

1-71

У С С Р

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УКРАИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТОРФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (УКРИНСТОРОФ)

ТРУДЫ УКРИНСТОРОФА

ВЫПУСК ШЕСТОЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ
ОБЪЕКТ - КНИЖ

по

У К Р Г И З М Е С Т П Р О М

6395

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
101	18 снизу	в табл. 51—54	в формулах 51—54
127	20 сверху	для определения	для преодоления
128	1 снизу	равен α_0	равен α
129	1 сверху	соответственно α_0	соответственно α_1
151	13 снизу	$r = 22 \text{ м}$	$r = 22 \text{ см}$
163	22 сверху	$OK = R + r$	$OK = R + 2r$

11

622.33
У
7-78

У С С Р

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УКРАИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТОРФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (УКРИНСТОРОФ)

622.33

И-71

6295-90
59

Украинский научно-исследовательский институт торфяной промышленности

ТРУДЫ УКРИНСТОРОФА

ВЫПУСК ШЕСТОЙ

I. СУЩНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА
II. ТЕОРИЯ ТОРФЯНОГО ПРЕССА

проверено
1966 г.

0

УКРАИНСКОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
КИЕВ

1938

√

827
Редактор *Гладышев И. С.*
Технический редактор *Зинченко Г. Д.*

Литредактор *Назаренко Г. И.*
Корректор *Симонов Х. В.*

Уполномоченный Главлита № 374, 26/II 1938 г.
Заказ № 1398. Тираж 1000
Печатных листов $11\frac{7}{8}$
Бумажных листов $5\frac{15}{16}$

Формат бумаги $72 \times 105\frac{1}{16}$
Знаков в 1 печ. листе 59.280
Сдано в производство 28/II-38
Подписано к печати 13/VI 1938

3 полиграф. фабрика, Полтава.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В предлагаемом сборнике помещены две работы Украинсторфа—теоретические по содержанию и, вместе с тем, глубоко прикладные по сути. Обе работы вскрывают суть тех технологических процессов, которые протекают при работе торфяного пресса—этого основного перерабатывающего элемента торфяных машин.

На XVI съезде ВКП(б) тов. К у й б ы ш е в в своем докладе сказал: ...„роль научно-исследовательской работы в промышленности приобретает исключительное значение в связи с теми темпами, которыми мы должны развиваться. Тут не место обломовщине, не место работе по-старинке. Нужно во что бы то ни стало выковывать новые методы работы, выковывать новые технологические процессы“... (В. В. К у й б ы ш е в — Доклад о выполнении пятилетнего плана промышленности. „Статьи и речи“. Партиздат ЦК ВКП(б), 1935 г., стр. 45).

Исследования, входящие в настоящий выпуск „Трудов“ и являются такой работой, которая рвет с вековой рутиной, дает новые методы производственного процесса, новую технологию.

В результате их намечена новая схема переработки торфа, обеспечивающая повышение качества торфяного топлива, выражающееся, в частности, в уменьшении крошимости—обстоятельство, имеющее первостепенное значение для низинных болот. Помимо этого намечены новые методы использования существующего торфяного пресса. Цель этих методов—увеличение производительности с одновременным улучшением качества переработки.

Выводы предлагаемых работ базируются на анализе обширного опытного материала, в значительной мере полученного в условиях производства. В ряде случаев эти выводы вновь проверены опытными данными. Таким образом публикуемые работы отвечают и тем требованиям к науке, которые сформулированы И. В. С т а л и н ы м в его исторической речи на первом Всесоюзном совещании стахановцев: „Данные науки всегда проверялись практикой, опытом. Наука, порвавшая связи с практикой, с опытом,—какая же это наука?... Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отживающее, старое и чутко прислушивается к голосу опыта, практики“. (И. В. С т а л и н — из речи на

первом Всесоюзном совещании стахановцев. Стенографический отчет. Партиздат ЦК ВКП(б), 1935 г., стр. 372).

Публикуя свои работы, Укринсторф переносит их в промышленность. Совместными усилиями они должны быть проведены в жизнь, внедрены в производство: лишь в таком случае они окажут действительную помощь торфяной промышленности в деле дальнейшего овладения стахановскими методами работы.

Укринсторф

Проф. С. В. КУРДЮМОВ

СУЩНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА

(Опыт теоретического исследования факторов, определяющих конструкцию торфяного пресса)

§ 1. Предпосылки работы. Естественные изменения в торфяной залежи. Процесс переработки. Определение качества переработки

Рациональная выработка торфа на топливо, равно как и получение достаточно хорошего топлива, немислимы без создания таких типов торфяных машин, основные элементы которых в каждом отдельном случае соответствовали бы физическим свойствам разрабатываемого торфа.

В настоящее время торфяное топливо мы получаем и используем в двух основных видах:

- а) кусковым (почти все существующие способы торфодобычи) и
- б) крошки (фрезерный способ).

Отметим, что даже всемерное развитие фрезерного способа торфодобычи не устраняет выработки кускового торфа. Действительно, верховые пнистые болота, низинные болота, засоренные минеральными прослойками, болота с малоразложившимся торфом или с торфом, склонным к разогреванию с дальнейшим самовозгоранием, не пригодны для получения фрезерного торфа. Помимо этого фрезерная крошка является исключительно промышленным топливом, в то время, как кусковой торф пригоден и для бытового потребления.

В настоящее время кусковой торф в выработке торфяного топлива занимает еще доминирующее положение.

Основной частью каждой машины, вырабатывающей кусковой торф, является торфо перерабатывающий механизм.

В машинах Гидроторфа это будет частично торфосос и, главным образом, растритатель, во всех же остальных машинах (элеваторные установки, багеры и даже малый гидроторф) — так называемый торфяной пресс или, вернее, месильно-формирующая машина.

Наша цель — рассмотреть работу именно этой последней категории механизмов.

Мерилом работы каждого торфяного пресса, независимо от его конструкции, является качество переработки.

Что же представляет собою переработка торфа?

Необходимо заметить, что превалирующее большинство наших специалистов-торфяников не пыталось анализировать этого понятия. Больше того — само понятие переработки подменяется часто элементами таковой — раздроблением или размеской.

Для того, чтобы уяснить себе сущность процесса переработки, мы должны прежде всего выявить основные свойства объекта переработки (т. е. торфа-сырца из торфяной залежи) и те изменения, которым он подвергается в природе.

Это является, как я уже говорил, необходимым — слишком многообразны и многогранны особенности торфа, как физического тела, чтобы по всем видам его применять один и тот же рецепт переработки.

В настоящей работе освещена зависимость требований, предъявляемых к переработке, от главнейших видов (или точнее, группировок видов) торфа — верхового и низинного. Однако основное внимание обращено именно на низинные торфы.

Таким образом данная работа основное значение будет иметь для так называемой полосы неустойчивого увлажнения СССР — т. е. для УССР, где количество низинных болот составляет $\sim 100\%$ (верховые болота встречаются лишь как редкие исключения), и для Смоленской, Орловской, Курской, Воронежской и Тамбовской областей с почти 90% низинных болот. Однако не следует забывать, что и в таких областях как Московская, Рязанская, Калининская, Ленинградская и весь Урал количество низинных болот, по данным НКЗ РСФСР, составляет от 34% до 50% всей торфяной площади.

Основные свойства торфа определяются уже в процессе болото- и торфообразования: знакомясь с болотом, мы встречаемся с живущим (т. е. изменяющимся) комплексом.

Надо отметить, что наши взгляды на болото значительно отличаются от общепринятых.

Всесоюзная конференция по водно-болотному кадастру, состоявшаяся 20—23 апреля 1934 г. в Ленинграде, приняла такое определение понятия „болото“¹: „Болотом называется избыточно-увлажненный участок земной поверхности, покрытый слоем торфа глубиной не менее 30 см в неосушенном или 20 см в осушенном состоянии.

Являясь в естественном состоянии определенным элементом географического ландшафта, болото возникает и развивается при постоянном или весьма продолжительном периодическом избыточном увлажнении поверхностных слоев земной коры, следствием чего является наличие характерной для болот растительности и специфического направления почвенных процессов, ведущих к накоплению торфа“.

Это определение было принято по настояниям наших болотоведов, считавших, что для того, чтобы участок земли приобрел специфические свойства торфяного болота, он должен быть покрыт каким-то слоем торфа. Глубина же 30 см в неосушенном состоянии была взята из соображений сельскохозяйственной практики.

Значительно более правильным, с нашей точки зрения, является положение проф. Дубаха, считающего болотом все избыточно-увлажненные площади земной поверхности, имеющие влаголюбивую растительность и отложение торфа, независимо от их мощности.

Вполне бесспорно, что болото не является чем-то мертвым, застывшим (хотя бы и временно). Развитие болота должно быть учтено при выработке терминологического определения понятия „болото“.

С этой точки зрения, принятое определение понятия „болото“ является весьма неудачным и наиболее условным.

Действительно, если болото будет „болотом“ при глубине залежи в неосушенном состоянии свыше 30 см, то что такое болото с залежью 20 см или, еще лучше, 29 см?

¹ Всесоюзная конференция по водно-болотному кадастру. „Торфяное дело“, № 7, 1934 г., Москва.

Это определение может быть лишь пригодным для определенной стадии развития торфяника.

Болотообразование определяется наличием ряда комплексов основных болотообразующих факторов — климатических, гидрологических и топографических.

Поскольку болотообразование происходит в условиях повышенной влажности, для начала процесса и для развития его необходимо, чтобы приход влаги превысил расход ее.

Это тот основной момент, который определяет переход суходолов в болото (понимая под суходолом любую площадь, которая может быть перед началом болотообразования залита водой постоянно или периодически — дно будущего пруда или озера, речная долина и т. д.).

Вторым важным моментом является появление растений-торфообразователей, т. е. растительных ассоциаций водолюбивого типа.

И третий момент — начало торфообразования, т. е. разложения отмирающих растений.

К сожалению, мы не можем установить начало этого процесса.

В одной из более ранних работ¹ мы ориентировочно определили среднегодовой прирост залежи для низинных болот УССР равным 1 мм — очевидно, что уловить первые годы торфообразования невозможно, однако отрицать наличие начала данного процесса было бы нелепо.

Безусловно, что вид образования (ил, определенный вид торфа и т. п.) зависит от условий, в которых это образование происходит, однако в данном случае это не является существенным.

Таким образом болота без торфа быть не может, но толщина торфяного слоя не является признаком болота.

Поэтому болотом надо считать участок земной поверхности, характеризующийся превышением прихода влаги над ее расходом (результат гидро-топографических условий, в том числе и водопроницаемости подстилающего слоя), наличие чего в первую очередь указывается соответствующими водолюбивыми ассоциациями.

Те же или иные лимиты глубин являются пригодными для стадии развития болота „торфяник того или иного (промышленного или сельскохозяйственного) значения“.

На рис. 1 приведена разработанная нами общая схема болотообразования².

При построении ее было принято современное стратиграфически-торфмейстерское деление на три типа (верховой, переходной и низинный), причем переходное болото (промежуточное явление в стадии развития верхового болота), как самостоятельное целое, из схемы выпало.

Поясним эту схему.

Болота низинные и верховые обладают противоположными свойствами (рельеф, питание и богатство питательными комплексами, растительные ассоциации, свойства торфа и т. п.).

В самой толще залежи мы имеем как вертикальную миграцию минеральных солей, так и преобладание тенденции накопления (т. е. затухание микробиологического распада под сложным влиянием внешних и внутренних факторов) над тенденцией разложения.

Тут необходимо отметить, что факторы, показанные на рис. 1 как внешние, являются таковыми лишь частично. Как уже говорилось, болото преимущественно является гидрологическим комплексом и, следовательно,

¹ С. В. Курдюмов. Некоторые данные о процессе образования приречных болот Украины. „Торфяное дело“, № 9, 1928 г.

² Впервые опубликована в 1935 г. в нашей работе „Розробка торфу на паливо (Експлуатація боліт)“, вип. I. Вступ в експлуатацію боліт. Київ, Укрдержвидавмісцевпроп, 1935 г., стр. 5—7.

все факторы гидрологического и климатического порядка для него по сути факторы внутренние, независимо от размещения их на периферии схемы.

Можно представить (схематически) замкнутый круг взаимодействий, которые тесно связаны друг с другом. Рассматривать их удобнее всего с правого верхнего угла, т. е. с группы факторов климата.

Тут сгруппированы как положительные (+), так и отрицательные (-) факторы, результатом взаимодействия которых является так называемый коэффициент прихода-расхода влаги, а некоторым показателем — влажность воздуха.

Тип болота для этих факторов не имеет значения.

В связи с климатом находится и изменение естественных условий — пожары и т. п. Эти, с первого взгляда, внешние и „случайные“ факторы

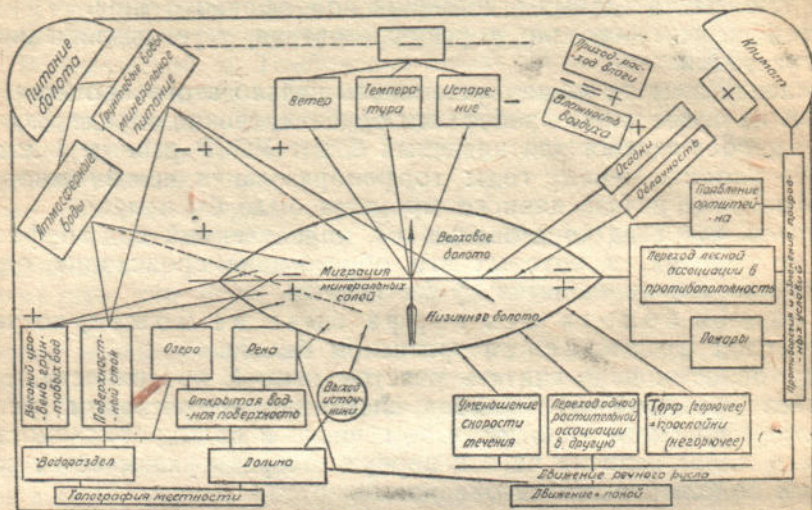


Рис. 1. Общая схема болотообразования.

в данной схеме увязаны с общим комплексом условий, влияя в особенности на заболачивание водораздельных суходолов и, следовательно, на образование верховых болот.

Следующая значительная группа факторов — топография местности, где образуется болото. Переходя от местоположения суходолов к видам состояния воды, т. е. захватывая как относительный покой (озера), так и движение (реки), эти факторы тем самым связаны с климатом.

В зависимости от них находится питание болота атмосферными и грунтовыми водами (оба типа болот питаются и теми и другими водами, однако для верхового болота большее значение имеет первый вид питания, а для низинного болота — второй).

Питанием болота замыкается круг факторов, увязываясь с климатом (испарение, осадки).

Для того, чтобы описанная схема была еще понятнее, поясним, в чем выражается влияние отдельных факторов.

Превышение группы „осадки + облачность“ над группой „ветер + испарения + температура“ обуславливает большую влажность воздуха, больший коэффициент прихода-расхода влаги, создавая таким образом условия, благоприятствующие болотообразованию. В противном случае будет обратное соотношение.

От климатических изменений зависят изменения естественных условий. Так, например, засуха обуславливает возможность лесных пожаров, увлаж-

нение климата благоприятствует переходу лесной растительной ассоциации в болотную (и наоборот — засушливый климат вызывает переход лесной ассоциации в степную), наконец, осадки, вымывая минеральные соединения в верхних слоях почвы и перенося их в нижние, обуславливают появление ортштейна — водонепроницаемого слоя.

Влияние лесных пожаров на заболачивание отметил еще шведский ботаник Хеглунд. Что же касается наличия ортштейна, то последний, в связи с осадками, способствует заболачиванию лугов.

Связь реки (а значит и движения речного русла, как явления, неразрывно связанного с жизнью реки) с осадками и стоком их не требует пояснений, влияние же изменений речного русла на образование низинных болот, отмеченное на схеме, было нами рассмотрено в указанной выше работе¹.

Количество осадков на некоторой площади и распределение их на последней зависит, естественно, от топографии местности.

Так, если мы имеем дело с водоразделом — болотообразование будет облегчено при затруднении стока и незначительном расстоянии уровня грунтовых вод от поверхности. При наличии долины сток воды может быть либо поверхностным, образуя реку или озеро, либо подпочвенным, в результате чего могут выклиниваться ключи. В связи с этим может преимущественно образоваться болото низинное приречное, низинное озерное с дальнейшим переходом в верховое, либо низинное ключевое.

Величина площади стока, питающего болото, и характер водосбора обуславливает как характер самого питания, так и характер болота, как уже говорилось. Так, при питании преимущественно атмосферными водами развивается верховое болото, если же питание идет преимущественно за счет минерализованных грунтовых вод, то образуется низинное болото. Тут, как уже говорилось, кольцо факторов соединяется, так как питание болота тесно связано с наличием осадков, т. е. с факторами климатического порядка.

Вполне понятно, что значение имеет не один какой-либо фактор, а весь комплекс их. Именно различные комбинации торфообразующих причин и обуславливают появление того разнообразия типов и подтипов торфяных болот и торфов, с которыми мы встречаемся.

Сказанное о болотах можно сформулировать в таких основных положениях.

1. Разнообразие факторов болотообразования обуславливает различие физических и химических свойств торфов, эти болота слагающих.

2. Поскольку болото непрерывно изменяется, постольку изменяются и свойства торфа, это болото слагающего.

Всесоюзная конференция по водно-болотному кадастру определила торф как органогенную породу, содержащую не более 50% минеральных примесей, состоящую в основной массе из остатков отмерших болотных растений и продуктов их гумификации, образовавшихся в условиях избыточной влажности при затрудненном доступе воздуха.

Как курьез отметим, что образование торфа, как результат разложения растений, стало ясным лишь в XIX веке. Так, еще в 1799 г. Dr. Plot i Dr. Anderson предполагали, что торф не является продуктом разложения растений и их остатков, но сам по себе есть особенное специфическое растение².

И уже в 1814 году Blumenbach, примирившись с частью процесса торфообразования, описывает торф следующим образом: „Торф состоит из

¹ „Разработка торфу на паливо“ (эксплуатация болт), вып. I.

² Макаров И. К. и Нейштадт М. И. К истории литературы по торфу. „Торф“, № 3—4, 1930 г., Москва.

перегнивших или только свойлоченных, пропитанных более или менее зем-
листою смолою растений, мхов и трав, вереска и пр.¹.

Интересно сопоставить эти взгляды с взглядами Гегеля. Последний
в своей „Философии природы“, вышедшей впервые в 1817 г., говорит:
„Глинистые, каменноугольные формации явно вырождаются в торф, в ко-
тором уже нельзя отделить минеральное от растительного, ибо торф воз-
никает растительным путем, но в то же время принадлежит еще к мине-
ралогической области“¹.

Изменения свойств торфа в залежи происходит во времени в резуль-
тате разложения — процесса, родственного горению и тлению.

Эти изменения можно разделить на две группы: а) химические и б)
физические.

При разложении торфа происходят такие химические изменения:
растения-торфообразователи, как известно, состоят в основном из клет-
чатки (целлюлозы) с лигнином и некоторыми другими веществами. В ко-
личественном отношении клетчатка является важнейшей частью торфо-
образователей, составляя от 10% до 60% всей их органической массы.

В процессе торфообразования клетчатка разлагается, причем содержа-
ние ее для хорошо разложившегося торфа не превышает 4—7%. Возмож-
ность перехода клетчатки в гуминовые вещества окончательно не дока-
зана, — в анаэробных условиях конечными продуктами разложения являются
водород (H), метан (CH₄), углекислота (CO₂) и, отчасти, кислоты жирного ряда.

Исключительно важное значение в торфообразовании имеет уже упо-
мянутый лигнин — доказано, что при разложении растительных остатков
в торфе накапливаются гуминовые кислоты, представляющие истинные
кислоты (слабее, например, уксусной кислоты, но сильнее угольной).

В связи с этим химический состав торфа претерпевает следующие из-
менения.

1. Количество углерода в торфе (на органическую массу) непрерывно
возрастает. Так, для мало разложившихся торфов УССР констатирована
наименьшая цифра 37,5% (Троицкое болото Николаевской обл.) и для хорошо
разложившихся торфов — 60,53—64,39% (ряд болот), при средней для
УССР цифре 57,28%.

2. Количество водорода в торфе в общем остается стабильным, про-
являя лишь некоторую тенденцию к уменьшению. Для торфов УССР коле-
бания наблюдаются в пределах от 4,0% до 7,81%, при средней цифре — 6,08%.

3. Количество азота остается стабильным (в пределах 2,5—3% для тор-
фов УССР).

4. Количество кислорода неуклонно падает.

Для иллюстрации приведу данные Цайлера и Вилька (Австрия)² (табл. 1).

С химической стороны процесс изменения свойств торфа, происходящий
в связи с разложением, можно назвать обугливанием.

Само собой разумеется, что при этом должна увеличиваться теплотвор-
ная способность органической (горючей) массы торфа.

Это заключение можно сделать и из данных табл. 1.

В наших работах с низинным торфом с болот УССР³ получены такие
цифры для теплотворной способности горючей массы: мало разложившийся
торф (степень разложения до 30%) — 4831 кал., средне разложившийся
торф (степень разложения от 30% до 60%) от 4893 кал. до 5632 кал., а в
среднем 5200 кал. и хорошо разложившийся торф (степень разложения
более 60%) от 4920 кал. до 6041 кал., а в среднем — 5600 кал.

¹ Гегель. Философия природы, М.—Л., 1934 г., стр. 365.

² В. С. Доктуровский. Торфяные болота, 1932 г., стр. 79.

³ Неопубликованная работа „Простейшие формулы для определения теплотворной спо-
собности низинных торфов УССР“, Киев, 1929 г.

Таблица 1

Торфообразователи и виды торфа	Элементарный состав сухого вещества в процентах				Теплотворная способность сухого вещества
	С	Н	Н	О	
Тростник (<i>Phragmites communis</i>)	47,74	6,22	1,46	40,38	4344
Тростниковый торф вполне разложившийся	52,88	4,65	1,88	27,74	4754
Осока (<i>Carex acuta</i>)	47,90	5,51	1,64	39,37	4220
Осоковый торф:					
Неразложившийся	54,58	5,56	2,19	33,83	4993
Мало разложившийся	58,55	5,71	1,63	30,14	5226
Сильно "	58,21	5,21	2,10	30,97	5226
Вполне "	58,25	5,63	1,32	29,13	5314
Гипнум (<i>Hypnum stramineum</i>)	50,11	5,77	1,43	39,69	4422
Гипновый торф	56,23	6,08	2,08	32,29	5041
Пушица (<i>Eriophorum vaginatum</i>)	49,07	5,68	1,31	42,00	4473
Пушицевый торф, мало разложившийся	58,98	5,00	0,85	34,58	5188
Сфагнум:					
<i>Sphagnum acutifolium</i>	48,23	5,33	1,21	42,81	4233
" <i>cymbifolium</i>	48,62	5,31	1,08	42,12	4234
" <i>cuspidatum</i>	48,45	5,06	1,08	42,94	4255
Сфагновый торф:					
Неразложившийся	48,60	5,12	0,89	43,46	4275
Мало разложившийся	50,25	5,27	0,79	43,05	4438
Сильно "	55,54	5,46	1,35	34,44	4988
Вполне "	59,82	4,93	0,88	30,45	5181

Указанные выше химические изменения сопутствуются и физическими изменениями.

Мало разложившийся торф, даже насыщенный водою, является твердым телом. Отдельные куски торфа имеют свою форму (полученную, например, в результате выкапывания этого торфа лопатой) и эту форму они сохраняют даже при сбрасывании с некоторой высоты. Более того—мало разложившийся торф, напоминающий мокрый войлок, пружинит и сопротивляется усилиям придать ему какую-либо новую форму вручную.

Далее, неразложившийся торф весьма неоднороден—простым глазом видно различие различных волокон, его составляющих.

Хорошо разложившийся торф—тело по сути аморфное. Вырезанный из залежи, он еще имеет форму, однако последняя теряется уже при сбрасывании с небольшой высоты. Насыщенный водой этот торф, будучи вырезан из залежи, иногда расплывается.

Однако, вместе с тем, хорошо разложившийся торф обладает пластичностью—он легко принимает ту форму, которая ему придается (таким образом вполне разложившийся торф можно формовать, даже не нарушая его структуры).

Наконец, чем больше разрушаются волокна торфа в результате разложения, тем однороднее становится торфяная масса.

В связи с этими изменениями сырца резко изменяются и свойства воздушнотухлого торфа, в частности его объемный вес (а, следовательно, и плотность).

В более ранней своей работе¹ для определений изменений объемного веса непереработанного торфа мы дали формулу

$$\gamma_2 = \frac{\gamma_1 \cdot (100 - W_{61})}{(100 - W_{62}) (1 - y)} \quad (1).$$

где: γ_2 — искомый объемный вес,

¹ С. В. Курдюмов. Разработка торфу на топливо. Вип. 1. Київ. Укрдержвидавмісцевпром, 1935, стр. 82—83.

γ_1 — тоже неосушенного болота,
 W_{61} — влажность неосушенного болота,
 W_{62} — " для которой мы ищем объемный вес и
 y — коэффициент осадки залежи в долях единицы для изменений влажности от W_{61} до W_{62} .

Этот коэффициент возможно найти по опубликованной в той же работе нашей формуле (стр. 83).

$$y = \frac{100a (W_{61} - W_{62})}{W_{61} (100 - W_{62})} \quad (2)$$

Обозначения в этой формуле те же, что и в предыдущей. Обращаем особое внимание на коэффициент a , введенный инж. С. А. Сидякиным (Инсторф).

Этот коэффициент показывает, какая доля пустот, образующихся в торфе при уходе воды (при осушении, а затем при дальнейшей сушке), заполняется торфяной массой, иначе говоря, в какой степени последняя способна сжиматься. В зависимости от степени разложения коэффициент a все время изменяется — приведем соответствующие величины (табл. 2, составленную на основании своих исследований инж. С. А. Сидякиным).

Допустим теперь, что мы имеем дело с двумя образцами низинного торфа, характеризующимися такими данными.

I. Степень разложения 20%, начальная влажность — 92,0% и начальный объемный вес — 1,02.

II. Степень разложения 75%, начальная влажность соответственно — 85,8% и начальный объемный вес торфа — 1,02.

Пользуясь формулой (2), находим коэффициенты осадки в том случае, если наш торф высыхает до воздушносухого состояния (т. е. до влажности 40%):

$$I. y = \frac{100 \cdot 0,348 (92 - 40)}{92 (100 - 40)} = 0,328$$

$$II. y = \frac{100 \cdot 0,547 (85,8 - 40)}{85,8 (100 - 40)} = 0,486.$$

Подставляя же эти значения коэффициентов в формулу (1), получим соответственно:

Таблица 2

Степень разложения в процентах	Коэффициент осадки a для торфа		Степень разложения в процентах	Коэффициент осадки a для торфа	
	Верхового	Низинного		Верхового	Низинного
0 (около)	0,000	0,000	55	0,533	0,509
5	0,188	0,140	60	0,592	0,521
10	0,300	0,230	65	0,601	0,529
15	0,393	0,299	70	0,609	0,539
20	0,426	0,348	75	0,616	0,547
25	0,465	0,386	80	0,622	0,554
30	0,497	0,417	85	0,628	0,561
35	0,523	0,442	90	0,632	0,566
40	0,539	0,463	95	0,638	0,572
45	0,557	0,481	100	0,642	0,577
50	0,570	0,495			

$$I. \gamma_2 = \frac{1,02 (100 - 92,0)}{(100 - 40) (1 - 0,328)} = 0,203$$

$$II. \gamma_2 = \frac{1,02 (100 - 85,8)}{(100 - 40) (1 - 0,486)} = 0,470$$

т. е. в данном примере объемный вес хорошо разложившегося низинного торфа в 2,3 раза выше, нежели плохо разложившегося. Очевидно, что в такой же степени повышается и транспортабельность хорошо разложившегося торфа.

Само собой разумеется, что чем больше объемный вес воздушносухого торфа, тем больше его плотность.

В связи с этим более разложившийся торф будет отличаться меньшей влагоемкостью и гигроскопичностью.

Процесс разложения является весьма длительным процессом, причем скорость его различна для различных торфообразователей и в различных условиях.

Поскольку в результате разложения повышаются качественные показатели торфяной продукции, совершенно понятным представляется стремление искусственным путем придать наиболее часто встречающимся слабо и средне разложившимся торфам свойств хорошо разложившегося торфа.

Так, химическое облагораживание торфа возможно провести за счет химической переработки. Под последней понимается коксование и полукоксование (швелевание) торфа.

В результате коксования изменяется химический состав торфа, приближаясь к составу угля.

Для примера приведем некоторые данные по составу органической массы различных видов твердых топлив СССР (табл. 3).

Как видно, торфяной полукокк по своему химическому составу подходит к рядовым углям, кокс же — к углям высших классов.

Подобное обогащение достигается обжигом при высоких температурах (500—800°), при полном отсутствии воздуха — по сути коксование представляет то же разложение (т. е. неполное горение без доступа воздуха), темпы которого, однако, неизмеримо ускорены (весь процесс сводится к часам вместо тысячелетий).

Таблица 3

№№	Вид топлива	С	Н	О + N
		В процентах		
1	Дрова	50,00	6,30	43,70
2	Торфообразователь (осока <i>Carex acuta</i>)	50,70	5,80	43,50
3	Торф неразложившийся (Троицкое болото УССР)	37,50	5,70	56,80
4	Торф разложившийся (Перекрестовское болото УССР)	64,40	5,50	30,10
5	Бурый уголь	69,00	5,90	25,10
6	Донецкий уголь (марки „Д“)	76,00	5,50	18,50
7	То же (марки „ПЖ“)	87,00	5,10	7,90
8	Донецкий антрацит (марки „АП“)	91,00	1,90	14,10
9	Полукок торфяной (по Герингу)	80,00	4,20	5,80
10	Кокс торфяной	92,00	1,80	6,20

В результате подобного ускорения мы получаем продукт, химически идентичный, но резко отличающийся физически (торфяной кокс является топливом пористым и хрупким, в отличие от плотного и прочного каменного угля).

Аналогично химической переработке торф можно подвергнуть переработке механической — в результате мы получим изменения физических свойств.

Вот этот вид переработки (механический) и является предметом нашего исследования.

Что же такое переработка торфа?

Переработка есть изменение физических свойств торфа в результате того или иного воздействия на него.

Непереработанный торф есть тело неоднородное — в результате переработки он получает однородность.

Непереработанный торф (даже разжиженный) — твердое тело, каждый кусок которого сохраняет свою форму. Переработанный торф аморфен, не имеет своей формы.

При этом он пластичен — мы можем придать ему форму и он ее сохраняет.

Другими словами, переработка придает „торфу вообще“ свойства хорошо разложившегося торфа.

Само собой разумеется, что для описанных выше изменений свойств торфа в первую очередь необходимо нарушить его структуру.

Вообще говоря, последнее возможно производить при помощи следующих простых воздействий (т. е. воздействий в их чистом виде).

1. **Раздробление.** Под раздроблением понимается измельчение волокон путем разрезывания их на возможно более мелкие части. Практически этого возможно достичь разрезыванием всей массы торфа на весьма тонкие слои (например, в мясорубке).

2. **Растирание.** Под растиранием понимается раздавливание и разрывание волокон между двумя параллельными поверхностями. Это достигается, например, при пропуске торфа через краскотерку или жернова.

3. **Размешивание.** Под размешиванием понимается правильное распределение волокон, лишь частично разрезаемых, в толще торфа в виде как бы пространственной сетки. Это достигается, например, при тщательном перемешивании и разминании в руках небольших кусков торфа.

Следует заметить, что переработанный размешиванием торф будет, естественно, менее аморфным и пластичным.

В современных торфяных прессах переработка торфа достигается проведением ряда операций. Так, по данным такого авторитетного специалиста как покойный проф. Е. С. Меншиков¹: „в формовальных машинах имеют место нижеследующие отдельные операции: 1) измельчение (дробление); 2) разрезывание (разрывание); 3) перетиранье; 4) перемешивание и 5) формование.

Все эти операции направлены к улучшению качества готового продукта, как топлива, и к облегчению процесса высушивания. Для улучшения качества торфа необходимо сделать его более равномерным, плотным в сыром и сухом состоянии и, наконец, прочным. Равномерность достигается перемешиванием массы, увеличение плотности в сыром и сухом состоянии — измельчением, разрезыванием и формованием. Перетиранье не может иметь существенного значения и является лишь вариантом измельчения“.

И. А. Рогов в своей теории торфяного пресса (которая в полном виде существует лишь в рукописи) не совсем правильно именуется переработку „размеской“, указывая, что она складывается из таких стадий: 1) смешивания, 2) разрезывания и 3) растирания.

Таким образом по сути И. А. Рогов перефразирует Е. С. Меншикова, но на значении отдельных стадий переработки не останавливается.

Оставляя этот вопрос пока открытым, заметим, что (как вполне понятно) совершенно идеальной переработки не бывает или (точнее) последнюю можно получить лишь в искусственных условиях.

¹ Е. С. Меншиков. Опыт критического обзора методов получения торфяного топлива. Москва, 1923 г., стр. 33.

Само собой разумеется, что необходимо иметь метод определения качества переработки, выражая его в каких-либо единицах—относительных или абсолютных.

Надо сказать, что вопрос этот был поставлен еще в 1916 году проф. К. Бляхером¹.

Приведем теперь изложение взглядов проф. Бляхера по данному вопросу и сделанных им предположений.

Проф. Бляхер совершенно правильно придает особую важность определению эффекта работы торфяной машины.

На основании своих опытов он приходит к заключению, что существует предел переработки, зависящий от размельчающего механизма: мясорубки, торфяной машины и т. п., при котором получается масса максимального удельного веса.

Понятно, что чем больше измельчается торф (а следовательно разрушаются имеющиеся в торфе пустоты), тем больше объемный вес торфа (неправильно называемый проф. Бляхером удельным весом) будет подходить к максимально возможному объемному весу.

Если первоначальный объем залежи обозначить через a и объем после пропуски через пресс — b , отношение $\frac{a}{b}$ будет являться как бы коэффициентом уплотнения. Однако, правильнее будет сравнивать работу машины не с исходным материалом, а с некоторой идеальной переработкой, при которой, очевидно, будет иметь место минимальный объем переработанной массы b_{\min} .

При этом уплотняющее действие машины можно определить следующим образом: максимально возможное уплотнение будет, очевидно, соответствовать уменьшению объема торфа

$$a - b_{\min}$$

и достигнутое машиной

$$a - b.$$

В таком случае эффект работы машины в процентах будет

$$\frac{(a - b) 100}{a - b_{\min}} \quad (3).$$

Если соответствующие объемные веса, согласно проф. Бляхеру, обозначить

при объеме a через S_n (причем Бляхер принимает S_n постоянным и равным 0,95),

при объеме b через S и

при объеме b_{\min} через S_{\max}

и принять $b_{\min} = 100$, то можно написать

$$a = \frac{S_{\max} 100}{0,95}; \quad b = \frac{S_{\max} 100}{S}; \quad b_{\min} = 100.$$

Подставляя эти величины в выражение (3) и произведя соответствующие преобразования, получим для определения эффекта уплотняющей работы машины зависимость

$$\frac{S_{\max} (S - 0,95) 100}{S (S_{\max} - 0,95)} \quad (4).$$

¹ К. Бляхер. Об оценке работы торфяной машины (из химико-технической лаборатории Рижского политехнического института), «Известия Московского о-ва изучения и использования торфа», № 2, 1916 г., Москва.

Проф. Бляхер предлагает пользоваться этой зависимостью для оценки работы торфяной машины, отмечая, как достоинство, что необходимо иметь лишь две опытных цифры.

Приходится заметить здесь, что определение объемного веса с достаточной точностью, затруднительное и сейчас, было еще более затруднительно в то время и это, главным образом, и послужило причиной неприменения метода проф. Бляхера.

По сути же он (метод, т. е. сравнение переработанного торфа как с исходным сырцом, так и с идеально переработанным) является вполне правильным.

Здесь наше мнение расходится с мнением инж. Д. И. Рунова¹. Последний основывается на сравнительно незначительной величине уплотнения, простым цифровым примером показывая это (как известно, уплотнение может происходить лишь за счет разрушения вакуолей, заполненных воздухом, и вытеснения последнего).

Далее Д. И. Рунов указывает, что подобное уплотнение будет лишь „в случае измельчения массы сырого торфа до идеально тонкого состояния, при котором частицы торфяного вещества были бы взвешены в жидкой воде, что достижимо только в особых и специальных аппаратах и недостижимо не только в простых торфяных машинах, но даже и идеальных, по сравнению с торфяными машинами,— мясорубках“.

Само по себе это положение является, конечно, правильным, но решающего значения, безусловно, не имеет.

Учитывая, что всякое другое уплотнение, достигнутое на мясорубке, нельзя считать за идеальное, Д. И. Рунов считает его некоторой условной величиной, зависящей от: 1) аппарата, 2) свойств сырого торфа, 3) условий эксперимента и 4) условий методики определения объемного веса. Учитывая этот ряд условностей (в особенности в определении объемного веса), Д. И. Рунов считает, что они „при небольших цифровых колебаниях самого уплотнения торфа создают ряд существенных возражений против этого способа, как метода для оценки работы торфяной машины“.

Безусловно, с этим положением полностью согласиться нельзя. Условности имеются при всех почти измерениях — это не значит, что от последних следует отказаться. Требуется лишь строго унифицировать методику самого определения и раз навсегда определить тот эталон, с которым мы будем сравнивать испытуемый продукт.

При исследовании добычи торфа по способу Траубенберга проф. Бляхер предложил другую методику для определения так называемой связности (или пластичности) торфа², называемой им стойкостью.

Из 50 г сырой массы формовали шарики и заставляли их падать с высоты 1 м на стеклянную пластинку. Вполне стойкие шарики соскакивали с места, менее стойкие прилипали и расплывались в большей или меньшей степени. Из соотношения между квадратом диаметра перед опытами и произведением двух перпендикулярных друг другу диаметров массы, прилипшей к стеклу, вычисляли цифру, обозначающую большую или меньшую стойкость сырой массы.

По идее и этот метод совершенно правилен. Действительно, как уже говорилось выше, чем лучше переработан торф, тем больше он пластичен — следовательно, измерение связности его может характеризовать степень переработки.

Понятно, что чем лучше переработан торф, тем больше будет деформация шарика при ударе о стекло. Поэтому при пользовании этим методом

¹ Д. И. Рунов. К вопросу об оценке работы торфяной машины. Труды н.-и. торфяного института, вып. I, Москва, 1928 г.

² Проф. К. Бляхер. Ближайшие задачи прикладных наук в области добычания топлива из торфа. „Вестник торфяного дела“, № 2, СПб, 1914 г., стр. 141—152.

определения качества переработки формулу для оценки последней (в процентах) следует написать так:

$$\frac{100 D_1 D_2}{D_{\text{ш}}^2} \quad (5).$$

Здесь $D_{\text{ш}}$ — диаметр, а D_1 и D_2 — диаметры отпечатка.

Само собой разумеется, что, помимо переработки, связность зависит от целого ряда факторов — влажности, степени разложения, ботанического состава торфа и др.

Следовательно, удовлетворительные условия возможно будет получать, опять таки, сравнивая данный торф с каким-нибудь эталоном.

Описанный способ не привился как вследствие неудобств ручного формования торфа и неточностей измерения диаметров шарика и отпечатков, так и вследствие того, что само формование уже нарушало структуру торфа.

Выше уже указывалось, что одним из возражений против метода оценки работы торфяной машины по уплотнению торфа в прессе является сравнительно незначительная величина такого уплотнения и, следовательно, возможность получения относительно больших ошибок.

В связи с этим ряд иностранных специалистов (д-р Гаусдинг, Умпейер, инж. Петерс) предлагали оценивать уплотняющие или перерабатывающие действия машины, сравнивая объемные веса в о з д у ш н о с у х о г о торфа (при этом, вообще говоря, они исходили из априорного положения: усадка торфа при сушке прямо пропорциональна степени переработки его — что, как будет видно далее, верно лишь в известной степени).

Так, д-р Гаусдинг предлагает определять уплотняющее действие = $\frac{d_2}{d_1}$ (6),

где d_1 — объемный вес воздушносухого торфа из залежи (непереработанного) и d_2 — тоже, но переработанного данной машиной.

Умпейер предложил для той же цели сравнительное число уплотнения = $\frac{d_2}{d_3}$ (7),

где d_2 — объемный вес воздушносухого торфа, переработанного данной машиной, и d_3 — тоже, переработанного какой-либо лабораторной машиной, принятой за образец.

Наконец, инж. Петерс на основании своих работ вывел для коэффициента уплотнения эмпирическую формулу

$$V = \frac{1,553 d_2 - 1,04}{1,08 - d_2} \quad (8),$$

где d_2 имеет то же значение, что и в предыдущих формулах, а V — коэффициент уплотнения.

Общий дефект этих предложений — длительность работы. Между тем оценивать качество работы машины, качество переработки мы должны уметь бы стро (ибо только при текущем контроле можно управлять производством); при пользовании же формулами (6) — (8) надо ожидать окончательного высыхания торфа, т. е. судить о качестве работы *post factum* — через 1—1,5 месяца после того, как данный торф будет выработан.

Весьма интересный способ определения качества переработки торфа был дан в 1927 г. инж. Н. А. Галыбиным (метод этот с некоторыми различиями применяется сейчас в лабораториях Инсторфа и Укринсторфа).

В своем первоначальном виде суть способа сводилась к следующему¹:

¹ Н. А. Галыбин. Метод определения степени переработки массы торфяной машиной. Труды н.-и. торфяного института, вып. I, Москва, 1928 г.

с целью определения степени переработки был применен общеизвестный прибор Вика, служащий для определения момента затвердевания цементного теста.

Напомним конструкцию прибора. Последний состоит из скользящей трубки с указателем, отмечающим деления шкалы, неподвижно закрепленной на штативе. В трубку внизу ввинчивается игла, которая при определении устанавливается на уровне поверхности торфа, заполняющего специальный стаканчик. Скользящая трубка при этом закрепляется зажимным винтом. При открывании последнего игла, под влиянием собственной тяжести, входит в торф. Само собой разумеется, что чем больше пластичность торфа, тем глубже входит игла.

Изменение величины связности торфа находится по разности отсчетов шкалы аппарата до и после переработки торфа.

В результате опытов была принята игла диаметром 5 мм, имеющая заостренный конусообразный конец (под углом в 45°) и цилиндр-стакан высотой 130 мм и диаметром 50 мм.

Вес иглы с скользящей трубкой равнялся 165,5 г, высота падения ее 120 мм и обычный рабочий проход 60—70 мм. В связи с незначительностью последнего ускорение силы тяжести и трение в самом аппарате не учитываются, тем более, что эти поправки вводятся сами собой, вследствие последовательных испытаний.

Коэффициент переработки (в процентах) определится по формуле

$$\eta_{\text{п}} = \frac{(M - Z) 100}{M} \quad (9),$$

— где M — показания шкалы прибора при испытании торфа из мундштука при подсчете их средне-арифметической величины и Z — тоже при испытании торфа из залежи, при подсчете как средне-динамических величин, увязанных с объемом испытываемого слоя.

При работах Украинсторфа, проводившихся под нашим руководством в 1930 году, применялся этот же прибор, однако с некоторыми видоизменениями¹.

Общая длина прохода иглы в нашем случае была 110 мм, причем мы пользовались двумя иглами — одной диаметром в 5 мм с заостренным конусообразным концом (угол 45°) и второй — диаметром в 10 мм с тупым концом.

Вес иглы с движущимся стержнем составлял:

для обычной иглы	168,8 г
" тупой	170,0 "
(расхождение с прибором Гальбина + 1,2—2%)	

Первые же опыты показали непригодность стаканчика диаметром 50 мм — при таком незначительном диаметре торф оказывал слишком сильное сопротивление проходу иглы, причем частично даже выходил за край стаканчика. В результате получались преуменьшенные отсчеты по шкале, не отвечающие действительному качеству переработки торфа. В связи с этим мы приняли для нашей работы стаканчик диаметром и высотой в 100 мм.

Определение прохода иголки каждый раз проводилось в пяти местах и для подсчета брались средние цифры.

Вся работа проводилась с обычной иглой — не с тупой иглой, обладающей значительно меньшей чувствительностью. Она применялась лишь в особых случаях (например, при сильно разжиженном торфе).

Отсчеты по шкале производились после минутного погружения иглы.

¹ С. В. Курдюмов. Суть переробления торфу. (Попередне повідомлення). „Праці Украинсторфу“, вип. IV, Київ, 1936.

В дальнейшем Инсторф значительно изменил методику работы по определению степени переработки¹, равно как и переработал конструкцию пенетromетра (как был назван прибор для определения степени переработки).

Не останавливаясь на более сложной конструкции последнего, скажем несколько слов о более новом упрощенном приборе (рис. 2).

Рабочей частью последнего является игла 1, жестко соединенная с рамкой 2. К рамке прикрепляется груз 3. Вся система подвешивается к штативу зажимом 4.

При открытии этого зажима игла, под действием груза 3, погружается в цилиндр с торфом 5. Отсчет глубины погружения (в мм) производится по шкале 6.

Для устранения влияния угла конуса иглы на глубину погружения испытание проводится при двух различных грузах.

В результате испытания получается величина, называемая Н. А. Галыбиным „коэффициентом связности“, выражаемая в определенных единицах и имеющая размерность $г/см^2$.

Формула, предложенная Галыбиным на основании своих экспериментальных работ, для нахождения этого коэффициента имеет следующий вид:

$$C = \frac{Q_2 - Q_1}{(S_2 - S_1) d} \text{ г/см}^2 \quad (10).$$

Здесь C — коэффициент связности, Q_1 — меньший и Q_2 — больший грузы в граммах, S_1 и S_2 — соответствующие глубины прохода иглы в см и d — диаметр иглы (также в см).

Чем лучше переработка, тем, вообще говоря, меньше коэффициент связности.

Так, опыты Галыбина дали соответствующие коэффициенты для переработанного торфа 16,9 — 23,9 $г/см^2$ и для торфа из мундштука 5,6 — 8,1 $г/см^2$ (в среднем уменьшение связности в 2,89 раза).

Сопоставляя различные формы способа Галыбина, следует отдать предпочтение тем первым вариантам, которыми пользовались Инсторф и Укринсторф в 1927—30 гг. Дело в том, что в результате исследований должны получаться не просто цифры, но цифры, обладающие наглядностью.

В этом отношении последний вариант испытаний обладает определенными недостатками, заметными прежде всего на формуле (10).

Как легко видеть, несмотря на соблюдение кажущейся размерности, результат, получаемый по формуле (10), не дает какое-то абсолютное число. Действительно, если выразить коэффициент связности в $г/см^2$, то, очевидно, надо учитывать поверхность погружившейся части иглы.

Поэтому формулу (10) правильнее было бы написать в виде

$$C = \frac{Q_2 - Q_1}{(S_2 - S_1) \pi d} \quad (106),$$

вне зависимости от этого в каждом отдельном случае мы получаем векторную величину, которая, возможно, характеризует пластичность

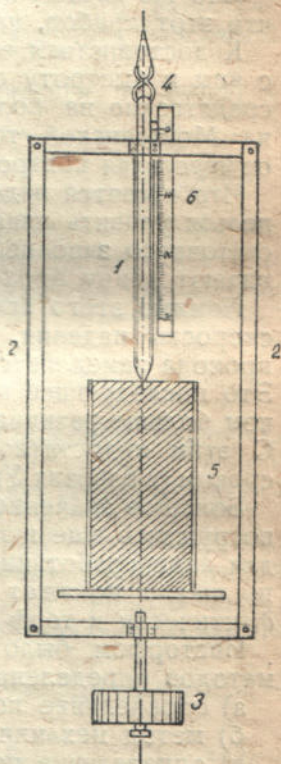


Рис. 2. Пенетрометр системы Галыбина.

торфяной массы, но совершенно не дает понятия об эффекте работы машины и о переработке, как таковой.

Если эффект в некоторой степени и можно установить, сравнивая связность переработанного и непереработанного торфа, то для уяснения сравнительного качества переработки безусловно лучше именно сравнивать данный образец с каким-то эталоном — т. е. делать примерно то, что делал проф. Бляхер. При таком же сравнении гораздо проще и удобнее выражать качество переработки в виде относительного числа.

Что же касается работы с пенетрометром, как таковым, то надо сказать, что этот прибор, наряду с достоинствами, имеет и ряд недостатков.

К достоинствам его можно отнести простоту как прибора, так и работы с ним и быстроту определений. С этим прибором можно работать непосредственно на болоте у торфяной машины (как и работал Укринсторф на Моствянской торфоразработке УССР в 1930 году), действительно осуществляя контроль за качеством переработки.

Что касается недостатков, то основным является то, что при отсчетах нельзя уловить влияния отдельных пустот (являющихся следствием недостаточного заполнения цилиндра торфяной массой), последние же увеличивают длину прохода иглы.

Помимо этого игла, во время прохождения в торфе, имеет различную скорость падения, значительную лишь вначале. Постепенно скорость прохода замедляется и наконец она опускается уже незаметно для глаза. Это последующее погружение вводит в наблюдения ошибку тем большую, чем больше разница в промежутках времени для отдельных наблюдений. С этим недостатком борются, ограничивая наблюдения определенным сроком (в работах Укринсторфа — 1 минута).

Большое значение имеет момент погружения иглы — вначале она, не погружаясь еще в торф, вдавливает поверхность торфяной массы. Поэтому для непереработанного пружинящего (мало разложившегося) торфа отсчет по шкале покажет глубину погружения даже в том случае, когда игла фактически в торф не прошла.

Инсторфом было проведено сравнительное исследование различных методов определения качества переработки¹. Сравнивались:

- а) определение по связности (пенетрометрирование);
- б) метод механического анализа (по Бляхеру) и
- в) определение по степени дисперсности.

Выше уже описывалась работа с пенетрометром сист. Н. А. Галыбина. Необходимо только отметить неустойчивость методики работы с этим прибором. Применялись три варианта работы. В описываемой работе Е. П. Семенский (Инсторф) придерживался первого варианта, а именно: для определения качества переработки сравнивалась глубина погружения иглы в переработанном и непереработанном торфе.

Правда, авторы работы приводят и такой метод (цитируем по статье): «коэффициент переработки торфа, определяемый по связности торфа пенетрометром, условимся обозначать частным от деления разности глубины опускания иглы в миллиметрах в переработанной прессом и непереработанной пробе (при одном и том же диаметре иглы) на разность глубин между торфом, идеально переработанным и непереработанным...»

Идеальная переработка достигается в зависимости от характера торфа, после многократного пропускания его через мясорубку.

Однако подобным путем авторы работы, как уже говорилось, переработку не определяли.

Механический анализ велся по Бляхеру: 20 г торфа обраба-

¹ Е. П. Семенский и Х. И. Ривкина. О степени переработки торфа прессом элеваторной машины. „Торфяное дело“, № 4, 1932 г.

тывались двухпроцентным раствором щелочи (NaOH) и после 24-часового стояния промывались через сита с отверстием диаметром в 0,25—0,5—1,0 мм.

Дисперсность торфа определялась механическим анализом по способу Робинсона¹. Сущность этого способа заключается в том, что торф, разбавленный водою до состояния суспензии (при концентрации около 1%), подвергается отстаиванию в стеклянных цилиндрах емкостью в 2 л.

Через определенные промежутки времени из цилиндров пипеткой отбираются пробы, в которых затем определяется количество сухого вещества. На одной и той же глубине содержание сухого вещества в разное время будет, естественно, различным (в результате различной скорости оседания частиц различных размеров).

Скорость падения частиц торфа может быть вычислена по формуле Стокса:

$$V = \frac{2}{9} gr^2 \frac{\sigma - \sigma_1}{\eta} \quad (11),$$

где V — постоянная скорость падения (обычно мм/сек);

r — эквивалентный радиус частиц (характеризующий на деле частицы разнообразной формы и размера, но падающие с одинаковой скоростью);

g — ускорение силы тяжести;

σ — плотность падающих частиц (удельный вес торфа);

σ_1 — плотность жидкости и

η — вязкость жидкости.

Пользуясь формулой Стокса и задаваясь определенной глубиной, вычисляют время, когда частицы того или иного диаметра (0,2—0,1—0,05 мм и т. д.) опускаются на эту глубину. Через соответствующие промежутки времени пипеткой отбирается проба.

Полной же характеристикой данного торфа (в общем случае — почвы) служит так называемый „действующий диаметр“, представляющий собой диаметр таких однородных по величине частиц, которые, образуя почву, сообщают ей те же физические свойства, каковыми обладает исследуемая почва в действительности.

Этот действующий диаметр определяется по формуле Цункера

$$\frac{1}{dw} = \frac{g_1}{d_1} + \frac{g_2}{d_2} + \frac{g_3}{d_3} + \dots + \frac{g_n}{d_n} = \sum \frac{g}{d} \quad (12),$$

где d_1, d_2, \dots — средний эквивалентный диаметр частиц данной фракции и g_1, g_2, \dots их весовое количество.

В результате проведенной работы Инсторф получил такие результаты.

1. При пенетрометрировании переработанного торфа (пропущенного через торфяной пресс) получены были в ряде определений весьма сходные цифры, причем соотношение между переработанным и непереработанным торфом в среднем было 2,8; при этом максимальное расхождение было 8%.

Интересно отметить, что почти ту ж цифру (2,89) получил и Н. А. Галыбин (см. выше).

2. При механическом анализе по способу Бляхера получить пропорциональную зависимость между переработанным и непереработанным торфом не удалось.

Объясняется это тем, что проф. Бляхер не принимал во внимание

¹ См. предыдущую сноску, а также Е. П. Семенский. Дисперсность торфа. „Труды в.-л. торфяного института“, вып. II, М.—Л., 1932 г., стр. 24—45.

гумус, полагая, что машина измельчает лишь неразложившиеся волокна. В действительности же при трении частиц торфа друг о друга, а также о стенки пресса и мундштука, происходит дальнейшее уменьшение размера и без того мелких разложившихся частиц.

Благодаря этому в переработанном торфе и происходит значительное увеличение количества коллоидных частиц, неуловимых в частности данным анализом.

Е. П. Семенский приводит здесь высказанное ранее¹ наше предположение об увеличении количества коллоидов в связи с переработкой, основанное на увеличении временной прочности переработанного торфа (где коллоиды играют роль цемента), и отмечает, что предположение это блестяще подтверждается определением степени дисперсности торфа.

3. Определение степени дисперсности дало такие результаты (табл. 4). Под числом переработки понимается соответствующее количество пропусков испытуемого торфа через мясорубку.

Степень переработки в табл. 4 выражается отношением $\frac{dw_0}{dw_n}$, где dw_0 — действующий диаметр непереработанного торфа и dw_n — тоже, переработанного в мясорубке n раз, торфа.

Таблица 4

Вид торфа	Степень разложения в процентах	Переработка	Действующий диаметр	$\frac{dw_0}{dw_n}$
Верховой (сфагново-пушицевой)	50	0	0,00297	1,0
		1	0,00116	2,6
		5	0,00073	4,1
Низинный (осоковый)	10	0	0,00334	1,0
		1	0,00204	1,6
		5	0,00112	2,7
Лесной	80	0	0,00206	1,0
		1	0,00055	3,7
		3	0,00052	4,0
		5	0,00047	4,4

Иначе говоря, степень переработки характеризуется числом, показывающим, во сколько раз в связи с переработкой уменьшился действующий диаметр.

Таблица ясно показывает чувствительность данного способа. Полученные расхождения были весьма незначительны — порядка 4⁰/₀.

На основании проделанной работы Инсторф считает, что для определения степени переработки можно пользоваться методами:

- определения связности пенетрометром и
- определения дисперсности механическим анализом по способу Робинсона.

С последним положением согласиться нельзя. Правда, как только что говорилось, определение дисперсности дает очень хорошие результаты. Однако определение это весьма громоздко и, главное, необычайно дли-

¹ С. В. Курдюмов. Изучение физических свойств торфов Украины как основа для выработки типа стандартной машины. „Торфяное дело“, № 1, 1930 г.

тельно — осаждение частиц эквивалентным диаметром 0,0002 мм на глубину 11 мм требует почти 27 суток.

Очевидно этот способ применим лишь для исследовательской работы в лаборатории.

Совершенно очевидно также, что из всех рассмотренных способов наиболее приемлемым, несмотря на известные недостатки, является определение связности пенетрометрированием.

Этим способом мы пользовались при соответствующих работах в Украинсторфе.

В дальнейшем мы предлагаем для контролирования качества продукции непосредственно на месте производства несколько иную методику определений качества переработки, а именно — проще и удобнее всего определять качество переработки непосредственно проходом иглы.

При этом сравнивать следует не с торфом-сырцом из залежи, а с торфом некоторой идеальной переработки.

Логически это будет правильнее: коэффициент переработки получит тогда реальное значение, поскольку величина его будет прямо указывать на достигнутое качество работы и, очевидно, на возможность дальнейших улучшений в этой области.

Из предыдущего видно, что во всех случаях переработки и для всех торфов достижение так называемого предела переработки гарантируется при десятикратном пропуске торфа через мясорубку.

Торф, переработанный таким образом, мы условимся считать тем эталоном, с которым будем сравнивать качество работы нашей машины.

Техника работы по качественному контролю представляется в следующем виде: через определенные интервалы (разработка всего этого — дело дальнейшей, чисто технической работы, которая должна дать соответствующую инструкцию) от мундштука машины отбираются доски с торфом. Для анализа используются два накрест лежащие (при транспортерных досках) кирпича. Из половины каждого кирпича стаканчиком пенетрометра вырезается цилиндр, для которого определяется проход иглы.

Вторая половина кирпича несколько раз пропускается через мясорубку (повторяемо, достаточно пропустить 9 раз), после чего и для нее определяется проход иглы. Из двух определений (для двух кирпичей) берутся средние цифры.

Так как мы имеем тут дело с одним и тем же торфом, то отпадает необходимость учитывать зависимости величины переработки от влажности и т. п.

Однако глубина прохода иглы зависит не только от качества переработки, но и от тщательности заполнения торфяной массой цилиндрика пенетрометра.

Если в этом цилиндрике имеются пустоты, то игла, естественно, пройдет глубже.

Во избежание подобных ошибок мы считаем более целесообразным заменить проход иглы средней скоростью продвижения этой иглы.

К прибору должен быть присоединен обычного типа самопишущий часовой механизм, на диаграмме которого по оси абсцисс откладывается время погружения (в секундах) и на оси ординат — глубина погружения, соответствующая этому времени. На такой диаграмме проход иглы через пустоты будет представлен вертикальной линией. Отбрасывая эти отрезки, мы получаем фактическую длину прохода иглы и, разделив эту величину на время, получаем скорость прохода (в мм или см/сек).

Коэффициент переработки, аналогично предыдущему, будет отношение скоростей. Можно полагать, что такое определение степени переработки будет более просто и, самое главное, будет давать более объективные и надежные результаты.

§ 2. Экспериментальная проверка методов переработки. Качественные изменения свойств торфа-сырца в процессе переработки

Перейдем теперь к изложению результатов, полученных при экспериментальной проверке качества (эффекта) переработки, как таковой, так и эффективности различных видов или методов переработки (простых воздействий в их чистом виде — см. § 1).

Как уже говорилось, первым вопросом о необходимости определения качества работы торфяной машины поставил проф. К. Бляхер¹. Им же впервые были проведены и определения этого качества.

В предыдущем параграфе отмечалось, что метод Бляхера (или, вернее, методы) при правильной, в общем, основе имел технические дефекты. В связи с этим полученные им цифры, конечно, имеют в основном историческое значение, хотя отдельными выводами возможно воспользоваться.

Прежде всего проф. Бляхер пробовал установить, имеется ли какой-либо предел переработки. С этой целью он пропускал различный торф последовательно через мясорубку обычного типа.

Результаты этих опытов приведены в табл. 4а.

Таблица 4а

Число пропусков через мясорубку	Объемный вес	Объем массы по отношению к объему при максимальном уплотнении в процентах	Число пропусков через мясорубку	Объемный вес	Объем массы по отношению к объему при максимальном уплотнении в процентах
Моховой торф из верхних слоев			8 раз	1,023	100,3
Непереработанный	0,98	104,7	9 "	1,024	100,4
1 раз	0,995	103,1	Весьма жирный торф из низших слоев		
2 раза	1,00	102,6	Непереработанный	1,0155	100
3 "	1,007	101,9	1 раз	1,0149	100,06
4 "	1,01	101,6	2 "	1,0149	100,06
5 "	1,012	101,3	3 "	1,0149	100,06
6 "	1,020	100,6	4 "	1,0149	100,06
7 "	1,026	100,0	5 "	1,0149	100,06

Как видим, для мохового (т. е. верхнего, сфагнового) торфа предел переработки наступил при семикратном пропуске через мясорубку.

В дальнейшем же началось уже некоторое разрыхление торфяной массы, правда весьма незначительное — можно считать, что полученное уменьшение объемного веса лежит в пределах точности опыта.

Весьма интересные данные получены для жирного торфа из низинных слоев (судя по всему, можно предполагать, что это был хорошо разложившийся низинный торф). Именно объемный вес был наибольшим в залежи, в дальнейшем же было получено разрыхление торфа. Правда, и тут это разрыхление находится в пределах точности опытов.

Однако возможный факт разрыхления подтверждается и другими опытами, как, например, исследованиями Ф. Ансельма².

¹ К. Бляхер. Об оценке работы торфяной машины. 1916 г.

² Ф. Ансельм. Опыты по определению плотности торфа в залежи и уплотнения его при обработке в формовочных машинах. «Известия Московского общества изучения и использования болот», № 10, 1915 г.

Последний, пропуская верховой торф с мало осушенного Рюминского болота (Московская область) через торфяной пресс системы Беляева (одновальный пресс с двумя дробителями), получил такие данные по уплотнению (табл. 5).

Таблица 5

Слой глубиной от поверхности до	Влажность в процентах	Коэффициент уплотнения
0,4 — 0,8 м	91—94	1,32
0,75—1,15 "	89—91	1,04
1,0 — 1,4 "	88—89	0,90
2,1 — 2,5 "	87—88	0,901

Аналогичные результаты получил и Е. С. Меншиков¹.

Теоретически возможность разрыхления торфа при переработке объясняется следующим: торф-сырец в залежи является сложным физическим телом, состоящим из ряда компонентов, каковыми являются:

торфяное вещество (органическая масса) с удельным весом . . .	1,3—1,6
торфяная зола с удельным весом	2,6
вода с удельным весом	1,0
воздух и газы в порах с удельным весом	0,001—0,002

Благодаря наличию пустот, заполненных воздухом, объемный вес торфа в залежи обычно бывает ниже единицы.

Эти пустоты (вакуоли) находятся в неразложившихся волокнах (например, стеблях мхов, корневищах тростника). Поскольку уплотнение возможно только за счет разрушения этих вакуолей, то, естественно, менее разложившийся торф будет уплотняться больше и более разложившийся — меньше. Наконец, может быть и такой случай, когда в залежи торф настолько хорошо разложился, что вакуолей практически в нем нет.

При переработке же в торфяной машине первоначально целый кусок торфа разбивается на мелкие частицы. Эти частицы сближаются при дальнейшем проходе через мундштук торфяной машины, но, поскольку давление в последнем сравнительно незначительно (в особенности при принятом в настоящее время двойном мундштуке, сечением $26,6 \text{ см} \times 13,3 \text{ см} = 3,54 \text{ дм}^2$) и время пребывания торфа под этим давлением, вследствие быстрого выхода, невелико — некоторая часть пустот образуется вновь. В результате и имеет место разрыхление.

Для подтверждения сказанного о давлении приведем результаты работ Н. А. Ушкова² — см. табл. 6. Таблица сведена нами, равно как и вычислены некоторые величины.

Наблюдения Ансельма и Меншикова над разрыхлением торфа при переработке подтверждается и работами Д. И. Рунова³, к сожалению (по свидетельству самого автора) проведенными недостаточно тщательно. Данные Д. И. Рунова приведены в табл. 7.

¹ Е. С. Меншиков. Машинно-формованный торф. „Известия Московского общества изучения и использования болот“, № 7, 1915 г.

² Н. А. Ушков. Испытание элеваторной машины и ее элементов. Москва, 1920 г., стр. 18.

³ Д. И. Рунов. К вопросу об определении уплотнения торфа-сырца в торфяной машине. „Торфяное дело“, № 3, 1926 г.

Таблица 6

Влажность торфа в процентах	Сечение мундштука дм^2	Длина мундштука и горловины дм	Скорость в $\text{дм}/\text{сек}$		Давление в горловине и мундштуке		Время пребывания 1 см сечения под давлением $\text{в}^{\circ}\text{м}$
			При выходе	Средняя в мундштуке	Средняя $\text{кг}/\text{см}^2$	При выходе $\text{кг}/\text{см}^2$	
82,0	1,77	10,7	1,9 — 2,8	0,56—0,83	0,27—0,50	0,53—1,0	13—19
84,85	"	"	2,35—3,5	0,70—1,00	0,26—0,66	0,53—1,33	11—15
88,89	"	"	2,8 — 3,8	0,60—0,80	0,07—0,13	0,14—0,26	13—18
83,84	3,24	10,0	1,4 — 1,9	0,5 — 0,68	0,13—0,17	0,26—0,33	16—21
85,0	"	"	1,9 — 2,2	0,68—0,79	0,13—0,17	0,26—0,33	14—16

Таблица 7

№№ машин	Объем сырья в карьере м^3	Тоже, прошедшего через пресс, м^3	Коэффициент уплотнения	Влажность в процентах
23	1,973	2,046	0,965	87,4
23	2,126	2,321	0,916	86,2
7	4,475	4,094	1,091	91,6

Заметим, что на машине № 7 торф был верховой, мало [разложившийся]. Машина же № 23 работала на мелкой браче и (судя по влажности) на очень хорошо разложившемся торфе.

На этом закончим с доказательствами возможности разрыхления торфа в торфяном прессе. Возвращаясь же к таблице 4, подчеркнем очень важное явление, с которым мы еще встретимся далее — для хорошо разложившегося торфа (в особенности низинного) предел переработки очень близок к началу последней. В опытах Бляхера он был достигнут уже при однократном пропуске через мясорубку.

В целях наибольшей осторожности проф. Бляхер все же считал желательным при опытах пропускать торф через мясорубку 10 раз и такую переработку считать идеальной.

В дальнейшем проф. Бляхер, пользуясь методом, изложенным в § 1 настоящей работы, определил эффект работы машины, работающей по способу Траубенберга.

Полученные им данные приведены в табл. 8.

Таблица 8

Вид торфа	Влажность в процентах	Объемный вес из мундштука машины	Объемный вес после 10-кратного пропуска через мясорубку	Эффект работы машины
Мало разложившийся верховой торф	90,25	1,0126	1,0203	87,37%
Тоже, отжатый в ленточном прессе	89,33	1,026	1,03	95,3%
Разложившийся верховой торф. Тоже	88,94	1,025	1,03	94,9%
Тоже	89,53	1,033	1,033	100,0%
Мало разложившийся верховой торф, пропущенный через мясорубку без ножей	—	—	—	50,0%

Эффект работы машины вычислен по формуле (4).

Последняя цифра, полученная при пропуске через мясорубку без ножей, примерно должна соответствовать эффекту работы машины с сплошным шнековым набором (например, типа Дольберг).

Как видим, эффект работы машины, по Бляхеру, получается весьма высоким. При этом для малоразложившегося торфа эффект работы значительно повышается при предварительном отжатии воды. Последнее является существенною частью способа Траубенберга.

При этом малоизвестном у нас способе работает машина, снабженная двумя элеваторами¹. Задний, более короткий, предназначен для выемки верхнего слоя мало разложившегося торфа (на глубину 2—3 м). Боковой элеватор подает в машину хорошо разложившийся торф нижних слоев, с глубины до 7 метров. Торф верхнего слоя, прежде чем попасть в собственно машину, проходит через ленточный пресс, причем теряется значительная доля заключающейся в нем воды. В результате получается торф с сравнительно малой (для верховых болот) влажностью и весьма стойкий.

Заканчивая с опытами проф. Бляхера, можно, следовательно, отметить, что по его данным эффект работы машины оказался следующий:

для хорошо перерабатывающей машины 95% (в среднем),
для плохо перерабатывающей машины 50%.

В дальнейшем перейдем уже к современным исследованиям, начиная с работ инж. Н. А. Галыбина (Инсторф).

В своих работах последний пользовался им же сконструированным прибором (см. § 1).

Н. А. Галыбиным были исследованы такие вопросы:

- 1) предел переработки торфа;
- 2) влияние влажности торфа на коэффициент переработки (точнее на проход иглы) и
- 3) фактические величины коэффициента переработки для различных прессов.

Рассмотрим результаты, полученные Н. А. Галыбиным.

Опыты для определения предела переработки торфа проводились следующим образом: торф (осоковый, средне разложившийся и осоковый с древесными остатками, хорошо разложившийся) перемешивался руками, после чего определялась глубина прохода иглы. Далее, данный торф в пропорции 1:1 смешивался с торфом, пропущенным через мясорубку 1, 2, 3 и т. д. раза.

В своей работе Н. А. Галыбин приводит краткие цифровые данные, составленный на основании их график и указывает на медленное повышение кривых с 4-х до 6-тикратного пропуска через мясорубку и еще большей замедленности от 6-ти до 10-тикратного пропуска. На этом основании Н. А. Галыбин делает заключение, что „предела переработки здесь нет, есть в ней некоторая замедлительность, т. е. кривые поднимаются более спокойно, чем до 4-кратной переработки“.

Можно отметить, что расхождение результатов, полученных Н. А. Галыбиным, с данными проф. Бляхера является следствием совершенно иной методики. По нашему мнению, в опытах Галыбина совершенно напрасно фигурировал торф, размешанный руками (примесь этого торфа, как уже говорилось, составляла в каждом опыте 50%) — в связи с этим, естественно, предел переработки может наступить лишь при значительно большем количестве пропусков через мясорубку.

¹ Проф. Бляхер. Машинно-формованный торф и способ Траубенберга. „Записки русского технического общества“. СПб, № 5, 1914 г.

Однако, вне зависимости от этого, с заключением Галыбина можно не согласиться. Действительно, рассмотрим цифры, полученные Н. А. Галыбиным (см. табл. 9). Если взглянуть в эти цифры, то легко видеть,

Таблица 9

Число пропусков через мясорубку	Проход иглы (в мм) для торфа		Число пропусков через мясорубку	Проход иглы (в мм) для торфа	
	Хорошо разложив- шийся	Средне разложив- шийся		Хорошо разложив- шийся	Средне разложив- шийся
Только размеш.	22,0	29,0	5 раз	37,2	60,0
1 раз	28,5	34,5	6 "	39,9	59,6
2 раза	30,2	43,3	7 "	41,1	62,5
3 раза	32,0	46,6	10 "	43,2	65,5
4 раза	34,7	52,0			

что повышение переработки после пяти-шестикратного пропуска через мясорубку настолько незначительно, что фактически мы и имеем искомый предел. Особенно ясно это видно из кривой для средне разложившегося осокового торфа.

При изучении влияния влажности торфа на величину прохода иглы к однородному торфу с начальной влажностью 87% (ботанический состав и степень разложения неизвестны) прибавлялась вода в количестве 3, 5 и 10% (по весу), причем испытания производились для каждой отдельной смеси.

В табл. 10 приведены данные, полученные Н. А. Галыбиным.

Как видим, даже сравнительно незначительное увеличение влажности отражается на показании прибора. Н. А. Галыбин не оценил должным образом этого явления — для него приведенные цифры послужили в то время лишь доказательством чувствительности его же прибора.

Действительное же значение данной зависимости гораздо больше. Дело в том, что она наблюдается лишь для переработанного торфа.

Таблица 10

Количество при- бавлен- ной воды в про- центах по весу	Влаж- ность торфа в про- центах	Проход иглы в мм для торфа					
		Переме- шанного руками	Смесь перемешанного руками с пропу- щенным через мясорубку в отношении		Пропущенного через мясорубку		
			1:1	1:2	1 раз	2 раза	3 раза
0	87,0	30,3	33,7	34,7	37,1	40,5	41,5
3	87,3	32,3	35,0	36,8	41,3	44,7	46,8
5	87,6	34,3	37,8	40,7	45,5	47,5	49,3
10	88,1	40,3	43,0	51,1	57,8	63,3	66,5

Так, по тем же опытам Галыбина, проход иглы для переработанного торфа при различной влажности является величиной постоянной и зависит, скорее всего, от степени разложения торфа. Приведу соответствующие данные.

А. Торф хорошо разложившийся, влажность от 88,12% до 89,90%, проход иглы постоянный и равен 18,4 мм.

Б. Торф средне разложившийся, влажность от 85,53% до 89,66%, проход иглы постоянный и равен 17,8 мм.

В. Торф средне разложившийся, влажность от 87,15% до 89,73%, проход иглы постоянный и равен 15,8 мм.

Таким образом влажность торфа, отражаясь на проходе иглы лишь в переработанном торфе, может повышать или понижать коэффициент переработки, независимо от фактического качества последней.

Следовательно, установив зависимость прохода иглы от влажности, необходимо было пойти дальше, сформулировав точнее эту зависимость и установив увеличение прохода на каждый процент увеличения влажности.

Этого Н. А. Галыбин не сделал. Посмотрим, что получится при такой обработке данных табл. 10.

Прежде всего укажем на дефекты, которые в значительной мере обесценивают результаты такой обработки. Так, нам неизвестно время размешивания данного торфа руками; в частности неизвестно, было ли это время постоянным для различно переработанного торфа и при очередном добавлении воды.

Таким образом воды, которые можно сделать, будут носить самый приближенный характер — это, так сказать, будет первый шаг на пути выявления сущности процесса переработки.

Нанося на график увеличение прохода иглы в мм в зависимости от увеличения процента влаги (считая таковое при начальной влажности равным нулю), увидим (рис. 3), что для торфа размешанного или смешанного с пропущенным через мясорубку соответствующие точки располагаются группами, средние значения для которых лежат на кривой, проходящей через начало координат.

Подсчитав средние значения для увеличения прохода иглы, получим зависимость такого вида:

$$y = (7x + 3,6)x \quad (13),$$

где y — искомое увеличение прохода и x — процент увеличения влаги. Эта зависимость действительно, как уже говорилось, не только для размешанного торфа, но и для смеси его с торфом, пропущенным через мясорубку, т. е. для переработки, соответствующей получаемой в торфяном прессе (такой, при которой разрушаются далеко не все волокна).

Для торфа, пропущенного через мясорубку, точки, полученные для различного числа пропусков, также лежат группами на аналогичной кривой.

Эта кривая идет круче — ей, примерно, соответствует уравнение

$$y = (13,5x + 5,9)x \quad (13a).$$

В данном случае практического значения это уравнение не имеет — как уже указывалось, основное значение имеет именно зависимость, выраженная уравнением (13).

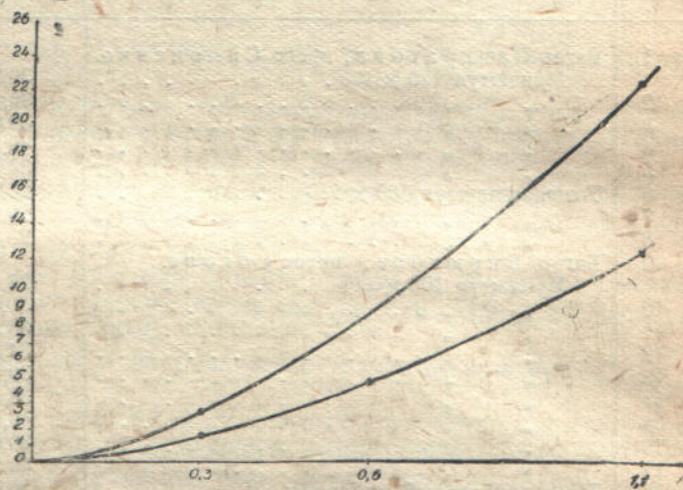


Рис. 3. Кривые прохода иглы в зависимости от влажности (по опытам Галыбина).

Прибор Галыбина был использован при работе машин на Редкинской опытной торфяной станции Инсторфа в сезоне 1927 года. Вся работа производилась на низинном участке.

Полученные Галыбиным данные приведены в табл. 11 (производительность в м³/час переработанного торфа пересчитана нами — Галыбин дает количество досок в минуту).

Приведем обширную выдержку из работы Н. А. Галыбина¹ (стр. 306—307), в которой сам автор оценивает полученные им и приведенные в табл. 11 результаты.

Таблица 11

№№	Система машины	Производительность м ³ /час	Влажность торфа в процентах	Коэффициент переработки
1	Багер Панкратова, пресс Симоненко.			
	Мундштук 128 × 128	30,2	89,02	0,77
2	"	39,4	88,92	0,76
3	"	39,0	89,32	0,75
4	"	49,1	88,32	0,73
5	"	54,3	89,90	0,73
6	Тоже, мундштук 100 × 110	26,1	88,12	0,79
7	"	29,9	88,88	0,75
8	"	28,5	88,64	0,75
9	Багер Бирюкова, пресс Рогова.			
	Мундштук 108 × 110	29,4	88,82	0,74
10	"	30,4	88,94	0,74
11	"	38,5	87,70	0,73
12	"	34,5	87,58	0,68
13	"	39,2	87,49	0,67
14	"	38,5	88,48	0,66
15	"	40,0	89,12	0,69
16	"	39,0	89,66	0,69
17	"	40,5	88,87	0,62
18	Тоже, нормальный мундштук	50,9	87,15	0,67
19	"	31,0	89,73	0,68
20	"	40,6	88,93	0,72
21	Багер Бирюкова, пресс Коровкина.			
	Малый мундштук	—	87,06	0,75
22	"	—	86,16	0,72
23	Тоже, нормальный мундштук	—	85,53	0,62

„Можно ли сделать какой-либо вывод по работе перечисленных прессов на основании полученных коэффициентов?

Прежде всего их необходимо считать ориентировочными вследствие неполного изучения и исследования аппарата, применяемого впервые в области торфяного дела. На основании небольшого опыта его работы удалось выяснить те конструктивные недостатки, которые так или иначе отражались на получаемых результатах, тем более, что он был сделан средствами механической мастерской ТОС, где тщательность изготовления точного прибора естественно не могла быть достигнута.

В приведенной таблице есть ряд неувязок, пока необъяснимых, но очевидно стоящих в зависимости не только от указанных в таблице условий работы установок, но и от прочих факторов, как-то: расхода энергии, числа оборотов вала, заполнения пресса и других, возможно не учитываемых, величин.

Поэтому для данного опыта достаточно подчеркнуть лишь „тенденцию“ к закономерности полученных коэффициентов с частью условий, приведенных в таблице.

¹ Н. А. Галыбин. Метод определения степени переработки массы торфяной машиной. 1928 г.

1. Коэффициенты переработки пресса закономерно понижаются с увеличением линейного передвижения багера и выходом досок в минуту.

С уменьшением поперечного сечения мундштука, при всех равных прочих условиях . . . коэффициент переработки увеличивается.

2.

3. Аналогичная картина наблюдается и на прессе Рогова (малый мундштук) за исключением опыта №№ 15 и 16, где могла влиять на лучшую переработку повышенная влажность.

Пресс Рогова с мундштуком нормального сечения дает повышенный коэффициент лишь только при большом линейном передвижении багера, откуда можно заключить, что данное сечение мундштука требует большого заполнения пресса.

4. В испытании пресса Коровкина наглядно заметно влияние влаги на коэффициент переработки массы, т. е. полностью подтверждаются результаты вышеуказанных, нами поставленных, лабораторных опытов. Из коэффициентов видно, что здесь существует связь и с поперечным сечением мундштука*.

Не вдаваясь пока в рассмотрение этих выводов, отметим, что, повидимому, Н. А. Галыбин вполне уверен в их правоте — по крайней мере, они полностью сохранены им в позднейшей работе¹.

При вычислении коэффициента переработки применялась формула (9). Попробуем исправить эти коэффициенты, воспользовавшись зависимостью (13), т. е. учтя влияние влажности залежи.

Для этого приведем все значения коэффициентов к наивысшей влажности. Так как в табл. 11 максимальная влажность 89,9%, наивысшую расчетную влажность примем 90%.

Соответствующие подсчеты и исправленные коэффициенты приведены в табл. 12.

Заметим, что поскольку в работе Н. А. Галыбина приведен лишь проход иглы в непереработанном торфе, графа „проход иглы в переработанном торфе“ вычислена нами путем решения формулы (9) относительно M .

$$M = \frac{Z}{1 - \eta}$$

где M — искомая длина прохода в переработанном торфе,
 Z — тоже в непереработанном и η — коэффициент переработки.

Рассматривая внимательно табл. 12, можно сделать следующие выводы.

Таблица 12

№№	Проход иглы в мм			Коэффициент переработки	
	Сырец	Переработанный торф		По Н. А. Галыбину	Исправленный
		По опыту	Приведено с влажностью 90%		
1	18,4	76,6	86,9	0,76	0,79
2	18,4	80,0	92,1	0,77	0,80
3	18,4	73,5	79,2	0,75	0,77
4	18,4	68,1	94,0	0,73	0,80
5	18,4	68,1	68,5	0,73	0,73
6	18,4	87,6	119,2	0,79	0,90
7	18,4	73,5	86,3	0,75	0,79
8	18,4	73,5	91,3	0,75	0,80
9	17,8	68,5	82,5	0,74	0,78
10	17,8	68,5	80,2	0,74	0,78
11	18,8	69,6	114,9	0,73	0,84

¹ Н. А. Галыбин. Основы контроля торфяного производства, 1934.

Таблица 12 (продолж.)

№№	Проход иглы в мм			Коэффициент переработки	
	Сырец	Переработанный торф		По Н. А. Г а л ы б и н у	Исправленный
		По опыту	Приведено с влажностью 90%		
12	17,8	55,7	105,3	0,68	0,83
13	17,8	53,9	107,0	0,67	0,83
14	17,8	52,3	73,9	0,66	0,77
15	17,8	57,4	66,0	0,69	0,72
16	17,8	57,4	59,4	0,69	0,70
17	17,8	46,8	59,8	0,62	0,70
18	15,8	47,9	114,9	0,67	0,86
19	15,8	49,3	50,8	0,68	0,69
20	15,8	56,4	67,7	0,72	0,77
21	17,8	71,2	141,8	0,75	0,87
22	17,8	63,5	180,5	0,72	0,90
23	17,8	46,8	202,8	0,62	0,91

1. В части влияния размеров мундштука с первого взгляда отчасти можно увидеть подтверждение мнения Н. А. Галыбина — с уменьшением сечения коэффициент переработки в отдельных случаях увеличивается. Действительно, средние значения коэффициентов будут:

пресс Симоненко — большой мундштук	0,78,	малый	0,83
Рогова —	0,77,		0,77
Коровкина —	0,91,		0,89

В действительности, однако, это не так. Достаточно привести соответствующие средние цифры производительности, чтобы увидеть, что коэффициент переработки скорее всего связан именно с ними (см. табл. 13).

Таблица 13

Система пресса	Большой мундштук		Малый мундштук		Примечание
	Производительность м ³ /час	Коэффициент переработки	Производительность м ³ /час	Коэффициент переработки	
Симоненко	42,4	0,78	28,2	0,83	По прессу Коровкина данных о производительности нет.
Рогова	40,8	0,77	36,7	0,77	

2. Предположения Н. А. Галыбина об увеличении коэффициента переработки при уменьшении производительности подтверждаются полностью. В частности это видно из сделанных нами выборок, сведенных в табл. 14.

Таблица 14

Производительность м ³ /час	20 — 30	30 — 40	40 — 50	50 — 60
А. Пресс Симоненко (багер Панкратова).				
Средняя производительность м ³ /час	28,2	36,2	49,1	54,3
Коэффициент переработки . . .	0,79—0,90	0,77—0,80	0,80	0,73
Средний	0,83	0,79	0,80	0,73
Б. Пресс Рогова (багер Бирюкова).				
Средняя производительность м ³ /час	29,4	35,9	40,4	50,9
Коэффициент переработки	0,78	0,69—0,84	0,70—0,77	0,86
Средний	0,78	0,79	0,73	0,86

Выпадение последней цифры для пресса Рогова чисто случайное, скорее всего, объясняется просто недостаточностью опытов (всего один).

Подведем теперь итоги опытам Н. А. Галыбина.

1. Предел переработки существует. При данных методах определения степени переработки и данном торфе он наступает при 5-и или 6-кратном пропуске через мясорубку.

2. Увеличение влажности вызывает увеличение прохода иглы в переработанном торфе. Это явление надлежит учитывать, выводя коэффициенты переработки для различных прессов.

3. С увеличением производительности машины коэффициент переработки уменьшается.

4. Сечение (размеры) мундштука заметного влияния на коэффициент переработки не оказывает.

5. Абсолютные средние значения коэффициентов переработки для различных прессов:

Симоненко	0,80
Рогова (ножи под углом 90°)	0,77
Коровкина	0,90
(Цифры приведены к влажности 90%).	
Средне взвешенный коэффициент переработки	0,80

Перейдем теперь к изложению наших работ¹ по изучению коэффициента переработки торфа², проводившихся в 1930—31 г.

Перед собой мы ставили разрешение тех же вопросов, что и инж. Н. А. Галыбин, а именно:

- 1) существует ли предел переработки и какой именно;
- 2) как влияет влажность на проход иглы и
- 3) фактические коэффициенты для работающих торфяных прессов.

1. Для определения предела переработки исследовался торф, последовательно пропущенный через мясорубку до 10 раз. Этот торф был взят с болота Бучанской опытной станции Украинсторфа и характеризуется такими данными (табл. 15).

Таблица 15

№ опыта	Глубина м	Ботанический состав	Степень разложения в процентах	Влажность в процентах	Зола в абсолютно сухом торфе
1	0,5	Тростниково-осоковый	47	80,63	10,20
2	1,0	Осоково-вахтовый	30	86,30	8,97
3	1,25	Осоковый	21	87,00	10,12
4	1,75	Вахово-осоковый	43	86,56	12,90
5	2,25	Вахово-осоковый с древесиной	44	87,63	9,16
6	0,5	Осоково-древесный	88	81,12	25,65
7	0,75	Вахово-осоковый	42	86,60	8,92
8	1,25	Вахово-осоковый	33	91,17	8,41

Общая характеристика: торф низинный, средняя степень разложения 43,5% (средне разложившийся), средняя влажность 84,6%, зольность 11,8%.

В табл. 16 приведены данные, полученные нами при исследовании этого торфа.

Рассмотрим внимательно цифры таблицы. Прежде всего можно отметить, что предел переработки существует (это особенно видно по графе

¹ Техническую работу под нашим наблюдением проводили инж. Л. Б. Тютчев и техник Р. Каганович.

² С. В. Курдюмов. Суть переробления торфу. 1936 г.

вычисленных коэффициентов переработки). Следует также отметить, что коэффициент переработки, как правило, раньше достигает постоянного значения (т. е. предела), нежели проход иглы.

Таблица 16

№ опыта	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки
Неперераб.	2,7	—	5,9	—	7,2	—	6,6	—	4,4	—	1,7	—	2,8	—	2,8	—
Пропущен через мясорубку 1 раз	33,4	0,86	50,0	0,88	36,2	0,80	34,6	0,81	44,3	0,90	27,9	0,94	24,5	0,89	25,5	0,89
2 раза	49,7	0,91	56,4	0,90	39,4	0,82	46,0	0,86	45,8	0,90	37,2	0,95	33,0	0,92	35,7	0,92
3 раза	62,0	0,92	61,9	0,90	46,7	0,85	49,6	0,87	53,0	0,92	43,1	0,96	33,7	0,92	39,0	0,93
4 раза	58,1	0,92	69,2	0,91	50,4	0,80	55,2	0,88	64,2	0,93	48,0	0,96	42,1	0,93	48,4	0,94
5 раз	55,8	0,91	72,5	0,92	55,4	0,87	56,5	0,88	65,2	0,93	51,2	0,97	43,6	0,94	50,0	0,94
6 раз	62,3	0,93	70,2	0,92	56,0	0,87	63,9	0,90	68,0	0,94	53,1	0,97	46,4	0,94	53,6	0,95
7 раз	67,4	0,93	74,0	0,92	63,6	0,89	65,0	0,90	69,4	0,94	52,2	0,97	48,1	0,94	56,1	0,95
8 раз	66,0	0,93	71,6	0,92	64,2	0,89	66,6	0,90	71,8	0,94	54,0	0,97	50,8	0,94	57,2	0,95
9 раз	68,6	0,93	75,0	0,92	69,0	0,90	69,4	0,89	70,0	0,94	51,8	0,97	53,6	0,95	60,6	0,95
10 раз	73,4	0,94	—	—	64,4	0,89	68,4	0,91	73,0	0,94	56,2	0,97	56,8	0,95	61,3	0,95

Как видно из табл. 16, предел переработки по проходу иглы наступает после пяти-восьмикратного пропуска через мясорубку (в среднем после семи раз — точнее в дальнейшем глубины погружения увеличиваются крайне незначительно) и по коэффициенту переработки после пятишестикратного пропуска через мясорубку.

Таким образом эти опыты дали результаты, аналогичные полученным проф. Бляхером и Н. А. Галыбиным.

Помимо этого табл. 15 и 16 позволяют сделать еще несколько заключений.

Прежде всего — сам по себе коэффициент переработки, получаемый по формуле Галыбина (9), не является вполне достоверной величиной, поскольку абсолютное значение его зависит от первоначальной упругости торфа, т. е. того сопротивления, которое непереработанный торф оказывает проходу иглы.

Приведем соответствующий пример (табл. 16).

Опыт 3. Начальный проход — 7,2 мм, конечный — 64,4 мм. Коэффициент переработки 0,89.

Опыт 6. Начальный проход — 1,7 мм, конечный — 56,2 мм. Коэффициент переработки — 0,97.

Как видим, несмотря на то, что связность торфа в опыте 6 больше, коэффициент переработки получился выше.

Таким образом этот коэффициент, скорее всего, показывает именно эффект работы машины, а не качество переработки, как таковое.

В таком случае нас больше будет интересовать глубина прохода иглы в переработанном торфе.

Наблюдается ли здесь какая-нибудь зависимость?

В табл. 17 приведены глубины прохода иглы для торфа различного качества.

В скобки взяты данные по опытам 7—8, где, как видно из табл. 16, даже при десятикратном пропуске, по неизвестным причинам, конечной переработки достигнуто не было.

Как видим, степень разложения на проход иглы в переработанном торфе если и влияет, то очень мало (это, впрочем, понятно, так как переработка придает „торфу вообще“ свойства хорошо разложившегося торфа).

Таблица 17

Влажность в процентах	< 85%		86—87	87—88	> 90
	80—81	81—82			
Степень разложения в процентах					
А. Пропущено через мясорубку 1 раз.					
20—30	—	—	—	36,2	—
30—40	—	—	50,0	—	25,5
40—50	33,4	—	24,5 — 34,6	44,3	—
80	—	27,9	—	—	—
Б. Пропущено через мясорубку 5 раз.					
20—30	—	—	—	55,4	—
30—40	—	—	72,5	—	50,0
40—50	55,8	—	43,6 — 56,5	65,2	—
80	—	51,2	—	—	—
В. Пропущено через мясорубку 10 раз.					
20—30	—	—	—	64,4	—
30—40	—	—	75,0	—	61,3
40—50	73,4	—	56,8 — 68,4	73,0	—
80	—	56,2	—	—	—

Для торфов одинаковой степени разложения при увеличении влажности наблюдается увеличение прохода иглы, однако — небольшое. Для десятикратного же пропуска такой зависимости вообще нет — последнее может быть объяснено тем, что подобная переработка придает торфу свойства аморфного, коллоидного тела (т. е. почти жидкости), для которого влажность в данных пределах уже не имеет значения.

Подсчитаем средние значения проходов иглы для различного количества пропусков через мясорубку.

А. 1 раз через мясорубку. Среднее значение — 37,7 мм при отклонениях +12,3 — 9,8.

Допустимые отклонения (квадратическое отклонение) найдем по общеизвестной формуле:

$$\delta = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} \quad (14),$$

где $\sum x^2$ есть сумма квадратов фактических отклонений от арифметической средней и n — число наблюдений. В данном случае получим: $\delta = \pm 8$, средняя же арифметическая ошибка будет 6,23. Вероятная ошибка арифметической середины определится по не менее известной формуле.

$$\delta_0 = \pm 0,674 \sqrt{\frac{\sum x^2}{n(n-1)}} \quad (14a),$$

В данном случае:

$$\delta_0 = \pm 2,21,$$

т. е. истинный средний проход иглы будет

$$37,7 \pm 2,21$$

т. е. значит, абсолютные ошибки +10,09 и — 7,59.

Б. Пять раз через мясорубку. Среднее значение прохода иглы — 59, или при отклонениях +13,1 и — 8,2.

Среднее арифметическое отклонение 6,1.

Квадратическое отклонение ± 7,8.

Вероятная ошибка арифметической середины ± 2,14, и, следовательно, абсолютные ошибки + 10,96 и — 6,06.

В. Десять раз через мясорубку. Среднее значение прохода иглы — 70,8 мм при отклонениях + 4,2 и — 6,4.

Среднее арифметическое отклонение 3,2.

Квадратическое отклонение ± 4,4.

Вероятная ошибка арифметической средней ± 1,32. Абсолютные ошибки + 2,88 и — 5,08.

Сравнивая между собой эти данные, можно вывести следующие заключения (не в виде „законов“, для которых число наблюдений, безусловно, недостаточно, а в виде закономерностей).

1. С увеличением числа пропусков через мясорубку уменьшается как абсолютная величина отклонений, так и значение этих отклонений (в процентах к длине прохода иглы). Так, для отклонений абсолютных этот процент будет уменьшаться следующим образом:

$$A - 20,1\% \pm 28,9\%$$

$$B - 10,2\% \pm 18,5\%$$

$$B - 7,2\% \pm 4,1\%$$

2. С увеличением числа пропусков через мясорубку резко падает как абсолютная величина средней арифметической ошибки, так и процентные значения ее (первая в 1,95 ≈ 2 раза, второе падает так: 16,6% — 10,3% — 4,5%).

3. С увеличением числа пропусков через мясорубку абсолютные ошибки все больше и больше входят в рамки, определяемые квадратическим отклонением.

4. Таким образом, с увеличением числа пропусков через мясорубку торф, как это видно из всего сказанного, приобретает однородность (вне зависимости от степени разложения и влажности), т. е. свойства идеальной переработки.

Вернемся снова к табл. 17. При подсчетах средней для десятикратного пропуска выбросим данные для торфа со степенью разложения 88% и влажностью 81,12%.

Как видим, для этого торфа длина прохода иглы при пятикратном пропуске составила 51,2 мм (нормальная, в общем, цифра), а при десятикратном — только 56,2 мм.

Это явление объясняется исключительно повышенной зольностью такого торфа (25,65% на абсолютно сухую массу, против 8,41 — 12,9% для остальных образцов), притом за счет механической приемки песка. Понятно, что эта примесь значительно понижает возможный предел переработки.

Чтобы проверить это, нами были поставлены опыты с торфом повышенной зольности (табл. 18).

Таблица 18

№ № опытов	Глубина взятия образца в метрах	Влажность в процентах	Зола на абсолютно сухой торф в процентах	Минеральные примеси
9	0,5	77,26	32,78	Песок
10	0,75	57,65	79,48	Песок и глина
11	1,25	54,05	88,32	Глина

Торф взят в конце машинного карьера Бучанской опытной станции Украинсторфа.

Результаты наблюдений над этим торфом приведены в табл. 18.

Как видим, при механической примеси песка наблюдается явление, почти аналогичное вышеописанному. Однако уже примесь к песку пластичной глины увеличивает абсолютные величины прохода иглы (при сохранении той же тенденции более раннего достижения предела). В том же случае, когда примесью является исключительно глина, торф при весьма малой затрате усилий превращается в аморфную массу.

В табл. 19 приведены средние величины прохода иглы и коэффициента переработки для опытов табл. 16, причем добавлены данные о средней усадке соответственно переработанного торфа с глубины 1,0—2,0 м, сошедшего в течение 3 месяцев.

Таблица 18а

№ опыта	9		10		11	
	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки
Непереработанный .	2,4	—	6,4	—	9,6	—
Пропущен через мясорубку 1 раз	18,7	0,87	34,5	0,81	57,6	0,83
2 раза	24,5	0,91	48,1	0,87	70,0	0,86
3 раза	27,2	0,91	48,2	0,85	70,5	0,87
4 раза	31,6	0,93	55,6	0,89	73,5	0,87
5 раз	33,9	0,93	55,8	0,89		
6 раз	36,2	0,93	60,6	0,89		
7 раз	35,2	0,93	58,1	0,89	Совершенно аморфная масса	
8 раз	34,1	0,93	56,7	0,89		
9 раз	48,1	0,95	63,0	0,90		
10 раз	53,4	0,96	66,1	0,90		

Таблица 19

Число пропусков через мясорубку										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Проход иглы	34,6	42,9	48,6	54,5	56,3	57,9	62,0	62,8	63,5	64,8
Коэффициент переработки	0,87	0,91	0,91	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94
Усадка	8,5	8,1	9,7	8,6	7,8	8,0	8,9	9,2	8,4	9,2

Рассматривая эту таблицу; можем сделать следующие выводы.

1. Уже с пяти-шестикратной переработкой темпы увеличения погружения иглы настолько замедляются, что возможно говорить о существовании предела переработки.

Истинное среднее значение прохода составляет (подсчитано статистически) $54,7 \pm 2,0$ мм и абсолютные отклонения колеблются в пределах $— 18,1 + 8,1$ мм. Квадратическое же отклонение для данного случая $\pm 9,45$ мм. Таким образом, начиная с трехкратного пропуска через мясорубку, все цифры лежат в пределах допустимой ошибки наблюдений, сама же средняя цифра соответствует пяти-шестикратному пропуску.

2. Коэффициент переработки является значительно более устойчивой величиной. Истинное среднее значение его составляет $0,92 \pm 0,005$ при абсолютных отклонениях $— 0,035 + 0,015$ и квадратическое отклонение $\pm 0,02$.

Выпадает только первая цифра табл. 19, среднее же значение соответствует пяти-шестикратному пропуску через мясорубку.

3. Для величины усадки колебания не закономерны. Истинное среднее значение $8,6 \pm 0,1$. Абсолютные отклонения $-0,7 + 1,0$ при квадратическом отклонении $\pm 0,6$.

Однако выпадающие цифры находятся в середине ряда (пропуск 3 и 5 раз) — таким образом уже однократная переработка создает стабильность этого показателя.

В целом весь изложенный материал подтверждает существование практического предела переработки (соответствующего применяемым методам лабораторного исследования), наступающего при пяти-шестикратном пропуске через мясорубку.

С целью же большей гарантии надежности результатов целесообразно для получения подобной переработки пропустить торф через мясорубку десять раз (как это предлагал и проф. Бляхер).

Остановимся еще на погружении иглы в непереработанном торфе. Эта величина для торфа нормальной зольности в общем является более или менее постоянной и уменьшается при влажности порядка 80—81% (выпадающие цифры в опытах 7—8 трудно объяснимы). В многозольном торфе примесь глины, придавая пластичность даже непереработанному торфу, увеличивает начальный проход иглы. Абсолютные величины последнего меньше, нежели в опытах Галыбина, что в значительной мере объясняется разными условиями опытов (время, диаметр цилиндра, заполнение его и др.).

Для определения влияния влажности был исследован торф, характеристика которого приведена в табл. 20.

Таблица 20

№№ опы- тов	Глубина взятия пробы в метрах	Ботанический состав	Степень разложения	Влажность	Зола на аб- солютно- сухой торф
1	0,5	Тростниково-осоковый	47	86,94	10,03
2	1—1,25	Вахтово-осоковый	25	86,83	10,82
3	0,5	Осоково-древесный	88	79,49	23,20
4	1,25	Вахтово-осоковый	33	86,17	9,14

Средняя характеристика — торф низинный, степень разложения 48%, влажность — 85% и зольность — 13,3%, т. е. торф, примерно, аналогичный взятому для предыдущего цикла опытов.

Методика опытов заключалась в следующем. Исследуемое количество торфа делилось на две части, для которых отдельно определялся проход иглы.

Далее последовательно к торфу (а затем к смеси) подливали воду из расчета 0,05—0,1 л на 1 л торфа или смеси. Каждый раз смесь перемешивалась.

Для того, чтобы выяснить значение только влажности и иметь возможность исключить влияние размешивания, — вторую половину торфа размешивали без добавления воды столько же времени и для нее отдельно определяли проход иглы.

Следует отметить, что комбинация — размешивание + добавление воды — придавала такую пластичность торфяной массе, что почти невозможно было пользоваться нормальной заостренной иглой, ударявшей в

дно цилиндра — в связи с этим производились параллельные испытания с тупой иглой (см. § 1), с тем, чтобы в дальнейшем показания последней перечислить на острую.

Результаты исследований приведены в табл. 21.

Пользуясь параллельными показаниями тупой и острой игл, составили переходное уравнение

$$y = (0,59 n - 1,47) n + 2,6 \quad (15)$$

где y — величина, на которую надо помножить разницу между проходами острой и тупой игл для только размешанного торфа (без добавления воды), с тем, чтобы потом полученное произведение добавлять к проходу

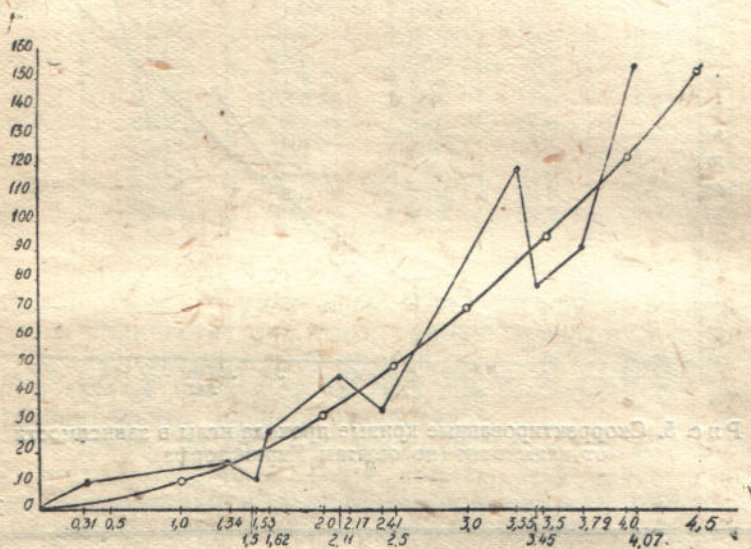


Рис. 4. Кривые прохода иглы в зависимости от влажности (по опытам Украинсторфа).

тупой иглы, соответствующему данному числу размещиваний n с постепенным добавлением воды.

При помощи этой кривой можно пополнить данные табл. 21 и получить картину, показанную в табл. 22, где показано уже влияние влажности на проход иглы.

Здесь разницы прохода иглы приведены к однородной начальной цифре, именно такой принята средняя арифметическая из проходов иглы для торфа, размешанного один раз (без добавления воды).

Нанесем на график (рис. 4) увеличение прохода иглы в зависимости от увеличения процента влаги (по сравнению с начальным) — сначала для первых двух граф табл. 22 (т. е. не учитывая влияния повторных размесок). Вычислив средние значения для отдельных групп показаний с границами в пределах $x \pm 0,5$ (где x — целое число процентов добавленной влажности) и соединив отдельные точки, получим весьма плавную кривую.

Уравнение математически правильной кривой, приближающейся к фактической, будет

$$y = (7 x + 2,3) x \quad (16).$$

Здесь y — увеличение прохода иглы в мм при увеличении влажности против начальной на $x\%$.

Проделав ту же операцию для приведенных увеличений длины прохода (т. е. с учетом количества размесок — рис. 5), получим уравнение соответствующей кривой:

$$y = (7x + 0,4)x \quad (16a).$$

Сравнивая оба уравнения, видим, что игнорирование влияния размешивания приводит к искусственному увеличению длины прохода иглы на 1,9 x.

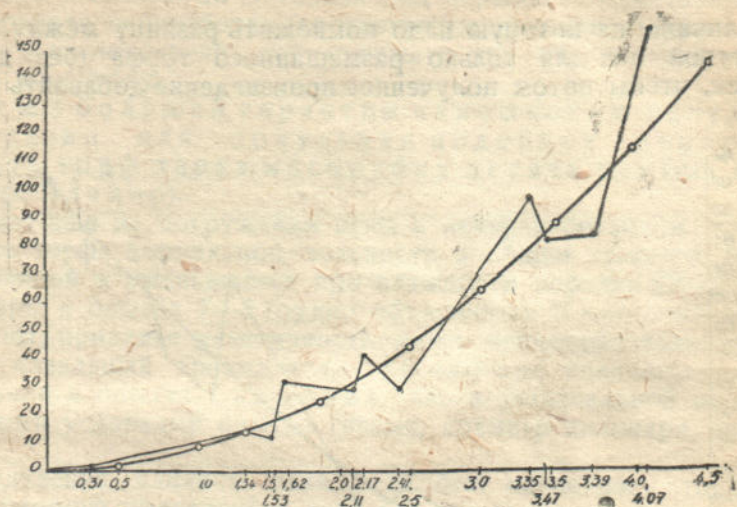


Рис. 5. Скорректированные кривые прохода иглы в зависимости от влажности (по опытам Укринсторфа).

Таблица 21

№№ опы- тов	Торф с добавлением воды	Влажность в процентах	Проход иглы		Торф только раз- мешанный	Проход иглы (острой)
			Острый	Тупой		
1	Размешанный	86,94	5,3	—	1 раз	7,6
	+ 0,1 л	88,28	20,4	—	2 раза	6,8
	+ 0,1 л	89,11	49,8	—	3 раза	9,2
2	+ 0,1 л	90,26	Аморфная	масса	4 раза	16,8
	Размешанный	86,83	20,8	6,8	1 раз	22,2
	+ 0,1 л	89,24	50,4	24,9	2 раза	24,4
3	+ 0,1 л	90,18	Аморфная	64,8	3 раза	42,0
	+ 0,1 л	90,90	Аморфная	масса	4 раза	50,4
	Размешанный	79,49	11,0	2,9	1 раз	3,5
4	+ 0,05 л	81,02	21,5	9,4	2 раза	10,5
	+ 0,05 л	81,11	38,0	10,2	3 раза	6,8
	+ 0,05 л	82,96	Аморфная	37,5	4 раза	6,4
5	+ 0,05 л	83,56	—	82,6	5 раз	7,5
	+ 0,05 л	85,35	—	Аморфная	6 раз	5,0
	Размешанный	86,17	6,1	2,6	1 раз	12,6
6	+ 0,05 л	86,48	16,0	4,4	2 раза	14,5
	+ 0,05 л	87,14	20,0	7,4	3 раза	22,9
	+ 0,05 л	88,28	53,3	16,9	4 раза	24,8
7	+ 0,05 л	89,96	90,0	54,9	5 раз	26,2
	+ 0,05 л	91,00	Аморфная	—	6 раз	—
	Размешанный	86,17	6,1	2,6	1 раз	12,6

Таблица 22

№№ опы- тов	Торф с добав- лением воды	Влажность	Проход иглы	Торф только раз- мешанный	Проход иглы	Разница в проходе иглы	Разница приведенная
1	Размешанный	86,94	5,3	1 раз	7,6	—	—
	+ 0,1 л	88,28	20,4	2 раза	6,8	+ 13,6	+ 15,9
	+ 0,1 л	89,11	49,8	3 раза	9,2	+ 40,6	+ 42,9
2	Размешанный	86,83	20,8	1 раз	22,2	—	—
	+ 0,1 л	89,24	54,0	2 раза	24,4	+ 29,6	+ 31,0
	+ 0,1 л	90,18	138,5	3 раза	42,0	+ 96,5	+ 97,9
3	Размешанный	79,49	11,0	1 раз	3,5	—	—
	+ 0,05 л	81,02	21,5	2 раза	10,5	+ 11,0	+ 3,5
	+ 0,05 л	81,11	38,0	3 раза	6,8	+ 31,2	+ 23,7
	+ 0,05 л	82,96	87,4	4 раза	6,4	+ 81,0	+ 73,5
	+ 0,05 л	83,56	163,6	5 раз	7,5	+ 156,1	+ 148,6
4	Размешанный	86,17	6,1	1 раз	12,6	—	—
	+ 0,05 л	86,48	16,0	2 раза	14,5	+ 1,5	+ 8,0
	+ 0,05 л	87,14	20,0	3 раза	22,9	— 2,9	+ 3,6
	+ 0,05 л	88,28	53,3	4 раза	24,8	+ 28,5	+ 35,0
	+ 0,05 л	89,96	90,0	5 раз	26,2	+ 63,8	+ 70,3

Какова надежность этого уравнения? Оно получено на основании сравнительно малого количества опытов и, конечно, является ориентировочным (вернее, предварительным). С другой стороны, тщательность проведенной работы все же позволяет вводить его в дальнейшие расчеты для получения сравнительных цифр и результатов.

Рассматривая уравнения (16, 16а), мы видим, что они являются выражением весьма крутой параболы. Это и понятно, так как с приближением свойств торфа к свойствам жидкости (т. е. к влажности 100%) увеличение прохода иглы должно стремиться (практически) к бесконечности (точнее к весьма крупным величинам).

Само собой разумеется, что уравнение (16а) действительно в пределах влажности от 80% до 90% (т. е. тех влажностей, для которых велась работа), — правда, в этом интервале помещается практически влажность почти всех торфов.

Интересно сравнить уравнение (16) с уравнением (13).

Обе кривые почти одинаковы — последняя отличается лишь большим свободным членом в скобках.

Это увеличение, как только что говорилось; объясняется, повидимому, лишь игнорированием влияния повторных размешиваний при последовательном добавлении воды.

Перейдем теперь к изложению результатов, полученных нами при исследовании различных методов переработки.

Первый цикл работ заключался в сравнительном исследовании переработки торфа в торфяном прессе и при простом перемешивании.

На Моствянской торфоразработке Укрторфтреста были проведены исследования¹ с прессом Рогова модели 1930 г. Работа велась с мундштуком обычной длины и удлиненным на 10 см, при различных углах между ножами. В таблице 23 приведена характеристика торфа.

Как видим, торф был весьма однородным — по каждому из показателей лишь два образца (отмеченные звездочками) давали отклонения больше допустимых.

¹ С. В. Курдюмов. Некоторые данные о работе пресса системы Рогова. „Торфяное дело“, № 11—12, 1931 г.

Таблица 23

№№ исследовании	Мундштук	Угол между ножами в градусах	Ботанический состав	Степень разложения в процентах	Влажность в процентах	Зола на абсолютно-сухой торф
1	Нормальный	30	Гипново-осоковый	11	88,55	6,6
2	"	60	" "	14	88,22	5,1
3	"	90	Осоково-гипновый	18*	87,93	6,1
4	"	105	Гипново-осоковый	15	87,67	5,2
5	"	120	" "	8	88,84	5,2
6	"	135	" "	7	86,43*	7,4
7	Удлиненный	30	" "	5*	88,49	6,3
8	"	60	" "	8	89,94*	6,5
9	"	90	Осоково-гипновый	11	88,44	10,5*
10	"	105	" "	10	88,05	8,2
11	"	120	" "	12	87,13	4,2*
12	"	135	" "	13	87,90	5,3
Средне-арифметическое				11	88,00	6,55
Вероятная ошибка средне-арифметического . . .				± 0,75	± 0,17	± 0,49
Квадратическое отклонение				± 3,9	± 0,88	± 1,63

В целом же это был весьма малозольный и слаборазложившийся торф. Техника полевой работы была следующая. Сначала исследовали торф-сырец из карьера, для каждой из 3—5 глубин отдельно. Далее, брали средне-арифметическую величину прохода.

Затем, во время испытания машины, через каждые 10—20 минут прямо с доски цилиндром пенетromетра отбирали образец торфа, для которого и определялся проход иглы. По этим цифрам также брали среднюю величину.

Результаты наблюдений сведены в табл. 24.

Коэффициент переработки во всех случаях вычислялся по отношению к средней величине прохода для переработанного торфа.

Для приведения к влажности 90% воспользуемся уравнением (16а).

Интересно, что до приведения удлиненный мундштук давал больший средний коэффициент переработки, нежели нормальный (0,69 против 0,65) — т. е. получалась та же картина, что и в опытах Галыбина.

Однако, после приведения получились совершенно одинаковые коэффициенты (0,86).

Заметим, что средняя производительность при данных опытах составляла 28,3 м³/час, т. е. была значительно ниже, нежели в опытах Галыбина (см. табл. 13) — этим, возможно, объясняется более высокий коэффициент переработки.

В частности, для обычного угла между ножами 90° средний коэффициент переработки был 0,87 при производительности 28,8 м³/час.

Табл. 24 показывает также, что с увеличением угла между ножами коэффициент переработки (как это и следует из самого принципа построения торфяного пресса данной системы) неуклонно увеличивается.

Одновременно на Бучанской торфяной опытной станции Украинсторфа проводилось изучение коэффициента переработки при выработке мятого (размешанного ногами) торфа¹.

Исследуемый торф имел влажность 87,19%, а зольность абсолютно-сухой массы 9,14%; размешивание производилось без добавления воды. В табл. 25 приведены результаты исследования — как наблюдаемых, так и приведенных к влажности 90% при помощи уравнения (16а).

¹ Л. Б. Тютчев. Рямково-формований (м'ятий) торф, його добрі якості та вади. „Вісті Украинсторфу“, вип. 2, 1932 р., Київ, стр. 58—59.

Таблица 24

№№ исследо- ваний	Проход иглы в пере- работанном торфе	Переработанный торф			
		Наблюдаемые величины		Приведенный к 90%	
		Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки
1	6,4	11,7	0,55	27,0	0,80
2	5,3	10,2	0,48	33,1	0,84
3	6,1	10,8	0,51	41,6	0,87
4	7,2	12,5	0,58	51,5	0,90
5	6,2	18,6	0,72	28,5	0,81
6	5,4	9,9	0,47	100,5	0,95
7	5,3	12,9	0,59	29,4	0,82
8	1,9	21,1	0,75	21,2	0,75
9	4,2	22,3	0,76	40,0	0,87
10	6,6	17,5	0,70	44,9	0,88
11	4,5	15,6	0,66	74,4	0,93
12	4,1	17,8	0,70	49,5	0,89
Среднее . .	5,3	—	0,55 0,69	—	0,86 0,86

Таблица 25

Торф	Результаты исследования			
	Наблюдаемые		Приведенные	
	Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки
Из карьера	12,4	—	12,4	—
Размешанный в течение				
10 минут	14,2	0,13	70,7	0,83
20 "	21,1	0,41	77,6	0,84
30 "	29,9	0,59	86,4	0,86
40 "	31,7	0,61	88,2	0,86
50 "	32,4	0,62	88,9	0,86
60 "	36,1	0,66	92,6	0,87
70 "	36,1	0,66	92,6	0,87
80 "	36,6	0,66	93,1	0,87
90 "	40,2	0,69	96,7	0,87
100 "	41,7	0,70	98,2	0,87
110 "	41,8	0,70	98,3	0,87
120 "	42,7	0,71	99,4	0,88

Как видим, в результате размешивания торфа в его чистом виде (без раздробления волокон) также наблюдается понижение связности торфа (т. е. переработка последнего), причем уже после тридцатиминутного размешивания получаем коэффициент переработки 0,86 — такой же, как и у торфяных прессов.

Рассматривая цифры таблицы, можем отметить, что и тут наблюдается предел переработки. Этот предел соответствует размешиванию в течение 90—100 минут, для приведенных же наблюдений 60—70 минут.

При подсчете средних величин получим:

Наблюдаемые результаты

Средне-арифметическое прохода иглы $33,7 \pm 1,7$
 Квадратическое отклонение $\pm 8,7$

Выпадают первые два показания, средняя же величина соответствует (учитывая ошибку) размешиванию в течение 50—60 минут.

Приведенные результаты

Средне-арифметическое прохода иглы $90,3 \pm 1,7$
 Квадратическое отклонение $\pm 8,7$

Выпадают также первые два показания. Средняя величина опять таки соответствует размешиванию в течение 50—60 минут.

Этот подсчет дает право заявить, что уже после 30-ти минутного размешивания достигается полный эффект переработки, поскольку отклонения от средней величины выше этой границы лежат уже в пределах допустимой ошибки.

В том же 1930 г. на Бучанской опытной торфяной станции мы провели опыты с лабораторным торфяным прессом¹.

Последний представляет по сути увеличенную мясорубку: в кожухе, при помощи ручного привода, вращается вал с сплошным шнековым набором. На конце вала насажен четырехконечный нож, лезвия которого вплотную прилегают к четырехстоечному кольцу. Втулка последнего служит конечной опорой вала.

Характеристика исследованного торфа (болото низинное) приведена в табл. 26, в табл. же 27—результаты экспериментальных работ.

Таблица 26

Глубина взятия образца (под очесом) в метрах	Влага	Зола
	в процентах	
0,0	85,1	10,3
0,5	83,54	19,9
1,0	80,99	27,0
1,5	86,90	10,9

Интересно отметить, что лишь для нулевой глубины (обычно торф неразложившийся, с сохранившимися волокнами) лабораторный пресс без ножей дает худшую переработку—0,62 против 0,89—0,93. Для более же разложившегося торфа разницы уже нет (0,84—0,89 против 0,83—0,91). Средние цифры: пресс без ножей 0,87, с ножами 0,86 и мясорубка—0,88). При приведении к влажности 90% всякая разница (в связи с малой чувствительностью самого коэффициента переработки—см. выше) исчезает.

Таблица 27

Глубина взятия образца	Род переработки	Наблюдаемые данные		Приведенные к влажности 90%	
		Проход иглы	Коэффициент переработки	Проход иглы	Коэффициент переработки
0,0 м	Непереработанный	4,8	—	4,8	—
	Лабораторный пресс без ножей	12,5	0,62	179,0	0,97
	Тоже, с ножами	69,1	0,93	235,6	0,98
	Мясорубка	43,1	0,89	209,6	0,98
0,5 м	Непереработанный	4,8	—	4,8	—
	Лабораторный пресс без ножей	44,2	0,89	338,7	0,99
	Тоже, с ножами	55,6	0,91	350,1	0,99
	Мясорубка	46,3	0,90	340,8	0,99
1,0 м	Непереработанный	4,5	—	4,5	—
	Лабораторный пресс без ножей	41,8	0,89	613,8	0,99
	Тоже, с ножами	34,0	0,87	606,0	0,99
	Мясорубка	43,6	0,90	615,6	0,99
1,5 м	Непереработанный	5,5	—	5,5	—
	Лабораторный пресс без ножей	34,8	0,84	103,3	0,95
	Тоже, с ножами	32,1	0,83	100,6	0,94
	" " " "	34,3	0,84	102,8	0,95
	Мясорубка	45,1	0,88	113,6	0,95
" " " "	33,0	0,83	101,5	0,94	

¹ Экспериментальную работу под нашим руководством провел техн. К. Г. Роберт.

Аналогичная работа, несколько более расширенная, была проведена в следующем, 1931 году. В табл. 28 приведена характеристика исследованного торфа.

Таблица 28

Глубина взятия торфа в метрах	Вид торфа	Степень разложения	Влажность	Зола на абсолютно-сухой торф
		в процентах		
А. Пересушенный участок болота — у стенки старого карьера				
0,5	Осоковый	25	74,1	11,1
1,0	"	40	89,09	14,6
1,5	"	57	69,6	86,1
2,0	Тростниковый	83	56,3	41,6
2,5	"	85	—	—
Б. Эксплуатируемое болото				
0,5	Тростниковый	72	86,34	12,0
1,0	"	48	86,95	9,2
1,5	Осоково злаковый	82	84,02	18,2
2,0	Вахтово-тростниковый	80	88,28	13,82

Результаты испытаний с данным торфом приведены в табл. 29. Поскольку мы имели дело с торфом, влажность которого была ниже 80% (частично) — пересчетов на влажность 90% не делаем.

Таблица 29

Глубина взятия образца	Род переработки	Пересушенный участок		Эксплуатируемый участок	
		Глубина прохода иглы	Коэффициент переработки	Глубина прохода иглы	Коэффициент переработки
0,5 м	Непереработанный	1,6	—	5,0	—
	Размешанный руками 20 мин.	34,0	0,95	33,1	0,85
	Лабораторный пресс без ножей	29,0	0,94	29,9	0,83
	Тоже, с ножами	26,5	0,94	33,7	0,85
	Мясорубка	11,7	0,86	28,4	0,82
1,0 м	Непереработанный	1,6	—	4,5	—
	Размешанный руками 20 мин.	25,7	0,94	24,9	0,82
	Лабораторный пресс без ножей	31,6	0,95	31,6	0,86
	Тоже, с ножами	28,0	0,94	35,7	0,87
	Мясорубка	11,4	0,86	26,9	0,83
1,5 м	Непереработанный	2,6	—	2,1	—
	Размешанный руками 20 мин.	33,4	0,93	21,2	0,90
	Лабораторный пресс без ножей	15,5	0,83	31,4	0,93
	Тоже, с ножами	34,4	0,92	23,4	0,91
	Мясорубка	15,1	0,83	27,4	0,92

Табл. 29 (продолж.)

Глубина взятия образца	Род переработки	Пересушенный участок		Эксплуатируемый участок	
		Глубина прохода иглы	Коэффициент перера- ботки	Глубина прохода иглы	Коэффициент перера- ботки
2,0 м	Непереработанный	2,4	—	5,5	—
	Размешанный руками 20 мин.	12,9	0,81	25,7	0,79
	Лабораторный пресс без ножей	22,4	0,89	19,7	0,72
	Тоже, с ножами	29,0	0,92	33,0	0,83
	Мясорубка	16,4	0,85	27,8	0,80
2,5 м	Непереработанный	3,3	—	—	—
	Размешанный руками 20 мин.	24,1	0,86	—	—
	Лабораторный пресс без ножей	18,0	0,82	—	—
	Тоже, с ножами	28,8	0,89	—	—
	Мясорубка	21,4	0,85	—	—

Опыты 1931 г. вновь подтвердили, что перерабатывающее действие размешивания ничем не уступает раздроблению (измельчению). Более того — размешивание с сопутствующим ему растиранием частиц торфа имеет весьма крупное значение — именно малым значением такового в мясорубке (с ее коротким шнеком) можно объяснить относительно неважные результаты, полученные при переработке в последней, в особенности для торфа, взятого с пересушенного участка.

Подсчитав средние наблюдаемые величины по табл. 26—29, можем вывести коэффициенты переработки для различных видов последней (табл. 30).

Таблица 30

Род переработки	Коэффициент переработки	Общая характеристика торфа
Размешанный руками 20 мин.	0,87	Торф низинный. Степень разложения 63,5, влажность 81,0% и зольность—22,9%.
Лабораторный пресс без ножей	0,85	
Тоже, с ножами	0,89	
Мясорубка	0,86	

Как видим, средние значения коэффициентов весьма близки друг к другу. При этом, как уже говорилось, размешивание (руками или медленно вращающимся шнеком) дает тот же эффект, что и раздробление (мясорубка) — коэффициент переработки 0,85—0,87 против 0,86. Наилучшие же результаты дало соединение обоих принципов — 0,89 (в лабораторном прессе имеется комбинация длинного медленно вращающегося и размешивающего шнека с ножами мясорубки).

Подведем теперь сжато итоги этой работы:

1. Предел переработки существует при различных видах последней.
2. Повышение влажности значительно облегчает переработку — при прочих равных условиях коэффициент переработки получается выше.
3. Низинные торфы УССР перерабатываются значительно легче низинных же торфов РСФСР, а коэффициент переработки получается более высокий.

4. Для низинных торфов дробление торфа является почти излишним — высокий коэффициент переработки достигается и при одном перемешивании. Таким образом эти работы вполне подтвердили высказанное значительно ранее наше мнение¹.

Надо сказать, что упомянутая работа вызвала крайне резкий отклик со стороны конструктора торфяного пресса И. А. Рогова². Критикуя в достаточной степени противоречиво мою работу (так, на стр. 44 Рогов доказывает нецелесообразность оставления неразрушенных волокон, а на стр. 46 — наоборот, предлагает добавлять мох, траву или соломенную сечку — зачем, когда есть волокна торфа?), он говорит: „так как на луговых болотах основная склеивающая масса сама по себе обладает значительно меньшей прочностью, нежели на моховых, то мы должны признать, что луговые болота нуждаются в лучшей переработке, нежели моховые“ (лучшей переработкой, с точки зрения Рогова, является раздробление).

В связи с упомянутыми статьями Инсторф (Москва) также поставил специальные опыты по определению сравнительного качества различных видов переработки³.

Методика работы сводилась к тому, что торф пропусклся через: а) мясорубку, б) глиномялку без мундштука, в) глиномялку с мундштуком. Помимо этого торф подвергался резанию ножом (измельчение в чистом виде).

Через мясорубку и глиномялку торф пропусклся разное количество раз до тех пор, пока пенетрометр не начинал давать одинаковых показаний (что, очевидно, соответствует достижению предела для данного вида переработки).

При резке ножом торф расстился на доску слоем толщиной 4 см и площадью 30×25 см². Пенетрометрированию торф подвергался через каждые сто ударов до тысячи, а затем после трех и пяти тысяч ударов.

Испытывался верховой и низинный торфы с болота „Галицкий мох“, со степенью разложения 30% и 60%. К сожалению, данные о влажности и зольности не приводятся.

В табл. 31 приведены результаты, полученные Е. П. Семенским при испытании мясорубки и глиномялки.

Рассмотрим эту таблицу по различным видам переработки (изложения Е. П. Семенского не придерживаемся, поскольку отдельные моменты освещены им не достаточно полно и ясно).

а) **Мясорубка.** Абсолютные величины коэффициентов переработки больше для верхового торфа, нежели для низинного. Точно также для низинного торфа больший коэффициент переработки бывает при мало разложившемся торфе. Эта зависимость, впрочем, не представляет большого интереса, поскольку объясняется особенностями определения (как не раз уже говорилось, при более волокнистом торфе резко уменьшается начальный проход иглы).

б) **Глиномялка без мундштука.** Очень короткий шнек такой глиномялки даже при малом числе оборотов почти не перемешивает торфа — растут лишь крупные волокнистые куски. В связи с этим наивысшие коэффициенты наблюдаются для верхового торфа (0,45—0,58), затем для мало разложившегося низинного (0,26), для хорошо же разложившегося низинного торфа коэффициент совершенно незначителен (0,10).

¹ С. В. Курдюмов. Изучение физических свойств торфов Украины как основа для выработки типа стандартной машины. „Торфяное дело“, № 1, 1930 г.

² И. А. Рогов. Нужна ли хорошая размеска (по поводу статьи С. В. Курдюмова)? „Торфяное дело“, № 1, 1930 г.

³ Е. П. Семенский. Перерабатывающая способность отдельных элементов торфяного пресса. „Торфяное дело“, № 1, 1934 г.

Число пропусков	К о э ф ф и ц и е н т п е р е р а б о т к и												
	Верховой горф						Низинный горф						
	Степень разложения 30%			Степень разложения 60%			Степень разложения 30%			Степень разложения 60%			
	Мясо-рубка	Глиномялка		Мясо-рубка	Глиномялка		Мясо-рубка	Глиномялка		Мясо-рубка	Глиномялка		
С мунд-штуком		Без мунд-штука	С мунд-штуком		Без мунд-штука	С мунд-штуком		Без мунд-штука	С мунд-штуком		Без мунд-штука		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,73	0,55	0,54	0,49	0,02	0,78	0,49	0,02	0,62	0,71	0,06	0,48	0,34
2	0,88	0,56	0,55	0,43	0,02	0,85	0,43	0,02	0,84	0,72	0,12	0,63	0,66
3	0,94	0,57	0,55	0,55	0,30	0,92	0,55	0,30	0,91	0,79	0,20	0,78	0,77
4	0,95	0,58	0,57	0,58	0,38	0,97	0,58	0,38	0,95	0,88	0,21	0,84	0,78
5	1,00	0,63	0,60	0,59	0,45	0,97	0,59	0,45	0,95	0,88	0,26	0,86	0,83
6	—	0,63	0,60	0,70	0,47	0,97	0,70	0,47	0,95	0,91	0,27	0,88	0,87
7	—	0,65	0,60	0,62	0,50	1,00	0,62	0,50	0,97	0,93	0,34	0,89	0,95
8	—	0,73	0,61	0,79	0,54	1,00	0,79	0,54	0,98	0,93	0,34	0,89	0,98
9	—	0,82	0,60	0,81	0,61	1,00	0,81	0,61	1,00	0,93	0,36	0,88	0,99
10	—	0,81	—	0,82	0,54	—	0,82	0,54	1,00	0,93	0,37	—	1,00
11	—	0,81	—	0,86	0,61	—	0,86	0,61	—	0,93	0,37	—	1,00
12	—	0,81	—	0,82	0,60	—	0,82	0,60	—	—	—	—	1,00
13	—	—	—	0,82	0,63	—	0,82	0,63	—	—	—	—	1,00
14	—	—	—	0,83	0,61	—	0,83	0,61	—	—	—	—	—
15	—	—	—	0,83	—	—	0,83	—	—	—	—	—	—
Среднее из первых 5 определений и общее	0,90	0,58	0,56	0,53	0,23	0,90	0,53	0,23	0,85	0,80	0,17	0,72	0,68
	0,90	0,68	0,58	0,76	0,45	0,94	0,76	0,45	0,92	0,87	0,26	0,80	0,86

в) Глиномялка с мундштуком. Достаточно, однако, поставить мундштук, чтобы положение резко изменилось. При этом особо возрастает коэффициент переработки для низинных торфов. Чем же объясняется роль мундштука в переработке торфа?

Переход от полного сечения перерабатывающего механизма к уменьшенному сечению мундштука резко замедляет продвижение торфяной массы. Последняя дольший промежуток времени подвергается действию перерабатывающих механизмов. Так как волокна низинного торфа обладают меньшей прочностью, нежели верхового, то и эффект мундштука для низинного торфа будет больший.

Конечно, это будет только при резких уменьшениях — вот почему сравнительно малые изменения, с которыми мы уже ознакомились, не оказывали влияния на качество переработки.

Аналогичное положение будет и при резком удлинении мундштука — в табл. 32 приведены результаты опытов Е. П. Семеновского с лабораторным прессом сист. Рогова (половина натуральной величины). Качество переработки определялось здесь по методу Робинсона (см. § 1), торф брался со степенью разложения 30%.

Таблица 32

Длина мундштука в мм	Верховой торф		Низинный торф	
	Действительный диаметр	Коэффициент переработки	Действительный диаметр	Коэффициент переработки
Без переработки	0,00199	1,0	0,00410	1,0
0	0,00112	1,8	0,00282	1,5
290	0,00125	1,6	0,00234	1,8
410	0,00138	1,4	0,00223	1,8
510	0,00070	2,8	0,00129	3,2
610	0,00075	2,7	0,00129	3,2
710	0,00086	2,3	—	—
810	0,00074	2,7	—	—
910	0,00070	2,8	—	—

В обоих случаях резкое повышение коэффициента переработки (скачкообразное) наблюдается лишь при мундштуке 510 мм и далее вновь почти не изменяется. Этим и объясняется, почему в наших работах удлинение мундштука на 100 мм не отразилось на коэффициенте переработки.

Возвращаясь к ранее изложенному, можно привести сравнительные данные для переработки торфа мясорубкой и глиномялкой с мундштуком.

Верховой торф:	мясорубка	0,90—0,94
	глиномялка	0,68—0,76
Низинный торф:	мясорубка	0,80—0,92
	глиномялка	0,85—0,87

Не следует забывать, что в мясорубке, благодаря наличию решетки, все же бывает, помимо измельчения, также размешивание (переминание) и растирание.

Одно же измельчение дает значительно худшие результаты. Сказанное подтверждается опытами Е. П. Семеновского над переработкой торфа резанием ножа (табл. 33).

Количество ударов ножом	Коэффициент переработки			
	Верховой торф		Низинный торф	
	Степень раз- ложения 30%	Степень раз- ложения 60%	Степень раз- ложения 30%	Степень раз- ложения 60%
0	0	0	0	0
100	0,05	0,03	0,06	0,07
200	0,09	0,06	0,06	0,14
300	0,30	0,11	0,07	0,17
400	0,35	0,23	0,07	0,16
500	0,35	0,25	0,17	0,30
600	0,50	0,28	0,18	0,32
700	0,52	0,30	0,25	0,33
800	0,52	0,33	0,32	0,29
900	0,52	0,39	0,34	0,32
1000	0,56	0,43	0,39	0,36
3000	0,62	0,49	0,42	0,46
5000	0,67	0,60	—	0,51

Как видим, даже при 5000 ударах ножом (когда торф разрезался на частицы примерно 0,5 см³) коэффициент переработки по отношению к таковому же, полученному при работе мясорубки и глиномялки с мундштуком, составлял:

а) для верхового торфа соответственно 0,64—0,75 и 0,79—0,99.

б) для низинного торфа 0,46—0,64 и 0,48—0,59.

Опыты Е. П. Семенского вполне подтверждают нашу точку зрения (см. выше) и дают право автору их закончить свою работу словами: „подводя итоги всему сказанному, можно установить, что для верхового торфа в прессе обязательно должно быть наличие режущих элементов. Несмотря на то, что пресс с ножами дает хорошую переработку и для низинного торфа, наличие в прессе ножей в этом случае может быть совершенно излишним, так как вполне достаточная переработка низинного торфа достигается и без них“.

Приведенный в настоящем параграфе материал дополним данными, полученными Украинсторфом в 1935 году¹. Инж. Г. П. Путием на Бучанской торфоразработке Укрторфтреста производились опыты по определению коэффициента переработки торфа в зависимости от количества воды, подливаемой в пресс.

Торф низинный (осоковый) со степенью разложения 30% пропускался через обычный пресс сист. И. А. Рогова, ножи которого были поставлены под углом 90°.

Периодически в воронку пресса подливалась вода.

Коэффициент переработки определялся пенетрометром, так же, как и в предыдущих работах Украинсторфа.

Результаты опытов приведены в табл. 34.

Таблица 34

Влажность торфа в процентах	Проход иглы в неперерабо- танном торфе	Тоже в пе- реработан- ном	Коэффициент переработки	Проход иглы в торфе, про- пущенном 3 раза через мя- сорубку	Отношение работы маши- ны к работе мясорубки
82,60	4,8	8	0,40	24	0,34
86,00	—	17	0,72	45	0,39
86,86	—	23	0,79	63	0,37
87,39	—	39	0,88	56	0,68
89,44	—	53	0,91	63	0,84

¹ Г. П. Путий. Оптимальне осушення боліт в зв'язку з підливом води в прес (рукопись 1935 года).

Здесь, как видим, темпы возрастания прохода иглы в зависимости от влажности значительно меньше, нежели это было установлено предыдущими опытами. Это объясняется тем, что при подливании воды в пресс для смешивания торфа с водой имеется слишком мало времени и, следовательно, влияние увеличения влажности значительно ослабляется. В целом же наличие данной зависимости вновь подтверждается. Помимо этого легко видеть, как с увеличением влажности облегчается работа машины (приближаются результаты для торфа, пропущенного через пресс и через мясорубку).

Подведем теперь итоги всему сказанному в настоящем параграфе.

1. Для данного вида торфа и данного метода переработки существует предел таковой (после достижения предела улучшения качества переработки почти незаметно). При пропуске через мясорубку этот предел достигается после пяти-семикратной последовательной переработки для всех видов торфа. Десятикратный пропуск через мясорубку во всех случаях дает полную гарантию достижения предела переработки.

2. Чем больше влажность торфа, тем легче перерабатывается последний — в одних и тех же условиях качество переработки получается выше.

3. Различные типы торфа требуют различных видов переработки. Для верхового, в значительной степени волокнистого, торфа основное значение имеет измельчение. Для низинного торфа те же результаты легко достигаются путем простого размешивания.

Заканчивая настоящий параграф, остановимся несколько на одном из изменений свойств торфа в результате переработки — именно на изменении объемного веса торфа-сырца.

Издадим здесь вкратце этот вопрос, отсылая интересующихся для более подробного ознакомления к соответствующей работе¹.

Торф-сырец представляет механическую смесь составляющих с различным удельным весом. Так, этот вес будет, как уже говорилось в настоящем параграфе,

для торфяного вещества (органической массы)	1,3—1,6
для торфяной золы	2,6
для воды	1,0
для воздуха и газов в порах	0,001—0,002

Если обозначить объемный вес торфа-сырца в залежи через γ , удельный вес торфяного вещества данной степени разложения через d , влажность залежи через W_6 и зольность залежи через A_6 , то легко видеть, что объемный вес торфа можно найти по формуле

$$\gamma = \left[\frac{d(100 - W_6 - A_6) + 2,6 A_6 + W_6}{100} \right] m \quad (17).$$

В указанной выше работе для определения d приводится таблица, составленная Н. В. Земцовым (Инсторф). Для верхового торфа d изменяется от 1,63 (степень разложения 5%) до 1,29 (степень разложения 90%), для низинного от 1,59 до 1,31 (при тех же степенях разложения).

В формуле (17) имеется величина m — коэффициент пористости торфа. Эта величина учитывает количество пор, заполненных воздухом и газами, и устанавливается экспериментальным путем (массовое определение объемного веса различных торфов).

В нашей работе¹ дается подробная таблица для m , для верховых торфов, составленная нами на основании работ инж. Сидякина (Инсторф). Приведем здесь краткую выдержку из этой таблицы для наиболее обычных степеней разложения (табл. 35).

Низинные торфы представляют более плотную массу — поэтому найденную по табл. 35 величину m надо помножить на переходный коэффициент m_1 , находимый из выражения $m_1 = 1,08 - 0,0008 z$ (18).

¹ С. В. Курдюмов. Розробка торфу на паливо. Вип. I. Киев, Укргізместпром, 1935.

Таблица 35

Влажность в процентах	Значение m при степени разложения в процентах			
	30	40	50	60
93	1,011	—	—	—
92	0,974	1,023	—	—
91	0,937	0,991	1,020	—
90	0,900	0,959	0,994	—
89	0,863	0,927	0,959	1,000
88	—	0,895	0,944	0,979
87	—	—	—	0,958

где z — степень разложения в процентах.

Эта зависимость выведена на основании следующих соображений:

1. При приближении степени разложения к 100% — разница между низинным и верховым торфом стремится к нулю.

2. При степени разложения 0% плотность низинного торфа (выведена на основании работ инж. Сидякина) выше в 1,08 раза.

3. При изменении степеней разложения зависимость изменяется пропорционально.

Физические изменения свойств торфа, являющиеся следствием переработки, начинаются еще в прессе, вследствие уплотнения сырого торфа.

Как же может уплотняться торф-сырец? Подобное уплотнение, как уже говорилось, возможно лишь за счет вакуолей (пустот), помещающихся в его водонках.

Следовательно при переработке неразложившегося торфа будет всегда получено большее уплотнение, нежели при переработке хорошо разложившегося, при степени же разложения $\approx 100\%$ уплотнения не будет совершенно (сказанное в полной мере касается лишь переработки в обычных торфяных прессах).

Работы Украинторфа дали такие значения для уплотнения торфа в прессе (торф низинный со степенью разложения 45%, пресс Анреп-Коппель) (табл. 36).

Таблица 36

№№ образцов	Объемный вес		Коэффициент уплотнения
	До переработки	После переработки	
1	0,93	1,05	1,09
2	0,86	1,02	1,19
3	0,93	0,98	1,05
4	0,7	1,00	1,15
5	0,95	1,04	1,10
Среднее	0,91	1,02	1,10

Как видим, в отдельных случаях коэффициент уплотнения достигает весьма большой величины — естественно, что его необходимо учитывать при расчете производительности установки (перевода кубических метров выемки торфа в кирпичи).

Очевидно, что в результате переработки коэффициент пористости m должен увеличиваться — ведь, как нам уже известно, переработка уменьшает пористость, придавая торфам разной степени разложения физические свойства хорошо разложившегося торфа. Само собой разумеется, что при коэффициенте переработки = 1,0 коэффициент пористости должен также равняться 1,0.

Если учесть сказанное, то коэффициент пористости, вводимый в формулу (17) для переработанного торфа можно будет представить в виде

$$m_n = mm' + (1 - mm') \eta_n \quad (19),$$

где m^n — искомый коэффициент, m — основной коэффициент пористости (табл. 35), m' — поправка по формуле (18) и η_n — коэффициент переработки.

Как легко видеть, в случае особо плотного торфа-сырца ($mm' > 1,0$) будет разрыхление торфа (т. е. неравенство $m_n < mm'$) и соответствующее уменьшение объемного веса переработанного торфа — факт, неоднократно отмечаемый рядом наблюдателей (об этом см. выше, в начале настоящего параграфа — данные об опытах Бляхера, Ансельма и Меншикова).

§ 3. Изменения прочности переработанного торфа. Факторы, определяющие прочность торфяного кирпича

Перейдем теперь к изложению изменений тех свойств переработанного торфа, которые, в конечном итоге, определяют качество переработки — именно прочности торфа.

Само собой разумеется, что наиболее интересным для нас будет тот способ переработки, при котором прочность торфа будет наивысшей (т. е. крошиться он будет менее всего).

В части выяснения прочности торфа при различных видах переработки до недавнего времени работ не производилось — первыми явились наши работы, поставленные в Украинстофе в 1930—31 гг.

Перейдем к описанию этих работ¹.

Качество торфа, послужившего материалом для исследований в 1930 г., равно как и данные о переработке его, охарактеризованы в табл. 26 и 27.

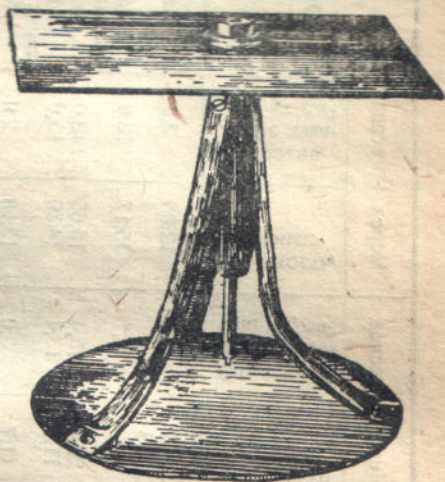
Замечу, что зольность по табл. 26 относится к пробам, взятым непосредственно из залежи. Зольность кирпичей, естественно, несколько отличалась от этих цифр — так, для глубины 0 м колебания были в пределах 7,2—18,5% (среднее — 13,2%), для глубины 0,5 м — от 8,3 до 21,0% (среднее — 16,0%), для глубины 1,0 м — от 8,94 до 41,6% (среднее — 21,8%) и для глубины 1,5 м — от 8,4 до 29,8% (среднее — 18,2%).

Различным образом переработанный торф хранился в физико-механической лаборатории на стеллажах. Исследования производились в продолжение 4 месяцев, причем каждый раз определялась прочность торфа при помощи прибора, показанного на рис. 6. Все нагрузки передавались на испытуемый торф при посредстве круглого стержня диаметром 25 см и площадью $4,906 \text{ см}^2 \approx 5 \text{ см}^2$.

Надо заметить, что в данном случае мы имеем дело фактически не с раздавливанием в чистом виде (т. е. не с сопротивлением сжатию), а, скорее, с раскалыванием кирпича — однако эта деталь для нас сейчас не имеет существенного значения.

Результаты испытаний приведены в табл. 37.

Поскольку цифры таблицы дают колебания, вполне естественные в условиях подобных опытов, для удобства приведем средние величины для различных видов переработки, независимо от той глубины, с которой брался торф (табл. 38).



Р и с. 6. Прибор для определения прочности торфа.

¹ Экспериментальная работа под нашим руководством производилась техн. К. Г. Робертом.

№№	Глубина взятия образца в метрах	Род переработки	Через 1,5 месяца		Через 3 месяца		Через 4 месяца		Описание внешнего вида кирпича
			Влажность в процентах	Сопротив-ленность к скал-тию кг/см ²	Влажность в процентах	Сопротив-ленность к скал-тию кг/см ²	Влажность в процентах	Сопротив-ленность к скал-тию кг/см ²	
1	0	Непереработанный	38,12	6,6	6,5	3,6	12,96	3,5	Не трескается, крошки не дает.
2	0	Лабораторный пресс без но-жей	49,42	7,6	15,3	7,7	15,17	13,0	Дает продольные и поперечные тре-шины, ломается на 4 части.
3	0	Тоже с ножами	59,93	10,1	26,0	15,4	15,65	13,0	Тоже и крошится, превращается в мел-кую крошку.
4	0	Мясорубка	56,09	6,7	11,4	13,4	14,36	13,0	То же и крошится, превращается в ме-лочь.
5	0,5	Непереработанный	50,52	6,7	11,7	3,0	13,08	2,9	Ломается на большие куски.
6	0,5	Лабораторный пресс без но-жей	49,99	15,4	20,7	3,7	15,40	13,0	Много трещин, не крошится, но в ру-ках ломается.
7	0,5	Тоже с ножами	43,10	14,4	15,5	9,4	11,19	13,0	Весь в трещинах, рассыпается в мел-кую крошку.
8	0,5	Мясорубка	38,50	12,75	18,0	12,2	13,98	13,0	Весь в трещинах, рассыпается в мел-кую крошку.
9	1,0	Непереработанный	59,83	4,1	13,0	8,5	14,72	5,6	Не рассыпается.
10	1,0	Лабораторный пресс без но-жей	56,73	10,55	36,4	10,7	15,65	12,4	Рассыпается в мелкую крошку.
11	1,0	Тоже с ножами	50,91	9,8	28,9	15,4	10,18	13,0	Рассыпается в мелкую крошку.
12	1,0	Мясорубка	32,68	12,8	34,0	Рассы-пался	11,76	13,0	Рассыпается в мелкую крошку.
13	1,5	Непереработанный	33,66	7,7	26,0	1,65	12,94	7,7	Погрескался. Ломается на большие куски.
14	1,5	Лабораторный пресс без но-жей	36,68	12,8	26,5	7,7	11,23	13,0	Погрескался, ломается на 4 части, в руках дает крошку.
15	1,5	Тоже с ножами	28,68	12,8	26,5	3,7	10,90	13,0	Погрескался, ломается на 3—4 части.
16	1,5	Мясорубка	31,66	12,8	31,2	3,0	11,53	13,0	Погрескался, не рассыпается.
17	1,5	Мясорубка	—	12,8	9,0	3,0	11,01	13,0	Погрескался, рассыпается в мелкую крошку.
18	1,5	"	27,33	12,8	27,0	3,0	10,99	13,0	Погрескался, рассыпается в мелкую крошку.

№№	Род переработки	Через 1,5 месяца		Через 3 месяца		Через 4 месяца	
		Влажность в процентах	Сопротивление сжатию кг/см ²	Влажность в процентах	Сопротивление сжатию кг/см ²	Влажность в процентах	Сопротивление сжатию кг/см ²
1	Непереработанный	45,53	6,3	14,30	4,2	13,40	4,9
2	Лабораторный пресс без ножей	48,20	11,6	24,73	7,45	14,36	12,9
3	Тоже с ножами	42,86	12,0	25,62	9,4	11,90	13,0
4	Мясорубка	38,65	11,6	19,90	7,9	12,42	13,0

Заметим, что для определения сопротивления сжатию брались исключительно целые куски.

Рассматривая цифры таблицы, можно сделать такие выводы.

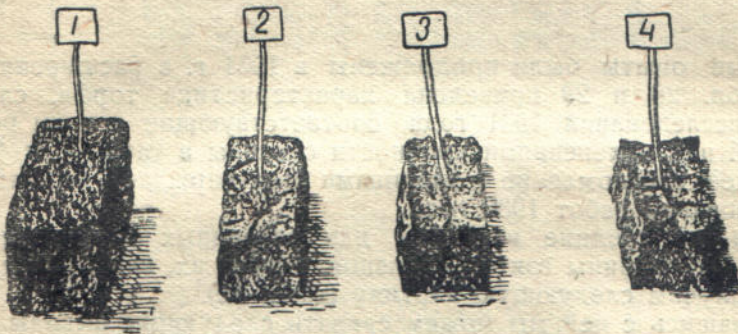


Рис. 7. Кирпичи из торфа различной переработки (с поверхности залежи).

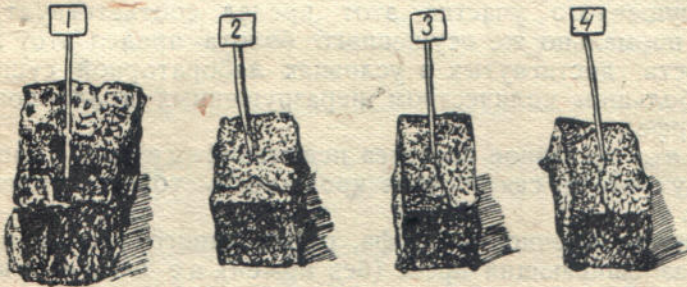


Рис. 8. Тоже (с глубины 1 м).

1) В условиях лабораторной сушки продолжительность последней (вернее влажность) не отражается на прочности переработанного торфа.

2) Прочность торфа (механическая), пропущенного через лабораторный пресс с ножами, не ниже, нежели прочность торфа, пропущенного через пресс с мясорубку.

Однако, тут же необходимо отметить, что эти выводы не вполне правильны (что объясняется тем что для испытания берутся лишь целые кирпичи). В действительности, как видно из табл. 37, наименее стойким при хранении является торф, пропущенный через мясорубку, и наиболее стойким (помимо резного) — пропущенный через пресс без ножей.

Сказанное подтверждается на рис. 7 и 8. На первом (с фотографии) показан торф с глубины 0 м и на втором — с глубины 1,0 м (1 — непе-

переработанный торф, 2 — пропущенный через пресс без ножей; 3 — торф с ножами и 4 — пропущенный через мясорубку).

Одновременно эти опыты показали, что объемный вес торфа переработанного без дробления волокон будет ниже. Соответствующие цифры приведены в табл. 39 (средневзвешенные цифры за весь цикл опытов).

Таблица 39

№№	Род переработки	Влажность в процентах	Объемный вес	Уплотнение
1	Непереработанный	24,4	0,68	1,00
2	Лабораторный пресс без ножей	29,1	0,99	1,46
3	Тоже с ножами	26,9	1,11	1,63
4	Мясорубка	23,6	1,16	1,71

Описанные опыты были продолжены в 1931 г. в расширенных размерах. В табл. 28 и 29 приведена характеристика торфа, служившего объектом исследований 1931 года, соответствующие же им результаты наблюдений над изменениями прочности сведены в табл. 40 и 41.

Уже общее ознакомление с таблицами подтверждает выводы, сделанные на основании работ 1930 года.

Вычислив же средние величины для различных видов переработки, независимо от глубины взятия образцов, и сведя их, как и ранее, в особую таблицу, получим следующую картину (табл. 42).

Ознакомившись с ней, мы можем сделать следующие выводы.

1. С понижением влажности механическая прочность кирпичей (для всех видов переработки) возрастает.

Однако этот рост, повидимому, идет до определенного предела.

Для пересушенного участка этот предел соответствует влажности $\approx 30\%$, для нормально же осушенного болота предел этот лежит ниже цифр влажности, достигнутых в условиях лабораторной сушки (в связи, очевидно, с большим количеством неразрушенных коллоидов в непересушенном торфе).

Напомним, что сказанное касается испытаний целых кирпичей. Нарушение же внутренней связности и крошимость торфа начинается значительно ранее.

2. Механическая прочность торфа, размешанного руками и пропущенного через размешивающий пресс (без ножей), не ниже (а в отдельных случаях даже выше) прочности торфа, пропущенного через пресс с ножами и мясорубку.

В табл. 43 сведены вычисленные по данным лабораторных исследований средние значения объемного веса для различных видов переработки.

Как видно, при большей влажности объемный вес переработанного торфа (независимо от вида переработки) является почти постоянной величиной.

При дальнейшем высыхании торфа это равенство нарушается, однако такой резкой разницы, какая была в опытах 1930 г. (табл. 39) не наблюдается.

Группируя эти средние величины по основным типам переработки, получим такое соотношение:

- а) непереработанный торф $W = 29,55\%$, $\gamma = 0,70$
- б) размешивание (пресс без ножей и размешивание руками) $W = 29,85\%$, $\gamma = 1,03$

№	Глубина ваз- тия образца	Род переработки	2 месяца сушки		3 месяца сушки		5 месяцев сушки		6 месяцев сушки	
			Влажность в процен- тах	Сопротив- ление сжа- тию кг/см ²	Влажность в процен- тах	Сопротив- ление сжа- тию кг/см ²	Влажность в процен- тах	Сопротив- ление сжа- тию кг/см ²	Влажность в процен- тах	Сопротив- ление сжа- тию кг/см ²
1	0,5	Непереработанный	26,51	15,0	20,9	16,7	13,37	18,9	13,57	10,8
2	0,5	Лабораторный пресс без ножей	56,57	2,2	20,43	22,4	12,00	20,0	15,75	20,0
3	0,5	Лабораторный пресс с но- жами	55,58	8,0	23,22	22,4	11,85	20,0	15,92	20,0
4	0,5	Мясорубка	47,79	15,0	25,28	22,4	12,50	20,0	11,22	20,0
5	0,5	Размешанный руками	21,00	15,0	27,14	22,4	13,65	8,9	16,75	10,8
6	1,0	Непереработанный	47,80	8,2	27,1	22,4	14,33	16,0	13,75	14,2
7	1,0	Лабораторный пресс без но- жей	63,99	4,4	40,4	22,4	13,75	20,0	14,31	20,0
8	1,0	Лабораторный пресс с но- жами	66,52	6,75	35,34	22,4	14,00	20,0	13,00	20,0
9	1,0	Мясорубка	34,23	15	21,78	22,4	14,27	20,0	13,17	20,0
10	1,0	Размешанный руками	68,87	4,5	30,38	19,3	13,0	20,0	14,15	20,0
11	1,5	Непереработанный	48,51	6,75	32,06	22,4	11,25	20,0	13,25	20,0
12	1,5	Лабораторный пресс без ножей	63,14	2,6	23,85	22,4	15,00	20,0	13,50	20,0
13	1,5	Лабораторный пресс с но- жами	66,62	1,9	44,19	22,4	16,12	20,0	13,00	20,0
14	1,5	Мясорубка	63,54	3,65	44,33	22,4	12,50	20,0	10,85	20,0
15	1,5	Размешанный руками	53,94	14,4	28,78	22,4	17,50	20,0	14,07	20,0
16	2,0	Непереработанный	64,67	1,9	44,43	16,9	14,41	14,9	14,10	14,7
17	2,0	Лабораторный пресс без но- жей	73,71	1,5	30,59	22,4	14,50	20,0	14,35	20,0
18	2,0	Лабораторный пресс с но- жами	74,89	1,1	34,87	22,4	13,75	20,0	15,40	20,0
19	2,0	Мясорубка	35,68	3,65	34,03	22,4	14,50	8,5	13,67	20,0
20	2,0	Размешанный руками	52,49	9,65	21,56	22,4	12,00	20,0	16,25	20,0
21	2,5	Непереработанный	42,43	9,65	—	22,4	—	20,0	—	—
22	2,5	Лабораторный пресс без ножей	48,68	9,3	20,14	22,4	15,72	16,8	13,0	20,0
23	2,5	Лабораторный пресс с но- жами	53,61	11,4	21,05	22,4	16,62	15,7	16,62	20,0
24	2,5	Мясорубка	63,54	6,55	30,81	22,4	22,25	20,0	12,25	20,0
25	2,5	Размешанный руками	52,28	8,25	34,74	20,0	11,75	20,0	13,87	20,0

Пересушенный участок болота

Таблица 41

Глубина взятия образца в метрах	Род переработки	1 месяц сушки		2 месяца сушки		4 месяца сушки		5 месяцев сушки		6 месяцев сушки	
		Влаж- ность в про- сжатию центах	Сопро- тивление сжатию кг/см ²	Влаж- ность в про- сжатию центах	Сопро- тивление сжатию кг/см ²	Влаж- ность в про- сжатию центах	Сопро- тивление сжатию кг/см ²	Влаж- ность в про- сжатию центах	Сопро- тивление сжатию кг/см ²	Влаж- ность в про- сжатию центах	Сопро- тивление сжатию кг/см ²
0,5	Непереработанный	72,65	1,4	29,70	13,1	31,00	6,6	28,12	6,8	21,75	6,0
"	Лабораторный пресс без ножей	76,67	1,3	24,16	9,9	10,50	20,0	10,62	20,0	13,67	20,0
"	" " с ножами	78,21	1,1	27,90	24,0	12,50	20,0	15,50	20,0	13,32	20,0
"	Мясорубка	72,59	1,1	29,52	18,2	11,25	20,0	14,75	20,0	15,20	20,0
"	Размешанный руками	75,48	1,1	32,33	24,0	13,96	20,0	13,87	20,0	13,62	20,0
1,0	Непереработанный	72,77	0,9	33,15	4,3	28,66	5,2	11,50	10,6	12,62	5,2
"	Лабораторный пресс без ножей	80,39	0,9	36,60	21,2	12,00	20,0	8,37	20,0	12,70	20,0
"	" " с ножами	82,91	0,9	43,40	13,0	11,37	20,0	12,37	20,0	8,37	20,0
"	Мясорубка	75,55	0,9	43,30	16,4	35,00	20,0	14,07	20,0	9,00	20,0
"	Размешанный руками	76,91	0,9	42,50	24,0	14,75	20,0	15,05	20,0	13,62	20,0
1,5	Непереработанный	68,40	0,9	42,44	5,0	10,00	8,8	10,62	9,8	11,87	5,7
"	Лабораторный пресс без ножей	60,91	0,9	52,22	16,4	24,37	20,0	16,57	20,0	13,65	20,0
"	" " с ножами	77,18	0,9	55,42	10,7	12,17	20,0	13,17	20,0	13,05	20,0
"	Мясорубка	78,84	0,9	50,94	8,1	16,12	20,0	14,37	20,0	14,75	20,0
"	Размешанный руками	78,24	0,9	47,81	11,2	15,95	20,0	12,72	20,0	15,50	20,0
2,0	Непереработанный	76,01	0,9	56,92	4,6	14,13	19,8	16,00	7,6	13,62	10,8
"	Лабораторный пресс без ножей	81,37	0,9	51,45	3,9	12,75	20,0	12,50	20,0	13,50	20,0
"	" " с ножами	78,17	0,9	68,33	3,6	13,00	20,0	13,00	20,0	16,12	20,0
"	Мясорубка	78,31	0,9	48,28	4,9	14,12	20,0	8,87	20,0	8,92	20,0
"	Размешанный руками	79,22	0,9	40,62	6,9	15,45	20,0	14,12	20,0	12,87	20,0

Нормально осушенное болото

№№	Род переработки	1 месяц		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев		6 месяцев	
		Влага в процентах	Сопrotив-ленне сжа-тню кг/см²	Влага в процентах	Сопrotив-ленне сжа-тню кг/см²	Влага в процентах	Сопrotив-ленне сжа-тню кг/см²	Влага в процентах	Сопrotив-ленне сжа-тню кг/см²	Влага в процентах	Сопrotив-ленне сжа-тню кг/см²	Влага в процентах	Сопrotив-ленне сжа-тню кг/см²
А. Пересушенный участок													
1	Непереработанный	—	—	45,50	8,3	31,1	20,1	—	—	13,4	18,0	13,7	14,9
2	Лабораторный пресс без ножей	—	—	61,2	4,0	27,1	22,4	—	—	14,2	19,4	14,2	20,0
3	Тоже с ножами	—	—	63,4	5,8	31,7	22,4	—	—	14,5	19,1	14,8	20,0
4	Мясорубка	—	—	49,0	8,8	31,3	22,4	—	—	15,2	17,7	12,2	20,0
5	Размешанный руками	—	—	49,7	10,4	28,5	21,3	—	—	13,6	17,8	15,0	18,2
Б. Нормально осушенное болото													
1	Непереработанный	72,5	1,0	41,0	5,4	—	—	20,9	10,1	16,6	8,7	15,0	5,5
2	Лабораторный пресс без ножей	76,8	1,0	41,1	12,8	—	—	14,9	20,0	12,0	20,0	12,4	20,0
3	Тоже с ножами	79,1	0,95	48,8	12,8	—	—	12,3	20,0	13,5	20,0	12,7	20,0
4	Мясорубка	76,3	0,95	43,0	11,9	—	—	19,1	20,0	13,0	20,0	12,0	20,0
5	Размешанный руками	77,5	0,95	41,1	16,5	—	—	15,0	20,0	13,9	20,0	13,9	20,0

№№	Род переработки	До определенной прочности				В период определения прочности			
		Влага в процентах		Объемный вес		Уплотнение		Уплотнение	
		Влага в процентах	Объемный вес	Влага в процентах	Объемный вес	Влага в процентах	Объемный вес	Уплотнение	
А. Пересушенный участок									
1	Непереработанный	73,5	0,88	1,00	25,9	0,73	1,00	1,00	1,00
2	Лабораторный пресс без ножей	76,0	1,00	1,14	29,2	1,00	1,14	1,37	1,37
3	„ с ножами	77,5	1,00	1,14	31,1	1,05	1,14	1,44	1,44
4	Мясорубка	73,5	1,03	1,17	26,9	1,16	1,17	1,59	1,59
5	Размешанный руками	75,4	1,03	1,17	26,7	0,97	1,17	1,33	1,33
Б. Нормально осушенный участок									
1	Непереработанный	84,8	0,94	1,00	33,2	0,68	1,00	1,00	1,00
2	Лабораторный пресс без ножей	85,0	0,99	1,05	31,2	1,05	1,05	1,55	1,55
3	„ с ножами	85,0	1,02	1,09	33,3	1,04	1,09	1,53	1,53
4	Мясорубка	84,9	1,03	1,10	32,6	1,11	1,10	1,63	1,63
5	Размешанный руками	84,9	1,01	1,07	32,3	1,08	1,07	1,59	1,59

в) раздробление (пресс с ножами и мясорубка) . $W = 31,00\%$, $\gamma = 1,09$.
 Таким образом приходится считаться с тем, что, перерабатывая торф путем размешивания, мы получим конечный продукт — воздушносухой торф с меньшим объемным весом.

Конечно, найдется немало случаев, когда можно будет игнорировать этот недостаток, к тому же весьма незначительный.

Действительно, подсчитаем количество абсолютно сухого вещества (в тоннах) в 1 м³ соответствующим образом переработанного воздушносухого торфа.

В первом случае получим:

$$\left(\frac{100 - W}{100}\right) \gamma = \frac{100 - 29,85}{100} 1,09 = 0,723 \text{ т}$$

и во втором

$$\frac{100 - 31,0}{100} 1,09 = 0,751$$

т. е. всего на 4% больше.

В дальнейшем аналогичные работы были проведены Е. П. Семенским (Инсторф), исследования которого уже излагались частично в предыдущем параграфе¹.

Прочность кирпичей определялась им на изгиб по формуле, принятой для вычисления временного сопротивления на изгиб разных материалов

$$K_z = \frac{6 Pl}{4 bh^2} \quad (20).$$

где P — разрушающая нагрузка в кг,
 l — расстояние между опорами в см,
 b — ширина испытуемого образца в см,
 h — высота " " " "

При этом были получены следующие цифры (табл. 44) для воздушносухого торфа с влажностью 30%.

Таблица 44

№ №	Род переработки	Прочность на изгиб K_z кг/см ² для торфа	
		верхового	низинного
А. Степень разложения 30%			
1	Непереработанный	15,6	12,9
2	Мясорубка	56,0	35,0
3	Глиномялка без мундштука	25,0	7,9
4	" с мундштуком	16,2	33,3
5	500 ударов ножом	24,5	—
6	1000 " "	37,5	25,4
7	5000 " "	55,7	23,4
Б. Степень разложения 60%			
1	Непереработанный	21,8	8,1
2	Мясорубка	50,0	19,2
3	Глиномялка без мундштука	23,0	9,6
4	" с мундштуком	34,8	22,6
5	500 ударов ножом	38,5	20,4
6	1000 " "	34,8	26,0
7	5000 " "	38,0	13,9

¹ Е. П. Семенский. Перерабатывающая способность отдельных элементов торфяного пресса.

Рассматривая эту таблицу, можно сделать следующие выводы:

1. Прочность низинного торфа при всех прочих равных условиях ниже прочности верхового торфа.

2. С увеличением степени разложения прочность переработанного торфа, как правило, понижается.

3. Для верхового торфа наивысшую прочность дает переработка посредством дробления с некоторым размешиванием и растиранием (мясорубка). Для мало разложившегося торфа тот же эффект дает и интенсивное дробление (5000 ударов ножом).

4. Для низинного торфа переработка торфа в глиномялке с мундштуком дает тот же эффект (а для хорошо разложившегося торфа и более высокой), что и переработка торфа посредством дробления.

Таким образом данные для низинного торфа почти аналогичны полученным в наших опытах.

Выясним теперь, какие же факторы определяют прочность торфяного кирпича? Под прочностью будем подразумевать как временную прочность (механическую, т. е. временное сопротивление на сжатие, изгиб или удар), так и длительную — связность (способность не крошиться при длительном хранении).

Прежде всего необходимо отметить, что прочность переработанного торфа (в воздушносухом состоянии) не есть какая-то постоянная величина — в частности она изменяется в зависимости от ботанического состава, степени разложения и пр.

Прочность переработанного торфа зависит, с одной стороны, от наличия волокон в торфе и с другой стороны — от наличия коллоидов. Роль волокон понятна (вспомним войлок — спутанные волокна, весьма стойкие в отношении внешних воздействий), роль же коллоидов двойка и с этой ролью мы сейчас познакомимся.

Если мы вырежем из залежи куски торфа с различных глубин, высушим их и будем определять прочность, то увидим, что испытание даст нам различные цифры (в зависимости от степени разложения торфа).

Наибольшей будет прочность совершенно неразложившегося торфа (степень разложения 15—20%) и разложившегося (степень разложения \approx 60%).

Наименьшие показатели дает торф средней степени разложения (впервые это было показано нами в одной из более ранних работ¹).

Если нанести данные испытаний на профили залежи, то при однородном ботаническом составе можно выявить некоторую закономерность, а именно: с ростом степени разложения сверху вниз прочность торфа будет сначала уменьшаться, а затем от некоторой глубинной точки увеличиваться. Закономерность эта будет почти незаметна на верховых болотах и ясно выражена на болотах низинных.

Изменения ботанического состава нарушают гармонию в отдельных точках (отдельные линзы торфа состоят из легче или тяжелее разлагающихся торфообразователей), в целом же по болоту закономерность сохраняется.

Если на таком низинном болоте соединить все точки наименьшей прочности, то в толще залежи получим волнистую воображаемую поверхность — границу наименьшей прочности торфа.

Выше этой поверхности прочность торфа зависит от большей волокнистости и меньшей степени разложения и ниже — наоборот, от большей степени разложения.

Выветривание торфа при осушении залежи опускает границу наименьшей прочности и, следовательно, понижает общую прочность торфа в залежи.

¹ С. В. Курдюмов. Польза и вред интенсивной осушки торфяных болот. „Торфяное дело“, № 6, 1925 г.

Приведем цифры, полученные нами для низинного торфа с двух различных болот УССР (табл. 45).

Здесь временная прочность от ударной нагрузки определена по формуле

$$K_{уд} = \frac{abn}{c} \quad (21),$$

где a — вес падающего груза, b — высота падения, n — число падений груза и c — объем образца.

Таблица 43

Болото	Глубина в метрах	Влажность в процентах	$K_{уд}$ кг/см/см ³	Болото	Глубина в метрах	Влажность в процентах	$K_{уд}$ кг/см/см ³	
Бучанское	0,1	68,0	2,4	Мало-Низ- гурецкое	0,3	80,0	3,2	
"	0,5	—	1,2		"	1,0	85,4	1,6
"	1,0	83,0	0,8		"	2,0	90,0	2,0
"	2,0	84,8	1,6		"	0,3	80,0	3,6
"	3,0	87,0	2,4		"	1,0	85,4	1,6
"					"	2,0	90,0	2,4
Среднее . .	—	80,7	1,68	Среднее .	—	85,13	2,4	

Легко видеть, что торф с большей начальной влажностью имеет и более высокую конечную прочность.

Причиной выветривания в данном случае является понижение защитного уровня грунтовых (торфяных) вод и, в результате этого, поступление воздуха в значительном количестве (в несколько раз превышающем количество, бывшее в ушедшей воде) в торфяную залежь.

Кроме разрушения волокон и вообще частиц торфа в результате выветривания, кислород, проникающий в глубину залежи, разрушающе действует на коллоиды (продукт разложения растений — гумус — является чистым коллоидом со всеми его свойствами).

При постепенном высыхании коллоидного раствора (золя) вещество, соединенное до этого с водой в общую систему, становится весьма прочным.

Благодаря этому в торфе коллоиды играют роль цемента, который при высыхании склеивает остатки растений — волокна.

Это — один вид влияния коллоидов на прочность торфа.

При обработке зелей солями или коллоидальными растворами металлов (в меньшей степени — кислородом воздуха) частицы торфяной массы, находящиеся в состоянии коллоидального раствора, оседают (коагулируются) и переходят в свою прямую противоположность — гели (своего рода студень) — тоже систему из торфа и воды, но с другими свойствами.

В частности, высыхая, гель дает легко крошащуюся, с минимальной прочностью, массу.

Так как в природе подобное явление наблюдается исключительно для низинных болот, питающихся минерализованными грунтовыми водами, то неудивительно, что при всех прочих равных условиях прочность низинного торфа меньше, нежели прочность верхового.

Однако значение коллоидов не ограничивается их цементирующей ролью.

Действительно, если при переработке раздроблять (как это делается в обычных прессах) волокна, прочность должна обуславливаться исключительно наличием коллоидов и, следовательно, должна быть меньше, нежели для переработанного торфа.

Между тем мы уже видели, что существует обратное соотношение.

Дело в том, что прочность переработанного торфа, помимо склеивающего (цементирующего) действия коллоидов, обуславливается наличием так называемых капиллярных сил.

Величина же капиллярных сил зависит от влажности торфа и от дисперсности его.

Торф представляет собой капиллярную систему, которая состоит из отдельных соприкасающихся между собой частиц с промежутками, заполненными водой.

При этом в торфе, как и в любом грунте, вместо простых цилиндрических капилляров, имеется сложная сеть соединенных между собой пустот, различных размеров и формы. Поэтому капилляры эти можно представить в виде пучков пустотных цепочек, изогнутых в различные стороны, переплетающихся между собой и имеющих различные поперечные сечения.

В этих пустотных цепочках развиваются силы капиллярного давления, тем большие, чем меньше диаметр капилляров.

Последний же уменьшается с уменьшением размеров частиц торфа.

Так как коллоидные частицы являются наименьшими, то понятно, что чем больше коллоидов в торфе, тем больше будут силы капиллярного давления.

В § 1 настоящей работы уже говорилось, что характеристикой крупности частиц данного торфа является так называемый „действующий диаметр“.

Для переработанного торфа действующий диаметр уменьшается с увеличением степени разложения.

Е. П. Семеновский¹ приводит для низинного торфа такие цифры:

Степень разложения 10%,	действующий диаметр	0,00334 см
„ „ 60%,	„ „	0,00317 „
„ „ 80%,	„ „	0,00287 „

Правда, падение размеров весьма незначительно.

Приведем соответствующие цифры для низинных торфов УССР по работам инж. А. И. Кудинова (Укринсторф²)—табл. 46.

Таблица 46

Вид торфа	Степень разложения	Процент частиц с эквивалентным диаметром в мм						Действующий диаметр в см
		0—0,01	0,01—0,02	0,02—0,05	0,05—0,1	0,1—0,2	0,2—2,0	
Тростниковый с вахтовым . . .	15	11,8	4,0	13,9	14,3	12,5	43,6	0,00276
Тростниково-осоковый . . .	31	13,1	5,2	13,9	10,4	12,4	36,0	0,00244
Тростниковый	38	13,4	5,1	15,3	19,3	9,2	37,6	0,00240
Осоково-тростниковый . . .	52	12,6	5,8	16,8	21,4	9,9	33,5	0,00240
Древесно-тростниковый . . .	53	13,2	4,5	13,3	18,7	10,9	39,4	0,00252
Тростниковый	61	12,6	3,5	18,4	23,0	10,1	32,1	0,00244
„	68	13,0	5,5	16,8	21,5	9,7	33,4	0,00236
Среднее	45,5	12,8	4,8	15,5	19,7	10,7	36,5	0,00248

После переработки дисперсность торфа изменяется—увеличивается количество мелких фракций. При этом, это вполне понятно, в первую очередь размельчаются (я имею в виду обычные методы переработки, преимущественно дробление) крупные волокна и древесные остатки.

¹ Е. П. Семеновский. Дисперсность торфа, 1932 г.

² Инж. А. И. Кудинов. Торф как материал для водозащитных сооружений. Укринсторф, рукопись 1934 г.

Результаты соответствующей работы Е. П. Семенского „Дисперсность торфа“ были приведены в § 1 (см. табл. 4). Здесь дополним эти данные аналогичным исследованием, проведенным А. И. Кудиновым¹ над торфами УССР (см. табл. 47).

Во всех случаях торф был пропущен через мясорубку.

В данном случае степень переработки будет $\frac{0,00248}{0,00156} = 1,59$, т. е. примерно соответствует таковой же для мало разложившегося низинного торфа по работам Е. П. Семенского (табл. 4).

В связи с увеличением количества мелких фракций уменьшаются размеры капилляров и, следовательно, должны увеличиваться силы капиллярного давления.

Капиллярное давление можно приравнять подъемной силе, равной весу столба жидкости в капилляре и удерживающей этот столб жидкости в равновесии.

Следует заметить, что в вертикальном капилляре вода может подняться на весьма значительную величину. В частности, по данным проф. Д. А. Брудастова, высота поднятия в разложившихся торфах доходит до 6,0 м и в слабо разложившихся — до 1,5 м.

Высота капиллярного поднятия, как известно, определяется по уравнению

$$H = \frac{4\sigma}{\gamma g d} \text{ см} \quad (22).$$

Таблица 47

Вид торфа	Степень разложения в процентах	Процент частиц с эквивалентным диаметром в мм						Действующий диаметр в см
		0—0,01	0,01—0,02	0,02—0,05	0,05—0,1	0,1—0,2	0,2—2,0	
Тростниково-гипновый . . .	15	22,3	11,6	14,2	40,8	9,87	1,23	0,00160
Вахтово-осоковый	23	22,8	11,3	15,7	44,1	1,93	4,17	0,00157
Осоково-тростниковый . . .	40	19,0	14,4	16,3	42,4	6,75	1,25	0,00171
Вахтово-тростниковый . . .	48	23,8	6,2	17,9	40,8	3,14	3,16	0,00138
Древесно тростниковый . . .	57	22,7	12,8	17,5	41,0	2,53	3,47	0,00155
Тростниковый	63	25,0	13,1	14,2	42,9	3,25	1,55	0,00145
Тростниково-древесный . . .	70	20,0	15,3	18,6	42,1	1,1	2,90	0,00163
Среднее	45,1	22,9	12,1	14,9	43,5	4,1	2,5	0,00156

где γ — вес 1 см³ воды (1,0),

g — ускорение силы тяжести — 981 см/см²,

d — диаметр капилляра в см,

σ — поверхностное натяжение воды — при 20° С = 74 м/см.

Воспользоваться этой формулой в таком виде мы не можем, так как мы не знаем ни высоты поднятия воды в переработанном торфе (естественно большей, чем в непереработанном), ни диаметра капилляров.

Однако переработанный торф мы можем приравнять с некоторой нагрузкой к зернистым грунтам, для которых Козени² дает формулу

$$H = 6 \frac{P}{1-P} \frac{\sigma}{\rho g d_w} \text{ см} \quad (23).$$

Здесь H — высота капиллярного поднятия в см,

σ — поверхностное натяжение (74,0 мг/см)

¹ А. И. Кудинов. Торф как материал для водозащитных сооружений. Украинторф рукопись 1934 г.

² Справочник по мелиорации и гидротехнике. Том 1, М.—Л., 1934 г., стр. 433.

g — ускорение силы тяжести (981 см/см²)

ρ — плотность воды (1,0)

d_w — действующий диаметр. По табл. 47 примем его равным 0,00156 см

P — скважность грунта в долях единицы.

А. И. Кудинов в упоминаемой рукописи для переработанных торфов УССР дает такие цифры скважности (табл. 48).

Принимая для переработанного торфа капиллярную скважность равной общей скважности, получим высоту капиллярного поднятия

$$H = 6 \cdot \frac{0,871}{1 - 0,871} \cdot \frac{74}{1,0 \cdot 981 \cdot 0,00156} = 1940 \text{ см.}$$

Таблица 48

№№	Вид торфа	Степень разложения в процентах	Общая скважность в процентах	Капиллярная скважность в процентах
1	Тростниковый	31	84,5	56,6
2	Тростниковый	38	86,7	58,6
3	Осоково-тростниковый	52	88,7	59,8
4	Тростниковый	68	88,6	55,8
	Среднее	47,3	87,1	57,7

Очевидно, что внутреннее давление капиллярных сил будет равняться 1940 г/см² = 1,94 кг/см² и не имеет существенного значения.

Подставляя принятые значения в формулу (22), найдем соответствующий диаметр капилляров, в данном случае равный

$$d = \frac{4\sigma}{\gamma g H} = \frac{4,74}{1,0 \cdot 981 \cdot 1940} = 0,000156 \text{ см.}$$

Допустим, что в нашем примере влажность торфа соответствовала его скважности, т. е. равнялась 87,1%.

Если влажность торфа понизилась до 30%, то при высыхании ушло

$$\frac{100 [(100 - W_2) - (100 - W_1)]}{W_1 (100 - W_2)} = \frac{100 [(100 - 30) - (100 - 87,1)]}{87,1 (100 - 30)} = 0,935$$

или 93,5% всей воды, ранее бывшей в торфе.

Капилляры при высыхании остаются (по крайней мере, при так называемом воздушносухом состоянии) заполненными водой — и, следовательно, под действием капиллярных же сил сжимаются.

До высыхания на 1000 кг торфа было воды 871 кг (капиллярной). После же высыхания осталось капиллярной воды

$$871 (1 - 0,935) = 57 \text{ кг.}$$

Таким образом объем капилляров уменьшился в 871:57 = 15,3 раза.

Принимая линейное сокращение высоты кирпича равным 2, получим уменьшение сечения капилляра в 7,65 раза и диаметр его

$$d = \sqrt{\frac{0,000156^2}{7,65}} = 0,000056 \text{ см.}$$

Следовательно, высота капиллярного поднятия будет:

$$H = \frac{4,74}{1,0 \cdot 981 \cdot 0,000056} = \approx 5390 \text{ см}$$

и внутреннее давление 5,39 кг/см², т. е. увеличится почти в три раза.

Это давление увеличивается при высыхании и объясняет повышение прочности переработанного торфа сравнительно с непереработанным, в то время, как при начальной влажности существует обратное соотношение, подтверждающееся поведением свежесыгранного торфа на полях сушки.

Е. П. Семенским (Инсторф) изучалась зависимость прочности торфа (сопротивления изгибу) от различных факторов¹, причем он пришел к следующим выводам.

А. С уменьшением влажности прочность возрастает (как мы уже показали выше), однако до определенного предела. Соответствующие данные приведены в табл. 49 (верховой торф пушицево-сфагновый с 30% степенью разложения, низинный — сфагново-топяной, 30% степени разложения).

Таблица 49

Верховой торф		Низинный торф	
Влажность в процентах	K_z	Влажность в процентах	K_z
66,0	4,7	48,70	12,6
61,22	6,0	46,61	15,3
58,86	9,3	37,28	18,0
46,91	30,2	29,18	32,7
43,70	24,1	27,68	33,6
36,58	41,4	26,35	23,5
31,45	47,0	—	При более низкой влажности кирпичи имели трещины и рассыпались
27,00	49,4	—	
25,00	109,9	—	
23,80	89,5	—	
10,79	48,1	—	
0,80	47,1	—	

Оба пропущены через мясорубку). Явление это объясняется тем, что при стремлении влажности к нулю (и уходу воды из капилляров) капиллярные силы перестают действовать.

Интересно отметить как большую прочность верхового торфа, так и сохранение ее на значительном уровне до нулевой влажности — как раз подтверждающие сказанное нами ранее о цементирующем действии коллоидов.

Б. Как уже не раз говорилось, переработка увеличивает прочность торфяных кирпичей — однако также до определенного предела.

Соответствующие данные, полученные Е. П. Семенским для торфов Урала и Московской области, приведены в табл. 50.

Таблица 50

Болото	Степень разложения в процентах	K_z			
		без переработки	1 переработка	3 переработки	5 переработок
Верховые торфы					
Ежевое (ст.)	15	3,3	25,5	47,8	46,4
Галицкий мох	30	4,6	39,7	57,9	52,4
Низинные торфы					
Товатуйское	40	6,6	19,2	25,4	34,1
Крупелхинское	20	4,3	32,0	68,2	58,9
Озеречко-неплюевское	30	2,6	29,8	35,2	35,0
Смешанные торфы					
Хвошевское	30	2,9	14,0	49,6	25,4

¹ Е. П. Семенский. Прочность торфяных кирпичей. „Торфяное дело“ № 2, 1934 г.

Как видим, наивысший эффект дает трехкратный пропуск через мясорубку, в дальнейшем же прочность понижается. Явление это, повидимому, аналогично с влиянием высокой степени разложения и, как и последнее, пока не поддается удовлетворительному объяснению.

В. Наконец, в табл. 51 показана зависимость прочности от степени разложения. Как видим, чем больше последняя, тем меньше прочность переработанного торфа (в особенности для очень хорошей переработки).

Таблица 51

Характер торфа	Степень разложения в процентах	Переработка (число пропусков через мясорубку)	Прочность K_z
Верховой	10	0	7,80
		1	47,8
		2	62,6
		3	45,01
		5	52,86
Верховой	30	0	4,57
		1	39,65
		2	53,56
		3	57,93
		5	52,36
Верховой	60	0	5,7
		1	33,3
		2	57,5
		3	—
		5	3,2
Верховой	80	0	20,5
		1	22,6
		2	1,2
		3	20,0
		5	0,0

Возможно, что это объясняется полным отсутствием в таком торфе сохранившихся волокон, значительно облегчающих связность кирпича, поскольку такие волокна действительно играют роль железных прутьев в цементном растворе (при железобетонных сооружениях).

Надо сказать, что при хранении выработанного торфа на воздухе прочность его будет понижаться не только за счет уменьшения (или даже полного исчезновения) капиллярных сил.

Во время хранения на торф влияют метеорологические факторы — намокание во время дождей и испарение этой воды, внешние деформации кирпича (расширение и сжатие под влиянием температуры) — разрушающие отдельные капилляры и являющиеся причиной образования трещин.

Помимо того, раздробляя торф, увеличивая его плотность и уменьшая проницаемость, мы затрудняем выход воды из внутренних частей кирпича. Благодаря этому во время сушки имеет место значительная разница во влажности на периферии и в центре кирпича, вызывающая внутренние напряжения в последнем и тем уменьшающая прочность.

В связи с этим при хранении переработанного торфа прочность его постепенно снижается за счет той части, которая обуславливается наличием капиллярных сил и молекулярного сцепления.

Следовательно, в дальнейшем прочность будет обусловлена наличием коллоидов в торфе-сырце; верхней торф будет сохранять свою прочность весьма долго, низинный же через 6—8 месяцев превратится в крошку.

Все сказанное в полной мере относится к общепринятым методам переработки—следовательно, если мы изменим таковые в надлежащем направлении, то сможем значительно увеличить прочность торфа и, значит, улучшить его качества.

Материал, изложенный в §§ 2 и 3 настоящей работы, позволяет сделать вывод, что переработка низинного торфа должна итти исключительно по линии размешивания его (а отнюдь не измельчения).

Действительно, при этом:

- а) коэффициент переработки не понижается;
- б) временная механическая прочность не понижается;
- в) объемный вес понижается лишь незначительно;
- г) стойкость же торфа при хранении, благодаря наличию длинных волокон, значительно улучшается.

Необходимо лишь добиться того, чтобы при размешивании волокна распределялись в кирпиче равномерно, образовавши в нем как бы пространственную сетку, ячейки которой будут заполнены разложившейся (коллоидальной) массой—в таком случае мы получим полную аналогию железной арматуры в бетоне и, конечно, тот эффект, который правильным соединением железа и бетона достигнут в железобетонных сооружениях.

§ 4. Влияние существующего способа переработки на качество торфа. Потери на полях стилки. Потери при транспорте торфа в связи с переработкой

В настоящем параграфе будем говорить о фактическом положении качества торфа, получающегося в результате применяемого в настоящее время метода переработки в торфяных прессах.

Прежде всего придется отметить явление так называемой усадки торфяного кирпича (уменьшение в объеме в процессе сушки).

Процесс усадки свойственен каждому торфу, однако для торфа переработанного усадка значительно выше, нежели для непереработанного.

В достаточной мере процесс усадки изучен лишь для применяемого в настоящее время метода переработки в торфяных прессах.

Впервые детально он был рассмотрен С. А. Сидякиным¹ (Инт-торф).

Свои работы С. А. Сидякин вел в основном с торфом Редкинской торфоразработки болота „Галицкий мох“ (Калининская область), в двух вариантах—наблюдение за усадкой в полевых и в лабораторных условиях.

В первом случае наблюдения над изменением объема торфа по мере его высыхания производились каждый раз над новым кирпичом, принимаемым с поля сушки, специально выделенного для наблюдений, и во втором—наблюдения велись над одними и теми же кирпичами в продолжение всего опыта.

В результате этой работы были установлены следующие положения.

1. Усадка кирпича протекает до конца потери воды торфом.
2. Ход кривой объемной усадки кирпича в зависимости от падения влажности в нем весьма напоминает кривые интенсивности испарения воды при сушке торфа. Здесь также вначале наблюдается быстрый подъем кривой усадки, постепенно замедляющийся с приближением торфа к абсолютно сухому состоянию.

¹ С. А. Сидякин. Усадка машинно-формованного торфа. „Торфяное дело“ № 12, 1930 г.

3. Объемная усадка торфа прямо пропорциональна количеству потерянной воды в процессе сушки (т. е. эта зависимость выражается прямой, проходящей через начало координат).

Эти выводы дали С. А. Сидякину возможность вывести формулу объемной усадки машинно-формованного торфа

$$y = a (6,5 - x) \quad (24).$$

Здесь y — усадка в процентах от первоначального объема, $6,5$ — средний вес сырого кирпича в кг, x — вес кирпича при той влажности, для которой ищется усадка, и a — коэффициент, зависящий от вида торфа и степени переработки его.

Сидякин предлагает этот коэффициент определять следующим образом: у мунштука элеваторной машины отбирается несколько кирпичей, для которых определяется объем по объемному весу торфа и весу кирпичей.

По истечении нескольких дней сушки вновь таким же путем определяется объем и на основании этих данных находится коэффициент a .

Легко видеть, что способ этот весьма громоздок и, главное, не позволяет судить о возможной усадке еще не разрабатываемого торфа.

В упомянутой своей работе С. А. Сидякин приводит определенные им значения коэффициента a для некоторых торфяников РСФСР (табл. 52).

Таблица 52

№№	Тип болота	Наименование разработки или болота	Коэффициент a
1	Верховое	„Вождь пролетариата“	14,71
2	„	Семкино (район Кировской ж. д.)	14,14
3	„	Купавинское	14,41
4	„	Масловское	14,15
5	„	Марусино	14,57
6	„	Окуловское	14,46
7	„	Редкинское	14,78
8	Низинное	Кузьевское	13,82
9	„	„Красное знамя“	14,03
10	„	Масловское	12,87
11	„	Марусино	14,17
12	„	Редкинское	14,55

Проведя соответствующую обработку материалов, полученных нами при исследовании сушки низинного машинно-формованного торфа с различных торфоразработок УССР (работы Украинсторфа 1930—34 гг.), мы несколько изменили формулу, предложенную С. А. Сидякиным, и дали эмпирическую формулу для определения коэффициента a .

В формуле (24) выражение в скобках можно представить в следующем виде

$$6,5 - x = 6,5 - \frac{6,5 (100 - W_1)}{100 - W_2}$$

где W_1 — начальная влажность кирпича и W_2 — конечная влажность.

Приводя правую часть равенства к одному знаменателю, получим

$$\frac{6,5 (W_1 - W_2)}{100 - W_2}$$

Коэффициент a , на основании упомянутых выше работ, оказалось возможным определять при помощи эмпирической формулы:

$$a = 1,3 \varepsilon \eta_n (0,055 z + 9,2) \quad (25).$$

Здесь ε — коэффициент вида торфа, для низинного торфа равный 1,0 и для верхового 1,1, η_n — коэффициент переработки (в долях единицы) и z — степень разложения (в процентах).

Если воспользоваться этой формулой для опытов Сидякина, то получим такие данные:

- а) низинный торф (Редкинские торфоразработки) — степень разложения 60%, пресс Рогова ($\eta_n = 0,9$), $a = 14,55$, $a = 1,3 \cdot 0,9 (0,055 \cdot 60 + 9,2) = 14,63$;
б) верховой торф (тоже) — степень разложения 40%, пресс Рогова ($\eta_n = 0,9$), $a = 14,78$, $a = 1,3 \cdot 1,1 \cdot 0,9 (0,055 \cdot 40 + 9,2) = 14,68$.

Как видим, результаты получаются весьма удовлетворительные (разложение $+0,55\%$ — $0,68\%$).

Подставляя в формулу (24) значение коэффициента a по формуле (25), заменяя выражение в скобках и выражая усадку не в процентах, а в долях единицы (что более удобно для всех дальнейших подсчетов), получим окончательную формулу

$$y = \frac{0,085 \varepsilon \eta_n (0,055 z + 9,2) (W_1 - W_2)}{100 - W_2} \quad (26).$$

Формула эта, как уже говорилось, дает достаточно точные результаты, почему ею и можно пользоваться при подсчетах.

В результате усадки (большей для переработанного торфа) объемный вес переработанного торфа (как мы видели в предыдущем параграфе) при высыхании может быть больше, нежели начальный (чего никогда не может быть в случае непереработанного торфа).

Усадка торфа, переработанного путем размешивания, не изучена. Однако, можно полагать, что благодаря наличию неразрезанных волокон она должна быть несколько меньше и величина ее должна лежать между усадкой для непереработанного торфа и получаемой по формуле (26).

Однако на основании данных предыдущего параграфа (в частности сравнения конечных объемных весов) можно заключить, что разница в усадке для торфов различного вида переработки будет весьма незначительна.

Усадка кирпича не может идти равномерно на всех гранях последнего. Кирпич деформируется и эта деформация дополняет причины, указанные в предыдущем параграфе, вызывающие уменьшение прочности кирпича.

В условиях производства пониженная прочность вызывает крошимость торфа.

Под крошимостью мы подразумеваем способность торфа в процессе хранения или транспорта измельчаться, давая крошку — частицы менее 25 мм в диаметре.

Первые работы Инсторфа (инж. Д. И. Рунов) по изучению крошимости¹ дали такие результаты (табл. 53).

Как видим, крошимость в производственных условиях повторяет данные, полученные в лабораторных условиях при изучении прочности торфа (§ 3). Действительно, как и в уже знакомых нам опытах, крошимость низинного торфа (свойство, обратное прочности) больше, нежели крошимость верхового. Точно также более разложившийся торф крошится больше, нежели менее разложившийся.

¹ Д. И. Рунов. Крошимость торфа. „Торфяное дело“ № 12, 1929 г.

Таблица 53

Крошимость торфа в процентах от первоначального веса торфа	Верховой торф			Низинный торф	
	Мало разложившийся	Средне разложившийся	Хорошо разложившийся	Средне разложившийся	Хорошо разложившийся
До штабелевки	0,19	0,58	0,97	3,00	2,60
В штабеле	0,18	0,71	0,52	0,78	6,28
При погрузке	0,23	0,46	—	0,82	2,64
При выгрузке	0,40	0,33	—	0,92	2,57
Итого	1,00	1,58	—	5,52	14,09

Украинторф занимался изучением вопросов крошимости в 1933¹, 1934² и 1935³ годах — дальнейшие данные и будут базироваться на этих работах.

Как только что говорилось, низинный торф крошится больше, нежели верховой. Однако и для низинного торфа (в зависимости от детализированного определения ботанического состава) можно заметить колебания в крошимости торфа.

Соответствующие данные приведены в табл. 54 (данные получены в условиях правильно проведенной сушки торфа).

Несмотря на некоторые шероховатости в цифрах таблицы (надо сказать, количественно весьма недостаточных), все же можно сказать, что для однородных торфов (тростниково-осоковый) с увеличением степени разложения крошимость в общем увеличивается. Точно также можно сказать, что наиболее крошащимися торфами являются тростниковые и что приресь мхов (хотя бы и зеленых — гипновых) понижает крошимость.

Надо сказать, что, определяя последнюю в производственных условиях, мы должны всегда учитывать весь комплекс свойств вырабатываемого торфа (в частности начальную влажность сырца) и, в особенности, условия и продолжительность сушки торфа.

Не предполагая здесь дублировать упомянутые выше работы Украинторфа, остановимся только на некоторых моментах.

Таблица 54

№№	Вид торфа	Степень разложения в процентах	Зольность абсолютно сухого торфа в процентах	Крошимость до штабеля в процентах
1	Осоково-тростниковый	38	11,67	4,40
2	" "	40—50	18,00	4,20
3	" "	40—50	18,26	5,35
	Среднее	43	15,98	4,65
4	Тростниково-осоковый	15	10,58	2,21
5	" "	32	9,88	3,65
6	" "	40	16,01	4,75
7	" "	52	11,41	2,90
	Среднее	35	11,97	3,35
8	Тростниково-гипновый	25	20,64	1,71

¹ В. А. Меликов. „Крошимость машинно-формованного торфу“. „Праці Українторфу“. Вып. IV, Київ, 1936 г.

² С. В. Курдюмов. О прочности машинно-формованного торфа и ее изменениях при сушке. Украинторф, рукопись 1934 г.

³ А. Н. Авраменко. Причины крошимости машинно-формованного торфа и способы борьбы с ней. Украинторф, рукопись 1935 г.

Так, Е. П. Семенский в своей работе¹ нашел зависимость между начальной влажностью и прочностью торфа (табл. 55).

Здесь мы видим, что максимальная прочность соответствует некоторой определенной влажности, которую можно назвать оптимальной. Для торфов, исследованных Е. П. Семенским, эта оптимальная влажность равняется 88—90%.

Работы Украинсторфа вновь подтвердили существование оптимальной влажности (хотя для торфов УССР она оказалась значительно более низкой).

Таблица 55

Торфы	Степень разложения в процентах	K _z при начальной влажности торфа в процентах					
		75	80	85	88	90	92,5
Верховой	30	14,6	21,4	28,4	42,1	35,7	30,5
"	60	—	25,5	33,5	—	45,1	33,9
Низинный	30	16,4	16,8	16,7	17,1	29,7	21,4
"	60	17,5	16,6	20,1	24,2	—	—

В табл. 56 приведены соответствующие данные для торфа с Бучанского болота. Торф осоково-тростниковый и тростниково-осоковый, степень разложения от 15 до 52%. Влажность воздушносухого торфа колебалась в пределах от 38,2 до 43,4%. Перерабатывался он прессом Рогова.

Как видим, каждому слою торфа соответствует своя оптимальная влажность. Для данного болота она колеблется от 82,5% до 86,0%.

Если повышенную крошимость при влажности ниже оптимальной объяснить легко (разрушением коллоидов в случае осушения болота), то значительно труднее найти объяснение для обратного положения.

Возможно, что имеет значение деформация более влажного кирпича при выходе из мундштука и, следовательно, нарушение связности уже в начале периода сушки.

Замечено также, что при влажности выше оптимальной на поверхности кирпича в первый же период высыхания образовывается корка, задерживающая испарение воды из середины кирпича и тем способствующая в дальнейшем образованию трещин и, следовательно, крошимости.

Последнее явление, между прочим, может объяснить существование оптимальных величин степеней переработки и разложения, с которыми мы познакомились уже в предыдущем параграфе.

Само собой разумеется, что наличие подобного рода зависимостей, вклиниваясь в наши наблюдения, и создает в отдельных случаях отклонение отдельных цифр от общего хода их.

Большое значение для цифр крошимости имеет, как уже говорилось, правильный режим сушки. Так, в табл. 54 приведен для осоково-тростникового торфа со степенью разложения 38% процент крошки—4,4%. Однако тот же торф в производственных условиях, при систематической передержке на полях стилки, дал 33,4% крошки.

¹ Е. П. Семенский. Прочность торфяных кирпичей, „Торфяное дело“, № 2, 1934 г.

Таблица 56

№№	Глубина (в метрах), с которой взят для переработки торф	Влажность в процентах	Количество (в процентах)	
			Целых кирпичей	Крошки
1	0—0,25	79,77	20,8	9,9
2	0—0,25	82,56	43,2	7,2
3	0—0,25	86,26	32,4	8,7
4	0,25—0,50	80,16	59,6	7,7
5	0,25—0,50	84,04	96,7	3,4
6	0,25—0,50	87,33	56,3	5,7
7	0,50—0,75	82,76	67,7	1,5
8	0,50—0,75	—	76,9	0,2
9	0,50—0,75	85,17	98,5	1,5
10	0,75—1,00	81,05	65,0	3,3
11	0,75—1,00	82,29	83,2	4,3
12	0,75—1,00	86,07	92,0	2,7
13	1,00—1,25	82,51	95,5	4,5
14	1,00—1,25	83,01	96,6	3,7

Подобные же данные получены в 1934 году на Шостенской торфоразработке Укрторфтреста. Торф осоково-тростниковый, степень разложения 40%, влажность залежи 85,82—86,17% переработанного прессом Рогова. Выработанный торф сушился в клетках. Результаты сушки приведены в табл. 57.

Таблица 57

Продолжительность сушки (в днях)	Влажность в процентах	Крошка при существующей влажности в процентах	Тоже при влажности 30%
23	31,4	4,43	4,53
33	43,8	8,20	10,20
61	22,0	15,15	13,60

Как видим, в результате передержки количество крошки на полях стилки увеличилось втрое.

Если передержка на полях стилки способствует увеличению крошки, то с другой стороны слишком быстрая сушка также увеличивает крошимость.

В табл. 58 приведены данные о сушке торфа непосредственно на земле (в расстиле) и на стеллажах, где сушка, естественно, идет быстрее. Во всех случаях торф низинный, средней степени разложения, переработанный лабораторным прессом (см. § 2).

Характер сушки	Время сушки в днях							
	10—20		20—30		30—40		40—50	
	Влаж- ность	Крошка	Влаж- ность	Крошка	Влаж- ность	Крошка	Влаж- ность	Крошка
в п р о ц е н т а х								
В расстиле . .	24,19	3,5	24,61	12,5	22,29	22,46	21,42	63,87
На стеллажах	24,29	8,36	24,21	25,81	19,57	63,77	17,17	85,89

Рассматривая эту таблицу, мы можем сделать следующие выводы:

а) после достижения торфом влажности порядка 20—25% последняя при дальнейшей сушке почти не понижается. Крошимость же, наоборот, увеличивается с каждым днем, доходя до катастрофических размеров, что подтверждает сказанное ранее о вреде передержки;

б) для одинаковой продолжительности сушки и почти одинаковой влажности крошимость торфа, сохнувшего на стеллажах (т. е. значительно интенсивнее), больше, чем сохнувшего на земле (в среднем в 1,8 раза). Понижение прочности в связи с длительным сроком сушки было уже объяснено. Что же касается влияния слишком быстрого высыхания, то тут при весьма интенсивном испарении воды возникают слишком сильные напряжения в толще кирпича, результатом которых являются поверхностные трещины.

Дополним приведенные данные результатами исследований связи между влажностью торфа и склонностью его к крошимости (вне зависимости от передержки на полях сушки).

В предыдущем параграфе указывалось, что Е. П. Семенским были получены оптимумы прочности при влажности для низинного торфа 27—30% и для верхового 24—25%.

Украинторф, определяя в 1935 г. крошимость на Бучанской торфоразработке Укрторфтреста, получил такие данные (табл. 59).

Таблица 59

Машина	Процент крошки при влажности				
	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
	в п р о ц е н т а х				
№ 1	59,68	44,75	16,77	—	—
№ 3	70,00	27,01	6,40	2,70	—
№ 5	61,27	23,96	15,20	13,40	5,50
Среднее . .	63,65	31,91	12,79	8,05	5,50

Как видим, здесь наименьшие цифры крошимости получены при влажности 30—40%, в особенности же катастрофически увеличивается крошимость при падении влажности ниже 25%.

Приведенный материал говорит о том, что если крошимость вообще свойственна торфу, в особенности низинному и в частности — подвергнутому переработке в торфяных прессах обычного типа, то абсолютная величина ее зависит от людей, этот торф добывающих.

Действительно, ряд примеров показывает зависимость крошимости от осушения залежи и надлежащего проведения операций по сушке.

Следовательно, если мы будем сушить торф как следует, то и получим минимум потерь.

Вопросы сушки торфа были разработаны в специальной работе ¹ и возвращаться к ним мы не будем.

Однако необходимо отметить, что и в таком случае мы будем иметь потери порядка указанных в табл. 54 и 56 цифр, т. е. от 3 до 5% крошки на полях стилки.

Затем при длительном хранении этот процент будет увеличиваться уже независимо от нашего желания.

Соответствующие наблюдения были проведены в 1936 году на Бучанской торфоразработке Укрторфтреста, где сохранился в штабелях торф выработки нескольких лет ². Результаты работы приведены в табл. 60.

Таблица 60

Процент крошки в торфе, выработанном в	1934 г.	1935 г.	1936 г.
Машина № 5	52,8	51,8	25,5
Машина № 7	72,3	28,1	9,7
Среднее	62,6	40,0	17,6

Влажность торфа при определениях крошки была: выработки 1934 г.—48,77%, 1935 г.—25,94% и 1936 г.—39,65%.

Если нанести средние цифры табл. 60 на график, то легко убедиться, что все они лежат на прямой, не проходящей через начало координат.

Уравнение этой прямой (в настоящем частном случае) будет

$$y = 22,5x + 17,6 \quad (27)$$

где y — процент крошки и x — число лет хранения.

Подставляя вместо y — 100% и решая уравнение относительно x , найдем

$$x = 3,67 \approx 4,0,$$

т. е. при четырехлетнем хранении этот торф должен превратиться в сплошную крошку — мусор.

И действительно, определение склонности к крошимости показало, что торф, хранящийся год и более, обладает уже пониженной прочностью.

Для этого определения от каждого торфа были отобраны исключительно целые кирпичи. В дальнейшем эти кирпичи сбрасывались целыми же корзинами с высоты 2 метров на досчатый настил (обычный метод определения склонности к крошимости).

Результаты этого определения приведены в табл. 61.

Как уже говорилось, данные таблицы показывают понижение прочности торфа с увеличением времени хранения его. Так, торф свежей выработки после сбрасывания дает всего 5% крошки и остается свыше 70% целых кирпичей. И наоборот — в торфе выработки 1934 года целые кирпичи после сбрасывания почти не остаются, а крошки получается уже 35,0%.

¹ С. В. Курдюмов. Теория и практика сушки кускового торфа. „Торфяное дело“ № 9, 1934 г.

² Определения произведены техником Т. Е. Даценко для настоящей работы.

Год	Машина	Процент фракций от общего количества			
		Целые кирпичи	Половинки	От половинок до 25 мм	25 мм
1934	№ 5	—	47,1	26,1	26,8
	№ 7	23,1	33,7		43,2
	Среднее	11,6	53,4		35,0
1935	№ 5	37,5	27,1	9,6	25,8
	№ 7	41,44	32,73		25,82
	Среднее	39,5	34,7		25,8
1936	№ 5	70,6	17,5	7,4	4,5
	№ 7	77,7	16,9		5,4
	Среднее	74,2	20,8		5,0

Это явление вполне понятно — о нем мы говорили еще в предыдущем параграфе, разбирая изменения прочности во времени с теоретической стороны.

Для того, чтобы уменьшить крошимость при хранении, сокращают время последнего — полагается хранить кусковой торф на складе не свыше 9 месяцев — однако, как легко понять, выполнить это требование в ряде случаев невозможно.

Наконец, выработанный в течение некоторого времени, лежавший прямо на болоте в штабелях или на складе, торф отправляется к потребителю.

При этом в лучшем случае (если торф с болота отправляется непосредственно к потребителю) бывают две операции — погрузка и выгрузка; обычно же, если приходится отправлять торф по железной дороге общего пользования, четыре операции:

- 1) погрузка на болоте (на подводе гужевого транспорта или в вагонетки обычно узкой колеи);
- 2) разгрузка на погрузочном пункте, причем лишь в редких случаях торф сразу же загружается в вагоны широкой колеи — обычно же укладывается в караваны на складе;
- 3) погрузка в вагоны широкой колеи и
- 4) разгрузка на месте потребления.

В течение ряда лет Украинсторф изучал потери при транспорте торфа^{1,2} — на основании этих работ можно привести некоторые цифры.

Оказывается, что наименьшие потери бывают при гужевой вывозке — это и понятно, потому что именно здесь наблюдается наименьшая высота забрасывания и сбрасывания.

Так, для низинного торфа Бучанского болота увеличение процента крошки при погрузке на воз составляло 0,43—1,22%, а в среднем 0,8%.

Для погрузки-выгрузки были получены такие цифры:

крошка в штабеле	9,51%		
„ после нагрузки	10,28%	— увеличение	0,77—0,8%
„ „ выгрузки	11,15%	— „	1,64—1,6%

¹ И. П. Егоров и В. А. Меликов. Нормы потерь при добыче и хранении фрезерного и кускового торфа. Украинсторф, рукопись 1933 г.

² А. Н. Авраменко. Потери торфа при транспортировании. Украинсторф, рукопись 1935 г.

Таким образом можно принять, что увеличение крошимости как при погрузке, так и при выгрузке одинаково.

В настоящее время гужевой транспорт встречается как исключение — в основном на торфоразработках применяется железнодорожный узкоколейный транспорт.

Изучая потери при таком виде транспорта на Мневской торфоразработке Укрторфтреста (осоково-тростниковый торф, переработанный пресами Рогова; степень разложения 25—40%), Украинторф определил увеличение крошки машинно-формованного торфа при погрузочно-разгрузочных операциях узкоколейного транспорта (табл. 62).

Таблица 62

№№	Влажность торфа в процентах	Процент крошки при натуральной влажности		Процент крошки, приведенный к влажности торфа в 30%		
		перед погрузкой	после выгрузки	перед погрузкой	после выгрузки	Увеличение
1	29,12	5,38	13,00	5,32	12,84	7,52
2	31,58	4,86	12,80	4,97	13,10	8,13
3	32,51	4,32	11,23	4,48	11,65	7,17
4	33,25	4,62	12,13	4,85	12,72	7,87
5	33,90	4,51	12,90	4,78	13,68	8,90
6	34,82	5,20	11,72	5,59	12,60	7,01
7	35,10	3,92	9,97	4,23	10,77	6,54
8	35,45	4,76	12,98	5,16	14,06	8,90
9	35,78	5,97	11,24	6,50	12,26	5,76
10	42,70	5,19	10,85	6,22	13,26	7,04
Среднее	34,42	4,87	11,88	5,20	12,20	7,00

Определение увеличения процента крошки для торфа той же разработки, но при ширококолейном транспорте (при перевозке на расстояние до 50 км) дало такие цифры (табл. 63).

Таблица 63

№№	Влажность торфа в процентах	Процент крошки при натуральной влажности		Процент крошки, приведенный к влажности 30%		
		перед погрузкой	после выгрузки	перед погрузкой	после выгрузки	Увеличение
1	33,38	7,06	17,52	7,42	18,42	11,02
2	33,89	7,87	15,18	8,33	16,08	7,75
3	34,38	9,50	16,72	10,14	17,84	7,70
4	34,42	9,68	15,20	10,33	16,22	5,89
5	34,75	7,20	15,38	7,72	16,50	8,78
6	36,55	8,57	14,55	9,46	16,08	6,62
7	39,19	10,50	17,00	12,10	19,59	7,49
8	40,53	8,30	12,91	9,78	15,22	5,44
9	41,82	7,80	12,41	9,39	14,95	5,55
10	42,52	7,82	15,45	9,54	18,84	9,30
Среднее	36,64	8,36	15,23	9,24	16,84	7,60

Таким образом для низинных торфов средней степени разложения при переработке в торфяных прессах увеличение крошимости при транспорте будет порядка:

а) погрузка и выгрузка (узкоколейный транспорт)	7,0%
б) погрузка и выгрузка (ширококолейный ")	7,5%
	14,5%

Подсчет средней величины по табл. 54 дает потери на полях стилки при степени разложения 36,5% (торф средне разложившийся) 3,64%.

Подсчитывая среднюю величину при оптимальных влажностях по табл. 56, получим 3,44% крошки.

Таким образом без большой ошибки можно принять в среднем на полях стилки 3,5% крошки (являющейся безусловной потерей). Эта цифра несколько больше полученной для низинных торфов РСФСР (табл. 53), что вполне понятно (условия образования и жизни торфяников УССР — почти исключительно приречных — обеспечивают большую коагуляцию торфа в залежи).

До транспорта (а частично и в промежутке между доставкой с болота и отправкой к потребителю) торф хранится в штабелях (или в караванах) — в это время торф, выветриваясь с поверхности штабеля, увеличивает процент крошки (правильнее было бы сказать — при этом вновь образуется крошка, так как штабелируется торф без крошки, остающейся на полях стилки).

Работы Украинсторфа показали, что при четырехмесячном хранении в штабелях машинно-формованный торф дает такой прирост процента крошки (табл. 64).

Таблица 64

Вид торфа	Степень разложения (в процентах)	Увеличение крошки в штабеле при хранении 4 месяца (в процентах)		
		От	До	Среднее
Тростниково-гипсовый	25	1,05	2,09	1,70
Тростниково-осоковый и тростниковый	38—52	1,85	6,14	4,60
Среднее	38	1,05	6,14	3,15

Таким образом для целей ориентировочного подсчета можно принять, что месячный прирост крошки составляет $3,15 : 4 = \approx 0,8\%$.

В нормальных условиях продолжительность хранения торфа в штабелях на болоте и в караванах на складе может колебаться от одного до девяти месяцев (а в среднем — пять месяцев) и соответствующее приращение крошки $0,8 \cdot 5 = 4,0\%$.

Тогда, следовательно, для низинного торфа УССР в нормальных условиях (подчеркиваем это) процент крошки у потребителя будет

$$4 + 14,5 = 18,5\%$$

(в связи с этим в технических условиях на поставку торфа для низинных торфов „нормальное“ количество крошки принято 20%).

И в тех же нормальных условиях общие потери торфа (в виде некондиционной крошки, в значительной мере пропадающей при операциях сушки, транспорта и даже сжигания — провал через колосниковую решетку) будут, очевидно,

$$3,5 + 18,5 \cdot 0,965 = 21,35 \approx 20,0\%$$

При современной добыче низинного торфа машинно-формованным способом в УССР около 1000000 тонн это даст ежегодно 200000 тонн крошки на сумму свыше 4 миллионов рублей.

Эти цифры — минимум, а максимум, как уже было показано, значительно выше: ведь одни потери при хранении в течение двух лет дают свыше 50% крошки.

На основании всего материала, приведенного в настоящей работе, можно заявить, что основная доля этих потерь обуславливается существующим методом переработки (дробление волокон в торфяных прессах), совершенно неприемлемым для низинного торфа. Можно считать далее, что введение принципа размешивания, как единого вида переработки для низинного торфа, значительно увеличит стойкость последнего.

О последнем уже неоднократно говорилось в этой работе. Здесь приведем только некоторые дополнительные материалы.

Изучая в 1935 г. потери резного торфа при хранении¹, Укринсторф получил такие данные об увеличении количества крошки (табл. 65).

Таблица 65

Год выработки	Вид торфа	Степень разложения	Влажность	Крошка
		в процентах		
1933	Тростниково-осоковый	25	17,75	3,05
1933	"	85	32,94	58,30
1934	Тростниково-осоковый с гипнумом	55	17,42	21,58
1935	Древесно-тростниковый с осокой	45	15,32	7,74

Для того, чтобы понять цифры таблицы, нужно вспомнить, что было сказано о прочности переработанного торфа (прочности торфа в залежи — см. § 3 настоящей работы). Именно эти цифры являются блестящим подтверждением теории о роли волокон в прочности торфа. Действительно, мы видим, что при хранении в течение года торф средней степени разложения (45—55%) значительно увеличивает количество крошки (с 7,74% до 21,58%), однако несравненно меньше, чем машинно-формованный торф (сравните с табл. 60).

Хорошо разложившийся торф с совершенно разрушенными волокнами (но достаточно коагулированный в залежи) дает почти то же количество крошки при трехлетнем хранении, что и машинно-формованный торф.

И наоборот, мало разложившийся торф с неразрушенными волокнами за тот же срок дает совершенно ничтожный процент крошки.

Вполне можно допустить, что механическая смесь этих двух торфов при сохранении сетки из волокон дает не более $(3,05 + 58,30) : 2 = 30,7\%$ крошки за три года хранения, т. е. в два раза меньше, нежели дает обычный машинно-формованный торф.

Вернее же всего, крошимость будет значительно ниже подсчитанной цифры, так как сетка из волокон сохранит на месте и те частицы торфа, которые легко отпали бы при отсутствии таковой.

Большое значение имеет и то, что даже при длительном хранении механическая прочность волокон не ослабляется (во всяком случае не уменьшается в той мере, как прочность конгломерата отдельных, не связанных друг с другом частиц, которыми является обычный машинно-формованный торф).

Приведем данные о склонности к крошимости резного торфа различных этапов хранения (табл. 66).

¹ А. Н. Авраменко. Хранение кускового торфа на болотах и складах потребителя. Укринсторф, рукопись 1935 г.

Год переработки	Вид торфа	Степень разложения	Влажность	Количество отдельных фракций в процентах	
		в процентах		Целый кирпич	Крошка
1934	Гипново-осоковый . . .	55	17,60	76,2	8,4
1935	Осоково-тростниковый .	60	22,84	66,6	10,7

Склонность к крошимости определялась, как обычно, сбрасыванием целых кирпичей с высоты двух метров на досчатый настил. Достаточно сравнить полученные цифры с цифрами табл. 61, чтобы увидеть подтверждение вышесказанному.

Конечно, перед тем, как принимать решение о коренном изменении методов переработки торфа, необходимо детально разобрать работу современных торфяных прессов и выяснить, возможно ли изменить последнюю таким образом, чтобы улучшить качество получаемой продукции — т. е. повысить прочность (или, вернее, связность) машинно-формованного торфа, в особенности при длительном его хранении.

§ 5. Существующие механизмы для переработки торфа (торфяные прессы). Расход энергии на переработку торфа. Целесообразны ли существующие способы переработки?

В настоящем параграфе мы не предполагаем рассматривать конструктивные особенности существующих механизмов для переработки торфа (торфяных прессов), отсылая интересующихся этим вопросом к соответствующим работам¹.

Поскольку в настоящее время машиностроительными заводами СССР изготовляется только пресс сист. И. А. Рогова (признан стандартным), прессы же других систем, еще встречающихся на торфоразработках, постепенно выходят из строя — в основном будем говорить о работе именно этого пресса (с подробным описанием машины и ее работы можно ознакомиться в специальной литературе — см. вышеупомянутые работы).

Каким образом в торфяных прессах осуществляется переработка торфа? Напомним здесь вкратце сказанное в первом параграфе настоящей работы.

Как уже говорилось, проф. Е. С. Меншиков указывал, что в современных формовальных машинах (торфяных прессах) имеют место такие отдельные операции:

1) раздробление; 2) разрезывание (разрывание); 3) растирание; 4) размешивание и 5) формование.

При этом (по Меншикову) равномерность (однородность) достигается размешиванием массы, увеличение плотности — раздроблением, разрыванием и формованием. Растирание не имеет большого значения и представляет лишь отдельный вид раздробления.

Формование, собственно говоря, является побочным процессом (выдавливание переработанного торфа из пресса через мундштук) — однако, как было указано в § 2, роль мундштука для переработки заключается в том, что, задерживая выход торфа, мундштук тем самым способствует даль-

¹ В. Н. Никонов. Машины для добычи торфа, 1933 г.

И. А. Рогов. Инструкция по обслуживанию торфяного пресса сист. И. А. Рогова, Москва, 1929 г.

Инструкция по сборке и уходу за торфяной месильно-формующей машиной (торфяным прессом) системы инж. И. А. Рогова. Составил инж. И. В. Зайцев, Москва, 1930 г.

шему пребыванию торфа в прессе и, следовательно, лучшему воздействию перерабатывающих элементов.

Разбивая основные процессы по группам, получаем два вида переработки: 1) раздробление (с разрыванием) и 2) размешивание.

Какие же части торфяного пресса выполняют те или другие функции?

Раздробление массы выполняется ножами (топорами). При этом между ножами и кожухом пресса торф растирается. Работа ножей заключается в том, что края их, почти вплотную прилегающие к стойкам (не более 3 мм от последних), разрезают при вращении вала волокна торфа.

Ножи полностью выполняют свои функции раздробления лишь при наличии стоек — если же таковых нет, то они могут скорее выполнять лишь функции размешивания (конечно, лишь при достаточном числе оборотов прессового вала).

В воронках прессов старых систем иногда, как известно, устанавливался дополнительный вал с ножами, так называемый дробитель.

Задача последнего — обеспечить дальнейшую переработку путем предварительного измельчения поступающих в воронку кусков торфа.

Что же касается винтовых спиралей (шнеков), то их задача заключается лишь в передвижении торфяной массы вдоль пресса и создании достаточного напора для выхода торфа через мундштук.

Обычно считают, что шнеки перемешивают торф — правда, смещение частиц при их линейном передвижении имеет место (об этом см. ниже — § 6), но размешивания, нужного для получения хорошей переработки (см. § 1), при этом не получается.

Несколько лучшие результаты дают лишь двухвальные presses, где отдельные куски торфа во время передвижения перебрасываются навстречу друг другу.

Все же размешивание и здесь крайне недостаточно, а благодаря этому и переработка не достигает нужных качественных показателей. В этом случае не помогает и увеличение прохода торфа, допущенное, например, в двухэтажных четырехвальных прессах Штрэнге.

Неудивительно, поэтому, что у нас распространены лишь presses, выполняющие в основном функции дробления и лишь частично размешивания. Эта смесь операций, по мнению проф. Е. С. Меншикова, не дает возможности перерабатывать торф с пониженной влажностью и требует излишнего расхода энергии.

Начиная с 1927 года, на торфоразработках СССР стали появляться стандартные установки Инсторфа, на которых устанавливается пресс сист. И. А. Рогова, упоминавшийся в начале этого параграфа.

Повторяем, что мы не собираемся давать полное описание этой системы, однако считаем необходимым осветить кратко ее преимущества и недостатки.

Внешнее отличие этого пресса от предыдущих конструкций — широкая воронка, вал на двух опорах (не опирающийся, как обычно, на стойки).

Стойки пресса (вернее, контрножи) помещены в так называемой четвертой четверти, что по идее должно улучшать переработку, не задерживая вместе с тем продвижение торфа. Край ножевого лезвия выполнен по касательной к внутреннему очертанию ножевой втулки¹.

Благодаря наличию нескольких шпоночных канавок в каждом ноже и на прессовом валу, ножи можно устанавливать под углом 30°, 60°, 90°, 120°, 150° и 180°. Набирая половину ножей под следующим по очередности

¹ См. литературу (42—44), а также И. А. Рогов. „Торфяной пресс“, „Техническая энциклопедия“, том XXIII, стр. 761—770. Москва, 1934 г.

углом, можно получить промежуточные значения (так, углы 30° и 60° дают вместе 45°).

Так как требования захвата попадающих в пресс кусков торфа не позволяют ставить ножи под углом более 90° , то этот угол является предельным для задней половины ножей, на которую попадает торф из элеватора. Таким образом фактически набор ножей в прессе Рогова может характеризоваться следующими углами: 30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 105° , 120° и 135° .

Чем больше угол между ножами, тем меньше шаг винта, образуемого ножевой линией. Следовательно, линейная скорость передвижения торфяной массы уменьшается, количество же оборотов прессового вала остается прежним, а в результате этого переработка улучшается (при уменьшении производительности).

При уменьшении центрального угла бывает противоположное явление.

По И. А. Рогову¹ линейное продвижение торфа вдоль оси торфяного пресса L за один оборот вала выражается формулой

$$L = \left(\frac{360}{\alpha} - 1 \right) h \quad (28).$$

где α — угол между ножами и h — подъем ножа по винтовой линии или толщина обуха (в прессе Рогова — 40 мм).

Так как количество ножей в одном шаге винта N_1 равняется $\frac{360}{\alpha}$, то предыдущее выражение можно написать так:

$$L = (N_1 - 1) h \quad (29).$$

Перемешивание торфа в прессе (по терминологии И. А. Рогова — смешивание) автор данной конструкции характеризует следующим образом: для того, чтобы торф перемешивался, необходимо, чтобы каждый кусок торфа не сразу продвигался из воронки в закрытую часть цилиндра, а некоторая часть этого торфа должна после каждого оборота оставаться под воронкой и смешиваться с вновь поступающим торфом. Чем большее количество торфа остается при каждом обороте, тем, очевидно, будет лучше перемешивание.

Для оценки качества перемешивания И. А. Рогов предложил такую формулу

$$Q = \frac{100 L}{N_1 (h + b) - h} \quad (30).$$

Здесь Q — количество торфа, продвигаемого за один оборот однолопастными ножами, в процентах от помещающегося в одном шаге: L — линейное продвижение торфа за 1 оборот (по формуле 28 или 29), N_1 — количество ножей в одном шаге, h — толщина обуха ножа, b — чистый промежуток между ножами (в прессе Рогова — 55 мм).

Для своего пресса при центральном угле 90° И. А. Рогов находит $Q = 35,3\%$ (т. е. $64,7\%$ торфа постоянно остается для смешивания с новыми кусками).

Для торфяного пресса Ляуданского он же находит $Q = 68,5\%$, этим самым доказывая преимущество пресса своей системы.

Приведем здесь краткую характеристику пресса Ляуданского: набор его состоит из 13 ножей (двухлопастных), установленных под углом 45° , 11 стоек, 6 колосников (горизонтальные стойки) и одного оборота одноходового шнека ($b = 25$ мм и $h = 62$ мм). В воронке помещается дробь-

¹ Статья „Торфяной пресс“ в „Технической энциклопедии“ т. XXIII.

тель с 8 ножами, проходящими между 9 контрножами, приболченными к стенке воронки.

Качество раздробления (по терминологии И. А. Рогова — размески) Рогов оценивает толщиной слоев, на которые разрезается торф под действием ножей.

Если толщину слоев выразить через $\frac{b}{Z}$ (где Z — целое число, характеризующее раздробление), то пресс должен иметь количество ножей

$$N = N_1 + N_2 \quad (31),$$

где, в свою очередь

$$N_2 = Z(N_1 - 1) \frac{h}{b} \quad (32).$$

В торфяном прессе Рогова установлено 12 однолопастных ножей.

Допустим, что центральный угол 90° . Тогда $N_1 = \frac{360}{90} = 4$ и, следовательно, $N_2 = 12 - 4 = 8$.

Подставляя имеющиеся у нас данные в формулу (32), получим

$$8 = Z(4 - 1) \frac{40}{55},$$

откуда $Z = 3,67$ (отклонение величины Z от целого числа объясняется тем, что окончательно b и h подбираются, исходя из „конструктивных“ и производственных соображений).

Тогда толщина слоев будет, очевидно,

$$\frac{55}{3,67} = 15 \text{ мм.}$$

Исходя из вышеизложенного, можно полагать, что переработку в целом возможно охарактеризовать как функцию (придерживаясь здесь терминов И. А. Рогова) смешивания и размески.

В § 2 настоящей работы приводились данные определений коэффициента переработки, получаемой в прессе Рогова при различных углах между ножами (см. табл. 24).

Выпишем здесь эти цифры (приведенные к влажности 90%), беря средние для мундштука нормального и удлиненного.

Для этих же углов высчитаем по формулам (30) и (31, 32) количество остающегося для смешивания торфа и толщину слоев, на которые торф разрезается.

Тогда получим такую картину (табл. 67).

Таблица 67

Угол между ножами α	30°	60°	90°	105°	120°	135°
$\frac{360}{\alpha} = N_1$	12	6	4	3,43	3	2,67
Коэффициент переработки наблюдаемый	0,81	0,80	0,87	0,89	0,87	0,92
Проход иглы в переработанном торфе	28,7	27,2	40,8	48,2	51,5	75
$(100 - Q) \%$	60,0	62,2	64,7	66,0	67,4	68,8
Z	0	1,65	3,67	4,85	6,20	7,67
$\frac{h}{Z}$ мм	∞	24	15	8	6,5	5

Попробуем проанализировать цифры таблицы. При этом мы натолкнемся на несколько неожиданные результаты.

Прежде всего — с увеличением угла между ножами коэффициент переработки увеличивается, как увеличивается и глубина прохода иглы в переработанном торфе.

Однако это увеличение идет значительно меньшими темпами, нежели уменьшение толщины слоя. Очевидно, что переработка зависит не только от последней (следует отметить, что для пресса Рогова Q — весьма постоянная величина, поэтому ею можно пренебречь).

Дальше по формулам, предложенным И. А. Роговым, выходит, что при $\alpha = 30^\circ$ его пресс не разрезает торф и, очевидно, только перемешивает торфяную массу (поскольку $100 - Q = 60\%$, т. е. весьма значительно) и передвигает ее к мундштуку.

Однако показатели переработки при этом остаются весьма значительными; таким образом И. А. Рогов невольно поддерживает наше мнение о превалирующем значении размешивания перед раздроблением, против чего он же неоднократно выступал в печати.

Интересно отметить, что, разбирая достоинства и недостатки различных торфяных прессов, об упомянутом выше прессе Ляуданского И. А. Рогов пишет¹: „благодаря углу в 45° пресс дает большую производительность, но при посредственной размеске“ (подчеркнуто нами).

Подсчитаем толщину слоев, на которые режут торф ножи пресса Ляуданского.

Как уже говорилось, для этого пресса $N = 13$,

$$N_1 = \frac{360}{\alpha} = \frac{360}{45} = 8, \quad h = 62 \text{ мм} \text{ и } b = 25 \text{ мм}$$

Тогда $N_2 = 13 - 8 = 5$.

Подставляя имеющиеся данные в формулу (32), получим

$$5 = Z (8 - 1) \frac{62}{25}$$

откуда $Z = 0,29$ и толщина слоя $\frac{h}{Z} = 214$ мм. Так как в прессе Ляуданского ножи двухконечные, то толщина слоя будет $214 : 2 = 107$ мм.

Таким образом как будто полностью подтверждается приведенное выше мнение И. А. Рогова о неудовлетворительной работе пресса Ляуданского.

В цитированной же своей работе, говоря о прессе сист. Анреп-Коппель, И. А. Рогов пишет (стр. 767): „пресс давал достаточную производительность при небольшом расходе энергии (локомобиль 10—12 НР), но при неудовлетворительной размеске“ (подчеркнуто нами).

Что же получается в действительности?

Известно, что прессы системы Ляуданского (или аналогичные Дениса) дают наиболее переработанный торф, приближающийся по внешности к торфу, пропущенному через мясорубку, в то время, как через пресс системы И. А. Рогова часто проходят неразрезанными куски корневищ тростника.

Далее, в лаборатории Укринсторфа определялся коэффициент переработки для пресса Анреп-Коппель, причем среднее значение коэффициента для ряда испытаний (1931 год) оказалось 0,95.

Вот и два пресса с „неудовлетворительной“ и „посредственной“ размеской (по И. А. Рогову).

¹ Техническая энциклопедия, т. XXIII.

В чем же дело и почему, в данном случае, теоретические соображения расходятся с данными практики?

Дело просто в том, что при всех предыдущих подсчетах не учитывается роль стоек пресса.

И. А. Рогов впервые доложил свою теорию в Инсторфе 15 февраля 1927 года¹.

Наиболее подробные и основательные возражения по докладу были сделаны В. Е. Черкасовым. Приведем здесь их почти полностью:

„Происходит ли равномерное воздействие топоров на весь поступающий в пресс торф? Нет, не происходит и не может происходить ни в одном прессе, а меньше всего в прессе И. А. Рогова. Такое воздействие могло бы быть только в том случае, если бы торф поступал за пределами топоров, в отдельной части пресса, стоящей впереди их. В теперешнем же построении кусок торфа, упавший на первый топор, испытывает воздействие только его, кусок же, попавший на одиннадцатый, испытывает удары всех одиннадцати, и степень измельчения этих кусков будет относиться, как 1 к 11.

Происходит ли разрезание всех поступающих кусков на пласти определенной толщины и где оно происходит?

Такого разрезания не происходит отчасти по вышеприведенной причине, а главное потому, что в прессе И. А. Рогова нет для этого подходящего места.

Торф, попадающий в пресс, не доходит до стойки в четвертой части окружности, и, следовательно, значение этой стойки — значение очистителя топора от волокон, набранных при прохождении через торф.

Есть ли размеска в прессе? Есть, торфяная масса движется по корыту пресса почти сплошной массой, и топоры, врезаясь в массу, производят размеску.

Происходит ли растирание массы? Нет, не происходит, потому что для этого тоже нет подходящего места. В обыкновенных прессах это можно заметить только в закрытой части цилиндра при беспорядочном обратном движении массы, вследствие закупорки в мундштучной части, в прессе же инж. И. А. Рогова этой закрытой части нет“.

Со всеми доводами В. Е. Черкасова можно полностью согласиться.

Добавим только, что теоретическая производительность каждого пресса всегда выше практической, вследствие этого кожух пресса никогда полностью не загружен.

Так, по подсчетам самого И. А. Рогова, производительность его пресса при 240 оборотах прессового вала в минуту и при центральном угле 60° за час чистой работы составляет 26 000 кирпичей.

Наивысшая производительность машино-смены на торфопредприятиях УССР была достигнута 17 июля 1937 г. на Деражнянской торфоразработке Укрторфтреста — 107 800 кирпичей за 7 часов чистой работы — т. е. в час 15 400 кирпичей или $\approx 60\%$ от теоретической производительности.

Этот резерв объясняется тем, что мгновенная производительность всех рабочих-ямщиков в несколько раз может превысить их среднюю производительность за время чистой работы.

Итак, кожух пресса полностью заполняется лишь в исключительных случаях, обычно же торфяная масса занимает не более 25—50% сечения.

Торф же, как тело, обладающее тяжестью, движется всегда по дну кожуха.

¹ Из деятельности Инсторфа. Доклад инж. И. А. Рогова. „Теория торфяного пресса“ (автор теории И. А. Рогов и конструкция пресса согласно этой теории) — сообщение инж. И. Зайцева. „Торфяное дело“ № 3, 1927 г.

Правда, И. А. Рогов считает (в общем справедливо), что торфяная масса вращается под влиянием ножей в прессе, и полагает, что роль обычных стоек и заключалась в предупреждении такого вращения торфяной массы.

Однако не следует забывать, что коэффициент трения торфа о торф значительно меньше, нежели торфа о чугун (из которого отливаются кожухи торфяных прессов).

Трение различных материалов о торф было детально изучено Украинс-торфом в 1931—32 гг.¹

При этом было выяснено, что трение непереработанного торфа о торф не зависит от степени разложения и влажности и в среднем определяется коэффициентом трения 0,45.

Для других же материалов трение значительно выше, как это видно из табл. 68 (средние значения коэффициентов трения, относящиеся к низинному торфу со степенью разложения 45% и влажностью 85%).

Таблица 68

Коэффициент трения для торфа	Чугун необработанный	Чугун обработанный	Железо полированное	Сталь лопатная
Непереработанного	0,86	0,86	0,76	0,81
Пропущенного через мясорубку	1,01	0,94	0,87	0,93

В связи с этим периферийная часть торфяной массы задерживается стенками пресса, тормозя тем самым остальной торф. Надо учесть к тому же, что трение этой периферийной части еще увеличивается вследствие центробежной силы. Таким образом, если какая-нибудь часть торфяной массы и вращается, то скорее всего только та, которая непосредственно прилегает к валу (центру пресса). Раз это так, то на контрножи попадает лишь незначительная часть перерабатываемой продукции и, следовательно, значительная часть волокон, древесных остатков и проч. в прессе Рогова проходят неизмельченными.

В прессах же других систем стойки и колосники, находясь в нижней части пресса, всегда задерживают торф, способствуя разрезанию волокон.

Помимо того, тормозя выход торфяной массы, стойки обычного типа резко уменьшают линейное продвижение последней (что не учитывается формулами И. А. Рогова) и, тем самым, способствуют разрезанию торфа на весьма тонкие слои.

В результате описанного недостатка пресс И. А. Рогова, как уже говорилось (и подтверждалось цифрами — см., например, табл. 13 и 14), дает переработку худшую, чем большинство прессов других систем.

Тем не менее принцип переработки остается один и тот же, поскольку перемешивание отдельных кусков торфа (изменение очередности, в которой они следуют друг за другом) далеко не является тем размешиванием (равномерным распределением волокон в виде пространственной сетки), в необходимости которого мы уверены — да и сам удар ножа не так полно, как при наличии стойки, но все же рвет менее прочные волокна.

Эти положения необходимо запомнить, так как все дальнейшее будет рассматриваться именно в свете этих требований.

Если торфяной пресс в общем дает неудовлетворительную продукцию

¹ С. В. Курдюмов и К. Г. Роберт. О числовых значениях коэффициента трения для низинных торфов. „Торфяное дело“ № 10, 1934 г.

(напомним, что речь идет о низинных торфах), то может быть он является весьма экономным (в части потребности в движущей силе) механизмом?

Само собой разумеется, что наиболее приемлемым видом переработки является тот, который, при достижении наилучших качественных показателей, требует наименьшей затраты движущей силы.

Другое дело, — возможно ли выбрать такой вид переработки, существует ли он в действительности? Попробуем выяснить это.

Затрата энергии на работу торфяного пресса уже давно интересовала конструкторов торфяных машин. Лишь только началась научная проработка вопросов торфяного дела — начали ставить и соответствующие испытания торфяных машин (одна из первых работ в этой области выполнена Ушковым).

Однако все эти испытания ограничивались констатацией фактических цифр расхода энергии, часто без увязки этого расхода с физическими свойствами торфа.

Естественно, поэтому, что сравнение полученных цифр, обобщение их, было почти невозможно.

Первую попытку предложить формулы эмпирического порядка для определения мощности, потребной на работу торфяного пресса, сделал инж. Гехт¹. Материалом для вывода соответствующих формул послужили испытания, проведенные Инсторфом в 1925 г. на Шатурском болоте² (прессы системы Дениса).

Р. И. Гехт предложил формулы такого вида:

1. При постоянной влажности в зависимости от изменения скорости (v) выхода торфа из мунштука, мощность, требуемая прессом, соответствует выражению:

$$A = 10 \left(1 + K \sqrt[3]{v^2} \right) \quad (33).$$

где v — скорость в $м/сек.$

$K \approx 1,8 - 2,0$ и

A — мощность в киловаттах.

Эта формула, даже в случае ее пригодности, имеет лишь сравнительное значение, поэтому в дальнейшем мы о ней говорить не будем.

2. Зависимость мощности от производительности пресса и влажности

$$A = 10 \left[1 + (9,5 - 0,1W) \sqrt[3]{\left(\frac{P}{P_0}\right)^2} \right] \quad (34).$$

торфа здесь W — влажность торфа, P — производительность пресса в $м^3/час$ чистой работы и P_0 — такая же производительность, послужившая основой для выработки формулы (28 $м^3/час$).

3. Зависимость мощности от диаметра камеры пресса и скорости выхода торфа из мунштука:

$$A = K \left(1 + 2 \sqrt[3]{v^2} \right) D^2 \quad (35).$$

где K = от 50 до 60

v — скорость выхода торфа из мунштука $м/сек.$

D — диаметр камеры в метрах.

¹ Р. И. Гехт. Очередные задачи торфяной техники. „Торфяное дело“ № 1, 1927 г.

² И. В. Зайцев. Результаты исследования работы элеваторных установок и сводные данные о работе механизированных установок в сезоне 1925 года. „Торфяное дело“, № 8, 1926 г.

Так как испытывались прессы Дениса (т. е. с одинаковым D), то, очевидно, что последняя формула (35) пытается придать этим подсчетам некоторый характер универсальности. Поскольку всегда имеет место соотношение

$$K > A$$

то формулы (34) и (35) можно переписать в виде такого выражения:

$$A = K \left[1 + (9,5 - 0,1W) \sqrt[3]{\left(\frac{P}{28}\right)^2} \right] (1 + 2\sqrt[3]{v^2}) D^2 \quad (36).$$

Отсюда можно написать, что

$$K (1 + 2\sqrt[3]{v^2}) D^2 = 10 \quad (37).$$

и, следовательно, определить значения K для данного случая.

Попробуем сделать это, базируясь на упомянутых уже испытаниях Инсторфа¹.

Соответствующие подсчеты приведены в табл. 69. Заметим, что диаметр камеры прессы Дениса $D \cong 0,47$ м, мундштуки на машинах имели сечение 134×135 мм, т. е. $F = 0,018$ м².

Очевидно, что в таком случае скорость торфа при выходе из мундштука будет:

$$v = \frac{P}{3600 F} = \frac{P}{3600 \cdot 0,018} = \frac{P}{64,8} \text{ м/сек.} \quad (38).$$

Таблица 69

№№	Влажность торфа W в процентах	Прозв. прессы в час чистой работы P м ³	Фактически затрачиваемая на работу всей установкой мощность (без холостого хода) A_1 кв	Коэффициент K (по формуле 39)	Мощность на переработку A кв (по формуле 36)	Тоже на 1 м ³ выработки торфа	$\frac{A}{A_1}$
1	81,8	20	27,6	23,7	20,5	1,03	0,74
2	82,1	34	45,2	19,8	24,7	0,73	0,55
3	82,7	39	50,3	18,8	25,4	0,65	0,50
4	82,9	36	43,9	19,3	24,3	0,68	0,55
5	83,5	36	32,0	19,3	23,7	0,66	0,74
6	84,3	31	36,9	20,5	22,5	0,73	0,61
7	85,5	28	26,9	21,3	19,5	0,70	0,73
8	86,3	42	34,9	18,2	21,4	0,51	0,61
9	86,3	37	29,2	19,1	20,4	0,55	0,70
10	87,7	48	24,5	17,2	20,4	0,43	0,83
11	87,8	42	20,2	18,2	19,4	0,46	0,96
Среднее	84,6	35,7	33,8	19,6	22,0	0,62	0,65

Подставляя значение D в выражение (37) и решая его относительно K , найдем, что величину этого коэффициента можно определить из зависимости

$$K = \frac{45,5}{1 + 2\sqrt[3]{v^2}} \quad (39)$$

т. е. величина K является функцией скорости выхода торфа из мундштука прессы.

¹ „Торфяное дело“ № 8, 1926 г.

Трудно, конечно, судить о пригодности данной формулы, поскольку при испытаниях расход энергии на пресс отдельно не определялся. Так, инж. И. В. Зайцев вообще бракует данные формулы¹, доказывая, что они неправильно составлены.

Конечно, так просто ставить вопрос нельзя. От формулы эмпирической, в первую очередь, надо требовать правильного отображения действительности; если это так, то формула может быть полностью применена для технических подсчетов.

О правильности или неправильности данной формулы (как и всех подобных формул) можно отчасти судить косвенным путем.

Известно, например, что с увеличением влажности торфа резать его и перемешивать значительно легче.

Выбрав из табл. 69 данные о расходе энергии на 1 м³, мы получаем такую картину (табл. 70).

Таблица 70

Влажность в процентах	81—82	82—83	83—84	84—85	85—86	86—87	87—88
Расход энергии по прессу на 1 м ³ /кат/час	1,03	0,69	0,66	0,73	0,70	0,53	0,45
То же по всей установке (по непосредственным испытаниям)	1,38	1,28	0,89	1,19	0,96	0,81	0,50
Отношение расхода энергии пресса ко всей установке	0,75	0,54	0,74	0,61	0,73	0,65	0,90

Как видим, цифры, получаемые в результате применения формулы (36), соответствуют вышеприведенному правилу, равно как ему соответствуют и полученные в результате непосредственных испытаний данные о расходе энергии на 1 м³ по установке в целом. Больше того, почти во всех случаях есть более или менее постоянное соотношение между обеими цифрами.

Действительно, средняя арифметическая для данного ряда будет $0,70 \pm 0,03$ (для соответствующего столбца табл. 69 — $0,65 \pm 0,03$) и квадратическое отклонение $\pm 0,12$ (для табл. 69 $\pm 0,14$). Таким образом резко выпадает только одна цифра 0,90 — 14,3% (для табл. 69 одна цифра $0,96 - 9,1\%$).

Эти соотношения говорят о некоторой достоверности формулы (36) и возможности пользования ею, как первым приближением.

К сожалению, Р. И. Гехт, ограничившись наброском формулы, не довел работы до конца.

Мы остановились так подробно на работе Р. И. Гехта, поскольку последняя явилась первой попыткой определения расхода энергии на торфяной пресс в зависимости от свойств торфа.

Однако она не учитывает как ряда этих последних (напр., ботанического вида и степени разложения), так и особенностей работы пресса (напр., количества оборотов прессового вала). Помимо этого она пригодна только для пресса Дениса (для которого и выведена).

Впрочем, последний недостаток будет свойственен всем эмпирическим формулам (узость области применения).

Дальнейшая работа в этой области была выполнена инж. В. Н. Головиным (Украинторф) в 1930/32 гг.²

¹ И. Зайцев. К статье инж. Р. И. Гехт „Очередные задачи торфяной техники“ (письмо в редакцию). „Торфяное дело“, № 3, 1927 г.

² В. Н. Головин. Расход энергии на торфяной пресс. „Торфяное дело“, № 1, 1934 г.

Последним испытывались прессы системы Анреп-Коппеля, Ляуданского и, главным образом, наиболее интересующий нас пресс Рогова.

Для прессы системы Анреп-Коппеля на осоковом и древесно-осоковом торфе со степенью разложения от 70 до 90% и влажностью 91,65% были получены следующие результаты (табл. 71).

Таблица 71

Производительность м ³ /час	0	15,3	22,3	31,8	39,5	45,8	52,9	59,3
Расход энергии в НР.	4,7	8,6	8,7	12,4	15,0	13,8	15,6	15,8

Количество оборотов прессового вала было при этом 213 в минуту.

Попробуем применить здесь формулу Р. И. Гехта. Для производительности 39,5 м³/час расход энергии на переработку 15,0—4,7 = 10,3 НР или 7,6 квт/часов (табл. 71).

Диаметр камеры прессы Анреп-Коппель 0,4 м, размер мундштука 0,133 × 0,133 м.

Тогда линейная скорость выхода торфа из мундштука при заданной производительности будет:

$$v = \frac{P}{3600 - 0,133 \cdot 0,133} = \frac{39,5}{63,6} = 0,62 \text{ м/сек.}$$

Коэффициент K для данного случая (если в формулу (37) подставить $D^2 = 0,16$)

$$K = \frac{62,5}{1 + 2\sqrt[3]{v^2}} = 25,4.$$

Подставляя известные нам величины в формулу (36), получим требуемую мощность на переработку 14,2 квт, т. е. почти в два раза больше, чем найдено выше (7,6 квт).

Как видим, формула Р. И. Гехта в данном случае оказывается совершенно непригодной.

Отчасти это объясняется упомянутой выше применимостью формулы именно к тому прессу, для которого она выведена, но главным образом — недоучетом ряда факторов, о чем было сказано ранее.

Так, потребляемая мощность увеличивается с уменьшением степени разложения. Между тем степень разложения испытанного торфа была весьма велика — 70—90%, вдвое превышая степень разложения шатурского торфа.

Количество оборотов прессового вала было значительно ниже нормального (213 против 250—275); между тем, чем ниже число оборотов, тем меньше потребляемая мощность.

Так, для холостого хода прессы Рогова В. Н. Головин нашел такую зависимость (для пределов от 150 до 300 об/мин):

$$N_x = 0,01065 n - 0,22 \text{ НР} \quad (40).$$

Недостатки формулы Р. И. Гехта значительно устранены В. Н. Головиным при выводе им своей формулы для определения мощности, потребляемой прессом И. А. Рогова (при центральном угле 90°, обычно применяемом на практике). Формула эта имеет следующий вид:

$$N_{np} = \varepsilon \frac{100 - W}{100} \left\{ 0,01 n + (1 - 0,0062 z) \left[23,5 + \right. \right. \\ \left. \left. + 0,00001204 \cdot (Q - 95 - 0,5 z)^3 \right] \sqrt{n} \right\} + N_x \quad (41).$$

В этой формуле отдельными буквами обозначены такие величины:
 ϵ — коэффициент ботанического состава, равный для осоково-тростникового торфа 1,0 и для волокнистого гипново-осокового торфа 1,1;

W — влажность в процентах и z — степень разложения, также в процентах. Так как расход энергии уменьшается с возрастанием этих величин, они входят в формулу с отрицательным знаком;

n — количество оборотов прессового вала в минуту.

При этом член $0,01n$ выражает влияние трения вращающейся массы при заполненном, но не подающем торфа прессе.

Наблюдения показали, что зависимость потребляемой мощности от числа оборотов при постоянной производительности выражается показательной функцией $N = Kn^x$, где x близко к 0,5. Поэтому в формулу (по указанию автора — „как первое приближение“) вводится множитель \sqrt{n} .

Наконец Q — чистая производительность пресса в $м^3/час$. Влияние ее (или скорости выхода торфа из мундштука, как величины, прямо пропорциональной производительности) характеризуется функцией третьего порядка.

Как указывает В. Н. Головин, это согласуется с теоретическими предпосылками, так как расход энергии в значительной части определяется работой выталкивания.

Последняя же пропорциональна произведению давления в горловине на скорость продвижения массы.

„А допуская по аналогии с движением жидкостей, что изменение давления пропорционально квадрату скорости течения, приходим к выводу, что работа выталкивания пропорциональна кубу скорости выхода массы, или, что то же, кубу мгновенной производительности“.

N_x — расход энергии на холостой ход, находимый по формуле (40).

Попробуем найти мощность, потребную для пресса И. А. Рогова в условиях, в которых испытывался пресс Анреп-Коппеля (см. выше), приняв степень разложения $(70 + 90) : 2 = 80\%$.

Тогда $\epsilon = 1,0$, $W = 91,65\%$, $z = 80\%$, $n = 213$ и $Q = 39,5 м^3$.

Расход энергии на холостой ход (по формуле 40)

$$N_x = 0,01065 \cdot 213 - 0,22 = 2,05 \text{ НР.}$$

Подставляя все данные в формулу (41), найдем

$$N_{пр} = 1,0 \frac{100 - 91,65}{100} \left\{ 0,01 \cdot 213 + (1 - 0,0062 \cdot 80) \left[23,5 + 0,00001204 \cdot (39,5 - 95 - 0,5 \cdot 80)^3 \right] \sqrt{213} \right\} + 2,05 = 8,2 + 2,05 = 10,25 \text{ НР.}$$

Сравним найденную величину с соответствующей цифрой для пресса Анреп-Коппеля $N_{пр} = 10,3 + 4,7 = 15 \text{ НР}$.

Как видим, пресс Рогова при одинаковой производительности требует меньшего расхода энергии, чем прессы так называемых „старых“ систем — это его преимущество (правда, в значительной мере объясняемое ухудшением переработки, о чем говорилось выше).

Попробуем теперь определить, какой процент энергии в том же прессе Рогова расходуется непосредственно на резание торфа.

Для этого воспользуемся работой Украинсторфа по аналогичному вопросу¹.

Исследуя величину сопротивления торфа резанию, инж. В. А. Силин пришел к таким выводам:

¹ В. А. Силин. Опытное определение коэффициентов сопротивления торфа резанию. Украинсторф, рукопись 1936 г.

- 1) сопротивление это зависит как от состава торфа, так и от условий резания (толщины стружки, угла наклона ножа и бокового отрыва);
- 2) сопротивление резанию приблизительно обратно пропорционально степени разложения торфа;
- 3) сопротивление резанию обратно пропорционально влажности;
- 4) зольность в пределах $\leq 20\%$ на абсолютно сухое вещество заметного влияния не оказывает;
- 5) сопротивление резанию растет приблизительно прямо пропорционально толщине стружки;
- 6) с увеличением угла наклона ножа сопротивление резанию растет;
- 7) сопротивление стружки боковому отрыву не является функцией сопротивления торфа резанию стружки.

Абсолютная величина сопротивления боковому отрыву стружки тем больше, чем больше толщина стружки и чем меньше степень разложения. Относительная же величина сопротивления (на единицу площади сечения стружки) уменьшается.

8) Суммарное сопротивление резанию, вследствие неравномерной структуры торфа, колеблется в пределах от 0,8 до 1,2 нормального сопротивления.

Легко видеть, что здесь (как это и следовало ожидать) имеют место те же основные зависимости, с которыми мы встретились при выяснении количества энергии, потребляемой прессом при переработке торфа.

Рассматривая аналитически процесс резания торфа, В. А. Силин дает следующую схему (рис. 9).

При погружении ножа прежде всего возникает лобовое сопротивление врезыванию (в пределах опускания ножа от 0 до 1 см). Величина этого сопротивления сравнительно незначительна и во всех опытах Украинсторфа колебалась от 0,1 до 0,2 кг/пог. см лезвия ножа.

Для подсчетов величину этого сопротивления можно принять

$$\sigma_{cp} = 0,15 \text{ кг/пог. см.}$$

В дальнейшем возникает боковое трение ножа о торф. Со стороны основной массы торфа это трение равно μN , где μ — коэффициент трения и N — давление на нож сжатых слоев торфа, причем

$$N = \sigma_{сж} F = \sigma_{сж} H L$$

где $\sigma_{сж}$ временное сопротивление сжатию, F — площадь давления, H — глубина погружения ножа в см и L — длина ножа в см. Если принять $L = 1$, то $N = \sigma_{сж} H$.

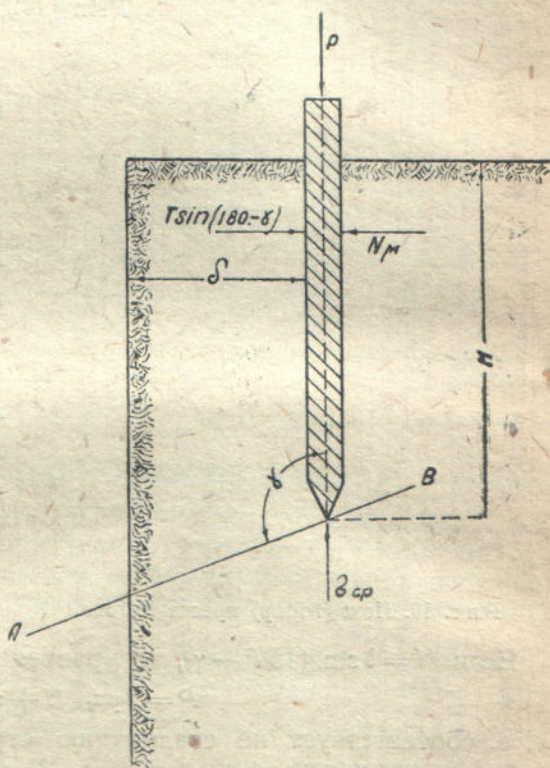


Рис. 9. Схема усилий при резании торфа.

Отрезаемая стружка отгибается в сторону у острия лезвия ножа, причем сечение стружки сжимается силой

$$T = \sigma_{сж} \delta L$$

где δ — толщина стружки в см.

Если же $L = 1,0$ то $T = \sigma_{сж}$.

Обозначим угол между лезвием ножа и плоскостью скалывания AB через γ . Тогда можно написать, что срезаемая стружка сопротивляется повороту с силой, равной

$$T \sin (180^\circ - \gamma).$$

Можно также считать, что с этой силой стружка прижимается к ножу, причем возникает сила трения

$$\mu T \sin (180^\circ - \gamma).$$

Зная все это, можно написать уравнение:

$$P - \sigma_{ср} - \mu N - \mu T \sin (180^\circ - \gamma) = 0$$

или

$$P = \mu [N + T \sin (180^\circ - \gamma)] + \sigma_{ср}.$$

Заменив N и T их значениями, получим

$$P = \mu [\sigma_{сж} H + \sigma_{сж} \delta \sin (180^\circ - \gamma)] + \sigma_{ср}$$

или, окончательно,

$$P = \mu \sigma_{сж} [H + \delta \sin (180^\circ - \gamma)] + \sigma_{ср} \text{ кг/см} \quad (42)$$

Это уравнение нас интересует вот с какой стороны.

Рис. 10. Нож (топор) пресса Рогова.

Если $H = \delta \sin (180^\circ - \gamma)$, то уравнение (42) принимает вид

$$P = 2 \mu \sigma_{сж} H + \sigma_{ср} \text{ кг/см} \quad (43)$$

т. е. соответствует не скалыванию стружки, а простому врезанию ножа в торфяную массу.

Угол γ для грунтов равен $130-135^\circ$. Тогда, очевидно, соотношение примет вид:

$$H = \delta \sin 50^\circ = 0,766 \delta \text{ или}$$

$$H = \delta \sin 45^\circ = 0,707 \delta.$$

На рис. 10 показан нож пресса И. А. Рогова (полусхематично). Беря значение $H = 120$ мм, получим предельную толщину стружки $157-170$ мм. При большей толщине стружки отрезывания, как такового, нет, и мы имеем дело с врезанием ножа в торфяную массу.

Какова же толщина стружки для пресса Рогова? Прежде всего необходимо отметить, что толщина стружки, о которой мы говорим, и толщина слоя, на который режется торф (табл. 67) — далеко не одно и то же.

Действительно, торф можно разрезать на какие угодно тонкие слои, однако пока они продолжают прилегать друг к другу, скалывания не будет. Следовательно, стружкой в данном случае можно считать только слой торфа, помещающийся между двумя ножами, находящимися в одном и том же положении.

При центральном угле между ножами 90° этот слой торфа будет равняться учетверенной толщине ножа, т. е.

$$(40 + 55) \cdot 4 = 380 \text{ мм.}$$

При наибольшем угле—180° толщина слоя будет $(40 + 55)2 = 190$ мм—наименьшая возможная.

Так как $190 > 170$, то очевидно, что при работе торфяного пресса будет не срезание стружек или слоев торфа, а врезание ножей в торфяную массу.

Следует заметить, что при работе торфяного пресса мы не имеем дела с прямым ножом, работу которого рассмотрели только что.

Нож пресса правильнее рассматривать как полуклин, причем низ его имеет угол к вертикали 45° и основная часть—11°; средний же угол 19°15'.

Для клина сопротивление резанию на 1 см длины ножа будет:

$$P = 2N\left(\mu + \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}\right) + \sigma_{\text{ср}} \quad (44),$$

где N —давление на нож сжатых слоев торфа, μ —коэффициент трения, β —угол острия клина и $\sigma_{\text{ср}}$ —лобовое сопротивление врезыванию.

Для полуклина сопротивление резанию будет

$$P = N\left(\mu + \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}\right) + \sigma_{\text{ср}} \quad (45),$$

учитывая, что $\frac{\beta}{2} = \alpha$ (углу нашего ножа) и следовательно,

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 19^{\circ}15' = 0,349 \text{ и}$$

что $N = \sigma_{\text{сж}} H$, окончательно можем написать—

$$P = \sigma_{\text{сж}} H(\mu + 0,349) + \sigma_{\text{ср}} \text{ кг/см} \quad (46).$$

В упомянутой выше нашей работе по трению для полированного железа были получены цифры, приведенные в таблице 72 (ножи пресса Рогова—литая сталь, но можно полагать, что разница будет незначительна, в особенности после того, как ножи обработаются и отполируются в процессе работы).

Таблица 72

Процент влажности	Степень разложения в процентах							
	10	20	30	40	50	60	70	80

А. Непереработанный торф

82	0,495	0,595	0,670	0,715	0,750	0,770	0,785	0,795
83	0,495	0,595	0,670	0,715	0,750	0,770	0,785	0,795
84	0,495	0,595	0,670	0,715	0,750	0,770	0,785	0,795
85	0,500	0,600	0,675	0,720	0,755	0,775	0,790	0,800
86	0,510	0,610	0,685	0,730	0,765	0,785	0,800	0,810
87	0,520	0,620	0,695	0,740	0,775	0,795	0,810	0,820
88	0,545	0,645	0,720	0,765	0,800	0,820	0,835	0,855
89	0,570	0,670	0,745	0,790	0,825	0,845	0,860	0,880

Б. Переработанный торф

82	1,240	1,180	1,120	1,070	1,030	1,000	0,980	0,970
83	1,200	1,140	1,080	1,030	0,990	0,960	0,940	0,930
84	1,170	1,110	1,050	1,000	0,960	0,930	0,910	0,900
85	1,140	1,080	1,020	0,970	0,930	0,900	0,880	0,870
86	1,120	1,060	1,000	0,950	0,910	0,880	0,860	0,850
87	1,100	1,040	0,980	0,930	0,890	0,860	0,840	0,830
88	1,100	1,040	0,980	0,930	0,890	0,860	0,840	0,830

Цифровые значения временного сопротивления сжатию $\sigma_{сж}$ были определены В. Силиным для переработанного торфа. Им было найдено, что величина $\sigma_{сж}$ не постоянна и зависит от влажности и степени разложения (при возрастании влажности и степени разложения $\sigma_{сж}$ уменьшается).

Обработав путем интерполяции цифры, полученные В. Силиным, мы составили таблицу значений $\sigma_{сж}$, пригодную для практических целей (табл. 73).

Таблица 73

Процент влажности	Степень разложения в процентах	10	20	30	40	50	60
		82	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
83	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	
84	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	
85	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	
86	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	
87	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	
88	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	

При опытах с переработанным торфом В. А. Силин выяснил, что в процессе резания $\sigma_{сж}$ выражает тенденцию к росту: дело в том, что по мере погружения ножа в торф, прилегающие к режущей плоскости слои торфа несколько уплотняются; более того — это уплотнение продолжается и после того, как нож погрузится на свою полную высоту.

Учитывая как это явление, так и неравномерность структуры торфа, в формулу (46) необходимо ввести упомянутый ранее коэффициент 1,2 и тогда она окончательно примет вид:

$$P = 1,2 [\sigma_{сж} H (\mu + 0,349)] + \sigma_{ср} \text{ кг/см} \quad (47).$$

В дальнейшем для расчетов возьмем низинный торф с влажностью 85% и степенью разложения 50%.

Согласно табл. 72 коэффициент трения

$$\mu_n = 0,755 \text{ и } \mu_p = 0,930$$

т. е. при переработке возрастает в 1,23 раза.

Для того, чтобы зависимости табл. 72 сделались более понятными, мы должны опять вернуться к упомянутой работе по коэффициенту трения.

Здесь были установлены такие основные зависимости.

А. Переработанный торф. 1. С увеличением влажности коэффициент трения увеличивается (очевидно, играет роль поверхностное натяжение тонкого слоя воды, выступающей из торфа и находящейся между последним и ножом).

2. С увеличением степени разложения коэффициент трения (для металлов) увеличивается — торф как бы прилипает к ним.

Б. Переработанный торф. 1. Для переработанного торфа коэффициент трения в общем выше, нежели для переработанного (силы молекулярного сцепления здесь больше, в связи с мелкоструктурностью переработанного торфа).

2. С увеличением влажности и степени разложения коэффициент трения уменьшается (повидимому, переработанный торф при этом приобретает текучесть).

Эти зависимости и отражены (для частного случая — „полированное железо“) в табл. 72.

Возвращаясь к временному сопротивлению сжатию (табл. 73), необходимо отметить, что с увеличением степени разложения оно резко падает (значительно большей степени, нежели с увеличением влажности).

Так, при разных влажностях это сопротивление при степени разложения 60% составляет только от 0,5 до 0,6 сопротивления при степени разложения 10%.

Мы знаем, что переработка придает торфу физические свойства хорошо разложившегося торфа; таким образом для переработанного торфа величина $\sigma_{сж}$ должна уменьшиться.

С вполне достаточной точностью можно считать, что это уменьшение компенсирует увеличение коэффициента трения.

Поэтому для подсчетов можно пользоваться обеими величинами, выведенными для непереработанного торфа.

Подставляя имеющиеся у нас для выбранного торфа значения в формулу (47), получим:

$$P = 1,2 [0,14 \cdot 12(0,755 + 0,349)] + 0,15 = 2,38 \text{ кг/см.}$$

А так как длина ножа пресса Рогова $L = 15,4 \text{ см}$ (см. рис. 10), то окончательное усилие, приходящееся на один нож, будет:

$$2,38 \cdot 15,4 = 36,65 \text{ кг}$$

и на все 12 ножей пресса

$$36,65 \cdot 12 = 439,8 \approx 440 \text{ кг.}$$

Полная высота ножа пресса Рогова — 294 мм, в том числе 140 мм — полный диаметр втулки. Благодаря очертанию лезвия ножа по касательной к втулке, при вращении вала нижняя точка лезвия описывает окружность с $R = 80,5 \text{ мм}$ и верхняя — окружность с $R = 251 \text{ мм}$. Радиус же окружности, описываемой средней (расчетной) точкой лезвия, будет $R = 166 \text{ мм}$ и длина этой окружности

$$l_1 = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,166 = 1,04 \text{ м.}$$

И. А. Рогов полагал, что его пресс должен работать с числом оборотов $n = 300$, однако фактически обычное число оборотов (по крайней мере на торфоразработках УССР) равняется 240 в минуту.

Следовательно, в секунду вал будет делать 4 оборота, и секундный путь, проходимый средней точкой лезвия ножа, будет равняться

$$1,04 \text{ м} \times 4 = 4,16 \text{ м.}$$

Полная же работа всех 12 ножей, очевидно, составит

$$440 \times 4,16 = 1830,4 \text{ кг/м}$$

или потребляемая мощность

$$1830,4 : 75 = 24,4 \text{ НР.}$$

Эту же мощность можно подсчитать и несколько иначе.

Как уже говорилось, окружное усилие на все 12 ножей равняется $P = 440 \text{ кг}$ и средний радиус ножей $R_{ср} = 16,6 \text{ см}$. Тогда крутящий момент

$$M_{кр} = P \cdot R_{ср} = 440 \cdot 16,6 = 7304 \text{ кг/см}$$

и, следовательно, потребная мощность при числе оборотов $n = 240$ в минуту будет равняться

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{71620} = \frac{7304 \cdot 240}{71620} = 24,48 \approx 24,5 \text{ НР.}$$

Это максимальная потребность в мощности. Наименьшая будет равняться $(24,5 : 1,2) 0,8 = 16,3$ НР и средняя $(24,5 + 16,3) : 2 = 20,4$ НР.

Само собой разумеется, что подобный подсчет справедлив лишь в случае работы торфяного пресса полным сечением (максимальная производительность).

Производительность пресса в таких условиях (максимальная теоретическая производительность) может быть определена по общей формуле

$$Q = 60 F a h s \psi n \quad (48)$$

где Q — производительность в $m^3/час$ чистой работы;

F — площадь сечения пресса. Для пресса Рогова сечение пресса $F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,456^2}{4} = 0,165 m^2$. Если из этой величины отнять сечение

вала ($d = 105$ мм) — $0,009 m^2$, то полезное сечение будет $F = 0,156 m^2$;

a — количество ножей в условном шаге (360°); в случае центрального угла $90^\circ a = 4$;

h — величина подачи на 1 нож (шаг ножа) — 40 мм — $0,04$ м;

s — коэффициент скольжения по ножу. По исследованиям инж. В. А. Силина (Укринсторф) $s \cong 0,5$;

ψ — коэффициент заполнения, в данном случае равный $1,0$;

n — количество оборотов в минуту (в данном случае 240).

В нашем случае:

$$Q = 60 \cdot 0,156 \cdot 4 \cdot 0,04 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 240 = 180 m^3/час$$

(Если принять $s = 1,0$, производительность получится $Q = 360 m^3/час$. Напомним, что И. А. Рогов сам („Литература“, 39) для своего пресса определил теоретическую производительность равной $385 m^3/час$).

Для нашей производительности $180 m^3/час$ чистой работы потребляемая мощность по формуле (41) составит

$$N = 42,2 + 2,35 \text{ НР.}$$

Выходит, что на работу резания тратится от $38,6\%$ до 58% мощности, потребляемой прессом.

Мощность, расходуемая на работу ножей при всех углах между последними, будет величиной постоянной (как это легко видеть из всего предыдущего подсчета).

Куда же идет остальная часть энергии? Инж. В. Н. Головин по этому поводу говорит¹: „из этой энергии большая часть (до 70%) затрачивается на проталкивание массы через мундштук, главным образом на преодоление трения о стенки. Можно считать, что на полную работу измельчения и формования² тратится около $30-40\%$, т. е. коэффициент полезного действия не превосходит $0,3-0,4$ “.

Роль мундштука подробно освещена в весьма интересной работе инж. Н. А. Ушкова („Литература“, 19).

Испытание проводилось на Шатурском болоте (торф осоковый, верхние $0,3$ м — молодой сфагновый) с прессом сист. Денис с дробителем.

В результате приведенных им работ инж. Н. А. Ушков считает возможным высказать следующее (стр. 9—13): „из предыдущих наблюдений выяснилось, что доминирующим фактором, определяющим нагрузку машины, является мундштук, благодаря сопротивлению которого создается то или иное давление как в нем самом, так и в полости проталкивающих торф винтовых лопастей, и, как будто бы затрата силы на самое перемешивание и измельчение торфа сравнительно незначительна и не зависит от

¹ В. Н. Головин. Конспект по курсу торфяных машин. Издано на стеклографе Киевским Горно-геологическим институтом. Киев, 1931 г.

² Ошибка в тексте: вместо „формования“ надо „размешивания“. Автор.

изменения производительности машины, по крайней мере при тех колебаниях ее, какие имели место при опытах (от 3,35 до 7,1 в секунду).

На основании сказанного можно предположить, что и изменение числа стоек и топоров в наборе пресса не окажет заметного влияния на нагрузку машины... (инж. Н. А. Ушковым было произведено соответствующее испытание (прим. автора).

... Приходится заключить, что высказанные ранее предположения имеют основания и что даже значительное изменение числа стоек и топоров (на 6 из 14) действительно почти не отражается на нагрузке машины и, следовательно, на измельчение и перемешивание торфа в данном „прессе“ тратится весьма малая энергия...

... Заключаем, что собственно на переработку торфа, его дробление, перемешивание и растирание тратится всего около 15 НР. Не будучи вполне точной (в зависимости от неточности приборов), эта цифра все же близка к истине и показывает, насколько невелика та энергия, которая необходима для самой переработки торфа даже в современных машинах“.

Таким образом по мнению указанных авторов основная масса энергии расходуется на проход торфа через мундштук.

Попробуем теперь найти этот расход.

Прежде всего попробуем сделать это теоретически.

Что из себя представляет мундштук (при этом его надлежит рассматривать вместе с горловиной, т. е. рассматривать всю суживающуюся часть пресса)?

Строго говоря — это насадка на трубу (каковой служит кожух пресса), отличающаяся от обычных конически-сходящихся насадок лишь тем, что входное отверстие ее круглое, выходное же — четырехугольное.

Однако, в виде первого приближения можно принять, что горловина с мундштуком представляют конически-сходящуюся насадку.

Дальнейшие рассуждения будем вести в основном применительно к расчетам брандспойтов (пожарных насосов или насосов высокого давления гидроторфа¹).

Мощность, необходимую для подачи торфа через мундштук пресса, можно определить аналогично определению мощности насоса, т. е. по формуле

$$N = \frac{1000QH}{75\eta_{ш}} \quad (49)$$

где N — мощность в НР,

Q — производительность $м^3/сек.$,

H — потеря напора в метрах,

$\eta_{ш}$ — опытный коэффициент, в данном случае учитывающий потери в механизме (коэффициент полезного действия нагнетающего шнека).

Очевидно, что для нахождения N необходимо знать величину сопротивлений при движении торфа через горловину и мундштук или, что то же самое, потери напора при этом движении.

Эти потери определяются по формуле

$$N = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h \quad (50)$$

где h_1 — потери напора в результате трения о стенки трубопроводов разного диаметра и длины,

h_2 — потери напора от перемены направления движения массы,

h_3 — потери напора от сжатия в сходящихся переходах,

h_4 — потери напора от встречающихся препятствий,

h_5 — потери напора от сжатия струи в мундштуке.

Эти потери подсчитываются следующим образом.

¹ И. Н. Глыбовский. Машины гидроторфа и его водопроводное и массопроводное оборудование. Выпуск I. М.-Л.-НС. 1933 г., стр. 54—60.

1. Потери напора в результате трения. Эти потери подсчитываются по известной формуле Вейсбаха

$$h_1 = \mu \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (51)$$

где L — длина трубопровода в метрах,
 d — диаметр его в метрах,
 v — скорость в м/сек,
 g — ускорение силы тяжести 9,81 м/сек²,
 μ — коэффициент трения.

В торфяных прессах мы имеем дело с необработанным чугуном литьем, причем в горловине и мундштуке движется уже переработанный торф. Этот коэффициент можно брать из табл. 74, составленной нами („Литература“, 40).

Таблица 74

Степень разложения в процентах	Влажность в процентах							
	10	20	30	40	50	60	70	80
82	1,600	1,450	1,320	1,200	1,110	1,030	0,980	0,950
83	1,540	1,390	1,260	1,140	1,050	0,970	0,920	0,890
84	1,470	1,320	1,190	1,070	0,980	0,900	0,850	0,820
85	1,420	1,270	1,140	1,020	0,930	0,850	0,800	0,770
86	1,370	1,220	1,090	0,970	0,880	0,800	0,750	0,720
87	1,340	1,190	1,060	0,940	0,850	0,770	0,720	0,690
88	1,310	1,160	1,030	0,910	0,820	0,740	0,690	0,660

2. Потери напора от перемены направления движения подсчитываются по формуле

$$h_2 = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad (52)$$

где v — скорость в м/сек в прямой части трубы,
 g — ускорение силы тяжести 9,81 м/сек²,
 ζ — коэффициент Вейсбаха, зависящий от угла перелома,
 δ , диаметр канала d и радиуса закругления колена R (считая его по средней линии).

$$\zeta = \frac{\delta^2}{90^\circ} \zeta_1 \quad (53)$$

причем ζ_1 находится из табл. 75.

Таблица 75

$\frac{d}{2R}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ζ_1	0,131	0,138	0,158	0,206	0,295	0,440	0,661	0,977	1,408	1,978

В случае же колена без закругления ζ определяется непосредственно из табл. 76.

Таблица 76

Угол излома δ°	160	140	120	100	90	80	60	40
ζ	0,046	0,139	0,364	0,740	0,984	1,260	1,861	2,431

3. Потеря напора от сжатия в сходящихся переходах подсчитывается по формуле, аналогичной с предыдущей

$$h_s = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad (54)$$

коэффициент ζ определяется по табл. 77 в зависимости от угла α° сходящегося конуса.

Таблица 77

α°	ζ	α°	ζ	α°	ζ
7	0,16	35	0,26	65	0,33
10	0,16	40	0,28	70	0,34
15	0,18	45	0,30	75	0,34
20	0,20	50	0,31	80	0,35
25	0,22	55	0,31	85	0,36
30	0,24	60	0,32	—	—

4. Потеря напора от сжатия струи подсчитывается по формуле (53), но v — секундная скорость в момент выхода массы из мундштука, а коэффициент ζ для насадок, дающих сжатую струю, и для мундштуков брандспойтов принимается равным 0,06.

5. Потери напора в результате сопротивления, оказываемого встречающимися препятствиями. Эти потери можно принять аналогичными потерям в результате наличия задвижки в трубопроводе.

Для определения этих потерь применяется та же формула (54), однако коэффициент ζ находится в зависимости от отношения высоты препятствия (задвижки) b к диаметру трубопровода d по табл. 78.

Таблица 78

$\frac{b}{d}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
ζ	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8

Необходимо сделать одно общее замечание. Все значения коэффициента ζ в табл. 51—54 вычислены для воды.

Чем больше вязкость жидкости и трение ее по трубам, тем больше должны быть величины этих сопротивлений. Исходя из этого, можно считать, что для торфа указанные значения ζ должны возрасти пропорционально отношению $\mu_t : \mu_v$, т. е. отношению коэффициентов трения для торфа и для воды.

Перейдем теперь к конкретным подсчетам для пресса Рогова, рассматривая отдельные части его (рис. 11).

А. Сопротивления в горловине. Горловина пресса Рогова сделана из чугуна. Длина ее 0,546 м, сечение у входа (см. выше) — 0,156 м² и сечение у выхода (четыреугольное) — 0,052 м².

Среднее сечение горловины, очевидно, 0,104 м² и условный диаметр этого среднего сечения 0,365 м.

При часовой производительности 180 м³ секундная производительность будет 0,05 м³ и скорости

при входе	0,32 м/сек
• выходе	0,96 "
средняя	0,48 "

Для торфа со степенью разложения 50% и влажностью 85% (переработанного) коэффициент трения по чугуну по табл. 74 будет 0,93.

Для воды (по формуле Дарси) коэффициент трения

$$\mu = 0,01989 + \frac{0,0005078}{d} = 0,01989 + \frac{0,0005078}{0,365} = 0,02$$

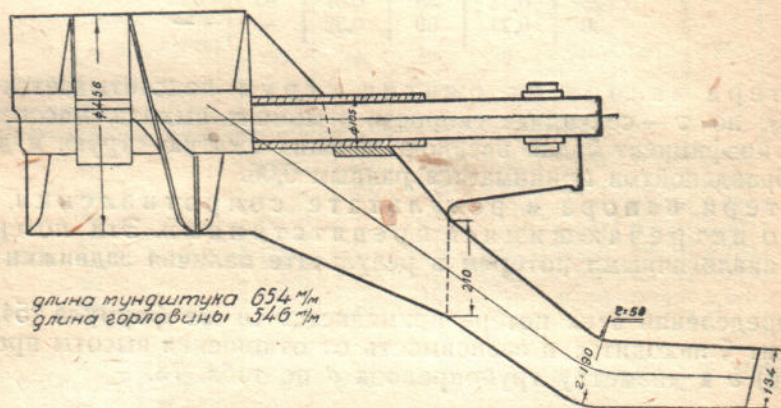
и соответствующее отношение

$$0,93 : 0,02 = 46,5.$$

При движении через горловину бывают такие потери.

1. В результате трения. По формуле (51) находим

$$h_1 = 0,93 \cdot \frac{0,546}{0,365} \cdot \frac{0,48^2}{19,62} = 0,163 \text{ м.}$$



Р и с. 11. Горловина и мундштук пресса Рогова.

2. От перемены направления движения. Эти потери будут в двух местах:

а) при переходе от кожуха в горловину ($\angle \delta = 145^\circ$);

б) " " " " горловины в мундштук ($\angle \delta = 176^\circ$).

Оба перехода без закруглений, почему для нахождения ζ пользуемся табл. 76 и формулой (52):

а) при переходе от кожуха в горловину

$$h_2 = 0,136 \cdot 46,5 \frac{0,32^2}{19,62} = 0,03 \text{ м.}$$

б) при переходе от горловины в мундштук

$$h_2 = 0,009 \cdot 46,5 \frac{0,96^2}{19,62} = 0,02 \text{ м.}$$

$$\Sigma h_2 = 0,05 \text{ м.}$$

3. От сжатия в коническом переходе. Угол схождения горловины $28^\circ \sim 30^\circ$. По табл. 77 $\zeta = 0,24$. Потери (считая по скорости в меньшем сечении)

$$h_3 = 0,24 \cdot 46,5 = \frac{0,96^2}{19,62} = 0,523 \text{ м.}$$

4. В результате наличия вала и выступа подшипника.
Отношение

$$\frac{b}{d} = 0,27 \sim 0,3, \text{ по табл. 78 } \zeta = 0,34.$$

Расчет ведем по средней скорости

$$h_4 = 0,34 \cdot 46,5 \frac{0,48^2}{19,62} = 0,185 \text{ м.}$$

Общая сумма потерь напора в горловине

$$\Sigma h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0,163 + 0,05 + 0,523 + 0,185 = 0,876 \text{ м.}$$

Б. Сопротивление в мундштуке. Мундштук железный, длиной 0,654 м.
Сечение мундштука (четырёхугольное) у входа 0,052 м² и у выхода — 0,035 м².
Среднее сечение — 0,0435 м² и высота в этом среднем сечении 0,15 м.

Скорости в различных сечениях:

при входе	0,96 м/сек
при выходе	1,43 "
средняя	1,15 "

Коэффициент трения переработанного торфа о железо (табл. 72) также 0,93.
Коэффициент трения для воды

$$\mu = 0,01988 + \frac{0,0005078}{0,15} = 0,02.$$

Отношение коэффициентов 46,5.

При движении торфа через мундштук бывают такие потери.

1. В результате трения. По формуле (51) находим

$$h_1 = 0,93 \frac{0,654}{0,15} \cdot \frac{1,15^2}{19,62} = 0,263 \text{ м.}$$

2. От перемены направления движения. Угол излома 145°, радиусом закругления пренебрегаем, высота в плоскости закругления 0,133 м. Пользуемся формулой (52) и табл. 76.

$$\zeta = 0,136$$

$$h_2 = 0,136 \cdot 46,5 \frac{1,43^2}{19,62} = 0,657 \text{ м.}$$

(сечение в месте излома то же, что и при выходе).

3. От сжатия в коническом переходе. Угол схождения 5°, ζ по табл. 77 — 0,16

$$h_3 = 0,16 \cdot 46,5 \frac{1,43^2}{19,62} = 0,773 \text{ м.}$$

4. При выходе из насадки.

$$h_5 = 0,06 \cdot 46,5 \frac{1,43^2}{19,62} = 0,290 \text{ м.}$$

Общая сумма потерь напора в мундштуке

$$\Sigma h = h_1 + h_2 + h_3 + h_5 = 0,263 + 0,657 + 0,773 + 0,290 = 1,883 \text{ м.}$$

Потери в мундштуке и горловине

$$0,876 + 1,883 = 2,759 \sim 2,76 \text{ м.}$$

Коэффициент полезного действия для шнеков по Hütte¹ 0,12 — 0,15. Примем в данном случае $\eta_{ш} = 0,15$.

Тогда мощность, потребная для продвижения торфа через горловину и мундштук по формуле (49), будет

$$N = \frac{1000 \cdot 0,05 \cdot 2,76}{75 \cdot 0,15} = 12,3 \text{ НР.}$$

Действительная мощность будет больше. Надо учесть, что торфяная масса, входя в горловину, вращается, как и шнек. В месте же входа в мундштук четырехугольного сечения вращение прекращается — остается лишь то линейное движение, для которого сделан приведенный выше подсчет.

Вращение это прекращается в результате прижимания торфяной массы к стенам горловины с силой, равной живой или энергии вращения. Эту силу надо преодолеть, чтобы вытолкнуть торф через горловину.

Энергия движущегося тела равняется

$$\frac{mv^2}{2} \text{ кг/м} \quad (54)$$

где m — масса тела (в данном случае — торфа в горловине) и v — окружная скорость.

Так как вес тела в действительности не сосредоточен в центре тяжести, то правильнее считать энергию

$$J \frac{\omega^2}{2} \quad (55)$$

где J — момент инерции и $\omega = \frac{v}{r}$.

В данном случае возможно удовлетвориться первым способом подсчета, поскольку весь расчет носит в себе определенные элементы приближения. Масса тела может быть определена из выражения

$$m = \frac{\gamma v}{g} \quad (56)$$

где γ — объемный вес (для переработанного торфа можно принять 1,03), v — объем тела. Для пресса Рогова объем тела (торфа в горловине) $0,0592 \text{ м}^3 = 59,2 \text{ дм}^3$,

g — ускорение силы тяжести — $9,81 \text{ м/сек}^2$.

Таким образом в нашем примере масса

$$m = \frac{1,03 \cdot 59,2}{9,81} = 6,21 \text{ кг.}$$

Окружная скорость может быть найдена из выражения

$$v = \frac{2\pi r n}{60} \quad (57)$$

где r — средний радиус вращения, равный половине радиуса кожуха пресса, т. е. $0,114 \text{ м}$,

n — число оборотов в минуту — 240.

Тогда окружная скорость

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,114 \cdot 240}{30} = 2,86 \text{ м/сек.}$$

¹ Hütte, изд. X, 1921 г., стр. 595—597.

и энергия вращающейся массы

$$\frac{6,21 \cdot 2,86^2}{2} = 25,4 \text{ кг/м.}$$

Для преодоления этой живой силы, учитывая коэффициент полезного действия шнека 0,15, нужна мощность

$$N = \frac{25,4}{75 \cdot 0,15} = 2,26 \approx 2,3 \text{ НР}$$

Значит общая мощность, потребная для проталкивания торфа через горловину и мундштук, будет

$$12,3 + 2,3 = 14,6 \text{ НР.}$$

Как видим, эта мощность сравнительно невелика — вопреки предположениям инж. Головина и проф. Ушкова.

Общий баланс энергии, расходуемой на работу торфяного пресса, можно представить в следующем виде (для нашего случая; несколько труднее, но все же возможно было бы составить соответствующие балансы для различной загрузки пресса).

Общий расход энергии — 42,2 НР — 100%.

Расходуется: на выталкивание массы через

горловину и мундштук	14,6 НР — 34,6% \approx 35%
на работу ножей (резание)	20,4 НР — 48,4% \approx 48%
	7,2 НР — 17%
остается на работу размешивания	42,2 НР — 100%

Заметим, что в эти же 7,2 НР входят и другие, не учитываемые сделанным расчетом, сопротивления.

Таким образом мы видим, что треть энергии расходуется вообще непроизводительно, основная же доля энергии идет на работу резания (раздробления), которая, как уже было доказано, дает лишь отрицательный эффект.

Какой же ответ можно дать на поставленный в начале подсчетов настоящий параграф вопрос — является ли торфяной пресс машиной экономной в смысле расходования энергии?

Очевидно отрицательный. Прежде всего, на саму переработку расходуется лишь 65% всей энергии, из которых 70% в свою очередь идет на работу резания, обуславливающую (в случае низинного торфа) получение непрочного, легко крошащегося продукта.

Конечно, предварительное разрезание облегчает дальнейшее размешивание торфа, однако все же можно допустить, что расход энергии на одно размешивание должен быть меньше, нежели на сумму операций: разрезывание + размешивание.

Учитывая все сказанное, очевидно следует прийти к выводу: раз торфяной пресс не дает продукции надлежащего качества и к тому же является крайне неэкономичной машиной, следует в корне изменить самый принцип и технику переработки, в первую очередь отказавшись от применяемых в настоящее время механизмов — торфяных пресов различных систем.

Возможно ли это сделать, т. е. дать новый принцип переработки, обеспечивающий получение качественной продукции, и, самое главное, создать механизм, соответствующий этому принципу, увидим в следующем параграфе.

§ 6. Рациональный способ переработки торфа для получения наиболее прочного и транспортабельного топлива

Итак, в предыдущих параграфах было доказано, что низинный, легко крошащийся, торф следует перерабатывать, применяя, по возможности, одно размешивание, при этом весьма тщательное.

При таких условиях, как видно из всего изложенного, будет получено кусковое топливо, наиболее прочное и, очевидно, наиболее транспортабельное.

Легко понять, что для получения наилучших результатов весьма тщательная переработка должна быть разделена на отдельные стадии, применяемые последовательно. Ни в коем случае недопустимо то смешение отдельных операций, которое бывает в современных прессах.

Соответствующее мнение Е. С. Меншикова уже приводилось в начале работы. Отметим, что д-р Гаусдинг еще в 1904 г. рекомендовал при постройке машин, части, имеющие целью увеличение производительности всей машины, ставить отдельно от частей разрывающих и режущих, т. е. не придавать нолам винтообразной формы. В противном случае эти части работают значительно хуже, с небольшим эффектом¹.

Можно полагать, что стадии переработки торфа должны чередоваться в следующей постепенности:

- а) предварительная подготовка торфяной массы,
- б) размешивание и
- в) перемещение к мундштуку, причем следствием этого является дополнительное размешивание.

Предварительная подготовка торфяной массы должна придавать ей однородность. Именно в результате такой подготовки отдельные комки малоразложившегося волокнистого торфа должны измельчиться, причем самые волокна должны остаться целыми (желательно лишь сплющивание более крупных вакуолей), но разъединенными.

Таким образом процесс предварительной подготовки аналогичен процессу трепания шерсти (подготовительной стадии в шерстяном и суконном прядении).

Рассмотрим, с какими работами и какими механизмами мы имеем дело во время обработки шерсти².

Трепание шерсти, как известно, происходит в результате:

- а) растяжения клочков шерсти;
- б) встряхивания или выколачивания шерсти;
- в) расщипывания или разрывания клочков.

Нас могут интересовать только первая и третья операции, так как встряхивание имеет целью очищать шерсть от пыли и посторонних примесей.

Операция растяжения выполняется работой двух пар цилиндров, медленно растягивающих шерсть благодаря разной окружной скорости.

При этом крупные клочки шерсти меняют свою форму и строение — нарушается первоначальная сваленность клочков, так же как и спутанность и сцепление волокон. Малая интенсивность этого процесса способствует сохранению волокон от разрыва и порчи, правда, не обеспечивая полного разрыхления.

Обычно при обработке шерсти растяжение применяется в качестве

¹ А. Hausding. Handbuch der Torfgewinnung und Torfverwertung, 1917 г. Messer und Schnecken (стр. 178 и следующие). Русский перевод инж.-технолога А. С. Меерсона. „О некоторых важных деталях торфяных машин и их применении на практике“. „Бюллетень Главного торфяного комитета“ № 6--7, Москва, 1919 г.

² А. И. Дудник. Трепание шерсти, Москва, 1933.

предварительного процесса, предшествующего трепанию в собственном смысле этого слова.

В трепальных машинах растяжение осуществляется обычно так называемыми питающими парами. Основное назначение их, помимо растяжения—подвод шерсти к рабочим органам машины.

Нас могут интересовать питающие пары таких типов:

- а) одна пара нагруженных, рифленых цилиндров и
- б) одна пара цилиндров, из которых один рифленый, другой—гладкий.

В первом случае клочки шерсти интенсивно захватываются в результате большей поверхности заземления. При этом волокна на цилиндры не наматываются, однако возможен обрыв волокон.

В целях предупреждения последнего один из цилиндров, непосредственно прилегающий к рабочему барабану, иногда делается гладким.

Следует заметить, что обычно подшипники рифленого цилиндра (в последнем случае) имеют возможность некоторого перемещения—при прохождении более крупных кусков рифленый цилиндр отходит в сторону. Этим путем устраняется возможность забивания питающей пары.

Расщипывание и разрывание клочков выполняется между двумя валами (специальным рабочим или рифленым питающим с одной стороны и рабочим барабаном—с другой стороны), обладающими высокой захватывающей и задерживающей способностью. Следует заметить, что в этом процессе часты случаи разрыва волокон либо порча их.

Взаимодействие рабочих элементов, вращающихся с разной скоростью (отношение между скоростями барабана и питательного валика примерно 30:1), можно представить в следующем виде.

Крупные клочки шерсти подводятся барабанами к рабочему валику и раздираются между отстающими зубцами валика и быстро уходящими вперед зубцами барабана. Далее уменьшенный клочок шерсти, захваченный валиком, продолжает медленно двигаться и окончательно расщипываться нагоняющими его зубьями барабана, в свою очередь подводящими новое количество шерсти.

При направлении вращения в одну сторону скорость расщипывания, очевидно, равна разности скоростей вращения рабочих элементов.

Чем больше скорость расщипывания, тем больше производительность машины, но и тем сильнее порча (разрывы) волокон.

Скорость одного из рабочих элементов, равная нулю (неподвижный валик или стенка), неприемлема, так как в этом случае наблюдается забивание рабочего места шерстью.

Рассмотрим теперь те рабочие элементы трепальных машин, о взаимодействии которых мы только что говорили.

Различия здесь возможны по форме зубьев, закрепленных на поверхности вращающихся валов или барабанов. Встречаются такие формы:

- а) било;
- б) прямые конические тупые или острые колки различной длины;
- в) изогнутые овальные зубья;
- г) граненые колки разной длины, остроты и формы.

Било представляет собой стальной круглый, слегка конический, стержень длиной до 200—350 мм. Таких бил на барабан устанавливается 4—6.

Редкая расстановка бил, более упругое действие их, благодаря значительной длине, и круглое сечение их способствуют сохранению волокон от разрывов, но мешает интенсивному расщеплению клочков шерсти.

Прямые конические колки хорошо захватывают и разрыхляют шерсть, но вместе с тем разрывают волокна. Опасность такого разрыва

будет меньше при крупных и тупых колках (обычные размеры колков — диаметр в основании 16—55 мм, высота 32—108 мм).

Изогнутые зубья и граненые колки нас особенно интересовать не могут, так как тут наблюдается наибольшее повреждение волокон.

Расстояние между концами зубьев рабочих элементов в различных машинах меняется в пределах от +40 до -40 мм (в последнем случае зубья двух валов на соответствующую величину входят друг в друга).

Меньшее расстояние между зубьями или вхождение их друг в друга способствует более интенсивному расщеплению волокон, но, вместе с тем, и более интенсивной порче их. Порча эта будет тем больше, чем выше клочковатость шерсти и чем тоньше (слабее) перерабатываемое волокно.

Как легко понять, частота и расположение зубьев в значительной мере определяют как степень измельчения клочков, так и целостность отдельных волокон.

Наиболее целесообразно шахматное размещение зубьев (колков).

Здесь есть такие преимущества:

1) нагрузка на рабочий валик и барабан равномерна, в результате чего облегчается конструкция и уменьшается расход энергии на трепание;

2) последовательные и односторонние удары зубьев по клочку вызывают меньшую порчу волокна.

Приведенные данные можно положить в основу проектирования соответствующих приспособлений для предварительной подготовки торфяной массы — однако при этом не надо забывать, что связанность волокон в торфе значительно больше, нежели в шерсти, а прочность этих волокон, наоборот, неизмеримо меньше.

Рис. 12. Валки системы Гейнриха.

Аналогичный разобраным принцип предварительной переработки торфа был применен в 1922 г. на одном из торфяных болот Урала В. М. Гейнрихом¹.

Основную часть механизма, примененного последним, составляли два цилиндрических, горизонтально лежащих вала (рис. 12), вращавшихся навстречу друг другу. Поверхность валов была покрыта короткими остроугольными зубцами и рифами.

Испытывалась модель небольших размеров (диаметр валов 6" — 15,3 см).

Основная цель испытаний была — установить возможность переработки торфа с пнями или мерзляка. В связи с этим наилучший размер щели между зубьями был принят 1,5 мм (между валками ≈ 10 мм).

При испытаниях один вал делал 100 оборотов в минуту и другой — 400, однако в результате испытаний пришли к заключению, что наилучшие результаты получаются при соотношении 1 : 6.

Во время испытаний валки легко измельчали торф с твердыми пнями диаметром до 4" (10 см), причем получались зерна древесины 1—3 мм.

¹ Н. П. Былинкин. „Валки“ системы В. М. Гейнриха. „Известия научно-экспериментального торфяного института“, № 3—4, Москва, 1923 г., стр. 286—289.

Работа велась на торфе с процентом пней разных пород (в общей массе торфа) до 30% и при влажности всей массы (включая пни), спускавшейся до 50%.

В таких условиях расход энергии на переработку 1 м³ торфа был 1,34 квт/часа. Расход, конечно, колоссальный, однако надо учесть и свойства торфа: в обычных условиях он, естественно, упадет в несколько десятков раз.

Тот же принцип переработки — пропускание перерабатываемого материала между двумя дробящими валами применяется в торфоподстилочном производстве.

В. Цайлер¹ указывает, что при выборе системы дробилки большое значение имеет ботанический состав торфа и степень разложения его

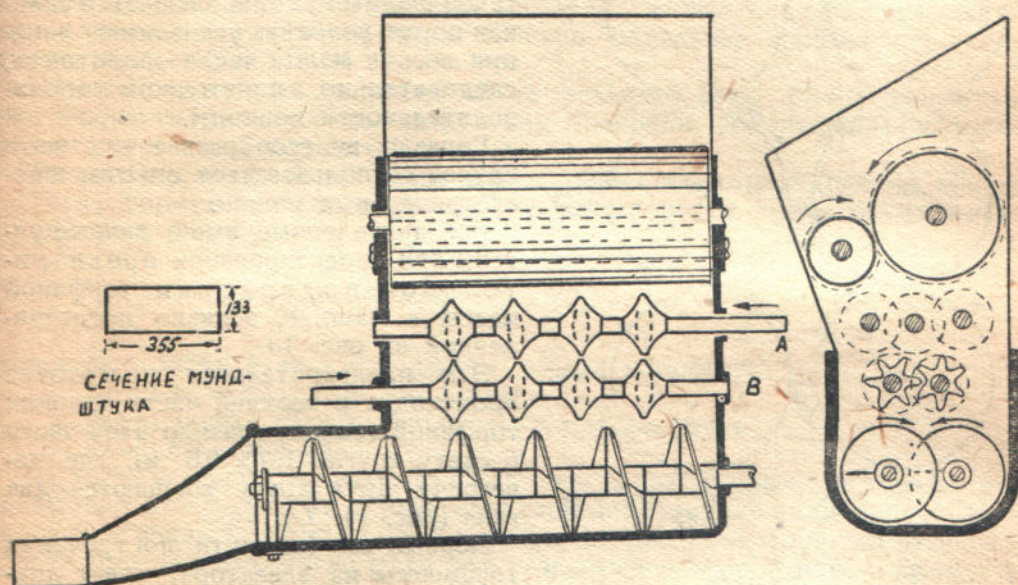


Рис. 13. Схема рационального торфяного пресса.

(вполне очевидное положение). В настоящее время применяются дробилки двух основных типов:

а) одновалынные, в которых вращающийся барабан, снабженный металлическими зубьями, движется против неподвижной зубчатой лобовой стенки и

б) двухвалынные, в которых торфяные кирпичи измельчаются между двумя зубчатыми валами, вращающимися навстречу друг другу.

Во избежание засорения дробилок (волк-машин) первого типа барабан их должен иметь большое число оборотов — не менее 400—500 в минуту.

Благодаря этому такие машины главным образом дробят кирпичи и в значительно меньшей степени растрепывают волокно.

В частности при переработке в таких машинах волокнистого осокового, шейхериевого и даже пушицевого торфа происходит не растрепывание волокон, а дробление их.

В машинах второго типа (принцип работы которых, как легко видеть, не отличается от такового же машин для трепания шерсти) взамен лобовой стенки находится вращающийся в противоположном направлении вал. Оба вала имеют различное число оборотов, примерно в отношении

¹ Виктор Цайлер. Торфяная подстилка и ее производство. Москва, 1927 г., стр. 248—265.

1 : 10 и не меньше 1 : 8. При отношении 1 : 5 или даже 1 : 1 плитки торфа встречают слишком мало сопротивления и торф не растрепывается, а лишь продавливается между валами.

Что касается формы зубьев, то как В. Цайлер, так и И. И. Кобзиков¹, считают, что наилучшие результаты получаются при пиловидных зубьях, например такого типа, какой применен в волк-машинах сист. Дольберг. В последних зубья различного вида на питающем валу треугольные, острые, и на трепальном — крючкообразной формы, разведенные как у пилы в разные стороны, из тонких стальных пластин.

В противовес приведенному мнению мы считаем, что именно при зубьях такой формы будет наблюдаться сильная порча волокна, устранимая лишь при весьма малом числе оборотов (и, следовательно, пониженной производительности машины).

Гораздо целесообразнее в данном случае воспользоваться опытом шерстотрепальных машин.

Все приведенные выше данные учтены при проектировании предварительной подготовки торфяной массы в машине, эскизно представленной на рис. 13.

Эта предварительная подготовка происходит в верхней части воронки торфяной машины (размер этой части в свету кругло $1,0 \times 0,6$ м), где навстречу друг другу вращаются два вала (рис. 14, D).

Первый вал (на пути поступления торфмассы из элеватора) имеет диаметр 200 мм и делает 75 оборотов в минуту. Таким образом окружная скорость его — 0,8 м/сек.

Второй вал (рабочий барабан) имеет диаметр 400 мм и делает 450 оборотов в минуту, т. е. окружная скорость его 9,4 м/сек.

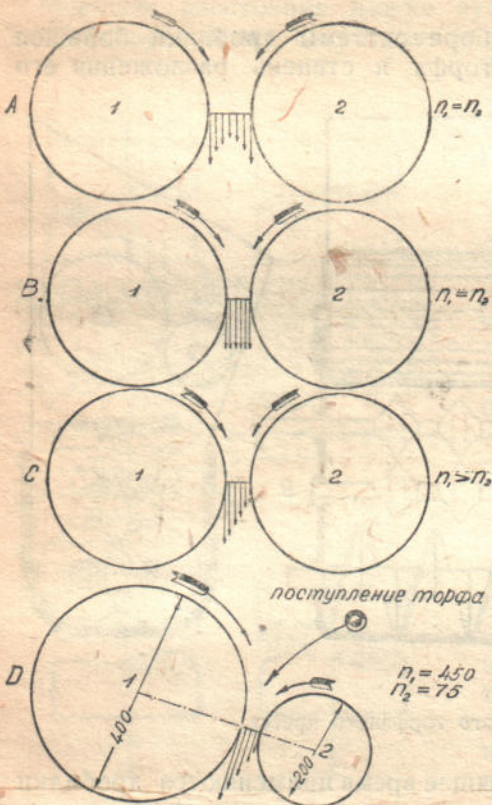


Рис. 14. Схема переработки торфа в валках.

Отношение числа оборотов 1 : 6 и окружных скоростей 1 : 11,8 \approx 12.

Расстояние между валами (по оси, проходящей через центры) — 20 мм. На поверхности валов в шахматном порядке укреплены прямые конические закруленные зубья-штифты, длиной 15 мм (таким образом расстояние между концами зубьев равно 10 мм).

Вал малого барабана смещен относительно вала большого барабана вниз таким образом, что нижняя касательная к поверхности барабанов представляет горизонтальную прямую (рис. 14, D) — этим облегчаются условия захвата торфа.

Пропускная способность (производительность) валков определяется, исходя из средней скорости подачи торфмассы и площади сечения щели, через которую проходит торф.

Эта пропускная способность должна быть больше, нежели пропускная

¹ И. И. Кобзиков. Торфоподстильное производство в колхозах и совхозах. М.-Л. 1931 г., стр. 37—38.

способность пресса — в таком случае обеспечивается нормальная работа последнего (устраняется возможность забивки воронки).

Ширина щели между валами $2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}^2$ и длина $1,0 \text{ м}$; таким образом площадь щели

$$F = 0,02 \text{ м}^2.$$

Для определения скорости прохода торфяной массы между валами рассуждаем следующим образом (рис. 14): частица торфа, прилегающая непосредственно к поверхности вала, движется со скоростью, равной окружной скорости вала. Допустим, что количество оборотов обоих валов одинаково.

Если расстояние между валами значительно, то эпюра скоростей торфа будет иметь вид, показанный на рис. 14, А. При малых же расстояниях, о которых говорилось в настоящем параграфе, можно без ошибки принять, что скорость движения во всем сечении одинакова и равна окружной скорости вала (рис. 14, В).

Что же будет, если скорость валов различна (рис. 14, С)? Очевидно, что эпюра скоростей будет иметь вид трапеции, обе стороны которой равны скоростям соответствующих валов.

То же положение будет и при валах разных диаметров (рис. 14, D).

Тогда формула для определения средней скорости торфа будет иметь следующий вид:

$$v_{\text{ср}} = \frac{\pi}{60} \left[0,9 d_2 n_2 + 0,5 (d_1 n_1 - d_2 n_2) \right] \quad (58)$$

здесь d_1 — диаметр вала с большим числом оборотов,

n_1 — число оборотов этого вала,

d_2 — диаметр вала с меньшим числом оборотов,

n_2 — число оборотов этого вала,

0,9 — коэффициент, учитывающий некоторое скольжение торфа при движении между валами с равным числом оборотов (по аналогии с валами, протягивающими доски), и 0,5 — коэффициент для получения средней скорости при условии, когда один вал вращается и второй неподвижен.

Подставляя принятые размерности, получим:

$$v_{\text{ср}} = \frac{3,14}{60} \left[0,9 \cdot 0,2 \cdot 75 + 0,5 (0,4 \cdot 450 - 0,2 \cdot 75) \right] = 5,0 \text{ м/сек.}$$

Тогда теоретическая пропускная способность механизмов

$$Q = 0,02 \cdot 5 \cdot 3600 = 360 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Фактическая производительность будет значительно ниже, так как куски торфа в воронке будут образовывать в ряде случаев свод, что может задержать дальнейшее прохождение массы. Если принять (с достаточной осторожностью) коэффициент 0,5, фактическая производительность будет

$$Q = 180 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Как увидим из дальнейшего, эта производительность на 28,6% превышает пропускную способность шнековой камеры, что обеспечивает надежность работы всей машины.

Прошедший через валки торф поступает в нижнюю камеру воронки (рис. 13), где производится интенсивное перемешивание.

Это перемешивание осуществляется пятью поршнями,двигающимися с сравнительно небольшой скоростью. При этом соседние поршни движутся навстречу друг другу (рис. 13, А и В) — подобное чередование движений происходит как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости расположения валов.

Каждый поршень представляет собою вал, на котором насажены последовательно четыре звездочки. Зубья двух соседних звездочек перекрывают друг друга (зуб одной звездочки входит в просвет между зубьями звездочек соседнего вала). Этим обеспечивается очистка размешивающих элементов от налипающей на них торфяной массы.

Ход поршней $\infty \pm 20$ см.

Торфяная масса, проходящая между цилиндрами и проваливающаяся в нижнюю камеру машины, попадает на движущиеся поршни, которыми интенсивно перемешивается — это перемешивание по своему характеру, как легко видеть, весьма приближается к ручному размешиванию.

Простой расчет показывает, что в этой части машины никаких заторов быть не может.

Действительно, частицы торфа попадают в камеру размешивания с начальной скоростью, равной скорости прохождения между верхними барабанами, т. е. 5,0 м/сек.

Если бы в воронке было свободное падение, то увеличение скорости падения составило бы

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,45} = 2,7 \text{ м/сек.}$$

(здесь h — высота падения — равняется 0,45 м).

Таким образом скорость падения частиц торфа, очевидно, будет 7,7 м/сек.

Сечение нижней части воронки $0,5 \times 1,0 = 0,5 \text{ м}^2$ и полезное сечение (за вычетом площади проекции поршней, относящейся к площади сечения воронки как 5:6) — 0,08 м².

Следовательно, теоретическая пропускная способность камеры:

$$0,08 \cdot 7,7 \cdot 3600 = 2200 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Фактически она будет значительно ниже. Дело в том, что поршни, передвигаясь и захватывая массу, изменяют вертикальное передвижение ее на горизонтальное. Таким образом некоторое количество торфа теряет свою скорость и, помимо этого, проходя вниз за счет сцепления с частицами, сохраняющими свою скорость, уменьшает эту последнюю.

Как видим, взаимодействие довольно сложное и в значительной степени (в части уменьшения скорости за счет сил внутреннего сцепления) не поддающееся, пока что, теоретическому подсчету.

Ближе всего к действительности будут, повидимому, такие соображения: ввиду того, что камера размешивания перегорожена движущимися поршнями, ускорение в результате свободного падения принимать во внимание не следует. Таким образом надо считать скорость падения торфмассы 5,0 м/сек.

Скорость эта будет уменьшена в результате влияния поршней, движущихся под углом 90° к направлению падений торфа.

Если принять 2 хода поршня в секунду, скорость движения этого будет $0,2 \times 2 = 0,4 \text{ м/сек.}$

Таким образом падающая частица торфа будет находиться под влиянием как бы двух сил — одна увлекает ее вниз со скоростью 5,0 м/сек и другая — вбок со скоростью 0,4 м/сек.

В результате взаимодействия этих двух сил скорость падения должна значительно уменьшиться: длина отрезка, графически выражающего эту скорость, должна равняться ординате точки пересечения диагонали прямоугольника, построенного на данных скоростях, с некоторой кривой, проходящей через точки, соответствующие концам отрезков, выражающих данные скорости.

Так как соотношение должно сохраняться при откладывании скоростей от некоторой точки в любом направлении, то очевидно, что данная кривая должна быть замкнутой кривой с различными полуосями, т. е. эллипсом.

Таким образом для нахождения скорости падения мы должны решить весьма простую задачу: найти координаты точки, лежащей одновременно на эллипсе и прямой, проходящей через начало координат.

Уравнение этой прямой

$$y = ax$$

где $a = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,4}{5,0} = 0,08$ (что соответствует углу $4^{\circ}35'$). Тогда

$$y = 0,08 x.$$

Уравнение эллипса (когда начало координат совпадает с центром эллипса — точкой пересечения его осей)

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1.$$

Подставляя значения a и b и решая относительно y , найдем

$$y^2 = \frac{4 - 0,16 x^2}{25}.$$

Тогда можно составить следующее равенство

$$0,0064 x^2 = \frac{4 - 0,16 x^2}{25}.$$

Решая, получим

$$x^2 = 12,5$$

$$x = 3,54 \approx 3,5$$

Отсюда находим

$$y = 0,2832 \approx 0,3.$$

Таким образом скорость падения торфа будет $3,5$ м/сек (оговариваемся вторично, что этот подсчет является только первым приближением).

Отсюда пропускная способность камеры размешивания будет:

$$0,08 \cdot 3,5 \cdot 3600 \approx 1000 \text{ м}^3.$$

Эта цифра опять-таки должна понизиться за счет упомянутого уже сцепления отдельных частиц, однако она настолько превышает возможную цифру подачи (почти в 6 раз), что забивание воронки торфом представляется совершенно невероятным.

Размешанный торф поступает в нижнюю камеру машины — кожух обыкновенного двухвального торфяного пресса. Опорами валов в передней их части служат поддерживающие стойки, цель которых (помимо этого) мешать скольжению торфяной массы по поверхности шнеков при выходе ее в горловину.

От выноса конца валов наружу следует отказаться, поскольку приведенный в предыдущем параграфе подсчет сопротивлений в горловине пресса Рогова показал значительные потери напора в результате такого выноса.

Какие-либо ножи отсутствуют и валы снабжены лишь сплошным шнековым набором. Цель этих валов — передвижение торфмассы к мундштуку при дополнительном перемешивании торфа.

Это дополнительное перемешивание происходит за счет:

а) перебрасывания частиц массы навстречу друг другу при соответствующем вращении обоих валов и

б) за счет неодинаковой линейной скорости передвижения частиц торфа в различных точках сечения пресса. Из построения любого шнека следует, что линейная скорость у оси значительно меньше, нежели таковая же скорость на периферии шнека.

Так, соответствующие вычисления для пресса Рогова, произведенные инж. В. А. Силиным (Укринсторф), показывают, что скорость частиц непосредственно прилегающих к оси шнека, равна нулю. Если же взять точки, находящиеся у втулки шнека и на периферии, то скорости их, примерно, относятся как 1:1,5. В нашу задачу не входит разбор работы шнека и эти цифры приводятся только для подтверждения размешивающей способности шнека. В результате этого размешивания частицы, попадающие в машину одновременно, смещаются в линейном направлении.

Описанный процесс недостаточен для того, чтобы размешать торф таким образом, какой необходим; однако можно полагать, что в комбинации с размешивающими поршнями будут получены удовлетворительные результаты.

Число оборотов прессовых валов запроектировано значительно ниже, нежели в обычных машинах: всего 120—140 в минуту.

Как известно, чем медленнее вращается шнек, тем более экономичным механизмом он является. Помимо этого с уменьшением числа оборотов уменьшается и непроизводительный расход энергии на преодоление дополнительного трения торфа о кожух пресса (в результате наличия центробежной силы) и на превращение вращательного движения массы в линейное (в горловине).

Следует заметить, что последняя потеря, конечно, должна быть меньше, нежели в прессе Рогова (см. выше), так как энергия вращения отчасти поглощается в результате встречи двух потоков торфмассы, направляемых шнеками, вращающимися навстречу друг другу.

Пропускная способность нижней камеры определяется следующим образом: при диаметре шнека 0,35 м и втулки 0,1 м и при перекрытии шнеков на 0,13 м (ширина камеры 0,57 м) площадь камеры будет 0,155 м².

Шаг шнека принят 0,25 м. Если считать (как и в подсчетах по прессу Рогова), что коэффициент скольжения торфа по шнеку равняется 0,5, то возможная производительность будет:

при 120 оборотах в минуту

$$Q = 60 \cdot 0,155 \cdot 0,25 \cdot 0,5 \cdot 120 = 139,5 \text{ м}^3/\text{час}$$

при 140 оборотах в минуту

$$Q = 60 \cdot 0,155 \cdot 0,25 \cdot 0,5 \cdot 140 = 162,75 \text{ м}^3/\text{час.}$$

При 150 кирпичах на 1 м³ соответствующая производительность 20925—24410 кирпичей, т. е. значительно выше фактической производительности торфяных прессов.

Мундштук данной машины предположен сечением 0,133—0,355 м, т. е. кирпич выходит боком (соответствующее изменение конструкции канатного транспортера уже разработано Укринсторфом).

Отношения этих размеров к размерам ножевой камеры машины:

$$\left. \begin{array}{l} \text{а) по высоте } 1:2,63 \\ \text{б) по ширине } 1:1,6 \end{array} \right\} 1:0,6$$

в то время, как в прессе Рогова эти отношения

$$\left. \begin{array}{l} \text{а) по высоте } 1:3,43 \\ \text{б) по ширине } 1:1,71 \end{array} \right\} 1:0,5$$

Таким образом однородность кирпича (в результате сжатия) будет не меньше, нежели в существующих машинах, само же сжатие будет значительно меньше.

При производительности $139,5 \text{ м}^3/\text{час}$ скорость выхода торфа из мундштука — $0,82 \text{ м/сек}$.

По сравнению с прессом Рогова (см. предыдущий параграф) производительность уменьшается только на 29% , а скорость выхода — на 75% .

В результате этих соотношений потери энергии на сопротивление в горловине и мундштуке должны резко уменьшиться (напомним, что эти потери пропорциональны квадрату скорости).

Из всего сказанного видно, что переработка торфа в машине данного типа должна идти следующим образом (схематически показано на рис. 15):

а) предварительная обработка торфа валками, в результате чего волокна, почти не разрушаясь, размещаются в вертикальной плоскости;

б) интенсивное размешивание торфа в нижней части воронки, в результате чего расположение волокон в торфяной массе должно в той или иной степени приближаться к пространственной сетке;

в) дополнительное перемешивание в шнековой камере.

Само собой разумеется, что весь изложенный материал не является законченной конструкцией.

Ее надо считать только эскизом (правда составленным на основании изучения сущности переработки торфа) или, вернее, рабочей гипотезой.

В процессе дальнейшей работы необходимо испытать различные варианты предложенных в настоящем параграфе размешивающих элементов и уже в результате подобных испытаний выработать тот тип машины, который дает наиболее прочный и транспортабельный кусковой торф из низинных болот.

§ 7. Заключение

Таким образом задание, которое мы перед собой поставили — осветить процесс переработки торфа и дать наметку принципов правильной переработки можно считать более или менее выполненным.

Подведем теперь вкратце итоги всей работы:

1. Переработка есть изменение физических свойств торфа в результате того или иного механического воздействия на него, а именно: переработанный торф принимает физические свойства хорошо разложившегося торфа (однородность, аморфность, пластичность).

2. Переработка торфа может быть осуществлена такими простыми воздействиями на торф: а) раздроблением; б) растиранием и в) размешиванием.



Рис. 15. Схема изменения структуры торфа в результате правильной переработки.

3. Для проведения технического контроля производства, в частности для контролирования качества продукции, необходимо уметь достаточно объективно определять качество переработки.

Из ряда предложенных для этой цели способов наилучшие результаты дает п е н е т р о м е т р с и с т. Г а л ы б и н а (видоизмененная игла Вика), каковой и примем для сравнения результатов различных механических воздействий на торф.

4. Для каждого вида торфа и для каждого вида механического воздействия существует предел переработки (после достижения предела таковой улучшение качества переработки почти незаметно). При пропуске через мясорубку этот предел достигается после 5—7-ми кратной последовательной переработки для всех видов торфа.

Десятикратный пропуск через мясорубку во всех случаях дает полную гарантию достижения предела переработки (торф приобретает свойства жидкости).

5. Чем больше влажность торфа, тем легче перерабатывается последний—в одних и тех же условиях качество переработки получается выше.

6. Различные виды торфа требуют различных видов переработки. Для верхового торфа, волокнистого и вместе с тем обладающего внутренней коллоидальной связностью, основное значение имеет измельчение. Для низинного торфа те же результаты (т. е. однородность, аморфность, пластичность) легко достигаются путем простого размешивания.

7. При высухании кирпичей механическая прочность их (до влажности $\approx 30\%$) возрастает для всех видов переработки.

8. Механическая прочность торфа, переработанного р а з м е ш и в а н и е м, не ниже (а в отдельных случаях даже выше) прочности измельченного торфа.

9. В частном случае низинного торфа при замене измельчения только размешиванием:

- а) коэффициент переработки не понижается;
- б) временная механическая прочность не понижается;
- в) объемный вес понижается лишь незначительно;
- г) стойкость же торфа при хранении, благодаря наличию длинных волокон, значительно повышается.

10. В существующих типах торфяных прессов основной вид механического воздействия на торф — измельчение ножами кусков торфа (а, следовательно, и волокон). Экспериментальный материал показывает, что крошимость низинного торфа в значительной мере объясняется именно принятым типом переработки.

11. Анализ работы торфяного пресса (стандартного — системы И. А. Рогова) показывает, что торфяной пресс вообще (и данная конструкция в частности) в смысле расхода энергии является механизмом крайне неэкономичным. При этом потребляемая энергия в основном расходуется нецелесообразно.

12. Учитывая как нецелесообразность измельчения для низинных торфов, так и нецелесообразность и неэкономичность работы прессов существующих систем, необходимо в корне изменить принцип переработки низинных торфов, базируясь в основном на размешивании.

13. С этой целью (в порядке результативного предложения) предлагается машина, осуществляющая переработку торфа в такой последовательности:

а) предварительная обработка торфа между двумя цилиндрами, в результате чего волокна, почти не разрушаясь, размещаются в вертикальной плоскости;

б) интенсивное размешивание торфа в нижней части воронки движу-

щимися в противоположные стороны поршнями, в результате чего расположение волокон в торфяной массе должно в той или иной степени приближаться к пространственной сетке;

в) дополнительное перемешивание в шнековой камере при сравнительно малом числе оборотов шнеков.

Литература

1. Всесоюзная конференция по водно-болотному кадастру. „Торфяное дело“, № 7, 1934 г., Москва.
2. С. В. Курдюмов. Некоторые данные о процессе образования приречных болот Украины. „Торфяное дело“, № 9, 1928 г.
3. С. В. Курдюмов. Розробка торфу на паливо. Вип. I. Київ. Укрдержвидавмісцев пром, 1935 р.
4. Макаров И. К. и Нейштадт М. И. К истории литературы по торфу. „Торф“ № 3—4, 1930 г., Москва.
5. Гегель. Философия природы. М—Л. 1934 г.
6. В. С. Доктуровский. Торфяные болота. М—Л. 1932 г.
7. Е. С. Меншиков. Опыт критического обзора методов получения торфяного топлива. Москва, 1923 г.
8. К. Бляхер. Об оценке работы торфяной машины. „Известия Московского общества изучения и использования болот“, № 2, 1916 г., Москва.
9. Д. И. Рунов. К вопросу об оценке работы торфяной машины. Труды н.-и. торфяного института, вып. I, Москва, 1928 г.
10. К. Бляхер. Ближайшие задачи прикладных наук в области добывания топлива из торфа. „Вестник торфяного дела“ № 2, 1914 г., СПб.
11. Н. А. Галыбин. Метод определения степени переработки массы торфяной машиной. Труды н.-и. торфяного института, вып. 1, Москва, 1928 г.
12. С. В. Курдюмов. Суть переработки торфу (попередне повідомлення). Праці Укрінсторфу, вип. IV, Київ, 1936 р.
13. Н. А. Галыбин. Основы контроля торфяного производства. М—Л. 1934 г.
14. Е. П. Семеновский и Х. И. Ривкина. О степени переработки торфа прессом элеваторной машины. „Торфяное дело“ № 4, 1932 г.
15. Е. П. Семеновский. Дисперсность торфа. Труды н.-и. торфяного института, вып. II М—Л—НС, 1932 г.
16. С. В. Курдюмов. Изучение физических свойств торфов Украины как основа для выработки типа стандартной машины. „Торфяное дело“ № 1, 1930 г.
17. Ф. Ансельм. Опыты по определению плотности торфа в залежи и уплотнения его при обработке в формовочных машинах. „Известия Московского общества изучения и использования болот“ № 10, 1915 г., Москва.
18. Е. С. Меншиков. Машинно-формовочный торф. „Известия Московского общества изучения и использования болот“ № 7, 1915 г.
19. Н. А. Ушков. Испытание элеваторной машины и ее элементов. Москва, 1920.
20. Д. И. Рунов. К вопросу об определении уплотнения торфа-сырца в торфяной машине. „Торфяное дело“ № 3, 1926 г.
21. К. Бляхер. Машинно-формованный торф и способ Траубенберга. „Записки Русского технического общества“ № 5, 1914 г., СПб.
22. С. В. Курдюмов. Некоторые данные о работе пресса системы Рогова. „Торфяное дело“ № 11—12, 1931 г.
23. Л. Б. Тютчев. Рямково-формований (м'ятий) торф, його добрі якості та вади. „Вісті Укрінсторфу“, вип. 2. Київ, 1932 р.
24. И. А. Рогов. Нужна ли хорошая размеска (по поводу статьи С. В. Курдюмова)? „Торфяное дело“ № 1, 1930 г.
25. Е. П. Семеновский. Перерабатывающая способность отдельных элементов торфяного пресса. „Торфяное дело“, № 1, 1934 г.
26. С. В. Курдюмов. Польза и вред интенсивной осушки торфяных болот. „Торфяное дело“ № 6, 1925 г.
27. А. И. Кудинов. Торф как материал для водозащитных сооружений. Рукопись 1934 г. Укрінсторф.
28. Справочник по мелиорации и гидротехнике. Том I. М—Л, 1934 г.
29. Е. П. Семеновский. Прочность торфяных кирпичей. „Торфяное дело“, № 2, 1934 г.
30. С. А. Сидякин. Усадка машинно-формованного торфа. „Торфяное дело“ № 12, 1930 г.
31. С. В. Курдюмов. Розробка торфу на паливо, вип. II, Київ, 1936 р.
32. Д. И. Рунов. Крошимость торфа. „Торфяное дело“ № 12, 1929 г.
33. В. А. Меликов. Кришимість машинно-формованого торфу. Праці Укрінсторфу, вип. IV, Київ, 1936 р.
34. С. В. Курдюмов. Теория и практика сушки кускового торфа. „Торфяное дело“, № 9, 1934 г.

35. В. Н. Никонов. Машины для добычи торфа, М—Л—НС, 1933 г.
36. И. А. Рогов. Инструкция по обслуживанию торфяного пресса системы И. А. Рогова Москва, 1929 г.
37. Инструкция по сборке и уходу за торфяной машинно-формуемой машиной (торфяным прессом) системы инж. И. А. Рогова. Составил инж. И. В. Зайцев. Москва, 1930 г.
38. И. А. Рогов. Торфяной пресс. „Техническая энциклопедия“, том XXIII, Москва, 1934 г.
39. Из деятельности Инсторфа. Доклад инж. И. А. Рогова. „Теория торфяного пресса“ (автор теории И. А. Рогов и конструкция пресса согласно этой теории) — сообщение инж. И. Зайцева. „Торфяное дело“ № 3, 1927 г.
40. С. В. Курдюмов и К. Г. Роберт. О числовых значениях коэффициента трения для низинных торфов. „Торфяное дело“ № 10, 1934 г.
41. Р. И. Гехт. Очередные задачи торфяной техники. „Торфяное дело“ № 1, 1927 г.
42. И. В. Зайцев. Результаты исследования работы элеваторных установок и сводные данные о работе механизированных установок в сезоне 1925 года. „Торфяное дело“ № 8, 1936 г.
43. И. В. Зайцев. К статье инж. Р. И. Гехт „Очередные задачи торфяной техники“ (письмо в редакцию). „Торфяное дело“ № 3, 1927 г.
44. В. Н. Головин. Расход энергии на торфяной пресс. „Торфяное дело“ № 1, 1934 г.
45. В. Н. Головин. Конспект по курсу торфяных машин. Издано на стеклографе Киевским Горно-геологическим институтом. Киев, 1931 г.
46. Н. И. Глыбовский. Машины Гидроторфа и его водопроводное и массопроводное оборудование. Выпуск I. М—Л—НС, 1933 г.
47. Hütte. Справочник, изд. X, 1921 г.
48. A. Hausding. Handbuch der Torfgewinnung und Torfverwertung, 1917 г.
49. А. С. Меерсон (перев.). О некоторых важных деталях торфяных машин и их применении на практике. „Бюллетени Главного торфяного комитета“ № 6—7, Москва, 1919 г.
50. А. И. Дудник. Трепание шерсти, Москва, 1933 г.
51. Н. П. Былинкин. „Валки“ системы В. М. Гейриха. „Известия научно-экспериментального торфяного института“, № 3—4, Москва, 1923 г.
52. В. Цайлер. Торфяная подстилка и ее производство, Москва, 1927 г.
53. И. И. Кобзиков. Торфоподстильное производство в колхозах и совхозах, М—Л, 1931 г. Кроме того использованы следующие рукописи Украинсторфа:
 1. С. В. Курдюмов. Простейшие формулы для определения теплотворной способности низинных торфов УССР. Рукопись 1929 г.
 2. Г. П. Путий. Оптимальные осушения болот в зв'язку з підливом води в прес. Рукопись 1935 г. Украинсторф.
 3. С. В. Курдюмов. О прочности машинно-формованного торфа и ее изменениях при сушке. Украинсторф. Рукопись 1934 г.
 4. А. Н. Авраменко. Причины крошимости машинно-формованного торфа и способы борьбы с ней. Украинсторф. Рукопись 1935 г.
 5. И. П. Егоров и В. А. Меликов. Нормы потерь при добыче и хранении фрезерного и кускового торфа. Украинсторф. Рукопись 1933 г.
 6. А. Н. Авраменко. Потери торфа при транспортировании. Украинсторф. Рукопись 1935 г.
 7. А. Н. Авраменко. Хранение кускового торфа на болотах и складах потребителя. Украинсторф. Рукопись 1935 г.
 8. В. А. Силин. Опытное определение коэффициентов сопротивления торфа резанию. Украинсторф. Рукопись 1936 г.