и механическому утрамбованию торфа. Постепенная минерализация полей стилки, благодаря вышеупомянутому выходу растворимых частей золы в почву, будет содействовать только более быстрому заростанию их травой, что крайне желательно.

Что касается сжигания гидравлического торфа, то официальные опыты параллельного сжигания того или другого торфа на Шатуре и Электропередаче в октябре и ноябре 1922 года окончательно должны прекратить всякие разговоры по этому поводу: и тот, и другой торф горит при одинаковой степени сухости и зольности, приблизительно, одинаково. Более мелкие формы кирпичей гидроторфа дают им здесь известные преимущества, так как мелкие кирпичи лучше охватываются со всех сторон воздухом.

Но в общем это все-таки деталь и нужно признать, что никакой разницы между тем и другим торфом в рационально построенной топке не будет. Более подробно о сжигании гидроторфа сказано в главе 3. «Гидроторф как топливо».

Глава 3. Гидроторф как топливо

Из всех способов добычи торфа, применявшихся на практике, только один способ – машинно-формовочный – до самого последнего времени сохранил промышленное значение. Естественно поэтому, что оценка тепловых свойств нового рода торфа – гидроторфа (торфа, добытого гидравлическим способом) прежде всего и сводится к сравнению их с свойствами общеизвестного машинно-формовочного торфа.

Попытаться проследить, как с изменением способа добычи изменились тепловые качества торфа, состав его органической массы, качество и содержание в нем балласта, удельный и объемный веса и некоторые другие свойства, а также привести данные последних опытных сжиганий и представляет собою цель настоящей статьи [(главы)].

1. Общая характеристика гидроторфа

Органическая масса – Балласт – Влажность – Зольность – Теплотворная способность, состав и наружный вид кусков гидроторфа – Объемный и удельный веса – Прочность кусков – Увлажняемость – Общие выводы

Специальных массовых анализов для сравнения органической массы гидроторфа с органической массой торфа, добытого машинно-формовочным способом на том же болоте, не производилось. В нашем распоряжении имеются лишь результаты анализов, произведенных лабораториями Теплотехнического Института и Химического Института имени Карпова в связи с испытаниями паровых котлов, имевших место в октябре-декабре 1922 года на Шатурской электрической станции и на Г.Э.С. «Электропередача».

Опыты на Шатурской электрической станции, производившиеся под руководством проф. П.М. Соловьева и инж. П.Н. Бочарова, имели своей целью изучить работу торфяной топки конструкции инж. Т.Ф. Макарьева. В качестве топлива применялись:

а) Машинно-формовочный торф с Шатурских разработок добычи 1922 года (опыты №№ I, II и III; элементарный анализ произведен лишь для опыта II; отбор торфа во всех случаях был предоставлен усмотрению заведующего разработками).

б) Машинно-формовочный торф с Шатурских разработок добычи 1922 г. (опыты №№ VI и IV; отбор торфа по усмотрению заведующего разработками).

в) Гидроторф, доставленный с разработок при Г.Э.С. «Электропередача» (опыт № VII, когда сжигался гидроторф, отобранный по усмотрению заведующего разработками, и опыт № IX, для которого был отобран торф с разных мест болота по указанию Особой Комиссии ГУТа; в отобранное таким образом количество вошел, между прочим, торф, разлитый 14 августа, т.е. уже по окончании торфяного сезона).

г) Гидроторф, добытый на Шатурских разработках в 1922 году, розлив которого был произведен после окончания торфяной кампании в связи с опытами Особой Комиссии. Торф этот был применен для испытания со специальной целью – изучить работу топки Т.Ф. Макарьева на очень сыром топливе (опыт № X).

Опыты на Г.Э.С. «Электропередача», производившиеся проф. П.М. Соловьевым, имели своей целью сравнить условия сжигания гидроторфа и машинно-формовочного торфа.

Отбор торфа для испытания был предоставлен усмотрению заведующих соответственными разработками с тем, чтобы в одном случае качество торфа соответствовало, примерно, среднему топливу, обычно подававшемуся в котельную (влажность 30-35%, зольность 4-5%, теплотворная способность органической массы по нижнему пределу около 5 300 [кило]калорий), а в другом было выше среднего.

Пробы, отобранные по способу, указанному ниже, отправлялись в лаборатории для анализов, результаты которых приведены в следующих таблицах ([табл. I, А. Шатурские разработки](#); [табл. II, Б. Разработки на Г.Э.С. Электропередача – здесь опущены](#)).

Как видно из таблицы II, анализ проб, отобранных при одном и том же испытании, но произведенный в двух разных лабораториях, дал неодинаковые результаты. Разница при определении теплотворной способности в одном случае достигает 4%, а при определении содержания водорода еще более высоких цифр. Не имея оснований сомневаться в правильности анализов, произведенных, по мнению экспериментаторов, весьма тщательно, приходится указанное выше обстоятельство объяснить лишь некоторой неоднородностью состава отобранной пробы.

Как видно из [таблицы I](#), шатурский гидроторф, применявшийся при опыте 11/XI 22 г., по теплотворной способности и по составу своей органической массы очень близко подходит к машинно-формовочному торфу с этого же болота. Гидроторф с разработок при Г.Э.С. «Электропередача», применявшийся при опытах, по качеству своей органической массы так же мало разнится от соответственного машинно-формовочного торфа.

Если по данным [таблицы II](#) вычислить средние цифры, получится следующая [таблица III \(здесь опущена\)](#).

или в среднем для «Электропередачи»:

Таблица IV

Состав органической массы				
Род торфа	Средн. содерж. углерода, %	Средн. содерж. водорода, %	Средн. содерж. кислорода и азота, %	Средн. теплотвор. способн. органич. массы (нижн. предел), [кило]кал./кг
Гидроторф	57,66	6	36,33	5220
Машинно-формованный торф	57,79	5,88	36,45	5286,5

Как видно из таблицы IV, содержание отдельных элементов в органической массе того и другого рода торфа, добытого на одном болоте, оказалось одинаковым в пределах ошибок опыта. В отдельных случаях разница не достигает тех цифр, которые характеризовали разницу в анализах одной и той же пробы, произведенных в разных лабораториях.

Практически можно считать, что *гидравлический способ добычи не изменяет состава органической массы торфа*, каковая определяется лишь свойствами торфяной залежи.

Пределы изменений теплотворной способности и элементарного состава органической массы в приведенных анализах для «Электропередачи» следующие ([таблица V – здесь опущена](#)).

Было бы крайне ошибочным для суждения о качестве и количестве балласта, содержащегося в гидроторфе, исходить из данных анализов рабочего состава, произведенных во время указанных выше испытаний.

При сжигании шатурского торфа был применен хорошего качества машинно-формовочный торф, с одной стороны, а с другой, исключительно влажный гидроторф, специально отобранный по желанию руководителей испытания для изучения работы топки Макарьева. При оценке же опытов по сжиганию торфов, добытых на «Электропередаче», нет возможности установить, какой именно отбор характеризует торф среднего качества.

Приведенная ниже [таблица VI \(здесь опущена\)](#) – сводка результатов анализов торфа «Электропередачи», сжигавшегося при испытаниях, представляет целый калейдоскоп цифр, характеризующих содержание балласта самым различным образом.

Как видно из [таблицы VI](#), анализы одной и той же пробы на влажность, произведенные в разных лабораториях, дают цифры: 26,45 и 32,4 или 36,45 и 40,3 [[процента](#)]. Такие результаты совершенно не дают возможности не только признать какую-либо цифру из приведенной таблицы, характерной для торфа среднего качества, но даже не позволяют в некоторых случаях принять их в основу для оценки результатов данного испытания.

В качестве материала, который мог бы лечь в основу при определении содержания влажности в гидроторфе среднего качества, приводятся данные, полученные Особой Комиссией ГУТа, которая производила анализы на влажность несколько раз.

Отбор проб для первой группы анализов был закончен 26 октября 1922 года, одновременно с отбором гидроторфа при отправке его на Шатурскую станцию для испытания в топках Макарьева. Анализы эти, производившиеся в лаборатории М.В.Т.У., дали следующие результаты ([таблица VII – здесь опущена; отметим лишь, что показатель влажности в кирпичах с карт, где гидроторф разлили в июле-августе, а кирпичи заштабелевали в сентябре-начале октября, колебался от 29% до 42%](#)). Те же цифры были получены в химической лаборатории Гидроторфа.

Отбор проб для второй группы анализов был произведен за время с 21 ноября по 1 декабря 1922 года представителем Экспертной Комиссии ГУТа совместно с представителями Цуторфа и Гидроторфа. Отбор производился по заранее выработанной инструкции и притом с таким расчетом, чтобы одна взятая проба соответствовала всегда одному и тому же объему торфа. Пробы были взяты из караванов на складе и, кроме того, из штабелей, полурамок и ленток на полях. Для отделения пробы было отобрано с разных мест болота 1 312 кирпичей торфа.

Соответственные анализы, произведенные в лаборатории М.В.Т.У. дали следующие результаты ([таблица VIII – здесь опущена, отметим лишь, что показатель влажности снижался с 55,2% в лентах на полях, куда складывался не досохший торф, до 32,2% в штабелях на складе](#)).

Необходимо отметить, что розлив массы в августе месяце слишком толстым слоем и без соответствующей подготовки полей был произведен в виде опыта, с целью изучения всех обстоятельств, связанных с поздним розливом. Поэтому данные о гидроторфе, розлитом в 1922 г. после 1 августа, имея пока лишь чисто экспериментальное значение, не могут приниматься во внимание при оценке среднего гидроторфа.

Если исключить из рассмотрения пробы №№ 6 и 7 по [таблице VII](#) и результаты анализа полурамок и ленток по [таблице VIII](#), то окажется, что средняя влажность по первой группе анализов будет 34,5%, а по второй группе – 32,08%. Интересно сопоставить эти цифры с результатами анализа проб гидроторфа, отобранных представителем Экспертной Комиссии ГУТа из специально выложенных полукубов торфа (отбор произведен 18/XII 1922 года). Результаты анализа, произведенного в лаборатории Теплотехнического Института следующие ([таблица IX – здесь опущена](#)).

Согласно этой таблицы средняя влажность гидроторфа (отобранного в декабре) в штабелях и караванах была порядка 25-30%. Прежде чем решить, какую из этих цифр принять за среднюю для гидроторфа добычи 1922 года, приходится обратиться к данным анализа на влажность машинно-формовочного торфа. Как видно из приложенных кривых ([диаграмма рис. 3-1 – здесь опущена](#)) построенных по данным Г.Э.С. «Электропередача», влажность машинно-формовочного торфа, поступавшего в топки котлов, не оставалась постоянной.

Наибольшей влажностью отличался торф в июле месяце, наименьшей – в феврале. Появление гидроторфа (кривые за 1921 и 1922 год) не повлияло на кривые в сторону повышения влажности. В эти годы торф был даже суше, чем в предыдущие. Средняя влажность машинно-формовочного торфа по годам выражается в следующих цифрах (*таблица X – здесь опущена; отметим лишь, что сия влажность снижалась с 36,3% в 1916-м до 32,5% в 1922 г., достигнув минимума – 29,3% в 1921-м*).

<...> Во всяком случае, по-видимому, нет никаких оснований предполагать, что средняя влажность гидроторфа будет заметно разниться от влажности машинно-формованного торфа. Для гидроторфа 1922 года она будет, вероятно, около 32-33%.

Самый способ добычи гидроторфа, связанный с перемешиванием и перетиранием торфяной массы в растирателях и торфяных насосах, обуславливает более равномерное распределение золы в толще получающихся кусков торфа. О количестве золы в них можно судить, исходя из следующих данных.

Комиссия ГУТа, пользуясь средними пробами, отобранными за время с 21 ноября по 1 декабря 1922 г., определяет среднюю зольность гидроторфа по всей выработке на «Электропередаче» в 4,57% на абсолютно сухой торф. В отдельных случаях эта зольность достигает величин 3,11% и 6,3%. Анализы проб гидроторфа, отобранных Экспертной Комиссией из выложенных полукубов торфа в декабре 1922 года, дали следующие цифры (*таблица XI – здесь опущена*). Средняя зольность по всей выработке на основании этих анализов равна 4%.

Для сопоставления с цифрами Экспертной Комиссии ниже приводятся результаты анализа гидромассы, выливавшейся из массопроводов от кранов в аккумуляторы. Анализы производились химиком Э.Э. Ивановским за время сезона 1922 года. Всего произведено 510 анализов (*таблица XII – здесь опущена*). Среднее содержание золы на абсолютно сухой торф за весь сезон 1922 года, согласно этих данных, составляет 3,53%. При этом из 510 анализов 80% дали зольность меньше 4% и 94% общего числа дали зольность меньше 6%. Лишь в 7-ми случаях (из 510) зольность гидроторфа превысила 10%.

Последнее обстоятельство, объясняемое случайным намыванием песка при размыве нижних слоев торфяной залежи, как видно из приведенных выше цифр, не оказало практического влияния на повышение средней зольности гидроторфа. Приведенные выше цифры скорее указывают на понижение средней зольности, объясняемое, как указано в главе Ж «Особенности и преимущества гидроторфа», тем, что в гидромассе происходит растворение некоторых неорганических примесей, которые затем при розливе на полях сушки частично вместе с водой уходят в почву.

Приведенные выше цифры анализов показывают, что данные зольности гидроторфа, полученные в разное время, близко совпадают и что на основании их *средняя зольность абсолютно сухого гидроторфа* добычи 1922 года выражается в среднем 4,0%.

Для сравнения этой цифры со средней зольностью машинно-формовочного торфа приводится справка о зольности машинно-формовочного торфа, добывавшегося на том же болоте и поступавшего в котельную Г.Э.С. «Электропередача» за последние 7 лет (*табл. XIII, как мы уже отмечали, с 1916-го по 1923 г. средняя зольность снижалась с 7,2% до 5,4%, причем в 1919-м был достигнут минимум в 4,7%*).

Таким образом, можно совершенно определенно констатировать, что в гидроторфе *повышения зольности по сравнению с машинно-формовочным торфом не наблюдается.*

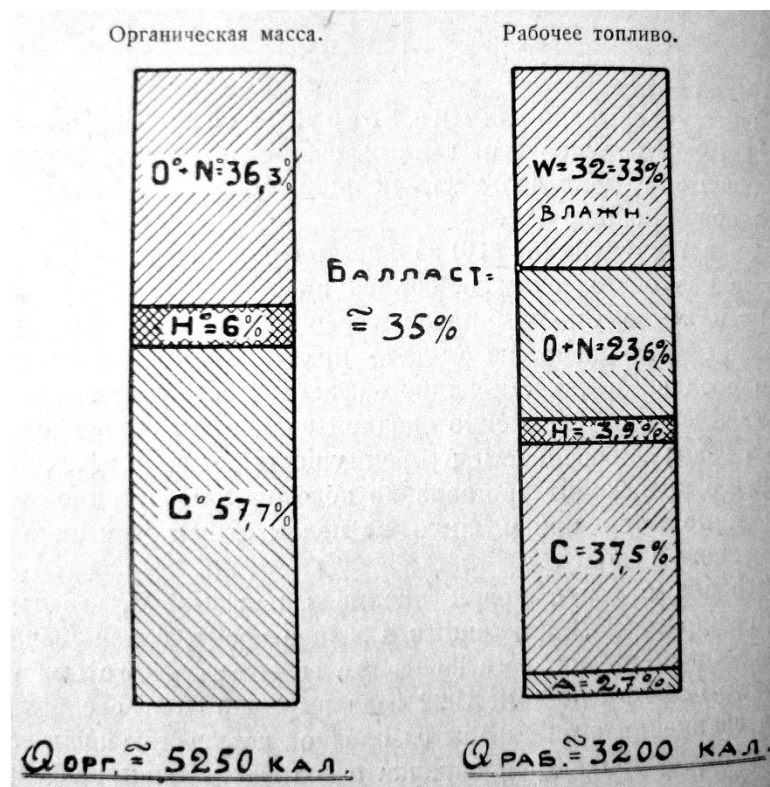


Рис. 3-2

Общее содержание балласта в гидроторфе 1922 года на «Электропередаче» составляется, следовательно, из влажности около 32-33% и зольности около 2,7% (эта цифра соответствует 4% зольности абсолютно сухого гидроторфа) и определяется цифрой ~35%.

Рабочая теплотворная способность гидроторфа 1922 года, выработанного на «Электропередаче», при таком содержании балласта и теплотворной способности органической массы около 5 250 [кило]калорий, будет около 3 200 [кило]кал./кг. Примерно такой же цифрой выражается и средняя теплотворная способность машинно-формовочного торфа, добытого на тех же разработках.

На основании изложенного состав гидроторфа можно выразить схематически следующим образом (рис. 3-2).

По своему наружному виду куски («кирпичи») гидроторфа отличаются от кусков машинно-формовочного торфа довольно заметно:

а) Размеры их, примерно 350 x 80 x 50 мм, немного меньше, чем у кусков машинно-формовочного торфа. Часто попадаются довольно тонкие куски, толщиной около 25 мм.

б) Куски гидроторфа заметно прочнее кусков машинно-формовочного торфа: они разбиваются с большим трудом и совершенно не крошатся.

в) Среди наиболее тонких и длинных кусков довольно часто попадаются искоробленные при высыхании куски, неправильной формы. Наличие таких кусков влечет за собой уменьшение веса 1 куб. саж. гидроторфа за счет больших воздушных промежутков в его слое.

г) Благодаря приставанию к гидроторфу верхнего слоя залежи, особенно при первом розливе, сравнительно большой процент очеса попадает с гидроторфом в штабеля и топки.

Определение веса 1 куб. саж. гидроторфа в штабелях, караванах, полурамках и лентах производилось в ноябре 1922 года той же Комиссией ГУТа. Работа эта констатировала самые различные веса 1 куб. саж. гидроторфа, в зависимости от укладываемого объема и от рода укладки. Результаты приведены ниже (табл. XIV – [здесь опущена](#)).

При этом определение среднего веса 1 куб. саж. производилось следующим образом:

- а) для караванов: по взвешиванию и обмеру части каравана № 7;
- б) для штабелей и полурамок: путем взвешивания 6-ти выложенных полукубов;
- в) для ленток: путем взвешивания 4-х выложенных полукубов.

Таким образом, средний вес 1 куб. саж. высоких (около 4,2 метра) караванов значительно больше веса одной куб. сажени выложенного торфа, что объясняется уплотнением их под действием тяжести, торфа, лежащего сверху.

Объемный вес гидроторфа при обычной укладке в полукубы или вагоны, приведенный к 25% влажности, составляет около 200 пудов[/куб. сажень]. Вес 1 куб. сажени выложенного в полукубы машинно-формовочного торфа обычно принимается в 220 пудов. Следует отметить, что удельный вес торфяной массы у гидроторфа несколько больше, чем у машинно-формовочного торфа.

Химическая лаборатория Гидроторфа произвела ряд опытов по определению удельного веса того и другого рода торфа. Подвергались исследованию пробы, отобранные из середины кирпича и от краев его: наиболее удаленного от середины и наиболее близкого к ней. Для каждого случая и каждого рода торфа произведено по 75 определений (всего 450 определений). Результаты получились следующие (табл. XV – [здесь опущена; приведем лишь итоговые показатели: средняя влажность кирпича из гидроторфа – 17,6%, из машинного торфа – 17%, средний удельный вес кирпича из гидроторфа – 0,934, из машинного торфа – 0,863](#)).

Отклонение от указанных выше средних цифр удельного веса не превышало:

- а) для гидроторфа в среднем $\pm 1\%$, в отдельных случаях до $\pm 3,2\%$;
- б) для машинно-формовочного торфа в среднем $\pm 2,9\%$; в отдельных случаях $\pm 8\%$.

Более равномерная плотность массы у кусков гидроторфа является следствием того размельчения и перемешивания, которым подвергается торфяная масса в машинах. Очевидно, таким образом, что меньший объемный вес гидроторфа обусловливается исключительно своеобразной и пока не вполне удачной формой кусков его.

Меньший на 10% объемный вес гидроторфа по сравнению с машинно-формовочным торфом тем самым обуславливает меньшую теплоплотность гидроторфа: на 1 миллион [кило]калорий приходится около 615 куб. дециметров выложенного гидроторфа. У машинно-формованного торфа эта цифра несколько ниже (вероятно, процентов на 8-10).

Новейшее усовершенствование в области формовки и, главным образом, меньший размер кирпича должны уменьшить влияние неправильной формы кусков на величину объемного веса, каковая по всей вероятности возрастет до цифры машинно-формовочного торфа.

Выше было указано, что одним из характерных свойств кусков гидроторфа является их большая прочность. Это обстоятельство является следствием действия склеивающей жидкости, которая выделяется из торфа после размыва массы сильной водяной струей и последующего ее измельчения и перемешивания. Благодаря действию этой жидкости высохшие куски торфа приобретают большую прочность, чем куски машинно-формовочного торфа.

При высыхании гидроторфа не наблюдается появления трещин. Куски его обычно не крошатся. Отсюда его способность лучше выдерживать перевозки. Для сравнения прочности кусков разных родов торфа между собой в химической лаборатории Гидроторфа был произведен следующий опыт.

Во вращающийся на горизонтальной оси 10-тигранный деревянный барабан длиной в 75 сантиметров и диаметром в 50 сантиметров была помещена навеска торфа и сообщено вращение барабану. Через 10, 20, 30 и 60 минут оставшиеся целыми брикеты и куски не менее 1 куб. дюйма взвешивались. Барабан вращался со скоростью 28 оборотов в минуту.

Взвешивание дало следующие результаты ([таблица XVI – здесь опущена](#)).

После часового пребывания во вращающемся барабане брикеты машинно-формовочного торфа были во многих местах покрыты трещинами. Часть брикетов раскололась на 2-3 куса. Брикеты гидравлического торфа обились только на краях и углах. Ни один из брикетов не разбился и не треснул.

Отсутствие трещин затрудняет проникновение наружной влаги в середину куса и тем самым несколько уменьшает гигроскопичность кусков гидроторфа, что имеет большое значение при обычном хранении торфа под открытым небом. Положительное влияние в этом случае должна оказать и большая плотность массы у кусков гидроторфа.

Из приведенного выше краткого очерка приходится констатировать, что по составу своей органической массы, содержанию и качеству балласта гидроторф почти не отличается от машинно-формовочного торфа. Влияние гидравлического способа добычи сказалось на более равномерной плотности массы кусков, большей их прочности и меньшей гигроскопичности. Меньшая теплоплотность гидроторфа, являющаяся следствием меньшего объемного веса, до сих пор обуславливалась не вполне удачной формой его кусков, каковая, впрочем, в недалеком будущем будет изменена.

Меньший объемный вес гидроторфа требует некоторого увеличения пропускной способности транспортирующих устройств в котельных. Это увеличение (примерно на 10%) почти всегда уже предусмотрено на электрических станциях, а потому практически при переходе работы с машинно-формовочного торфа на гидроторф производить какое-либо переоборудование в котельной не требуется.

2. Опыты по сжиганию гидроторфа в топках паровых котлов

В феврале 1922 года на Г.Э.С. «Электропередача» происходило первое испытание котлов при работе на гидроторфе. Испытание это производилось особой Комиссией под руководством проф. П.М. Соловьева.

Приводим текст протокола испытания, подписанного всеми членами Комиссии:

20 февраля 1922 г. на Государственной Электрической станции «Электропередача» было произведено испытание сжигания гидроторфа в топках котлов станции в присутствии представителей ГУТа профессора-инженера П.М. Соловьева и инженера Т.Ф. Максимова, инженера МОГЭС Б.А. Телешова, помощника заведующего станцией инженера Д.И. Миронова, Химика Центральной Химической Лаборатории ВСНХ – Э.Э. Ивановского и Заведующего Разработками Гидроторфа при «Электропередаче» – В.Р. Гордзялковского.

Для производства испытания в котельной были выделены в отдельную группу 4 котла системы «Бабкок и Вилькокс», поверхностью нагрева по 400 кв. м каждый (с суммарной поверхностью нагрева экономайзера 1 078 кв. м), из которых 3 котла оборудованы комбинированными цепными топками, а один котел шахтной топкой системы проф. Кирша; самостоятельная паропроводная магистраль и турбогенератор № 3 с предельной мощностью 3 900 квт.

Испытание было начато в 6 вечера 20-го февраля и закончено в 2½ часа ночи 22 февраля, с общей продолжительностью 32,5 часа. За время испытания было выработано турбогенератором 96 300 квт-часов, испарено воды 940 000 килограммов, сожжено гидроторфа 14 500 пудов.

Средняя влажность гидроторфа на основании анализа средних проб, отбираемых во время испытания, оказалась – 25%, зольность – 3,95%.

В продолжении всего испытания видимой разницы в горения гидроторфа по сравнению с машинно-формовочным торфом не наблюдалось.

Для производства испытания все оборудование станции, находящееся нормально в работе, было, как указано выше, искусственно разделено на две независимые части, из которых одна была переведена на отопление полностью гидроторфом; тем не менее, суммарная производительность станции не изменилась в течение всего испытания и предписанный станции режим работы, до момента выхода из строя подъемника, был выполнен, с отклонением в отдельные моменты в сторону увеличения полной нагрузки станции, что достигалось соответствующей форсировкой котлов.

В отдельные небольшие периоды, когда попадалась партия гидроторфа с повышенной зольностью, наблюдалось шлакование топок у стенок.

Некоторые затруднения, по сравнению с работой на машинно-формовочном торфе, представляло явление застревания гидроторфа в бункерных рукавах, ввиду его своеобразной и больших размеров формы, а также вызываемому его формой меньшему объемному весу, что требовало большей бдительности и дополнительного труда со стороны обслуживающего котлы персонала.

Из записей наблюдений, производившихся в течение испытания, и подсчетов получились следующие результаты, характеризующие гидроторф как топливо при указанном выше содержании балласта:

1) испарительная способность гидроторфа получилась равной 3,96 кг пара с 1 кг сожженного топлива;

2) средняя паропроизводительность котлов при работе на гидроторфе была 19,1 кг пара [в час] с 1 кв. метра.

Во время испытания 2 раза нарушалась регулярная работа подъемников, подающих торф в бункера, вследствие чего бункерные рукава оказывались не заполненными топливом.

В 10 часов вечера 21-го февраля остановились оба подъемника и ввиду большого промежутка времени, потребного для восстановления их работы, режим испытания был нарушен необходимостью отсоединить 2 котла, причем средняя нагрузка генератора упала до 2 000 квт и меньше и оставалась такой до окончания испытания, т.е. до 2½ час ночи 22-го февраля. Остановить испытание в момент изменения режима не представилось возможности, во избежание большой ошибки при оценке заполнения бункеров.

Общий расход топлива был определен путем взвешивания эталонной вагонетки поступавшего в продолжении испытания топлива и определения начального и конечного заполнения бункеров, причем возможная ошибка, как это определилось из подсчета объема бункеров, могла быть 200-300 пудов в ту или другую сторону.

Чтобы сравнить полученные цифры видимой испарительности гидроторфа и достигнутой при испытании нагрузки 1 кв. метра поверхности нагрева с соответствующими данными при работе на машинно-формовочном торфе, приходится обратиться к эксплуатационным данным Г.Э.С. «Электропередача», которые сведены в следующую таблицу. Испарительность приведена к торфу влажностью в 20% и зольностью в 5% абс. сух. [вещества]. (См. табл. XVII – [здесь опущена](#)).

Данные за 1918-1920 годы, когда станция работала на смешанном топливе, в таблице не приведены.*

До ремонта станции, происходившего в августе 1923 года, средняя нагрузка 1 кв. м поверхности нагрева котлов составляла всего 13,5-15 кг [пара в час] – обстоятельство, объясняющееся тогдашним состоянием котельной.

Приведенные выше данные испытания дают возможность констатировать:

а) отсутствие видимой разницы в горении между гидроторфом и машинно-формовочным торфом;

б) отсутствие изменений в нагрузке станции при переходе отопления с машинно-формовочного торфа на гидроторф; при обоих топливах достигнута примерно одинаковая форсировка котлов;

в) отсутствие какого-либо ухудшения в режиме котельной по сравнению с эксплуатационными данными станции, при работе ее на машинно-формовочном торфе;

г) явление застревания гидроторфа в бункерных рукавах, вследствие своеобразной и мало удобной формы кусков его;

д) сравнительно слабую нагрузку котлов на станции, что объясняется, с одной стороны, конструкцией имевшихся топок; с другой, недостатком в тяговых устройствах (разрежение в 2-3 дымоходах котла было только около 5 мм водяного столба).

Испытания шахтно-цепных топок, конструкции инженера Т.Ф. Макарьева, производившиеся на Шатурской электрической станции в октябре-ноябре 1922 года под руководством проф. П.М. Соловьева и инженера П.Н. Бочарова, дают дальнейший интересный материал для сравнительной оценки условий сжигания гидроторфа и машинно-формовочного торфа.

Как указывалось прежде, топливом во время испытаний служил:

а) При опытах I, II, III, IV и VI – Шатурский машинно-формовочный торф, отобранный по усмотрению Заведующего разработками. Средняя влажность подававшегося торфа была около 22%; средняя зольность около 4,5%. Рабочая теплотворная способность около 3 730-4 000 [кило]калорий/кг.

б) При опыте VIII – гидроторф 1922 г., доставленный с «Электропередачи» и отобранный по усмотрению Заведующего соответствующими разработками. Средняя влажность его была около 26%; зольность – 2%; рабочая теплотворная способность 3 784 [кило]калорий/кг.

* У одного из котлов [«Электропередачи»] имеется дровяная шахтная топка Теплового комитета военного типа; подача дров к ней производится по наклонной плоскости на вагонетках, передвигаемой помощью электрической лебедки. Торф вырабатывается на 50-56 торфяных машинах (с приводом от электромоторов). За последние три года выработка торфа составляла в среднем около 6,5 милл. пудов, что вместе с 3 000-5 000 куб. [саженей] дров при существующем оборудовании станции обеспечивает годовое производство в количестве до 35-40 милл. квт·час (т.е. средняя годовая нагрузка получается около 4 500-5 000 квт). – План электрификации Р.С.Ф.С.Р. Введение к докладу Г.О.Э.Л.Р.О. VIII Съезду Советов. Москва, 1920

в) При опыте IX – гидроторф 1922 года с «Электропередачи», отобранный специальной Комиссией с разных мест болота, в том числе с ленток и полурамок, разлив для которых был произведен в августе, по окончании торфяного сезона (средняя влажность его была 36,5%; средняя зольность – 3%; рабочая теплотворная способность – 3 126 [кило]калорий/кг).

г) При опыте X – особо влажный гидроторф, разлива по окончании сезона, специально отобранный с Шатурских полей по особому желанию Комиссии [(средняя влажность – 45,77%; средняя зольность – 3,5%; рабочая теплотворная способность – 2 529 [кило]калорий/кг)].

Технические данные котельных агрегатов следующие (таблица XVIII – [здесь опущена](#)).

Все котлы оборудованы шахтно-цепными топками конструкции Т.Ф. Макарьева (рис. 3-4 – [здесь опущен](#)). Число цепных решеток на котел – 2; длина их (между осями валов) одинаковая у всех – 4 000 мм; ширина каждой – 1 250 мм. Активная площадь решетки на котел – 7,76 кв. метра. Площадь зеркала горения для двух решеток – 5,58 кв. метра.

Тяга осуществлялась при помощи дымососов, установленных по одному на каждый котел. Кроме того, все топки оборудованы специальными дутьевыми вентиляторами.

Котлы работали на турбогенератор мощностью в 5 000 квт, нагрузка которого и определяла собой требуемый от котлов расход пара. Производство опыта было обставлено с возможной тщательностью. Топливо, подававшееся со склада, проходило через контроль нескольких наблюдателей. Начальные и конечные отсчеты по торфу производились, когда верхний уровень топлива, двигавшегося по бункерным рукавам, достигал горловины шахт.

Расход питательной воды измерялся двумя мерными баками с емкостью каждого около 1 тонны. Отмечалось не только количество опорожненных баков, но и продолжительность расходования каждого из них. Всегда вводилась поправка (обычно незначительная) на разность уровней воды в котлах. Параллельно с учетом расхода воды по бакам производилось измерение расхода пара турбогенератором по водомеру Зульцера.

Температура перегрева пара по местным условиям не могла быть измерена у котла и определялась по показаниям термометра у турбогенератора, с учетом потери тепла в паропроводе по средним нормам.

Температура газов измерялась у места выхода их из котла и за экономайзером, причем на показания пирометров введена поправка, исходя из баланса тепла экономайзера. Отбор газов для анализов прибором Орса производился за экономайзером. Разрежение измерялось в нескольких местах: в топке над слоем торфа, при выходе из 1-го хода котла, при входе во 2-й ход, у выходов из котла и экономайзера и, кроме того, под цепной решеткой. При работе с дутьем измерялось давление в дутьевом канале от вентиляторов.

В течение опытов производился отбор пробы торфа. По окончании их были взвешены зола и шлаки, причем от них так же была отобрана проба для испытания.

Все опыты протекали примерно в одинаковых условиях, причем во время работы на машинно-формовочном торфе применялось искусственное дутье, которое отсутствовало во время опытов на гидроторфе, когда добавочный воздух вводился через специально открытую дополнительную щель в верхней части шахты.

Наконец, при опыте X, на специально влажном гидроторфе, была увеличена толщина слоя торфа на решетке путем увеличения в замке высоты соответствующего свода.

Результаты некоторых опытов подтверждены протоколами Особой Комиссии, составленными непосредственно после производства их, на месте испытания.

О работе топки на машинно-формовочном торфе протокол от 15-го октября 1922 г. устанавливает следующее:

После обмена мнениями и выяснения некоторых деталей, собрание констатирует:

- 1. Вполне правильную постановку и организацию всего опыта.*
- 2. Достаточное количество экспериментов.*
- 3. Частота записей, проверка всех приборов и аппаратов вполне гарантируют правильность и бесспорность полученных результатов.*

Кроме того, совещание также констатирует:

- 1. Простоту и удобство ухода за топкой, требующей очень мало персонала.*
- 2. Полное отсутствие заливания колосников шлаками.*
- 3. Постоянство режима и легкость перехода с максимальной нагрузки до остановки (вызвано было коротким замыканием сети).*
- 4. Освидетельствование котла № 2, бывшего в непрерывной работе 4 месяца, показало, что топка находится в полном порядке, причем администрация станции заявляет, что решетка за все время работы не потребовала никакого ремонта.*
- 5. Правильный процесс горения в некоторой степени нарушается слишком малым топочным пространством, что вызвано местными строительными условиями, не позволяющими развить таковое до необходимых размеров (котельная была спроектирована для других топок).**

Опыты 14-го октября производились над сжиганием торфа выработки 1921 г., который подавался из больших штабелей со склада. Результаты наблюдения за 14 октября приводятся в прилагаемой при сем таблице (см. табл. XIX – [здесь опущена](#)).

Для опытов 15-го октября взят торф выработки 1922 года, который возился к станции непосредственно из болотных штабелей.

Предварительные результаты испытаний за первую половину опыта 15-го октября, т.е. за 4 часа, при одновременной работе котлов № 3 и 4, каждый по 340 кв. метров поверхности нагрева, и при средней нагрузке турбины 4 000 квт сводятся к следующему.

** В июле 1920-го была пущена в эксплуатацию временная Шатурская электростанция, на которой предусматривалось смонтировать три котла, снятые с военных кораблей (затопленных на Черном море по Брестскому договору?). Она должна была питать строительство большой станции мощностью 40 мвт и торфоразработки. Первые опыты с бывшими морскими котлами на временной Шатурской станции (которые были спроектированы на сжигание высококалорийного кардиффского угля) оказались не совсем удачными – через несколько часов решетки и стены топки забивало шлаком от высокозольного и влажного торфа, «местного производства».*

Тем не менее, станцию большевики торжественно запустили (хотя из трех запроектированных последовательно котлов было установлено только два, и в отсутствие третьего, который должен был выполнять функцию экономайзера, дымовые газы уходили в трубу горячими). Кочегары ценой больших усилий приспособились сжигать несколько менее влажный торф.

На второй очереди опытной Шатурской станции, на уже проектных котлах Бабкок и Вилькокс, были поставлены и испытаны шахтно-цепные топки для торфа конструкции Т.Ф. Макарьева (по-видимому, прежние, запроектированные под сжигание торфа, топки с ним не справлялись). Генеральные испытания этих котлов прошли осенью 1922-го. По просьбе Р.Э. Классона в их наладке участвовали Б.А. Телешев от МОГЭС и Б.В. Мокршанский от Гидроторфа. Сам Роберт Эдуардович тоже неделями пропадал на Шатуре. По его настоянию с болот «Электропередачи» доставили несколько вагонов гидроторфа, чтобы убедиться – гореть в макарьевских топках он может хорошо.

В общем, Р.Э. Классону и его коллегам по Гидроторфу упорно приходилось доказывать конкурентоспособность гидроторфа по сравнению с машинно-формованным (см. ниже).

Начало опытов	12 час. 30 м. дня
Конец первой половины опыта	4 час. 30 м. дня
Продолжительность	4 часа
Сожжено торфа	1645 пуд.
Испарено воды	7256 пуд.
Выработано энергии	16000 квт-час
т.е.	
С одного пуда торфа получено	9,7 квт-час
Удельн. расход на 1 произвед. квт-час	1,7 кг
Средняя напряженность котла для 2 котлов	44 кг [пара в час] на 1 кв. м
Средняя испарительная способность торфа	4,42 [кг воды/кг топл.]

При указанной нагрузке котлов и турбины, почти во все время опыта, котлы спускали избыточный пар через предохранительные клапаны в атмосферу.

О работе топки на гидроторфе, доставленном с Г.Э.С. «Электропередача» (опыты VIII и IX):

8-го ноября 1922 года Комиссия приступила к опытам сжигания гидроторфа, присланного с торфяных разработок при Г.Э.С. «Электропередача».

В распоряжении Комиссии было 12 вагонов гидроторфа, из которых 7 вагонов были отобраны Комиссией ГУТа, и 5 вагонов – Управлением Гидроторфа.

Для производства испытания Комиссии был предоставлен котел № 3, системы «Бабкок и Вилькокс», полуморского типа, поверхность нагрева 340 кв. метров, с перегревателем 140 кв. метров и экономайзером системы «Ярроу» 254 кв. метра.

Топки инж. Макарьева были использованы в том виде, в каком они находились в этот момент в эксплуатации: искусственное дутье отсутствовало, передний кожух и фартуки были сняты, и была открыта передняя, верхняя, добавочная щель для усиления подготовительного процесса. Все методы измерений были строго однотипны с теми, которые применялись при испытаниях на Шатурской станции, имевших место от 12-го по 17-е октября сего года.

К первому опыту было приступлено 8-го ноября в 4 часа 55 мин. вечера. По прошествии 2-х часов, при взятии первого отсчета был обнаружен проход посторонней воды, которая попала в питательную линию через запертый в начале испытания и случайно кем-то открытый ventиль.

Одновременно, ввиду трудности погрузки и доставки испытываемого топлива в котельную, начались перебои в его подаче, что приводило к полному опустошению бункеров и большому прорыву воздуха. Все это заставило Комиссию прекратить опыт, перенеся его на следующий день, вследствие необходимости наладить и обеспечить регулярную подачу топлива.

9-го ноября были произведены следующие 2 испытания:

1) Работа топки Макарьева на гидроторфе отбора Управления Гидроторфа.

2) Работа той же топки на гидроторфе отбора Комиссии ГУТа.

Продолжительность первого опыта была – 6 часов 30 мин.

За это время сожжено гидроторфа	30300 кг
Испарено воды	127768 кг
Выработано энергии	14970 квт-ч
Средн. испарит. гидроторфа	4,21 [кг воды/кг топл.]
Напряженность котла	57,8 кг [пара в час] с кв. метра.

В течение всего опыта средняя нагрузка турбогенератора держалась с незначительными колебаниями около 2 300 квт. Испытание было закончено в 8 час. 20 мин. вечера, затем запись наблюдений была временно прервана для перевода топок на гидроторф отбора Комиссии ГУТа, испытание которого было прервано накануне.

В 10 ч. 15 м. вечера было приступлено ко второму испытанию, которое закончилось в 4 ч. 15 м. утра. Продолжительность испытания—6 часов.

За это время сожжено гидроторфа	25295 кг
Испарено воды	87824 кг
Выработано энергии	9100 квт-ч
Средн. испарительность гидроторфа	3,47 [кг/кг]
Напряженность котла	43 кг [пара в час] с кв. метра

Средняя нагрузка генератора во время опыта 1 515 квт.

Во время всего испытания уход за топкой не отличался от ухода при работе на машинно-формовочном торфе, за исключением некоторого застревания в бункерах кусков гидроторфа из-за их меньшего объемного веса и своеобразной формы и из-за некоторого несоответствия уклона [колосников] для данного типа топлива.

О работе топки на специально влажном гидроторфе, отобранном с Шатурских разработок (опыт X):

11 ноября испытывался котел № 4, причем высота свода, регулирующего толщину слоя торфа, была увеличена до 800 мм (в замке).

По желанию Комиссии специально для испытания топки на топливе предельной влажностью был применен наиболее сырой (с влажностью примерно 40-45%, а в отдельных порциях до 75%) гидроторф, выбранный с карты № 105, залитой в результате опытов особой Комиссии Цуторфа 8-9 августа по окончании торфяной кампании. Во время испытания от каждой корзины с торфом отбиралась средняя проба таким же способом, как и в предыдущих опытах.

В результате этого испытания получены следующие результаты:

Сожжено торфа за 6 часов	23707 кг
Испарено воды	70360 кг
Выработано энергии	7250 квт-ч
Средн. испарительность торфа	2,97 [кг воды/кг топл.]
Напряженность котла	34,5 кг [пара в час] с 1 кв. метра

Во время испытаний никаких явлений, нарушающих правильную работу топки и затрудняющих уход, за ней не наблюдалось.

Мы считаем необходимым отметить и один неудавшийся опыт сжигания гидроторфа с Шатурских разработок, происходивший 16 октября 1922 года [на Шатурской же станции]. Во время испытания выяснилось, что сжигаемый гидроторф отличается высокой зольностью (16,6% абс. сух.) и что принятый в начале опыта режим котла (нагрузка 1 кв. метра около 45 кг) удержать нельзя вследствие сильного шлакования решетки, приведшего к необходимости прекратить испытание.

Как признала Комиссия, этот опыт совершенно не приходится считать характерным ни для топки Макарьева, ни для гидроторфа с Шатурских разработок. Во-первых, возможно, что топка могла работать на топливе с такой зольностью при другом, более ослабленном режиме, во-вторых, самая зольность в 16%, безусловно, не характерна даже для Шатурского гидроторфа. Нужно отметить, что таковой добывался в 1922 году на Шатуре впервые, без применения последних усовершенствованных машин, при помощи неопытного еще персонала. Отсюда возможность случайного повышения зольности от неудачного размыва залежи.

Что Шатурский гидроторф по своим качествам нормально не уступает машинно-формовочному торфу, вытекает из опыта, произведенного 10 ноября в присутствии Комиссии. Как устанавливает протокол испытания:

10 ноября велась работа на 2-х котлах № 3 и 4 на гидроторфе, добытом на Шатурских разработках в 1922 г. (розлива начала августа). Учета топлива и воды не производилось. За время 3-х часовой работы нагрузка турбогенератора была около 4 000 квт, причем предохранительные клапаны на котлах часто выпускали избыточный пар, подобно тому, как это было при опыте 15 октября с/г., когда эти же котлы при той же нагрузке работали на машинно-формовочном торфе.

В дальнейшем обработка результатов испытаний, произведенная проф. П.М. Соловьевым, внесла целый ряд коррективов к приведенным выше цифрам. В частности, обнаружилось в определенных опытах некоторое несоответствие между показаниями водомера Зульцера и отчетами по бакам, заставившее усомниться в точности данных по отсчетам из-за возможности попадания посторонней воды в питательный бак.

Вследствие этого проф. П.М. Соловьев в своих дальнейших расчетах базировался на показаниях водомера Зульцера. Результаты испытаний сведены проф. П.М. Соловьевым в [таблице № XIX](#), прилагаемой при сем. Из рассмотрения данных опытов №№ IV, VI, VIII, IX и X, производившихся на одних и тех же котлах, вытекает следующее:

1) Органическая масса Шатурских торфов, по-видимому, несколько выше по своим тепловым качествам, чем масса торфа с «Электропередачи».

2) Гидроторф опытов №№ IX и X с влажностью, превосходящей 35%, был явно качеством ниже среднего.

3) Полученные цифры испарительности и нагрузки котла для гидроторфа и машинно-формовочного торфа добычи 1922 г. сопоставлены в следующую таблицу ([№ XX – здесь опущена](#)).

В опыте № VIII, на гидроторфе удалось получить значительно большую форсировку котла, не потеряв при этом на его испарительности, которая оказалась близкой к цифрам Шатурского машинно-формовочного торфа.

Гидроторф с влажностью 36% дал, конечно, меньшую испарительность, чем машинно-формовочный торф с влажностью в 23,63-25,48%, однако форсировка котла при этом достигнута почти такая же. Испытание констатировало полную возможность работы топки на торфе с влажностью свыше 45% и притом с нагрузкой котла, превышающей все известные до сих пор цифры при работе на торфе.

4) Потери при работе котла, как видно из таблицы № XXI были следующие ([здесь опущена](#)).

Как известно, результаты испытания топок конструкции инж. Т.Ф. Макарьева превзошли самые смелые ожидания: достигнутая возможность форсировки котлов на торфе, удобство и простота обслуживания решеток открывают новые перспективы развития крупных торфяных централей. Естественно поэтому, что Шатурская (опытная) установка не была рассчитана для таких нагрузок котлов.

Недостаточный размер экономайзеров, малые размеры топочного пространства, допущенные из строительных соображений, вряд ли подходящие конструкция перегревателей и устройство дымоходов, наконец, несовершенства в обмуровке – понизили коэффициент полезного действия установки. (Например, во всех опытах обращает на себя внимание явно значительная, до 4%, потеря от неполноты сгорания.)

5) При сжигании гидроторфа (опыт VIII) и таком же примерно избытке воздуха, как при опытах на машинно-формовочном торфе, удалось свободно вводить в топку значительно большее количество топлива без заметного увеличения потерь от неполноты сгорания и от завала за шлакосниматели, чем достигнута значительно бóльшая форсировка котлов без понижения к.п.д. установки. К сожалению, условия подвода воздуха в обоих случаях были неодинаковы, а потому пока трудно категорически утверждать, что больший эффект, полученный при сжигании гидроторфа в этом опыте, объяснялся только свойствами гидроторфа (рыхлость слоя).

6) Повышение влажности торфа выше предельно допустимой (опыт X) не отразилось на к.п.д. котельной установки. Недостаток воздуха, сильно давший себя чувствовать при работе на сухом торфе, значительно меньше сказывался при опыте X, когда потеря от неполного сгорания уменьшилась до 2,5%, несмотря на то, что количество вводимого в топку торфа, при увеличенной толщине слоя и повышенной скорости движения решетки, осталось почти неизменным.

Уменьшение потери от неполноты [сгорания] произошло, по-видимому, с одной стороны, за счет избытка воздуха, который появился в топке при влажном топливе, с другой – отчасти за счет рыхлости слоя, обусловленного формой кусков гидроторфа, при которой, по-видимому, было достигнуто лучшее проникновение воздуха в толщу слоя.

7) Потери в провале [через колосники топки] во всех случаях [сжигания] гидроторфа значительно меньше (0,6-0,8%)[, чем при сжигании машинно-формовочного торфа (1,4-1,5%)] – обстоятельство, объясняемое действием склеивающей жидкости, появляющейся при размыве и переработке жидкой торфяной массы. Это действие сказывается и на прочности кусков кокса, полученных при сжигании на цепных решетках.

Опыты Химической лаборатории Гидроторфа это подтвердили: кокс, полученный из гидроторфа с «Электропередачи», отличался плотностью массы и прочностью, в то время как кокс, добытый в тех же условиях из машинно-формовочного торфа с «Электропередачи», был более рыхл и рассыпался легче.

8) У машинно-формовочного торфа замечалось некоторое увеличение потерь в провале при работе на более сухих, легче трескающихся сортах. Наоборот, потеря от провала при гидроторфе с влажностью 45,77% и в 23,63% – одинакова (в обоих случаях 0,8%).

9) Наконец, все опыты определенно констатируют отсутствие серьезной разницы в обслуживании топок при работе на машинно-формовочном торфе и гидроторфе, хотя явления застревания кусков гидроторфа в бункерных рукавах имело место и здесь.

Испытания котла на Государственной Электрической Станции «Электропередача», производившиеся 2-8 декабря 1922 г. проф. П.М. Соловьевым, состоялись в условиях, близко подходящих к Шатурским, и имели целью сравнить работу котла на машинно-формовочном торфе и гидроторфе.

Испытанию подвергался котел «Гарбе» (№ 10 по нумерации станции) с поверхностью нагрева 730 м^2 , с перегревателем в 275 м^2 и обыкновенным экономайзером «Грина» в 375 м^2 , выделенный для этой цели в самостоятельный агрегат, работающий на турбогенератор № 4, мощностью в 5 000 квт.

Котел оборудован двумя «комбинированными» шахтно-цепными топками конструкции Г.Э.С. «Электропередача», разработанными группой инженеров Станции под руководством инженера И.В. Петрова. Длина каждой решетки (между осями валов) равняется 3 250 мм. Ширина каждой равняется 2 140 мм. Активная площадь одной решетки равняется $6,26 \text{ м}^2$. Площадь зеркала горения: 13,4 кв. м. Средняя высота топочного пространства равняется 1 250 мм.

Топка была построена в 1919 году, причем для этой цели были использованы самые различные материалы, которые по тогдашним условиям можно было достать. Между прочим, были использованы старые цепные решетки неудачной конструкции с малыми прозорами между колосниками.

Как видно из рис. 3-5 ([здесь описан](#)), эта топка представляет собой шахтно-цепную топку, у которой предтопкой служит наклонная решетка вместе с небольшой ступенькой из горизонтально расположенных колосничков, где задерживается топливо и образуется небольшой очаг горения для подсушки продвигающегося мимо него торфа.

По сравнению с топкой инж. Макарьева, эта топка отличается полным отсутствием дутья. Отсутствует также задняя колосниковая решетка, сквозь которую проходило некоторое количество вторичного воздуха. Высота топочного пространства в этой топке меньше. Весь воздух поступает через колосниковые решетки сквозь слой топлива, причем количество его регулируется величиной разрежения в топке.

Обращает на себя внимание низкое расположение отражательного свода, направляющего газы в пучек труб котла. Поверхность котла, подверженная действию излучения, расположена ближе к зеркалу горения и притом по размерам, считая в %% от поверхности котлов, больше, чем у Шатурских котлов. Отсюда вероятность меньшей чем там температуры в топке, при одинаковом расходе торфа на 1 м² зеркала горения, особенно при влажных сортах торфа.

Расход топлива, подававшегося ковшевым конвейером Гумбольдта, (см. разрез котельной Г.Э.С. «Электропередача», рис. 3-6), определялся путем взвешивания каждой вагонетки с торфом перед засыпкой его в нижнюю воронку. Начальный и конечный отсчеты по топливу производились всегда в одно и то же время: когда верхний уровень продвигавшегося в рукавах торфа одновременно во всех рукавах достигал горловины шахты.

Температура отходящих газов, с одной стороны, измерялась при помощи пирометров, с другой, определялась по балансу тепла экономайзера. Разрежение, подобно тому как при Шатурских испытаниях, измерялось в ряде точек по пути [[прохождения](#)] газов.

Расход воды: такими же как в Шатуре мерными баками и, кроме того, водомером Зульцера.

Результаты испытания сведены проф. П.М. Соловьевым в [таблицу № XXII \(здесь описана\)](#). При этом, прежде всего, обращают на себя внимание следующие обстоятельства.

1) Применявшийся при сжиганиях машинно-формовочный торф отличался малой влажностью (21-22%, с рабочей теплотворной способностью около 3 880-3 890 [[кило](#)]калорий), т.е. был по качеству приблизительно процентов на 20 выше среднего.

2) Сжигавшийся гидроторф обладал рабочей теплотворной способностью лишь около 3 380 [[кило](#)]калорий при влажности около 29%, т.е. был по качеству выше среднего лишь на 3%.

3) Анализы проб торфа на влажность, произведенные в разных лабораториях, дали крайне различные и притом в некоторых случаях совершенно не соответствующие балансу тепла цифры, а потому проф. П.М. Соловьев счел нужным сводить баланс, пользуясь имевшимися у него данными цифр потерь в окружающую среду для другого котла «Гарбе». Рабочая теплотворная способность топлива поэтому определялась им, как остаточный член в балансе.

4) Испарительность (по нормальному пару) топлива при сжигании гидроторфа и машинно-формовочного торфа получилась неодинаковой: лучший (на 17-18%) машинно-формовочный торф вполне естественно дал лучшую (%% на 12) испарительность.

При этом, как показал опыт VI, возможность форсировать котел была примерно одинаковой в обоих случаях: однако, нагрузка 1 кв. метра поверхности нагрева котла (по нормальному пару) была ниже, чем полученная при Шатурских испытаниях.

5) Потеря от неполного сгорания в этой топке оказалась меньшей, чем в Шатурских топках. Она не превосходила 3,1%. Разницы в процессе при сжигании гидро и машинно-формовочного торфа не наблюдалось. Меньший расход вводившегося в топку торфа при опыте № V и, может быть, большая рыхлость слоя, свойственная теперешнему гидроторфу, вызвали появление значительного избытка воздуха ($\alpha = 1,78$). В результате – отсутствие в этом опыте потери от неполного сгорания, но зато увеличение потери [тепла] с отходящими газами.

6) Потеря от провала при решетках данной конструкции оказалась меньше, чем во время Шатурских испытаний, причем в опыте № V потеря на гидроторфе снова меньше, чем при работе на машинно-формовочном торфе. В опыте № VI по какой-то невыясненной причине (может быть, от случайно попавшей мелочи) эта потеря почему-то резко возросла, вызвав даже некоторое понижение испарительности.

7) Коэффициенты полезного действия котельных установок при сжигании того и другого торфа и при этих опытах оказались одинаковыми.

8) В отношении обслуживания котельной при работе на гидроторфе констатированы то же явление застревания кусков торфа в бункерных рукавах и необходимость периодического проталкивания вручную при помощи кочегарных ломов.

Приведенные выше данные опытов по сжиганию устанавливают, что в отношении экономичности использования и качеств рабочего процесса сгорания гидроторф ничем не отличается от машинно-формовочного торфа, причем свойственный ему пока меньший объемный вес в некоторых случаях, когда тому благоприятствовала конструкция топки, мог вызвать при сгорании значительно больший эффект.

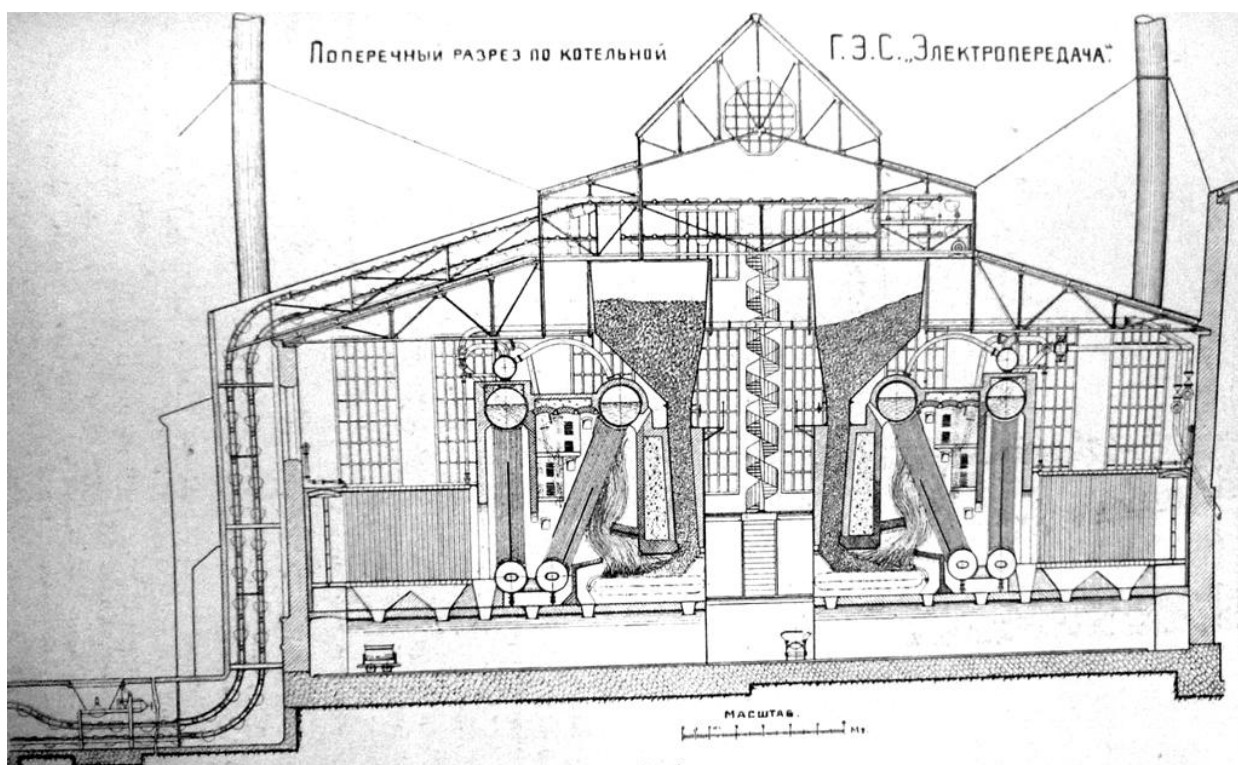


Рис. 3-6

Плотность массы и прочность кусков гидроторфа при сжигании на решетках со значительными зазорами между колосниками может повести к довольно чувствительному уменьшению потери в провале.

Некоторые неудобства в обслуживании котельных при работе на гидроторфе вполне могут быть устранены некоторой переделкой бункерных рукавов или уменьшением размера кирпичей.

Во всяком случае, учитывая все обстоятельства, приходится признать, что, *как топливо, гидроторф, во всяком случае, является не менее ценным, чем торф машинно-формовочный.*

*Инженер Б.В. Мокршанский**

Глава И. Исследование главных машин и опытное поле Гидроторфа**

Основная задача каждого нового способа производства – выяснение целесообразности новых методов и тех конструкций, какие создаются для их осуществления. В первой стадии его развития, до сезона 1917 года, все работы Гидроторфа носили опытный характер и служили цели выявления тех возможностей, какие дает этот способ в деле промышленного добывания торфа как топлива.

Лишь когда гидравлический способ разработки торфа получил промышленное значение, и использование машин Гидроторфа вышло из стадии опытов и приняло эксплуатационный характер, Гидроторфом был создан отдельный Опытный Отдел и в нем выделен Механический Подотдел с Опытным полем на разработках Гидроторфа на «Электропередаче».

Задачей Опытного поля является испытание, как новых создаваемых Гидроторфом, сообразно новым выяснившимся потребностям, конструкций машин, так и испытание старых, в условиях, делающих возможным применение точных приборов для учета расхода энергии, производительности, развиваемого давления и других элементов их работы.

Дальнейшее изложение дает результаты испытаний различных конструкций машин Гидроторфа и их элементов, производившихся в разное время, как прежде, по мере выяснения необходимости в таких испытаниях, так и в последнее время, на Опытном Поле Гидроторфа.

* Из письма Ответственного Руководителя Гидроторфа Р.Э. Классона в Транспортный отдел ГПУ от 5 мая 1922 г.:

Вчера, 4-го мая, на квартире инженера Ещенко арестован ответственный сотрудник Гидроторфа, заведующий Электротехническим Отделом – инженер Борис Васильевич Мокршанский. Гидроторф настоящим просит допросить инженера Мокршанского и в случае отсутствия оснований для дальнейшего задержания сделать распоряжение об его освобождении. Гидроторф в настоящее время ведет подготовительные работы к началу торфяного сезона. Инженер Мокршанский заведует электрификацией разработок, до окончания которой сезон начат быть не может. В ближайшие дни инженер Мокршанский должен был выехать на разработки «Электропередачи» и Сормова. <...>

Судя по другим архивным документам, арестант был вскоре выпущен на свободу и смог закончить электрификацию торфяных разработок. По-настоящему его посадят лишь в 1933-м, реабилитируют в 1950-е...

** Материалы этой главы поражают не только креативностью изобретателей гидроторфа, но и масштабностью и тщательностью испытаний, проводившихся с лучшими образцами иностранной техники и с собственными, новыми механизмами. Причем все это делалось не на стендах, а в «чистом поле»! К сожалению, мы вынуждены убрать здесь немного текста и много – таблиц и графиков.

1. Торфососы

Торфососы 1916-17 гг. – Комбинированный торфосос 1918 г. – Свободный винт – Опытное поле Гидроторфа – Испытание торфососов на Опытном поле – Испытание торфососа модели 1921 года – Расход энергии

Основная машина Гидроторфа – торфосос, назначение коего засасывание разжиженного водяной струей торфа. Конструкция торфососа в том виде, в каком он применяется сейчас Гидроторфом, выработалась далеко не сразу.

Первая конструкция торфососа относится к 1916 г., когда выяснилась невозможность воспользоваться элеватором и железнодорожным транспортом для подъема массы из карьера и разлива ее по полям сушки.

Вот что говорится о первых конструкциях торфососов в книге В.Д. Кирпичникова «Гидравлический способ добывания торфа к концу сезона 1918 года»:

В самом конце сезона 1916 года был пущен в ход первый торфосос с мотором в 35 л.с., который доказал возможность засасывания, переработки и транспорта жидкой массы по трубам. Его мощность, однако, оказалась слишком ничтожной для развития давления (он развивал давление максимум в 4 м водяного столба), нужного для транспорта массы на сколько-нибудь значительное расстояние, и к следующему сезону изготовлены были более мощные торфососы, модели 1917 года. При разработке их конструкции использованы были наблюдения, сделанные во время кратковременной работы торфососа в 1916 году. Ввиду большого сходства обеих моделей, остановимся на описании модели только 1917 г. (рис. И-1). Они действуют по принципу обратному действию реактивных водяных турбин низкого давления.

На вертикальном вращающемся валу укреплены шестилопастные винты (рис. И-1, цифра 4), которые, забирая массу наклонными плоскостями лопаток, направляют ее, под некоторым углом к вертикали, в направляющие аппараты с лопатками, изогнутыми навстречу вращающимся. В направляющем аппарате направление движения массы становится вертикальным. В винтах и направляющих аппаратах скорость жидкой массы, благодаря увеличению сечения от входа к выходу, переходит в давление, затем массу подхватывает следующий вращающийся винт и она подвергается тому же воздействию, что и в первом элементе. Таким образом, постепенно увеличивается давление, развиваемое торфососом, пока не достигнет нужной (для преодоления сопротивления при проходе по трубам) величины. Обычно употреблялись 4 элемента. Для увеличения подъемной силы каждого элемента диаметр вращающегося винта увеличивается по направлению от входа к выходу. Разность диаметров сечений обуславливает полезное центробежное действие.

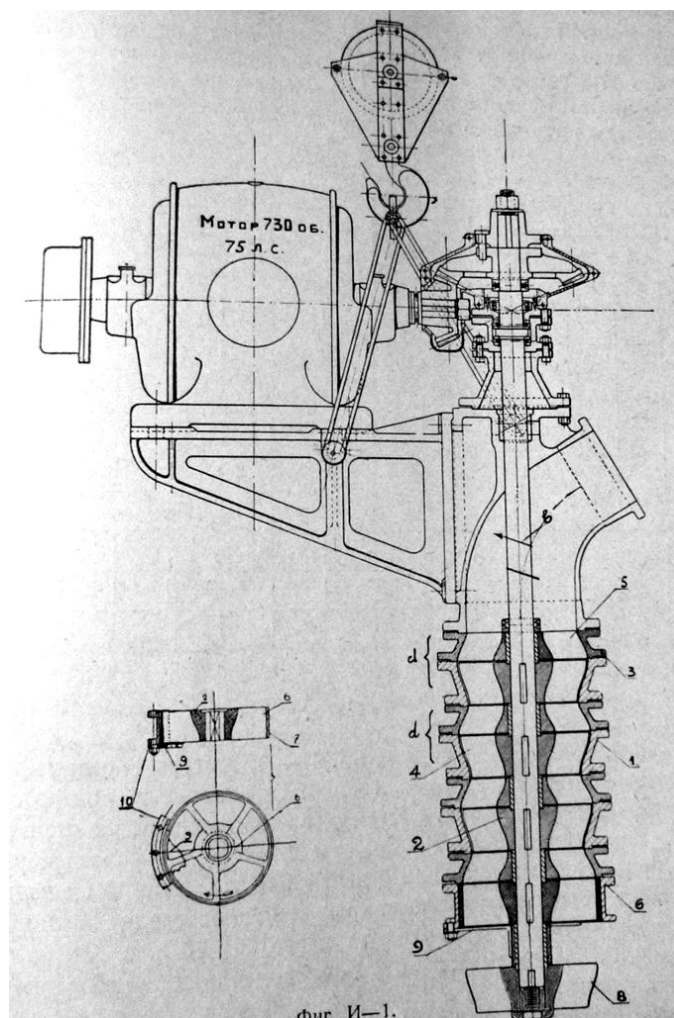
Одновременно с всасыванием и подъемом торфяная масса подвергается тщательной переработке между заостренными навстречу друг к другу кромками лопаток. Давление вертикального вала и реакция шестерен воспринимаются шариковыми подшипниками.

Три изобретения, примененные в августе 1917 г., обеспечили, наконец, непрерывную подачу торфососов:

1) нижний неподвижный нож (рис. И-1, цифра 9) предохранял нижний винт от засорения переработанными кусками торфа и мха, волокнами и кусками пней;

2) свободный винт (цифра 8), вращающийся на продолженном под торфососом валу, приводит в движение всю массу, в которую погружен конец торфососа, и, создавая постоянное волнообразное движение этой массы, предохраняет вход в торфосос от засорения и обеспечивает непрерывное поступление массы в торфосос;

3) обечайка (цилиндр), приделанная к нижнему рабочему винту, устраняет заклинивание длинных волокон между этим винтом и кожухом.



Фиг. И-1.
Рис. И-1

С этими усовершенствованиями непрерывная работа торфососа наладилась и его производительность оказалась вполне достаточной для распространения гидравлического способа добыwania торфа. Эта производительность, найденная опытным путем, изображена в зависимости от противодействия на диаграмме ([рис. И-2 – здесь не приводится](#)). Расход силы при 4-х элементах 80-100 л.с.

После опыта с торфососом модели 1917 г. выяснились два дефекта его конструкции: 1) недостаточность развиваемого им давления при желательной производительности (см. [рис. И-2](#)) и 2) слишком большой расход энергии, тратящейся на излишнюю переработку торфяной массы.

Эти недостатки заставили изобретателей искать другого способа для увеличения развиваемого давления, без чрезмерного возрастания числа элементов.

Так как переработка массы достаточно хороша уже при выходе из второго или даже первого элемента, когда давление еще далеко не достигло нужной величины, то для дальнейшего увеличения давления решено было применить в чистом виде принцип центробежного насоса, который может развивать известное давление за счет затраты во много раз меньшего количества энергии, чем турбинные элементы торфососа, главная роль которых – засосать и переработать торфяную массу.

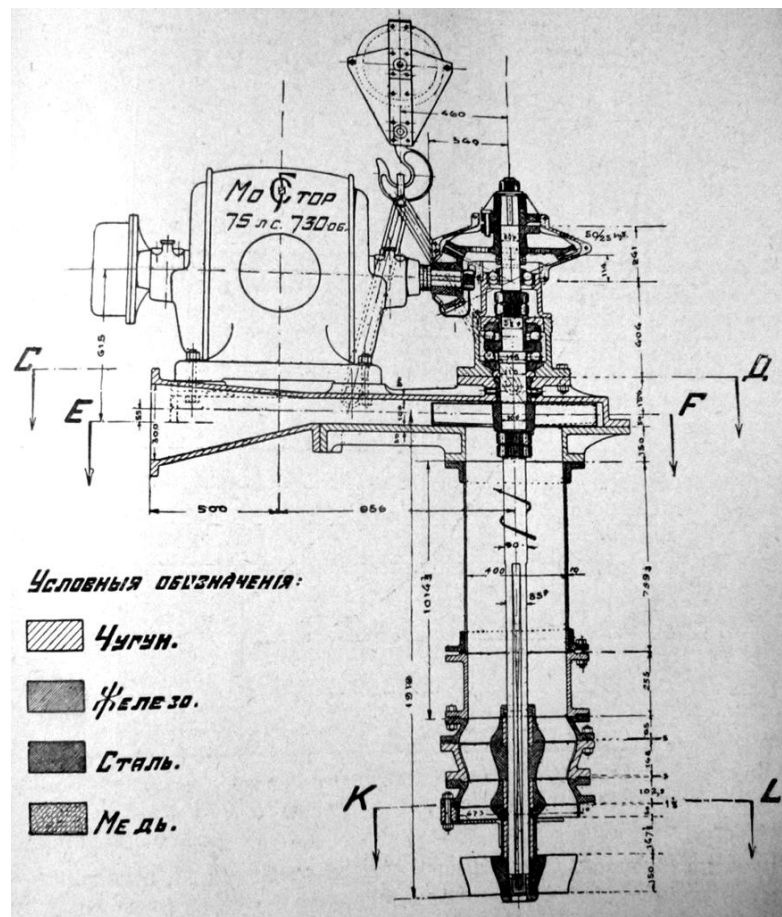


Рис. И-3

В результате получился комбинированный торфосос модели 1918 г. (рис. И-3), который отличается от описанного заменой последних (верхних) элементов центробежным насосом специальной конструкции (без направляющих лопаток и каналов, как при входе, так и при выходе), со звездообразным колесом, насаженным на общий вертикальный вал. Производительность такого торфососа в несколько раз превосходит подачу торфососа модели 1917 г., при расходе всего 60-70 л.с. Эта производительность в зависимости от противодавления изображена на [рис. И-4](#) (здесь не приводится).

Состав торфососа 1918 г., рис. И-3, был:

1. Свободный турбинный винт высотой 150 мм.
2. Восьмилопастный турбинный, рабочий винт высотой 50 мм; с обечайкой и неподвижным ножом под ним, прикрепленным к первому направляющему аппарату.
3. Направляющий 4-х лопастной аппарат [высотой] 102,5 мм.
4. Пятилопастный турбинный рабочий винт высотой 150 мм.
5. Направляющий четырехлопастной аппарат высотой 95 мм.
6. Четырехлопастный насос диаметром 708 мм на вертикальном валу торфососа.

Диаграмма [рис. И-4](#) дает результаты испытания торфососа модели 1918 г.

На этой диаграмме кроме нижней пунктирной кривой, дающей давление в метрах водяного столба по манометру, имеется еще две кривых, учитывающих добавочное давление, необходимое для преодоления сопротивления в массопроводе между торфососом и местом установки манометра: одна из них, сплошная, построена на основании формулы, применявшейся Гидроторфом прежде при подсчете потерь давления в массопроводах:

$$w = \lambda \times (l/d) \times (v^2/2g),$$

где $\lambda = 0,3$, и другая, [см.] пунктир с точкой, учитывающая потери давления на основании формулы, применяемой Гидроторфом теперь:

$$w = (l/d) \times (0,012 - 0,017\varphi + 0,036v),$$

(см. главу об определении коэффициента трения в трубах).

Значение турбинных колес разной высоты дает следующий протокол испытаний различных элементов без центробежного насоса на торфососе мод. 1918 г., произведенных 5-го декабря 1918 года.<...>

Работа в производственных условиях в карьере показала, что свободный винт турбинного типа предохраняет от засорения отверстие торфососа мелкими подплывающими пнями и комками торфа хуже, чем плоский нож; в то же время испытания торфососа с обрезанным наполовину свободным винтом (высотой 75 мм) и даже перевернутым доказали, что присутствие свободного винта не увеличивает заметно производительность торфососа, вызывая однако значительный, до 15 квт, [пере]расход энергии.

От него отказались и заменили его плоским двухлопастным ножом, диаметром 450 мм, меньшим чем диаметр всасывающего отверстия торфососа, а теперь при испытаниях осенью 1922 года перешли к большому двухлопастному пропеллеру, плоскому ножу с слегка изогнутыми назад, относительно направления вращения вала, концами. Короткий нож уже значительно обеспечил от быстрого засорения всасывающее отверстие торфососа, но при нем все же приходилось держать в карьере двух карьерщиков, вручную устранявших подплывающие к торфососу пни и ветви.

Только применение пропеллера диаметром, сначала в 800 мм, а потом и в 1 000 мм окончательно устранило необходимость держать рабочих в карьере. Такой пропеллер, разбрасывая ударами своих лопастей подплывающие пни, дает возможность значительный промежуток времени работать без передвижки крана на новое место.

В ряде испытаний предыдущих годов отдельных элементов торфососа выяснилась возможность производительной работы торфососа с одним рабочим элементом; и модель 1921 года, ныне применяемая Гидроторфом (рис. И-5 – здесь не приводится, см. выше рис. В-4), состоит из следующих элементов:

- 1) пропеллер диаметром 1 000 мм;
- 2) нож с тремя радиальными лезвиями;
- 3) пятилопастное турбинное рабочее колесо высотой 150 мм;
- 4) направляющий четырехлопастный аппарат высотой 100 мм;
- 5) насос на вертикальном валу.

Этот тип – модели 1921 года – является конечной стадией в истории создания мощного и производительного торфососа.

Отдельно стоят две попытки создать торфосос более легкий. Опыт с головкой 1919 г., где мотор торфососа должен был стоять на кране, а всасывающая головка, состоявшая из: 1) свободного турбинного винта; 2) стального ножа; 3) стального укороченного восьмилопастного рабочего винта высотой 50 мм; 4) направляющего аппарата высотой 100 мм; 5) вертикального насоса; приводиться в движение с крана с помощью вала с шарниром Гука, как видно из следующей таблицы, не дал положительных результатов (табл. 1 – здесь не приводится, укажем лишь, что торфосос не превысил максимальной подачи в 450 м³/час, при создаваемом давлении в 1,7 м и потребляемой мощности в 22,2 квт, правда, при подаче в 339 м³/час он сподобился создать давление в 2,9 м и затрачивать мощность в 27,6 квт!).

Другой конструкцией, имевшей ту же цель – облегчить торфосос с его мотором и уменьшить вес агрегата на вылете крана, была коническая головка мод. 1920 года. Состояла она из: 1) свободного винта турбинного типа; 2) цилиндрического ножа с 3-мя лезвиями; 3) рабочего турбинного колеса диам. 620 мм; 4) вертикального насоса.

Направляющего аппарата не было. Приводился в движение торфосос мотором в 35 л. сил и 1 450 об./мин, с помощью конической передачи 1 к 6-ти или 1 к 5-ти. При передаче 1/5 при 290 оборотах торфосос на опытной установке дал следующие результаты ([табл. 2 – здесь не приводится, укажем лишь, что при максимальной подаче в 450 м³/час и создаваемом давлении в 4 м он потреблял 16,8 квт](#)).

К сезону 1922 г. конструкция машин получила свое законченное осуществление, и решено было создать установку, где эти машины могли бы быть систематически испытаны в условиях строгого контроля их работы, с применением для учета точных приборов, неприменимых в производственных условиях.

Для определения расхода энергии моторами машин на Опытном поле пользовались трехфазным пишущим ваттметром фирмы Сименс-Шуккерт. Манометры были двух фирм: фирмы Дрейер, со шкалой до 20 м вод. ст. и фирмы Маффей и Шварцкопф – вакуум-манометры со шкалой от –10 м вод. ст. до +30 м вод. столба. Манометры были предварительно проверены в химической лаборатории Гидроторфа при его разработках на «Электропередаче», с помощью ртутного манометра. Их точность была около 0,1 м вод. столба.

Эта опытная установка была осуществлена на первом аккумуляторе разработок Гидроторфа на «Электропередаче». На ней была исследована с разных сторон работа следующих производственных машин Гидроторфа:

- 1) торфососы чехословацкий и [\[немецкой\]](#) фирмы Борзиг;
- 2) растиратели русский и фирмы Борзиг с 10-ю и 15-ю элементами;
- 3) торфяной насос с головкой модели 1921 г.; насос без головки; отдельно насос от растирателя фирмы Борзиг при 585 и 730 об./мин.*

На карьере вблизи опытной установки был поставлен кран фирмы Коппель и паровой кран Демага для выемки пней из размываемой брандсбойтами торфяной залежи. Здесь велась работа для выяснения применимости новых усовершенствований: пропеллера у торфососа и новых типов гибкого соединения крана с массопроводом.

Схему испытания торфососов Борзига и русского мод. 1921 г. на опытной установке осенью 1922 г. дает [рис. И-6 \(здесь опущен\)](#).<...>

* Из письма Р.Э. Классона в Отдел заграничных заказов Главного управления по топливу (ГУТ) от 20 марта 1923 г.:

За границей нами было заказано всего 15 торфососов [в комплекте с растирателями], из них 10 торфососов – заводу Борзиг в Берлине заказаны 29/X-21 г., 5 торфососов – заводу Керн и К°, Прага заказаны 12/I-22 г. Обе партии заграничных торфососов были изготовлены и доставлены в Москву 19 апреля п/г., т.е. вся операция с их изготовлением и транспортом в Москву заняла в первом случае немного более 5 месяцев, во втором – немного более 3 месяцев.

Разновременная выдача заказов была вызвана следующими соображениями. Первоначально было заказано 10 торфососов Борзига совершенно новой модели по чертежам, разработанным совместно с конструкторами завода. Мы рассчитывали, что в России будет изготовлено хотя бы 10 торфососов, так что в сумме программа в 20 торфососов будет выполнена. Но в течение зимы [1921/22 года] мы получили известие, что работа на русских заводах продвигается плохо, и тогда мы решили заказать еще 5 торфососов по очень дешевой цене в Чехо-Словакии, притом по русским чертежам.

Наши опасения оправдались, и русские торфососы все опоздали к сезону, притом благодаря невозможности урегулировать [финансово-ценовой] вопрос с Машинотрестом мы до сих пор, до конца марта 1923 года, не можем получить торфососов, которые заказаны в мае 1921 года на заводе Добровых и Набгольц, и только теперь в близком будущем рассчитываем их выкупить и пустить в работу.

В таблицах дальше приводятся, как имеющие общий интерес только следующие данные: 1) номер замера; 2) производительность торфососа; 3) давление, развиваемое торфососом; 4) мощность, потребляемая мотором из сети, по показаниям пишущего ваттметра; 5) приблизительная степень прикрытия задвижки № 1. Оба торфососа были испытаны не с пропеллерами, а с свободными ножами диам. 450 мм.

Таблица № 3 и диагр. рис. И-7 (здесь не приводятся, дадим лишь диапазон потребляемых мощностей – 31-55 квт) дают результаты испытания чехословацкого торфососа, по своей конструкции и по работе ничем не отличающегося от русского торфососа модели 1921 г. (торфосос 1918 г. с изменениями согласно опыта 1920 г.), как это видно из приводимой ниже таблицы № 4 (здесь опущена, столбец потребляемых мощностей отсутствует, хотя ниже утверждается, что торфосос Борзиг берет киловатт значительно больше!), дающей результаты испытаний русского торфососа (при максимальной производительности в 812 м³/час он создавал давление всего в 3,5 м водяного столба и, наоборот, при максимальном давлении в 11,9 м его производительность составляла 372 м³/час).

В таблице № 3 имеется еще графа «число проходов одной и той же массы через торфосос». В этой графе даны результаты испытания того, как растертость массы влияет на производительность торфососа. Число проходов одной и той же массы через торфосос было учтено по скорости движения массы в массопроводе, соединявшем торфосос с замерным баком и по скорости [движения] массы от замерного бака к торфососу в аккумуляторе.

Масса была пропущена таким образом 14 раз через торфосос [(см. замер №4)]. Как видно из данных этой графы (первоначально, при первом прохождении через торфосос, масса была свежая и только что накачана в аккумулятор), степень ее растертости не влияет на производительность торфососа, хотя в этом испытании степень растертости и менялась от 0,17 см/см³ – растертость, какую масса получает при [номинальной] производительности агрегата, установленного на кране (торфосос и растиратель), в 303 м³/ч (определение степени растертости – см. главу о коэффициенте трения в массопроводах), до

$$0,17 + 14 \times (2500 \times 14 \times 100 \times 60) / (741 \times 1000000) = 0,17 + 0,27 = 0,44 \text{ см/см}^3,$$

т.е. более чем в 2½ раза [(при повышении производительности агрегата до 741 м³/ч)]. Колебания производительности в замерах №№ от 1-го до 4-го таблицы 3 не выходят из пределов точности опытов.

Для определения влияния влажности массы на работу торфососа масса, имевшая влажность при испытании, результаты коего дает таблица 3, в 94,9%, была разжижена с помощью струи из брандсбойта, и тот же торфосос при тех же условиях испытан с помощью этой массы, имевшей влажность в 95,9%.

Диаграмма рис. И-7 дает результаты и того, и другого испытания. Пунктирные кривые на диаграмме относятся к испытанию торфососа при влажности массы в 95,9%, сплошные кривые – при влажности в 94,9%. Как видно из них, понижение влажности значительно отзывается на работе торфососа, понижая развиваемое им, при тех же производительностях, давление и, в то же время, повышая расход энергии.

Таблица 5 и диаграмма рис. И-8 (здесь не приводятся) дают результаты испытания торфососа фирмы Борзиг. Торфосос фирмы Борзиг (рис. И-9) состоит из следующих элементов: <...>.

Как видно из сравнения диаграмм рис. И-7 и рис. И-8, при малых давлениях от 6 до 8 м водного столба торфосос Борзига отличается большей производительностью, чем русский торфосос. Характеристика русского торфососа круче и давление, развиваемое им при производительностях от 0 до 500 м³/час, выше.

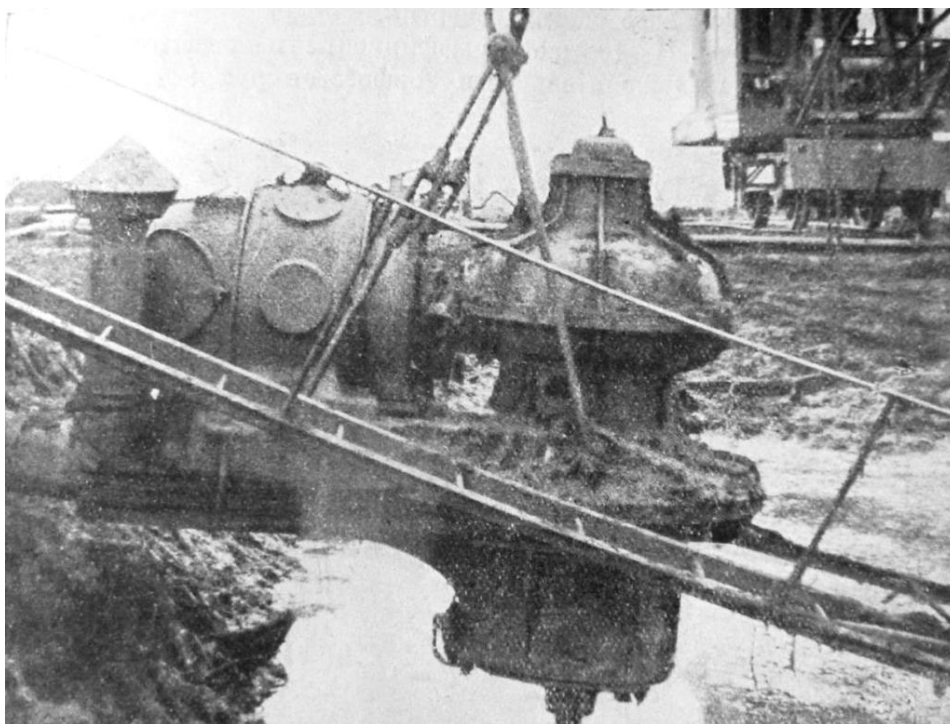


Рис. И-9

При последовательной работе на кране торфососа и растирателя производительность агрегата не превосходит $600-650 \text{ м}^3/\text{ч}$, при этой производительности русский торфосос развивает давление в $5,5 \text{ м}$ вод. столба, вполне достаточное для преодоления подъема массы от торфососа в карьере до растирателя на кране и сопротивления соединительного массопровода.

Торфосос Борзига берет больше энергии из сети на $25-27 \text{ киловатт}$ [(при потребляемой мощности $61-78 \text{ кВт}$)], таким образом, его коэффициент полезного действия значительно ниже, если не принимать во внимание лучшего перемешивания массы и повышения, таким образом, степени растертости, в значительной мере зависящей от непроизводительного расхода энергии.

Диаграмма рис. И-10 дает коэффициенты полезного действия в зависимости от производительности торфососов русского, мод. 1921, и Борзига (не приводится, на самом деле, здесь сравниваются торфососы чехословацкий и Борзига).

В дальнейшем, в [под]главе о растирателях, приведен ряд диаграмм, на которых нанесены кривые работы торфососов чехословацкого и Борзига в соединении с растирателями. Сравнивая эти диаграммы с диаграммами испытания торфососов отдельно, помещенными выше, можно увидеть полное совпадение характеристик работы торфососов, как в том, так и в другом случае.

Диаграмма рис. И-10а дает расход энергии на $1\,000 \text{ м}^3$ массы при различных производительностях для русского торфососа [пунктиром] и торфососа Борзиг [сплошной линией] (по оси абсцисс – производительность торфососа в сотнях $\text{м}^3/\text{час}$, по оси ординат: слева – развиваемое им давление в м водяного столба, справа – затраты электроэнергии в квт-ч на перекачку 1 тыс. м^3).

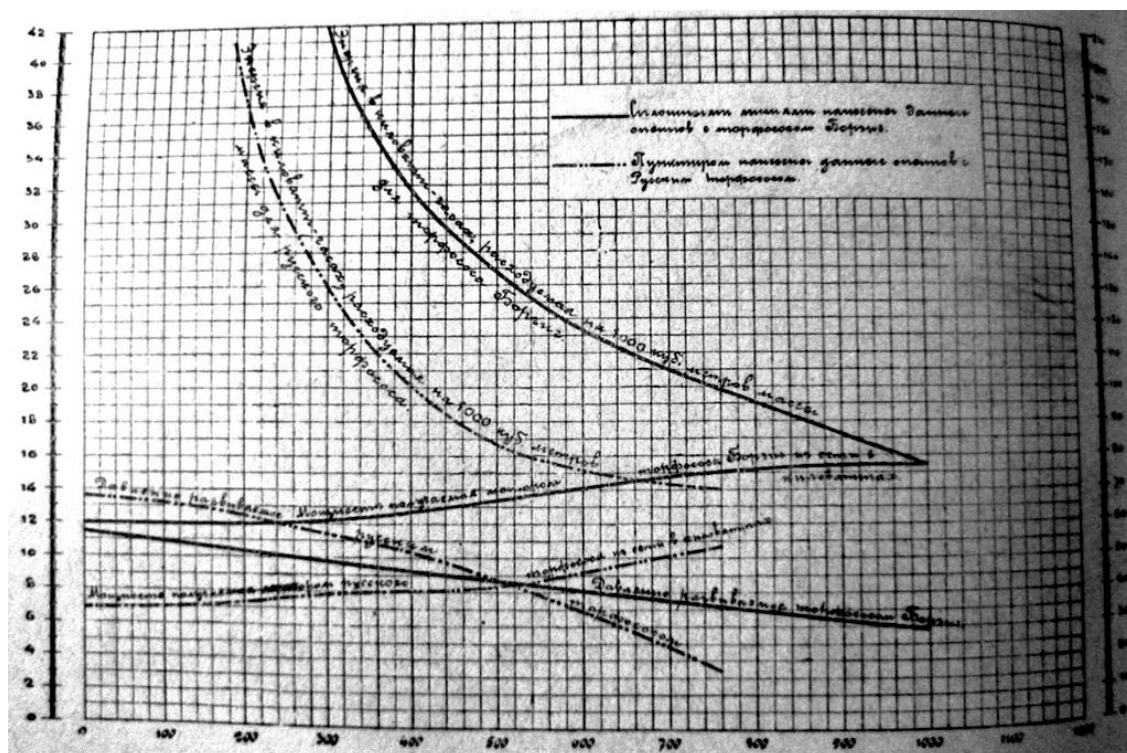


Рис. И-10а

2. Растиратели

Жерновой, вертикальный и горизонтальный растиратели – Испытание растирателей на Опытном поле – Русский растиратель без трехлопастного винта – То же, с трехлопастным винтом – Растиратель фирмы Борзиг – Сравнение растирателей Борзиг с 10-ю и 15-ю элементами – Определение энергии, затрачиваемой ножами растирателя Борзиг на растирание массы – Распределение потребляемой мощности в растирателе Борзиг с 10-ю элементами – Русский растиратель и растиратель Борзиг – Сравнение работы растирателей на кране

Первым растирателем, созданным для этой цели Гидроторфом, когда выяснилась необходимость дополнительного растирания гидромассы, был жерновой растиратель (рис. Б-15 – выше не приводился). Он состоял из двух дисков на вертикальном валу с бороздами, расположенными на манер тангенциальных спиц колеса. Масса поступала центрально и выходила по периферии, подвергаясь растирающему действию кромок четырехугольных выступов верхнего и нижнего диска. Этот тип растирателя не дал удовлетворительных результатов. Наличие кусков дерева в пнистых болотах раздвигало при работе диски и не давало им возможности, как следует, выполнять работу перетирания.

Как растиратель применялся также трехэлементный торфосос, состоявший из трех рабочих колес и 3-х направляющих аппаратов (описание, см. торфосос 1917 г.), со свободным винтом. Но производительность такого растирателя – 150 м³/ч была недостаточна.

К сезону 1921 г. был создан тип горизонтального растирателя, применяемый с незначительными конструктивными изменениями и в настоящее время. Растиратель этот (рис. И-11 – здесь сей чертеж не приводится, см. выше рис. Б-12) состоит из отдельных цилиндрических неподвижных элементов, сидящих на общем валу и скрепленных между собой болтами, с диаметрально расположенной парой ножей. Между этими неподвижными ножами вращаются, насаженные на вал, подвижные ножи с тремя радиально расположенными лезвиями.

Кромки ножей подвижных элементов и осуществляют перерезание волокон и измельчение мелких кусочков дерева, попадающих в растиратель, о кромки ножей неподвижных элементов, между которыми они вращаются.

Кроме того, растиратель снабжен трехлопастным винтом, податчиком, насаженным на вал перед растирающими элементами и торфонасосом, с 4-лопастной крестовиной обычного типа, сидящей на валу за растирающими элементами.

В первом типе горизонтального растирателя подвижные ножи были расположены радиально в цилиндрической обечайке, составлявшей с ними одно целое и вращавшейся с небольшим зазором в пазу между неподвижными элементами. Такое устройство оказалось нецелесообразным, торфяная масса набивалась в зазор, уплотнялась в нем и создавала трение, подчас заклинивавшее растиратель.

Число оборотов горизонтального растирателя как русского, так и фирмы Борзиг – 585 об/мин. Мотор, непосредственно соединенный с растирателем, 68 квт, 24,6 амп. при 2 000 в, с $\cos \varphi = 0,84$.

Осенью 1922 г. на Опытном поле Гидроторфа были всесторонне испытаны русский горизонтальный растиратель и растиратель фирмы Борзиг, сконструированный и выполненный фирмой по заданиям Гидроторфа. Различия того и другого растирателя чисто конструктивные. В производстве оба растирателя применяются с десятью растирающими элементами, податчиком – трехлопастным винтом и четырехлопастным насосом. Профиль лопастей и улитка насоса в растирателе Борзиг отличаются от профиля лопастей и улитки насоса в русском растирателе, и это главным образом, обуславливает различие в работе того и другого.

Схема [рис. И-12 \(здесь не приводится\)](#) дает эскиз установки, на которой были испытаны оба растирателя. <...>

[Таблица № 3 и диаграмма рис. И-13 \(здесь не приводятся\)](#) дают данные относительно работы русского растирателя без трехлопастного винта. Задача трехлопастного винта стоящего в начале растирателя, перед растирающими элементами, создавать дополнительный напор и равномерное поступление массы на растирающие элементы.

Как видно из сравнения диагр. [рис. И-13](#) и диагр. [рис. И-14](#), его отсутствие понижает давление, создаваемое растирателем при нулевой производительности на 12 метров вод. столба, а при производительности 400 м³/ч – на 5 м вод. столба. [Таблицы №№ 7, 8 и 9](#) и диаграммы [рис. И-14](#), [рис. И-15](#) и [рис. И-16](#) дают результаты испытания русского растирателя с трехлопастным винтом [\[\(и в комплекте с торфососом Борзиг\)\]](#).

Испытание было произведено при трех различных положениях задвижки № 1, стоявшей между торфососом и растирателем: задвижка № 1 вполне открыта – диагр. [рис. И-14](#); задвижка № 1 прикрыта на 0,4 – диагр. [рис. И-15](#); и задвижка № 1 прикрыта на 0,75 – диагр. [рис. И-16](#).

Сделано это было для того, чтобы выяснить насколько изменение давления перед растирателем отразится на режиме растирателя. Как видно из кривых – давление, создаваемое растирателем, – на [рис. И-14](#), [И-15](#), [И-16](#), изменение давления перед растирателем на его работе не отражается, соотношения между производительностью растирателя и давлением им развиваемым, а также затратой энергии при различных производительностях остаются неизменными.

При больших производительностях, свыше 600 м³/ч, русский растиратель не только не создавал давления, но даже оказывал тормозящее действие – давление после растирателя было ниже давления перед растирателем. Вероятная причина этого явления – малая производительность насоса русского растирателя.

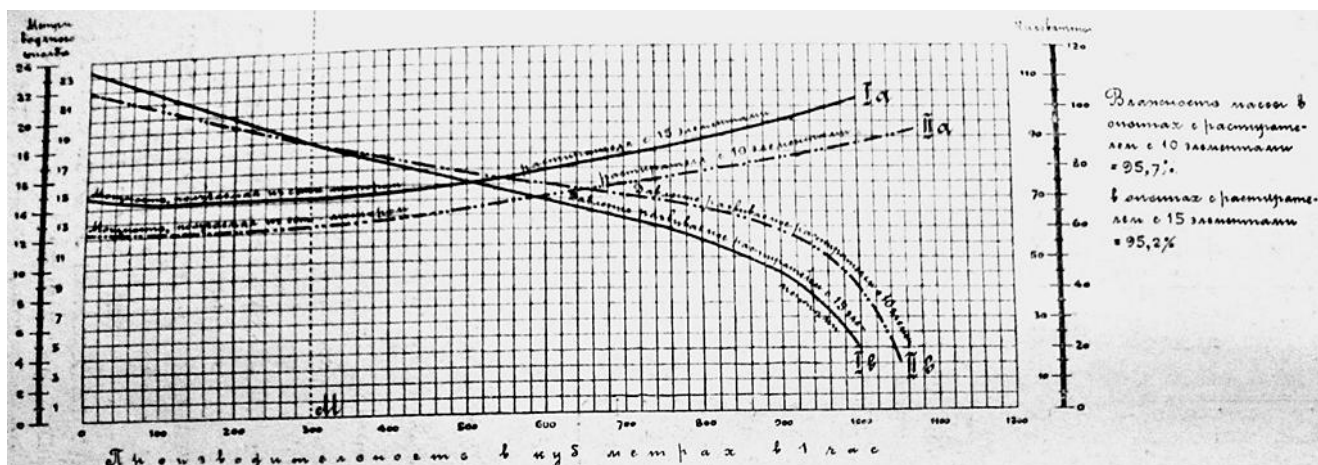


Рис. И-21

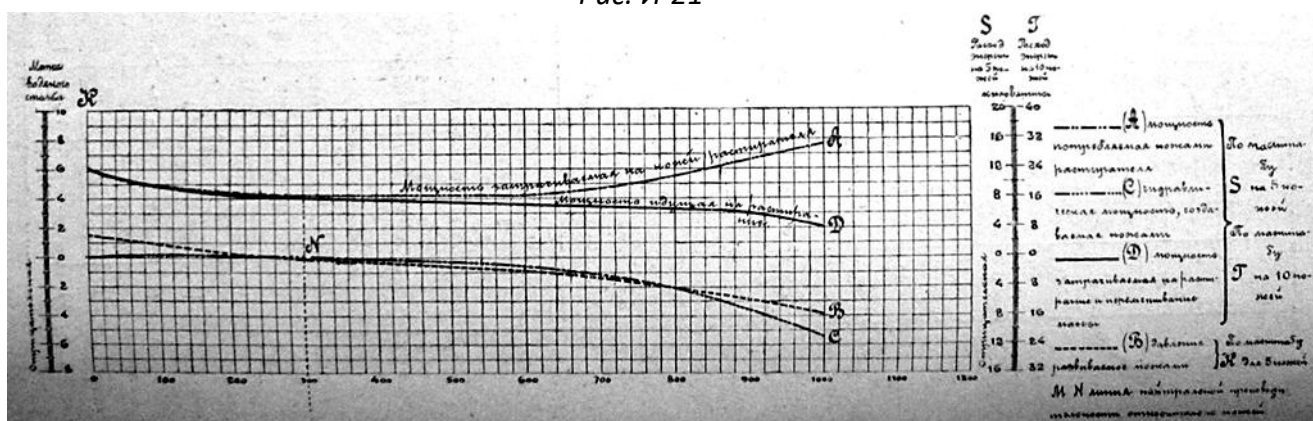


Рис. И-22

Сравнительное исследование работы растирателя Борзиг с 10-ю и 15-ю элементами было произведено Н.В. Земцовым*. На основании таблиц №№ 14, 15, 16 и 17 (здесь не приводятся) была построена диаграмма рис. И-21 и рис. И-22.

На диаграмме рис. И-21 сопоставлена работа растирателя Борзига с 10-ю элементами – с работой того же растирателя с 15-ю элементами. Влажность массы при опытах с 10-ю элементами – 95,7%, при опытах с 15-ю элементами – 95,2%.

При сравнении работы растирателей, обращает внимание следующее обстоятельство. Кривая давлений растирателя с 15-ю элементами (линия **Ib** в диаграмме рис. И-21), при производительностях меньших 300 куб. метров в час, лежит выше кривой давлений растирателя с 10-ю элементами (линия **IIb**); при производительности в 300 куб. метров обе кривые пересекаются и, для производительностей больших 300 куб. метров, кривая **Ib** лежит уже ниже кривой **IIb**, т.е. давления, развиваемые растирателем с 15-ю элементами, в этой области меньше соответствующих давлений растирателя с 10-ю элементами.

* Сей коллега Р.Э. Классона весьма редко появлялся в документах Гидроторфа и им подобных. Мы, работая в ф. 9508 РГАЭ, выудили, например, лишь такую информацию:

<...> В июне 1925-го прежнее завещание было изменено Р.Э. Классоном на более простое: все имущество и доходы делится на две части, и одна треть должна достаться жене, а две трети – детям. Что касается распределения доходов от эксплуатации за границей патентов и изобретений на искусственное обезвоживание торфа, то коллеги Р.Э. Классона в феврале 1927-го заключили соответствующий договор: 25% получают его наследники, 25% – профессор Георгий Леонтьевич Стадников, 25% – инженер-технолог В.Д. Кирпичников, 9% – химик Николай Николаевич Гаврилов, и по 8% – граждане Александр Георгиевич Штумпф и Николай Васильевич Земцов [(«граждане» потому, что на тот момент не имели инженерного образования)].

Таким образом, 5 добавочных элементов при больших производительностях как бы развивают некоторую отрицательную гидравлическую мощность, уменьшающую гидравлическую мощность растирателя с 10 элементами. При производительности в 300 куб. метров эта отрицательная мощность равна 0, а при еще меньших производительностях – переходит в положительную.

Что же касается потребляемой растирателями мощности, то она дается кривыми **Ia** и **Ila** диаграммы рис. И-21. Мощность, затрачиваемая на 5 элементов растирателя, при какой-нибудь производительности, определится как разность соответствующих ординат кривых **Ia** и **Ila**.

Ординаты кривой **A** диаграммы рис. И-22 представляют собой эти разности, отложенные в большем масштабе. Таким образом, кривая **A** означенной диаграммы дает расход мощности на 5 элементов растирателя при различных его производительностях.

Ординаты кривой **B** суть разности соответствующих ординат кривых **Ib** и **Ilb** диаграммы рис. И-21 и представляют собой давления, развиваемые 5-ю элементами. Правее точки **N** эти давления, как отрицательные, отложены вниз от оси абсцисс, левее – как положительные – вверх.

Кривая **C** дает соответствующие этим давлениям гидравлические мощности (в киловаттах), определенные по формуле

$$W = (H \times Q \times 1000) / (102 \times 3600),$$

где **H** – давление в метрах водяного столба, представляемое ординатой кривой **B**, а **Q** – производительность в куб. метрах в час, представляемое соответствующей абсциссой.

Если теперь из ординат кривой **A** вычесть абсолютные величины ординат кривой **C**, то получим кривую **D**, которая дает, по масштабу **S** мощность, затрачиваемую на перерезание и перемешивание массы пятью ножами при различных производительностях растирателя. Масштаб **T** дает эту мощность для 10-ти ножей. О точности полученных результатов судить нельзя.

Этот анализ сделан лишь с целью указать на возможный метод определения энергии, идущей на растирание массы (если только за растирание считать и перерезание, и перебалтывание ее).

Построениями диаграммы [рис. И-23 \(здесь не приводится\)](#) сделана попытка определить, каким образом, при различных производительностях, расходуется мощность, получаемая от мотора растирателем Борзиг с 10-ю элементами. Указанная диаграмма построена на основании данных [таблицы № 14](#) при помощи диаграммы рис. И-21 и И-22. <...>

Сравнение диаграммы [рис. И-14](#), характеризующей работу русского растирателя, с диаграммой [рис. И-19](#), характеризующей работу растирателя Борзиг с 10-ю элементами, приводит к выводу, что давление, развиваемое русским растирателем, значительно ниже давления, развиваемого растирателем Борзиг. Правда, и расход энергии при этом для русского растирателя значительно ниже, чем для растирателя Борзиг.

При производительности в 500 м³/ч, русский растиратель берет из сети 50 квт, тогда как растиратель Борзиг (с 10-ю элементами), при той же производительности, берет из сети 68 квт, но если сравнить расход энергии на 1 000 м³ массы, как это сделано на диаграмме рис. И-24, при одинаковых давлениях, то расход энергии русского растирателя значительно выше расхода энергии растирателя Борзиг.

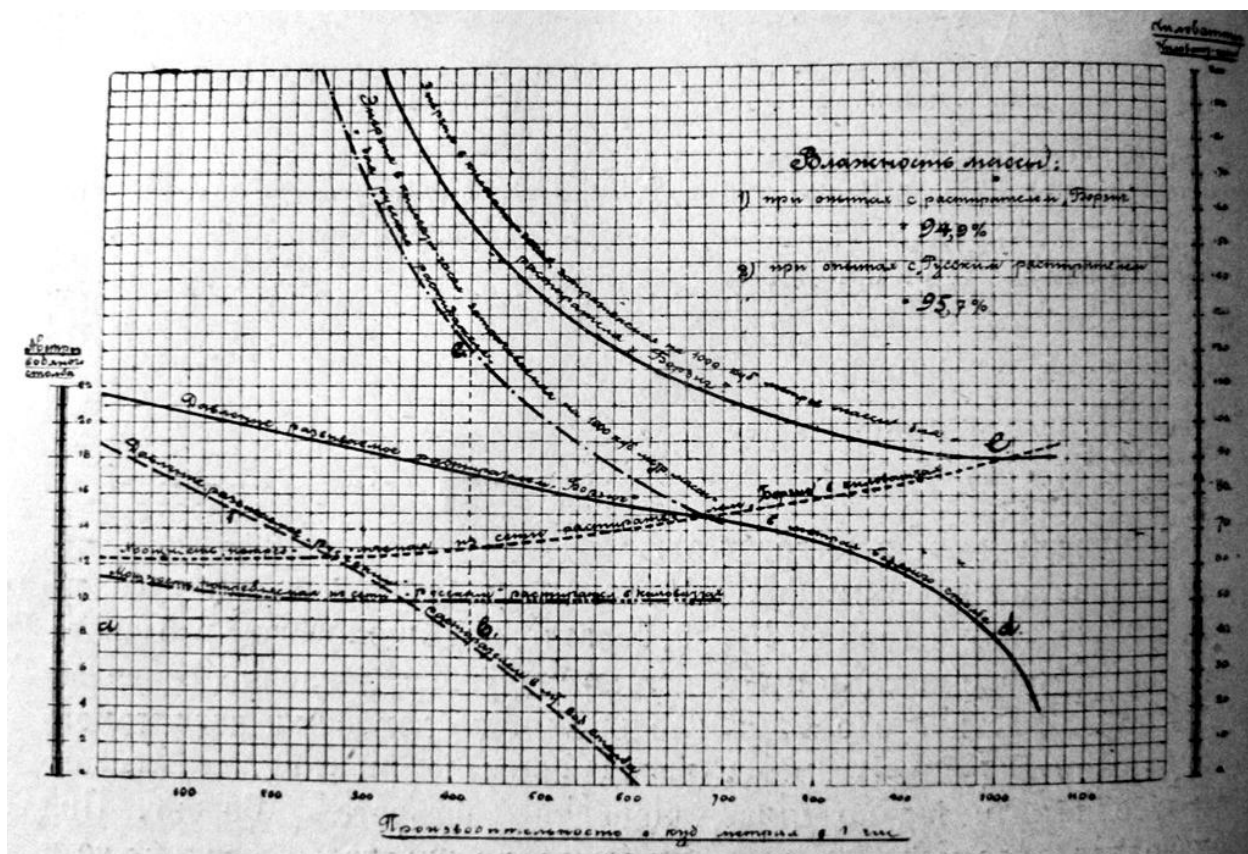


Рис. И-24

Так, например, при 8-ми метрах давления вод. столба (линия [лучше – последовательность поиска значений](#) а – в – с диагр. рис. И-24) расход энергии русского растирателя на $1\,000\text{ м}^3$, при часовой производительности в 416 м^3 будет 120 квт-ч, тогда как расход энергии растирателя Борзиг, при том же давлении и при часовой производительности в $1\,000\text{ м}^3$, на 1000 м^3 массы будет 90 квт-ч (линия [лучше – последовательность поиска значений](#) а – д – е). Различие в действии растирателей русского и Борзиг зависит от различной конструкции насосов в том и другом.

Насос русского растирателя той же конструкции, что и насос без головки, испытанный на опытном поле (диагр. [рис. И-32, здесь не приводится](#)); насос растирателя Борзиг испытан отдельно на опытном поле при 585 об./мин (как работает в растирателе – диагр. [рис. И-33, здесь не приводится](#)) и при 780 об./мин.

Сравнение этих диаграмм дает ясное представление, насколько удачнее работает насос от растирателя Борзиг, в смысле производительности и создания давления.

Для сравнения работы агрегатов, устанавливаемых на кранах (торфосос, растиратель), приводим подсчет определения давления при различных комбинациях: торфосос Борзиг с растирателем Борзиг с 10-ю и 15-ю элементами и русским растирателем; торфосос русский (чехословацкий) – растиратель Борзиг с 10-ю и 15-ю элементами и русским растирателем. Все при производительности [\[торфососного\]](#) крана в $500\text{ м}^3/\text{час}$. <...>

<...> Из диаграммы [рис. И-25 \(здесь не приводится\)](#) видно, что система торфосос Борзиг + русский растиратель с 3-х лопастным винтом, потребляя на 17 квт меньше энергии [\[\(точнее – мощности\)\]](#), создает (при $500\text{ м}^3/\text{ч}$) давление всего в 12,5 метра водяного столба.

Подсчет такого же характера как вышеприведенный [(был опущен, его итог – торфосос Борзиг с одноименным растирателем создавал напор в 18,5-19,3 м вод. столба)] дает еще более неблагоприятные результаты (при 500 м³/ч):

- 1) давление, создаваемое торфососом Борзиг – 9 м вод. столба,
- 2) разность уровней торфососа и растирателя и потеря напора в массопроводе от торфососа к растирателю около –5,5 м вод. ст.,
- 3) давление, создаваемое русским растирателем с 3-х лопастным винтом (рис. И-14), 5,4 м вод. столба.

Давление на кране = 9 – 5,5 + 5,4, около 9 метр. вод. ст., т.е. совершенно недостаточное для производственных условий.

3. Торфяные насосы

Насос мод. 1918 г. – Насосы с головкой – Насосы мод. 1919, 1921 и 1922 гг. – Схема испытаний – Испытания торфяных насосов моделей 1919, 1921 и 1922 гг. и насоса без головки – Испытания торфяного насоса в растирателе Борзиг

Первые торфяные насосы, применявшиеся Гидроторфом, были центробежные насосы с обычным всасывающим и подающим трубопроводом.

В книге В.Д. Кирпичникова «Гидравлический способ добычи торфа к концу сезона 1918 г.» дано описание торфяного насоса модели 1918 г.: «Конструкция насоса аналогична верхней части комбинированного торфососа, а развиваемое им давление и производительность зависят от числа оборотов. Обычные данные торфяных насосов: развиваемое давление – 20 м вод. столба; производительность – 500 м³/час; потребная мощность – 90 л.с.; коэффициент полезного действия равен 0,65. Первые насосы, пока не было установлено точное число оборотов, соединялись с мотором при помощи ременной передачи».

Таблица № 19 (здесь не приводится) дает результаты испытания торфяного насоса модели 1918 г., а диагр. рис. И-26 (здесь не приводится) построена на основании этой таблицы и дает характеристику торфонасоса, зависимость между производительностью, давлением и мощностью на валу, а также коэффициент полезного действия торфяного насоса при различных производительностях.

Диаграмма рис. И-26 отличается от диаграммы рис. И-27 (здесь не приводится), помещенной в книге В.Д. Кирпичникова. И та, и другая диаграммы составлены с учетом потерь напора во всасывающем трубопроводе торфяного насоса, эквивалентная длина коего была 4,9 метра. Но первоначально потери напора были вычислены по формуле $W = (\lambda \times l \times v^2) / (2 \times d \times g)$, где λ была принята постоянной для всех скоростей массы в массопроводе и равной 0,3, сообразно прежним данным, а для диаграммы рис. И-27 (здесь не приводится) эти потери напора вычислены по формуле:

$$W = \{0,03 + 0,075 / [(\phi \sqrt{\phi} + 0,277) \times (v^2 + 0,01)]\} \times (l \times v^2) / (2 \times d \times g),$$

применяемой в настоящее время Гидроторфом при своих подсчетах потерь напора в массопроводах (см. [под] главу о коэффициенте трения в массопроводах).

Дальнейшие конструкции торфяных насосов отличаются от модели 1918 г. присутствием всасывающей головки. Всасывающая головка представляет собой нечто в роде неподвижно установленного под горизонтальным насосом и соединенного с ним вертикальным патрубком торфососа. Состоит она:

- 1) из свободного двухлопастного ножа,
- 2) цилиндрического неподвижного ножа, с тремя радиально расположенными лезвиями,
- 3) турбинного рабочего четырехлопастного винта,
- 4) направляющего аппарата (в последних моделях 1921 и 1922 гг. он отсутствует) и насоса на вертикальном валу;

число оборотов вертикального вала головки 365 об/мин. (рис. И-28 – [здесь не приводятся, см. такой же рис. В-21](#)).

Необходимость применения всасывающей головки вытекла того, что прежде, пока аккумуляторы делались водяной струей и торфососом в массе торфа, в аккумуляторе оставались кусочки очеса, комья не размытого торфа и пни. Все это, подплывая к отверстию всасывающей трубы, постепенно уплотнялось, забивало его и прекращало подачу массы в торфонасос.

В настоящее время с устройством аккумуляторов выкапыванием вручную, а значит полной очисткой аккумулятора от плавающих пней и кусков торфа, применение торфяных насосов без головки вновь сделалось вполне рациональным. Приводится в движение головка с помощью конической передачи с передаточным числом 1 к 2-м, так что число оборотов вала головки 365 об./мин.

Подает массу всасывающая головка насоса в насос того же типа, что и в растирателях, сидящий на горизонтальном валу и непосредственно соединенный с трехфазным мотором 90 л.с. и числом оборотов 730 об./мин. Коническая передача расположена между мотором и верхним насосом.

Первым торфяным насосом с головкой был торфяной насос модели 1919 г. Модель 1921 г., изготовленная по чертежам Гидроторфа заводами имени «Владимира Ильича» и бывш. Доброва и Набгольц, отличается лишь отсутствием направляющего аппарата.

Торфяные насосы модели 1922 г., выполненные тоже по чертежам Гидроторфа Сормовским заводом, отличаются от предыдущих только размерами насоса во всасывающей головке. Диаметр крестовины насоса головки остался прежним, но значительно увеличена ширина лопастей, вместо 90 мм – 150 мм. Кроме того рабочий винт сделан 4-лопастным и несколько большего диаметра, изменены размеры диффузора нижнего насоса и диаметр патрубка, соединяющего головку с верхним насосом: диаметр патрубка сделан вместо 300 мм – 350 мм.

Схема испытания торфяных насосов на Опытном поле Гидроторфа такова (рис. И-29 – [здесь не приводится](#)).<...> Коэффициент полезного действия насоса определялся из отношения развиваемой им гидравлической мощности к механической мощности на валу [электро]мотора; при вычислении механической мощности коэффициент полезного действия мотора принимался равным 0,9.

Торфяной насос модели 1919 г. был подвергнут испытанию 13/IX 1920 года. Результаты испытания дает следующая [таблица № 20 и диаграмма рис. И-30 \(здесь не приводятся\)](#). Как видно из диаграммы [рис. И-30](#), производительность насоса не превосходит 450 м³/ч и коэффициент полезного действия не превосходит 0,27. При давлении в 14 м вод. ст. насос дает всего 370 м³/ч.

С насосом модели 1921 г. были достигнуты уже значительно лучшие результаты, как видно из следующей [таблицы № 21 \(здесь не приводится\)](#) и сравнительной диаграммы испытания насосов модели 1921 г. и модели 1922 г. ([рис. И-31 – здесь не приводится](#)).

Здесь максимальное давление достигает 28,5 м водяного столба, а производительность при давлении в 14 м вод. ст. достигает 480 м³/час; наибольший коэффициент полезного действия насоса 0,35, а при производительности в 500 м³/час – 0,28. Насос был выполнен Сормовским заводом. Существенное различие с насосом модели 1921 г., как было выше упомянуто, только в нижнем насосе (насосе во всасывающей головке).

Результаты испытания насоса модели 1922 г. дает следующая [таблица № 22 \(здесь не приводится\)](#). <...>

На диаграмме [рис. И-31 \(здесь не приводится\)](#) нанесены данные испытаний, как насоса модели 1921 г., так и насоса модели 1922 г. Видно, какое значительное улучшение в работе насоса дало усиление нижнего насоса. В насосе модели 1922 г. производительность при давлении в 14 м водяного столба достигает 850 м³/час, тогда как в насосе модели 1921 г. эта производительность достигает лишь 480 м³/час. Коэффициент полезного действия насоса достигает 0,62 при производительности 660 м³/час и давлении 20 м. вод. столба.

Диаграмма [рис. И-31а \(здесь не приводится\)](#) дает сравнительные результаты испытания торфяных насосов с головкой моделей 19, 21 и 22 г.г. и насоса без головки модели 1922 года. Кроме насосов с головкой на Опытном поле Гидроторфа был испытан насос без головки. <...> [Таблица № 23 и диаграмма И-32 \(здесь не приводятся\)](#) дают результаты испытания торфяного насоса без головки.

На опытном поле Гидроторфа осенью 1922 года был испытан еще насос от растирателя Борзиг отдельно. Для этого подвижные и неподвижные элементы растирателя были сняты и на их место, между заборной головкой растирателя и кожухом насоса был вставлен патрубок диаметром 440 мм. Масса подавалась из аккумулятора к таким образом видоизмененному растирателю с помощью русского торфососа. <...> Результаты испытания дает [таблица № 24 и диаграмма И-33 \(здесь не приводятся\)](#).

Данные таблицы для мощности, потребляемой насосом из сети, вычислены по показаниям амперметра и вольтметра. Максимальная производительность, при вакууме перед насосом –1,5 м вод. столба, была 1 060 м³/час, причем давление после насоса было 3,5 м вод. столба. Максимальное давление, при производительности равной нулю, 19,5 м водяного столба.

Все опыты, как видно из [диаграммы И-33](#), разбиваются на две серии: 1) тех, где перед насосом был вакуум, 2) тех, где перед насосом было положительное давление.

При вакууме перед насосом давления, развиваемые насосом, были ниже, а мощность, потребляемая из сети, выше. Сообразно с этим и коэффициент полезного действия насоса значительно ниже при вакууме перед насосом, достигая максимум 0,27 при производительности насоса в 597 м³/час и давлении, развиваемым насосом, в 10,75 м вод. столба. При положительных давлениях перед насосом коэффициент полезного действия достигает 0,39 при производительности 464 м³/час и давлении, развиваемом насосом, 18,5 м вод. столба. Очевидно, при работе с вакуумом перед насосом, мы имеем всегда поступление воздуха в насос вместе с массой, что вызывает значительные дополнительные потери в насосе, понижающие его коэффициент полезного действия.

Результаты испытания насоса от растирателя Борзиг при 730 об./мин дает [таблица №25 и диаграмма рис. И-34 \(здесь не приводятся\)](#). <...> При обычных у нас сопротивлениях массопровода из аккумулятора в 14 метров водяного столбе этот насос в состоянии подавать до 950 м³/час, тогда как насос с головкой модели 1921 г. при тех же условиях дает около 480 м³/час ([диаграмма рис. И-31](#)). И только насос мод. 1922 г. стал давать до 820 м³/час.

Коэффициент полезного действия сравнительно очень высок, достигая 0,5 при положительных давлениях перед насосом и производительности около 800 м³/час. При вакууме перед насосом коэффициент полезного действия достигает 0,35, тоже при производительности в 800 м³/час. При закрытой задвижке давление, создаваемое насосом, достигает 27 м водяного столба. Тот же насос, но при числе оборотов в минуту 585, давал давление при закрытой задвижке в 19 м водяного столба. Мощность, потребляемая мотором из сети, достигает 94 квт. Мотор необходим мощностью в 120 л.с. Увеличение числа оборотов до 730 в минуту не создало никаких затруднений: насос работал исправно и подшипники не грелись.

На диаграмме [рис. И-34](#), кроме результатов испытания насоса в растирателе Борзиг при 730 об. (пунктир), нанесены еще (сплошными линиями) результаты испытания насоса Борзиг в Германии на опытной станции в Шванебурге, при разработке торфа гидравлическим способом. Как видно из диаграммы, кривые мало отличаются друг от друга и их расхождение вполне объясняется различием во влажности массы (94,6% и 96,6%).

4. Определение коэффициента трения в трубопроводах для гидравлической массы*

Прежние данные – Влияние растертости на потери напора в массопроводах
– Влияние скорости массы на сопротивление массопроводов – Коэффициент переработки – Подсчет перерабатывающих массу кромок в растирателе Борзиг – Вывод формулы для коэффициента трения в массопроводах

С самого начала своих работ в промышленном масштабе Гидроторф столкнулся с необходимостью, для правильного расчета сечений массопроводов при подаче массы краном [[с торфососом](#)] в аккумулятор и из аккумулятора на поля сушки, найти зависимость между консистенцией гидромассы и потерями напора в массопроводах, по которым эта масса подается.

С первых шагов ясно было, что коэффициент трения в трубопроводах для гидромассы зависит от количества воды, в ней содержащейся, иначе говоря, от степени ее влажности. Влажность массы, по обычно принятому обозначению, определяется в процентах, отношением веса воды, в определенном объеме гидромассы, к весу этого объема.

Ряд опытов, произведенных над потерями напора в массопроводах для гидромассы различной влажности, привел к диаграмме ([И-35 – здесь не приводится](#)), где величина λ , коэффициент трения в массопроводе, определенный по обычной в гидравлике формуле сопротивления трубопроводов:

$$W = (\lambda \times l \times v^2) / (2 \times d \times g)$$

изображается кривой, дающей зависимость между λ и процентным содержанием воды в гидромассе.

Дальнейшая работа убедила, что коэффициент сопротивления массопроводов зависит в значительной степени не только от влажности гидромассы, но и от степени ее переработки, от ее растертости. Масса, прошедшая через торфосос, дает иной коэффициент трения, чем масса прошедшая через торфосос и торфонасос или через торфосос и торфорастиратель.

Работы Опытного Поля 1922 г., в особенности испытание работы крана с новым пропеллером, подававшим массу по длинному массопроводу, кроме того, привели к убеждению, что коэффициент трения зависит не только от влажности массы и степени ее переработки, но так же от скорости массы в массопроводе. Подсчеты показали, что коэффициент трения λ , вычисленный по обычной формуле:

$$W = (\lambda \times l \times v^2) / (2 \times d \times g)$$

для массы одной и той же консистенции не остается постоянным для различных ее скоростей, а быстро падает с увеличением скорости.

* В этом, весьма важном для Гидроторфа разделе, мы тем не менее вынуждены опустить большую часть выкладок по «теории и практике гидравлики» в массопроводах для гидроторфа. Кроме того, мы ни здесь, ни в других местах очерков не будем пытаться сопоставлять сии «прорывные» теоретико-практические наработки (прежде всего, применение понятия «степень перетертости гидромассы режущими кромками механизмов» и его благотворное влияние на снижение уровня сопротивления в трубопроводах для перекачки гидромассы) с подобными же научными усилиями коллег-противников Гидроторфа, например Инсторфа (если таковые и были вообще). Оставим сей «неблагодарный труд» будущим историкам техники и естествознания.

Все это привело к необходимости вывода новой формулы, с иными коэффициентами и с иной зависимостью между скоростью и потерями напора в массопроводах, чем в обычной формуле, применяемой в гидравлике. В эту формулу была введена также зависимость потерь напора в массопроводе от степени растертости массы. Составлена она была на основании результатов испытания потерь напора в массопроводе в зависимости от переработки массы торфяным насосом в течение 4-х часов ([таблица № 26 – здесь не приводится](#)).

В основу определения степени переработки гидромассы механизмами, через которые она проходит, была положена, по предложению В.Д. Кирпичникова, длина режущих и перетирающих кромок механизмов, приходящаяся на единицу объема переработанной ими гидромассы, влажностью 95,5%. В случаях переработки гидромассы иной влажности должно делаться соответствующее перечисление. Выражается этот коэффициент – степень перетертости массы, обозначенный далее буквой φ , в сантиметрах на кубический сантиметр массы (см/см³).

При исчислении коэффициента перетертости массы возникает вопрос, как считать влияние на растирание кромок лопастей насоса: только одной боковой кромки и торцевой кромки лопасти или обеих боковых кромок и торцевой кромки лопасти. В дальнейшем принят последний способ исчисления на основании излагаемых далее соображений. Произведенный подсчет показывает, что для растирателя Борзиг линейная величина режущих и перетирающих кромок за одну минуту выразится длиной в 6 000 метров. На 1 кубический сантиметр перетираемой массы, при производительности крана в 500 м³/ч это дает:

$$(6000 \times 60 \times 100)/(500 \times 1000000) = 0,072 \text{ см/см}^3.$$

Величина растирающих кромок на кубический сантиметр менее одного миллиметра. Очевидно, что само перерезание волокон при растирании играет незначительную роль, а главную роль играют интенсивное перемешивание массы при ее прохождении через механизмы и чисто механическое расщепление волокон гидромассы, происходящее от сложного вихревого ее движения. Со стороны работы механизма в целом, значение этого вихревого движения внутри механизма выражается непроизводительной затратой энергии, с точки зрения создания внешнего эффекта работы механизма, т.е. потерями при создании полезной гидравлической мощности механизма.

Из [таблицы № 18 \(ранее была опущена\)](#), дающей распределение затрат энергии в растирателе Борзиг, мы видим, что только при производительности в 1 000 м³/час мощность, затрачиваемая на потери и перерезание ножами, относится к потерям в трехлопастном винте и насосе как 2 к 1. Во всех других случаях потери и работа перерезания в ножах менее отношения 2-х к 1.

Из следующего далее исчисления длины перетирающих кромок растирателя Борзиг видно, что подсчет, сделанный на основании второго нашего предположения, т.е., что в работе перетирания участвуют обе радиальных кромок лопастей насоса, более соответствует приведенным данным, чем если бы мы принимали во внимание лишь одну кромку лопасти насоса.

Именно, длина перерезающих кромок ножей на 1 оборот вала растирателя 690 см, а длина перетирающих лопастей насоса и трехлопастного винта, тоже на 1 оборот вала, 256 + 75 = 331. Отношение близкое к отношению 2 к 1.

<...> Формулы зависимости коэффициента трения от скорости и степени перетертости для массы влажностью 95,5% были выведены на основании данных вышеупомянутого испытания изменения потерь напора, вследствие переработки гидромассы торфонасосом, произведенного 1/IX 1920 г. П.Н. Ефимовым и И.Р. Классоном, с помощью торфонасоса модели 1919 г.

В этом испытании насос по трубопроводу 440 мм, длиной 635 м, подавал массу в замерный бак, стоящий близ насоса. Отсюда масса шла в аккумулятор и снова попадала в насос. [Число проходов массы через насос] n в прилагаемой таблице №26 (здесь опущена, отметим лишь, что n изменялось от 0 до 17,14) определялось по длине массопровода и по производительности насоса. Каждое прохождение массы через насос, считалось, увеличивает степень растретости массы на единицу.

Мы ввели теперь новую единицу для степени растретости массы, выраженную в длине растирающих кромок механизмов, подающих и растирающих массу на единицу объема, поданной этими механизмами массы. Выражена эта единица в см на 1 см³ гидромассы.

Рассмотрим различные моменты работы насоса в этом испытании. Первоначально масса, поступавшая в насос, прошла только через торфосос. К моменту первого замера вся масса, находившаяся в массопроводе, была уже перетерта один раз насосом. Таким образом, и число проходов массы через насос для первого замера должно быть поставлено не 0, как стоит в таблице, а единица. Степень перетертости массы в новых единицах, сантиметрах режущих кромок, приходящихся на один кубический сантиметр массы, для этого первого замера находится из определения того промежутка времени, за какой массопровод будет заполнен целиком насосом.

Время это может быть определено приблизительно в 20 минут. Степень растретости массы в аккумуляторе, прошедшей через торфосос, определится из того, что в среднем торфосос в 1920 году давал в час около 150 м³ массы.

<...>

На основании всех этих данных была выведена Н.В. Земцовым формула, выражающая функциональную зависимость этих величин.

Формула эта имеет следующий вид:

$$\lambda = 0,03 + 0,075 / [(\varphi \sqrt{\varphi} + 0,277) \times (v^2 + 0,01)].$$

<...>

Формула для [определения] сопротивления массопровода длиной l и диаметром d (обе величины в метрах) будет:

$$W = \lambda \times (l/d) \times (v^2/2g).$$

Подставляя значение λ из первой формулы:

$$W = \{0,03 + 0,075 / [(\varphi \sqrt{\varphi} + 0,277) \times (v^2 + 0,01)]\} \times (l/d) \times (v^2/2g).$$

Для степеней перетертости массы от 0 до 0,4 см/см³ и для скоростей от 0,3 м/сек до 2 м/сек может быть применена для определения потерь напора в массопроводах более простая формула:

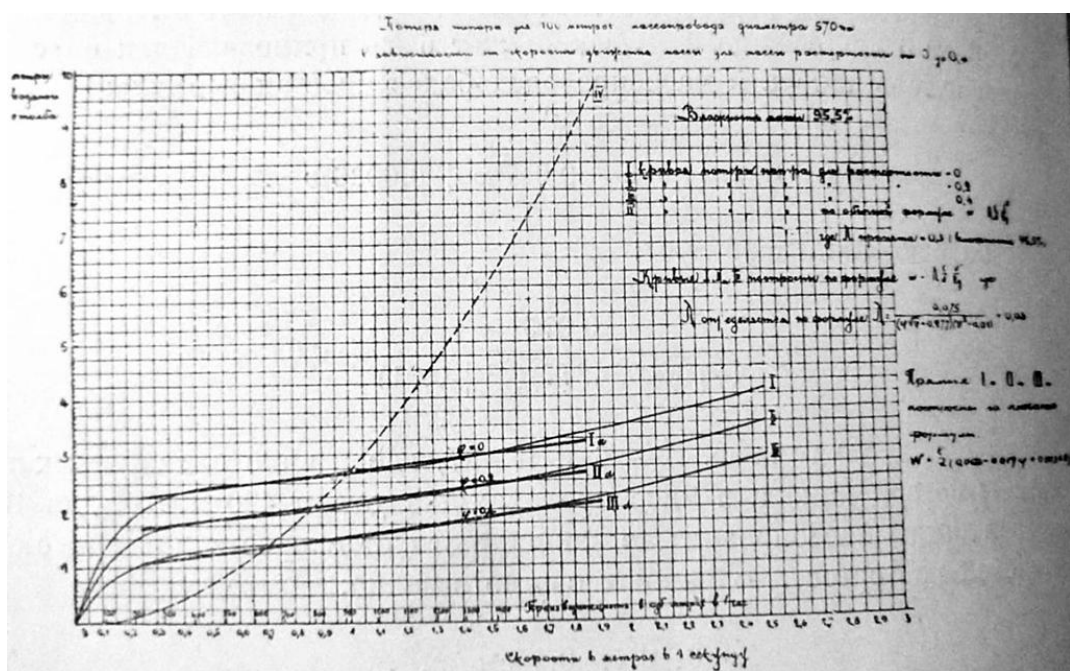
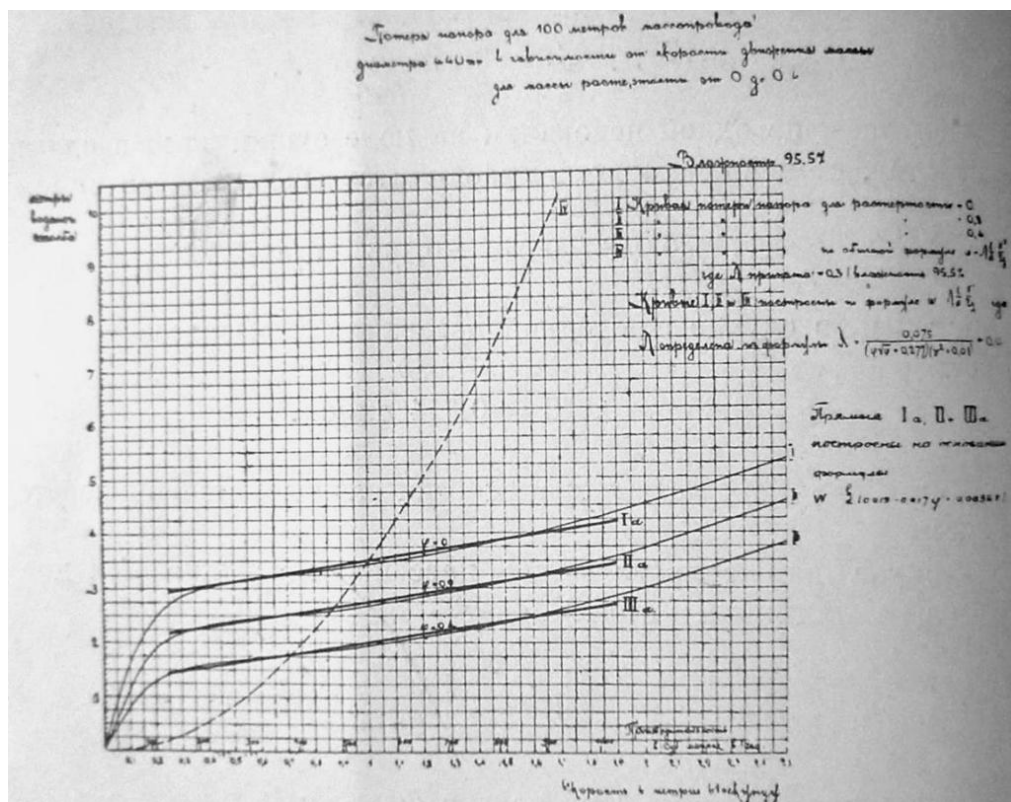
$$W = (0,012 - 0,017\varphi + 0,036) \times v \times (l/d).$$

На основании формулы:

$$\lambda = 0,03 + 0,075 / [(\varphi \sqrt{\varphi} + 0,277) \times (v^2 + 0,01)]$$

составлена диаграмма рис. И-36 и И-37, где в виде ряда кривых нанесены потери напора в массопроводах диаметром 400 и 570 мм, для 100 метров длины массопровода, в зависимости от скорости для значений степеней растретости φ , равных соответственно 0; 0,2; 0,4 см/см³.

Из диаграммы рис. И-36 были взяты значения для потери напора и с их помощью учтены потери напора для работы крана в тех условиях, в каких происходили испытания крана Коппель №21 – 17/X 1922 г. <...> Расхождение между потерями напора, отмеченными в этом испытании и вычисленными (табл. №27 – здесь опущена), вполне объясняется различиями во влажности массы при различных замерах.



Инженер М.Н. Леман*

* Михаил Николаевич Леман служил в Гидроторфе; по-видимому, в ф. 758 РГАЭ имеются некоторые ссылки на этого замечательного коллегу Р.Э. Классона.

Часть вторая

Глава К. Искусственное обезвоживание торфа

1. Введение

Вопросы искусственного обезвоживания торфа в равной мере занимают как практических работников, так и научных исследователей. Об этом свидетельствует число публикуемых работ и заявляемых патентов (См. Jahresbericht [über die Leistungen] der chemischen Technologie, 1920 и 1921 г.; Chemisches Zentralblatt, 1918-22 гг.).

Интересно отметить, что в последнее время патентуется в данной области не только каждый практический успех, но и каждый шаг исследований, имеющих пока чисто теоретическое значение. Такое усиленное патентирование наблюдается всегда при разработке вопросов огромного экономического значения (ср. период разработки вопроса о получении искусственного каучука).

Если вопрос об экономическом значении торфа, как топлива, не вызывает сомнений, то еще меньше сомнений должен вызывать вопрос о значении искусственного обезвоживания торфа в такое время, когда отсутствие других видов топлива, а также сильное сокращение площади лесов вследствие бесхозяйственной рубки повелительно требуют использования торфяных залежей в большей мере, чем это делалось до сих пор.

Рассчитывать на использование огромных запасов торфа с помощью одной суши на воздухе, да еще в северных широтах, где находятся наиболее мощные залежи этого топлива, не приходится. При таком способе суши может идти речь о добыче торфа в масштабе того же порядка, что и теперешнее (сотни миллионов пудов), в то время как потребность в этом топливе измеряется миллиардами пудов.

Замечательно, что как раз в тех странах, которые в настоящий момент переживают острый топливный кризис, идет наиболее интенсивная разработка вопроса об искусственном обезвоживании торфа. В отношении топлива Германия находится сейчас в тяжелом положении, и как раз в Германии с исключительной энергией занимаются этим вопросом.

Для подтверждения сказанного достаточно привести один весьма характерный пример. Способ Эккенберга – коагулирование торфа нагреванием до 160° – был испытан в промышленном масштабе и испытания не выдержал; и вот теперь этот способ вновь воскресает в Германии в видоизменении Теу-Босх'a и не только служит объектом изучения инженеров-практиков, но и химиков-теоретиков (Carl Wilhelm Wolfgang Ostwald).

Естественно, что этот вопрос должен привлекать внимание и русских работников, на опыте познакомившихся со всеми последствиями топливного кризиса. И было бы непростительной ошибкой, если только не преступлением, со стороны Гидроторфа, если бы он, владея новым могучим средством добычи торфа из залежи и превращения его в состояние, при котором торф вполне доступен воздействию химического агента, не поставил в программу своей работы вопроса об искусственном обезвоживании торфа.

Не надо забывать, что вопрос искусственного обезвоживания торфа тесно связан с другим вопросом огромного значения; мы имеем здесь в виду вопрос облагораживания торфяного топлива.

Д.И. Менделеев считал преступлением сжигание сырой нефти без предварительного извлечения из нее ценнейших продуктов – легких горючих погонов и смазочных масел. С таким же правом можно считать бесхозяйственным сжигание торфа без предварительного извлечения из него ценных продуктов.

И в этой области для гидроторфа открываются большие возможности: активирование гидромассы с помощью соответствующих катализаторов позволит вести коксование гидроторфа при низкой температуре (около 300°) и получать высокий выход смолы (Urteer [*– первобытная смола*]), упростить процесс газификации и т.д. и т.д. Таковы предпосылки, заставившие Гидроторф искать пути к решению вопроса об искусственном обезвоживании торфа.

Искусственное обезвоживание торфа в промышленном масштабе связано с разрешением ряда других вопросов. Прежде всего, необходимо найти такой способ выемки торфа из залежи, который мог бы удовлетворить потребность в сырье обезвоживающего торф завода, работающего по меньшей мере с начала весны до наступления сильных морозов. Однако, и при наличии такого способа выемки торфа из залежи нельзя еще думать о постройке завода для обезвоживания торфа; необходимо придать к этому способу выемки способ легкого и удобного транспортирования вынутой массы к заводу, который придется строить непременно у силовой станции, чтобы использовать теряемую станцией теплоту дымовых газов и отработанного пара.

Эти основные вопросы выемки торфа и транспортирования его решены Гидроторфом. Таким образом, открылась возможность поставить на очередь вопрос искусственного обезвоживания торфа и сделать выбор между предложенными для этого методами. Прежде чем перейти к рассмотрению этих методов, мы остановимся несколько на характеристике содержащейся в торфе воды.

2. Вода торфа

С химической точки зрения торфяная масса представляет собой сложную систему, состоящую из различных органических гелей и пропитывающего их коллоидального раствора (гидрозоля). Все гели торфа, само собой понятно, насыщены водой или, как говорят, находятся в состоянии предельного оводнения.

Так как количество находящихся в коллоидальном растворе веществ играет подчиненную роль по сравнению со всей массой сухого вещества естественного торфа, то для упрощения дела мы будем рассматривать коллоидальный раствор, как обыкновенную воду. При таком допущении находящуюся в торфяной массе воду можно резко разделить на 1) обыкновенную воду, т.е. воду коллоидального раствора, и 2) связанную с гелями воду или «коллоидально связанную воду» (Kolloidgebundenes Wasser – по Wo. Ostwald'у). Таким образом, решение вопроса об искусственном обезвоживании торфа сводится к удалению из торфа 1) воды коллоидального раствора, из которого должны быть предварительно выделены растворенные коллоиды (золи); и 2) возможно большего количества коллоидально связанной воды.

Теоретически обыкновенную воду возможно удалить из торфа прессованием, а потому нас прежде всего должна интересовать коллоидально связанная вода гелей. Всякий гель, находившийся известное время в соприкосновении с жидкой водой, в пространстве с насыщенным водяным паром, будет, вообще говоря, терять воду. Потеря воды гелем в этих условиях будет продолжаться до тех пор, пока гель не придет в некоторое вполне определенное равновесие с водяным паром окружающего пространства; этому состоянию равновесия геля отвечает вполне определенное содержание воды в нем.

Факт наступления состояния равновесия свидетельствует, что упругость пара воды, содержащейся в геле, равна упругости пара воды в окружающем пространстве; эта вода гелей, находящаяся в равновесии с паром окружающего пространства, получила название адсорбционной воды. Научно установлено (Van-Bemmelen, Foote, A.B. Раковский и др.), что количество содержащейся в гелях воды *caeteris paribus* [(при прочих равных условиях)] есть функция упругости пара в окружающем гель пространстве.

Это значит, что при перенесении геля, пришедшего в равновесие с насыщенным водяным паром, в пространство с меньшей упругостью пара он снова будет терять воду, пока не придет в новое состояние равновесия. Сказанное о свойствах адсорбционной воды гелей в полной мере относится и к адсорбционной воде гелей торфа.

По вполне понятным причинам нас должно интересовать количество адсорбционной воды в торфе, отвечающее максимальной упругости водяного пара при обычных условиях температуры. Мы сделали несколько определений адсорбционной воды в торфах, пользуясь комбинированным методом. Сначала по способу Foote (H. Foote. Journal of the American Chemical Society. 30, 1388, 1908 г.) мы обезвоживали торф ускоренным способом и подводили его возможно ближе к состоянию равновесия, а затем в условиях Van-Bemmelen'a выдерживали над однопроцентной серной кислотой до наступления полного равновесия (неправильные [или случайные] колебания в весе около некоторой средней величины); температура держалась 17⁰-19⁰. Эти определения привели к следующим числам:

1) Торф, сырец с разработок на Электропередаче (взят 2 июня 1921 г. с глубины 1 аршин) содержал 34,6% адсорбционной воды.

2) Торф с тех же разработок, взятый в августе 1921 г. с глубины 1½ арш., содержал 37,7% адсорбционной воды.

3) Торф из Ляпинского болота (Ярославль), с глубины 1 арш., содержал 34,7% адсорбционной воды.

Аналогичные определения были сделаны Swen Oden'ом (Kolloidchemie Beihefte. 11, 253, 1919 г.), который в условиях Van-Bemmelen'a нашел для хорошо гумифицированного торфа («кислый болотный гумус»), что он при упругости водяного пара в 15 мм содержит 84,9% адсорбционной воды. Для другого образца торфа («сфагновый гумус») Swen Oden нашел содержание адсорбционной воды при 15 мм упругости пара равным 43,4%.

Таким образом, на основании определений Swen Oden'a и наших можно принять для сфагновых торфов, что содержание в них адсорбционной воды при максимальной упругости водяного пара будет колебаться между 35% и 40%.

Гели, пришедшие в равновесие с насыщающим пространство водяным паром, при погружении в воду будут, вообще говоря, поглощать воду. Это поглощение воды в большинстве случаев продолжается до известного предела, когда гель приходит в состояние равновесия с жидкой водой; это, так называемые, предельно набухающие коллоиды. У некоторых немногих гелей процесс поглощения жидкой воды продолжается до перехода геля в золь, это, так называемые, неограниченно набухающие гели.

Вся вода, поглощенная оводненным в насыщенном водяным паром пространстве гелем при погружении его в жидкую воду, получила название воды набухания или имбибиционной воды (Quellungswasser).

К ограниченно (предельно) набухающим гелям надо отнести древесину, клетчатку, крахмалы, окиси металлов и т.д.; очевидно к этому роду гелей, набухающих в жидкой воде до известного только предела (Quellungsmaximum), надо отнести и торфяную массу.

К неограниченно набухающим гелям надо отнести гуммиарабик, альбумин, пептон, растворимую (так называемую коллоидальную) окись молибдена. Эти гели при погружении в жидкую воду начинают сейчас же набухать и в то же время с поверхности как бы плавятся, расползаются и постепенно переходят в золь. Эти гели непосредственного интереса для нас не представляют.

Между этими двумя родами гелей существуют переходы, как например, желатин и агар-агар. Эти коллоиды при обычных условиях температуры набухают ограниченно, но при повышенной температуре они способны неограниченно поглощать жидкую воду и постепенно переходить в раствор.

Возможно, однако, предельно набухающему гелю путем химического воздействия сообщить способность неограниченно набухать до полного перехода в золь. Наоборот, при выборе другого реактива можно неограниченно набухающий гель сделать ограниченно набухающим, а для ограниченно набухающего геля в сильной степени понизить способность набухать. Эти превращения гелей имеют для нас чрезвычайно важное значение.

Набухший в воде гель при перенесении его в пространство с насыщенным водяным паром будет терять воду (Schröder. Zeitschrift für Physikalische Chemie. 45, 109, 1903 г.); следовательно, упругость пара имбибиционной воды больше таковой для чистой воды.

Явления набухания гелей играют важную роль в физиологических процессах и потому обратили на себя внимание прежде всего физиологов, которые и дали исчерпывающее определение этого явления. Уже в 1880 г. Hugo de Vries дал такое определение в своем учебнике физиологии. Так как к этому определению едва ли можно что-нибудь добавить, то мы приводим его для характеристики процессов набухания.

1) Микроскопически гомогенный гель при соприкосновении с жидкой водой поглощает большое количество воды; при этом микроскопическая гомогенность геля не нарушается.

2) При набухании (Imbibition или Quellung) гель сильно увеличивает свой объем до трехкратного и более от начального объема; в этом отношении набухание сильно отличается от впитывания воды пористыми телами, которые при этом в объеме не увеличиваются.

3) При высыхании набухшие гели уменьшают свой объем по мере потери воды.

4) Набухший гель показывает большую эластичность по сравнению с не набухшим; вместо твердого и хрупкого он становится мягким и гибким.

Необходимо оговориться, что в последнее время Katz (Kolloidchemie Beihefte. 9, 1, 1918 г.) несколько иначе характеризовал явления набухания, а именно: «всякое поглощение жидкости микроскопически гомогенным телом без потери этой гомогенности есть набухание». В этом определении Katz игнорировал увеличение объема и повышение эластичности гелей при набухании, а потому его определение нельзя признать исчерпывающим.

Для нас важно помнить, что микроскопически гомогенный гель при набухании сохраняет свою микроскопическую гомогенность. Это значит, что фильтрованием нельзя отделить воду набухания от геля, так как процесс фильтрования не дает возможности разделять на компоненты микроскопически гомогенные системы, хотя бы этот процесс фильтрования производился под давлением, по крайней мере, в пределах технически допустимых давлений при обезвоживании торфа.

Таким образом, в естественном торфе, представляющем сложную коллоидальную систему, мы должны признать наличность, кроме свободной воды, еще адсорбционную воду и воду набухания; последние два рода воды нельзя удалить из торфяной массы путем фильтрования, хотя бы под давлением.

Торфяная масса, однако, содержит в себе, кроме гелей, еще и форменные элементы не вполне разложившихся растений. В этих неразложившихся частях растений имеются различные капиллярные ходы, наполненные водой. Для этой, заключающейся в капиллярах, воды предложен удачный термин «капиллярная вода» (Kapillarwasser – по Wo. Ostwald'у). Эта капиллярная вода при отжимании торфяной массы может быть удалена лишь отчасти.

Наконец, для торфа мы должны отличать еще один вид воды. Каждая частица торфа, как бы мы его ни отжали, будет покрыта тончайшей пленкой воды, смачивающей торф. Эту воду удалить отжиманием так же невозможно.

И чем больше будет суммарная поверхность отдельных частиц торфяной массы, тем больше такой воды будет оставаться при отжимании торфа; иными словами, чем более будет диспергирована торфяная масса, тем больше воды будет удержано частицами на их поверхности. Эту воду мы будем называть окклюзионной водой.

3. Изменения гелей и золь под влиянием физических воздействий и химических реактивов

Мы переходим к вопросу о тех воздействиях, которые могут повести к понижению содержания в гелях адсорбционной, имбибиционной и окклюзионной воды, чтобы отсюда уже сделать заключение о воздействиях на торфяную массу, которые могут сообщить ей способность легче и в большем количестве отдавать воду под давлением.

Всякий гель способен, как указано выше, терять воду набухания даже в пространстве с насыщенным водяным паром; тем более он будет терять воду в пространстве, где упругость водяного пара близка к нулю. Но при этих последних условиях гель будет терять и воду адсорбционную. Гель, как говорят, будет обезвоживаться, высыхать.

После обезвоживания в пространстве с упругостью водяного пара, близкой к нулю, различные гели при новом оводнении их будут вести себя различно. Необходимо различать обратимые гели и необратимые.

Обратимый гель после обезвоживания его сохраняет способность адсорбировать пары воды в пространстве, содержащем водяной пар, причем при максимальной для данной температуры упругости (насыщенный пар) обратимый гель достигнет прежней степени оводнения (крахмал) – А.В. Раковский.

Необратимые гели при высушивании их в значительной мере теряют свою способность адсорбировать водяной пар и, будучи помещены в пространство с насыщенным паром, не достигают прежней степени оводнения (трава – процесс сенообразования, торф, в главной своей массе и др.).

Здесь имеются в виду процессы оводнения и обезвоживания гелей при обычных условиях температуры. Однако, при повышенной температуре можно и у обратимых гелей вызвать необратимые изменения; таким изменениям подвергаются даже неорганические гели (Van-Bemmelen – кремневая кислота, окись железа и т.д.); для этого необходимо только нагревание гелей при очень высокой температуре (прокаливание). Органические гели (А.В. Раковский – крахмалы) претерпевают необратимые изменения указанного характера при более низкой температуре; для этого достаточно нагревание до 120°.

Влияние воздействия химических агентов на способность гелей адсорбировать пары воды почти не изучалось.

Относительно изменения способности гелей поглощать жидкую воду (набухать) известно, что одни гели обезвоживаются обратимо и после обезвоживания сохраняют в полной мере или почти в полной мере способность набухать; другие гели после обезвоживания или совершенно утрачивают способность набухать, или же сохраняют ее в ничтожной степени. Интересующая нас торфяная масса высыхает необратимо, теряя способность набухать в жидкой воде.

Здесь необходимо сделать оговорку. Известно, что высушенный до воздушно-сухого состояния торф при погружении его в воду поглощает значительные количества воды (10%-20% от веса взятого торфа). Это поглощение воды нельзя, однако, считать набуханием. Здесь имеет место впитывание воды пористым телом, и потому принятый в торфотехнике термин «водопроницаемость» торфа вполне характеризует это свойство высушенной торфяной массы.

Возможно, что и в этом случае происходит набухание в ничтожной степени, но сказать этого определенно мы не можем, так как обычный метод определения воды набухания не приложим к торфу как к естественному, вследствие наличности капиллярной воды, учесть которую мы не можем, так и к высушенному, вследствие его пористости.

Отсутствие заметных изменений в объеме у погруженного в воду и высушенного торфа свидетельствует, что здесь происходит главным образом поглощение воды пористым телом, а не явление набухания (сравни выше, определение набухания).

Кроме высушивания возможно и другими путями изменять в значительной степени способность гелей набухать, а то и совершенно лишать их этой способности.

Из чисто физических методов мы остановимся на действии высоких и низких температур.

Уже простое кипячение с водой многих ограниченно набухающих гелей лишает их способности сильно набухать. Каждому химику из аналитической практики хорошо известно, что многие минеральные гели, выделенные при обыкновенной температуре и представляющие объемистые, плохо фильтрующиеся осадки, после кипячения с водой значительно уменьшают свой объем и приобретают способность легко фильтроваться.

Нагревание таких гелей до более высокой температуры может совершенно лишить их способности набухать; достаточно указать на изменения под влиянием прокаливании в свойствах окиси железа, которая после этого теряет даже способность растворяться в слабых кислотах при обыкновенной температуре.

Органические гели, понятно, нельзя подвергать действию высоких температур для уничтожения их способности набухать; вполне возможно, однако, многие из органических гелей кипятить с водой и даже подвергать действию перегретого пара и этим в значительной степени понижать их способность набухать; в этом отношении гели торфа не представляют исключения и под влиянием воздействия перегретого пара сильно меняют свои свойства в сторону уменьшения способности набухать.

Аналогично действует на гели и понижение температуры. Достаточно указать, что замораживание объемистого, сильно оводненного геля окиси железа приводит к получению зернистого, легко отфильтровывающегося осадка. Так же действует замораживание на органические гели и в том числе на гели торфяной массы; это хорошо известно, и мы не будем подробно останавливаться на данном явлении.

В большей мере нас интересует вопрос о влиянии электролитов на способность гелей набухать. В настоящее время вопрос этот настолько хорошо научен, чтобы уже на основании чисто теоретических соображений можно было наметить пути к разрешению вопроса о действии на торфяную массу химическими реактивами.

Выше мы видели, при каких условиях гели теряют способность набухать в воде. Возможно, однако, вернуть способность набухать гелю, в значительной мере утратившему ее при указанных обработках; для этого достаточно подвергнуть такой гель воздействию соответствующего химического реактива.

Вообще говоря, кислая и щелочная среда вызывают у гелей утраченную способность набухать и повышает в сильной степени существующую; при этом гели **основного характера** сильно набухают в кислой среде*, а гели кислого характера – в щелочной среде; гели амфотерного характера (белковые тела) хорошо отзываются в этом отношении и на кислоты, и на щелочи.

* Основания – это сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металлов и одной или нескольких групп гидроксильной щелочи. Основания делятся на растворимые и нерастворимые. Щелочи – это основания, растворимые в воде. – Из Интернета

Такого рода процессы давно известны и нашли себе широкое применение в технике. Кожевник, с целью повысить способность голя [[\(кожи, подготовленной к дублению\)](#)] адсорбировать дубильные вещества, дает ему «нажор», т.е. заставляет голье несколько набухнуть и для этого помещает его на известное время в кислую среду. Для повышения способности усваивать краски и для других целей у хлопчатобумажных тканей повышают способность набухать, погружением их в щелочной раствор (мерсеризация тканей).

В новейшее время процессы набухания органических гелей под влиянием кислот и щелочной среды были подробно изучены М. Fischer'ом, который сосредоточил свое внимание, главным образом, на набухании белковых тел (М. Fischer. Das Oeden. Dresden, 1910). Путем систематических исследований М. Fischer установил, что кислая среда всегда вызывает набухание животных тканей.

А.В. Раковский изучил набухание крахмалов под влиянием щелочной среды (А.В. Раковский. «К учению об адсорбции» [– [магистерская диссертация, 1914 г.](#)], стр. 152).

F.W. Upson и J.W. Calvin изучили набухание клейковины пшеницы под влиянием кислот; при этом они установили, что для каждой кислоты существует оптимальная концентрация, при которой набухание клейковины достигает максимума; дальнейшее повышение концентрации кислоты вызывает уменьшение степени набухания (Journal of the American Chemical Society, 37, 1297, 1915 г.).

Wo. Ostwald и Lüers (Kolloid Zeitschrift. 25, 82, 177, 1919 г.), а затем Lüers и Schneider (Kolloid Zeitschrift. 28, 1, 1921 г.) изучали набухание глиаина [[\(белка злаков\)](#)], пшеницы и ржи в кислой и щелочной среде.

Все эти исследования приводят к заключению, что *торфяная масса, состоящая из коллоидальных углеводов, белковых веществ и гуминовых кислот, будет набухать как в кислой, так и щелочной среде; следовательно, воздействие на торф каких бы то ни было щелочей или [жадных кислот](#) [кислот, жадно поглощающих воду, как, например, серная, соляная или уксусная? – МК] вызовет набухание торфяной массы и потому повысит ее способность удерживать большие количества воды, В силу сказанного всякие попытки применить для искусственного обезвоживания торфа действие извести, соды или минеральных кислот обречены на полную неудачу.*

К этому необходимо добавить, что обработка торфяной массы едкой известью повышает адсорбционную способность ее по отношению к водяному пару, как это видно из работы Swen Oden'a (Kolloid Beihefte. XI, 75, 1919 г.), изучившего адсорбцию водяных паров при различных упругостях естественными торфами, обработанными предварительно едкой известью. Данные Swen Oden'a приведены в [таблице I \(здесь опущена\)](#).

Те же исследования М. Fischer'a, Wo. Ostwald'a и Lüers'a приводят к неоспоримому выводу, что нейтральные соли вызывают спадение набухания гелей; действие нейтральных солей в некоторых случаях бывает очень резким; находящийся в кислой среде и сильно набухший гель при прибавлении нейтральной соли начинает быстро уменьшаться в объеме, что свидетельствует о спадении набухания.

Прибавление к кислоте нейтральной соли может совершенно остановить набухание геля или же ослабить его в значительной степени. В труде М. Fischer'a можно найти целый ряд разительных примеров действия нейтральных солей.

Техника так же давно знала это влияние нейтральных солей на процесс набухания гелей. На кожевенных заводах применяются так называемые пикеля, представляющие растворы соляной кислоты и поваренной соли; назначение пикелей – дать голю ограниченный нажор (набухание), причем ограничивающим нажор реактивом является поваренная соль.

Эти последние наблюдения приводят к выводу, что *понижающих набухание торфяной массы реактивов надо искать среди нейтральных солей*.

Временно мы рассматривали пропитывающий торфяную массу коллоидальный раствор (золь) как чистую воду. В естественном торфе коллоидальный раствор содержит относительно мало сухого вещества (около 5% от всего содержащегося в торфе сухого вещества), и потому этот раствор можно было считать за чистую воду без риска впасть в грубую ошибку.

Совершенно иначе обстоит дело с гидроторфом (гидромассой), золь которого по исследованиям А.В. Думанского (неопубликованное исследование) содержит около 30-35% сухого вещества от всей массы, находящейся в гидроторфе; в этом случае невозможно уже игнорировать находящееся в коллоидальном растворе сухое вещество, так как потеря его была бы слишком неэкономной.

С другой стороны, золь гидромассы содержит коллоиды в самой разнообразной степени дисперсности, от довольно крупных суспендированных частиц до молекулярно-дисперсных веществ; такой коллоидальный раствор должен оказывать большое влияние и притом отрицательного характера на способность гидромассы фильтроваться. Не подлежит сомнению, что этот раствор своими более крупными коллоидальными частицами будет забивать поры любой фильтрующей перепонки и делать ее водонепроницаемой. Необходимо было поэтому разрешить вопрос о разрушении коллоидального раствора гидромассы и выделении находящихся в растворе веществ в виде гелей.

Коллоидальная химия указывала путь к решению этого вопроса. Дело упросталось тем обстоятельством, что разрушение коллоидальных растворов вызывают те же физические и химические агенты, которые понижают способность набухать у гелей.

Кипячение или же замораживание коллоидального раствора (золя) вызывает свертывание или коагуляцию коллоида; этот процесс коагуляции связан с выпадением коллоида в осадок в виде геля.

Действие кипячения или нагревания перегретым паром до 150-160° на торфяную массу более сложно; в этом случае отчасти имеет место коагуляция растворенных коллоидов и переход их в гель, а отчасти происходит гидролиз органических соединений (полисахаридов и белков) до превращения их в молекулярно-дисперсные вещества; но подробно об этом мы скажем ниже, при описании способов Ekkenberg'a и Ten-Bosch'a.

Такое же действие оказывают и электролиты. При этом нейтральные соли необратимо свертывают растворенные коллоиды; это значит, что раз коллоид выпал из раствора под влиянием прибавления к нему нейтральных солей, то он уже не перейдет обратно в раствор, пока окружающая его среда не будет так или иначе изменена.

Иначе действуют кислоты и щелочи; под влиянием кислоты или щелочи коллоидальный раствор может быть разрушен, но вскоре затем выпавший гель начнет набухать и постепенно переходит снова в раствор; для различных коллоидов эти процессы будут протекать различно.

Как на пример можно указать на действие соляной кислоты на коллоидальный раствор окиси железа; в первый момент после прибавления небольших количеств крепкой соляной кислоты к коллоидальному раствору окиси железа происходит коагуляция золя, и окись железа выпадает из раствора (раствор становится мутным); но вскоре начинается обратный переход окиси железа в раствор (раствор осветляется и становится прозрачным); происходит пептизация геля.

Все это достаточно убедительно говорит за то, что разрушать коллоидальный раствор гидромассы следует либо кипячением, либо замораживанием, либо, наконец, действием нейтральных солей, но ни в каком случае кислотами или щелочами.

Необходимо указать, что коагуляция, приводящая к образованию более крупных агрегатов, связана с сильным уменьшением суммарной поверхности отдельных коллоидальных частичек; уменьшение же суммарной поверхности приводит к понижению количества окклюзионной воды.

Мы уже видели выше, что действие нейтральной соли – сернокислого кальция (гипса) – привело к определенным результатам и дало возможность: 1) ускорить естественную сушку гидроторфа в поле и 2) сохранять поля стилки от закупоривания их частичками гидромассы.

Но для коагуляции гидромассы с целью искусственного ее обезвоживания гипс все-таки не мог быть применен. Действие гипса было сравнительно слабо и не разрушало вполне коллоидального раствора гидромассы; с другой стороны, гипс не давал такого эффекта, какой был желателен, в смысле понижения способности торфяной массы набухать; процесс свертывания раствора был не резок, не получалось крупных, быстро оседающих, агрегатов частиц золя; коагулированная гипсом гидромасса отстаивалась медленно. Между тем для целей искусственного обезвоживания торфа необходимо было подобрать реактив, который бы вполне разрушал коллоидальный раствор гидромассы и свертывал всю торфяную массу до образования крупных, быстро отстаивающихся, хорошо отделяющихся фильтрованием частичек.

Теоретически можно было предвидеть, что такой реактив надо искать среди солей трехвалентных металлов. (Мы воздерживаемся от изложения теоретических взглядов на процессы коагуляции, так как это не входит в программу [данной] книги технического характера. Заметим только, что на основании только чисто физических воззрений на процесс коагулирования золь электролитами – нейтрализации зарядов – трудно объяснить наблюдаемое отношение между концентрациями одно-, двух- и трехвалентных ионов концентрациями, вызывающими одинаковую коагуляцию; А.В. Думанский в неопубликованной работе нашел, что для получения одинакового эффекта коагуляции золя гидроторфа требуются приблизительно следующие концентрации ионов: [одновалентный] Na' / [двухвалентный] Mg'' / [трехвалентный] $\text{Al}''' = 7270 / 209 / 1$.)

И действительно, соли алюминия (сернокислый алюминий) и особенно соли окиси железа (хлорное железо) очень энергично коагулируют гидромассу, давая крупные сгустки, способные быстро оседать на дно сосуда, причем над осадком отстаивается совершенно прозрачный раствор.

Мы, однако, не могли остановиться на применении именно реактивов в качестве коагуляторов гидромассы; нам пришлось брать трехвалентное железо, но в виде особого соединения, о котором скажем ниже.

Резюмируя все сказанное, мы приходим к нижеследующим положениям.

1. В естественном торфе мы должны различать коллоидальный раствор, который: 1) заполняет капиллярные ходы форменных элементов – не вполне разложившихся частей растений (Kapillarwasser) и пространство между отдельными частичками торфяной массы, 2) облекает тончайшей пленкой каждую частичку (Okklusionswasser); кроме того, гели торфа содержат адсорбционную и имбибиционную воду.

2. В гидромассе, подвергшейся сильной переработке в растирателе, нам надо отличать коллоидальный раствор, окклюзионную воду, адсорбционную и имбибиционную воду; капиллярная вода здесь играет подчиненную роль.

3. В целях искусственного обезвоживания естественного торфа и гидроторфа необходимо подвергать их действию нагревания или замораживания или же, наконец, обрабатывать нейтральными солями, что приводит к сильному понижению способности торфа удерживать воду.

Мы рассмотрим с технической стороны каждый из указанных методов и, кроме того, бегло остановимся на применении явления электроосмоса для обезвоживания торфа.

4. Методы искусственного обезвоживания торфа

Мы видели, что естественный сфагновый торф содержит относительно мало воды, которую можно удалить прессованием (мы не рассматриваем здесь вопроса об искусственном высушивании естественного торфа, так как вопрос этот достаточно разъяснен в соответствующей литературе; кроме того, простой подсчет приводит к выводу о неэкономичности такого способа обезвоживания торфа), и потому чисто механическое отжимание воды из естественного торфа не может привести к положительным результатам.

Но механическое отжимание воды из торфа связано еще с целым рядом других вопросов, из которых мы здесь рассмотрим лишь вопрос о фильтрующей перепонке, так как он, несомненно, имеет общее значение.

Само собой понятно, что самым трудным делом при конструировании прессов для отжимания торфа является создание такой фильтрующей перепонки, которая бы легко и быстро пропускала отжимаемую воду и в то же время задерживала всю торфяную массу. Не будем обращать внимание на такие требования, как большая фильтрующая поверхность перепонки, ее прочность и т.д. Мы сейчас увидим, что и без этих сильно осложняющих дело требований почти невозможно построить фильтрующую перепонку, удовлетворяющую двум первым требованиям.

Форменные элементы торфяной массы (плохо разложившиеся части растений) легко задержит любая фильтрующая перепонка. Удержать же склеивающую форменные элементы массу, представляющую смесь различных, по величине зерна и степени набухания, гелей, не сможет даже самая густая сетка.

Среди гелей склеивающей массы мы найдем все степени набухания, начиная с едва набухших веществ до таких, которые достигли высокой степени набухания и находятся на самой границе пептизации. В связи с этим мы найдем в гелях склеивающей массы вещества самой разнообразной степени раздробления включительно до таких, которые представляют собой незаметный переход к частичкам способного фильтроваться золя.

Невозможно поэтому сконструировать для отжимания естественного торфа такую фильтрующую перепонку, которая бы задержала все вещество торфа; а следовательно всякое механическое отжимание воды из естественного торфа неизбежно будет приводить к потере наиболее ценного горючего материала.

Свойство торфяной массы позволяет предугадать это, а опыт вполне подтверждает эти заключения.

Поставленные нами опыты отжимания естественного торфа при различных давлениях показали, что при низких давлениях торф обезвоживается очень слабо, при повышении же давления растет потеря торфяной массы, несмотря на то, что нами применялось в качестве фильтрующей перепонки довольно густое полотно. Результаты опытов [[над торфом с болота «Электропередачи» и Ляпинского и Забелинского болот под Ярославлем](#)] собраны в таблицах II, III и IV ([здесь опущены](#)).

Данные таблиц показывают, что обезвоживание естественного сфагнового торфа путем отжимания воды при 25 атм. приводит к брикетам с низким содержанием сухого вещества (в среднем 17%); с повышением давления до 100 атм., что технически едва ли возможно, содержание сухого вещества в брикете увеличивается довольно значительно.

Но это увеличение содержания сухого вещества в брикете отнюдь не является результатом отдачи воды торфяной массой; в этих случаях обогащение брикета сухим веществом происходит за счет потери наиболее оводненных (набухших) гелей торфяной массы.

Если учесть это обстоятельство, то необходимо прийти к выводу, что увеличение давления даже до 100 атм. не оказывает заметного влияния на способность торфяной массы отдавать воду.

Таким образом, отжимание естественного торфа даже при высоких давлениях не может привести к получению брикетов, которые выгодно было бы искусственно досушивать. Подтверждением этому выводу служит история неудач всех торфяных заводов, основанных на принципе обезвоживания торфа путем простого отжимания воды в прессах.

Отсюда уже сам собой напрашивается следующий вывод: если нельзя сконструировать фильтрующую перепонку для отжимания естественного торфа, то очевидно необходимо найти такой способ предварительной обработки естественного торфа, который сообщил бы торфу способность легко отдавать воду при отжимании без потери сильно оводненных гелей.

Решение вопроса о способах предварительной обработки естественного торфа шло двумя путями, из которых один был выбран, по нашему мнению, неудачно.

Отсутствие у естественного торфа способности отдавать большую часть воды при отжимании – одно направление технической мысли решило устранить чисто механическим путем, и в этом заключалась коренная ошибка. Полагали, очевидно, что аморфная часть торфа при отжимании в прессах образует очень плотный слой, неспособный пропускать отжимаемую из торфа воду. Чтобы устранить это неприятное свойство торфяной массы и сообщить ей способность легко пропускать отжимаемую воду, решили, так сказать, дренировать торфяную массу путем примешивания к ней различных сухих порошкообразных веществ.

Вместе с тем прибавление сухих порошков к торфяной массе должно было, по мнению авторов способа, вызывать некоторую коагуляцию торфяных зелей (по нашему мнению, примесь сухого порошка далеко не вызывает полной коагуляции торфяных зелей; об этом свидетельствует сильная окраска отжимаемой воды при работе по методу «Madruck» и потеря вещества при 100 атм. через густое полотно). Мы остановимся здесь только на новейшем способе отжимания из естественного торфа воды после примешивания к нему сухого торфяного порошка.

В Германии «Gesellschaft für maschinelle Druck-Entwässerung» сконструировало для отжимания смеси естественного торфа с сухим торфяным порошком быстро работающий пресс с большой продуктивностью. По сообщению этого общества, в его условиях удается понизить содержание влаги в торфяном брикете до 60%.

Эта цифра вполне вероятна, если для отжимания брать мало разложившийся сфагновый торф. Едва ли, однако, удастся настолько понизить содержание воды в брикетах из пресса «Madruck», если взять для отжимания сильно разложившийся торф. Наши опыты прессования торфа с болота «Электропередачи» в условиях «Madruck» не дали таких результатов, как это видно из таблицы V ([здесь опущена](#)).

Из этих данных видно, что примешивание сухого торфяного порошка к естественному торфу, безусловно, устраняет потерю при отжимании сильно оводненных гелей торфяной массы, но в то же время мало влияет в конечном итоге на обезвоживание взятого торфа.

Если пересчитать для 50 атм. понижение влажности торфа после отжимания его с сухим порошком, то окажется, что влажность его понизилась до 81%, между тем как при отжимании в тех же условиях, но без примеси порошка этот торф понизил свою влажность до 79% ([таблица II](#)).

Малая степень понижения влажности брикета при отжимании в условиях «Madruck» при наших опытах объясняется свойствами русского сфагнового торфа.

Наши сфагновые торфа, и в их числе торф с болота «Электропередачи», представляют хорошо разложившую массу, содержащую, как уже указывалось, большой процент гелей, находящихся в состоянии максимума набухания. Если прибавка сухого порошка и может вызвать частичную коагуляцию находящихся в растворе коллоидов (золей), то она ни в каком случае не понизит степени набухания гелей.

Для русских же, хорошо разложивших торфов, необходимо не только коагулировать золи, но и понизить степень набухания гелей. Иначе обстоит дело с немецкими, мало разложившимися торфами; в этих торфах содержится значительно меньше набухших гелей, а потому при отжимании их в условиях «Madruck» и получаются хорошие результаты. Совершенно ясно, что обезводить отжиманием почти не набухающую волокнистую массу (очес) несравненно легче, чем сильно набухшую гумусовую массу.

Однако неудачу в нашем опыте с отжиманием смеси сырого торфа с сухим порошком могут объяснить следующим образом: в сыром торфе не были разрушены форменные элементы растений, а потому вода, находившаяся в капиллярных ходах, не могла быть удалена при отжимании; между тем в волчке «Madruck» [([вращающемся двухвальном измельчителе](#))] разрушение этих форменных элементов могло иметь место.

Для устранения этого объяснения нами были проведены аналогичные опыты с гидроторфом, влажность которого предварительным фильтрованием почти без давления была доведена до 90%. Гидроторф, прошедший торфосос и растиратель, содержал, конечно, очень мало неразрушенных форменных элементов. Приводим результаты одного из таких опытов, дававших удовлетворительные совпадения.

250 гр. отфильтрованного гидроторфа [[были](#)] смешаны с 25 гр. сухого порошка (12% влажности) и отжаты в прежних условиях при 50 атм. Брикет весил 151,5 гр. и содержал 31,6% сухого вещества. Если пересчитать эти данные таким же образом, то окажется, что влажность взятого гидроторфа понизилась до 80%, т.е. в пределах колебаний цифр наших опытов – та же величина, что и в предыдущих опытах.

Такой результат приводит к следующим выводам:

1) находящаяся в капиллярных ходах форменных элементов вода (Kapillarwasser) в естественном торфе по количеству играет подчиненную роль по сравнению со всей массой воды и

2) разрушение форменных элементов путем растирания торфа с водой приводит к повышению степени дисперсности торфяной массы и коллоидальному связыванию новых порций воды, что, по-видимому, вполне компенсирует освобождение воды из капиллярных ходов (сильное повышение степени дисперсности торфа при работе по гидравлическому способу доказано А.В. Думанским).

Совершенно иные результаты получаются при отжимании смеси сухого порошка с естественным торфом, из которого предварительно была удалена свободная вода фильтрованием под давлением 0,25 атм. При отжимании такой смеси под давлением 50 атм. получены результаты, указанные ниже:

Торф с болота «Электропередачи»		
Торфа из залежи в гр.	300	300
После отжимания при 0,25 атм. в гр.	275	247
Примешано сухого порошка в гр.	30	30
Вес брикета после отжимания при 50 атм.	175	161
Сухого вещества в брикете в %	35,6	35,2

Разницу в результатах отжимания смеси сухого порошка с сырым торфом и торфом, освобожденным предварительно от свободной воды, легко объяснить.

При смешивании порошка с сырым торфом из залежи происходит впитывание сухим торфом свободной воды, что и приводит в итоге к небольшому понижению влажности вообще всего торфа и взятого естественного торфа в частности; этого практически не происходит при смешивании сухого порошка с предварительно отжатым естественным торфом, вследствие чего имеет место большее понижение влажности всего брикета (в среднем до 64,6%) и взятого естественного торфа (в среднем до 76,5%).

На основании приведенных данных можно прийти к выводу, что способ «Madruck» не является общим решением вопроса об искусственном обезвоживании торфа; если он и может быть приложен успешно непосредственно или же с некоторыми изменениями, вроде указанных нами, к мало разложившимся торфам и даст брикеты с высоким содержанием сухого вещества (около 40%), то едва ли этот способ ожидает полный успех при работе с сильно разложившимся торфом.

В то же время не может подлежать сомнению, что и самый способ «Madruck» и в особенности сконструированный этим обществом пресс являются крупным успехом в технике обезвоживания торфа. К таким же почти выводам приходит и профессор G. Keppeler на основании произведенных в его лаборатории опытов [[исследователем Conrad](#)] Raapke (Gustav Keppeler. Die Methoden zur künstlichen Entwässerung von Torf, стр. 30).

Все сказанное о чисто технических способах обезвоживания торфа можно резюмировать следующим образом: путем простого отжимания обычного для России хорошо разложившегося естественного торфа с помощью самых совершенных прессов нельзя получить желаемых результатов, примешивание же сухого порошка в конечном итоге мало помогает делу обезвоживания такого торфа.

Однако, пресс «Madruck» должен дать лучшие результаты, если торфу сообщить способность больше отдавать воды, подвергнув его той или иной обработке. Здесь мы уже подходим к применению способов понизить содержание имбибиционной воды в гелях торфа и разрушить коллоидальный раствор (золь), пропитывающий торфяную массу.

5. Электроосмотический способ B. Schwerin'a

Электроосмотический способ B. Schwerin'a в настоящее время все еще находится в стадии разработки, хотя патент был взят в 1900 году и почти сейчас же начал проводиться в промышленном масштабе (1) G. Keppeler. Die Methoden zur künstlichen Entwässerung von Torf, стр. 30; 2) [[Paul](#)] Hoering. Moornutzung [[und Torfverwertung](#); [сия книга неоднократно переиздавалась, самое свежее издание, для Г.Л. Стадникова, вышло в Берлине в 1921-м](#)], стр. 464; 3) [[Friedrich](#)] Bartel. Torfwerke[: Gewinnung, Veredelung und Nutzung des Brenntorfes unter besonderer Berücksichtigung der Fördereinrichtungen und der Torfkraftwerke], стр. 195).

Несмотря на ряд неудачных опытов (Elektroosmose-Gesellschaft в Германии, Osmos-Aktiengesellschaft в Швейцарии) разработка метода продолжается.

В самое последнее время обезвоживание торфа по патенту B. Schwerin'a производится, в общих чертах, следующим образом. Хорошо размолотый с водой торф влажности около 90-92% подогревается до 45⁰ и нагнетается насосом в электроосмотический фильтр-пресс, состоящий из ряда камер, две стенки которых представляют электроды. Во время работы торфяная масса в фильтр-прессе держится под небольшим давлением, что способствует удалению из камер воды, собирающейся у отрицательного электрода, который сделан из проволочной сетки.

В этих условиях торф обезвоживается приблизительно до влажности 65%. G. Keppeler прибавляет, что лучше всего для обезвоживания по этому способу пользоваться гидромассой («der Rohtorf wird am besten durch das sogenannt Spritzverfahren abgebaut»).

Отрицательные стороны этого метода состоят в том, что 1) процесс обезвоживания длится довольно долго, 2) слой водного торфа, проходящего между электродами и содержащего небольшое количество сухого вещества, очень невелик – не более 5 см, что требует непомерно громоздкой аппаратуры, и 3) затрата энергии все еще велика – около 130 киловатт-часов на тонну торфа с влажностью 65%.

Какова будет дальнейшая судьба этого метода, сказать трудно; для получения ответа на этот вопрос необходимо иметь протоколы испытаний способа в промышленном масштабе; а эти протоколы естественно держатся в секрете. Едва ли, однако, удастся в дальнейшем понизить расход энергии настолько, чтобы сделать этот способ обезвоживания торфа экономически выгодным, если почти двадцатилетняя работа в этом направлении привела к затратам более 4-х киловатт-часов на пуд воздушно-сухого торфа.

Необходимо добавить, что в специальной литературе возлагаются большие надежды на возможность использовать торф с влажностью в 65% в генераторах [\[сухой перегонки\]](#) при условии хороших выходов смолы.

6. Способ Экенберга

Другой способ подготовки торфяной массы к механическому отжиманию из нее воды состоит в действии повышенной температуры (около 150-160⁰) на коллоиды торфа. Способ этот был предложен [\[шведским исследователем Martin'ом\]](#) Ekenberg'ом и получил название «Nassverkohlung» ([\[«Влажная карбонизация»\]](#)), германский патент № 161676, 1902 г.). Ekenberg нагревает торф в закрытом сосуде до 150-160⁰, следовательно, под давлением около пяти атмосфер; в этих условиях торфяная масса сильно меняет свои свойства и приобретает способность легко отдавать воду при отжимании в прессах, так что при отжимании в течение 50 минут можно получить брикет с влажностью около 50%.

До самого последнего времени полагали, что действие нагревания до 150⁰ состоит исключительно в коагулировании коллоидов торфяной массы. Еще в 1921 г. Keppeler писал: «es wird durch die Wirkung der Hitze eine Zusammenlagerung einer größeren Anzahl feinsten Teilchen zu einer geringer Anzahl größerer Teilchen herbeigeführt» (Loco citato [\[\(в указанном месте\)\]](#), стр. 22).

Но в этом году благодаря исследованиям Wo. Ostwald'a (Kolloid-Zeitschrift. XXX, 119 и 187, 1922 г.) выяснилось, что в условиях Ekenberg'a торфяная масса претерпевает двоякого рода изменения. С одной стороны, действительно, главная масса коллоидов торфа подвергается коагуляции; с другой стороны, меньшая часть коллоидов торфа претерпевает гидролитическое расщепление и переходит в молекулярный раствор; следовательно, работа в условиях Ekenberg'a связана с потерей сухого вещества. По опытам Wo. Ostwald'a, в раствор переходит 8-10% сухого вещества торфа.

Исследования Wo. Ostwald'a показали, что при обработке торфа в условиях Ekenberg'a происходит полная коагуляция золь торфа и такое сильное изменение гелей, что торфяная масса после этого вполне утрачивает даже способность адсорбировать краски.

Исследование Wo. Ostwald'a произведено с торфом, подвергавшимся обработке перегретым паром (150-160⁰) в аппарате Ten-Bosch'a ([рис. К-1 – здесь опущен](#)). <...>

Так как результаты исследований Wo. Ostwald'a имеют большое значение для характеристики самого метода и коагулированного торфа, то мы остановимся несколько дольше на этой работе, а затем уже перейдем к технической оценке способов Ekenberg'a и Ten-Bosch'a. Wo. Ostwald полагает, что наиболее важное значение в способе Ten-Bosch'a имеют следующие три фактора:

- 1) нагревание торфа до 140-160⁰ в течение 30-40 минут;
- 2) вспучивание («Ausblasen») торфяной массы после пропаривания вследствие понижения давления, наступающего после прекращения доступа пара; и

3) прессование массы под давлением собственного веса и перегретого пара.

Обработка перегретым паром вызывает следующие процессы. *«Часть гелей торфа пептизируется таким же образом, как часть белковых или крахмальных гелей при нагревании в автоклавах; такое превращение претерпевают наиболее богатые водой сильно набухшие гели, в особенности гумусовые гели».*

Правильнее будет сказать, что при нагревании до 140-160⁰ часть гелей торфа подвергнется гидролитическому расщеплению и перейдет в вещества, легко растворимые в воде; при этом не гумусовые гели будут подвергаться гидролизу, а скорее белковые вещества и полисахариды. Одновременно с этим процессом «другая часть гелей торфа подвергается коагуляции», т.е. превращается в более крупные агрегаты, содержащие значительно меньше коллоидально связанной воды, чем исходные гели торфа.

Сильное сжатие торфа с одновременным нагреванием до 140-160⁰ (момент впуска в аппарат перегретого пара) и последующее понижение давления (прекращение доступа пара) вызывает вспучивание торфа, что приводит *«к разрушению грубой структуры торфяной массы и освобождению заключенной в капиллярах воды (Kapillarwasser)»*; таким образом, происходит *«механическое или дисперсид-физическое измельчение торфа, которое может быть произведено и с помощью размалывания и т.п.»*.

Мы бы сказали, что в этой стадии процесса Ten-Bosch'a, когда в аппарате начинает падать давление, происходит не только измельчение торфяной массы и разрыв капиллярных ходов, но и разрыв клеточных оболочек, что приводит к освобождению заключающихся в клетках коллоидов, из которых одни коагулируют, а другие переходят в раствор; в итоге это приводит к повышению способности торфа отдавать воду при отжимании.

Здесь протекают те же процессы, которые имеют место при нагревании муки из масличных семян перед выжиманием из них масла; при этом происходит разрыв клеточных оболочек образующимся паром, что приводит к освобождению заключенного в клетках масла и белков; последние свертываются под влиянием высокой температуры и потому при выжимании масла не проходят через поры фильтра.

Итак, обработка торфа паром приводит, во-первых, к превращению капиллярной и значительной части окклюзированной воды в свободную, легко отжимаемую воду, а во-вторых, к коагулированию гелей и зелей торфа или к их растворению, что так же связано с переходом значительных количеств неотжимаемой воды (Kolloidgebundenes Wasser) в легко отжимаемую.

Исследование Wo. Ostwald'a и P. Wolski показало, что между естественным и обработанным паром торфом существует большая разница в свойствах и, прежде всего, в способности отдавать воду испарением в воздух. Параллельное изучение скорости высыхания этих торфов при комнатной температуре дало числа, собранные в [таблице VI \(здесь не приводится\)](#).

Если эти результаты представить на кривых ([рис. К-2 – здесь не приводится](#)), то легко видеть, что обработанный паром торф равномерно отдает воду (с постоянной скоростью) до перехода в воздушно-сухое состояние; обезвоживание обработанного паром торфа выражается прямой, которая через пять дней переходит в другую прямую, параллельную оси абсцисс. Ход обезвоживания этого торфа показывает, что торф терял воду одного рода, именно, свободную воду. Наоборот, естественный торф только в первые пять дней терял воду с постоянной скоростью, а затем скорость отдачи воды постепенно падала; прямой отрезок кривой обезвоживания незаметно по параболической линии переходит в прямую, параллельную оси абсцисс.

Эту разницу в характере воды, содержащейся в естественном торфе и обработанном паром, Wo. Ostwald наглядно показал на следующем опыте качественного характера.

Одинаковые навески того и другого торфа были растерты в ступке с одинаковыми навесками кристаллического хлористого кальция ($\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$); естественный торф при этом не обнаружил существенных изменений; обработанный же паром торф расплылся во влажную на ощупь массу, хотя содержал на 15% воды меньше, чем естественный торф.

Большая разница между этими двумя торфами обнаруживается и в объемах, занимаемых одинаковыми количествами сухого вещества под водой; обработанный паром торф занимает вдвое меньший объем.

Весьма интересные результаты дало произведенное Wo. Ostwald'ом определение содержания гумусовых и гуминовых кислот в естественном и обработанном торфе. Производилась холодная и горячая экстракция чистой водой и с прибавлением небольших количеств едкого кали и избытка соды. Отношения между количествами веществ, извлекаемых из естественного торфа и обработанного паром, выражались следующими цифрами:

холодная экстракция	6-7/1
горячая экстракция	4-5/1
горяч. экстр. + едкое кали	4/1
горяч. экстр. + избыток соды	2,2/1

Эти числа весьма убедительно говорят, что под влиянием обработки паром гумусовые и гуминовые кислоты торфа переходят в нерастворимое в холодной и горячей воде состояние; прибавление к воде небольшого количества едкого кали мало повышает растворимость этих веществ в обработанном паром торфе, и только горячая экстракция в присутствии избытка соды несколько сглаживает разницу в содержании гумусовых и гуминовых кислот в вытяжках из естественного и обработанного паром торфа.

Экстракция в присутствии избытка соды показывает также, что под влиянием пара гумусовые и гуминовые кислоты если и подвергаются гидролизу, то в очень небольшом количестве.

Все это подтверждает, что под влиянием высокой температуры перегретого пара золи в большей своей части коагулируют и притом коагулируют необратимо. Некоторая же часть золь при этой обработке, как уже указано, подвергается гидролитическому расщеплению и дает хорошо растворимые в воде вещества (молекулярно-дисперсные); последнее доказано Wo. Ostwald'ом при исследовании отжимаемой из торфа воды в аппарате Ten-Bosch'a. Отжатая из обработанного паром торфа вода (Pulpen Wasser) содержала 0,665% сухого остатка; в это число входило 0,016% гумусовых веществ.

Свое сообщение об исследовании указанных торфов Wo. Ostwald заканчивает следующей характеристикой способа Ten-Bosch'a: *«на коллоидную воду торфа (Kolloidgebundenen Wasser) способ Ten-Bosch'a оказывает двоякое действие: одна часть торфяных гелей переходит в раствор и удаляется с отжимаемой водой (Pulpen Wasser), другая, большая часть, свертывается и вследствие этого лишается своей высокой способности удерживать воду».*

Для технологии торфа исследование Wo. Ostwald'a имеет чрезвычайно важное значение. Этим обстоятельным исследованием установлено окончательно, что повышение способности торфа отдавать воду при отжимании вызывается только коагуляцией торфяной массы. К такому выводу можно было придти теоретически на основании современного учения о коллоидах.

Wo. Ostwald'ом было дано экспериментальное доказательство приложимости этого вывода к коллоидам торфа. И теперь можно уже смело утверждать, что торфяная масса будет легко отдавать воду, раз она коагулирована независимо от того, каким образом произведена коагуляция; важно только, чтобы коагуляция была полной.

Таким образом, нагревание естественного торфа до 150-160° дает превосходные результаты в смысле сообщения торфяной массе способности легко отдавать воду при отжимании. Оставалось решить вопрос, возможно ли провести метод Ekenberg'a в промышленном масштабе.

Впервые за решение этого вопроса взялась английская компания Wet Carbonising Co., субсидировавшаяся английским правительством. Вся трудность задачи состояла в использовании тепла, затраченного на нагревание торфяной массы до 180° и даже 200°. В Шотландии был построен завод, на который доставлялся вынутый багером и хорошо размолотый с водой торф.

Работа производилась таким образом, что торф по внутренней трубе двигался навстречу отжатой из коагулированного торфа теплой воде, протекавшей по внешней трубе; здесь торф подогревался и переходил в следующую часть аппарата, где проводившая его труба обогревалась вышедшим из котла торфом с температурой около 190-195°; и в этой части аппарата нагревание было основано на принципе противотока.

В результате торфяная масса охлаждалась до 75°, а сырой торф нагревался до 140° и с такой температурой поступал в котел, где обрабатывался паром 200° довольно продолжительное время. Из котла торф сначала шел на нагревание сырого торфа, а затем поступал в фильтр-прессы. Из сказанного ясно, что заводом были приняты все меры к использованию затраченного на нагревание торфа тепла. И, тем не менее, завод не пошел и через шесть лет (с 1912 по 1918 гг.) был закрыт.

На пути к полному использованию тепла стояла, очевидно, плохая теплопроводность торфяной массы. Ten-Bosch указывал и на низкое содержание сухого вещества в поступающей на завод массе (6%) как на одну из причин неудачи работы по методу Ekenberg'a. Поэтому Ten-Bosch предлагал давать на завод менее водный торф и осушать возможно лучше болото, хотя бы для этого пришлось закладывать даже буровые скважины: он надеялся, что такими мерами можно понизить влажность торфа в залежи до 85% и этим избежать излишней затраты тепла на нагревание большого количества воды. Но тут возникло другое затруднение: торф с влажностью 85% нельзя провести через аппарат Wet Carbonising Co.

На основании много численных измерений Гидроторфа и продолжительной работы в промышленном масштабе можно утверждать, что без шнеков не удастся продвинуть через аппаратуру даже торф с влажностью в 90%. Это обстоятельство лишало возможности использовать тепло обработанной паром торфяной массы и отжатой воды.

Чтобы устранить это новое затруднение Ten-Bosch и предложил свой аппарат, построенный в виде описанной выше башни-трубы, в которой торфяная масса, по расчетам автора, должна двигаться под влиянием собственной веса, что довольно сомнительно, по крайней мере, для 85%-ного торфа.

Опыт Гидроторфа свидетельствует, что масса с влажностью 87-88% уже не обладает способностью спаиваться без внешнего воздействия, торф же с 82% влаги можно переворачивать и даже складывать в пятки, как твердое тело.

С другой стороны, в аппарате Ten-Bosch'a коэффициент использования затраченного тепла будет ниже, чем в аппарате Wet Carbonising Co. Трудно, конечно, судить по схематическому рисунку, данному Wo. Ostwald'ом в его статье, но уже одно то обстоятельство, что в аппарате Ten-Bosch'a сырой торф не обогревается обработанной паром торфяной массой, а только отжатой водой в 90⁰, заставляет ожидать низкого коэффициента использования тепла. Кроме того, на производство ложится лишней нагрузкой и потеря сухого вещества, происходящая вследствие перехода в раствор некоторых гелей торфяной массы.

По данным Wo. Ostwald'a, отжимаемая из обработанного водяным паром торфа вода (Pulpen Wasser) содержит 0,665% сухого остатка.

При нагревании сырого торфа паром имеет место конденсация пара, а потому количество переходящих в раствор веществ должно быть учтено следующим образом: так как при нагревании 100 гр. торфа до 150-160⁰ сконденсируется около 25 гр. воды (точных расчетов здесь произвести нет возможности, так как неизвестно, до какой температуры подогревается сырой торф, прежде чем он поступит в отделение для обработки паром), то данное количество торфяной массы отдает в водный раствор всего 8,3 гр. сухого вещества или 8,3%. В условиях работы Wet Carbonising Co., где температура поднималась до 190⁰ и даже 200⁰, эта потеря была, конечно, больше.

Несмотря, однако, на ряд сомнений, вызываемых аппаратом Ten-Bosch'a, метод будет испытан в промышленном масштабе, за что взялось немецкое общество Deutsche Torfenwässer und Gesellschaft. Возможно, что опыт в промышленном масштабе докажет нерентабельность способа Ten-Bosch'a в его настоящем виде; но столь же возможно, что такой опыт укажет и пути к устранению существующих недочетов и совершенствованию данного способа до превращения его в рентабельный метод искусственного обезвоживания торфа. Такие вопросы решаются не в кабинете и не лаборатории, а на опытных заводах, и решаются притом довольно медленно.

Способ Ten-Bosch'a обладает одной особенностью, выгодно отличающей коагуляцию нагреванием от коагуляции действием электролитов. Коагулированный в аппарате Ten-Bosch'a торф отжимается при 5 атм. в еще горячем состоянии (из первого сита вода вытекает при 90⁰, из последнего при 60⁰); это имеет большое значение для ускорения процесса отдачи воды торфом, так как с повышением температуры понижается внутреннее трение воды и потому движение ее по капиллярным ходам и в пространстве между частичками торфа будет происходить быстрее.

В этом отношении коагулированный другим способом торф и отжимаемый при обыкновенной температуре уступит торфу, обработанному в аппарате Ten-Bosch'a. Учесть в данном случае все плюсы и минусы обоих способов коагуляции не представляется возможным. Выбор можно будет сделать лишь после всестороннего изучения обоих способов на опытных заводах.

Коагулирование торфа электролитами. В главе о полевой сушке гидроторфа мы уже указывали, что коагулирование торфа электролитами было предложено немецким патентом Meister Lucius & Brüning для искусственного удаления воды из торфа путем отжимания. В патенте имеется указание, что торф должен быть предварительно размолот и превращен в более или менее однородную массу. Это указание говорило за то, что коагуляция электролитами легче всего может быть приложена к Гидроторфу.

В числе предложенных указанным патентом электролитов были поваренная соль, серно-кислая закись и окись железа, серная кислота и др. Мы считали необходимым пересмотреть вопрос о действии электролитов на гидромассу с теоретической стороны и снова исследовать в лаборатории влияние различных электролитов на способность торфа отдавать воду при отжимании и при испарении – в воздух.

Рассматривая данный вопрос с теоретической стороны и учитывая чисто технические условия работы по обезвоживанию торфа, мы приходим к ряду положений, позволяющих сразу выбрать наиболее подходящий коагулятор. Все решительно щелочи (едкие натр и кали, аммиак, сода, поташ) отпадали уже вследствие сильного пептизирующего действия их на торфяную массу. Отпадали так же и кислоты. Правда, в первый момент кислоты при небольшой концентрации вызывают полную коагуляцию золь торфа, как это выяснила работа А.В. Думанского.

Однако присутствие в торфяной массе белковых тел и продуктов разрушения клетчатки заставляло ожидать процессов набухания, которые должны были начаться сейчас же после эффекта коагуляции.

Самым же главным доводом против применения минеральных кислот в качестве коагуляторов была полная техническая непригодность их; отжимать коагулированный торф возможно, конечно, в прессах, построенных из железа; само собой понятно, какую опасность для всех машин представляла минерально-кислая среда.

Оставались нейтральные соли, действие которых на гидромассу и было подвергнуто возможно полному изучению. В главе о коагулировании гидромассы гипсом для ускорения естественной сушки гидроторфа были приведены цифровые данные, позволяющие прийти к определенным выводам относительно выбора коагулятора (мы выбрали гипс) и его концентрации.

В поисках подходов к разрешению вопроса об искусственном обезвоживании торфа мы, прежде всего, более детально изучили влияние гипса на способность гидромассы отдавать воду при отжимании. Отжимание производилось в три приема соответственно тем стадиям обработки коагулированного гидроторфа, которые предполагалось осуществить на заводе искусственного обезвоживания торфа. Коагулированный гипсом гидроторф сначала отжимался 20 часов в малом прессе при небольшом давлении (около 0,5 атм.), а затем в большом прессе при 50 атм. в течение 30 минут, после чего брикет переворачивался и снова отжимался 30 минут при 50 атмосферах.

Для опытов был взят гидроторф с содержанием сухого вещества 4%. В каждом опыте навеска составляла 610 г и содержала 24-25 г сухого вещества; раствором соли навеска доводилась до 1 000 граммов. В качестве примера приводим подробное описание одного опыта двустороннего отжимания.

610 г гидромассы [были] взболтаны с 390 г насыщенного раствора гипса; конечная концентрация гипса – 0,08%.

Вес брикета после малого пресса	152 г
Вес брикета после большого пресса	71 г
Содержание сухого торфа в брикете	33,7 г

Эти опыты показали, что: 1) повышение концентрации гипса сверх оптимальной концентрации (0,025%), во всяком случае, не улучшает результата отжимания, 2) переворачивание имеет существенное значение и приводит к брикетам с более высоким содержанием сухого вещества.

Результаты даны в [таблице VII \(здесь не приводится, дадим лишь примечание Г.Л. Стадникова к оной – пересчет показывает, что заметной потери сухого вещества при этом не происходит; вода отжимается лишь слегка окрашенной\)](#).

Примешивание сухого порошка к коагулированному гидроторфу (способ «Madruck») дает брикеты с высоким содержанием сухого вещества, как это видно из таблицы VIII.

Таблица VIII

Гидромассы в г	610	610	610
Сухого торфа в г	25	25	25
Вес брикета	111	96,5	99,5
Сухого вещества в брикетах в %	46,4	49,0	49,1

Эти опыты производились следующим образом: коагулированный гидроторф, содержащий 25 г сухого вещества отжимался 20 часов в малом прессе; к отжатому торфу примешивали 25 г сухого порошка и смесь отжимали один час в большом прессе при 50 атм. с переворачиванием брикета через 30 минут.

Таким образом, «Madruck» с коагулированным гидроторфом дает брикеты с содержанием сухого вещества в 48%, между тем как «Madruck» с некоагулированным гидроторфом и естественным торфом дает брикеты с 30-31% сухого вещества.

Если, однако, для последних опытов сделать пересчет, учитывая количество прибавленного сухого торфа, то окажется, что в условиях «Madruck» влажность коагулированного гидроторфа понизилась до 67-68%, т.е. мы в конечном итоге получили такую же степень обезвоживания коагулированного гидроторфа, как и без примеси сухого порошка.

Отсюда можно сделать следующий вывод: если способ «Madruck» и может быть приложен к естественному торфу с некоторой выгодой, так как примесь сухого порошка предохраняет от потери сильно набухших гелей и зелей при отжимании, то применение его по отношению к коагулированному торфу не дает никаких выгод.

При всех этих опытах отжимания в качестве фильтрующей перепонки нами применялось густое полотно. Замена полотна медной сеткой приводила к большим потерям сухого вещества. Уже в этом обстоятельстве заключался серьезный недочет коагуляции гидромассы гипсом. Нельзя же, в самом деле, думать о конструировании прессов для заводского обезвоживания торфа с такой нежной фильтрующей перепонкой, как полотно или даже тонкая мелкая сетка.

С другой стороны коагулирование гидромассы гипсом было далеко не полным; масса после коагулирования отстаивалась все-таки очень медленно; отстой не был совершенно прозрачен и содержал в растворе органические вещества. Прохождение через медную сетку при отжимании гелей свидетельствовало, что под влиянием гипса не образуются крупные агрегаты из коллоидальных веществ высокой степени дисперсности. Наконец, и эффект отжимания был мал; отжимание в течение часа при 50 атм. давало брикет с 33% сухого вещества. Затрата времени на получение этого эффекта была слишком велика и для заводского обезвоживания невозможна; давление в 50 атмосфер необходимо признать высоким и для заводского производства слишком дорогим.

Эти соображения заставили искать другой, более активный коагулятор для гидромассы. Основные положения коллоидной химии указывали, что такой коагулятор следует искать среди солей трехвалентных металлов.

Из солей алюминия наиболее доступной является сернокислый алюминий. Мы, однако, не испытывали действия этой соли на гидромассу по целому ряду соображений. Алюминиевые соли слишком дороги, чтобы ими пользоваться для коагулирования торфа; но гораздо важнее другая сторона дела.

Так как коллоиды торфяной массы (гумусовые кислоты) будут адсорбировать катион соли, то после коагулирования гидромассы сернокислым алюминием в водном растворе останется серная кислота, которая будет представлять огромную опасность для железных частей машин. Часть этой серной кислоты останется после прессования в торфе вместе с неотжатой водой; эта часть серной кислоты будет очень сильно тормозить сушку торфа.

Все сказанное относится и к хлористому алюминию с одним добавлением, что работа с этой солью обойдется еще дороже.

7. Исследования соединений железа

Соли трехвалентного (окисного) железа, предложенные в качестве коагуляторов для торфа патентом Meister Lucius & Brüning, были дешевле, но все-таки для коагулирования гидромассы и их надо было признать дорогостоящими.

В то же время и к этим солям в полной мере относилось сказанное о действии солей алюминия на гидромассу; и соли железа после коагулирования гидроторфа оставляли бы кислую среду, опасную для механизмов.

Поставленные опыты коагуляции гидромассы сернокислой окисью железа подтвердили сказанное; торф хорошо коагулировался и быстро оседал на дно сосуда; но отстоявшаяся вода показывала кислую реакцию на метилоранж.

После отжимания до влажности в 75-70% торф в первое время довольно быстро терял влагу испарением в воздух, но затем высыхание торфа сильно замедлялось.

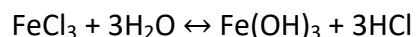
Несколько лучшие результаты были получены нами при коагулировании гидромассы раствором хлорного железа. Если в раствор хлорного железа, содержащий 0,02% железа, вылить втрое меньший объем гидромассы, то происходит полная коагуляция торфяных коллоидов, которые образуют видимые простым глазом крупинки, довольно быстро оседающие на дно.

Вылитый на полотно коагулированный хлорным железом гидроторф быстро отфильтровывает совершенно прозрачную воду, легко отжимается в полотне руками до влажности 82-80%, но при высушивании на воздухе постепенно замедляет скорость отдачи воды и в этом отношении ведет себя как некоагулированный торф (ср. исследование Wo. Ostwald'a). Фильтрующая из торфа вода показывает кислую реакцию и присутствие в растворе ионов хлора.

Таким образом, предложенные патентом Meister Lucius & Brüning соли железа не удовлетворяли тем требованиям, какие приходится предъявлять к коагуляторам для искусственного обезвоживания торфа. Необходимо было искать новый коагулятор.

Целый ряд соображений заставлял попытаться использовать для этой цели коллоидальный раствор окиси железа.

В слабых растворах хлорного железа образуется равновесная система, которая может быть выражена уравнением:



Гидроокись железа находится в растворе в коллоидальном состоянии.

Для гидроокиси железа доказана способность адсорбировать хлориды и хлорион – исследованиями А.В. Думанского и особенно Lottermoser'ом и Maffia. Возможно поэтому принять, что гидроокись железа, находящаяся в растворе хлорного железа, будет адсорбировать хлорное железо. Lottermoser'ом и Maffia доказано, что адсорбция хлорной гидроокисью железа протекает согласно обычному адсорбционному уравнению – $x/m = \beta c^{1/p}$ (А. Lottermoser und P. Maffia. Ein neuer Beweis für das Bestehen eines Adsorptionsgleichgewichtes in Hydrosolen, стр. 3613-3618 // Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Vol. 43., 1910 г.)

Легко убедиться, что частицы золя гидроокиси железа обладают способностью адсорбировать хлорное железо.

Обычный метод объемного определения хлорного железа по выделявшемуся йоду из йодистого калия дает хорошие результаты только в случаях слабокислых растворов. Уже нейтральные растворы дают колеблющиеся результаты. Если же взять раствор хлорного железа, содержащий гидроокись железа, то при определении в нем содержания железа по выделившемуся йоду получают различные результаты в зависимости от возраста анализируемого раствора.

С течением времени один и тот же раствор гидроокиси железа в хлорном железе все меньше и меньше выделяет йода, пока не дойдет до некоторой постоянной величины. Такое отношение ясно заметно уже для растворов, в которых 30% железа находится в виде гидроокиси.

Нами был приготовлен раствор действием едкого натра на определенный раствор хлорного железа с таким расчетом, чтобы раствор содержал 0,1% Fe, из которого 70% находится в виде хлорного железа, а 30% в виде гидроокиси. Этот раствор тотчас же по приготовлении показал содержание Fe = 0,058% при йодометрическом определении. При подкислении этого раствора соляной кислотой и последующем йодометрическом определении найдено железа 0,099%, т.е. число отвечающее содержанию железа в растворе (0,1%).

Через двое суток наш раствор при йодометрическом определении без предварительного прибавления соляной кислоты показал содержание железа 0,0564%; через 5 суток – 0,0536%; через 8 суток – 0,0536%; через 26 суток – 0,534%. Эти данные говорят, что уже во время приготовления раствора образующаяся гидроокись железа адсорбирует хлорное железо (найденно 0,058% вместо ожидаемых 0,07%), и что эта адсорбция продолжается и после, в течение пяти суток, когда устанавливается в растворе некоторое равновесие.

В растворах, содержащих относительно больше гидроокиси железа, так же наблюдается адсорбция хлорного железа, причем равновесие устанавливается медленнее.

Раствор [был] приготовлен действием едкого натра на определенный раствор хлорного железа с таким расчетом, чтобы в нем содержалось 0,1% Fe, половина которого находится в виде хлорного железа, а половина в виде гидроокиси. После подкисления этого раствора соляной кислотой и непродолжительного кипячения в нем найдено йодометрически содержание железа 0,0996%, т.е. отвечающее содержанию железа в растворе число.

При йодометрическом определении железа без предварительного подкисления в растворе найдено сейчас же по приготовлении 0,0385%, через 3 дня – 0,0363%, через 10 дней – 0,0363%, через 12 дней – 0,0357%, через 15 дней – 0,0353%, через 17 дней – 0,0357%. В этом растворе равновесие устанавливается уже через 12 дней после приготовления.

Следующий раствор [был] приготовлен действием едкого натра на определенный раствор хлорного железа с таким расчетом, чтобы в нем содержалось 0,1%, из которых 70% в виде гидроокиси, а 30% в виде хлорного железа. Йодометрические определения дали следующие результаты:

- 1) После подкисления соляной кислотой и непродолжительного кипячения найдено 0,0991% железа.
- 2) Без прибавления соляной кислоты сейчас же после приготовления – 0,0189%.
- 3) Без прибавления соляной кислоты через 3 дня после приготовления – 0,0179%.
- 4) Без прибавления соляной кислоты через 7 дней после приготовления – 0,0173%.
- 5) Без прибавления соляной кислоты через 13 дней после приготовления – 0,0163%.
- 6) Без прибавления соляной кислоты через 20 дней после приготовления – 0,0167%.

Совершенно аналогичное явление наблюдается и в растворах гидроокиси железа и хлорного железа в том случае, когда они готовятся действием бикарбоната натрия на хлорное железо; отличие состоит только в том, что полученная действием бикарбоната гидроокись железа показывает большую способность адсорбировать хлорное железо (*мы не находим возможным загромождать подробностями чисто химических исследований книгу о Гидроторфе, имеющую технический характер; более подробно наши исследования в этой области будут опубликованы в другом месте*).*

Процессы, происходящие в растворе хлорного железа и гидроокиси, с качественной стороны обнаруживаются по изменениям в окраске раствора, которая с течением времени становится все более и более темной.

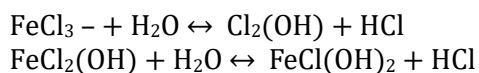
Явлению адсорбции хлорного железа гидроокисью можно давать различные объяснения, как и всем вообще явлениям адсорбции. Но так как мы для многих случаев адсорбции вместе с другими исследователями (Robertson – Kolloid Zeitschrift 3, 49, 1908 г.; Reychler – Journal chim. phys. 7, 570, 1909 г. **; А.В. Раковский – «К учению об адсорбции»; Г. Стадников – Kolloid Zeitschrift 31, 19, 1922 г.) принимаем наличность химических процессов, то и этот случай адсорбции мы рассмотрим с точки зрения химической теории адсорбции.

За возможность применить в этом случае химическую теорию адсорбции говорит самый факт невозможности определить йодометрически все хлорное железо, которое должно быть в растворе на основании способа приготовления этого раствора.

Мы принимаем, что адсорбция хлорного железа гидроокисью сопровождается химической реакцией, приводящей к образованию основных солей трехвалентного железа; состав этих основных солей и их количественные отношения в растворе будут колебаться в зависимости от концентрации хлорного железа, так что происходящие в наших растворах процессы будут выражаться различными уравнениями.

- 1) $\text{Fe(OH)}_3 + \text{FeCl}_3 \leftrightarrow \text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{Cl}_3$
- 2) $2 \text{Fe(OH)}_3 + \text{FeCl}_3 \leftrightarrow 3 \text{Fe(OH)}_2\text{Cl}$
- 3) $\text{Fe(OH)}_3 + 2\text{FeCl}_3 \leftrightarrow 3 \text{Fe(OH)Cl}_2$

В таком случае необходимо допустить, что и в слабых растворах хлорного железа состояние равновесия выражается не одним приведенным выше уравнением, но и другими уравнениями:



За образование в рассматриваемых растворах основных солей или комплексных соединений гидроокиси с хлорным железом, как принимают некоторые исследователи, говорят и другие факты; эти же факты позволяют принять, что гидроокись железа и ее соединения с хлорным железом представляют типичные золи.

* Как мы уже отмечали, исходный вариант сей весьма ученой статьи, написанной проф. Г.Л. Стадниковым, вызвал скептические пометки Р.Э. Классона: «*нужно ли это [место] публиковать?*», «*очень специальная терминология на этой странице! Увы, и на следующей!*». Вполне вероятно, что последний посоветовал первому сократить в книге о Гидроторфе, имеющей технический характер, подробности «чисто химических исследований» и опубликовать полный вариант в трудах Химического института или же в каком-либо заграничном журнале. Можно представить, насколько он был бы труден для прочтения в исходном виде «обычным смертным», а не химиком, если и в выложенном здесь тексте полно «химических подробностей»!

** По-видимому, речь идет о парижском издании – Journal de chimie physique et de physico-chimie biologique, выходившем с 1903 года, где мог напечататься бельгийский физико-химик Albert Reychler, профессор университета в Брюсселе. В 1901-м, уже 2-м изданием в Париже вышел его фундаментальный труд «Les theories physico-chimiques» («Основы физической химии»).

В растворах гидроокиси железа, приготовленных пептизацией гидроокиси хлорным железом и последующим диализом, содержится хлор, который, однако, не может быть обнаружен обычным аналитическим реактивом на хлорион – азотнокислым серебром (A. Hantzsch und Cecil. A. Desch. [[Ueber farbige organische Ferriverbindungen](#)] – Justus Liebig's Annalen der Chemie, [vol.] 323, [p.] 28, 1902 г.; [Ruer – Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie](#). [vol.] 43, [p.] 85, 1905 г.^{*}).

Hantzsch und Desch объясняют отсутствие реакции на хлорион образованием комплексных ионов, в состав которых входят гидроокись и хлорное железо.

Ruer, однако, считает, что хлорное железо существует в растворе как таковое, а, следовательно, в растворе имеются и хлорионы; основанием для такого взгляда, по мнению Ruer'a, является то обстоятельство, что в рассматриваемом растворе хлор способен при диализе переходить во внешнюю воду; отсутствие же реакции на хлорион Ruer объясняет защитным действием коллоидальной гидроокиси железа, которая не позволяет выпадать в осадок действительно образующемуся хлористому серебру.

После наших исследований отношения растворов гидроокиси железа в хлорном железе к йодистому калию взгляд Ruer'a не может быть признан правильным. В реакции с йодистым калием принимает участие лишь часть находящегося в растворе хлорного железа, другая же часть совершенно не отзывается на этот реактив.

Это с несомненностью говорит за то, что часть хлорного железа дала с гидроокисью соединение адсорбционного характера («комплексные ионы» Hantzsch'a и Desch'a), которое не будет реагировать с азотнокислым серебром.

Но так как адсорбционное соединение будет находиться в определенном равновесии с хлорным железом, то при нарушении этого равновесия, вследствие удаления из раствора хлорного железа, адсорбционное соединение будет диссоциировать на хлорное железо и гидроокись; отсюда понятна возможность освобождения растворов, полученных пептизацией гидроокиси хлорным железом, от хлора путем диализа. За правильность такого взгляда говорит переход при диализе во внешнюю воду не только хлора, но и железа (Ruer): диализируемый раствор содержал 0,703% Fe_2O_3 и 0,1388% Cl, а внешний раствор содержал 0,56% Fe_2O_3 и 0,076% Cl.

^{*} Последнюю ссылку – на химика W. Ruer (как и на его мнение) – Г.Л. Стадников, похоже, некритически переписал у других химиков – *Wolfgang Pauli u Johann Matula* (см. ниже), а последние, оказывается, дали неправильное библиографическое указание на публикацию W. Ruer: том 43 упомянутого журнала выходил в 1910 году, а не в 1905-м (а в этом году публиковался том 38). К сожалению, в интернетовском размещении сего журнала (на сайте onlinelibrary.wiley.com) ссылок на публикации W. Ruer вообще не удалось найти...

В то же время вполне возможно, что Георгий Леонтьевич и не мог проверить ссылку на публикацию W. Ruer, поскольку у него в Москве не было и не могло быть под рукой журнала *Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie*, а вот *Kolloid Zeitschrift* – как раз оказался! Например, в ноябре 1925 г. Р.Э. Классон через инж. Б.А. Кревера (Берлин) заказал на свое имя следующие иностранные журналы: *V.D.I.*, *Nachrichten V.D.I.* и *Power*, а на имя Г.Л. Стадникова: *Brennstoff-Chemie*, *Braunkohle*, [Kolloid-Zeitschrift](#), *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, *Chemical and Metallurgical Engineering*.

Отсутствие определенных стехиометрических отношений* между железом и хлором во внешней воде говорит за то, что диссоциация адсорбционных соединений, не имеющих определенного состава, может идти по разным направлениям и приводить к образованию не только гидроокиси и хлорного железа, но и других соединений типа основных солей окиси железа, которые было бы удобнее называть просто хлор-окисями железа, так как эти соединения не показывают свойств солей – способности к ионным реакциям (с большим опозданием мы получили возможность ознакомиться с работой W. Pauli и Joh Matula – *Kolloid Zeitschrift*, [vol.] 21, [p.] 49, [1917 г.]**); сообщаемые этими исследователями факты могут быть приведены в согласие с нашими наблюдениями и нашим объяснением).

Само собой разумеется, что в рассматриваемых растворах может присутствовать и хлорное железо; все зависит от концентрации компонентов; в растворах, содержащих мало гидроокиси и много хлорного железа, часть последнего ярко обнаруживается реакцией с йодистым калием; но в растворе, в котором 90% железа находилось в виде гидроокиси и только 10% в виде хлорного железа, после наступления равновесия (через 15 дней приблизительно) присутствие хлорного железа едва может быть обнаружено реакцией с йодистым калием; вполне возможно, что выделение йода в этом случае было вызвано другими факторами; так ничтожно было его количество (0,2-0,3 куб. см [или] 1% [концентрации] Na_2SO_3).

Таким образом, появление опалесценции (Ruer), при действии азотнокислого серебра на содержащий хлор коллоидальный раствор окиси железа, вполне понятно; в растворе могло быть ничтожное количество хлорного железа***.

В силу сказанного мы имеем основание принимать, что в содержащем хлор растворе гидроокиси железа находятся различного состава хлор-окиси железа (оксихлориды железа). А так как наличность гидролитической диссоциации хлорного железа в растворах, в особенности же разбавленных, не подлежит сомнению, то мы можем принять существование оксихлоридов железа и в слабых растворах хлорного железа.

При таком взгляде на состояние равновесия в разбавленных растворах хлорного железа естественно было полагать, что при вливании гидромассы в раствор хлорного железа гумусовые коллоиды будут адсорбировать золи оксихлоридов; за это говорят все факты осаждения гелей при смешивании золь противоположного заряда (вместе с гумусовыми коллоидами коагуляции подвергнутся и белковые вещества; но так как количество их в торфяной массе по сравнению с гумусовыми веществами невелико, то мы и не рассматриваем отдельно их реакции с хлорным железом).

Образовавшиеся адсорбционные соединения гумусовых коллоидов с оксихлоридами немедленно выпадут из раствора (произойдет коагуляция); эти адсорбционные соединения в свою очередь должны обладать способностью адсорбировать хлорное железо из раствора; этого можно было ожидать на основании отношения гидроокиси железа и оксихлоридов к хлорному железу.

* Стехиометрия – учение о количественных отношениях, при которых вещества вступают в химическое взаимодействие друг с другом.

** По-видимому, речь идет о следующей публикации ученых из Вены в журнале, издававшемся профессором Wolfgang Ostwald в Лейпциге:

Wolfgang Pauli, Johann Matula. Die physikalisch-chemische Analyse des Eisenoxydsols [(Физико-химический анализ окислов железа)] // Kolloid Zeitschrift, vol. XXI, August 1917

*** Опалесценция – явление рассеяния света мутной средой, обусловленное ее оптической неоднородностью.

В то время как первая фаза адсорбции, связанная с коагуляцией гумусовых кислот, будет протекать практически моментально, вторая фаза адсорбции хлорного железа выпавшими гелями будет протекать медленно; этого надо было ожидать: 1) на основании изучения явлений взаимного свертывания зольей противоположного заряда и 2) на основании длительного процесса установления равновесия в изученной нами системе «гидроокись железа плюс хлорное железо».

Поставленные нами опыты адсорбции естественным торфом и гидромассой хлорного железа показали, что адсорбция действительно протекает в две фазы и что, следовательно, наше заключение было правильно.

Опыты адсорбции торфом хлорного железа были поставлены следующим образом: к навеске торфа приливалось определенное количество воды и затем раствор хлорного железа, содержащий 0,29% железа (все расчеты даны везде на содержание в растворе Fe); находившаяся в торфе вода принималась в расчет при определении начальной концентрации железа в растворе над торфом. Смесь энергично взбалтывалась в течение пяти минут и оставлялась в покое. Отстоявшийся совершенно прозрачный раствор пипетировался, отмеренный объем вливался в раствор йодистого калия, и через полчаса выделившийся йод титровался раствором тиосульфата.

<...>

8. Опыты с гидромассой

Так как гидромасса представляет более однородную систему, чем сырой торф, то в данном случае можно было поставить несколько склянок, содержавших одинаковые навески гидромассы и имевших одинаковые начальные концентрации Fe в растворе; это давало возможность произвести большее число определений концентраций после адсорбции. Приводим результаты одного из многих опытов ([здесь описаны](#)).

Этими опытами доказана адсорбция хлорного железа адсорбционными соединениями гумусовых веществ с оксихлоридами железа. Здесь могло быть сделано одно возражение. Можно было думать, что первая фаза адсорбции, протекающая практически моментально, обусловлена адсорбцией гумусовыми веществами в процессе коагуляции; вторая же фаза, протекавшая очень медленно, была адсорбцией хлорного железа лигнином, клетчаткой и другими коллоидальными полисаридами ([полисахаридами – целлюлозой, например?](#)).

Это возражение опровергается поставленными нами опытами адсорбции хлорного железа хлопчатобумажной ватой; оказалось, что вата совершенно не адсорбирует ни хлорного железа, ни оксихлоридов железа; концентрация Fe в растворах над ватой не менялась в течение недели.

Доказывать адсорбцию торфом оксихлоридов железа по понижению концентрации хлора в растворе не имело смысла, так как находящиеся в торфяной массе белковые вещества несомненно адсорбируют соляную кислоту; это обстоятельство и заставило нас выбрать обходный путь. Раз мы пришли к выводу, что коллоиды торфа адсорбируют оксихлориды железа, то естественно было для коагуляции торфа заменить хлорное железо коллоидальным раствором окиси железа. Преимущество последнего раствора состояло в том, что он не будет оставлять после коагуляции соляной кислоты в растворе, что очень важно, как мы видели выше.

Для лабораторных опытов можно было брать коллоидальные растворы окиси железа, приготовляемые действием бикарбоната натрия на хлорное железо. Такими растворами мы и пользовались для изучения действия их на гидромассу. Присутствующий в растворе хлористый натрий не мог оказать существенного влияния на ход коагуляции; это ясно из работы Sven Oden'a, который показал, что для коагуляции как гумусовых кислот, так и феррогуматов [(гуматов закисного железа, гуматы – это гуминовые вещества, выделяемые из торфа, бурого угля, сапропеля и пр.)] требуется одна и та же концентрация хлористого натрия (Kolloidchemische Beihefte. [Приложение] 11, [стр.] 190, 1919 г. *).

При этом найденная Sven Oden'ом коагулирующая концентрация хлористого натрия была высока по сравнению с концентрацией этой соли в наших растворах.

9. Разработка промышленного метода приготовления коллоидального раствора окиси железа

Но для коагуляции торфа в заводском масштабе необходимо было выработать другой, дешевый метод приготовления коагулирующих растворов. Мы решили использовать для этого всевозможные отбросы железа (железные, стальные и чугунные опилки, всякий лом и т.д.). Выработка метода производилась совместно с Н.Н. Гавриловым; по собранному им экспериментальному материалу составлено описание метода изготовления коагулирующего торф раствора.**

Прежде всего, необходимо перевести железо в раствор. Для этого мы воспользовались действием углекислого газа на железо в присутствии воды. Для всевозможных технических расчетов необходимо было изучить скорость растворения железа и влияние на этот процесс различных факторов.

Трубка диаметром в 4 см и длиной в 1,5 метра наполнялась железными стружками, взятыми с завода бывш. «Русская машина» [(имени Владимира Ильича)]. Стружки были сильно заржавлены; перед опытом они были разъедены соляной кислотой и промыты водой. Трубка заполнялась водой, после чего снизу пропускался поток углекислого газа; с нижнего же конца трубки через известные промежутки времени отбирались пробы раствора для анализа. Проба после подкисления серной кислотой титровалась 1%-ным раствором перманганата. Результаты в [таблице IX \(здесь опущена\)](#).

Температура опытов 15⁰, скорость пропускания CO₂ – 20 литров в час. Работа с этими стружками продолжалась два месяца, и результаты получались одни и те же.

* Речь идет о солидной публикации Sven Oden'a (под 200 стр.) «Die Huminsäuren. Chemische, physikalische und bodenkundliche Forschungen», в Приложении к журналу «Kolloid-Chemie».

** По поводу химика Гидроторфа Николая Николаевича Гаврилова в ф. 758 РГАЭ имеется некоторая переписка, например, такое письмо Члена Правления Госторфа В.Д. Кирпичникова в Президиум ВСНХ РСФСР от 19 ноября 1925 г.:

Минувшим летом Научно-Опытной Частью с согласия Президиума ВСНХ был командирован в Германию химик Н.Н. Гаврилов, которому была поставлена задача – детальное ознакомление с достижениями по перегонке, газификации и облагораживанию топлива. Впредь до возвращения Н.Н. Гаврилова ВСНХ был отложен вопрос об отпуске Гидроторфу дополнительных кредитов на работы по перегонке гидроторфа.

В настоящее время в результате поездки явился богатый материал, дающий возможность приступить к работам по перегонке гидроторфа, для чего необходимо заказать в Германии опытную реторту и установить ее на заводе Гидроторфа. Прилагая при сем смету на 80 000 руб., Научно-Опытная Часть просит Президиум ВСНХ возбудить перед высшими организациями вопрос о дополнительном ассигновании Гидроторфу в текущем бюджетном году вышеупомянутой суммы.

Следующая серия опытов была поставлена с новыми железными гвоздями, с целью изучить влияние поверхности железа на скорость реакции образования двууглекислой закиси железа и влияние скорости, продувания углекислого газа. Температура опытов колебалась между 7-9°. Гвозди перед опытом были промыты спиртом, эфиром, спиртом и водой для удаления масла и жира. Результаты собраны в [таблице X \(здесь опущена\)](#).

В опыте №1 ([таблица X](#)) гвозди были облиты дистиллированной водой, и затем пропускалась углекислота; в опытах №№ 2 и 3 гвозди обливались водой, насыщенной углекислотой, которая во время опыта не пропускалась. Если сравнить полученные в этих трех опытах числа, то можно прийти к заключению, что во всех трех случаях скорость растворения одинакова; числа для содержания Fe в растворе в пределах ошибки опыта совпадают. Следовательно, *количество продуваемой углекислоты на скорость растворения железа не влияет; скорость вдувания углекислоты может влиять лишь в начальный момент, пока вода не насытилась углекислым газом; этот начальный момент очень короток.*

В опытах №№ 4 и 5 гвозди были облиты водой, которая предварительно была насыщена углекислотой; скорость продувания газа в этих опытах резко сказалась на скорости растворения железа; это явление необходимо объяснить энергичным перемешиванием раствора вдуваемым газом.

Наконец, в опыте № 6, в котором гвозди предварительно были изъедены соляной кислотой и тщательно после этого промыты дистиллированной водой, большая сравнительно скорость реакции растворения железа обусловлена большой поверхностью соприкосновения с водой разъеденного железа (*максимально – до 0,13 % содержания Fe в растворе*).

Если данные опытов №№ 2, 5 и 6-го нанести на кривые ([рис. К-3 – здесь опущен](#)), то легко видеть, что скорость растворения железа с течением времени падает, а потому для *технического получения раствора двууглекислой закиси железа необходимо использовать первое время реакции, когда скорость процесса сравнительно велика.*

Следовательно, через 30-45 минут взаимодействия (в зависимости от требуемой концентрации раствора) железа с содержащей углекислоту водой раствор надо сливать и заменять его свежей водой, так как выгоднее ограничиться получением слабых растворов; возможно также воду, насыщаемую все время углекислотой, пропускать между железными стружками с таким расчетом, чтобы с противоположного конца бассейна вытекал раствор двууглекислой закиси железа требуемой концентрации.

Из чертежа видно также, насколько быстрее происходит растворение железа в том случае, если гвозди были предварительно разъедены соляной кислотой. Это обстоятельство, для технического приготовления растворов двууглекислой закиси железа, имеет следующее значение: по мере работы бассейна для приготовления раствора скорость растворения железного лома не будет уменьшаться, а наоборот, будет постепенно возрастать, так как по мере растворения стружек, будет расти реагирующая поверхность железа.

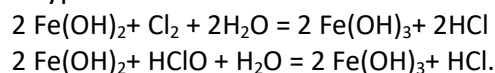
Следующая серия опытов была поставлена на Московской Электрической Станции. В железную трубу были насыпаны сильно заржавевшие стружки, которые никакой предварительной обработке подвергались. В трубу наливалась вода и затем с нижнего конца засасывались дымовые газы от сжигания нефти. Содержание углекислоты в дымовых газах составляло 14%. Температура опытов – 12°. Через определенные промежутки времени с нижнего конца трубы отбиралась проба раствора для анализа; определение железа в растворе после подкисления серной кислотой производилось титрованием 1%-ным раствором перманганата. Результаты опытов собраны в [таблице XI \(здесь опущена\)](#).

Из сравнения опытов [таблицы XI](#) видно, что скорость растворения железных стружек хотя и медленно, но возрастает; это объясняется тем, что по мере растворения железа и снятия ржавчины (раствор двууглекислой закиси железа всегда содержал во взвешенном состоянии окись железа) реагирующая поверхность железа увеличивалась.

Из сравнения опытов 2-го таблицы X и 2-го [таблицы XI](#) видно, какое имеет значение перемешивание раствора: скорость растворения железа во втором случае, несмотря на менее благоприятные условия (поверхность стружек была покрыта ржавчиной), была значительно больше. Ход процесса растворения железа при действии дымовых газов имел тот же характер, что и при действии углекислоты, как это видно из [чертежа IV \(в книге отсутствует\)](#).

Наконец, опыты на Электрической станции показали, что необходимая нам концентрация двууглекислой закиси железа может быть получена через 40-60 минут уже в первое время растворения железа; впоследствии по указанным выше причинам этот промежуток времени сократится.

Раствор двууглекислой закиси железа окисляется хлором или же хлорноватистой кислотой согласно уравнениям:



Образующаяся согласно первому уравнению гидроокись железа дает с соляной кислотой соединение $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$, которое, как увидим ниже, обладает наибольшей коагулирующей способностью.

При окислении закиси железа хлорноватистой кислотой получающийся коллоидальный раствор содержит меньше хлора; тем не менее, он в достаточной мере устойчив и хорошо коагулирует гидромассу.

При окислении как хлором, так и хлорноватистой кислотой в первый момент получаются опалесцирующие растворы, которые чрезвычайно быстро становятся совершенно прозрачными. Это показывает, что процесс окисления в первый момент приводит к образованию гидроокиси, которая тотчас же адсорбирует находящуюся в растворе соляную кислоту; адсорбция соляной кислоты сопровождается пептизацией гидроокиси.

Сейчас же после окисления получаются растворы лимонно-желтого цвета (содержание Fe от 0,02% до 0,06%); эти растворы являются наиболее активными коагуляторами. Но при стоянии цвет растворов меняется и в течение нескольких часов становится бурым; эти изменения окраски связаны, как известно, с понижением степени дисперсности золя окиси железа, а потому естественно, что постоявшие некоторое время растворы показывают меньшую коагулирующую способность относительно гидромассы.

(В настоящей книге мы ограничиваемся сообщением только этих данных, имеющих значение для техники изготовления коллоидальных растворов окиси железа. Н.Н. Гаврилов исследовал более подробно процесс растворения железа, различные процессы окисления закиси железа в окись, свойства получаемых растворов и т.д. Полученные результаты, имеющие чисто научный интерес, Н.Н. Гаврилов опубликует в другом месте. Здесь мы только укажем, что предлагаемый нами способ дает возможность получать коллоидальные растворы окиси железа без примеси солей; особенный интерес представляет произведенное Н.Н. Гавриловым окисление раствора закиси железа перекисью водорода.)

Предлагаемый метод изготовления коагулирующего раствора для гидромассы при оценке с экономической точки зрения оказывается наиболее выгодным. Из солей трехвалентных металлов предложены были раньше (патент Meister Lucius & Brünig) «сернистая окись железа etc.», т.е. хлорное железо. Мы видели выше, что эти соли представляют много неудобств с чисто технической точки зрения; основным неудобством коагулирования этими солями торфа является кислая реакция водного раствора после коагуляции. Но эти соли являются в то же время более дорогим материалом по сравнению с предлагаемым нами коагулирующим раствором.

Изготовление хлорного железа при заводе для обезвоживания торфа потребует дорогостоящей кислотоупорной аппаратуры, между тем как наш раствор двууглекислой закиси железа может быть приготовлен в обыкновенных чанах или же бетонных бассейнах; окисление же закиси железа в окись может производиться в желобе, подающем коагулятор к торфяной массе. Раствор хлорноватистой кислоты из белильной извести так же может быть приготовлен в бетонном резервуаре. Наконец, для изготовления нашего раствора требуется только одна треть того количества хлора, которое необходимо для изготовления хлорного железа,

Если же из хлорного железа готовить коллоидальный раствор окиси железа, то потребуются новый расход на бикарбонат натрия, которым необходимо будет связать две трети хлора железной соли. Кроме того, такой коллоидальный раствор окиси железа будет менее активным, чем наш раствор. Это и понятно, так как полученный из хлорного железа коллоидальный раствор будет содержать поваренную соль, которая, как всякий электролит, понизит степень дисперсности окиси железа, а, следовательно, и ее активность как коагулятора гидромассы.

Целым рядом отдельных опытов нами было установлено, что гидромасса полностью адсорбирует из нашего раствора и железо и хлор, по крайней мере, при тех концентрациях, какие мы берем для коагуляции. Отфильтрованная от гидромассы вода обладала вполне нейтральной реакцией и не содержала даже следов хлора. Следовательно, при работе с нашим коагулирующим раствором устранены все опасности для прессов и других машин.

Этот раствор мы называли «*коагулирующим раствором Гидроторфа*»; он и технически более удобен и экономически наиболее выгоден из всех возможных химических коагуляторов с трехвалентными металлами.

10. Свойства коагулированного коллоидальным раствором окиси железа гидроторфа

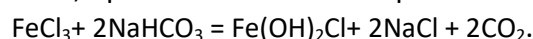
При вливании небольшого объема гидромассы в коагулирующий раствор (отношение объемов 1:15 или 1:20) при энергичном перемешивании вся гидромасса моментально свертывается в кашеобразную массу, отдельные крупинки которой легко различаются невооруженным глазом. При стоянии вся масса в течение 10-20 минут оседает на дно, оставляя над собой совершенно прозрачный раствор; при взятом отношении объемов не вся коллоидальная окись железа адсорбируется гидромассой.

При смешении равных объемов гидромассы и коагулирующего раствора, содержащего 0,02% железа (конечный раствор, следовательно, содержит 0,01% железа) происходит коагуляция с полным поглощением из раствора коллоидальной окиси железа. Через минуту после такой обработки гидромасса легко отдает воду фильтрованием; при выливании на полотно происходит быстрое отделение воды (стекание струей); очень скоро масса достигает пластического состояния, причем отфильтровывается совершенно прозрачная вода. Пластическую массу отжиманием в руках через полотно легко довести до влажности в 80-75%, а при тонком слое и до влажности в 65%.

Отжатая масса совершенно не склеивается и при легком разминании рукой превращается в порошок. Если такой порошок с влажностью 65-70% оставить при комнатной температуре на воздухе, то через 20 часов он достигает воздушно-сухого состояния.

Дальнейшее изучение свойств коагулированного коллоидальной окисью железа гидроторфа производилось с помощью масляного пресса, давление в котором могло быть доведено до 150 атм. Гнездо, в котором отжимался торф, имело цилиндрическую форму; отдача воды производилась с одной лишь стороны – через основание цилиндра с диаметром в 92 мм.

При всех опытах отжимания коагулированного коллоидальным раствором окиси железа гидроторфа коагулирующий раствор готовился действием двууглекислой соды на раствор хлорного железа, причем компоненты брались согласно уравнению:



При прибавлении раствора соды к железу образуется осадок, который при встряхивании сейчас же переходит в раствор; после прибавления всего количества соды полученный раствор опалесцирует, через 5-10 минут опалесценция исчезает и раствор становится прозрачным; это момент наибольшей активности коагулятора.

Концентрация раствора всегда составляла 0,02% в тех случаях, когда на объем гидромассы с влажностью 95,0-96% брали объем коагулирующего раствора; при иных соотношениях объемов концентрации соответственно изменялись.

11. Изучение фильтрующих перепонок*

Первые опыты отжимания коагулированного таким образом гидроторфа в прессе при 50 атм., причем фильтрующей перепонкой служило полотно, привели к брикетам с влажностью 57-55%. Этот результат надо считать блестящим, но в то же время не способным сдвинуть с места вопрос об искусственном обезвоживании гидроторфа.

Полотно не могло быть применено в качестве фильтрующей перепонки в заводских прессах. Необходимо было решить один из важнейших вопросов в области обезвоживания торфа – конструирование фильтрующей перепонки.

Фильтрующая перепонка должна удовлетворять многим условиям: 1) она должна хорошо пропускать воду и 2) в то же время не пропускать торфа; 3) она должна быть дешева и 4) прочна, т.е. способна выдерживать [высокое] давление [до 75 атм.] и не изнашиваться; 5) она не должна засоряться, или должна быть так сконструирована, чтобы прочистка ее была проста и не требовала много времени.

В основу конструирования фильтрующих перепонок легли следующие соображения. Образующиеся при свертывании гидромассы под влиянием коллоидального раствора окиси железа крупные агрегаты должны задерживаться в узких отверстиях и постепенно забивать их, но так, что между отдельными агрегатами останутся тончайшие ходы для воды. Этот слой коагулированного торфа, задержавшегося в отверстиях металлической перепонки, и должен служить фильтром для воды. Применение этого принципа – использование самого рабочего тела в качестве фильтрующего вещества – облегчало задачу конструктора, но не избавляло еще от большой работы.

Далее описываются различные комбинации фильтрующих перепонок и многообразные опыты с ними. Мы приведем лишь конструкции перепонок, изготовленных из бронзы для решающей серии опытов (рис. К-4 и К-5), и в сильно сжатом виде – результаты.

* Здесь нам опять-таки придется сократить достаточно много материала. Тем не менее, поражает то, как инженеры шли почти наощупь, чтобы познать «замечательно подлую природу торфа» (уже приводившееся выше сочное выражение Р.Э. Классона) для своих чисто утилитарных целей, в данном случае – наиболее эффективно отжимать воду из гидроторфа, с минимальными потерями сухого вещества.

<...> Пластинка № 7 дает самые лучшие результаты, причем способность фильтрующего торфа пропускать воду понижается значительно меньше у пластинки № 7, чем у пластинки №1, и скорее становится постоянной (практически уже после первых двух отжиманий). Сравнительное испытание фильтрующих пластинок позволяет выбрать для основных машин по обезвоживанию торфа конструкцию пластинки № 7.

Изготовление таких фильтрующих поверхностей вполне возможно в заводском масштабе, так как длинные канавки могут быть исполнены на токарном (наружные на цилиндрической поверхности), долбежном или фрезерном станках.

Для предварительного обезвоживания можно с успехом применить конструкции пластинок № 1 или № 2, которые могут быть выдавлены в тонком железе или образованы накладкой двух листов железа один на другой с дырами разных размеров.

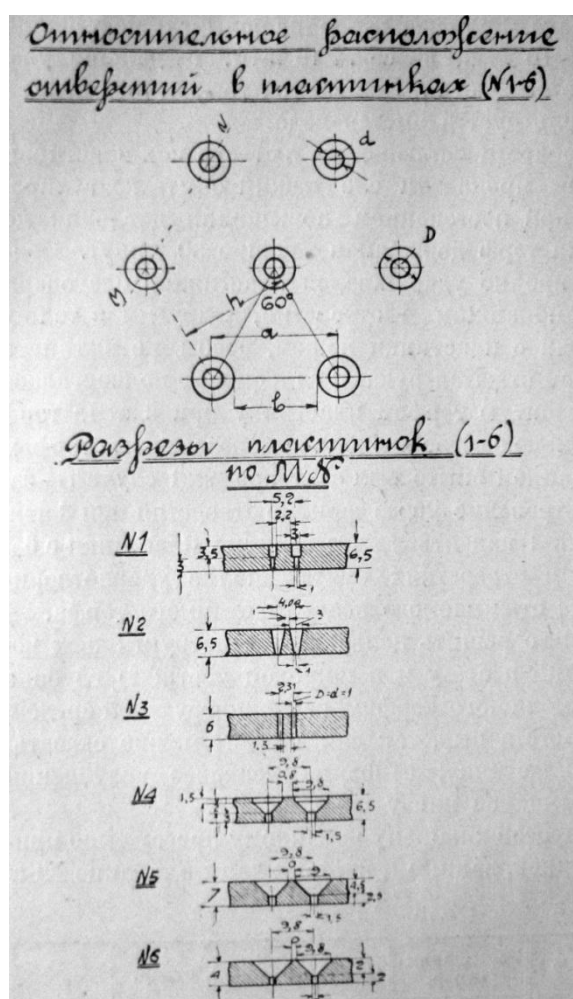


Рис. К-4

Bud crazy

Таким образом, первое затруднение связано с изготовлением устойчивых концентрированных коллоидальных растворов окиси железа; а второе – с невозможностью быстро распределять небольшой объем коагулирующего раствора в большом объеме гидромассы, даже при энергичном перемешивании.

В силу сказанного приходилось путем прямого опыта искать оптимального отношения между объемами гидромассы и коллоидального раствора окиси железа.

Опыты производились таким образом: определенный объем гидромассы обрабатывался определенным же объемом коагулирующего раствора соответствующей концентрации. Масса сейчас же отфильтровывалась на полотне и отжималась в руках до содержания сухого вещества в 15-17% и в таком виде закладывалась в пресс, где подвергалась отжиманию в течение 10 мин., после чего брикет переворачивался и опять отжимался 10 минут.

<...> Приведенные результаты первой и второй серий опытов позволяют сделать следующие выводы.

При смешивании большего объема коагулирующего раствора с небольшим объемом гидромассы получается наилучший эффект; удовлетворительный эффект получается при вливании определенного объема гидромассы в равный объем коагулирующего раствора; изменение объемов до отношения 2 объема гидромассы на один объем коагулирующего раствора не изменяет дела и дает тот же эффект в смысле коагуляции торфяной массы, что и при равных объемах; высокая же влажность брикетов в опытах второй серии случайна и объясняется неполнотой коагуляции вследствие медленного смешивания гидромассы с коагулирующим раствором (см. ниже).

Дальнейшее понижение объема коагулирующего раствора с одновременным соответственным повышением концентрации приводит уже к явно неудовлетворительным результатам.

Такое отношение вполне понятно. При внесении небольшого объема гидромассы в относительно большой объем коагулирующего раствора низкой концентрации вся масса успевает притти в соприкосновение с коллоидальным раствором и подвергнуться коагуляции; устойчивость слабых растворов с одной стороны и распределение гидромассы в большом объеме с другой, способствуют полному соприкосновению коллоидов торфа с коагулирующим раствором и приводят к высокой степени коагуляции.

Наоборот, при действии небольшого объема концентрированного раствора окиси железа на большой объем гидромассы требуется значительно больше времени, чтобы путем взбалтывания привести в полное соприкосновение торфяную массу с коагулирующим раствором; но пока это удастся сделать, менее стойкий концентрированный раствор окиси железа под влиянием коллоидов торфа успеет свернуться и выделить в осадок неактивную уже окись железа.

В результате часть торфа, не успевшая притти в соприкосновение с коагулирующим раствором, останется не коагулированной; эта часть торфяной массы будет тем больше, чем меньше объем коагулирующего раствора.

Эти соображения и результаты опытов описанных двух серий приводят к альтернативе: или брать большой объем слабого коагулирующего раствора и увеличивать этим объем воды, которую необходимо будет потом удалять, что очень нежелательно, или же брать меньший объем коагулирующего раствора, но принять меры, чтобы гидромасса успела притти в полное соприкосновение с коагулирующим раствором, прежде чем он успеет выделить в осадок окись железа; этого можно достигнуть энергичным перемешиванием гидромассы при обработке ее коагулирующим раствором.

Опыты приведенных двух серий говорят, что удовлетворительные результаты получаются при вливании объема гидромассы в такой же или половинный объем коагулирующего раствора. Можно было ожидать, что гораздо лучшие результаты удастся получить, если в гидромассу вливать по частям коагулирующий раствор и при этом сильно взбалтывать.

Третья серия опытов была поставлена с соблюдением этого условия. <...> Легко видеть, что третья серия опытов вполне допускает применение для целей коагуляции одного объема коллоидального раствора окиси железа (концентр. 0,04-0,045%) на два объема гидромассы, при условии энергичного перемешивания и внесения коагулирующего раствора по частям. Эти выводы и были положены в основание проекта заводской установки для смешения коагулирующего раствора с гидромассой. Оставляем в стороне детали этой установки и опишем только принцип ее.

Установленные на одной оси два подливных колеса при вращении подают в одну и ту же воронку гидромассу и коагулирующий раствор; колеса спроектированы таким образом, что при полном обороте подается в воронку один объем коагулирующего раствора и два объема гидромассы; уже одно сливание по частям гидромассы коагулирующего раствора приводит к хорошему смешиванию их; но в воронке находится еще вращающаяся мешалка, приводящая сливаемые раствор и гидромассу в вихревое движение.

Кроме того, коагулирующий раствор, приготовленный описанным раньше способом из железных стружек, будет обладать большой активностью и большей стойкостью, чем применявшиеся нами в лаборатории растворы окиси железа, которые содержали поваренную соль. Особыми опытами мы подтвердили правильность этого положения, которое несколько выше было обосновано нами теоретически.

13. Применение условий отжимания по способу «Madruck» к коагулированному окисью железа гидроторфу

Выше, на основании результатов отжимания коагулированного гипсом гидроторфа с примесью сухого порошка (способ «Madruck»), мы пришли к выводу, что примешивание сухого порошка к естественному торфу или же к некоагулированной гидромассе, несомненно, является целесообразным, так как сухой порошок сообщает отжимаемому торфу способность легче отдавать воду, примешивание же сухого порошка к коагулированному гипсом гидроторфу в конечном счете не улучшает результатов отжимания воды и потому является нецелесообразным.

Такого же результата надо было ожидать и для коагулированного окисью железа гидроторфа; опыты вполне подтвердили эти ожидания. К коагулированному окисью железа гидроторфу сухой порошок торфа примешивался в количестве: 1) равном содержанию сухого вещества во взятом для отжимания торфе (100% сухого порошка), 2) равном половине сухого вещества, содержащегося во взятом для отжимания торфе (50% сух. порошка) и 3) равном четверти сухого вещества во взятой навеске торфа (25% сухого порошка).

Отжимание производилось при 15 атм. в течение десяти минут, затем брикет переворачивался и снова отжимался десять минут.

Так как по указанным выше причинам (плохое перемешивание при внесении коагулирующего раствора в гидромассу) у нас получалась иногда случайно и неполная коагуляция и в связи с этим пресс давал более влажные брикеты, то в этом случае для сравнения мы поставили контрольные опыты: один без примеси сухого порошка с обычной навеской в 150 г, а другой с такой же навеской и с примесью 100% сухого порошка. Результаты собраны в [таблице XX \(здесь опущена\)](#).

Приведенные опыты показывают, что примешивание сухого порошка к коагулированному коллоидальной окисью железа гидроторфу, во всяком случае, не улучшает результатов отжимания, скорее, наоборот. Лучшие цифры 1-го и 2-го опытов объясняются только количеством отжимаемой гидромассы. Прибавляемый сухой порошок удерживает часть отдаваемой коагулированным торфом воды, которая идет на смачивание и оводнение примешанного порошка.

Таким образом, пресс «Madruck» гораздо выгоднее использовать для окончательного отжимания и получения брикетов из отжатого в прессах низкого давления коагулированного окисью железа гидроторфа.

14. Влияние различных факторов на степень обезвоживания коагулированного окисью железа гидроторфа

В круг наших ближайших исследований коагулированного окисью железа гидроторфа входило изучение влияния времени отжимания, давления, количества взятого для отжимания торфа, переворачивания брикета, перемешивания торфа во время отжимания. Эти данные необходимы были для расчетов при конструировании опытных машин для завода искусственного обезвоживания гидроторфа.

а. Влияние времени отжимания

Серия А. Коагулированный гидроторф был слегка отжат руками до содержания сухого вещества 13,7%; для каждого отжимания брали 167 г этой массы; отжимание производилось при 50 атм., без переворачивания брикета – в один прием; время отжимания менялось; результаты отжимания собраны в [таблице XXI \(здесь опущена\)](#).

Как видно из таблицы время отжимания сказывается только до 20 минут; дальнейшее увеличение времени отжимания на влажности брикета не сказывается.

Серия Б. Отфильтрованная и отжатая руками коагулированная масса содержала 16% сухого вещества. Для отжимания при 5 атм. брали 150 г массы; отжимание в течение различных промежутков времени производилось в один прием, без переворачивания брикета, так же точно производилось отжимание той же массы при 10 атм. и при 15 атм. Результаты собраны в [таблицах XXII, XXIII и XXIV](#).

Данные [таблицы XXII, XXIII и XXIV](#) представлены на диаграмме (рис. К-6).

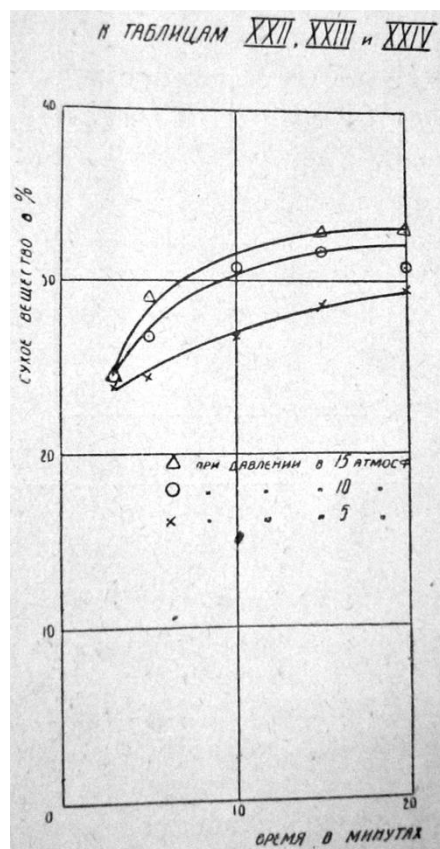
Из таблиц и диаграмм видно, что увеличение времени отжимания сильно влияет на уменьшение влажности брикета только при малых периодах отжимания; начиная же с 15-минутного отжимания влияние времени отжимания становится мало заметным. Для 15 атм. увеличение времени отжимания сильнее влияет на влажность брикета, чем для 5 атм. и 10 атм.

Серия В. Коагулированный гидроторф отжат руками до содержания сухого вещества 27,1%; 150 г этой массы отжимались при 15 атм. с переворачиванием брикета; отжимание производилось через пластинку № 1.

Результаты собраны в [таблице XXV \(здесь опущена\)](#) <...>. Результаты этого испытания представлены на диаграмме ([рис. К-7 – здесь опущена, характер кривой аналогичен кривым на рис. К-6](#)).

Серия Г. Коагулированный окисью железа гидроторф отжат руками до содержания сухого вещества 14,1%; эта масса подвергалась отжиманию при различных давлениях, в течение различных промежутков времени и с разными пластинками. Результаты собраны в [таблицах XXVI, XXVII, XXVIII и XXIX \(здесь опущены\)](#) и представлены на диаграмме ([рис. К-8](#)).

Данные опытов серии Г приводят к сделанному раньше выводу о влиянии времени отжимания на влажность брикета. Кривые для этой серии опытов имеют тот же характер, что и для опытов серии Б. Тем не менее, разница между результатами опытов этих двух серий есть; она вполне понятна и обусловлена влиянием формы отверстий в фильтрующих пластинках; это влияние имело тот же характер, что и в опытах испытания фильтрующих поверхностей, и данные этих опытов приводят к тому же выводу, который был сделан раньше: лучшая фильтрующая поверхность – пластинка № 7, хорошие фильтрующие поверхности – пластинка № 1 и 2, значительно хуже работает пластинка № 4.



Если сравнить результаты [таблицы XXV](#) с другими результатами ([см. диаграммы](#)), то бросается в глаза резкое понижение влажности брикета с увеличением времени отжимания от 5 до 15 минут во всех случаях, кроме опытов [таблицы XXV](#), где такого резкого повышения содержания сухого вещества в брикете не наблюдается; отвечающая опытам [таблицы XXV](#) кривая подымается более полого, чем кривые для остальных случаев. Объясняется это тем, что в опытах серии В торф был сильнее обезвожен предварительным отжиманием руками, чем в остальных сериях.

В то же время опыты серии В дали брикеты, содержавшие всего лишь на 2-3% больше сухого вещества, чем брикеты серии Б. На этом основании мы можем прийти к выводу, что предварительное обезвоживание коагулированной гидромассы не следует вести далеко и надо пускать в пресса высокого давления (пресс «Madruck») торф с влажностью около 80%.

Наконец, крутой подъем кривых содержания сухого вещества в брикетах при увеличении времени отжимания от 5 до 15 минут и медленное нарастание сухого вещества в брикетах при дальнейшем увеличении времени отжимания говорят, что вода легко и быстро отжимается из коагулированного окисью железа торфа, известный же промежуток времени требуется лишь для того, чтобы дать возможность этой воде пройти толщу торфяной массы и уйти сквозь фильтрующую поверхность, а потому для более скорого удаления воды необходимо, чтобы отдача воды шла не с одной стороны брикета, как в нашем опытном прессе, а со всех сторон; последнее предусмотрено в прессе «Madruck», где отдача воды происходит со всех шести сторон брикета.

б. Влияние величины давления на влажность брикета

Влияние величины давления на влажность брикета было изучено в особой серии опытов, которая будет сейчас описана. Но влияние можно уже проследить на том цифровом материале, который был получен при изучении влияния времени отжимания на влажность брикета.

Этот материал мы сопоставляем в ином порядке в [таблицах XXX, XXXI и XXXII](#), чтобы показать, с одной стороны, влияние давления на влажность брикета, но главным образом, чтобы обратить внимание на совокупное влияние трех факторов: времени отжимания, величины давления и формы фильтрующей перепонки; вывод отсюда о влиянии величины давления на влажность брикета мы подтвердим ниже цифровым материалом новой серии опытов.

Из [таблицы XXXI](#) видно, что при отжимании с пластинкой № 4 влияние величины давления на содержание сухого вещества в брикете невелико при переходе от 5 атм. до 10 атм.; при переходе же от 10 атм. к 15 атм. изменение давления в 5 атм. практически не сказывается на содержании сухого вещества в брикете; это новое основание, чтобы забраковать пластинку № 4.

[Таблица XXXII](#) показывает, что при работе с пластинкой № 7 изменение величин давления с 5 до 10 атм. сказывается резким повышением содержания сухого вещества в брикете (разница 5,6%), если время отжимания составляло 5 минут; заметный скачок в содержании сухого вещества в брикете (почти 3%) наблюдается и при переходе от 10 атм. к 15 атм. при том же времени отжимания.

Скачок становится еще более резким при десятиминутном отжимании: при переходе от 5-ти к 10 атм. содержание сухого вещества в брикете изменяется на 7,2%; переход же от 10-ти к 15 атм. с этой пластинкой на содержании сухого вещества в брикете практически не сказывается.

Отсюда вывод: 1) для успешности работы обезвоживания торфа следует предпочитать фильтрующую поверхность типа пластинки № 7, 2) в прессе постепенно подымать давление до 15-20 атмосфер, причем переход от 0 до 5 атм. должен быть очень быстрым, от 5-ти до 15 атм. замедленным и от 15 до 20 атм. опять быстрым; при этом отжимаемая вода должна быстро уходить, для чего отдача воды должна идти со всех сторон брикета. Этим требованиям сможет удовлетворить пресс «Madruck». Из [таблицы XXX](#) видно, что пластинка № 2 в рассмотренном отношении занимает промежуточное положение между пластинкой № 7 и пластинкой № 4.

Новая серия опытов для выяснения влияния величины давления на степень обезвоживания торфа была поставлена с коагулированным торфом, предварительно отжатым руками до содержания сухого вещества 16,3%.

Для каждого опыта отжимания брали по 155 г отжатой массы; отжимание производилось с пластинкой № 1 в течение 20 мин., причем через 10 минут брикет переворачивался. Результаты опытов собраны в [таблице XXXIII](#), где показано содержание сухого вещества в брикетах, и представлены на [диаграмме \(рис. К-9\)](#).

[Таблица XXXIII](#) подтверждает, что наибольший скачок в содержании сухого вещества в брикете наблюдается при переходе от 6-ти к 15 атм. Кроме того, из этой таблицы и отвечающего ей чертежа видно, что повышение давления полезно лишь до 15-20 атмосфер; дальнейшее повышение давления не сказывается заметно на влажности получаемого брикета. Цифры содержания сухого вещества в брикете для давления выше 20 атм. показывают неправильные [\[\(случайные\)\]](#) колебания в пределах ошибок опыта около некоторой средней величины; кривая содержания сухого вещества в брикетах идет почти параллельно оси абсцисс.

Другой ряд опытов был произведен с коагулированным торфом, который предварительным отжиманием руками был доведен до содержания сухого вещества в 27,1%. Для отжимания каждый раз брали 150 г торфа; отжимание производилось на пластинке № 1 в течение 10 минут, причем через 5 минут брикет переворачивался и снова отжимался в течение 5 минут. Результаты этих опытов собраны в [таблице XXXIV](#) и нанесены на диаграмму [\(рис. К-9\)](#).

Данные [таблицы XXXIV](#) подтверждают сделанные уже выводы о влиянии величины давления на степень обезвоживания торфа и сверх того показывают, что предварительное сильное обезвоживание торфа (до 73% влажности) существенно не улучшает результатов отжимания; кривая, отвечающая данным [таблицы XXXIV](#), по мере повышения давления показывает тенденцию сблизиться с кривой, отвечающей данным [таблицы XXXIII](#).

в. Влияние количества взятой для отжимания массы на влажность брикета

Серия А. Коагулированный гидроторф отжат руками до содержания сухого вещества 16,7%; отжимание этой массы производилось при 15 атм. в течение 20 минут, причем через 10 минут брикет переворачивался и снова отжимался в течение 10 минут. Опыты производились с пластинкой № 1. Результаты собраны в [таблице XXXV](#) и нанесены на диаграмму (рис. К-10).

Из данных [таблицы XXXV](#) и чертежа видно, что увеличение навески отжимаемого торфа ведет к понижению сухого вещества в брикете; это падение оказывается очень резким при переходе от минимальной навески (50 г) к средней (200 г), дальнейшее же увеличение навески (до 300 г.) сказывается на влажности брикета лишь в ничтожной степени.

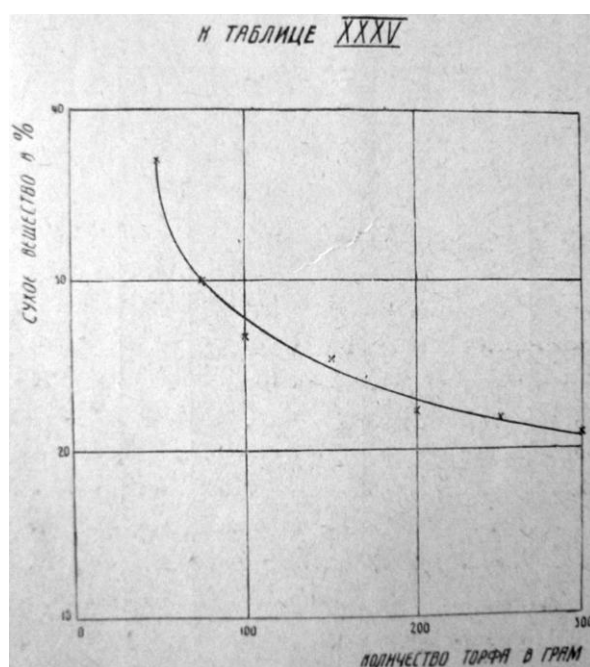


Рис. К-10

Это и понятно: не сильно сжатый коагулированный торф обладает огромной способностью пропускать воду, а потому увеличение брикета при этих условиях существенной роли играть не будет; важно только увеличить фильтрующую поверхность пресса, которая в нашем опытном прессе была слишком мала.

Серия Б. Коагулированный торф отжат руками до содержания сухого вещества в 27,1%. Опыты производились при 15 атм. в течение 10 минут, причем через 5 минут брикет переворачивался и снова отжимался 5 минут. Фильтрующая пластинка № 1. Результаты собраны в [таблице XXXVI](#) и представлены кривыми ([рис. К-11 – здесь опущен, характер кривых аналогичен кривой на рис. К-10](#)).

Результаты опытов серии Б вполне гармонируют с результатами опытов серии А.

Серия В. Коагулированный коллоидальной окисью железа гидроторф отжат руками до содержания сухого вещества в 25,8%; эта масса в различных количествах бралась для отжимания с пластинкой № 1. Отжимание производилось при 15 атм. в течение 10 минут, причем в одном опыте торф отжимался 5 минут, затем переворачивался и снова отжимался 5 минут, а в другом опыте после пятиминутного отжимания брикет разминался, перемешивался и снова отжимался пять минут.

Таким образом, в этой серии опытов было прослежено влияние [размера] навески, переворачивания брикета, перемешивания торфяной массы и времени отжимания. В других опытах отжимание с переворачиванием брикета или же с перемешиванием производилось в течение 20 минут. Результаты собраны в [таблице XXXVII](#). При опыте 1-ая пластинка не была забита торфом; поэтому часть торфа пошла на забивание отверстий в пластинке и брикет показал вес ниже, чем в опыте 1-б.

Данные [таблицы XXXVII](#) показывают, что влияние навески при сильно обезвоженном предварительным отжиманием торфе носит тот же характер, что и в других случаях; увеличение времени отжимания, переворачивание и перемешивание мало влияют на влажность брикета при таком торфе.

Серия Г была проведена с коагулированным гидроторфом, отжатым руками до 13,7-15% сухого вещества. Отжимание производилось при 15 атм. с пластинкой №№ 1 и 2 в течение 20 минут, причем через 10 минут брикет переворачивался и снова отжимался 10 минут. Результаты собраны в [таблицах XXXVIII и XXXIX](#). Результаты опытов серии Г показывают, что влияние навески отжимаемого торфа сказывается только при малых навесках; начиная же со 150 гр. дальнейшее увеличение навески сказывается очень мало на влажности брикета; таким образом, влияние навески и в этих опытах носит тот же характер, который был констатирован при предыдущих опытах.

Необходимо указать, что наблюдающееся расхождение в числах для содержания сухого вещества в конечных брикетах, в разных сериях опытов, имеет свое объяснение. При разных сериях мы имеем различную степень коагуляции гидромассы. Работа производилась зимой 1921-22 года в Москве, куда доставлялась гидромасса с «Электропередачи» в бочке с некоторым запасом.

При хранении в комнате гидромасса начинала бродить, причем брожение это носило разнообразный характер и различные стадии; под конец происходило уже разложение белковых веществ, и торф издавал ясный запах сероводорода. Для коагулирования гидромассы мы всегда брали раствор одной и той же концентрации. При работе со свежим гидроторфом мы получали хороший эффект коагулирования и соответственно высокие числа для содержания сухого вещества в получаемых брикетах. При работе с испортившимся торфом мы получали плохой эффект коагулирования и соответственно пониженные числа для содержания сухого вещества в брикетах.

Такое отношение испорченного торфа к нашему коагулятору будет понятным, если принять во внимание свойства коллоидального раствора окиси железа и его большую чувствительность ко всяким химическим воздействиям. Так как нас интересовал *характер явления* (ход изменения сухого вещества в брикете при изменении навески, времени отжимания и т.д.), то мы не придавали большого значения этим колебаниям, тем более что явление изучалось нами не только на испорченном торфе, но и проверялось на свежем гидроторфе.

Мы считаем, однако, необходимым в этом первом сообщении о наших работах, которые этим самым отдаются на суд специалистов, привести все числа без всякого выбора и сохранить таким образом полную объективность. С другой стороны все эти числа имеют свое значение; из них ясно видно, что явление упорно сохраняет свой характер независимо от степени коагулирования торфа.

г. Влияние переворачивания брикета при отжимании выяснено нами опытами прессования коагулированного гипсом гидроторфа. Переворачивание брикета в процессе отжимания имеет большое значение именно при работе с нашим опытным прессом, где отдача воды происходит только с одной стороны брикета. В заводском прессе, где отдача воды будет происходить с шести сторон брикета, переворачивание, надо думать, утратит свое значение.

Для коагулированного окисью железа гидроторфа влияние переворачивания брикета на его влажность при работе с нашим прессом достаточно выясняется на основании приведенного выше цифрового материала. Из [таблиц XXII, XXIII и XXIV](#) видно, что увеличение времени отжимания выше 10 минут при 15 атм. и навеске в 160 г уже не сказывается на влажности брикета заметным образом.

Если мы теперь рассмотрим данные [таблицы XXXV](#), где торф отжимался при 15 атм., то увидим, что для навески в 150 г и 100 г разница в содержании сухого вещества в брикете до переворачивания и после переворачивания составляет около 3,5%; эту разницу необходимо отнести на счет переворачивания брикета, так как разница во времени отжимания (10 и 20 минут) при этих условиях не могла так сильно сказаться на влажности брикета.

К такому же заключению приводят и числа [таблицы XXXVII](#); в опыте 1а 150 г торфа отжимались 10 минут, причем через 5 минут брикет был перевернут; содержание сухого вещества в брикете составило 34,5%; в опыте 1в 150 г торфа были отжаты при том же давлении 10 минут без переворачивания брикета; содержание сухого вещества в этом брикете составило 31,9%.

Таким образом, переворачивание брикета при коагулированном окисью железа гидроторфе повышает содержание сухого вещества в брикете примерно на ту же величину (3%), как и при коагулированном гипсом гидроторфе. Однако данные [таблицы XXXVII](#) говорят, что при больших навесках (200 и 250 г) сильно обезвоженного предварительным отжиманием торфа переворачивание брикета почти не сказывается на его влажности.

д. Влияние перемешивания торфа в процесс отжимания было изучено нами на двух торфах – более влажном и более сухом. Для сравнения параллельно ставились опыты без перемешивания, но с переворачиванием брикета по истечении половины срока отжимания. Опыты с перемешиванием торфа производились следующим образом: торф отжимался 5 минут, брикет вынимался, разминался, перемешивался, снова отжимался пять минут и т.д. при разминании и перемешивании через каждые пять минут; через 20 минут отжимания в брикете определялось содержание вещества.

Для опытов был взят торф, коагулированный коллоидальным раствором окиси железа и отжатый в руках до содержания сухого вещества в 16%. Отжимание производилось при 15 атм. в течение 20 минут указанным образом с пластинками №№ 1 и 2 для довесок в 150 г и 200 граммов.

Результаты опытов сопоставлены в [таблице XL](#), где показано содержание сухого вещества в полученных брикетах. Данные [таблицы XL](#) приводят к заключению, что перемешивание оказывает сильное влияние на степень обезвоживания торфа, причем перемешивание в значительно большей мере сказывается на влажности брикета, чем переворачивание. Такой вывод, конечно, приложим к слабо обезвоженному предварительным отжиманием торфу. К несколько иному выводу мы приходим при рассматривании влияния перемешивания на сильно обезвоженный предварительным отжиманием торф.

Данные [таблицы XXXVII](#) показывают, что если торф предварительно отжать руками до содержания сухого вещества в 25,8% и затем отжимать дальше при 15 атм., то перемешивание сказывается на влажности брикета в значительно меньшей степени; содержание сухого вещества в брикете, подвергавшемся при прессовании перемешиванию, повышается всего лишь на один процент.

Резюмируя все сказанное о влиянии различных факторов на степень обезвоживания торфа, мы приходим к следующим выводам.

Коагулированный коллоидальным раствором окиси железа гидроторф чрезвычайно легко отдает воду фильтрованием без всякого давления и в короткий срок доходит до влажности 90%. С такой влажностью наш торф продолжает отдавать воду при небольшом давлении (отжимание в руках) и может быть доведен до влажности 85%; дальнейшее увеличение давления до 3-5 атмосфер позволяет обезводить торф до влажности максимум до 80% в течение 5 минут; применяя в этом последнем случае перемешивание, можно при 5 атм. понизить влажность до 75%. ([Таблицы XXX, XXXI и XXXII](#)).

Дальнейшее отжимание торфа с влажностью 77-75% в прессе высокого давления при 15 атмосферах и при условии отдачи воды со всех сторон брикета позволит довести влажность торфа примерно до 63%, а при давлении в 20 атмосфер влажность окончательного брикета будет лежать около 60%.

В наших лабораторных опытах мы всегда получали брикеты с влажностью 60-62%, если гидромасса не была испорчена брожением и коагуляция была проведена до конца; между тем при всех этих опытах во время вскрывания пресса для вынимания брикета имело место обратное всасывание брикетом воды.

В качестве фильтрующих поверхностей необходимо брать перепонки либо с коническими отверстиями (тип пластинки № 2), либо с желобками, пересекающимися под прямым углом (тип пластинки № 7).

*Проф. Г.Л. Стадников**

* В архиве советского чиновника И.И. Радченко (ф. 9455 РГАЭ) сохранился обрывок бумаги с таким мерзким по сути, но «правильным политически» заключением: *Главный химик Гидроторфа Стадников Георгий Леонтьевич не был пущен за границу по следующим мотивам. Гидроторф ухлопал непроизводительно громадные суммы денег на опыты с искусственным обезвоживанием торфа. Эти опыты никаких результатов не дали и до сих пор не закончены. Необходимость и целесообразность новых опытов с перегонкой бензина из торфа Гидроторфом еще никому не доказана. И отъезд Стадникова за границу для производства этих новых опытов, да еще в период ревизии Гидроторфа, мы по указанным соображениям считаем недопустимым. <...> Вторым мотивом для запрещения Стадникову выезда за границу послужили сведения, имеющиеся в ГПУ, характеризующие Стадникова как монархиста и юдофоба, на основании чего полагаю, что Стадников за границей займется соответствующей информацией белых эмигрантов и западных промышленников-капиталистов (черновик письма В.И. Ульянову-Ленину в 1922-м?).*

Из более позднего письма Р.Э. Классона инженеру Борису Абрамовичу Креверу в Берлин (от 26 марта 1925 г.):

Мне очень обидно, что [за границу] не едет Г.Л. Стадников. На него этот отказ [ГПУ] произвел очень глубокое впечатление. Он уже больше месяца ничего не делает, так как впал в апатию. Правда, это у него соединено с физическим недомоганием, но и последнее, вероятно, тоже находится в связи с психическим настроением. Ему нужен заграничный воздух, беседа с химиками, а тут он чувствует себя одиноким, и здешняя публика удовлетворить его не может. Все это очень обидно, так как крупнейшая рабочая сила не используется так, как могла бы быть использована.

Все же двумя годами ранее Георгий Леонтьевич побывал за границей (несмотря на «телегу» И.И. Радченко?): был командирован в Германию Президиумом ВСНХ для изучения вопросов о газификации и коксовании торфа при низкой температуре. Выехал в командировку 9 января 1923 г. и возвратился 3 марта 1923 г. В главе М «Облагораживание торфа» (см. ниже) Георгий Леонтьевич с удовольствием описывает свой визит на заводы Riebeckische Montanwerke близ Галле, где он дотошно изучал работу печей по сухой перегонке бурого угля.

Глава Л. Завод искусственного обезвоживания гидроторфа

История завода – Выводы из лабораторных исследований – Испытания элементов машин – Лоток – Фильтрующие трубы – Центрофуга – Опытный шнек – Малый фильтр Вольфа – Проектирование завода – Производительность – Отделение для приготовления коагулятора – Коагуляционное отделение – Предварительный отжим – Винтовой пресс низкого давления – Вакуумный фильтр Вольфа – Центрофуга Гаубольда – Пресс Мадрук – Досушка отжатого торфа – Сушилка Шульце – Сушилка Круппа – Мельницы – Сожигание порошка – Заключение

После того как был изобретен дешевый способ коагуляции гидроторфа и лабораторными опытами констатирована возможность механического удаления из него воды, Гидроторфом была поставлена задача испытать этот способ практически.

Назначенная Председателем С.Н.К. тов. В.И. Лениным комиссия под председательством Народного Комиссара Л.Б. Красина осенью 21 года, проверив изобретение, одобрила покупку машин и постройку завода искусственного обезвоживания гидроторфа в промышленном масштабе. Такое решение приблизило проведение в жизнь искусственного обезвоживания гидроторфа, так как избавляло от обычной потери времени на испытания способа в полулабораторном масштабе с маленькими моделями машин, переход от которых к заводским моделям потребовал бы такого же времени, как и постройка завода на основании уже имеющихся чисто лабораторных данных. Долгий путь, правда, более осторожен, но, кроме затяжки на несколько лет, чрезвычайно расхолаживает как работников, так и органы, от коих зависит ассигнование денег.

В данном вопросе была проявлена решительность, необходимая при решении таких важных проблем, как искусственное обезвоживание торфа. Ведь в случае технического и экономического успеха этого первого промышленного опыта открывается возможность организовать почти непрерывное заводское производство торфяного топлива в любом массовом масштабе, что знаменует собой новую эру в использовании неиссякаемых торфяных богатств России.

Местом для постройки завода была избрана первая районная электрическая станция на торфу «Электропередача» (рис. Л-1), которая является колыбелью гидроторфа, где и до сих пор испытываются все новые машины. Там имеются необходимые для завода электрическая энергия, отработанный пар и бесполезно уходящие в трубу дымовые газы.

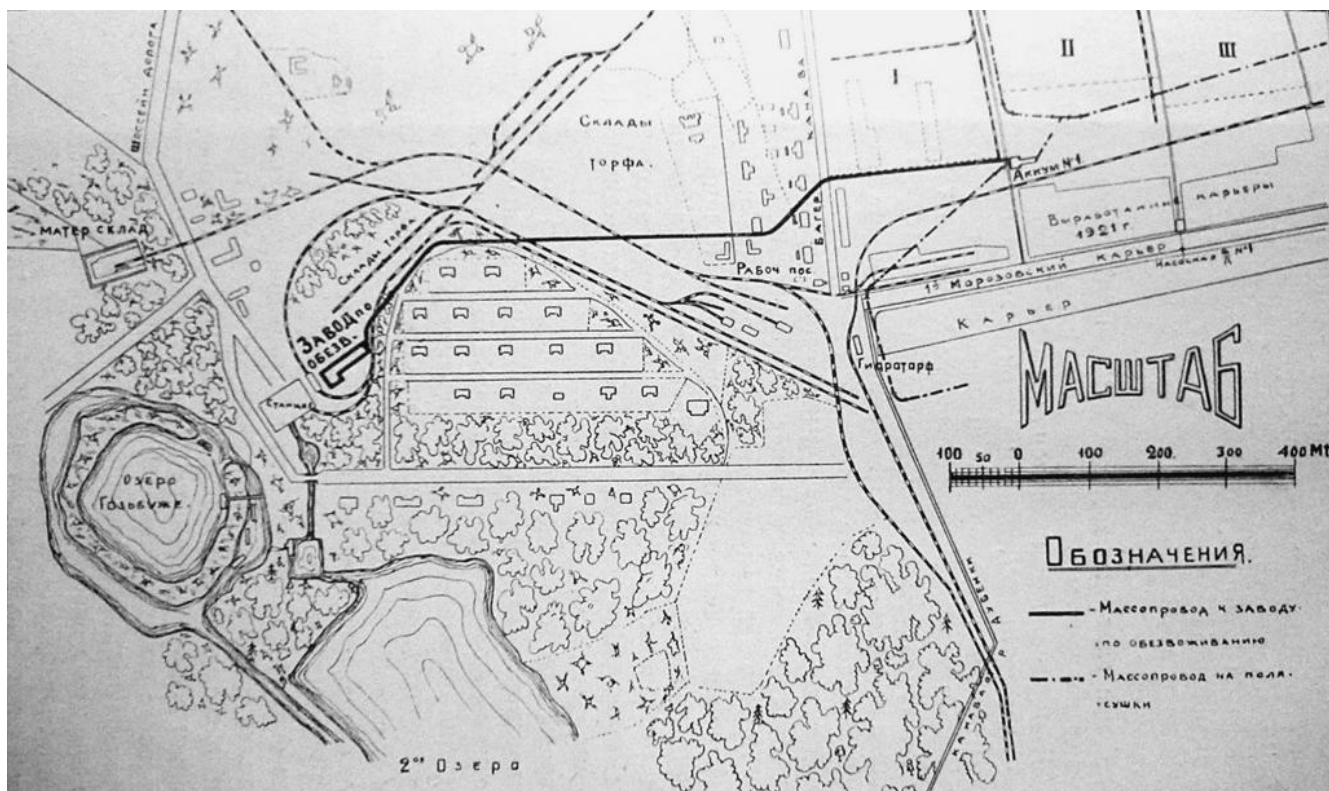


Рис. Л-1

Ранее чем перейти к проекту завода, напомним вкратце выводы из многочисленных лабораторных опытов:

1) Коллоидальный раствор окиси железа хорошо коагулирует гидроторф, т.е. в значительной мере разрушает связь твердой субстанции торфа с водою, облегчая быстрое удаление большей части последней.

2) Приготовление коагулятора производится воздействием дымовых газов на железные стружки, погруженные в воду, с последующим окислением раствора хлором или хлорноватистой кислотой.

3) Полная коагуляция получается при прибавлении 1 объема коагулятора на 2 объема гидромассы.

4) В пределах влажности от 97,5% до 90% гидроторф чрезвычайно легко и в короткий срок отдает воду фильтрованием без всякого давления.

5) В пределах влажности от 90% до 85% торф отдает влагу под небольшим давлением (в лаборатории – руками в полотне).

6) При увеличении давления до 3-5 атм. можно обезводить торф до влажности 80% в промежутки времени порядка 5 минут.

7) Перемешивание во время прессования ускоряет удаления воды и может понизить влажность при 5 атм. до 75%.

8) Увеличение давления прессования до 15-20 атм. при условии удаления воды со всех поверхностей брикета дает возможность понизить влажность торфа до 63-60%.

9) Искусственно обезвоженный до этого предела гидроторф чрезвычайно быстро и легко досыхает до влажности 20-25%.

10) Наилучшей конструкцией фильтрующих поверхностей являются перепонки с коническими отверстиями (с широким отверстием со стороны давления) или их разновидность – пластинки с суживающимися желобками, имеющими на дне ряд мелких отверстий.

11) Наибольший размер отверстий в пластинках (в свету) – 1,75-2 мм.

Выводы 5, 6, 7 и 8 повелительно диктуют вести обезвоживание коагулированного гидроторфа не в одной машине и подразделить отжатие на несколько стадий с отдельными машинами, сконструированными для определенных пределов влажности.

Несмотря на полученное разрешение строить машины сразу в заводском масштабе, мы пытались, насколько это не задерживало постройку завода, предварительно испытать элементы или небольшие модели будущих машин.

Для фильтрования без давления или под небольшим давлением испытывался лоток с сетчатым дном, по которому протекала гидромасса, и фильтрующая труба, нужное давление в которой получалось при помощи соединенного с ней вертикального цилиндра, в верхнюю часть которого поступал сжатый воздух из баллона.

Лоток блестяще подтвердил в значительно большем, чем в лабораторном масштабе, способность коагулированного гидроторфа отдавать влагу фильтрованием.

В пределах влажности от 97½% до 95% его пропускная способность равна $f = 0,31$ грамм/см² в минуту. Его фильтрующая способность, однако, быстро падает вследствие приставания отдавшего влагу торфа к сетчатому дну. Сдвигать же этот торф и прочищать фильтрующую поверхность для восстановления ее фильтрующей способности невозможно, так как она сделана из тонкой и непрочной, медной сетки.

Действие фильтрующих труб, сделанных из продырявленного железа 1-1,5 мм толщиной, испытывалось многократно, но, к сожалению, не в условиях непрерывного процесса, как они должны работать по проекту завода. Вместо непрерывного движения массы пришлось ограничиться исследованием отжатия воды через стенки короткого (0,45 м) отрезка трубы. Последовательно испытывались трубы с отверстиями 1½ и 2½ мм диаметром при различных давлениях от 0,1 до 2,5 атмосферы.

Прежде всего, как и при опытах с лотком, оказалось, что внутренняя фильтрующая поверхность трубы быстро покрывается слоем торфа (до 10 мм толщиной), сравнительно мало влажного, который оказывает большое сопротивление проходу воды.

Таким образом, констатирована была необходимость постоянной и тщательной прочистки внутренней поверхности, что в опытном приборе не удалось осуществить, но исполнено в фильтрующих трубах, устанавливаемых на заводе.

Фильтрующая способность фильтрующих труб в пределах влажности от 97% до 95% оказалась равной при давлении 0,15 атм. $f = 0,34$ и при 1 атм. $f = 0,617$, с постепенным уменьшением по мере засорения до 0,254. В результате удавалось понизить влажность коагулированного гидроторфа с 97% до 95% в течение 15 минут при давлении 1 атмосфера.

Эти опыты подтвердили также, что наилучшей формой отверстий для влажностей 97-95% являются конические, с более широкой входной частью, которые, раз заполнившись массой, далее пропускают через себя только прозрачную воду.

Затем испытана была обычная центрофуга, предназначенная для удаления масла из тряпок и концов. Ее центробежная сила равна 0,2 атм., а фильтрующая поверхность 3 400 см². 10 литров коагулированного гидроторфа влажностью 97% через минуту обезводились до 93%, через 3 мин. – до 90%; через 6 мин. – до 86,9%, что в среднем дает $f = 0,2$ грамм/см² в минуту.

Для изучения работы прессы низкого давления, предназначенного для обезвоживания в пределах влажности 95-80%, сделан был опытный шнек, состоящий: 1) из чугунного фильтрующего цилиндра, в котором отверстия образуются пересечением круговых наружных и продольных внутренних канавок и 2) вращающегося на валу шнека, который должен прочищать внутреннюю поверхность и перемешивать массу. Однако испытать эту опытную машину не удалось совсем, так как, вместо непрерывного прохода массы, получилось ее вращение вместе со шнеком.

Работу этой машины удалось проверить только с гидроторфом, коагулированным гипсом. При этом фильтр Вольфа работал вполне удовлетворительно и из жидкой массы, пристававшей с одной стороны фильтра, с другой стороны образовывалась довольно плотная лента влажностью около 85%. Произвести опыты с обезвоживанием в этой машине гидроторфа, коагулированного коллоидальным раствором окиси железа, не удалось, так как для этого требовалась массовая коагуляция гидроторфа, которая может быть поставлена только на заводе, а не в лаборатории.

Одновременно с производством этих испытаний велось проектирование завода с учетом как предварительных лабораторных испытаний, так и результатов испытаний элементов машин, поскольку таковые удавалось закончить.

Основной машиной, которая определяла производительность завода, являлся пресс Мадрук с 48-ю отдельными отжимающими элементами, нормальная производительность которого, по данным фирмы, для некоагулированного торфа равна 100 тоннам сухого порошка в сутки. Этот пресс кроме скорости, соответствующей производительности в 100 тонн в сутки, имеет еще две другие скорости, которые соответствуют производительностям 115 и 300 тонн в сутки.

Быть может, при коагулированном торфе удастся получить достаточно сухой брикет в течение меньшего времени – 1,66 минуты, вместо 5-ти. В настоящее время не представляется возможным определить действительную производительность как пресса Мадрук, так еще в большей степени всего завода. По всей вероятности, суточная производительность лежит между двумя только что указанными пределами – 100 и 300 тонн.

Добыча торфа для завода может совершенно свободно производиться в течение 7-ми месяцев – с 1 апреля по 1 ноября. Слой льда в торфяной залежи, мешающий естественной сушке, так как гидромасса, залитая на покрытое льдом поле, не высыхает, в данном случае не служит никаким препятствием. Лед в месте размыва торфа может быть легко удален при помощи грейфера пеньевого крана. Добыча торфа поздней осенью вполне возможна, особенно если она ведется непрерывно, без больших промежутков, в течение которых могли бы замерзнуть водо- и массопроводы.

В 1922 году размыв и накачивание гидроторфа в аккумуляторы производились в середине ноября. Этот 7-ми месячный период, в зависимости от погоды в ноябре месяце, может быть удлинён на весь ноябрь. Кроме того, предполагается запастись гидроторфяную массу в больших земляных резервуарах, вырытых баггером для того, чтобы брать ее оттуда зимою и самой ранней весной. Выемка этой массы может производиться даже из-под льда, опусканием заборной головки торфяного насоса, быть может, с водяными струями, под лед через прорубь.

Такой торфяной насос с заборной головкой мог бы быть установлен на небольшой ферме, опирающейся на две тележки, катящиеся по рельсам, уложенным по краям аккумулятора. Нагнетательный трубопровод от аккумулятора до завода для зимней работы должен быть, конечно, уложен под землю. Таким образом, время работы завода может быть доведено до 9-ти месяцев.

Из осторожности мы считаем, однако, время его работы равным всего 250 дням в году, что даст годовую производительность от 25 000 тонн до 75 000 тонн сухого торфяного порошка. Исходя из этой производительности, проектировалось здание и все отделения завода (рис. Л-2).

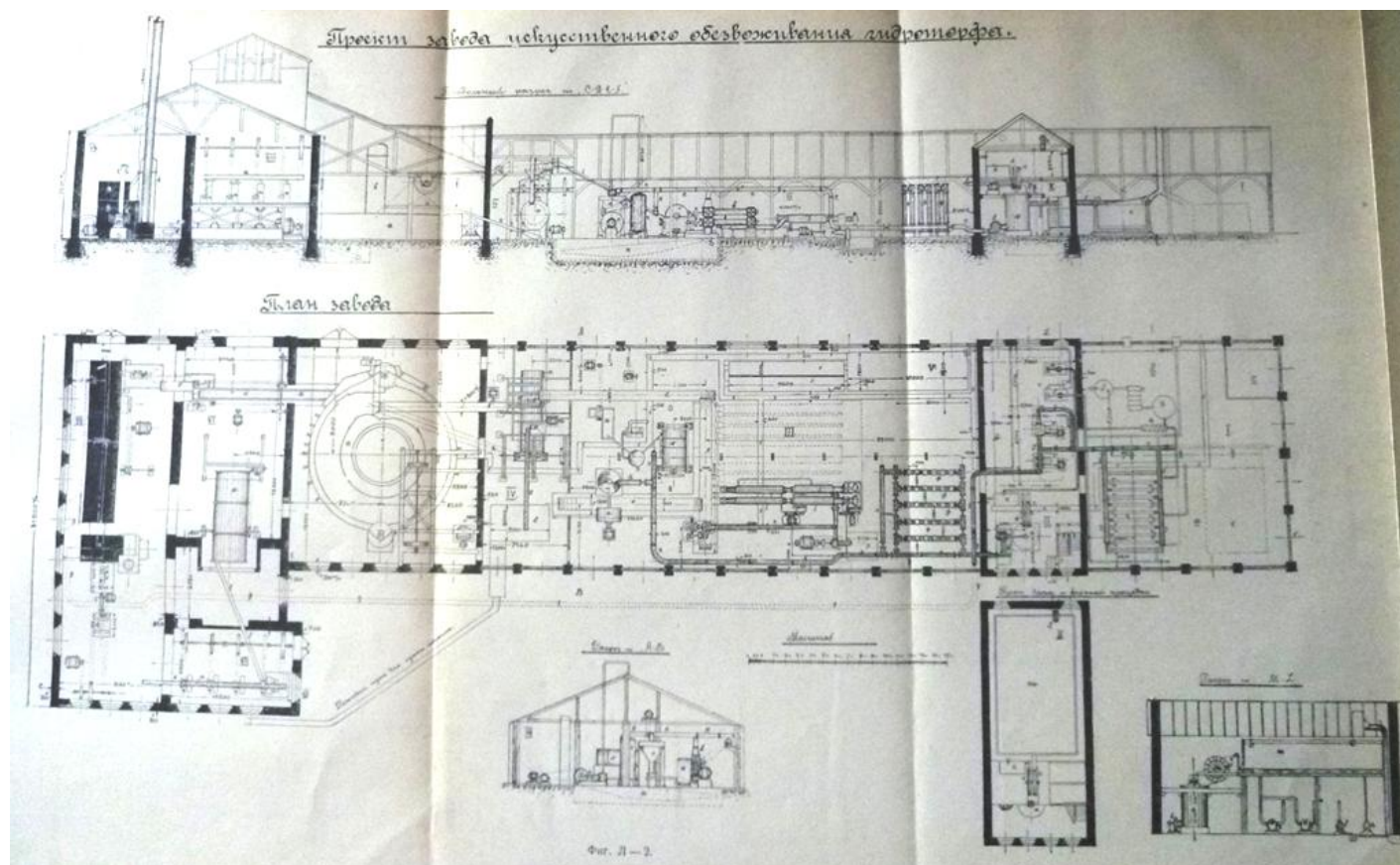


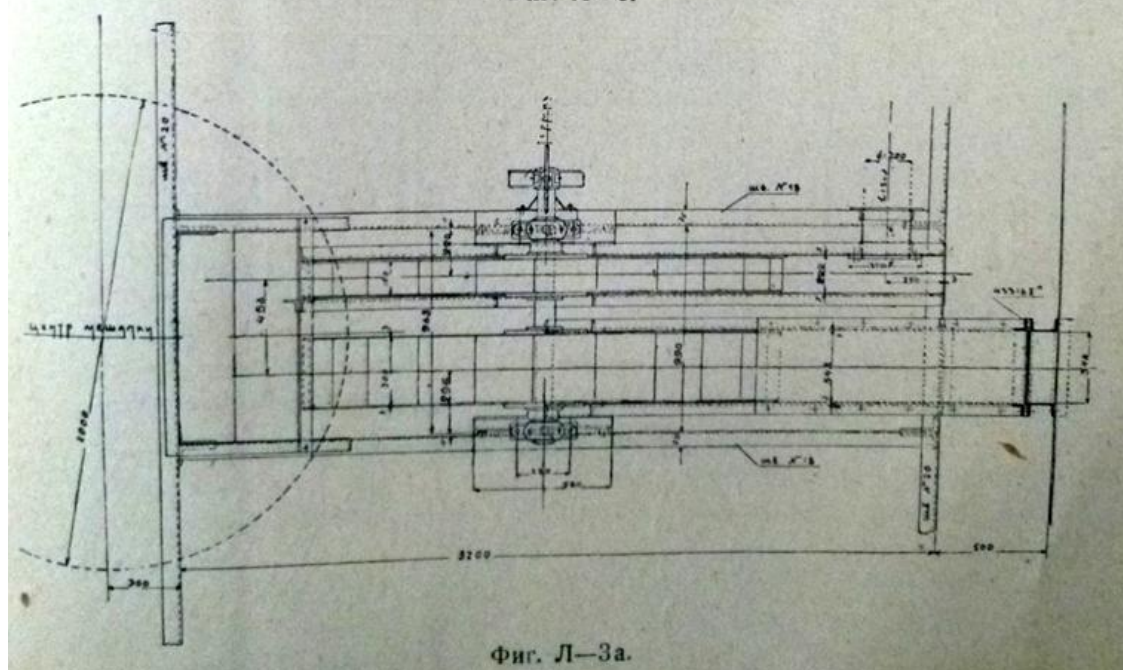
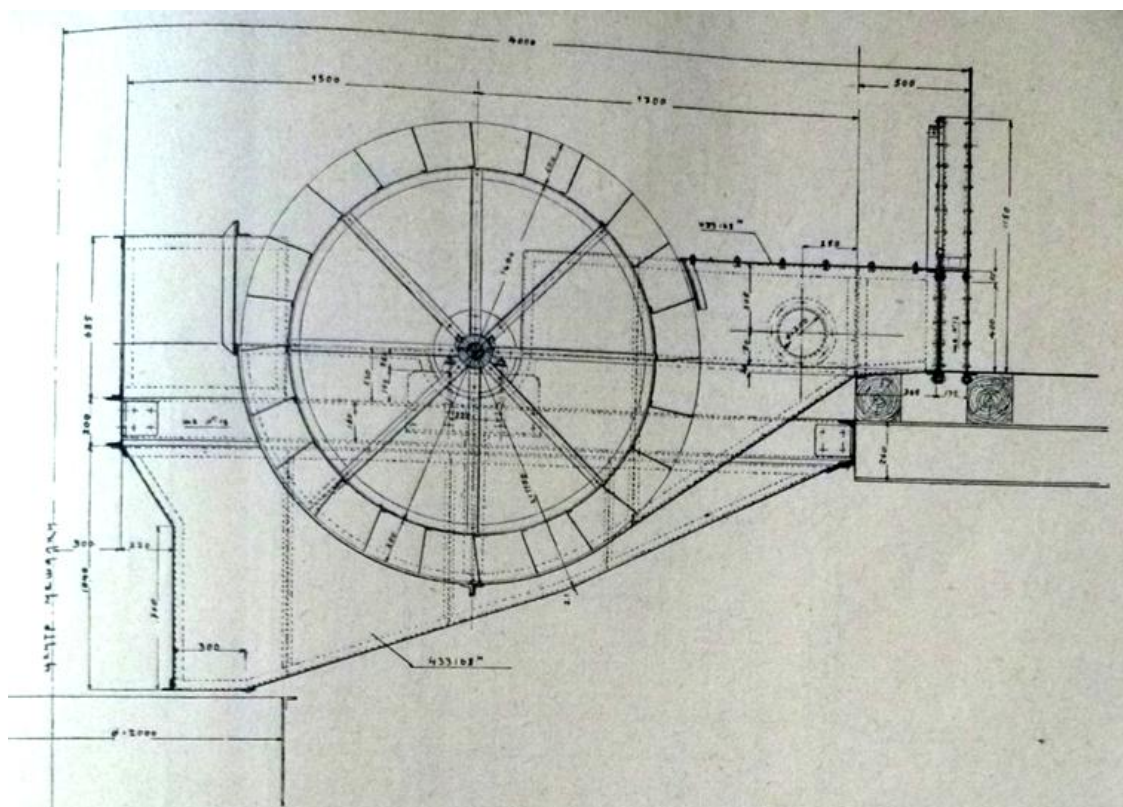
Рис. Л. 2. Проект завода искусственного обезвоживания гидроторфа

Основным аппаратом для приготовления коагулятора является так называемая батарея, которая представляет из себя ряд водяных ванн, заполненных железными стружками. На дно этих ванн подводятся компрессором дымовые газы, пузырьки которых проходят через воду и стружки снизу вверх. Вода, служащая для образования коллоидального раствора окиси железа, проходит зигзагообразно целый ряд ванн и при достижении известной концентрации поступает в смесительный желоб для окисления, которое может производиться хлором или другим окислителем. Не зная точно производительности каждой батареи, мы строим сначала всего одну, которой, по расчетам, должно хватить только на половинную производительность завода. Здание же для этого отделения построено с таким расчетом, чтобы в нем можно было установить 3 батареи.

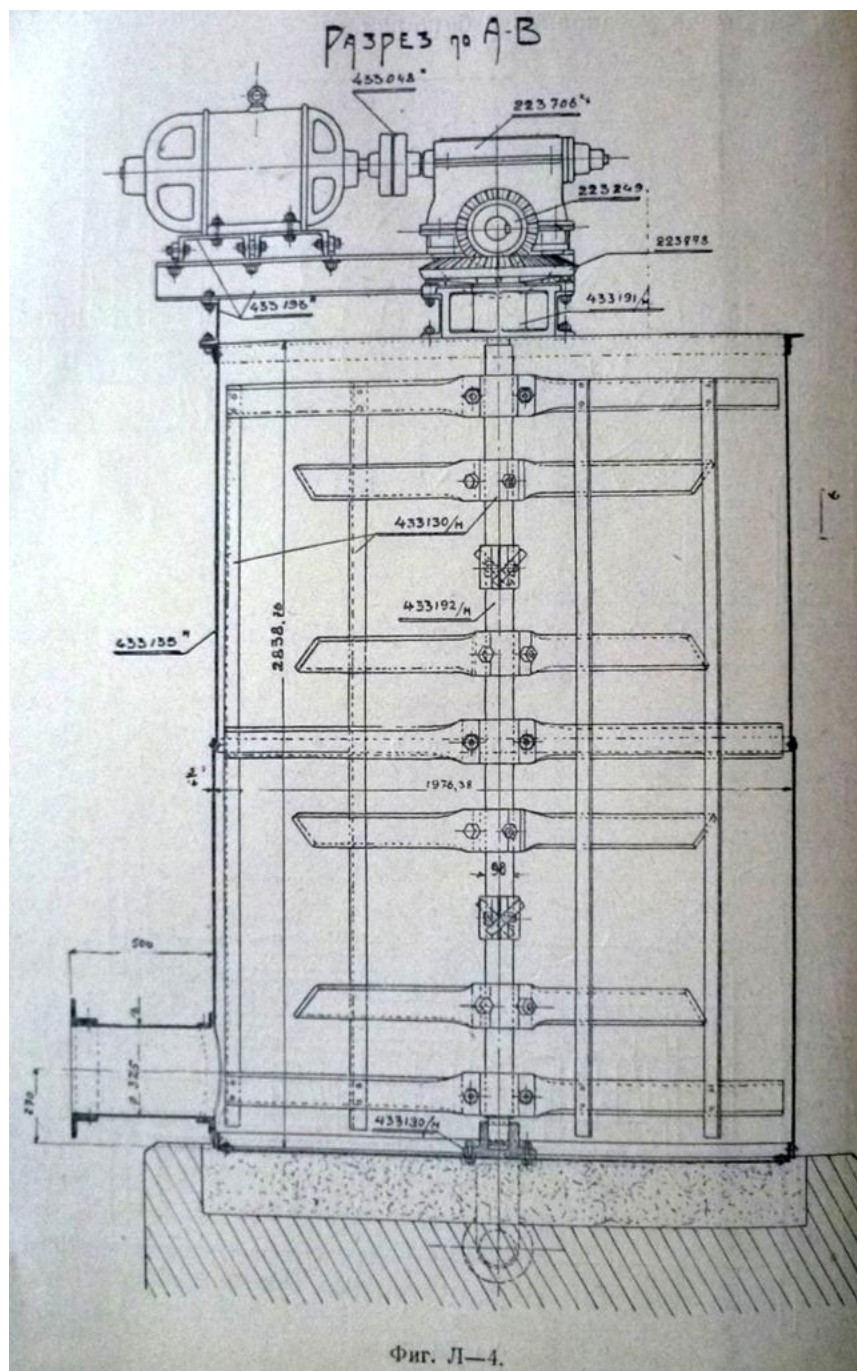
Необходимо отметить, что для изготовления коагулятора не затрачивается никаких ценных материалов. Он получается из железных стружек, стоимость которых ничтожна, и углекислоты даровых дымовых газов. Вода циркулирует одна и та же; Количество же окислителя (хлора, хлорной извести и т.п.) ничтожно.

Почти весь верхний этаж двухэтажного здания занят большим баком для гидромассы, подаваемой с болота. Бак снабжен шаровым клапаном, прекращающим доступ массы при переполнении бака.

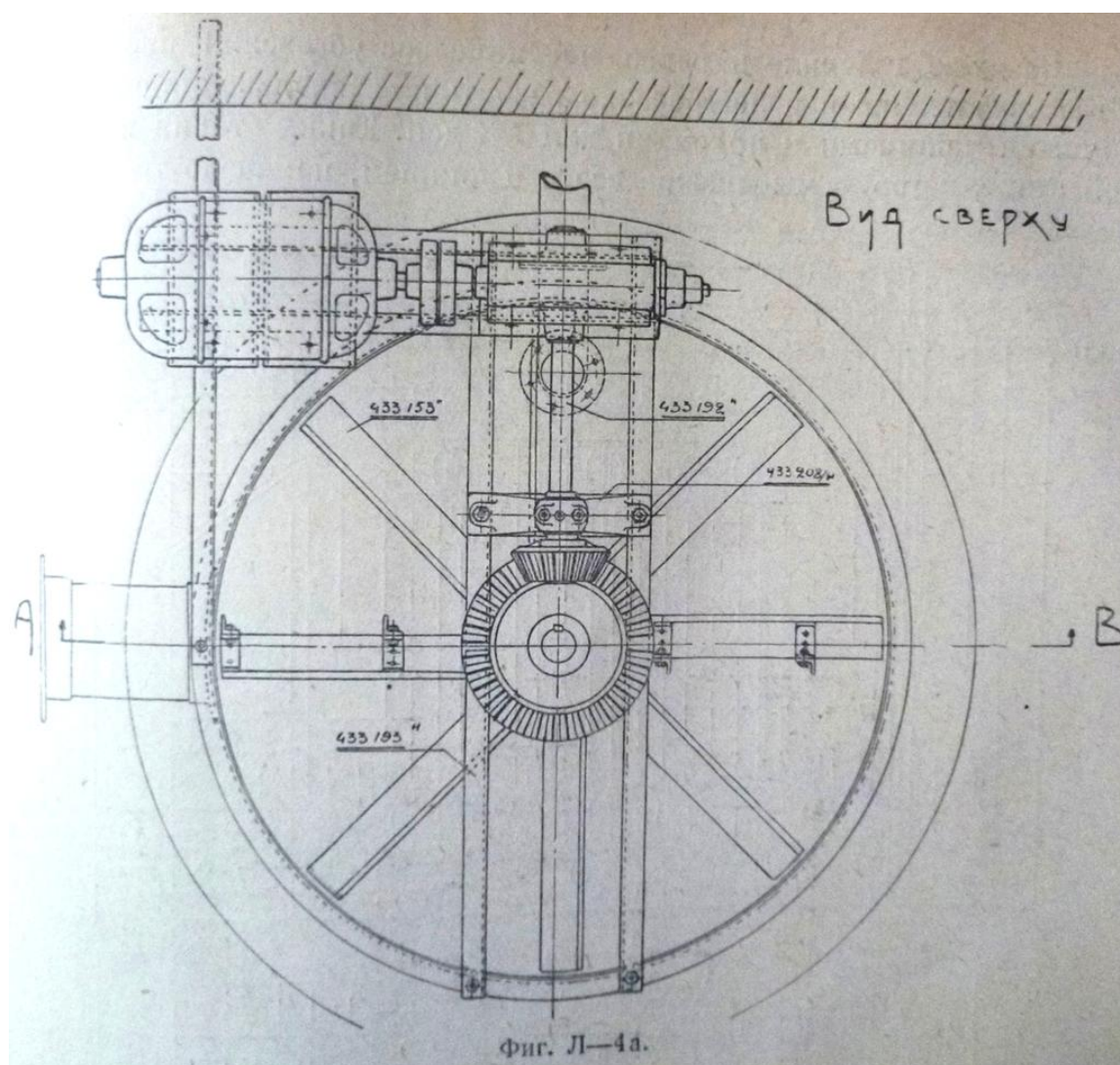
Из бака гидромасса влажностью около 95,5% будет поступать в мешалку для смешения гидромассы и коагулятора. Для сохранения постоянного соотношения между объемом гидромассы и коагулятора обе жидкости проходят через подливные колеса, которые вращаются одинаковой скоростью (рис. Л-3 и Л-3а). Их ширина различна и пропорциональна желаемым объемам жидкостей. Движущей силой для колес является гидромасса, для чего выход гидромассы из колеса сделан внизу.



Коагулятор может проходить через колесо только при его вращении, так как выход из соответственного колеса сделан на высоте уровня коагулятора в баке перед колесом. Уменьшение или увеличение пропускной способности обоих колес вместе производится ручным тормазом, замедляющим вращение общего вала, на котором укреплены оба колеса.



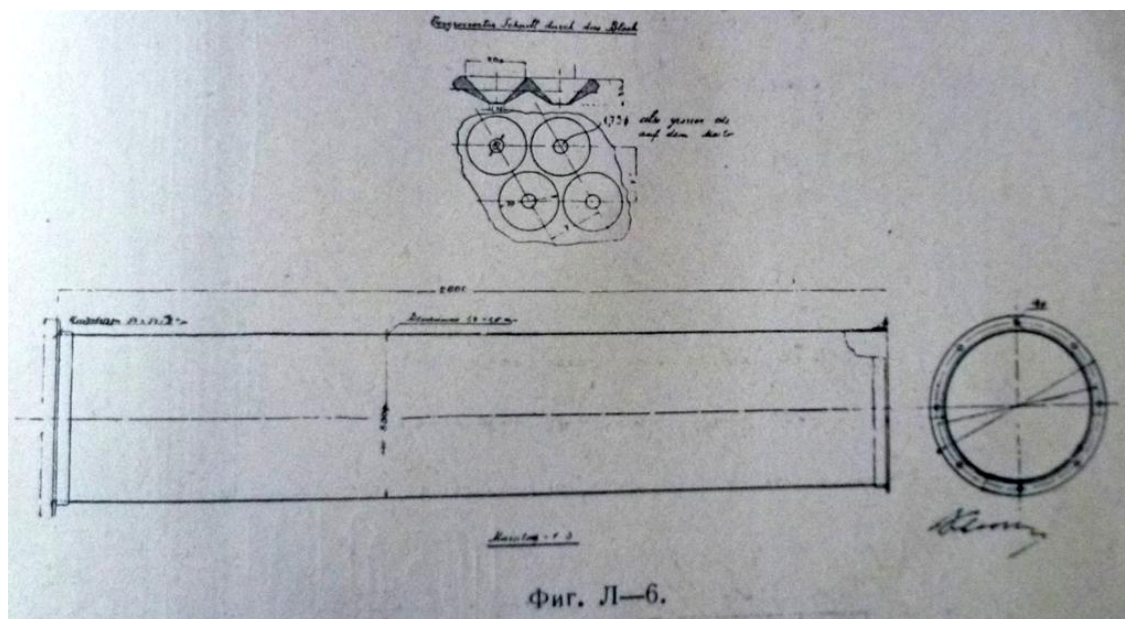
Из этих колес гидромасса и коагулятор поступают в открытый бак с мешалкой (рис. Л-4 и Л-4а) и затем в горизонтальный растиратель, так как лабораторные исследования указали, что для полной коагуляции необходимо интенсивное смешение двух жидкостей. Для уменьшения расхода энергии лопасти горизонтального растирателя срезаны таким образом, чтобы производить только перемешивание жидкости, а не перерезание. Этот же горизонтальный растиратель своим центробежным элементом создает нужное давление (1¼-1½ атм.) для подачи гидромассы в фильтрующие трубы.



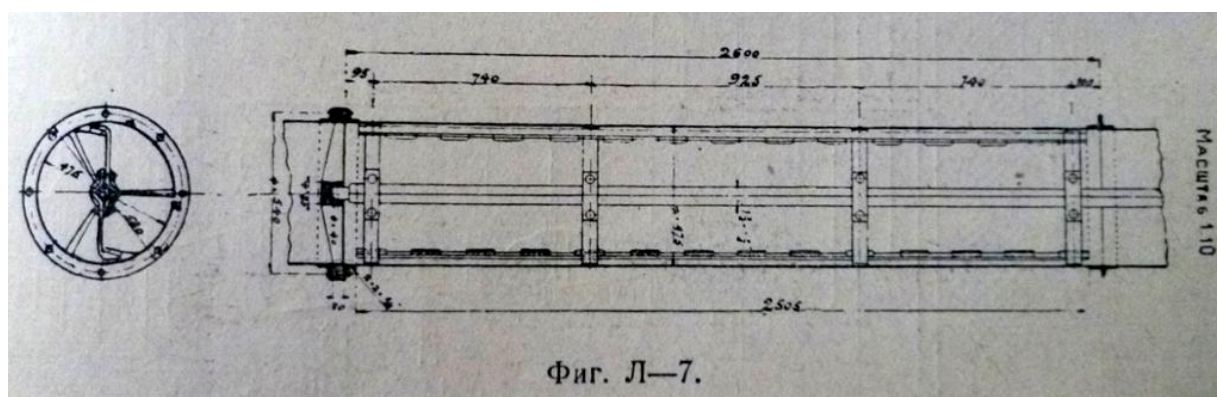
Как уже говорилось ранее, механическое обезвоживание гидроторфа желательно и целесообразно разбить на несколько стадий, с различными машинами и приемами для каждой. Таких стадий в основной схеме, которую мы прежде всего и опишем, намечено три.

Первой стадией являются фильтрующие трубы, долженствующие понизить влажность с 97,5 до 95%, т.е. уменьшить объем жидкости вдвое или удалить больше 50% содержащейся в гидромассе влаги. Эти трубы не должны, однако, понижать влажность ниже 94,5%, та как тогда гидромасса перестанет быть жидкостью и с ней неудобно будет оперировать в следующих машинах – винтовом прессе низкого давления и фильтре Вольфа.

Фильтрующие трубы (рис. Л-6) представляют из себя ряд цилиндров (первоначально – 30, место оставлено на 60) 470 мм диаметром, 2,5 м длиною, сделанных из тонкого (1-1½ мм) железа. Стенки этих цилиндров продырявлены, причем каждое отверстие, диаметром в свету 1,5-1,75 мм, снабжено изнутри коническим углублением (рис. Л-6), что, как установлено лабораторными опытами, является наилучшей конструкцией фильтрующей поверхности для данной влажности гидромассы. Через эти цилиндры гидромасса проходит последовательно, отдавая по пути влагу через многочисленные отверстия.



Наличность тройников и заслонок позволяет регулировать конечную влажность выключением отдельных групп труб. Для необходимой прочистки внутренней поверхности трубы снабжаются стальными скребками, плотно прижимающимися к стенкам (рис. Л-7). Эти скребки периодически приводятся в движение при помощи мотора, редуктора, шестерен и цепей с крюками (рис. Л-5), которые зацепляются за звездочки и поворачивают вертикальный вал со скребками. Нужное для отжатия давление создается центробежным насосом, составляющим часть горизонтального растирателя.



Для второй стадии обезвоживания служит винтовой пресс низкого давления системы Гидроторф (рис. Л-8 и Л-8а). Нужное для работы этого пресса давление – 4,5-5 атм. создается так же как и в фильтрующих трубах центробежным насосом, что является самым простым и дешевым способом создания давления для отжатия, особенно в массовом масштабе, о котором в данном случае только и может идти речь.

Пресс состоит из чугунных продырявленных труб, сначала одинарных 500 мм диаметром, а в конце двойных, по 300 мм диаметром. В первых медленно вращается по одному шнеку (рис. Л-9) для прочистки поверхности и поддержания вдоль трубы одинакового давления, во-вторых – по два шнека, задача которых осложняется еще перемешиванием гидромассы для лучшего обезвоживания.

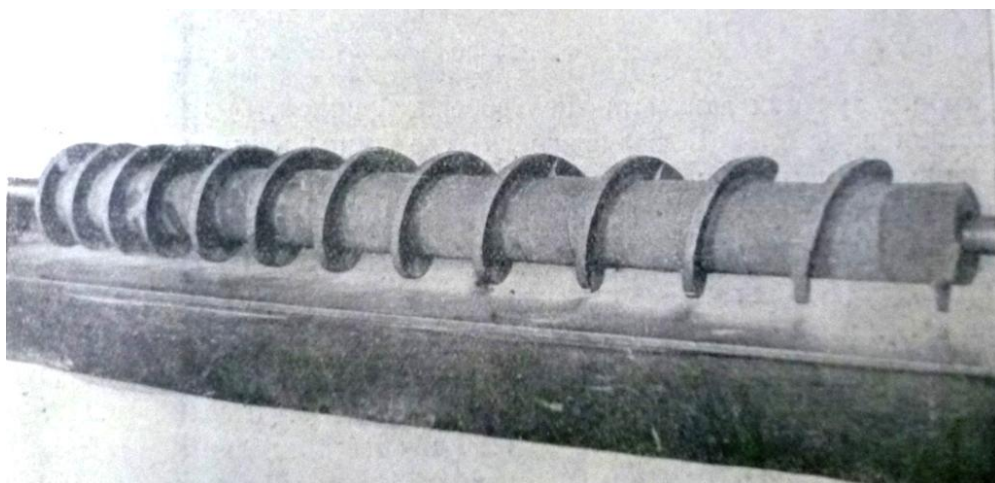
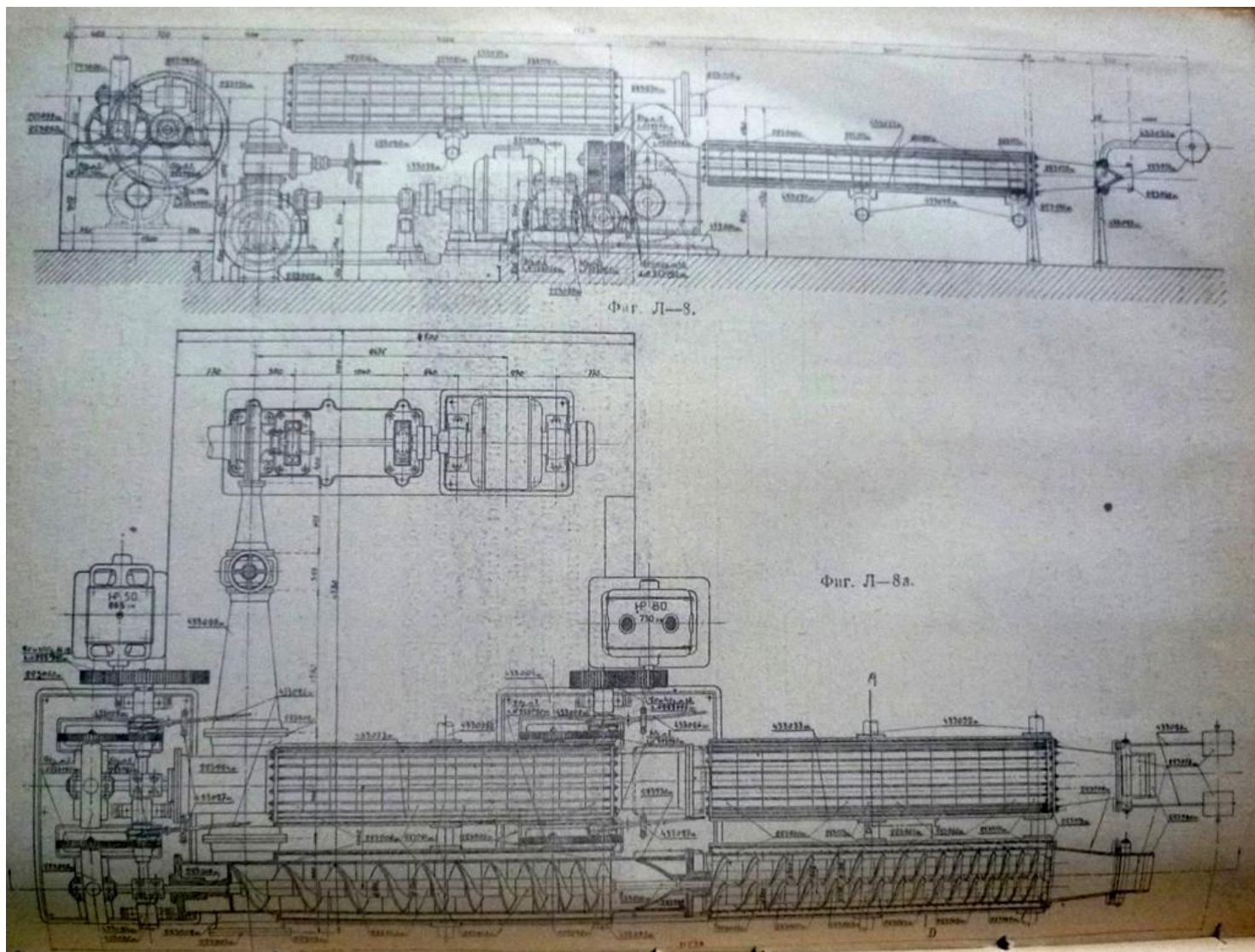


Рис. 1-9

Фильтрующая поверхность этих труб (рис. Л-10, Л-10а, Л-10б), исполнена по способу, давшему лучшие результаты в лаборатории – взаимным пересечением канавок; круговых на наружной поверхности и продольных – на внутренней. Таким образом, обработкой на токарном и долбежном станках получают бесчисленные отверстия 1,5 x 1,5 мм и конические канавки, необходимые для собирания воды со всей внутренней поверхности. Этот способ изготовления фильтрующих поверхностей как нельзя лучше подходит для массового их изготовления.

При выходе из каждого элемента установлен регулирующий мундштук, которым можно изменять время прохождения гидромассой данного элемента и тем регулировать конечную влажность. Роль этого пресса – понизить влажность с 95% до 80-85%.

При проектировании винтового пресса мы задавались создать машину для массового производства. Эта идея выражена: 1) в способе получения давления – центробежной силой, 2) в непрерывном действии пресса, 3) в возможности увеличивать число элементов, не изменяя привода и насоса и 4) в возможности наладить заводское изготовление этих элементов. Первоначально из осторожности мы ставим всего 2 таких элемента, оставляя место еще на 6.

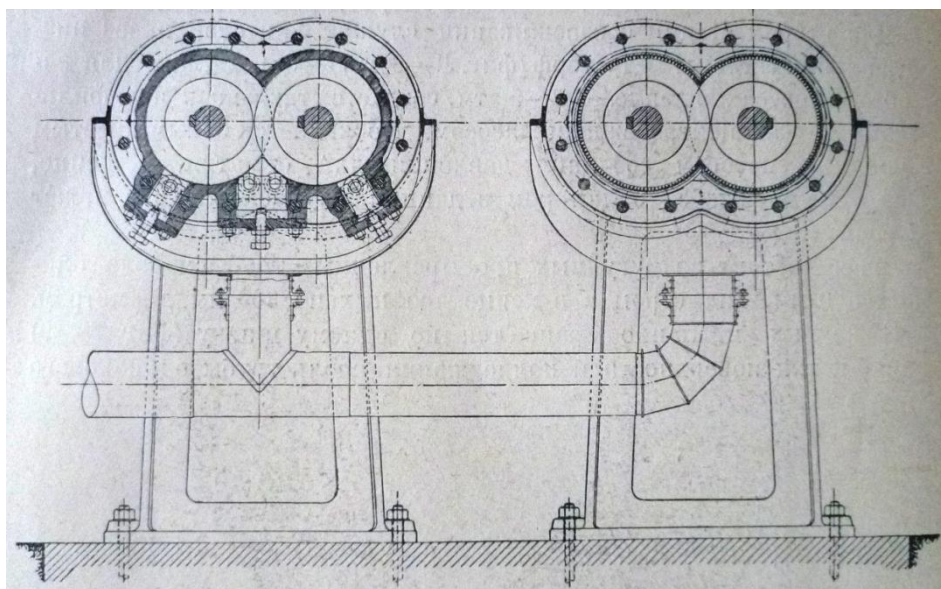


Рис. Л-10

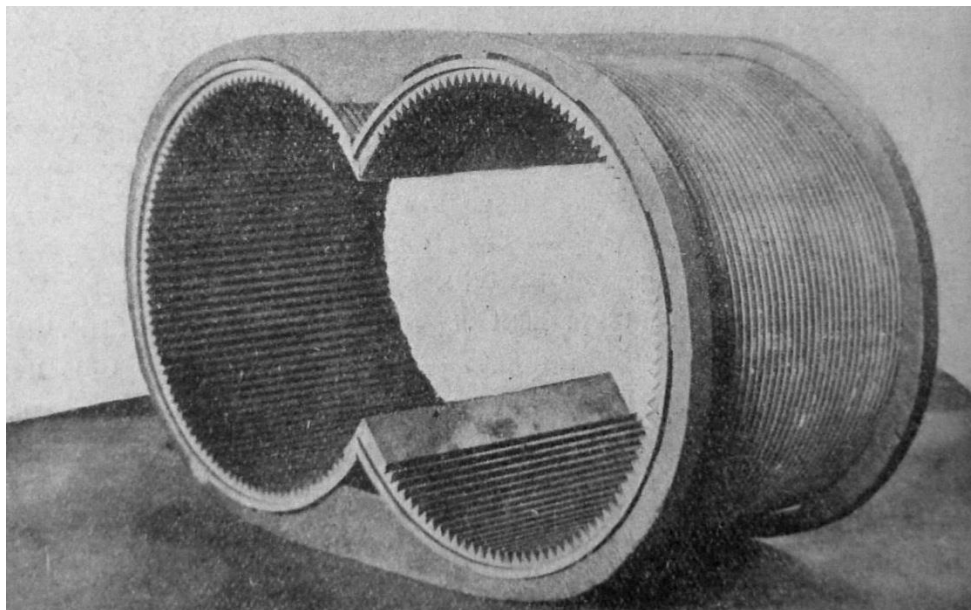


Рис. Л-10а

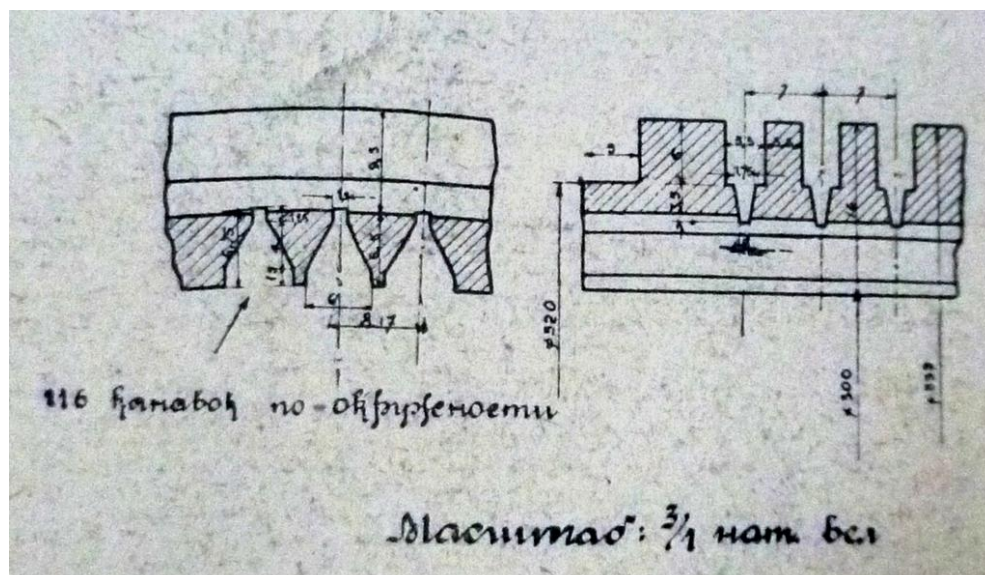


Рис. Л-10б

Кроме того, один элемент винтового пресса по идее Гидроторфа изготовлен немецким заводом Борзиг (рис. Л-11). Он отличается от русской модели отсутствием двойных шнеков и изготовлением фильтрующей поверхности не из чугуна, а из железа, с коническими отверстиями.

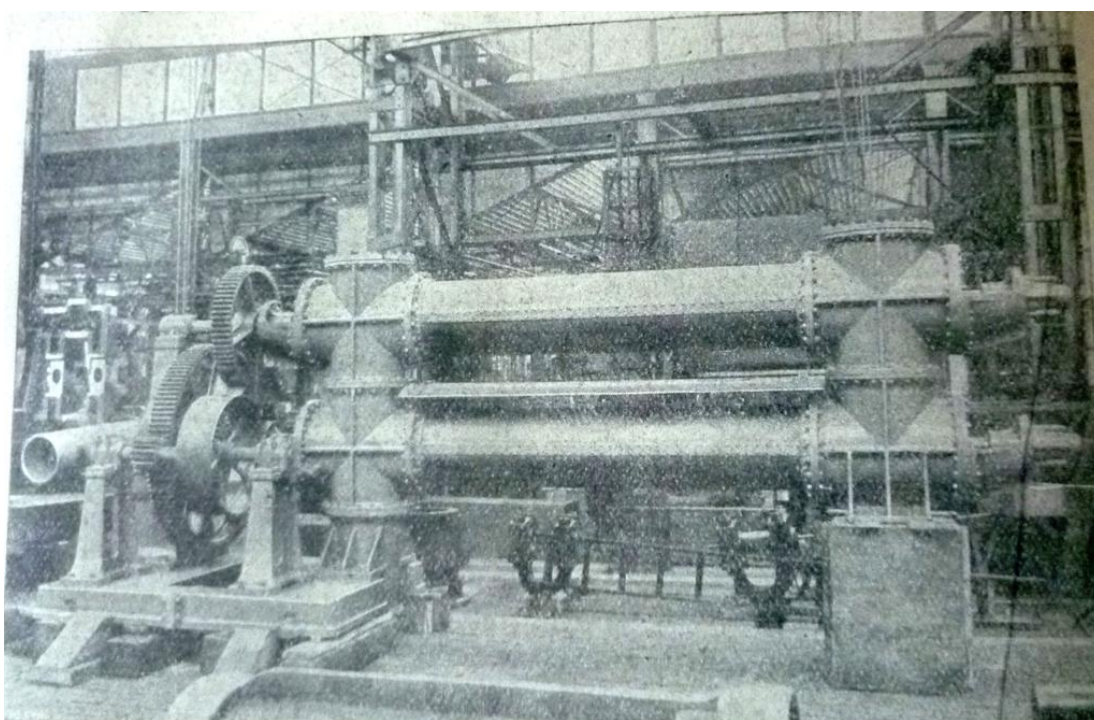


Рис. Л-11

Вариантом к винтовому прессу для исполнения той же работы служат фильтр Вольфа и центрофуга Гаубольда. Первый обезвоживает гидромассу не положительным давлением, а вакуумом, создаваемым внутри продырявленного цилиндра (рис. Л-12, Л-12а). Схема его работы такова: в корыто под фильтром по трубе поступает жидкая гидромасса; медленно вращающийся барабан с вакуумом внутри присасывает к себе торф тонким слоем и в течение полуоборота отсасывает из него воду, затем нож снимает слой торфа в том месте барабана, где нет вакуума. Прочистка фильтрующей поверхности может производиться струей воздуха (под давлением) изнутри.

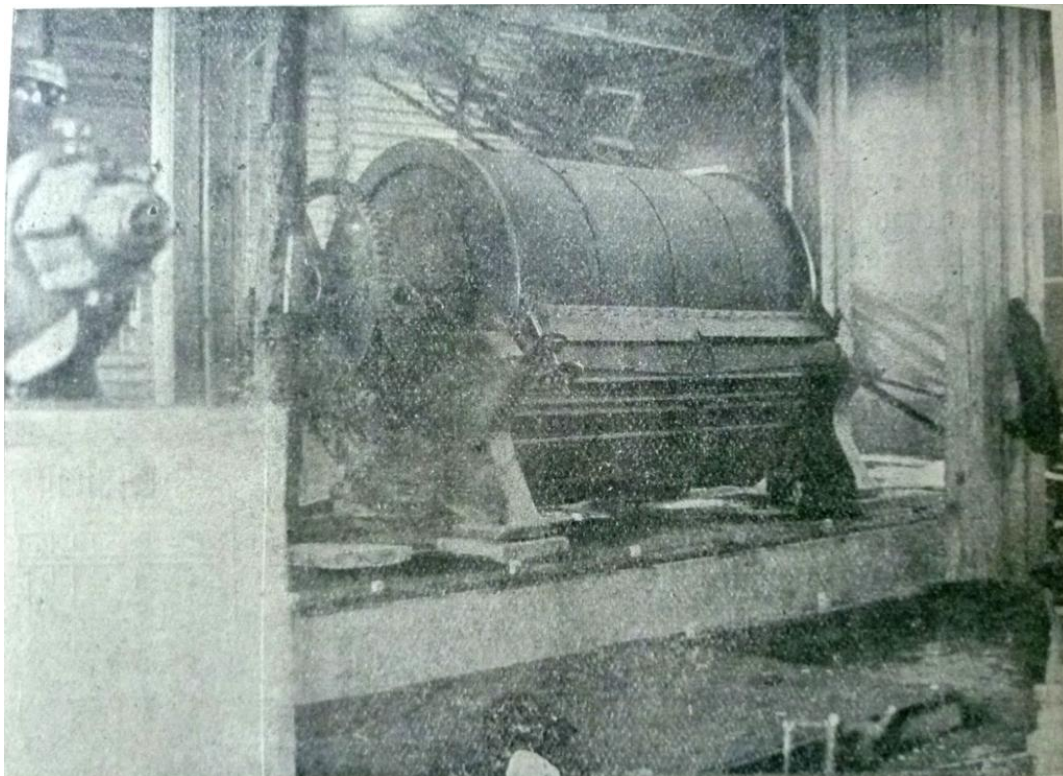


Рис. Л-12

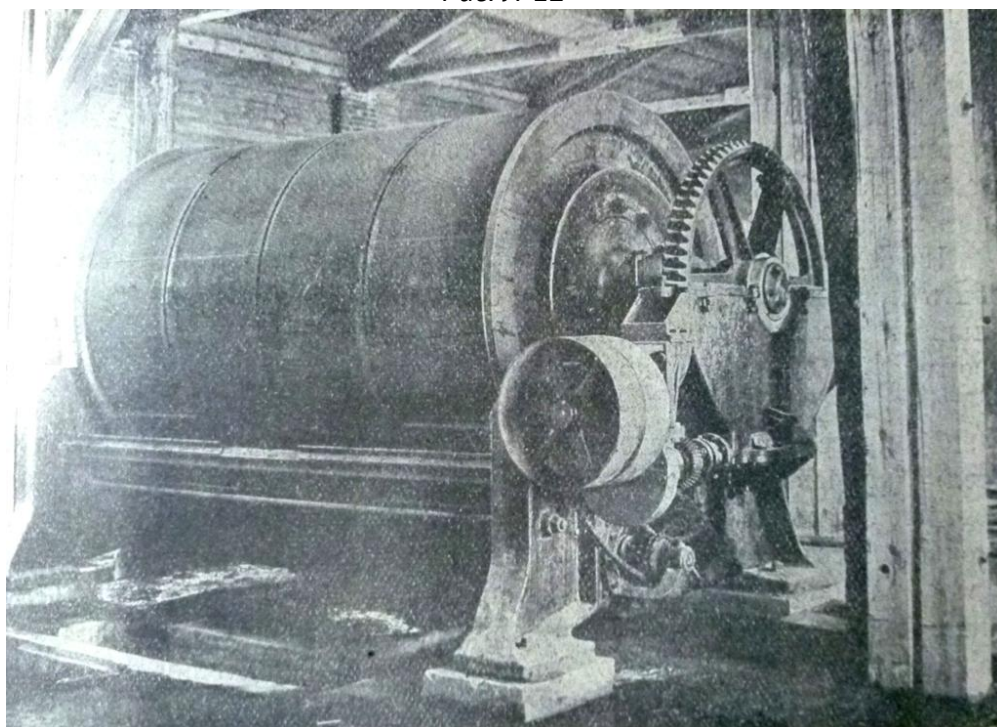


Рис. Л-12а

По самому методу обезвоживания, применение вакуума совершенно правильно, так как обезвоживаемый торф при этом не сжимается, что имеет место при отжатии положительным давлением. Содержащаяся в торфе вода в конце процесса выгоняется давлением тончайших струек воздуха, проникающих сквозь толщу торфа. К сожалению, рабочая разница давлений (вакуум) этого аппарата очень мала, а метод образования ее сложен и дорог. Фильтрующей поверхностью может быть медная сетка или достаточно прочный продырявленный металл. Размеры барабана: диаметр = 2 м, длина = 3 метра.

Центрофуга [Гаубольда] отличается от других машин для обезвоживания простым способом образования давления – действием центробежной силы внутри самой машины – вращением дырчатого цилиндра (рис. Л-13). Главный недостаток центрофуг – необходимость остановки их для опорожнения и наполнения – почти устранен в центрофуге Гаубольда, в которой опорожнение и наполнение производится во время замедленного вращения ее. Рабочее давление здесь равно около 3 атмосфер.

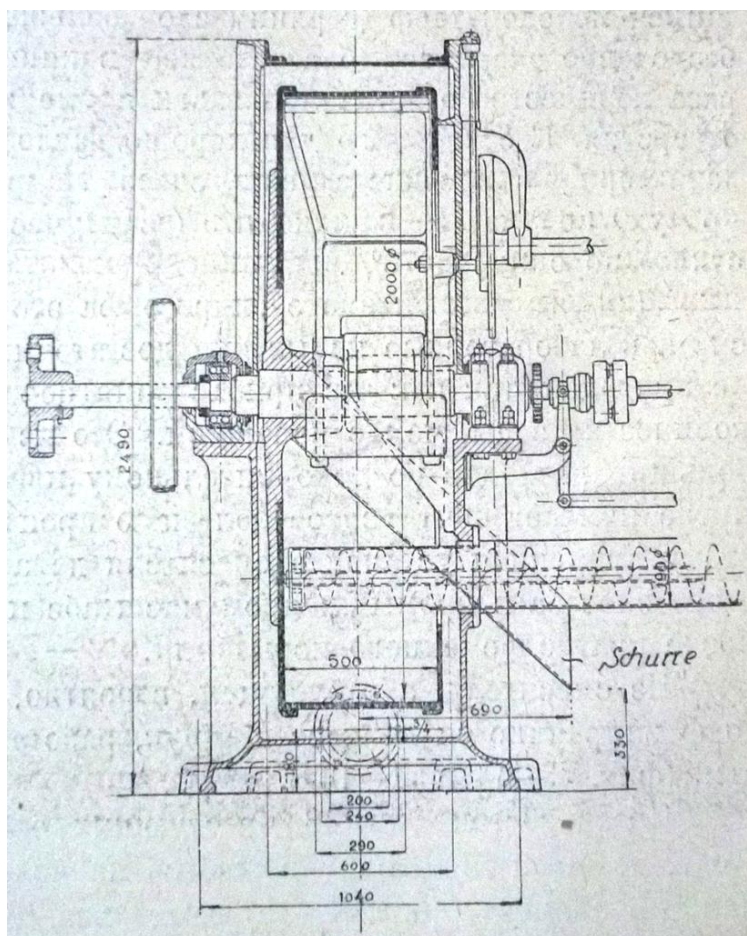


Рис. Л-13

Какой из трех описанных вариантов окажется наилучшим и наиболее экономичным, покажет испытание всех описанных машин (для предварительного обезвоживания) в промышленном масштабе. Каждая имеет в себе известные преимущества. Вероятно, настоящую машину удастся спроектировать и построить только после учета результатов этих испытаний и соединения в одной машине лучших деталей различных машин.

Из отделения предварительного обезвоживания торф должен выходить влажностью 80-85% и потому будет транспортироваться дальше к прессу Мадрук (третья стадия) не по трубам, как транспортировался до сих пор, а при помощи ленточных транспортеров и элеваторов.

До пресса Мадрук торфяная масса поступает в барабанный смеситель (прибавление торфяного порошка), который установлен для проверки оригинального способа Мадрук (Madruck-Verfahren). Предварительно масса проходит через магнит для освобождения от кусков железа, случайно попавших в гидроторф и могущих повредить машины, и через волчек для размельчения.

В смесителе к массе прибавляется от 5 до 10% сухого (20-25% влажности) порошка, роль которого при обычном некоагулированном торфе – создать в нем внутреннюю канализацию и сравнительно большими сухими крупинками и волокнами помешать проходу торфа через отверстия (2х2 мм) фильтрующих поверхностей пресса Мадрук.

Этот способ проверен инженером В.Д. Кирпичниковым на заводе Мадрук в Германии, причем оказалось, что на мало разложившийся молодой торф (верхний слой большинства немецких болот) он, безусловно, оказывает благотворное влияние: увеличивает в полтора раза количество отжимаемой влаги и уменьшает потерю торфа через отверстия. К сожалению, для хорошо разложившегося торфа, который характеризует русские залежи, способ Мадрук не пригоден: конечный продукт получается влажностью (если учесть влияние прибавление сухого порошка) в 75%.

Для коагулированного гидроторфа этот способ, насколько можно считать лабораторные испытания достаточными для его оценки, так же не пригоден, так как без прибавления порошка отжимается большее количество воды, чем с порошком. Это [\[\(отказ от данной технологии\)\]](#) избавляет от больших расходов по дополнительному изготовлению сухого порошка и увеличивает почти вдвое полезную производительность пресса. Поэтому временная установка смесителя делается только для проверки этого способа в промышленном масштабе, и он, вероятно, будет убран после кратковременного испытания.

Из смесителя, а в будущем, вероятно, прямо из волчка рыхлый торф направляется в пресс Мадрук, работающий с давлением 15-20 атм. (рис. Л-14 и Л-14а). Пресс состоит из 48-ми прессующих элементов, укрепленных на столе, который медленно вращается на колесах по круговым рельсам. Каждый элемент (рис. Л-15) имеет два дырчатых поршня, которые перемещаются в горизонтальной плоскости в зависимости от кривизны двух изогнутых рельс, по которым скользят ролики, укрепленные на поршнях.

Каждый элемент прodelывает следующий цикл движений: сначала поршни становятся по обе стороны отверстия, откуда происходит загрузка торфа; [в соседнем положении \[лучше – при последующем перемещении каждого из 48-ми прессующих элементов? – МК\]](#) производится особым поршнем уплотнение загруженного в пресс торфа. Затем поршни переходят ближе к периферии, становятся между фильтрующими стенками и начинают постепенно сближаться, отжимая из торфа влагу через все шесть фильтрующих поверхностей (со всех сторон брикета). Когда элемент пройдет почти всю окружность, брикет ставится поршнями над отверстием, в дне элемента, куда и проваливается. Таким образом, получается непрерывный процесс.

Один оборот пресса по Мадруку продолжается 5 минут. Устанавливаемый на заводе пресс имеет еще две скорости – 4,34 минуты и 1,66 мин, так как он предназначен для коагулированного гидроторфа, удаление влаги из которого происходит быстрее.

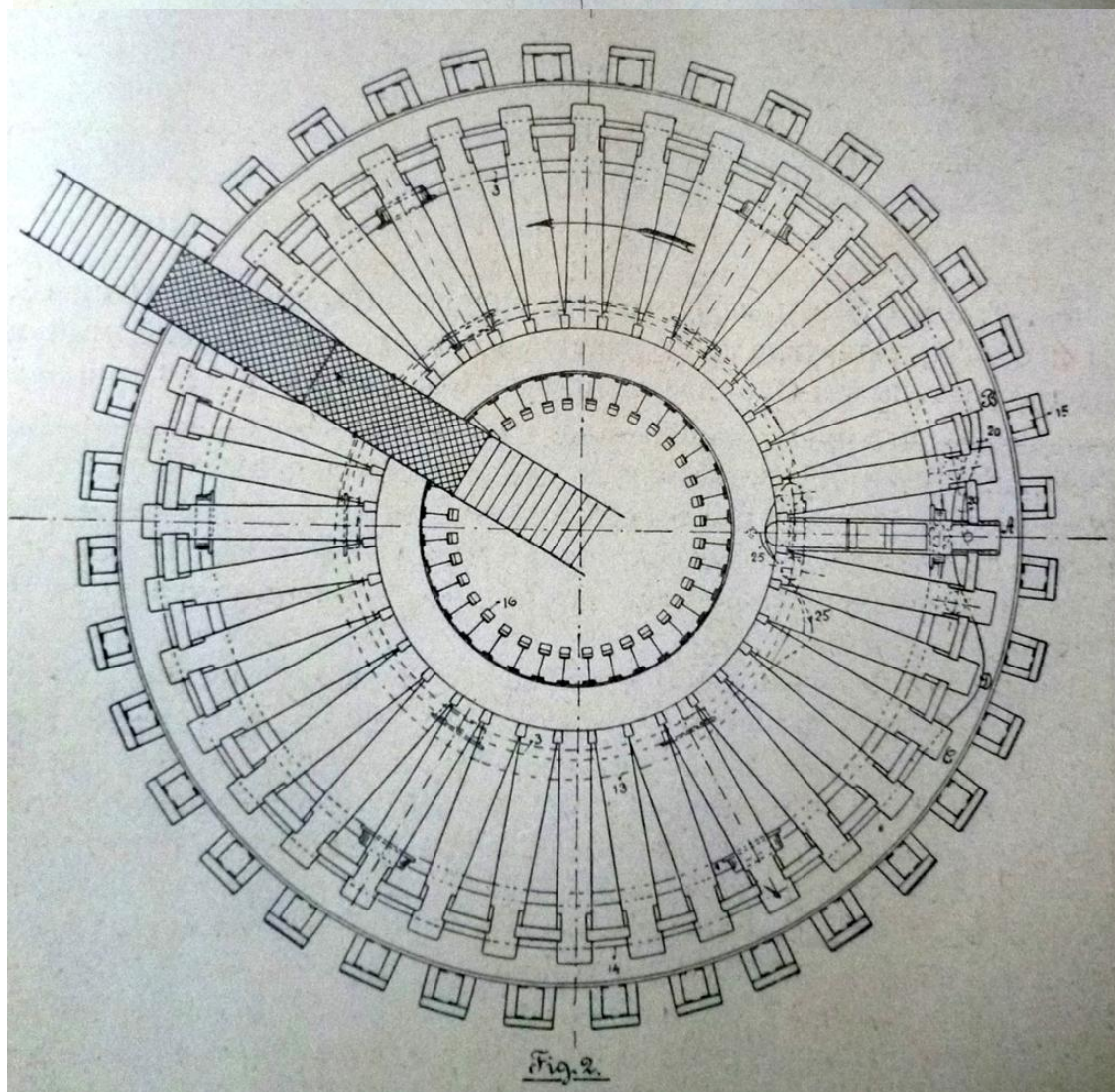
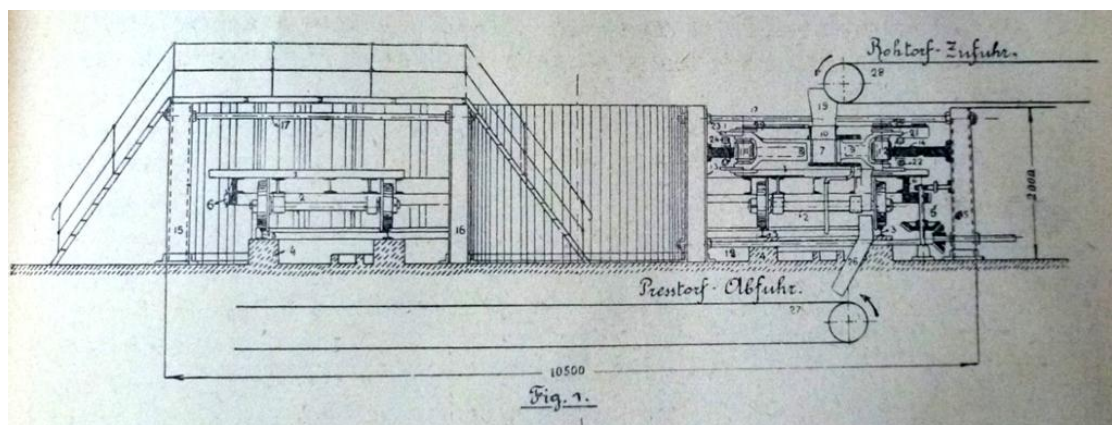


Рис. Л-14

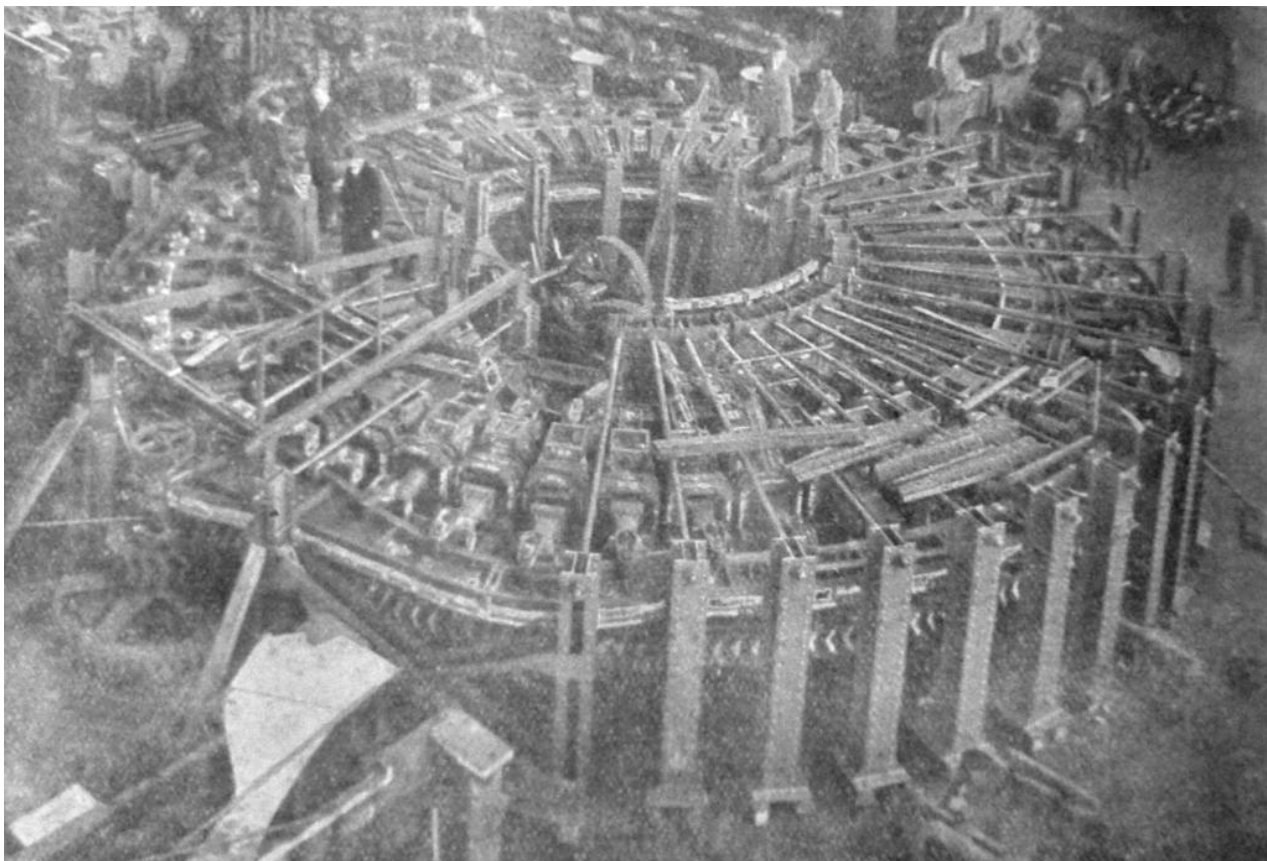


Рис. Л-14а

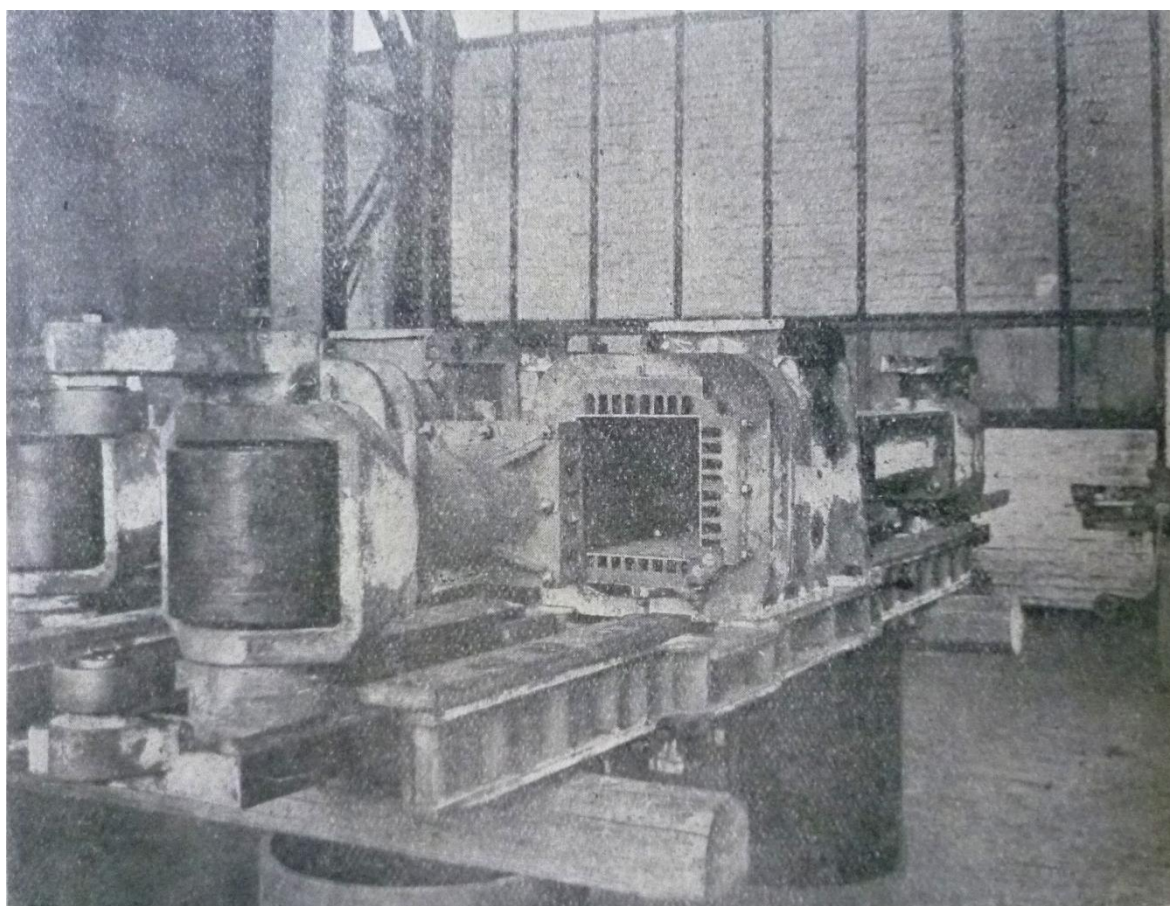


Рис. Л-15

Производительность пресса определится следующим образом.

Каждый оборот он отпрессовывает 48 порций сырого торфа объемом 300 x 300 x 400 мм (с удельным весом $\rho = 0,8$ и влажностью 80%). В пересчете на сухой порошок это дает за один оборот:

$$48 \times 0,3 \times 0,3 \times 0,4 \times 0,8 \times (100 - 80) / (100 - 25) = 0,37 \text{ тонны.}$$

При трех вышеуказанных скоростях суточные производительности равны:

$$0,37 \times 24 \times 60 / 5 = 106 \text{ тонн,}$$

$$0,37 \times 24 \times 60 / 4,34 = 122 \text{ тонны,}$$

$$0,37 \times 24 \times 60 / 1,66 = 318 \text{ тонн.}$$

Фильтрующие поверхности пресса образуются накладыванием друг на друга 4-х листов железа с квадратными отверстиями 7 x 7 мм. Верхний лист накладывается таким образом, что, перекрывая отверстия нижних, оставляет небольшие дырки 2 x 2 мм. Для устанавливаемого пресса имеются запасные комплекты поверхностей с меньшими отверстиями: 1,5 x 1,5 мм и 1 x 1 мм.

Опытная работа позволит выбрать из них наиболее подходящие, если и в данном случае не придется заменить их фильтрующими пластинками одного из двух типов Гидроторфа – с коническими отверстиями или с желобками.

Понизить влажность торфа прессованием ниже 60%, максимум 55%, невозможно, так как в этом состоянии коагулированный торф содержит лишь адсорбционную воду, содержание которой зависит только от упругости пара в окружающей среде и никаким давлением понижено быть не может, и воду набухания, которая при технически возможных давлениях, отжиманию не поддается.

Влажность 55-60% еще слишком велика для сжигания торфа в обычных топках; поэтому решено было отжатый торф досушивать до влажности 20-25%, которая нужна для превращения его в порошок и сжигания в этом виде.

Понижение влажности с 60-ти до 20% требует удаления на 1 кг сухого порошка всего 1 кг влаги, что при коэффициенте полезного действия сушилок в 0,6 требует затраты 1 000 [кило]калорий или 25% тепла, содержащегося в получающемся торфяном порошке. Такая досушка возможна даже за счет сжигания части топлива, а при использовании для сушки отработанных дымовых газов или мятого пара, как будет происходить на заводе, вполне экономична.

На заводе устанавливаются, для выбора наилучшего типа, две сушилки: одна системы Шульце (рис. Л-16) для мятого пара, другая – Круппа для дымовых газов, свежих или отработанных. Сушилка Шульце представляет из себя большой барабан, в днищах которого густо развальцованы многочисленные трубы, по которым движется измельченный волчком сжатый торф. Снаружи трубы омываются мятым паром около 2 атм. давления.

Барабан установлен наклонно в направлении движения торфа и медленно вращается в трубчатых цапфах. Это вращение заставляет частицы торфа переваливаться в трубах, каждый раз несколько продвигаясь вперед. Процесс сушки происходит за счет нагрева стенками труб торфа и главным образом воздуха, который просасывается [экспаустром](#) через трубы в направлении движения торфа*. Специальное приспособление обеспечивает равномерную загрузку многочисленных труб.

* Экспаустрер – отсасывающий вентилятор, применяемый в шахтах и в заводских помещениях для удаления вредных газов.

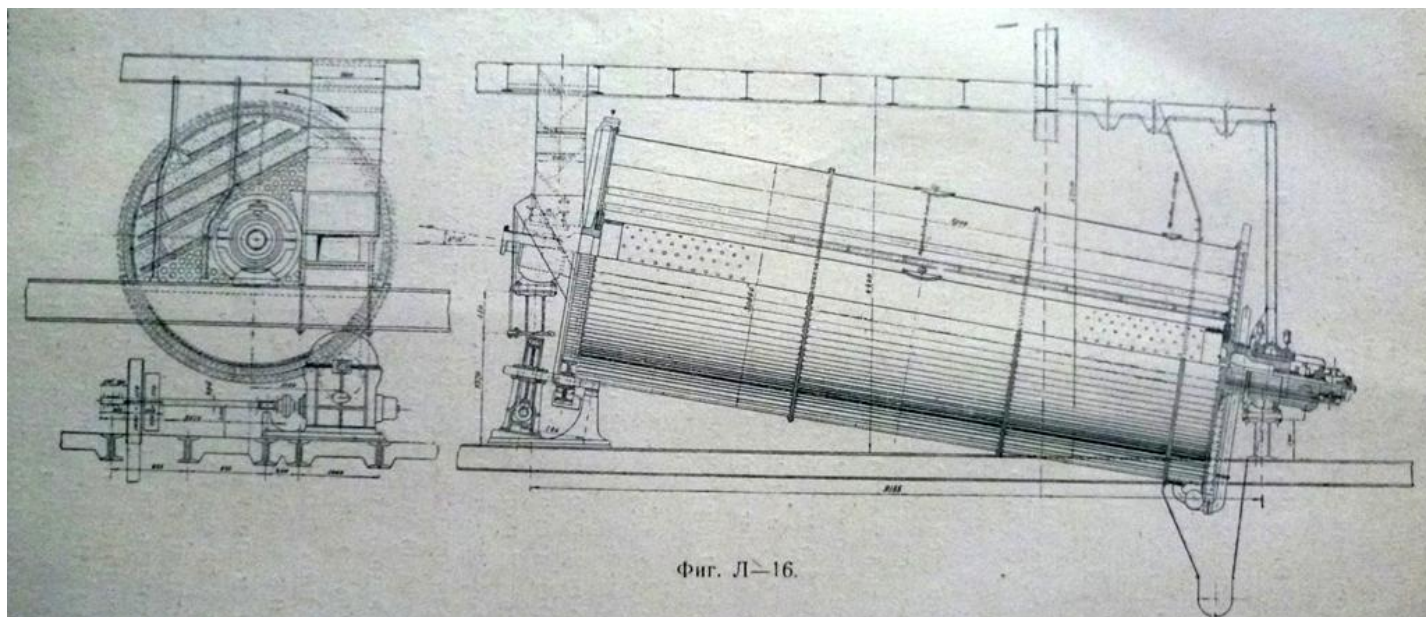


Рис. Л-16

Предварительными испытаниями установлена целесообразность замены, в качестве рабочей среды в этой сушилке, воздуха дымовыми газами: при этом повысится ее производительность и наличием индифферентной среды будет исключена возможность окисления торфяной массы, что, как известно, понижает теплотворную способность.

Сушилка Круппа представляет из себя барабан, омываемый снаружи наиболее горячими газами, которые затем поступают внутрь барабана, где и омывают со всех сторон кусочки торфа,двигающегося вдоль барабана. Движение торфа, так же как и в сушилке Шульца, обеспечивается медленным вращением барабана.

Для ускорения сушки торф перед сушилками тщательно измельчается вторым волчком. Производительность и коэффициент полезного действия обеих сушилок неизвестны, так как до сих пор, насколько нам известно, торф в них не сушился (они широко применяются для сушки бурого угля). Однако, примерные подсчеты показывают, что даже при полной производительности завода досушка торфа может быть произведена за счет отработанного тепла, содержащегося в мятом паре вспомогательных турбин и уходящих в трубы дымовых газов электрической станции «Электропередача», в расстоянии 40 метров от которой построен завод.

Высушенная до 20-25% влажности торфяная мелочь направляется из сушилок шнеками и элеваторами в отделение мельниц. В этом отделении установлены три мельницы «Тевтония», производительность которых в сумме соответствует 100 тоннам порошка в сутки. Отсюда готовый торфяной порошок пневматическим путем – вентилятором направляется по трубам в котельную или в промежуточный запасный силос.

В котельной порошок попадает в небольшой бункер, откуда маленькими шнеками подается в отдельные воздушные форсунки (рис. Л-17). Струей воздуха, нагнетаемой вентилятором, торфяной порошок уносится через форсунку в топку, где и сгорает длинным факелом. Благодаря хорошему перемешиванию торфяного порошка с воздухом и большой поверхности мелких торфяных частиц по сравнению с их весом, сгорание торфяного порошка происходит почти с теоретическим [\[необходимым\]](#) количеством воздуха, т.е. практически без всякого избытка воздуха и без неполноты сгорания.

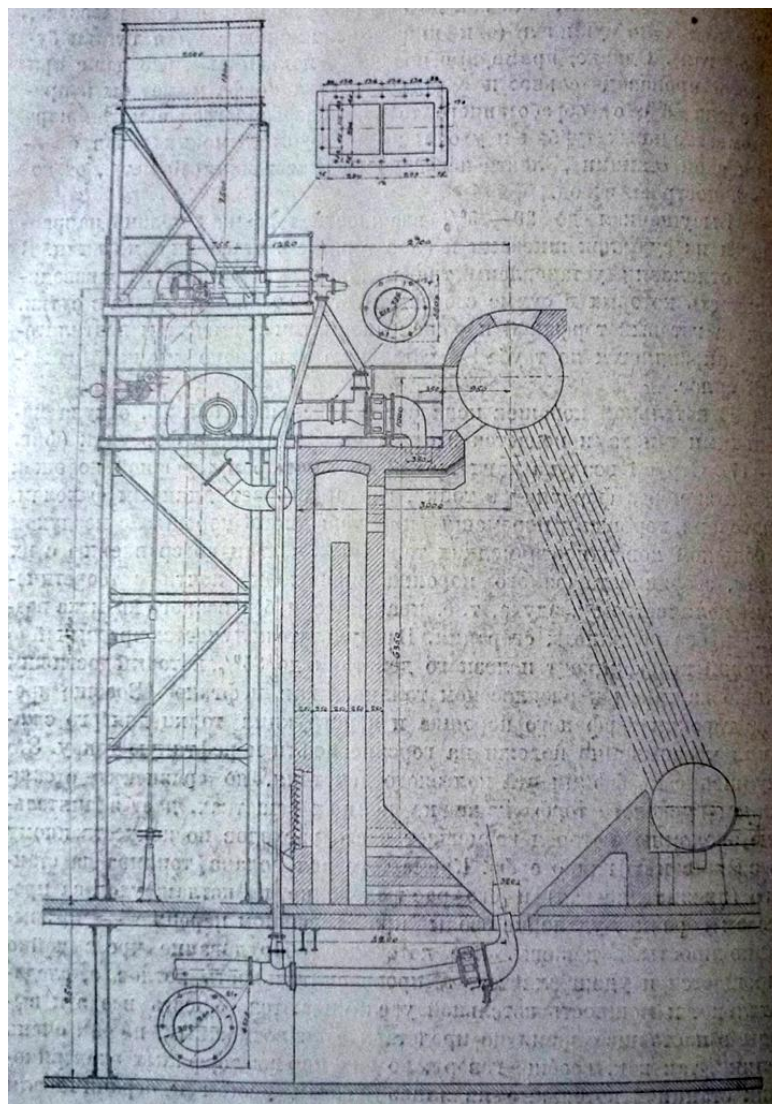


Рис. Л-17

В результате получается чрезвычайно высокий коэффициент полезного действия до 85%, который достижим только на таком первоклассном топливе, как нефтяное. Вообще процесс горения торфяного порошка и конструкция топки для его сжигания чрезвычайно похожи на горение нефти и нефтяную топку. Это улучшение коэффициента полезного действия, по сравнению с сжиганием кускового торфа даже на цепных решетках, дает значительную экономию, которая возмещает часть расходов по искусственному обезвоживанию гидроторфа. Кроме того, вся подача топлива на станцию (пневматическая) и его распределение по котлам, уход за процессом горения, удаление золы при торфяном порошке – чрезвычайно просты и дешевы.

Все котельное оборудование чрезвычайно упрощается и удешевляется, а производительность котлов, а, следовательно, и мощность котельной увеличиваются.

Учесть все эти выгоды в настоящее время не представляется возможным, но они очень велики, так как, вообще говоря, до сих пор на торфяных электрических станциях котельные являлись слабым местом и ограничивали производство энергии станциями. Быть может, переход на пылевидное топливо удачно разрешит и этот вопрос и, в частности, даст возможность легко перестроить существующие котельные и одновременно увеличить их мощность.

Заканчивая описание завода искусственного обезвоживания гидроторфа, мы сознательно не говорим об эксплуатационных и капитальных расходах, которые ложатся на тонну торфяного порошка. Прежде всего, нам не хочется называть совершенно гадательных цифр, а, во-вторых, стоимость данного опытного завода и его оборудования значительно больше стоимости того завода, который нужно будет построить для обезвоживания того же количества торфа, на основании опытной работы этого первого завода.

Здания его [(и помещения)] проектированы с большим запасом для того, чтобы можно было в них установить машины различной конструкции для выполнения одной и той же работы. Сами машины так же заказаны в нескольких вариантах, так как на основании теоретических рассуждений и лабораторных исследований нельзя было решить вопроса, какая конструкция наиболее подходит для данной цели. Во всяком случае, поставленная нами задача искусственного обезвоживания гидроторфа и придания торфяному производству характера непрерывного заводского производства настолько грандиозна, что сделанные на этот завод затраты (около миллиона рублей) следует признать допустимыми и целесообразными с государственной точки зрения. В настоящее время – конец мая – постройка завода окончена (рис. Л-18, Л-18а) монтаж машин в полном разгаре.

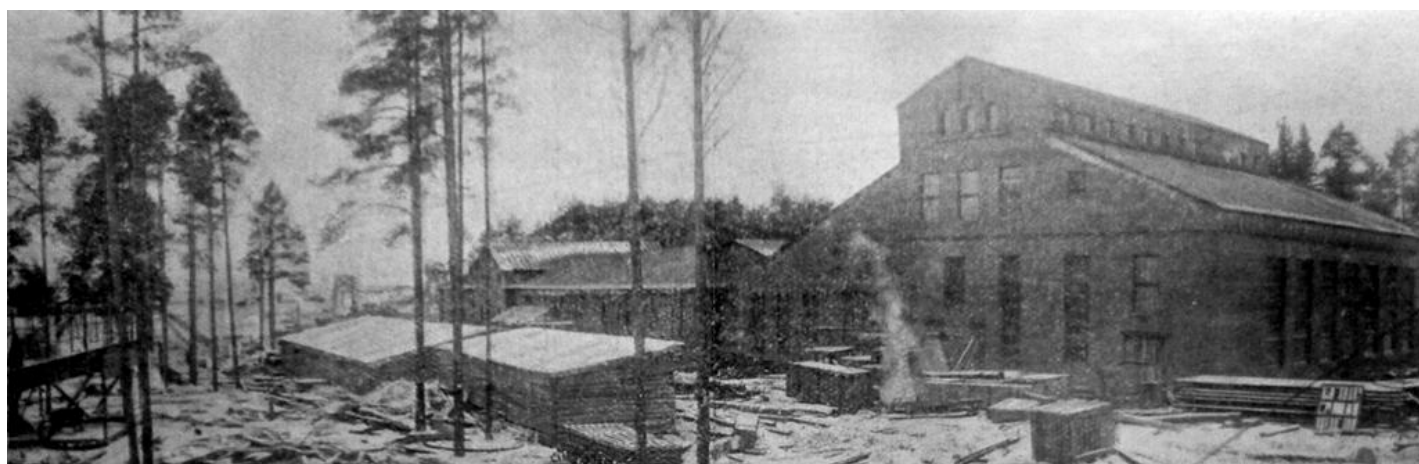


Рис. Л-18



Рис. Л-18а

В конце лета 23-го года завод будет пущен в работу.*

Глава М. Облагораживание торфа

Вышедший из пресса «Madruck» брикет попадает в волчок и разрыхляется там в порошок, который затем высушивается в соответствующих сушилках до содержания влаги в 20-25% и в таком виде сжигается под котлами. Если при этом досушивание торфяного порошка производить за счет теплоты дымовых газов электрической централи, то вопрос искусственного обезвоживания торфа можно считать решенным.

Дело, однако, в том, что искусственное обезвоживание торфа не может считаться пределом исканий современной технической мысли. В западной Европе давно уже поставлен вопрос облагораживания топлива и решается в разнообразных направлениях: в последнее время этот вопрос решают и в применении к торфу. Вопрос этот настолько важен, что мы считаем необходимым изложить хотя бы кратко, с одной стороны, достижения европейской техники, а с другой стороны—успехи Гидроторфа в этом направлении.

Единственной ценностью всякого топлива является его теплотворная способность. Отсюда уже ясно, что топливо будет тем ценнее, иными словами, тем благороднее, чем более будет концентрирована в нем теплотворная способность. С другой стороны, и единица тепла в высококалорийном топливе, не содержащем балласта, будет расцениваться выше, чем та же единица в топливе с малой теплотворной способностью.

Это соотношение ясно видно из [таблицы 1 \(здесь опущена\)](#), в которой даны цены Гамбурга в мирное время. Однако цена топлива и единицы тепла определяются не только указанным фактором.

При совершенно одинаковой теплотворной способности два различных вида топлива дадут различные коэффициенты полезного действия и, соответственно, будут иметь различную цену на рынке. Это видно из приведенной таблицы и совершенно понятно; одно топливо будет сгорать сполна без дыма, другое будет давать густой дым; одно топливо будет гореть при чрезвычайно малом избытке воздуха, другое потребует большого избытка и т.д.

Таким образом, наиболее благородное топливо будет обладать наиболее высокой калорийностью и способностью сгорать с наибольшим коэффициентом полезного действия. К достижению этого идеала и должны стремиться работающие в области облагораживания топлива.

* Как говорится, «недолго музыка играла». Из брошюры «Торфяная опытная станция (ТОС)», вышедшей под редакцией И.И. Радченка в 1928-м:

Местом для организации ТОС была избрана торфяная залежь «Галицкий мох» при ст. Редкино Октябрьской ж.д. <...> Основным мотивом к возведению здания [испытательной станции] послужила необходимость переноса годных механизмов установки по искусственному обезвоживанию с ГЭС им. инж. Классона Р.Э. на территорию «ТОС». К переносу установки принуждало следующее: неудобство экспериментирования на чужой территории, недостаток места для экспериментирования и залежи торфа, устарелый тип здания и большинства механизмов установки. Учтя все эти обстоятельства, Президиум ВСНХ СССР вынес 17-го июня 1927 г. постановление о переносе всех пригодных к использованию механизмов названной установки на «ТОС». <...> С самого начала строительства и оборудования «ТОС» до конца 1926-27 года были установлены на опытных участках «ТОС» следующие механизмы для испытания: <...> 9) Торфососный кран Гидроторфа; 10) Механизмы установки по искусственному обезвоживанию, транспортированные с территории ГЭС им. инж. Классона Р.Э.

А вот подробности, которые оставил И.Р. Классон в своих черновых записях:

О совещании у Ремизова, когда В.Д. Кирпичников уговаривал старых гидроторфистов одобрить перенос завода искусственного обезвоживания в Редкино с «Электропередачи», который вскоре привел к гибели всего этого дела. Против переноса были Мокришанский, Ефимов, Штумпф, Ремизов. За — Кирпичников, Стадников (но он не выступал), Земцов (ф. 9508 РГАЭ).

Не следует, однако, думать, что все усилия должны направляться и действительно направлялись в сторону облагораживания низких сортов топлива, как бурый уголь, торф и пр. Облагораживать можно и высококалорийные сорта топлива; исторически работа в этом направлении начата была с хорошими английскими углями.

Необходимо ответить еще на один вопрос: имеет ли смысл облагораживание топлива с экономической точки зрения? Несомненно, имеет; если бы не имело, сотни ученых и техников не стали бы работать над вопросом облагораживания топлива. Работать же ученых и техников заставляют нижеследующие подсчеты.

Длиннопламенный курной уголь может дать 75% полукокса и 10% смолы. По данным в [таблице 1](#) ценам Гамбурга это приведет к следующему балансу.

Затрачено		Получено	
Угля 100 кг	2,5 нем. марки	Полукокса 75 кг	2,25 марки
Амортизация	0,25 марки	Смолы 10 кг	1,11 марки
Расходы по производству	0,25 марки		
Итого	3,00 марки	Итого	3,35 марки
	Рента 11,7%		

В этом расчете полученная из угля смола по цене приравнена к сырой нефти. Между тем смола из каменного угля стоит, несомненно, дороже, так как из нее можно выделить продукты высокой ценности. Тем не менее, и при таком расчете производство дает достаточную ренту. Возможны, однако, случаи неудач с такого рода производством; эти неудачи объясняются целым рядом причин, часто стоящих вне прямой связи с данным производством.

Из приведенного расчета для каменного угля видно, что получаемая при процессе облагораживания смола играет видную роль в статье дохода. Не удивительно поэтому, что все внимание науки и техники было обращено именно на получение смолы в возможно большем выходе и возможно более высокого качества.

Уже в пятидесятых и шестидесятых годах прошлого столетия работами Young'a, Williams'a и Schorlemmer'a было установлено, что каменный уголь, подвергнутый сухой перегонке при более низкой температуре, чем в коксовальных печах, дает газ, полукокс и смолу; при этом газ и смола по своему составу существенно отличаются от тех же продуктов, получаемых в коксовальных печах*.

Работы этих ученых были забыты; о них вспомнили в начале двадцатого столетия, когда получение смолы при низкой температуре из различных видов топлива приобрело огромное значение.

Эту смолу называли различно, и здесь появилась, по словам А. Faber'a опасность «einer babylonischer Sprachverwirrung» [(«[вавилонской языковой путаницы](#)»)]; наиболее часто ее называют Tieftemperaturteer (сокращенно T-Teer) или Unteer. Мы будем называть ее первичной смолой, хотя этот термин нельзя назвать вполне удачным, а другую смолу кокс-смолой (сокращенно к-смола).

* Речь идет о шотландском химике Джеймсе Янге (James Young), 1811- 1883, который стал известен разработкой технологии получения парафина из угля; английский химик Гревиль Уильямс (C. Greville Williams) «засветился» тем, что в 1857-58 гг. прочел лекцию «On Some of the Products of the Distillation of Bog-head Coal at Low Temperatures» [(«[О некоторых продуктах дистилляции битуминозного угля](#)»)] в Лондонском королевском обществе, которая затем была напечатана в трудах одного престижного заведения, в 1862-м сей труд опубликовал Journal of the American Chemical Society; Карл Шорлеммер (Carl Schorlemmer), 1834-1892, был сначала немецким химиком-органиком, в 1871-м стал членом Лондонского королевского общества, в 1862-1863 гг., изучая продукты перегонки нефти и каменного угля, нашел, что предельные углеводороды следует рассматривать как основу, из которой образуются все другие классы органических соединений, доказал равнозначность четырех валентностей углерода (1868), предложил систематику органических соединений и создал на ее основе учебник «Lehrbuch der Kohlenstoffverbindungen».

Оживление интереса к первичной смоле в начале двадцатого столетия объясняется определенными экономическими причинами. Появление бензиновых моторов и усиленный рост автомобильного движения вызвали такой спрос на бензин, что нефтяная промышленность едва успевала удовлетворять его. Развитие авиации еще более усилило спрос на этот продукт. Бензин начал сильно повышаться в цене, и в связи с этим начались поиски новых источников этого топлива. Одни исследователи старались использовать мало применимые погоны нефти (соляровое масло) и превратить их в легкие углеводороды путем каталитического разложения при повышенной температуре. Другие исследователи вспомнили старые работы Young'a, Williams'a и Schorlemmer'a и видели новый источник бензина в T-Teer из каменного и бурого угля.

Дело в том, что первичная смола каменного угля содержит предельные и непредельные углеводороды жирного ряда, нафтенy, мало фенолов (12-15%), очень мало гомологов нафталина (7%), твердые парафины и совсем не содержит бензола, толуола, нафталина и антрацена, входящих в состав к-смолы и получающихся вследствие разложения при высокой температуре составных частей первичной смолы. И чем ниже температура перегонки угля, тем больше жирных соединений содержит смола.

Смола из бурого угля кроме бензиновой фракции дает еще фракцию, из которой могут быть приготовлены смазочные масла, и значительное количество твердого парафина, нашедшего разнообразное применение: но такая смола получается только при сравнительно низкой температуре.

Таким образом, возникло стремление понизить температуру сухой перегонки каменного и бурого угля, чтобы получать смолу при возможно низкой температуре. Вскоре появилось стремление и газификацию углей вести таким образом, чтобы при этом процессе так же получать первичную смолу со всеми присущими ей свойствами. Это вызвало конструирование нового типа генераторов, назначение которых было не только давать газ, но и первичную смолу.

В таких генераторах на различных высотах (в разных зонах) протекали различные процессы. В верхней зоне (Entgarungszone) происходит обезвоживание бурого угля или торфа и выделение угольной кислоты; здесь температура не поднимается выше 200°. В средней зоне (Schwelzone) происходит отгонка и разложение находящихся в топливе битуменов и образование первичной смолы; в нижнем горизонте средней зоны происходит уже разложение гуминовых веществ с образованием из них смолы и газов. Наконец, в нижней зоне генератора (Vergarungszone) происходит образование генераторного газа из кокса.

Генераторный газ, нагретый до высокой температуры в нижней зоне, проходит среднюю и верхнюю зоны, нагревает там топливо и этим вызывает протекание указанных процессов.

Надо сказать, что в генераторах до сих пор не удалось получить настоящей первичной смолы, да и едва ли удастся. Это и естественно; невозможно совершенно изолировать зону газификации от зоны разложения битуменов и отгонки смолы, а потому в генераторе всегда будет происходить, хотя бы в небольшом количестве, разложение образовавшейся из битуменов первичной смолы.

Но если бы и удалось сконструировать такой газогенератор, в котором действительно получалась бы первичная смола, то все же такие генераторы имели бы узкую область применения; их газ пригоден был бы для сжигания под котлами или для обогрева печей, но не годился бы для сжигания в газомоторах.

Дело в том, что в газомоторах подающие воздух клапаны рассчитаны на газ определенного состава и определенной теплотворности; между тем газогенератор, работающий на буром угле или же на торфе, а не на коксе, дает неоднородный газ: состав газа сильно колеблется, а потому при подаче такого газа в мотор получаются серьезные неправильности в работе мотора.

Это делает понятным, почему в последнее время многие германские фирмы, конструирующие газогенераторы, отказались от мысли провести все три указанных процесса в генераторе и решили вести обезвоживание и отгонку смолы в отдельной печи (Schwelofen), а получающийся полукокс газифицировать в генераторе. Печь и генератор комбинируются вместе таким образом, что из печи полукокс подается непосредственно шнеком в газогенератор. В силу сказанного, мы и не будем подробно останавливаться на генераторах, служащих для получения первичной смолы, так как им не суждено, по-видимому, завоевать прочное положение в промышленности; мы рассмотрим лишь типы печей, служащих для получения T-Teer.

Для оценки достижения западно-европейской техники в этой области, необходимо установить, что является источником смолы в буром угле и торфе и каким изменениям подвергаются эти исходные вещества при сухой перегонке.

В бурых углях и торфах всегда имеются в готовом уже виде воскообразные вещества, к которым примешаны высокомолекулярные кислоты; эта смесь воскообразных веществ и кислот получила название битуменов. Количество битуменов в различных бурых углях колеблется в широких пределах, от 6% в плохих углях, идущих в топки (Feuerkohle), до 28% в хороших углях, идущих для перегонки (Schwelkohle). Торфы в этом отношении изучены еще очень мало.

Битумены можно извлечь из угля или торфа различными органическими растворителями; лучше всего делать это с помощью эфира или бензола под обыкновенным давлением; в этом случае извлекаются битумены в том же неизменном виде, в каком они существуют в угле и торфе, и могут быть подробно изучены.

Эти битумены при слабом разрежении и тем более под обыкновенным давлением не могут быть перегнаны без разложения; разложение их начинается около 300° . При этой температуре высокомолекулярные кислоты отщепляют угольную кислоту и переходят в углеводороды; эфиры (воскоподобные вещества) сначала распадаются на кислоту и отвечающий алкоголю непредельный углеводород; образовавшаяся высокомолекулярная кислота сейчас же распадается на углеводород и угольный ангидрид.

Таким образом, если мы будем вести перегонку бурого угля или торфа даже при низкой температуре ($300-400^{\circ}$), то и в этом случае мы не получим в дистилляте той смолы, которая уже предсуществует в исходном продукте, не получим находящихся в топливе битуменов, а лишь продукты их распада; эти продукты распада битуменов вместе с жидкими продуктами распада клетчатки и гуминовых кислот образуют смолу; эту смолу мы отличаем от получаемой при коксовании, которое ведется при $1000-1200^{\circ}$, и называемой нами коксовой смолой (Koksteer); иногда в немецкой литературе ее неудачно называют Normalteer.

К-смола образуется при разложении не битуменов, а первичной смолы, когда она попадает в места высокой температуры. Такое разложение с образованием к-смолы может происходить и, как увидим ниже, действительно происходит в печах, предназначенных для получения первичной смолы в том случае, когда образовавшиеся пары первичной смолы медленно удаляются из печи и приходят в соприкосновение с нагретыми стенками или с нагретым коксом.

В западной Европе все успехи техники в деле ведения сухой перегонки бурого угля (вопросы, связанные с перегонкой торфа, начали разрабатываться только в последние годы) свелись пока к конструированию печей, позволяющих быстро удалять пары смолы из нагретого пространства или же не способных перегреть выше определенной температуры загруженное топливо. Никаких крупных опытов, направленных к применению химического воздействия на топливо, с целью понижения температуры сухой перегонки, до сих пор не сделано, насколько мне удалось узнать это.

Из предложенных для перегонки бурого угля печей наибольшего внимания пока заслуживают печи заводов Riebeckische Montanwerke близ Halle [(Галле)].

Здесь имеется целая батарея печей для сухой перегонки (Schwelung) бурого угля, поступающего в печи с естественной влажностью. Каждая печь представляет собою построенный из шамота [(огнеупорного кирпича)] цилиндр, внутри которого находится составленный из отдельных чугунных колоколов, налегающих друг на друга, другой цилиндр; в этом втором цилиндре благодаря неплотному прилеганию друг к другу чугунных колоколов (род жалюзи) имеются щели, через которые и могут проникать во внутренний цилиндр продукты сухой перегонки угля; через верхнюю крышку внутреннего цилиндра, а также с нижней стороны входят две трубы – верхняя до середины высоты цилиндра, нижняя – до одной трети.

Через эти трубы продукты перегонки с помощью эксгаустора удаляются из внутреннего цилиндра. Зазор между стенками внешнего и внутреннего цилиндра составляет 10-12 см. В этот зазор и поступает порошковатый бурый уголь, насыпаемый сверху конусом над печью; по мере оседания угля конус восстанавливается рабочим. Обогревание шамотового цилиндра производится по кольцевым ходам: топливо – выделяющийся при сухой перегонке газ (Schwelgas) и бурый уголь. Нагревание производится снизу.

В самом низу печи, по словам инженера, температура достигает 900° ; когда же я попросил открыть люк и показать ближайший к топке кольцевой ход, то убедился по степени накаливанию шамота, что температура в этой части печи была не ниже 1000° ; я сообщил это инженеру, который сейчас же согласился со мной, сказав, что это иногда случается.

В верхней части печи, где собственно происходит удаление воды из угля, температура достигает 250° . На середине высоты печи температура $500-600^{\circ}$; здесь именно и происходит Schwelprocess.

Печи заводов Riebeckische Montanwerke имеют целый ряд преимуществ, которых нет у печей других систем. Самым важным преимуществом является то обстоятельство, что коксуемое топливо встречает на своем пути все температуры, лежащие между 200 и 1000° ; следовательно, каждая составная часть топлива найдет свою температуру разложения и не будет вынуждена перегреваться.

Особенное значение имеет также то обстоятельство, что топливо ложится между стенками внешнего и внутреннего цилиндра тонким слоем (10-12 см) и, следовательно, быстро прогревается. Весьма важно также, что внутренний цилиндр по всей своей высоте сообщается с пространством, где находится коксуемое топливо, и потому образующиеся при сухой перегонке бурого угля летучие продукты быстро удаляются из сферы нагрева; благодаря этому удастся предохранить образующуюся из битуменов смолу от пирогенетического разложения и получить действительно первичную смолу.

По мере хода сухой перегонки, бурый уголь опускается, а на его место поступает новый. В нижней части печи собирается полукокс, который при температуре 900° окончательно освобождается от следов летучих продуктов и превращается в так называемый порошковатый Grudekoks, который продается для котельных и домашних печей. Благодаря особой камере, находящейся внизу печи, кокс выходит почти потухшим; тлеют отдельные немногие крупники, погасить которые не трудно.

Печи этого типа являются единственными, работающими в промышленности. Печи других типов пока только предлагаются в каталогах или в патентной литературе. Наиболее интересным является тип печей (Schmidt в Ганновере, Vergasungsgesellschaft – в Берлине и др.), в которых Schwelprocess ведется перегретым газом, содержащим значительный процент водяного пара; для того применяется газ, образующийся при разложении бурого угля. Эти печи удобны тем, что в них не может быть перегрева и, следовательно, разложения первичной смолы; кроме этого, проходящий через слой разлагаемого топлива газ уносит с собой пары смолы и, следовательно, способствует более быстрому удалению их из печи.

Наконец, обращают на себя внимание конструированные Тиссен вращающиеся цилиндрические печи; однако, мы не можем еще признать конструкцию этих печей окончательной; по крайней мере, исследования F. Fischer'a показали, что полученная в этих печах смола не представляет собою действительную первичную смолу, но по своему составу приближается к коксовой смоле.

Этим исчерпываются наиболее интересные типы печей для перегонки бурого угля с одновременным получением первичной смолы. Я не упоминаю о тех печах, которые предложены для удаления из торфа воды и угольной кислоты и превращения его таким образом в более теплотворное топливо, так назыв. Carbosit, так как эти печи не имеют прямого отношения к нашей теме. Из сказанного легко видеть, что в Западной Европе пока нет способов получения смолы при низкой температуре. Гонят бурый уголь при той температуре, при которой он гонится, и даже при более высокой (400-500° минимум).

Если принять все это во внимание, то предложенный Г.Л. Стадниковым и Н.Н. Гавриловым способ активирования торфа для понижения температуры перегонки и газификации действительно приходится рассматривать как новый успех химической технологии. Мы остановимся кратко на теории этого процесса и на его техническом использовании.

Проще всего было бы извлекать из бурого угля или торфа находящиеся в них битумены в том виде, в каком они существуют в топливе, пользуясь для этого одним из общеизвестных способов; этого, однако, не делают по вполне основательным причинам.

Способ экстракции органическими растворителями при большом процентном содержании битуменов, безусловно, является рентабельным; однако, при этих условиях получается не смола, а смесь высокомолекулярных кислот, воскоподобных эфиров и смол; из этой смеси выделяют эфиры с примесью кислот – так называемый горный воск (Montanwasch), имеющий все-таки ограниченное применение. При среднем уже процентном содержании битуменов экстракция является нерентабельной, так как после экстракции остается малоценный уголь с низкой теплотворной способностью, так же имеющий ограниченное применение.

Если экстракция является не выгодной для бурого угля, содержащего 18-20% битуменов и только 50% влаги, то она совершенно не применима к торфу, содержащему меньше битуменов и гораздо больше воды в естественном состоянии. Перед экстракцией торф надо доводить, по меньшей мере, до воздушно-сухого состояния и затем молоть в порошок, что будет стоить довольно дорого.

Между тем, в результате получится почти никуда не годный малокалорийный торфяной порошок и сравнительно мало битуменов, имеющих далеко не широкое применение.

Между тем, технике нужны не битумены, а смола, являющаяся источником целого ряда полезных продуктов.

Конечно, из битуменов можно получить смолу путем перегонки их под обыкновенным давлением или при слабом разрежении; но, во-первых, зачем тогда экстракция, потери растворителя и дорогая экстракционная установка, если полученные таким образом битумены все равно надо перегонять, и, во-вторых, при такой перегонке значительный процент битуменов разложится на газ и кокс, так что в результате выход смолы будет меньше того, который получается при перегонке (Schwelprocess) в печах Riebeck'sche Montanwerke. Гораздо проще поэтому получать смолу перегонкой топлива при возможно низкой температуре и вместе с полезной смолой иметь при этом полезный кокс.

То же самое приходится сказать и о получении смолы путем перегонки топлива с водяным паром; этот способ уже был предложен и защищен патентом (Olin, Seindenschur), но не нашел применения в технике. При такой перегонке получаются в большей части неизменные битумены, которые необходимо разложить для получения смолы посредством новой перегонки. А сколько придется затратить тепла при перегонке сырого торфа, чтобы разогреть его перегретым паром (наружный нагрев вначале невозможен) до 200-250°? И в результате получится не первичная смола, а смесь смолы и неизменных битуменов, да мокрый торф.

Все это делает понятным, почему в Западной Европе никто и не говорит о применении перегонки с водяным паром к торфу для получения смолы. Наоборот, все усилия направлены к понижению температуры сухой перегонки бурого угля и торфа. Как решают эту задачу на западе, мы уже видели. Гидроторф решает эту задачу несколько своеобразно, хотя и пользуется для этого хорошо известными теоретическими положениями.

Как мы уже видели, технике нужны не битумены, а смола, и при сухой перегонке происходит не перегонка собственно, а разложение битуменов. Поэтому техника с одной стороны стремится понижать температуру сухой перегонки, а с другой стороны, боится перейти известную грань, так как за этой гранью будут отгоняться не только смолы, но и неразложившиеся битумены, которые потом придется разлагать посредством новой перегонки.

В этом отчасти кроется причина отказа техники от вакуума при перегонке бурых углей. И если в современных печах при перегонке бурого угля (Schwelung) попадают в смолу неразложившиеся битумены, то это считается уже минусом.

Ясно было, что *решение вопроса заключалось не в понижении температуры перегонки битуменов, а в понижении температуры разложения битуменов и гуминовых веществ и ускорении этих процессов*. Как идет распад органических кислот и воскоподобных эфиров, мы уже говорили; здесь добавим, что процессы эти протекают с положительным энергетическим эффектом и как таковые могут в присутствии соответствующего катализатора идти при более низкой температуре и с большей скоростью. Этим указывалось направление, в котором надо было искать решения вопроса, а именно: надо было найти катализатор для этих процессов.

Искать катализатор можно было среди всех металлов в периодической системе [Менделеева], за исключением металлов первой и второй групп. Однако в технической литературе описывались наблюдения, из которых можно было с некоторой вероятностью заключить, что подходящим катализатором будет служить окись железа.

Для катализа реакции разложения битуменов и гуминовых кислот, находящихся в торфе, окись железа была чрезвычайно удобна, и мы поэтому, прежде всего, испытали влияние окиси железа на сухую перегонку торфа; окись железа была взята в коллоидальном растворе и смешана с гидромассой; следовательно, окись железа была распылена в торфяной массе.

На ряде опытов мы убедились в каталитическом действии окиси железа; в настоящее время мы не можем сказать, что собственно является катализатором – окись железа или же получающиеся из нее при восстановлении в первые моменты перегонки тонко распыленные низшие окислы и даже металлическое железо; экспериментальный ответ на этот вопрос получить не так легко. Но это вопрос теории процесса, для Гидроторфа же важен технический факт – обработанная коллоидальной окисью железа гидромасса при 300-350° разлагается на газ, содержащий главным образом углекислоту (60-70% по объему), смолу с высоким выходом (12-15%) и полукокс, обладающий высокой способностью реагировать с кислородом воздуха.

Эта активность полукокса может быть широко использована для различных технических целей и прежде всего для его газификации. Высокая активность полукокса теоретически вполне понятна; она обусловлена двумя факторами: низкой температурой обугливания торфа (работа F. Fischer'a) и присутствием в торфяной массе нашей – окиси железа. Здесь мы вступаем уже в область вопросов, находящихся в стадии лабораторной разработки и потому ограничиваемся сказанным, не вдаваясь в детали.

Нам остается теперь дать техническую оценку этому последнему изобретению Гидроторфа. При этой оценке будем иметь в виду, что катализатор является в то же время и коагулятором гидромассы для заводского обезвоживания; следовательно, коагулированный и отжатый торф уже активирован. Это чрезвычайно важно: в одной и той же аппаратуре, одним и тем же реактивом, притом относительно очень дешевым, сразу достигаются две цели; поэтому мы и считаем этот способ коагулирования и активирования наиболее приемлемым с технической точки зрения.

Далее при расчетах мы примем: 1) для искусственного обезвоживания по способу Madruck цифру Е.С. Меншикова – 12 коп. на пуд воздушно-сухого торфа; 2) стоимость коагуляции – 4 коп., хотя, по нашему расчету, она обойдется в 0,8-1,0 коп.; 3) работа при перегонке – 0,5 коп.; 4) цена полукокса – 20 коп. за пуд и 5) цена сырой смолы – 1 руб. 20 коп. (это цена сосновой корневой смолы в 1913 г. на Нижегородской ярмарке). Выход смолы примем 10% (наименьший) и полукокса – 50%.

Расход	
Стоимость 100 пудов торфа	12 руб.
Стоимость коагуляции	4 руб.
Стоимость перегонки	0,5 руб.
Всего	16,5 руб.
Амортизация	1,6 руб.
(10% на амортизацию наших будущих печей, не требующих для своей постройки дорогостоящих шамотовых камней, слишком достаточно)	
Итого	18,1 руб.
Приход	
Полукокса 50 пудов	10 руб.
Смолы 10 пудов	12 руб.
Итого	22 руб.

Рента – 22% при условии, что расходы преувеличены, а доходы преуменьшены.

Это с биржевой точки зрения, которая достаточно уже характеризует наш успех, а с народно-хозяйственной точки зрения, которая только и может интересовать научно-технического работника, успех Гидроторфа в настоящее время едва ли может быть оценен полностью, попытаемся сделать это хотя бы отчасти.

1. Коагуляция и активирование гидромассы позволяют технически и экономически разрешить, наконец, проклятый вопрос искусственного обезвоживания торфа и этим открывают возможность широкого использования торфяных залежей, которые без этого лежали бы втуне.

2. Активирование гидромассы дает возможность получить из торфа высокосортное топливо – полукокс и смолу, являющуюся источником очень ценных продуктов – парафина, [крезолов](#)^{*}, необходимых для производства карболита, бензина, смазочных масел и т. д.

3. Переработка некоторых дистиллятов смолы даст нам, вероятно, искусственные лаковые смолы, которые, заменят дорогостоящие привозные смолы.

В 1921 г. на празднике Гидроторфа автор настоящей главы так характеризовал гидравлический способ: «гидроторф есть та дверь, через которую химический реактив может проникнуть в торфяную массу и изменить ее в желательном нам направлении». Прошло два года: химический реактив успел через эту дверь глубоко проникнуть в торфяную массу, произвести в ней неожиданные изменения. Работникам Гидроторфа остается теперь через ту же дверь похитить у торфяной массы те ценности, которые она так ревниво скрывала сих пор.

На наших главах здоровое зерно разрастается в дерево. И нет никакого сомнения, что скоро из торфа вырастет такое же промышленное дерево, какие выросли уже из каменного и бурого углей.

Заканчивая этот очерк химических работ Гидроторфа, не могу не воспользоваться случаем принести благодарность директору Химического Института [\[имени\]](#) Л.Я. Карпова А.Н. Бах, предоставившему возможность мне и моим сотрудникам вести указанные исследования в институте, пока у Гидроторфа не было своей лаборатории, и с исключительным вниманием относившемуся к нашим работам.

Я обязан также моим сотрудникам, принимавшим живое участие в работе. Ближайший мой помощник в разработке новых вопросов Н.Н. Гаврилов выработал способ приготовления коллоидального раствора окиси железа из железных стружек, опилок и другого железного лома, а также изучил условия получения наиболее стойких и в то же время наиболее активных растворов окиси железа. Вместе с ним был разработан и вопрос об активировании торфа.

А.И. Берков и Э.Э. Ивановский проделали лабораторные опыты по изучению действия гипса на гидромассу и провели в сезон 1922 г. коагулирование гидромассы в промышленном масштабе на «Электропередаче», с одновременным собиранием данных о сушке некоагулированного гидроторфа^{**}.

^{*} Крезолы – органические соединения класса фенолов, бесцветная жидкость, содержащаяся в каменно-угольной и древесной смоле.

^{**} Из телефонограммы члена Основной транспортной комиссии при СТО Я. Шатуновского тов. Ленину от 23 октября 1920 г.:

Химика со степенью доктора химии, очень талантливого, бывшего ассистента Страсбургского Химического института, имеющего ученые и практические работы, энтузиаста в задачах, которые ему ставятся, распорядитесь экстренно вызвать из Одессы (Покровский пер., 3, кв. 12). Его зовут Авраам Осипович [(Иосифович)] Берков. Он нигде не служит, а работает в своей лаборатории. Совместительством заниматься он не будет. Ему нужно предоставить право привезти семью из двух человек, вещи и здесь обставить его самостоятельной лабораторией, которую он сам соберет, теплым помещением и продовольствием.

З.И. Возжинская и Н.Ф. Проскурнина оказали мне большое содействие при изучении равновесия в системах «окись железа плюс хлорное железо»: полученные ими цифровые данные позволили сделать очень важные для практических целей выводы о составе коагулирующего соединения железа и свойствах изготавливаемых нами коагулирующих растворов.

Проф. Г.Л. Стадников

Глава Н. Будущее Гидроторфа

1. Перспективы развития сезонной добычи торфа гидравлическим способом в течение ближайших пяти лет

Вступление – Рост добычи – Электропередача, Ляпинское, Чернораменское и новые болота – Технические улучшения – Торфосос – Переработка и транспорт гидромассы – Механизация и ускорение сушки – Производительность комплекта – Капитальные затраты – Количество персонала – Эксплуатационные расходы – Финансовый план

Эти соображения составлены нами по запросу Главного Управления по топливу (ГУТа) для определения будущей роли различных топлив в топливном балансе страны.

При намечании будущих программ и перспектив за несколько лет вперед чрезвычайно легко впасть в ошибку и положить в основу расчетов темп развития, сильно отличающийся от того, который будет иметься в действительности. Поэтому при оценке нижеприведенного мы просим рассматривать этот цифровой материал только как примерный, ориентировочный. Мы намечаем здесь определенный план распространения Гидроторфа и в смысле схемы, вероятно, близкий к действительности; что же касается календарных сроков выполнения этого плана, то они могут значительно отличаться от указанных в ту или другую сторону, так как зависят от целого ряда внешних причин, учесть которые не представляется возможным.

В 1923 г. на «Электропередаче» будут работать те комплекты машин Гидроторфа и в той комбинации, которую мы считаем для данного момента наиболее совершенной. Поэтому 1923 год даст непосредственные практические данные о выгоде или невыгоде Гидроторфа в техническом и хозяйственном отношении.

Из письма Р.Э. Классона в Центральный Жилищно-Земельный Отдел [ВСНХ] от 12 января 1921 г.

<...> Для возможности осуществления последней задачи [(«поставить на твердую научную почву разрешение вопроса об искусственном обезвоживании торфа»)] Управлением «Гидроторфа» приглашается ряд специалистов по коллоидной химии, в том числе химик А.И. Берков. Но для того, чтобы работа этих специалистов протекала продуктивно, им необходимо предоставить такие условия, чтобы они целиком могли отдаться работе. Одним из таких условий, при которых только и возможна работа, является предоставление означенным специалистам необходимого помещения для жилья. А.И. Берков приглашен нами для работы уже недели две тому назад, но невозможность предоставить для него подходящего помещения для жилья лишает его возможности приступить к работам (А.И. Берков приглашен нами из Петрограда).

Из письма Р.Э. Классона химику д-ру [Авросиму Иосифовичу] Беркову от 21 июня 1924 г.:

Объем работ Гидроторфа в последнее время сильно сократился в связи с отходом хозяйств на Электропередаче и в Ярославле [потребителям торфа] и с предстоящим окончанием постройки завода [искусственного обезвоживания]. <...> Недостаток денежных средств заставляет нас в чрезвычайной степени сокращать штаты и всю программу работ Гидроторфа. Поэтому те научные работы, которые мы еще в прошлом году предполагали возможным вести и для которых мы вошли в соглашение с Институтом имени Карпова, который должен был предоставить нам возможность научно работать, в настоящее время Гидроторфу более не под силу. И мы с крайним сожалением принуждены отказаться от дальнейших Ваших работ. Мы выражаем Вам благодарность за активное содействие Ваше в течение нескольких лет по осуществлению поставленных нами перед собою задач.

Возможно, что в громадных архивных залежах ф. 758 РГАЭ имеются упоминания и по не менее замечательному химику Э.Э. Ивановскому.

С 1924 года производство Гидроторфа может быть, в случае широкого признания его, сравнительно с другими способами выгодно, поставлено в любом промышленном масштабе. Весь вопрос будет состоять в привлечении к этому делу достаточных денежных средств для приобретения машин и подготовки болот, что, в свою очередь, зависит от рентабельности добычи торфа гидравлическим способом.

Однако, во избежание беспочвенного прожектерства, мы исходим в дальнейшем только из реальных возможностей расширения существующих разработок Гидроторфа и лишь постепенно, крайне осторожно вводим в программу гидроторфяные разработки на новых болотах. При составлении программы оставлены в стороне перспективы по развитию заводского торфяного производства с искусственным обезвоживанием, а также по применению коксования и газификации активированного гидроторфа, значение которых в настоящее время, до проверки этих изобретений в промышленном масштабе, не представляется возможным оценить даже приблизительно.

Диаграмма рис. Н-1 изображает развитие добычи гидроторфа за три прошлых года и перспективы этого развития в дальнейшем. Как видно из этой диаграммы, добыча гидроторфа возрастала в прошлом в геометрической прогрессии, увеличиваясь ежегодно в три раза, несмотря на то, что это время относится к опытному периоду гидроторфа. В 1923 году Гидроторф впервые будет работать как промышленное предприятие, находящееся на хозяйственном расчете, и пока имеются все основания надеяться на 100-процентное выполнение им намеченной программы в 185.000 тонн (11 миллионов пудов), т.е. в три слишком раза больше добычи в сезон 1922 года. В дальнейшем из осторожности возрастание добычи гидроторфа принимается значительно меньшим.

Следующая [таблица I \(здесь не приводится\)](#) дает распределение суммарной цифры добычи между отдельными хозяйствами в тысячах тонн. На первой в России районной электрической станции на торфу «Электропередаче» к 1927 году предполагается все потребное количество торфа добывать гидравлическим способом.

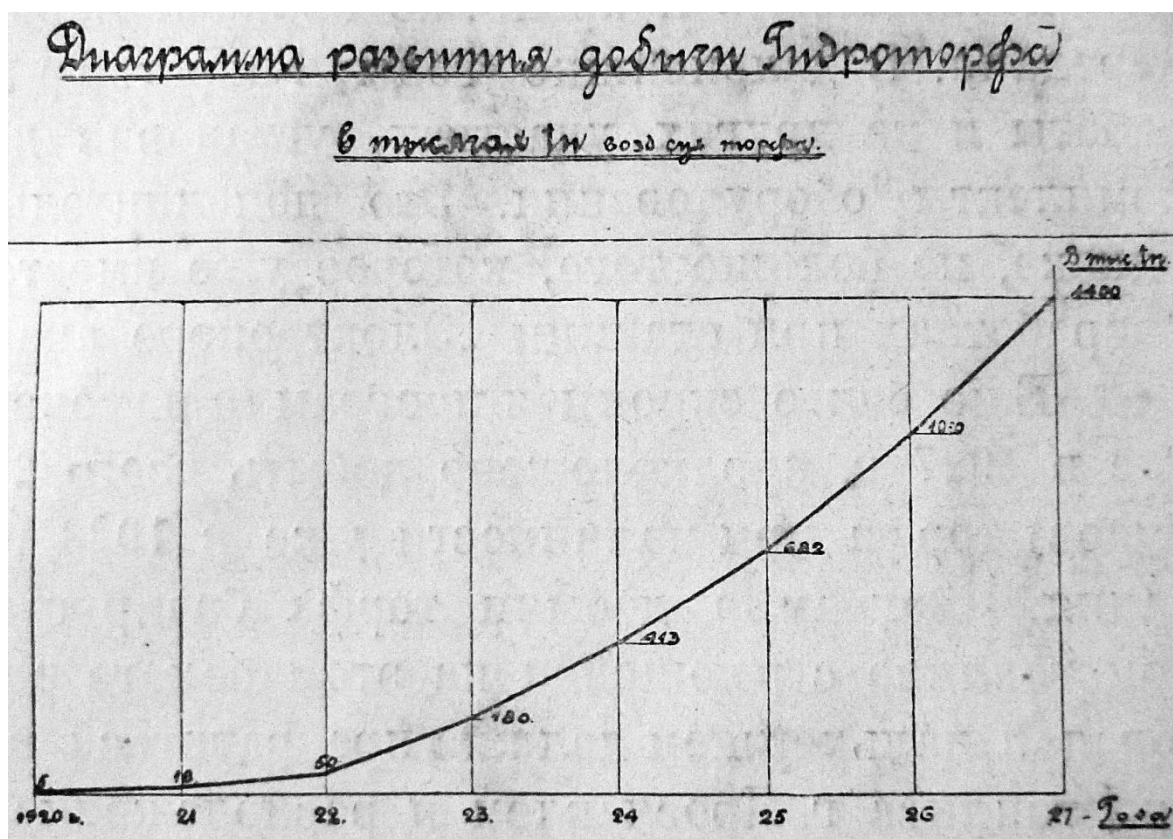


Рис. Н-1

С 1923-го по 1926 г. добыча торфа, вероятно, будет производиться и машинно-формовочным способом в убывающей прогрессии: он будет вытесняться гидроторфом сначала с центральных участков, а затем и с более отдаленных. Уже в сезоне 1923 г. больше половины торфа для станции «Электропередача» должно быть добыто гидравлическим способом. Цифра 1924 года – 165 000 тонн (10 миллионов пудов) осуществима для Гидроторфа почти без увеличения оборудования с добавлением только достаточных полей сушки с массопроводами. В этом году гидроторфом должно быть покрыто, по крайней мере, $\frac{2}{3}$ потребности Электропередачи.

В дальнейшие годы Гидроторф должен развернуть свои работы и на других участках, установив для этого дополнительные комплекты оборудования. Это дополнительное оборудование будет, однако, не больше того, которое уже имеется ныне на гидроторфяных разработках при станции «Электропередача».

Еще более скромная программа намечена для Ляпинского болота, где в 1927 г. предполагено добыть всего 200 000 тонн (12 миллионов пудов) торфа при наличии уже в 1923 г. 4-х комплектов оборудования. Программа добычи торфа базируется на потребности в местном топливе строящейся на этом болоте электрической станции, которая в дальнейшем должна превратиться в районную, и на потреблении топлива г. Ярославлем и расположенной вокруг него промышленностью. Намеченные цифры добычи, однако, значительно ниже этих потребностей.

Добыча торфа на Чернораменском болоте имеет целью снабжение топливом строящейся районной нижегородской электрической станции близ гор. Балахны и Государственных Сормовских заводов. Потребность первого потребителя выражается суммой 165 000 тонн (10 милл. пудов) уже в 1925 г.; потребность второго чрезвычайно велика и при полном вытеснении торфом дров и нефти, по расчетам завода, достигнет 500 000 тонн (30 миллионов пудов). Таким образом, здесь имеется практически неограниченный рынок для сбыта торфяного топлива.

Указанные в таблице для трех ближайших лет цифры уже утверждены в качестве программных, но учитывают далеко не полную потребность Сормовских заводов, которая сможет выявиться в полном размере только в течение ближайших лет.

С еще большей осторожностью подходили мы к определению добычи торфа на новых болотах, наметив для 1924 г. добычу на них всего 33 000 тонн (2 миллионов пудов), что соответствует почти только пробному пуску нескольких торфососов. В следующие года добыча торфа будет возрастать как вследствие увеличения производства на этих хозяйствах, так и вследствие включения в работу новых. В настоящее время, конечно, чрезвычайно затруднительно указать, где именно эта работа будет вестись.

В качестве возможных потребителей гидроторфа можно, однако, указать Иваново-Вознесенскую Районную Электрическую станцию на торфу, Петроградские Объединенные Электрические станции, Петроградскую Районную станцию «Красный Октябрь» (бывш. «Уткина заводь»), Ижорские заводы под Петроградом (ст. «Колпино»), Брянские Машиностроительные заводы. Во всех этих районах вблизи от потребителей находятся крупнейшие торфяные залежи, обладающие всеми необходимыми условиями для добычи торфа гидравлическим способом.

Возможным местом для постановки гидроторфа являются болота близ Шатурской районной электрической станции, которая пока снабжается торфом с Шатурских торфяных разработок, оборудованных по машинно-формовочному способу. В настоящее время производятся до- и переоборудование этих разработок согласно проекта инж. Г.Б. Красина, с увеличением их производительности до 250 000 тонн (16 миллионов пудов) в год.

Мы лично сомневаемся в сравнительной целесообразности добычи торфа машинно-формовочным способом в таком большом масштабе, даже с вводимыми на Шатурских разработках улучшениями, не избавляющими от тяжелого физического труда, присущего этому способу и думаем, что в конце концов и здесь придется обратиться к гидроторфу.

Чтобы подойти к правильной оценке необходимых для такого развития гидроторфа капитальных затрат и оборотных средств и чтобы учесть выгодность применения этого способа в будущем, необходимо остановиться на усовершенствованиях машин и улучшениях самого способа, которые естественно отразятся на производственных коэффициентах и на сокращении капитальных и эксплуатационных затрат.

Наиболее установившейся машиной Гидроторфа является торфосос, который в настоящем своем виде с большим пропеллером при непрерывном производстве в состоянии подать громадное количество гидромассы – свыше 35 000 тонн (2-х миллионов пудов) в сезон. Поэтому дальнейшее усовершенствование этой машины, по всей вероятности, будет направлено только к увеличению ее механической надежности и облегчению веса с целью соответственно облегчить торфососный кран.

Использование торфососа в течение всего рабочего времени до сих пор, однако, оказывалось невозможным из-за большого количества простоев, вызываемых разнообразными причинами; в сезоне 1922 г. эти простои составили около 48%, из которых более половины приходится на передвижение кранов и борьбу с пнями.

Значительные улучшения в этой области уже намечены и будут проведены в жизнь в сезоне 1923 года. Эти улучшения состоят: в гусеничном ходе для кранов, дающем возможность быстрого перемещения торфососа, в применении отдельных пеневых кранов с грейферами для вытаскивания крупных пней в месте размыва, в большом пропеллере у торфососа для возможности долгое время работать без передвижения крана и без очистки входа в торфосос от приплывающих пней, в устройстве между торфососным краном и массопроводной магистралью гибкого соединения, позволяющего передвигаться крану без остановки производства, и в усовершенствовании поворотных краников с грейферами для удаления мелких пней от торфососа.

Значение всех этих усовершенствований очень велико: они сильно сократят простои производства, приблизят среднюю производительность торфососа к максимальной и освободят от тяжелого ручного труда по удалению пней из карьера.*

* Из циркулярного письма Р.Э. Классона по всем хозяйствам Гидроторфа от 12 июня 1923 г.:

В последнее мое посещение Электропередачи я вновь вынес впечатление, что техники, наблюдающие за добычей торфа, не в достаточной степени усвоили себе, что сезон торфяной крайне короткий, время чрезвычайно дорого и, следовательно, нельзя терять ни одной минуты. Работа в течение короткого, 2½-месячного сезона должна идти с полным напряжением сил и, по возможности, нельзя терять ни одной минуты. Между тем я наблюдал такого рода картину. На кране сидят: инженер, техник, моторист на [пневматическом] кране и моторист на Демаге [с торфососом] и рабочий персонал – все они бездействуют и ждут, когда аккумулятор начнет принимать массу. Между тем брандспойты стоят уже в крайних положениях, и их необходимо переместить. Никто их не перемещает и, очевидно, их начнут перемещать, когда надо начинать работать.

Перед гусеничным краном находится канавка полная воды, из которой вода вытечь в карьер не может. Между тем эта вода разжижает торф и мешает гусенице ходить взад и вперед. Никто эту воду не спускает, хотя для этого нужно два-три раза взмахнуть лопатой.

Около брандспойта, находящегося на направлении [хода] гусеничного крана, капает вода, и около него образуется лужа. Рабочий, управляющий брандспойтом, стоит в этой луже и промачивает себе ноги. Вместе с тем лужа эта попадает под гусеницу и опять-таки мешает ей передвигаться. Никто не догадывается спустить эту лужу воды в карьер, хотя это при помощи лопаты можно сделать в две-три минуты. Словом, люди стоят совершенно непроизводительно, не делают тех работ, которые облегчают и ускоряют им добычу торфа. И никто из техников не думает о том, чтобы утилизировать невольный простой для исполнения этих мелких, но, все же, полезных работ.

Изменения производственных коэффициентов вследствие этих нововведений могут быть выражены в конкретных цифрах только после сезона 1923 года. Здесь же необходимо упомянуть о новом приборе для отбрасывания пней от торфососа – «катапульте», которая, может быть, заменит собою пеневой поворотный краник, укрепленный на торфососе, и даст возможность торфососу работать на одном и том же месте с полной подачей почти неограниченно долгое время.

Конструкции торфососного крана и отдельного грейферного крана для пней подлежат дальнейшему существенному улучшению, главным образом, в направлении упрощения этих механизмов и уменьшения их веса и стоимости. С точки зрения выполнения этими кранами своей задачи, они уже теперь вполне удовлетворяют своему назначению.

Последние исследования коэффициента трения торфяной массы установили очень сильное влияние на этот коэффициент степени растертости гидромассы, которая, кроме того, оказывает большое влияние на ускорение сушки торфа и качество готового продукта. Производимая ныне торфососом и горизонтальным растирателем переработка гидромассы не является идеалом; в этой области далеко еще не сказано последнее слово и Гидроторфом будет обращено на этот предмет в ближайшее время серьезное внимание. Кроме чисто промышленной модели горизонтального растирателя, в этом сезоне будут испробованы растиратели других конструкций, в частности, машина Фойта, которая, работая по принципу энергичного перебалтывания массы без ее перерезания, быть может, даст лучший результат.

Улучшение переработки торфяной массы, даже с затратой на этот процесс дополнительного количества электрической энергии, вполне окупает себя на облегчении транспорта. Это облегчение, в свою очередь, экономит электрическую энергию, но в еще большей степени удешевит трубопровод для распределения гидромассы по полям сушки, который ныне составляет одну из главных статей капитальных затрат. Уже теперешние данные о коэффициенте трения указывают на возможность заменить трубопровод диаметром 570 мм трубопроводом в 440 мм с одновременным увеличением в полтора раза давления, развиваемого торфяным насосом (до 4-х атм.). Такое давление легко выдержат клепаные трубы, сделанные из железа толщиной в 2 мм; эта замена уменьшит почти вдвое вес массопровода. В дальнейшем увеличение переработки гидромассы даст еще большее облегчение сооружений, служащих для транспорта и распределения торфяной массы.

Окончание примечания

На разливе техник ждет сигнала с мест в течение часа, вместо того чтобы пойти самому посмотреть в чем дело: не забыли ли подать сигнал. И вообще, если какую-либо часть взяли в мастерскую и ее долго не несут, то о ней никто из техников не беспокоится, хотя бы из-за этого стоял кран. Я очень прошу всех лиц, наблюдающих за работой Гидроторфа, помнить, что «время – деньги» и что нельзя терять ни одной минуты. Только при непрерывном сознании этого чрезвычайно важного обстоятельства можно, действительно, исполнить ту огромную программу, которую мы себе поставили в этом году. Весь темп работы должен быть в значительной степени усилен и всюду надо выигрывать минуты и даже секунды, которые теперь бесплодно пропадают.

Мотористы производят все операции с крайней медленностью. После каждой операции они думают, теряют время и теряют темп работы. При наличии кранов для пней можно выбирать все пни до единого, кроме самых мелких кусочков, которые не вредны, и тем избавить рабочих от необходимости лезть в карьер и выбирать пни [вручную]. До сих пор это практикуется, но совершенно недопустимо, и объясняется это только недосмотром и крайней медленностью мотористов на пеневых кранах.

На днях приезжает немецкий монтер, специалист по кранам. И тогда все техники смогут убедиться в том, что при быстрой работе крана никакой нужды для карьерщиков лезть за пнями в воду нет, надо только не зевать и быстро работать краном. Кран – могучая машина и надо уметь ею пользоваться. И техник тоже должен следить за тем, чтобы кран не терял ни одной минуты времени. Только при этом условии работа будет чистой и механизированная.

Наибольшие улучшения, однако, должны быть сделаны в области механизации естественной сушки торфа. Прежде всего, уже в сезоне 1923 г. будет применен автомобиль, формующий высокие, но узкие и короткие кирпичи с большими промежутками между отдельными рядами их. Эти кирпичи, соприкасаясь с полем стилки лишь небольшой площадью, будут сохнуть гораздо быстрее и, кроме того, дадут возможность сократить последующие операции по их сушке.

В этой области намечаются машины, приводимые в движение трактором на гусеницах, для снятия с поверхности болота подсохшего пластичного торфа с последующей формовкой его в виде шаров или кирпичей, укладываемых в два ряда. Как шары, так и уложенные в два ряда кирпичи будут иметь совершенно правильную форму и гладкую поверхность, необходимую для образования плотной корки, предохраняющей от дождя, и будут лежать с большими воздушными промежутками, облегчающими вентиляцию. Таким образом, быть может, удастся сократить число или совсем избежать всех последующих ручных операций по сушке торфа. Подобные же тракторные машины с прицепным вагоном на гусеницах намечаются для собирания высохшего торфа и подвозки его к магистральным железнодорожным путям.

В качестве другого варианта предполагается испытать ленточные транспортеры, устанавливаемые вдоль карты [(поля сушки)] один за другим, общей длиной до 200 метров, для накладывания на них вручную высохшего торфа и загрузки его в вагонетки. Имеется идея испытать для этой цели так же канатные транспортеры на легких козелках с подвешенными на канатах съемными ящиками или корзинами. Как уже указывалось ранее, самая трудная операция по сушке торфа – штабелевка его на болоте из схемы Гидроторфа совершенно выкинута и заменена штабелевкой торфа на центральных складах при помощи штабелевочных машин.

Затем намечается ускорение сушки торфа, как вследствие улучшения формы кирпичей, так и вследствие коагуляции его и полей сушки гипсом. Ускорение сушки дает возможность обернуть поля сушки большее количество раз, что позволит уменьшить их площадь и длину массопровода.

Все эти усовершенствования, прежде всего, отразятся на сокращении персонала и эксплуатационных расходов. Облегчение же веса кранов и рабочих машин и уменьшение площади полей, длины и диаметра массопровода значительно сократят капитальные затраты. Здесь же необходимо указать на механизацию полировки полей сушки почвенным фрезером и применение строящейся гусеничной корчевальной машины, которые должны значительно сократить расходы по подготовке полей сушки.

Для 1923 г. производительность комплекта, согласно утвержденной программы, принята всего в 10 000 тонн (600 000 пудов), что объясняется как отсутствием полей сушки более чем на 180 000 тонн (11 миллионов пудов), так и тем, что к этому сезону далеко не все 18 намеченных в работе комплектов снабжены новейшими усовершенствованиями – гусеничным ходом и отдельными пеньевыми кранами. Снабжение этими усовершенствованиями всех комплектов, предназначенных к работе в сезоне 1924 г., гарантирует среднюю производительность одного комплекта в 16 500 тонн (1 миллион пудов). Последующие усовершенствования постепенно повысят эту производительность к 1927 г. до 25 000 тонн (1½ миллиона пудов), что является вполне реальной цифрой, так как уже современный торфосос сам по себе сможет подать такое количество торфа при 40% простоев.

Капитальные затраты на один комплект должны были бы увеличиваться по мере возрастания производительности комплекта, так как вместе с ней возрастает и площадь полей стилки, а, следовательно, и длина массопровода. Однако постепенное облегчение и удешевление машин, прогресс в области транспорта торфа и тесно связанное с более полной механизацией производства сокращение персонала и нужных для него построек позволят сохранить для будущего комплекта теперешнюю цифру капитальных затрат, равную 160 000 рублей. На основании этой цифры в следующей таблице II подсчитаны необходимые капитальные затраты для доведения добычи торфа в 1927 г. до 1 400 000 тонн (85 000 000 пудов).

Таблица II

Годы	1923	1924	1925	1926	1927
Добыча в тоннах	180000	413000	682000	1010000	1400000
Производ. одного комплекта	10000	16500	19500	22500	25000
Нужно всего комплектов	18	25	35	45	56
Было в прошлом сезоне	—	18	25	35	45
Нужно оборудов. вновь	—	7	10	10	11
Кап. затраты на 1 комплект	160000	160000	160000	160000	160000
Нужно затратить всего	1120000	1600000	1600000	1600000	1760000
Сумма капит. затрат, руб.					
с начала	3000000	4120000	572000	7320000	9080000
на 1 тонну	16,66	9,97	8,39	7,25	6,48

Для 1923 года указаны капитальные затраты, относящиеся к части оборудования, используемого в этом году (18 комплектов). В последней графе указана стоимость оборудования, приходящаяся на 1 тонну сезонной добычи торфа [(16,66 руб.)]. Необходимо указать, что эта цифра для машинно-формовочного торфа, по расчетам Экспертной Комиссии ГУТа, равна 8 рублям, а прибавляя к ней подвод электрической энергии и железнодорожное хозяйство — 10 руб.

Персонал для добычи торфа гидравлическим способом распадается на три основных группы: сезонные рабочие для добычи, персонал для сушки торфа и постоянный персонал вместе со вспомогательным и сезонным техническим персоналом.

Следующий список указывает подробно, из кого состоят эти 3 группы (здесь не приводится).

Первая группа [(сезонный персонал)], благодаря дальнейшему проведению механизации и увеличению производительности машин, будет из года в год сокращаться, как это было до сих пор. Можно считать достаточно надежным численность этой группы на комплект оборудования неизменной, несмотря на увеличение производительности комплекта до 25 000 тонн. Персонал для сушки торфа пропорционален количеству добытого торфа и должен был бы на один комплект оборудования возрастать из года в год вместе с ростом его производительности.

Намечающаяся механизация, несомненно, будет сокращать этот персонал на одну тонну добытого торфа и это ежегодное сокращение мы осторожно принимаем равным 10%. Третья группа — штатный, вспомогательный и сезонный технический персонал — зависит только от количества работающих машин, т.е. будет выражаться постоянной цифрой, независимо от увеличения производительности комплекта.

В результате мы получаем следующую таблицу III будущего персонала:

Таблица III. Ведомость персонала

Годы	1923	1924	1925	1926	1927
Сезон. раб. по доб. и разливу					
на 1 компл.	39	39	39	39	39
на 1 тонну	0,004	0,0024	0,0020	0,0017	0,0015
Сезон раб. по сушке					
на 1 компл.	114	170	180	186	188
на 1 тонну	0,0114	0,0103	0,0092	0,0083	0,0075
Штатн. и вспомог. персонал					
на 1 компл.	27	27	27	27	27
на 1 тонну	0,0027	0,0016	0,0013	0,0012	0,0011
Всего					
на 1 компл.	180	236	246	252	254
на 1 тонну	0,0145	0,0143	0,0125	0,0113	0,0102
Возд.-сух. торфа на 1 рабочего					
тонн	55	69	79	89	98
пудов	3355	4209	4819	5429	5978

Основную частью эксплуатационных расходов являются расходы на персонал, которые сведены по годам в [IV таблице \(здесь не приводится\)](#).

Строго пропорциональны им расходы на отчисления по заработной плате. Расходы на разные материалы, содержание центра и организационные расходы с достаточным основанием можно принять постоянными на каждый комплект оборудования и не зависящими от производительности его. Расход электрической энергии, по всей вероятности, останется постоянным и может быть принят равным 18 киловатт-часов на 1 тонну готового топлива, или 12% от эксплуатационных расходов, считая стоимость электрической энергии равной стоимости нужного для ее производства топлива плюс 140% накладных расходов на персонал, ремонт и проч. В результате все эксплуатационные расходы выражаются [таблицей V](#).

К эксплуатационным расходам прибавлена амортизация в размере 7% капитальных затрат и в последней строке указана полная себестоимость одной тонны воздушно-сухого торфа, добытого гидравлическим способом.

Все потребное количество денежных средств для покрытия капитальных затрат и эксплуатационных расходов указано по годам в следующей таблице VI.

Таблица VI. Финансовый план (в тыс. золотых руб.)

Года	Капитальные затраты		Эксплуатационные расходы		Необходимый капитал (основной + оборотный)		
	Новые	Сумма с начала	В данном сезоне	Увеличение по сравн. с предыд. годом	Новые	Всего с начала	На 1 тонну, руб.
1923	—	3000	694,8	—	—	3694,8	20,5
1924	1120	4120	1243	548,2	1668,2	5363	13,0
1925	1600	5720	1855	612	2212	7575	11,1
1926	1600	7320	2504,8	649,8	2249,8	9824,8	9,7
1927	1760	9080	3220	715,2	2475	12300	8,8

Чтобы оценить возможность и целесообразность вкладывания Гидроторфом новых средств, достаточно указать, что в 1927 году, при общем затраченном капитале около 13 000 000 руб., может быть добыто 1 400 000 тонн торфа по себестоимости 2 руб. 76 коп./тонна, что при вероятной продажной цене франко-болото в 5 руб. даст прибыль в 24% на затраченный капитал.

2. Гидроторф и районные электрические станции

Районные электрические станции на торфу настоятельно потребовали разрешения задачи механизации торфодобыывания, так как только механизированное торфяное производство смогло бы снабдить станции нужным количеством торфяного топлива. По самой идее районных электрических станций их мощность выражается очень солидной цифрой от 40 тыс. до 100 тысяч киловатт. Кроме того, сложные сооружения, необходимые для районных электрических станций (подъездные пути, рабочий городок, водоснабжение, высоковольтные воздушные линии и пр.), окупаются только при большом масштабе производства.

Поэтому, как общее правило, районные станции становятся рентабельными только при отпуске тока, соответствующем 250 000 тонн [ежегодного потребления] торфяного топлива. Первая районная торфяная станция «Электропередача» с самого момента своего зарождения выдвинула на первый план задачу механизации торфяного производства и явилась колыбелью Гидроторфа – единственного пока способа, механизующего добычу торфа на русских пнистых болотах.

Ныне, когда Гидроторф вышел из опытной стадии и разрешил задачу массовой добычи торфа в промышленном масштабе, а цепные топки перевели торфяное топливо из категории второсортных в категорию первоклассных, районные станции на торфу получают твердый фундамент для широкого развития и впредь будут играть крупнейшую роль в электрофикации страны.

С другой стороны, Гидроторф, как крупное электрофицированное предприятие, нуждается в районных электрических станциях как для снабжения разработок электрической энергией, так и для того, чтобы транспортировать громадные количества добытого торфа не по железной дороге, а в виде удобной для передачи на расстояние электрической энергии.

Несомненно, что гидроторф будет в первую очередь добываться при районных электрических станциях, каковые могут быть построены в Центральном Промышленном Районе и в Северном Районе, в тех местах, которые уже в настоящее время намечены и всесторонне обследованы.

Питание Москвы, как центра электрофицированной промышленности, является наиболее рациональным решением вопроса использования торфяных богатств, расположенных вокруг Москвы на расстоянии 150-ти верстного радиуса. В Москву, как в центр, будут сходиться электрические линии всех районных станций и отсюда уже будут выходить линии, питающие промышленность, расположенную в окрестностях Москвы.

Объединенные Петроградские электрические станции и Петроградская районная электрическая станция на Уткиной Заводи (ныне «Красный Октябрь») уже сейчас питаются торфяным топливом, которое приходится добывать полукустарным способом. При будущем увеличении потребления топлива здесь, несомненно, напрашивается добыча торфа гидравлическим способом в крупном масштабе.

Нижегородская районная электрическая станция и Ярославская станция на Ляпинском болоте, которая со временем должна превратиться в районную, уже ныне базируются на разработках Гидроторфа на соседних крупных торфяных болотах.

Задержавшаяся постройкой Иваново-Вознесенская станция, основывающаяся на громадных торфяных болотах в районе озер Сахтыш и Рубское, так же может питаться только Гидроторфом.

Шатурская районная торфяная станция пытается покрыть свою потребность при помощи ряда мероприятий, реформирующих машинно-формовочный способ. Для нас ясно, что рано или поздно и ей придется обратиться к Гидроторфу.

Торф для питания этих станций будет добываться как в течение летнего периода, так и, несомненно, в течение значительно более продолжительного периода, может быть, лишь за исключением 3-х наиболее холодных месяцев и обезвоживаться на специальных заводах, прототипом которых является строящийся в настоящее время завод на Электропередаче.

Подобный завод для искусственного обезвоживания торфа, с его последующей досушкой примерно от 60-65% влажности, накладывает особый отпечаток на проектирование соединенной с ним районной электрической станции.

Досушка торфа может производиться, во-первых, теплом, которое содержится в теряющихся бесполезно через дымовые трубы дымовых газов и, во-вторых, при помощи установки турбин с противодавлением, пар от которых используется в сушилках.

И в том и в другом случае получается чрезвычайно экономичное решение вопроса досушки торфа, так как нужное для этого тепло первоначально работает для выработки электрической энергии и поступает для использования заводом лишь после того, как из него выжато все, что возможно.*

* Из письма Р.Э. Классона инж. И.И. Фенькеви в Берлин от 27 марта 1925 г.:

Хотя наш завод по обезвоживанию еще далеко не закончен и мы еще не можем подвести под него экономического фундамента, но волею судеб нам приходится составлять проект, конечно, в самых общих чертах, будущего второго завода, который должен стать уже «рентабельным», как теперь принято выражаться. Вот эта-то рентабельность, конечно, составляет большие затруднения и в значительной степени зависит от того, по какой цене мы получим электрическую энергию и пар от соседней станции. Если нам приходится покупать то и другое, то дело обстоит плохо, потому что цены сверхъестественно высоки. Все норовят драть с живого и мертвого.

До войны мы ставили в счет торфодобычи киловатт-час в 1,5 коп., а сейчас мы платим [на Электропередаче] 3,5 коп., на Дальнинском болоте – 5 коп., а в Сормове за прошлый год с нас Сормовский завод запросил ни больше ни меньше как 54 коп. Эта цифра достойна быть записанной в летописи.

<...> Так или иначе, нам нужно знать цены, для сметы, турбины в 1 000 киловатт и в 2 000 киловатт с отработанным паром (при противодавлении в 3 атм.). Первичное давление желательно взять как можно выше. <...> Значит, мне от Вас нужны следующие приблизительные или, как говорят по-модному, ориентировочные цифры: цена турбины на 1 000 квт и на 2 000 квт; потребление пара в том и другом случае, опять-таки приблизительно. Что касается типа турбин, то, конечно, наименьший расход пара дадут турбины типа Брюннского завода, но для данного случая я хотел бы именно турбину наипростейшего типа, т.е. с одним лишь диском, на который насажено два ряда лопаток. Такие турбины прежде делал AEG, а теперь делает фирма Melius&Pfenniger. Я именно хотел бы очень дешевую и простейшую турбину. Весь шик в том и состоит, чтобы сказать, что турбина имеет всего лишь одно колесо! Многоколесная турбина Брюннского завода так же сложна, как обычная.

То, что турбина будет расходовать больше пара, беды не представляет, ведь в нашем заводе все утилизируется полностью. При падении давления от 30 до 3 атмосфер (или до двух) за бесценок производится электрическая энергия, отработанный пар идет в сушилки Шульца или в тарелочные сушилки, которые, кажется, выгоднее. Наконец, все отработанные газы без всяких экономайзеров при высокой температуре градусов в 500 или более идут в сушилки Круппа, притом опять-таки простейшие сушилки, без обмуровки.

Я нарочно пишу так подробно, чтобы Вы знали, в чем дело. Мне не нужно, чтобы Вы делали запросы. Вероятно из обильной Вашей практики Вы сможете дать мне готовые цифры или справиться по телефону. Ведь цифры нужны для смет и для наших подсчетов, а не для заказов. Кроме турбин мне интересно также знать цену котла [с площадью нагрева] в 400 кв. метров, соответствующего, приблизительно, 1 000-киловаттной турбине, при расходе [пара] в 12 кг на 1 квт.ч. Для турбины в 2 000 квт придется взять два котла.

В ближайшие годы большое значение должна получить особенность гидроторфа, состоящая в том, что он передается по трубам с незначительными потерями на очень значительное расстояние. Поэтому, при постройке районных станций не будет больше надобности связывать станцию местом торфодобыывания; напротив, станция может быть отнесена на десяток-другой верст ближе к населенным местам и в условия более благоприятного водяного хозяйства.

Помимо непосредственного сжигания торфа в котлах, в виде обычных кирпичей или порошка, перед Гидроторфом с его широкой возможностью химической обработки торфяной массы открываются совершенно новые перспективы в области превращения торфа в жидкость, газ и кокс.

Сухая перегонка торфа открывает для Северного Района возможность непосредственного добывания на месте драгоценных жидких продуктов и создает почву для возникновения богатой химической промышленности, располагающей в торфяных болотах безграничными залежами сырого материала для своего производства. Бесплодные тундры севера, веками нетронутые человеком, приобретут значение чрезвычайно ценного сырого материала и станут основой для сильной промышленности.

Эта, вторая область применения торфа – газификация, коксование и добывание жидких погонов, как наиболее молодая отрасль Гидроторфа, еще нуждается в дальнейшей разработке, но высокая ценность ее несомненна. Перспективы в этом направлении безграничны и все будет зависеть, прежде всего, конечно, от дальнейшей научной работы, а во-вторых, от постановки дела в широком промышленном масштабе с затратой больших средств соответственно важности и значению ожидаемых промышленных результатов.

Мы особенно подчеркиваем, что интенсивное химическое воздействие, лежащее в основе как заводов по обезвоживанию, так и дистилляции торфа, свойственно именно Гидроторфу, так как, при этом способе добывания, частицы торфа находятся в растворенном в воде виде. Консистенция обработанной механически массы такова, что она наиболее восприимчива к химическому воздействию.

Поэтому, если тех же преимуществ желательно достигнуть при механическом способе торфодобыывания, то добытый торф пришлось бы предварительно смешивать с водой, растворять и обрабатывать, т.е. более сложным и дорогим путем превращать его в торф гидравлический, так как торф, не растворенный в воде, лишь с трудом мог бы быть обработан химическими реактивами и, во всяком случае, потребовал бы их значительно большее количество и целый ряд механических приборов, предназначенных для интенсивного смешения реактивов с торфом, и все же все эти приборы не дали бы того интенсивного смешения, которое получается при смешении двух жидкостей и их перемешивании.

Последнее достижение в области химической обработки Гидроторфа состоит в том, что незначительная примесь катализатора сообщает торфу новые чрезвычайно ценные свойства, а именно, способность коксоваться при очень низкой температуре ($300-350^{\circ}$) с большим выходом смол (Schwellung) и превращаться целиком, за исключением конечно золы, в газ при продувании воздуха через «активированный» упомянутым катализатором и подогретый сухой гидроторф или через полукокс, полученный при первом процессе.

При постановке этого процесса в широком промышленном масштабе должен произойти технический переворот в области строения районных станций. Как известно, паровые машины и паровые турбины, при всем своем механическом совершенстве, с термической точки зрения являются аппаратами, хищнически работающими. В лучших турбинах при наиболее благоприятных условиях все же менее 20% всей тепловой энергии, заключающейся в топливе, превращается в двигательную силу, а 80% бесследно теряется и почти не может быть утилизируемо.

Такое непроизводительное и расточительное расходование драгоценных запасов топлива постоянно побуждало техническую мысль к изысканию наиболее совершенных способов превращения тепловой энергии в механическую.

Для жидкого топлива и для газообразного более совершенными машинами в термическом отношении являются газовые двигатели и дизель-моторы, но эти машины далеко уступают в механическом отношении паровым турбинам и не могут быть построены по чисто механическим причинам таких больших мощностей, какие требуются современной техникой и каких мощностей строятся паровые турбины.

За границей уже десятки лет работают над газовой турбиной и в настоящее время газовая турбина в Германии близка к окончательному практическому осуществлению. Один из первоклассных немецких заводов уже свыше десятка лет тратит несчетные суммы на усовершенствование газовой турбины, и газовые турбины его изготовления уже работают, притом мощностью в несколько тысяч киловатт.

Конечно, эти машины еще должны пройти трудный и дорогой фазис «детских болезней», они должны быть еще значительно усовершенствованы, но нет сомнения, что газовая турбина в ближайшее десятилетие завоюет себе место и начнет вытеснять менее совершенные в термическом отношении предшествующие ей машины [(паровые турбины)].

Получение газа при высоких температурах всегда было довольно сложным и неприятным процессом. Между тем, простейший газовый завод, который можно построить на принципе сухой перегонки активированного гидроторфа и последующего превращения полукокса в газ, настолько прост в постройке и управлении ввиду низких температур процессов, что комбинация этого простейшего газового завода с будущей газовой турбиной даст экономически и технически наивыгоднейшее и простейшее решение задачи построения больших районных станций.

Самая станция будет чрезвычайно проста, так как она будет содержать только одни газовые турбины, а экономичность ее будет чрезвычайно высока, так как даже отработанные газы из этой газовой турбины могут быть с пользой употреблены для получения того же самого топлива, которое поступает на газовый завод при газовых турбинах. Эта перспектива вовсе не так отдаленна. Уже сейчас в Германии выработаны огромные вращающиеся печи длиной 20 метров и диаметром около 4 метров, в которые сразу загружается около 100 тонн угля для выработки газа. Вместо угля у нас будет загружаться полукоксы, полученный из активированного торфа.

Некоторое усложнение производства введением предварительной сухой перегонки с целью добывания ценных жидких погонов экономически выгодно, так как при этих низких температурах могут получиться столь ценные продукты, которые одни в состоянии будут окупить всю стоимость торфодобыывания. Это будет комбинированный химический завод-станция, экономичность которого даст возможность удешевить стоимость электрической энергии, отпускаемой станцией за счет доходности химического завода и обратно.

Такой будущий комбинированный завод явится наиболее рациональным использованием всех драгоценных свойств топлива – торфа и, благодаря его разносторонности, для такого завода легче будет найти средства, чем для чистой станции, отпускающей лишь одну энергию. Этим прогнозом будущего развития районных электрических станций на торфу мы и заканчиваем главу о будущем Гидроторфа.

Вынужденное добавление

В октябре 1923 г. Гидроторф послал в Центральное Промышленно-Экономическое Управление (ЦПЭУ) ВСНХ «Проект устава Гидроторфа» с рядом приложений. Здесь же, в архивном деле 944 ф. 758 РГАЭ находится и материал «Краткие исторические данные о развитии Гидроторфа», в нем отметим следующие главы, которые, по-видимому из-за неоднократно упоминавшейся «политкорректности», не вошли в книгу «Гидроторф».

Финансирование Гидроторфа. С момента образования Гидроторфа до его перехода на хозяйственный расчет, то есть до 1 апреля 1923 года, финансирование Гидроторфа шло за счет государственного бюджета. Гидроторфу неоднократно ассигновывались большие денежные средства, однако никогда ассигнования эти полностью не выдавались. Утверждались широкие производственные программы, в рамках которых развертывались работы, затем финансирование прерывалось и работы приходилось или свертывать в обстановке денежного кризиса или совсем приостанавливать. Такое положение повторялось из года в год и сильно мешало нормальному развитию дела.

Всего Гидроторфом было получено от государства за 2½ года денежных средств:

1920 г.	2 870 тов. руб.
1921 г.	171 512 ---- “ ----
1922 г. январь-сентябрь	
от Центрокассы НКФ	854 330 тов. руб.
через О.В.Р.	8 457 --- “ ---
ссуда Госбанка	131 845 --- “ ---
от ГУТа	22 727 --- “ ---
на пошлины	21 100 --- “ ---
продовольствие	160 033 --- “ ---
Итого	1 198 492 ---- “ ----
1922/23 опер. год, октябрь-апрель	
от НКФ, включая продовольствие	879 464 --- “ ---
на пошлину	120 528 --- “ ---
Итого	999 992 ---- “ ----
Всего	2 372 866 тов. рублей

Реализация торфа. Торф выработки 1921 года был сдан Гидроторфом потребителям в порядке госснабжения. Торф выработки 1922 года сдан так же госпотребителям по твердым плановым ценам, бывшим ниже себестоимости. В 1923 году Гидроторфом была реализована продукция 1922 года по цене, установленной Госпланом в 8,5 копеек франко-склад потребителя. Всего от реализации было выручено 193 000 тов. рублей и из этих средств была покрыта полностью ссуда Госбанка, полученная летом 1922 года.

В отношении реализации будущей продукции Гидроторф имеет следующих потребителей:

- 1) на «Электропередаче» — на основе имеющегося договора вся продукция приобретаетсЯ МОГЭСом по цене на 10% ниже себестоимости машинно-формованного торфа. Потребность МОГЭСа на ближайшие годы — 20 000 000 пудов в год;
- 2) на Чернораменском болоте — вся продукция Гидроторфа идет на нужды Сормовских Заводов и Нижегородской Районной электрической станции. Потребность последней с 1925 года — 10 миллионов пудов в год;
- 3) на Ляпинском болоте — основными потребителями являются строящаяся Ляпинская электростанция, бывш. Карзинкинская Мануфактура и гор. Ярославль.

Себестоимость торфа. В условиях беспрерывно падающей валюты было чрезвычайно затруднительно выяснение себестоимости и сравнение этой себестоимости с другими родами топлива, в особенности в условиях сезонного производства. В сезоне 1922 года учета расхода в твердых знаках не велось, и себестоимость была подсчитана в совзнаках и затем выражена в золотых «Госбанковских» копейках того времени. Подсчет по бухгалтерским данным производился Экспертной Комиссией ГУТа и дал для гидроторфа 26,5 коп. за один пуд. Эту цифру можно сопоставить со стоимостью машинно-формованного торфа в 1922 году, которая по данным И.И. Радченко составляла 30,05 коп. за один пуд в той же валюте.

Однако эти цифры не имеют по вышеуказанным причинам вполне достоверного характера. Поэтому Экспертная Комиссия ГУТа выполнила сравнительную теоретическую калькуляцию себестоимости добычи, как для гидроторфа, так и для машинно-формованного торфа в условиях работы 1922 года, но в довоенных рублях и по довоенным ценам. Комиссия получила для гидроторфа 8,4 довоенных коп./пуд, для машинно-формованного торфа – 10,35 довоенных коп./пуд.

По теоретическим исчислениям Гидроторфа, для недалекого будущего при осуществлении всех намеченных усовершенствований и по достижении производительности одного миллиона пудов на 1 комплект эта разница будет еще больше, и себестоимость определится: для гидроторфа – 7 коп./пуд, для машинно-формованного торфа – 12 коп./пуд. Отчетной калькуляции для минувшего сезона 1923 года пока еще нет, но первый ориентировочный подсчет (без амортизации) дает для гидроторфа на «Электропередаче» около 9,2 товарных коп./пуд или около 10,2 коп./пуд с амортизацией. Сметная стоимость машинно-формованного торфа для минувшего сезона 11,76 товарных коп./пуд. Таким образом, даже в условиях неудачного сезона 1923 года себестоимость гидроторфа ниже машинно-формованного торфа. По сметным предположениям на предстоящий 1924 год при производительности комплекта в 800 000 пуд. себестоимость одного пуда гидроторфа выразится в 10 коп., включая амортизацию.

Финансовое положение Гидроторфа на 1 апреля 1923 г. К моменту перехода Гидроторфа на хозрасчет от Государства им было получено всего 2 370 000 руб. и некоторое количество продовольствия и материалов натурой в 1920-м и 1921 годах. Кроме того Гидроторфу были ассигнованы на покупку в Германии оборудования и опытных машин для завода по обезвоживанию золотые кредиты в сумме 1 420 000 руб. зол. Некоторая часть (около 5%) заграничных машин не получена еще до сих пор. Следовательно, всего Гидроторфом получено от Государства по 1 апреля 1923 г. около 3 790 000 руб. <...> Согласно постановления СТО на хозрасчет переведена лишь эксплуатационная часть Гидроторфа, опытная же часть со строящимся заводом для искусственного обезвоживания оставлена на госбюжете. На этом основании обе части в [бухгалтерском] балансе резко разграничены. Как видно из баланса, к моменту перехода Гидроторфа на хозрасчет его основной капитал в виде строений, оборудования, инвентаря и прочего выражался в сумме 3 479 984 руб.

<...> Оборотного же капитала у Гидроторфа к моменту перехода его на хозрасчет, как видно из баланса, фактически не было.

Из главы «Финансовый план и его выполнение» следует, что во II полугодии 1922/23 операционного года (с 1 IV по 1/X) Гидроторф получил всего от государства 1 200 000 тов. руб. (с учетом потерь на разнице в курсах и на денежных суррогатах), или только 55% от минимальной действительной потребности, установленной РКИ и СТО, в то время как Гидроторф выполнил: по добыче – 67,5% от производственной программы (добыто 7 300 000 пудов вместо 10 800 000), по капитальным затратам – 85-90%.

*Далее в записке приводятся расчетные предположения по финпланам на 1923/24, 1924/25, 1925/26, 1926/27 операционные годы. В последний намеченный по финплану год Гидроторф надеялся работать на 28 комплектах машин с производительностью каждого комплекта в 1 500 000 пуд. Т.е. добыча за сезон 1926 г. могла составить 42 млн пуд. при себестоимости 5 коп./пуд.**

Заключение. Анализируя помещенные выше финансовые планы за пятилетний период, приходим к следующим выводам:

а) каждое новое техническое достижение Гидроторфа и налаживание его работы повышает производительность одного агрегата машин до размеров, о которых ни один вид современных методов торфодобыывания не может и мечтать;

б) неизменно из года в год понижается себестоимость добычи торфа – уменьшение персонала при увеличении добычи;

в) переход уже с 1925/26 операционного года на полную самоокупаемость, когда в результате работ ожидается уже крупный остаток [денег в балансе] в сумме до 500 000 рублей, в 1926/27 операционном году этот остаток уже вырастает до цифры, когда является возможность приступить к возвращению ссуд Государства, выданных Гидроторфу [под 3% годовых] в сумме до 1 500 000 рублей.

Таким образом, к концу 1927 года Гидроторф вырастает уже в предприятие, добывающее приблизительно около ½ общероссийской добычи торфа в настоящее время. В это время количество добываемого торфа будет настолько значительно, что им может быть целиком удовлетворена потребность в торфе основных потребителей Гидроторфа в данное время – станции «Электропередача», Нижегородской станции, Сормовского завода и строящейся Ляпинской станции. Экономическая целесообразность [роста добычи гидроторфа] доказывается ежегодным понижением себестоимости и теми финансовыми результатами, которые намечены в приведенных финансовых планах.

РГАЭ, ф. 758

Для завершения «картины маслом» («Гидроторфу неоднократно ассигновывались большие денежные средства, однако никогда ассигнования эти полностью не выдавались») добавим здесь мазок о снятии главного бухгалтера Гидроторфа, с опубликованием сего жесткого действия властей в печати:

Письмо В.Д. Кирпичникова Председателю ВСНХ РСФСР тов. П.А. Богданову

28 октября 1924 г.

24 октября с.г. Управлением Гидроторфа получена выписка из подписанного Вами протокола заседания Президиума ВСНХ РСФСР от 13-го с.м.** об отстранении Главного Бухгалтера Гидроторфа С.В. Ливанова с занимаемой должности за ряд имевшихся дефектов в деле ведения отчетности Гидроторфа, во исполнение какового постановления С.В. Ливанов в настоящее время смещен с должности Главного Бухгалтера, о чем Гидроторфом доведено до сведения Угпрома [(Управления госпромышленности)].

Ввиду того, что в постановлении указано, что оно должно быть опубликовано в печати, Управление Гидроторфа позволяет себе обратиться к Вам с просьбой о неприведении этой части постановления во исполнение по следующим мотивам.

* Как видим, в официальное издание книги «Гидроторф» вошли еще более амбициозные цифры: не 28, а 56 комплектов машин намечалось запустить в 1926 г. и добыть не 42 млн, а 62 млн пудов (1,01 млн тонны)!

** В печати этот протокол все-таки появится, под датой от 17 октября.

С.В. Ливанов является одним из наиболее старых сотрудников Гидроторфа, начавшим свою работу в Гидроторфе еще в момент его зарождения. В течение всего времени своей службы в Гидроторфе С.В. Ливанов проявил себя как исключительно добросовестный работник, целиком отдававшийся работе, даже в то тяжелое для Гидроторфа время, когда оплата труда при крайне стесненных средствах Гидроторфа была исключительно мизерная.

Ни одно из упущений, допущенных С.В. Ливановым в постановке дела отчетности, главным образом, вследствие целого ряда объективных причин, находящихся вне сферы его воздействия, ни в коем случае не может быть отнесено к разряду криминальных, что было отмечено Центральной Бухгалтерией Угпрома на заседании Угпрома, где рассматривался этот вопрос.

Уже те два обстоятельства, что допущенные С.В. Ливановым упущения были предметом специального суждения Угпрома, в результате которых получилось отстранение С.В. Ливанова от занимаемой им должности, мы полагаем, является достаточным наказанием для него, и мы убедительно просим Вас освободить С.В. Ливанова от дальнейшего наказания, опубликования постановления Президиума ВСНХ по этому делу в печати.

Приложение к книге «Гидроторф»

Постановление Совета Труда и Оборона по вопросу о Гидроторфе от 31 января 1923 г. *По оценке гидравлического способа торфодобычи*

А. Признать, что гидравлический способ торфодобычи в настоящий момент вышел из стадии опытов, принял промышленный характер и привел к большим достижениям в деле механизации торфодобычи.

В. Признать, что работы по устройству завода для искусственного обезвоживания гидроторфа, в настоящее время не законченные, должны быть доведены до конца.

Выдержки из трудов экспертной комиссии ГУТа и комиссии СНК о Гидроторфе *Постановление заседания комиссии СНК по Гидроторфу 26 января 1923 года под председательством П.А. Богданова*

По оценке гидравлического способа торфодобычи.

Основываясь на докладах Технической Комиссии СТО по Гидроторфу, Комиссия делает следующую оценку гидравлического способа торфодобычи:

а) гидравлический способ торфодобычи в настоящий момент вышел из стадии опытов и принял промышленный характер, он является большим достижением в деле механизации торфодобычи и дает продукт по своему качеству не уступающий практически машинно-формовочному торфу и по своей цене – во всяком случае, не превышающий стоимости последнего;

б) в дальнейшем развитии этого способа предстоят работы по улучшению сушки торфа, по борьбе с колеблющейся его зольностью и дальнейшему понижению себестоимости;

в) опыты Гидроторфа по коагуляции за истекший сезон не дали бесспорных положительных результатов; связанные с этим работы по устройству завода для искусственного обезвоживания торфа производятся на основании постановления особой Комиссии СНК под председательством Л.Б. Красина от 1/IX 1921 г., в настоящее время не закончены, но выполнены в большей своей части – и должны быть доведены до конца.

Общее заключение экспертной комиссии ГУТ'а по Гидроторфу

На основании отчетных данных сезона 1922 года, испытаний, произведенных Комиссией, и наблюдений над Гидроторфом в течение указанного сезона, Комиссия дает нижеследующее заключение о добыче торфа по этому способу:

1) Способ Гидроторфа является механизированным в части выемки и транспорта торфяной массы и более сложным в части сушки торфа, чем машинный торф, в связи с этим на выработку одного пуда воздушно-сухого торфа требуется рабочей силы в полтора-два раза меньше при Гидроторфе, чем при втором способе.

2) По отчетным данным 1922 года стоимость выработки пуда воздушно-сухого торфа в среднем почти равна таковой же для машинного торфа. При калькуляции стоимости пуда торфа по обоим способам, при условии одного и того же задания на среднюю выработку, стоимость гидроторфа будет ниже на несколько процентов, даже при применении транспортеров на машинном торфе. Учесть точно эту разницу при относительно неопределенной стоимости оборудования, подготовительных работ и рабсилы весьма затруднительно, а потому Комиссия считает, что практически стоимость пуда гидроторфа и машинно-формовочного торфа в условиях оборудования 1922 г. мало отличаются между собою.

3) По качеству продукта гидроторф, как топливо, несколько ниже, чем машинный торф, вследствие меньшей теплоплотности, неодинаковой формы кусков и большой зольности. Увеличение последней наблюдалось как следствие отсутствия возможности точно ориентироваться в отношении намыва и засасывания подпочвы или надпочвенного торфа. В общем, разница в качестве не велика.

4) В общем, способ Гидроторфа следует признать промышленным способом, экономически выгодным и технически целесообразным в крупном масштабе, находящимся на пути к дальнейшему усовершенствованию, могущему устранить некоторые наблюдаемые в настоящее время недостатки, а также и понизить себестоимость пуда торфа.

5) Принимая во внимание то обстоятельство, что до сего времени ни в России, ни, как известно, за границей не введено практически способов добычи торфа, которые могли бы конкурировать с машинным торфом, следует считать способ Гидроторфа в области техники торфодобыывания безусловно крупным явлением.

Решение комиссии ГУТ'а по заключению о работе установки Гидроторфа с механической стороны

(Рассмотрено в заседании Экспертной Комиссии от 19/XII и 26/XII [[1922 г.](#)], прот. №№ 37 и 38).

I. Общая характеристика устройства.

Комиссия считает, что все оборудование для работы по способу Гидроторфа с механической стороны не заключает в себе элементов, которые бы обуславливали его особую сложность.

II. Надежность устройства.

Надежность устройства в общем характеризуется простым 22% из-за неисправностей (по отчетным данным текущего года); что же касается до того, что конструкция и обслуживание может быть причиной долговременного выхода из строя всей установки, то при наличии запасных частей и должного технического надзора таких возможностей, по-видимому, опасаться не приходится.

III. Качество труда.

Работы по Гидроторфу не требуют особой специальности, хотя нельзя не полагать, что и здесь долговременная работа может создать искусных рабочих, могущих повысить производительность установки. Вместе с тем нужно отметить отсутствие особой напряженности труда на гидроторфе и негигиеничность работ в карьере и по розливу.

IV. Применимость Гидроторфа с точки зрения естественных свойств торфяных болот.

Гидроторф применим при всех условиях залегания болот при площади не менее 200 десятин (кроме исключительных случаев); независимо от степени пнистости последних и может быть организован там, где есть возможность снабжения водой и электрической энергией, рассчитан на крупное производство и по схеме установки и по плану работ допускает большую гибкость эксплуатации торфяника.

Что касается до степени использования массы, то при средних глубинах около 1,2 саж. и среднем использовании торфяной массы потери составляют в общем приблизительно то же количество, что и при машинно-формовочном торфе. При торфянике большой глубины способ Гидроторфа допускает большее использование торфяной массы, чем при машинно-формовочном торфе. Среднюю минимальную глубину залежи, пригодной для разработки по методу Гидроторфа, можно считать около 2½ арш.

Переработка торфяной массы в гидроторфе не ниже машинно-формовочного торфа, что же касается однородности и формы кирпичей, то в этом отношении гидроторф уступает машинно-формовочному торфу.

V. Подготовка торфяника к разработке.

В части подготовки при машинном торфе и гидроторфе нет общей существенной разницы. При этом применяются одни и те же манипуляции и приемы работ, количественно нужно считать, что подготовительных работ по осушке при гидроторфе больше на 92%, по полировке на 50%, при большей потребной площади на 14%. Все это дает увеличение [стоимости подготовительных работ] на 38%. Однако, относительная величина этого превышения отразится на стоимости пуда в количестве менее 2%.

VI. Коэффициент полезного действия.

Степень использования при современной установке равняется в среднем 55%. Увеличение этого коэффициента до максимального может быть при лучшем обслуживании, оборудовании, работе и материалах.

VII. Сушка и влияние климатических условий.

Сушка при гидроторфе является более дорогой, чем при машинном торфе, вследствие увеличения количества операций, неравномерности кирпичей и удлинения периода сушки. Удорожание сушки нормально около 12-20%. Представитель Цуторфа заявляет особое мнение.

VIII. Управление производством и контроль его.

Техническое руководство и наблюдение за производством имеет большее значение при гидроторфе, чем при машинном торфе.

IX. Общие выводы.

Гидроторф является механизированным способом в части выемки торфа на беспнистых болотах и транспорта торфяной массы. Что же касается до пнистых болот, то выемка пней совершается частично вручную. Возможность механизировать и эту часть работы до некоторой степени осуществляется введением кранов и устройством для выемки пней.

В общем же, считаясь с тем, что способ является новым, что весьма много факторов не изучено, нужно полагать, что в дальнейшем предстоит улучшение и развитие его.

Решение комиссии ГУТ'а о физико-химической стороне гидравлического способа добычи торфа

I. Поле розлива.

1) Комиссия считает, что для гидроторфа является характерным повышение зольности при переходе торфяной массы из залежи в торф, вследствие возможного размыва подпочвы брандсбойтами, и пока у рабочих (брандсбойщиков) нет ориентировочной возможности для борьбы с этим явлением.

2) Как вывод из этого есть варьирующая зольность в добытом торфе.

3) По данным массовых анализов гидроторфа выработки 1922 г. на Электропередаче средняя зольность его равна 4,57% против 8,3% в залежи и средняя влажность 36,95%.

4) В то же время Комиссия констатирует, что имеющиеся в ее распоряжении в настоящее время анализы машинно-формовочного торфа на Электропередаче дают приблизительно ту же зольность.

5) По имеющимся у Института [торфа] данным (по Шатурскому хозяйству) зольность торфа при машинно-формовочном торфе соответствует зольности в залежи и не имеет резких колебаний

II. Работа торфососа.

Комиссия считает, что при работе торфососа также возможен размыв почвы под жерлом торфососа и увеличение вследствие этого зольности.

Примечание I. По заявлению Гидроторфа для борьбы с этим изобретен способ, вполне гарантирующий от размыва подпочвы (под торфососом устанавливается тарелка, упирающаяся в подпочву и не дающая возможности опускаться ниже определенного уровня торфосос).

Примечание 2. Данные фактического анализа на Электропередаче (см. п.п. 3 и 4 отд. I) характеризуют повышение зольности от обеих причин – брандсбойтов и торфососов.

III. Растиратель.

Комиссия считает, что растиратель содействует работе торфососов и измельчению (диспергированию) проходящей через растиратель массы, переводит торф в дисперсное состояние и увеличивает количество цементирующего вещества в торфе.

IV и V. Поле розлива и сушка гидроторфа.

1) Комиссия считает, что наибольшее количество воды из гидромассы уходит в карту в первые моменты розлива.

2) В дальнейшем вода уходит в карту медленно, и сушка идет, главным образом, через испарение в воздух.

VI. Коагулированный торф.

По вопросу о коагуляции, Комиссия констатирует, что она имела своей целью наблюдать за процессом работы уже налаженным и никаких опытов сама не делала, Гидроторф же достаточных материалов полевых опытов для того или иного вывода о коагулировании не представил и потому заключения о целесообразности коагуляции Комиссия дать не может. Ввиду заявления Гидроторфа, что у него в настоящий момент имеется опытный полевой материал, Комиссия предложила ему немедленно представить этот материал Комиссии (см. табл. далее).

При сопоставлении стоимости пуда того и другого торфа видно, что таковая для машинного торфа выше на 23%, при применении же транспортера – на 12%.

Для большего выяснения вопроса о действительном соотношении себестоимостей пуда торфа необходимо и естественно сравнить бухгалтерские отчетные данные, полученные при подсчетах расходов в переводе на золотые копейки по курсу Госбанка в одних и тех же календарных периодах и расценках продуктов и натурных выдач. Такие данные представляются в следующем виде:

Заключение сравнительной калькуляции, составленной комиссией ГУТ'а и утвержденной в заседаниях от 8/XII и 11/XII (прот. №№ 38, 34, 36)

Относя расходы по заготовке торфа на 1 пуд воздушно-сухого торфа, получим нижеследующее распределение статей (в [довоенных] копейках на 1 пуд):

Название статьи	Машинный торф	Гидроторф
Сезонных рабочих	4,0	2,02
Сезонных хозяйств. и технич. служащих	0,2	0,4
Постоянный штат	0,82	0,75
Электрическая энергия	0,3	0,75
Вспомогательные материалы	0,06	0,03
Торфяная масса	1,0	1,0
Социально-культурные нужды	1,3	0,87
Страхование зданий	0,04	0,02
Амортизация устройства	0,85	0,96
6% на затраченный капитал	0,8	0,84
Общие и непредвиденные расходы	0,92	0,76
Итого	10,35	8,4

При использовании транспортеров на машинном торфе себестоимость 1 пуда оценивается в 9,65 коп.

Себестоимость пуда торфа в золотых коп. по курсу Госбанка по отчетности в 1922 году.

Название разработки	Гидроторф	Машинный торф
Электропередача	24,94	нет сведений
Шатура	34,25	24,69
Забелицы	27,98	—
Среднее по всем разработкам	26,5 ¹⁾	28,14 ²⁾

¹⁾ Средняя динамич. при выработке на Шатуре – 290 т, Забел. – 580 т, Электропередача – 1 960 тонн.

²⁾ По данным калькуляции Цуторфа

Примечание. Следует отметить, что введение в сравнение производства Гидроторфа на Шатуре не является вполне правильным, так как работа на этой установке протекала в явно ненормальных условиях.

В общем, при сравнении стоимости производства Гидроторфа на Электропередаче в 24,94 коп., машинного на Шатуре в 24,69 коп. а также и средних по России—26,5 коп. и 28,14 коп. следует прийти к заключению на основании этого материала, что себестоимость гидроторфа была не выше машинного торфа, а по отношению к общероссийской себестоимости машинного торфа проявляла тенденцию к понижению.

Если принять за летний период средний коэффициент для перевода Госбанковских копеек в довоенные приблизительно в 4, то по отчетности 1922 г. – стоимость гидроторфа получится в 6,6 коп., а машинного – 7,6 коп., против вычисленной в калькуляции – 8,4 и 10,35.

Объясняется это тем, что в отчетность не введена оплата сырой массы в 1 коп. на пуд, не полностью принята амортизация (по калькуляции 0,85 и 0,96 коп.) а также несколько отличны и отдельные элементы стоимости, при учете каковых факторов калькуляционные и отчетные стоимости мало отличаются одна от другой.

Таким образом, и калькуляционный подсчет и отчетность дают полное основание думать, что себестоимость одного пуда гидроторфа в среднем не выше таковой для машинного торфа.

Комиссия полагает вместе с тем, что ввиду своеобразности подсчетов, объясняемой нетвердостью валюты и влиянием элементов, входящих в отдельные статьи расходов по производству, которые делают невозможным определение точного цифрового отношения себестоимостей, было бы правильным считать, что при условии применения оборудования 1922 г., как для гидроторфа, так и для машинного торфа, практически себестоимость гидроторфа не выше машинного торфа.