

Инженер Н. С. МАКЕРОВ

---

УСТРАНЕНИЕ и УТИЛИЗАЦИЯ  
КАНАЛИЗАЦИОННОГО ИЛА



---

ТОМСК

1928

## Устранение и утилизация канализационного ила.

### Предисловие.

Механическая очистка сточных вод, преследующая цель осветления их, дает в результате:

- 1) сточную воду, освобожденную до той или иной степени от нерастворенных примесей, и
- 2) выделенные из сточной жидкости эти примеси (в дальнейшем именуемые осадком).

Осветленная вода выпускается в водный источник, осадок же удаляется за пределы очистной станции с принятием надлежащих мер, что б он не мог причинить какого-либо вреда для населения.

Операции с осадком представляют весьма важную проблему, так как они должны одновременно удовлетворять условиям:

- 1) санитарным и
- 2) экономическим.

Осадок, в зависимости от рода сооружений, в которых он выделяется, имеет различный объем и характер.

С этой точки зрения должны быть различаемы:

- 1) осадок, выделяемый в песколовках,
- 2) масса, задерживаемая решетками и ситами, и
- 3) ил, выделяемый в отстойных сооружениях.

Различие в объеме Dunbar дает следующие цифры, характеризующие в процентном отношении количества выделяемых различными сооружениями примесей в сухом состоянии:

осадок из песколовок . . . . .	16%;
вещества, задержанные решетками <sup>1)</sup> . . . . .	10%;
вещества взвешенные (т. е. осадок выделяемый в отстойных сооружениях) . . . . .	74%.

Водное содержание осадка каждой из этих категорий не одинаково. Оно выражается следующими цифрами:

осадок из песколовок . . . . .	35—40%;
масса, задерживаемая решетками . . . . .	75—80%;
осадок из отстойных сооружений . . . . .	80—96%.

Приведенные выше данные о количестве сухого вещества в осадке и содержании воды в нем дают возможность судить и об объеме осадка.

А именно: объем осадка из отстойных сооружений значительно превосходит объем осадка первых двух категорий.

Ниже приводятся конкретные данные, подтверждающие этот вывод.

Объем осадка, выделяемого в песколовках, зависит в большой степени от скорости протекания воды через песколовку и от того, попадают или нет в канализационную сеть уличные воды.

<sup>1)</sup> Мелкие сита задерживают значительно больший процент примесей за счет уменьшения процента веществ, выделяемых в отстойных сооружениях.



Dunbar дает ежедневное количество осадка из песколовков в 1 куб. метр на 100.000 жителей.

В Ворчестере при средней скорости течения воды в песколовке в 0,15 метр. в сек. осаждается 0,024 куб. метр. осадка на 1000 куб. м. сточных вод.

Объем массы, задерживаемой решетками и ситами, зависит в значительной степени от крупности прозоров в решетках и ситах. По данным Kinnicutt, Winslow и Pratt он колеблется между 0,022 и 0,296 куб. м. на 1000 куб. м. сточных вод.

Объем осадка, выделяемого в сооружениях для отстаивания сточных вод, зависит от различных причин, приводимых ниже (см. гл. П), и при простом отстаивании, по данным Allen, выражается 0,8 — 2,0 куб. м. на 1000 куб. м. сточных вод.

Различие по составу. Осадок из песколовков по преимуществу минерального характера, осадок же из отстойников и масса, задерживаемая решетками — главным образом органического характера.

Приемы обработки. Вследствие различия в характере осадки требуют и различных методов обхождения с ними.

Осадок из песколовков содержит мало воды, по составу своему он преимущественно минерального происхождения, а потому требует простейших приемов обращения с ним. Обыкновенно осадок этот вывозится за пределы очистной станции и сваливается в низкие места, будучи используем, таким образом, для устранения неровностей почвы.

Масса, задерживаемая решетками и ситами, содержит уже значительный процент воды и по характеру своему, как органическая по преимуществу, подвержена загниванию. Поэтому мероприятия по устранению ее являются несколько более сложными.

Обыкновенный прием заключается в вывозке этой массы за пределы очистной станции и зарывании ее в землю.

Иногда задержанные на решетках вещества используются как удобрение. В Дрездене задержанная ситами Ринша-Вюрль масса подсушивается на воздухе на дворе очистной станции, а затем увозится земледельцами для утилизации в качестве удобрения.

При содержании влаги не свыше 75% масса может быть сжигаемая в декструкторе вместе с городским мусором.

Наибольшие трудности представляет устранение и обезвреживание ила, получаемого в сооружениях для отстаивания сточных вод: он состоит по преимуществу из веществ органического происхождения, а потому подвержен загниванию; он обладает весьма большим водным содержанием, а потому требует особых приемов по обращению с ним: он получается, наконец, в чрезвычайно большом объеме, а потому затраты на его устранение являются весьма значительными.

Приемы устранения, обработки и утилизации ила, выделяемого в отстойных сооружениях механических очистных станций, и излагаются в настоящей статье.

## I. Характер, состав и количество ила.

Канализационный ил представляет собою тинистую массу, содержащую 80—99% воды<sup>1)</sup>, имеющую удельный вес 1,003 — 1,060.

Ил содержит значительное количество органических веществ.

<sup>1)</sup> Здесь принят во внимание также активный ил, влажность которого 98—99%.

По Fröhling'у в свежем иле содержится  $\frac{2}{3}$  органических веществ и  $\frac{1}{3}$  неорганических. Prüss считает, что в свежем иле содержится 60 — 70% органических веществ, а в выгнившем иле количество органических веществ уменьшается на  $\frac{1}{3}$  —  $\frac{2}{3}$ .

Некоторые анализы ила даны в таблице VI.

Количество ила зависит:

а) от характера сточных вод и

б) от метода их обработки.

Так, те же самые воды при химической обработке их и при обработке активным илом дают наибольшие количества ила; при обработке в Эмшерских колодцах и подобных им сооружениям — наименьшее.

По данным Kinnicutt, Winslow и Pratt в зависимости от характера сточных вод и метода их обработки может быть получено на 1000 куб. м. сточных вод от 1,2 до 8,4 тонн ила с содержанием воды в 90%, согласно следующей таблицы (табл. I).

Таблица I.

Количество ила в зависимости от характера сточных вод и метода их обработки.

Метод обработки сточных вод	В Англии и на континенте	В Америке
	тонн ила на 1000 куб. м. сточных вод	
Химическая обработка . . . . .	6,0 — 8,4	3,6 — 4,8
Простое отстаивание . . . . .	4,1 — 5,5	2,4 — 3,1
Септик-танки . . . . .	1,9 — 2,9	1,2 — 1,7

Большее количество ила, приходящееся на куб. единицу сточных вод в Англии и на континенте, объясняется большей концентрацией этих вод по сравнению со сточными водами Америки.

Allen дает следующую таблицу, характеризующую канализационный ил, получаемый при различных методах обработки сточных вод.

Таблица II.

Характер ила при различных методах обработки сточных вод.

Метод обработки сточных вод	Объем ила в куб. метрах на 1000 куб. мет. сточных вод	Влажность в %	Сухого вещества тонн на 1000 куб. м. сточных вод
Эмшерские колодцы . . . . .	0,4 — 0,8	80 — 85	0,04
Простое отстаивание . . . . .	0,8 — 2,0	88 — 96	0,14
Химическая обработка . . . . .	4,0 — 6,0	86 — 94	0,34
Активный ил . . . . .	4,0 — 16,0	98 — 99	0,16

Приведенные выше таблицы дают количество ила, приходящееся на кубич. единицу сточных вод, при чем по каждому роду обработки



сточных вод количества ила подвержены значительным колебаниям. Колебания эти, как уже было выше указано, объясняются различным характером сточных вод, зависящим от степени концентрации их, или иначе от нормы водопотребления на человека. Чем меньше потребляется воды каждым жителем, тем более концентрированной является сточная жидкость и тем большее количество ила приходится на кубич. единицу сточных вод.

Metcalf и Eddy приводят данные, касающиеся одного города, где с изменением потребления воды со 110 литр до 426 литр на жителя в сутки количество осадка менялось от 4,27 литр. до 0,91 литр. на куб. метр сточных вод.

Поэтому некоторые при исчислении осадка относят последний не к объему сточных вод, а к жителю: количество осадка, приходящееся на жителя, является более постоянным и в меньшей степени подвержено колебаниям, чем количество осадка, приходящееся на кубич. единицу сточных вод. Так, для указанного выше примера количество ила на жителя варьировало уже лишь в пределах от 0,29 до 0,41 литр. в сутки.

Таким образом:

Dunbar считает, что на каждого жителя приходится ежедневно 0,45 литр. ила с содержанием воды в 90%.

Imhoff дает на человека в день 1,8 литр. свежего ила с содержанием воды в 97,5% и 0,9 литр. свежего ила с содержанием воды в 95%. Для выгнившего ила Imhoff дает норму на человека в день 0,2 литра с содержанием воды в 80 — 85%.

Dunbar и Imhoff, следовательно, исходят из того положения, что на человека в день приходится сухого вещества, заключающегося в осадке, 45 грамм.

Prüss принимает на человека в день 1 литр ила с содержанием воды в 95%, т. е. исходит из предположения, что на человека в день приходится 50 гр. сухого вещества, из коих 30—35 гр. органического происхождения.

Вышеприводимые сведения о количестве ила могут служить лишь для ориентировочных целей. Для более точных расчетов, касающихся вопроса об обработке ила, надлежит получить собственные данные. А именно:

1) При наличии в городе очистной станции с осадочными устройствами количество ила может быть исчислено на основании непосредственного измерения.

2) Если в городе имеется канализация, но еще нет установки для выделения из сточных вод взвешенных веществ, то понятие о количестве осадка, с которым придется оперировать, может быть получено путем производства исследований с отстаиванием сточной воды на опытной установке. В крайнем случае, можно лабораторным путем установить количество заключающихся в сточной воде взвешенных веществ, а затем принять известный процент задержания их в зависимости от рода отстойного сооружения и руководясь данными о работе подобных устройств в других городах (количество задерживаемых веществ в сухом состоянии; процент влажности).

3) Если же в городе канализации не имеется, а, следовательно, нельзя произвести указанных выше опытов, то для необходимых расчетов, касающихся количества ила, приходится руководствоваться данными опыта городов, имеющих аналогичные предположенным оса-



дочные устройства и находящихся в одинаковых с рассматриваемым городом жизненных условиях.

При существовании первого положения, т. е. при наличии в городе отстойных сооружений, для определения количества ила, которое получается на очистной станции, прибегают, как было выше указано, к непосредственному измерению количества ила в осадочных устройствах.

Измерение объема ила когда ил находится под водой, связано с известными трудностями, так как граница между илом и водой, вследствие близости удельных весов ила и воды, не является резко выраженной. В осадочных бассейнах, в коих ил распределяется по всей длине бассейна, непосредственное измерение ила под водой обыкновенно не производится. В сооружениях же типа колодцев определение поверхности ила может быть произведено одним из следующих способов:

1) Тонкий легкий железный лист, в горизонтальном положении подвешенный на бечевке, погружается в сточную воду отстойного колодца и медленно опускается вниз, пока не прекратится натяжение бечевки, что укажет на достижение листом поверхности ила. Измеривши длину погруженной части бечевки, т. е., следовательно, толщину слоя воды над илом, можно определить и толщину слоя ила, если вычесть первую из глубины колодца от поверхности воды до его дна.

2) Стеклянная трубка 2,5 — 5 см. диаметром, открытая с обоих концов, погружается одним концом в колодец до глубины, которая — предположительно — ниже поверхности ила. Затем нижний конец закрывается пробкой, прикрепленной к проволоке, которая заранее протянута через трубку, и трубка вынимается из колодца. Местоположение поверхности ила в колодце определяется измерением по трубке от поверхности воды в ней до иловой линии, видимой через стекло.

3) На вертикальной рейке закрепляется несколько широкогорлых бутылок на небольшом расстоянии одна от другой. Пробки от бутылок так приспособлены, что вставлять их в горлышки бутылок и извлекать из последних можно посредством проволоки, которая выходит к верхнему концу рейки. Желая произвести измерение, закрывают бутылки пробками и вводят рейку с бутылками в колодец до любой глубины, а затем вытаскивают пробки из бутылок. Через некоторый промежуток времени бутылки закрывают пробками и вынимают прибор из колодца. Тогда уровень ила будет находиться между наивысшей бутылкой, содержащей ил, и наинизшей, которая не содержит ила.

Определение поверхности ила в колодце приходится производить кроме того с целью определения времени выпуска ила из колодца. Выпуск производится тогда, когда поверхность ила в колодце достигает определенной высоты.

## II. Предварительная подготовка осадка.

Вопрос о судьбе ила может быть решаем в двух направлениях:

Первое решение заключается в удалении ила за пределы очистной станции и его ликвидации таким путем, что б он не мог в дальнейшем причинить каких-либо неприятностей для окружающих.

Второе решение имеет в виду утилизацию ила, вследствие содержания в нем некоторых ценных веществ.



И то и другое решение при выполнении встречает известные трудности, заключающиеся главным образом,

во-первых, в большом содержании в осадке воды, обуславливающим собою большой объем и вес осадка, что затрудняет, прежде всего, его транспорт и.

во-вторых, в способности свежего осадка быстро переходить в гниение, сопровождающееся выделением отвратительных запахов, что затрудняет обращение с ним и обработку его вблизи жилых мест.

Поэтому стремятся по возможности устранить или ослабить эти недостатки ила еще до выпуска его из сооружений для отстаивания сточных вод.

Эти меры предварительной подготовки ила заключаются в следующем.

1) Для ослабления первого неудобства, т. е. слишком большого содержания воды в иле, придают отстойным сооружениям известную конструкцию с целью получить осадок меньшей влажности.

2) Для устранения второго недостатка, т. е. способности ила переходить в гниение и издавать неприятные запахи, прибегают к искусственному выгнаиванию его.

Выход ила из отстойных сооружений с меньшим водным содержанием достигается, например, следующими мерами:

1) Устройством иловых цилиндров подобно применяемым в осветительных установках Кремера. Оно заключается в том, что нижняя воронкообразная часть колодца заканчивается сравнительно глубоким цилиндром малого диаметра (около 1 метра), куда скатываются осадки. Благодаря этой конструкции осадок, во-первых, уплотняется под давлением большого слоя выше находящейся воды, а, во-вторых, при удалении со дна этого цилиндра осадка затрудняется прорыв вместе с осадком воды, что способствует выходу его с меньшим водным содержанием.

По данным Kusch ил из подобных устройств Кремера содержит воды от 81,5 до 88%.

2) Применением стусителей, например, системы Dorr. Устройства системы Dorr представляют собою цилиндрические осадочные танки диаметра от 1,8 до 68,6 метр., имеющие дно с некоторым уклоном к середине. В таком танке расположена система металлических скребков, установленных на оси, которая помещается в центре цилиндра. Система эта вращается со скоростью от одного до 15 оборотов в час, и скребки, касаясь дна танка, передвигают отложившийся ил по направлению к центру танка, откуда ведет труба, отводящая ил или самотеком или откачкой насосом. Ил из танка удаляется без нарушения процесса отстаивания и без приостановки работы стусителя.

По данным Babbitt активный ил в устройствах системы Dorr стущается до 95—96% влажности.

Выгнаивание ила для устранения его загниваемости и запахов состоит в том, что осадок, выделенный из сточных вод, или оставляется в отстойных сооружениях или переводится в особые камеры. После известного периода времени, в течение которого осадок гниет, осадок удаляется из этих сооружений уже в настолько выгнившем состоянии, что в дальнейшем он не загнивает и не обременяет запахами, как тех лиц, коим приходится иметь с ним дело, так и живущих близ места его обработки.

В дальнейшем таким образом, будут различаться свежий и выгнивший ил.

### РАЗНИЦА МЕЖДУ СВЕЖИМ И ВЫГНИВШИМ ОСАДКОМ.

Одно различие между свежим и выгнившим осадком указано выше. Оно заключается в том, что выгнивший осадок не подвержен в дальнейшем гниению и не обладает тем отвратительным запахом, который отягощает обращение со свежим осадком. Запах этот не допускает обработки свежего ила вблизи населенных мест, вызывая вполне справедливые протесты жителей. Обработку же выгнившего ила можно производить на территории очистной станции и вблизи жилых кварталов города.

Но кроме этого преимущества выгнивший ил обладает целым рядом других, зависящих от особого характера выгнившего ила.

В свежем иле вода в значительной мере находится внутри клеток растительного характера, составляющих большую часть осадка. Клетки эти как бы запирают воду. Кроме того свежий ил богат коллоидами, обладающими способностью разбухать от воды и удерживать ее.

При выгнаивании ила клеточные оболочки и коллоиды подвергаются разрушению и вода, задерживаемая до того ими, освобождается.

Поэтому выгнивший ил, прежде всего, содержит значительно меньшее количество воды, чем ил свежий: свежий ил содержит в среднем свыше 90% воды, выгнивший же в среднем лишь 80%. Уменьшение же влажности ила весьма существенным образом отражается на его объеме и весе.

Изменение в весе ила при уменьшении влажности может быть подсчитано по следующей формуле:

$$S_1 = \frac{S(100-p)}{100-p_1}$$

где:  $p$ —первоначальный процент влажности,

$p_1$ —конечный процент влажности,

$S$ —первоначальный вес ила,

$S_1$ —конечный вес ила.

Согласно этой формулы уменьшение влажности ила с 90% до 80% ведет к уменьшению веса того же количества ила в 2 раза; уменьшение же влажности с 95%, каковой часто обладает свежий ил, до 80% (средняя влажность выгнившего ила) ведет к уменьшению веса ила в 4 раза<sup>1</sup>. Таким образом эти цифры весьма убедительно подчеркивают значение процесса выгнаивания ила.

При операциях с илом необходимо бывает, таким образом, прибегать к определению его влажности.

Определение влажности ила производится следующим образом.

Тщательно перемешанную точно взвешенную пробу ила подвергают выпариванию до удаления из нее всей воды—это узнается по тому, что проба перестает при дальнейшем терять в весе. Разница в весе сы-

<sup>1</sup>) При этом расчете не принято во внимание еще уменьшение сухого вещества в выгнившем иле.



рого ила и высушенного дает вес содержащейся в иле воды. Выразить влажность ила в процентах после этого не представляет трудности.

Дальнейшие преимущества выгнившего ила заключаются в следующем.

Вследствие того, что в процессе гниения происходит разрушение клеточных оболочек и коллоидов и ил теряет свойство слизистости и тягучести, выгнивший ил даже при меньшем содержании воды является более жидким, легче сплавляемым и легче перекачиваемым материалом, чем ил свежий.

Затем выгнивший ил отличается способностью быстро подсыхать на дренированных сушильных площадках. Последнее свойство выгнившего ила объясняется следующими причинами:

1) Вследствие разрушения коллоидов и клеточных веществ выгнивший ил по структуре своей таков, что он не задерживает воды и легко от нее освобождается.

2) Выгнивший ил при выпуске на сушильные площадки пропитан пузырьками газа, выход которого из ила при нахождении последнего в камере гниения являлся затрудненным, вследствие давления вышележащих слоев ила и иловой воды. Благодаря присутствию в иле пузырьков газа, удельный вес ила при поступлении его на сушильную площадку меньше удельного веса воды, а потому ил всплывает на поверхность заключающейся в нем иловой воды, последняя же свободно уходит в дренаж.

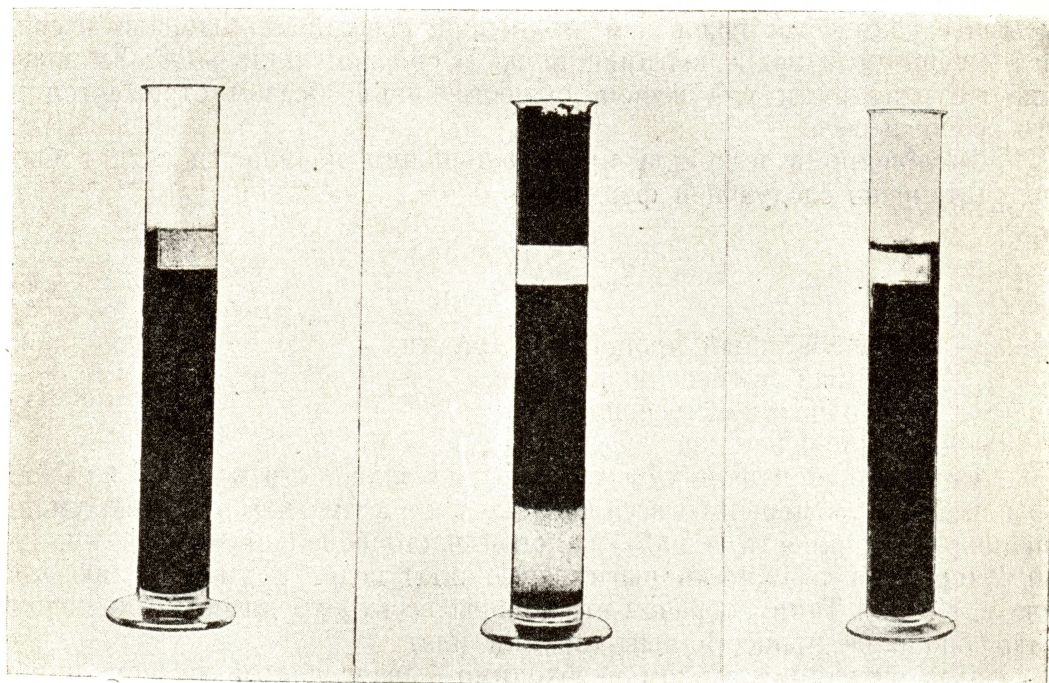


Рис. 1.

На рис. 1 представлены три фотографических снимка со стеклянного сосуда, содержащего выгнивший ил из Эмперского колодца. Первый снимок заснят сразу по наполнению сосуда илом, выпускаемым из колодца. Поверхность ила в сосуде отмечена бумажной наклейкой. Второй снимок сделан через 12 часов после наполнения сосуда илом. Ил плавает на поверхности собственной воды, благодаря при-



сутствию в нем пузырьков газа. Третий снимок заснят через несколько дней. Ил, лишившийся газа, опустился на дно сосуда.

3) Когда пузырьки газа улетучиваются из ила, они оставляют в последнем поры, которые также содействуют просыханию ила.

Свежий же ил, так как его удельный вес больше удельного веса воды, по выпуске на сушильные площадки садится вниз, закупоривает поры дренирующего материала и препятствует уходу в дренаж иловой воды, располагающейся над илом.

Практически меньший объем выгнившего ила и его способность легко отдавать свою воду в дренаж позволяют ограничиваться значительно меньшими площадями для его сушки.

Наконец, выгнивший ил во время сушки его на воздухе не привлекает насекомых, в то время когда свежий ил облепляют массами желтые мухи (*scatophaga stercoria*), могущие явиться причиной инфекций.

Отличительные внешние признаки свежего и выгнившего ила весьма характерны, хотя распознавание степени выгнивания ила является делом навыка. Свежий ил — серый или желтоватый; выгнивший — черный (вследствие содержания сернистого железа). Свежий ил обладает противным запахом; выгнивший имеет смолистый запах. Иловая вода свежего ила мутна и воняет; иловая вода выгнившего — светла и без запаха. Свежий ил — слизистый, выгнивший — зернистый, кашеобразный.

При помещении иловой пробы в стеклянный сосуд, в свежем иле ясно различимы его отдельные составные части: бумага, остатки пищи, волокна всякого рода и др., в выгнившем же иле, благодаря распаду отдельных составных частей, последние нельзя различить.

Проба ила, разлитая тонким слоем по тарелке или жестяному листу, установленным в слегка наклонном положении, и оставленная на четверть часа, не показывает никакого изменения при свежем иле, в то время как при выгнившем тотчас образуются трещины и потоки, благодаря отделению от массы ила воды и стеканию ее.

### СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫГНАИВАНИЯ ОСАДКА<sup>1)</sup>.

Выгнаивание осадка производится в сооружениях двух основных типов:

- 1) Первый тип представляет собою:
  - а) сооружения, имеющие общую камеру и для отстаивания сточной воды и для выгнаивания ила (септик-танки).
  - б) сооружения с различными для указанных процессов камерами, однако имеющими между собою связь через соединительные щели (танки Travis'a и Duwidag; сооружения типа Эмперских колодцев).
- 2) Второй тип представляет собою отдельные камеры гниения:
  - а) совершенно удаленные от отстойных сооружений (собственно отдельные камеры гниения).
  - б) имеющие общие с отстойными сооружениями стенки (установки Prüss'a, Нейштадтские бассейны).

Иногда применяется комбинация первого и второго типа сооружений: для предварительного выгнаивания служит первый тип (со-

<sup>1)</sup> Описание и оценка этих сооружений приводятся в статье автора: „Механическая очистка сточных вод в связи с обработкой ила“ напечатанной в № 3-4 „Вестника Сибирских Инженеров“ за 1928 г.



ружения типа Эмшерских колодцев), для окончательного выгнаивания — второй (собственно отдельные камеры гниения).

Сооружения первого типа грешат тем, что в них, не говоря уже о септик-танках, наличие связи между камерами гниения и осадения может явиться причиной ухудшения качества осветленных вод. За то температурные условия работы этих камер, благодаря обогреванию камер сточными водами, чрезвычайно благоприятны.

Сооружения второго типа, благодаря изолированности камер осадения от камер гниения, являются более надежными в смысле качества очищенных вод. Однако «собственно отдельные камеры гниения» страдают тем недостатком, что они не используют для своего подогрева теплоту сточных вод и для достижения того же эффекта, что и сооружения первого типа, требуют искусственного подогревания. Впрочем сооружения типа Нейштадтских бассейнов и бассейнов Prüss'a, как утилизирующие теплоту сточных вод для обогрева камер гниения, лишены этого недостатка.<sup>1)</sup>

### РАСЧЕТ КАМЕР ГНИЕНИЯ.

Расчет камер гниения представляет довольно трудную задачу, вследствие обилия тех факторов, которые оказывают влияние на их емкость.

Так, на размеры камер гниения оказывают влияние следующие обстоятельства:

1. Количество свежего ила и его характер;
- 2) Степень уменьшения объема ила при его выгнаивании;
- 3) Время выгнаивания;
- 4) Степень использования камеры;
- 5) Размер установки.

Некоторые из этих факторов в свою очередь зависят от целого ряда причин.

А именно:

На количество свежего ила и его характер влияют: количество сточных вод, число жителей, характер сточных вод, система канализаций, содержание в сточной воде взвешенных веществ, работа осадочных устройств, содержание воды в иле.

Степень уменьшения объема ила при выгнаивании зависит от времени выгнаивания, температуры камеры гниения, степени перемешивания ила в камере, свежести осадка, конструкции камеры гниения.

На время выгнаивания влияют необходимая степень выгнаивания, температура, продолжительность холодного времени года, свежесть осадка, степень перемешивания ила.

Степень использования объема камеры гниения зависит от конструкции камеры.

Учесть все эти факторы при расчете емкости камер гниения бывает невозможно, а потому претендовать на точность расчета нельзя. В этом смысле чрезвычайно ценным является опыт других городов, находящихся в одинаковых жизненных условиях с рассматриваемым городом.

Корректирование неправильности принятого по расчету объема камеры гниения можно произвести совершенно безболезненно на ос-

<sup>1)</sup> С других точек зрения здесь сравнения не производится. Подробности даются в статье автора: „Механическая очистка сточных вод в связи с обработкой ила“.



новании наблюдения над построенной установкой во время ее эксплуатации путем:

- 1) устройства дополнительной отдельной камеры гниения;
- 2) искусственного повышения температуры построенной камеры и
- 3) искусственного перемешивания содержимого камеры.

Последние две меры могут быть использованы для корректирования объема отдельных камер гниения.

Существует несколько методов расчета камер гниения.<sup>1)</sup> Сущность некоторых из них, при их разнообразии в деталях, сводится к следующему.

По объему свежего ила, ежедневно поступающего в камеру гниения, и по степени ежедневного уменьшения этого объема при выгнивании определяется объем, который принимает на каждый день периода выгнивания эта порция ила. Так как в течение периода выгнивания в камеру ежедневно поступают новые порции свежего ила, то емкость камеры определится суммированием объемов, которые принимает каждый день порция ила, начиная с первого дня и кончая последним днем пребывания ее в камере.

Конечно при определении количества свежего ила и степени уменьшения его объема, а также при назначении времени выгнивания надлежит, поскольку возможно, учесть все те факторы, которые оказывают на эти статьи влияние.

К назначению времени выгнивания для наших климатических условий следует подходить с особой осмотрительностью, вследствие низких зимних температур и продолжительности холодного периода. С этой точки зрения должно обратить надлежащее внимание на применение мер тепловой изоляции камер гниения и на использование возможности искусственного обогрева некоторых их типов (отдельные камеры гниения) с утилизацией в качестве топлива собственного газа гниения (см. гл. VI).

### III. Ликвидация сырого осадка.

В г. II было указано, что одним из решений, касающихся судьбы ила, является его ликвидация, т. е. удаление его за пределы очистной станции лишь с единственной целью отделаться от него, но таким образом, что бы в дальнейшем он не мог доставить каких-либо неприятностей для населения.

Осадок может подвергнуться ликвидации:

- 1) в сыром состоянии и
- 2) после предварительного уменьшения его водного содержания.

Ликвидация осадка в сыром состоянии, т. е. в том виде, как он выходит из отстойных сооружений (свежего осадка), или из камер гниения (выгнившего осадка) производится по одному из следующих методов:

- 1) по методу разжижения и
- 2) по методу зарывания ила в землю.

<sup>1)</sup> Методы расчета камер гниения описаны в статье автора: „Расчет камер гниения для канализационного ила“.

## МЕТОД РАЗЖИЖЕНИЯ.

Метод ликвидации канализационного ила разжижением заключается в вывозке или спуске ила в мощный естественный водоем в расчете на самоочистительную способность последнего.

Применение этого способа ликвидации ила может быть допустимо лишь при соблюдении следующих условий:

1) Водоем, куда вывозится или выпускается канализационный ил, должен обладать достаточным запасом кислорода, что бы предупредить возможность загнивания ила в воде.

2) Водоем должен обладать настолько быстрым течением, что бы исключалась возможность осаждения твердых частиц ила на дно.

Такие условия могут существовать при вывозке ила в море и при выпуске его в мощную реку во время половодья.

Примерами городов, вывозящих ил в сыром состоянии в море, могут служить Лондон и Манчестер (Англия). Города эти для указанной цели пользуются паровыми судами особой конструкции. Суда эти принимают около 1000 тонн ила за каждый рейс. Когда иловые тэнки пароходов находятся в порожнем состоянии, то дно их расположено на 0,15 метр. выше ватер-линии; когда тэнки загружены полностью илом, то поверхность ила находится также примерно на 0,15 м. выше ватер-линии. Это позволяет производить разгрузку тэнков самотеком. Время разгрузки около 17 мин. Разгрузка регулируется посредством задвижек, управление коими производится с палубы. Разгрузка обычно производится во время хода парохода, при движении последнего со скоростью около 10 узлов в час.

Определенных положений, касающихся необходимой степени разжижения канализационного ила при выпуске ила в реки во время половодья, не существует.

Согласно данных Johnson'a на основании опытов в г. Columbus (Ohio) допустимым коэффициентом разжижения является 1/800.

Во всяком случае считается достаточным разжижение в 1500—2000 раз.

Естественно, что при установлении коэффициента разжижения должно считаться с характером ила: свежий ил требует большей степени разжижения, выгнивший — меньшей.

Метод обезвреживания ила разжижением особенно выгодно совмещается с выгнаиванием ила.

А именно:

Если выпуск ила в реку допустим лишь во время половодья, то может явиться целесообразным хранить его до того момента, когда условия состояния водного источника (половодье) позволят сделать это. Хранить же ил—это значит подвергать его выгнаиванию. Последним достигается кроме того и уменьшение объема ила и изменение его характера, создающие наиболее выгодные условия для обезвреживания ила разжижением.

## ЗАРЫВАНИЕ ИЛА В ЗЕМЛЮ.

Зарывание сырого ила в землю производится следующим образом:

В поле вырываются V-образные ровики глубиной около 0,60 метр. Через 1—2 месяца, когда земля делается сухой и рыхлой, в эти ровики помещается ил, который или немедленно или по проше-



ствии одной - двух недель засынается землей, вынутой из ровиков, по крайней мере на 0,30 метр.

Грунт, используемый для этой цели, или должен обладать естественной дренирующей способностью или должен быть обеспечен искусственным дренажом.

О необходимых размерах площадей для зарывания ила не имеется достаточно определенных данных. Также нет определенных данных и относительно времени, через которое поле может быть использовано или снова для той же цели или для какой либо другой.

Kinnicutt, Winslow и Pratt полагают, что на 1000 тонн свежего сырого ила необходимо 2 акра (около 1 гектара) земли, считая возможным при песчаном грунте ограничиться одним акром (около  $\frac{1}{2}$  гектара).

По данным Watson'a в Бирмингаме для ежедневного количества около 1170 тонн ила 94,5%-ной влажности, требуется ежедневно около 1.2 километра ровиков шириной по-верху 0,90 м. и глубиной 0,45 м.

По некоторым данным тоже самое поле может быть использовано снова через  $1\frac{1}{2}$  — 2 года при условии, что оно через 2 месяца после засыпки ила землей вспахано и засеяно, а после уборки жатвы опять вспахано и оставлено свободным на время около года.

По другим данным ил иногда может оставаться сырым и дурно пахнущим в течение ряда лет, и поле может оказаться непригодным для дальнейшего использования.

Метод этот не имеет широкого распространения, так как требует больших площадей земли.

Кроме того он не может быть применен в течение зимних месяцев в местностях с суровым климатом.

#### **IV. Обработка осадка с целью уменьшения его влажности.**

Уже указывалось выше (гл. II), что большое содержание воды в иле создает значительные трудности как при ликвидации ила, так и при утилизации заключающихся в нем ценных составных частей.

Для одних методов ликвидации и утилизации ила большое содержание в нем воды ведет лишь к неудобствам и дороговизне транспорта, для других оно является препятствием, даже исключаящим возможность их применения.

Неудобства транспорта сырого осадка обуславливаются жидким состоянием осадка, требующим особых перевозочных средств с водонепроницаемыми кузовами и особых приспособлений для обращения с ним (черпаки, насосы и проч.). Дороговизна транспорта сырого осадка вызывается кроме того большим объемом и весом осадка, требующим большого числа транспортных единиц.

Уменьшение влажности ила, таким образом, устраняет указанные неудобства и ведет к удешевлению его перевозок.

Так, свежий ил, содержание воды в коем уменьшено до 75%, и выгнивший ил, влажность коего сведена до 60%, утрачивают характер жидкости и могут погружаться обыкновенной лопатой или вилами и перевозиться в экипажах с обыкновенными кузовами.



Указание на невозможность применения из-за большого содержания воды в иле некоторых методов ликвидации и утилизации ила касается таких мероприятий, которые основаны именно на сухости материала, как например, сожигание ила. При большой влажности последнего непосредственное сожигание ила невозможно; при употреблении же для этой цели топлива, слишком много потребуется затратить последнего на предварительное испарение из ила воды.

Для уменьшения влажности ила существуют следующие средства:

- 1) Сушка ила на воздухе, осуществляемая посредством
  - а) иловых прудов и
  - б) сушильных площадок.
- 2) Фильтр - прессы.
- 3) Центрофуги.
- 4) Вакуум - фильтры.
- 5) Жаровые сушилки.
- 6) Процесс Диксона.
- 7) Применение серной кислоты и сернистого ангидрида.
- 8) Компостирование.
- 9) Комбинация некоторых из вышеупомянутых средств.

### ИЛОВЫЕ ПРУДЫ.

Иловые пруды, называемые в Англии и Америке иловыми лагунами, представляют собою земляные бассейны, в которые поступает или самотеком или путем перекачки свежий сырой ил, и в которых производится его выгнивание и сушка.

От камер гниения иловые пруды отличаются тем, что из камер гниения ил выпускается в жидком состоянии, а от сушильных площадок тем, что на последние поступает уже выгнивший ил. Иловые пруды, таким образом, по характеру выполняемой ими работы представляют собою совмещение камер гниения с сушильными площадками.

Сушка ила в прудах, происходящая как за счет испарения воды, так отчасти и за счет ухода ее через дно пруда в почву, ведет к переходу через известный период времени свежего сырого ила в землянистое состояние с содержанием влаги до 75%.

Иловые пруды по характеру устройства могут быть трех родов. А именно, они могут представлять собою:

- 1) естественные впадины в грунте;
- 2) бассейны, искусственно вырытые в грунте;
- 3) бассейны, образованные окружением данной площади земляными валами.

В последних двух случаях глубина бассейнов или высота валов обуславливается толщиной слоя ила, помещаемого в пруд.

Наиболее подходящей для устройства прудов почвой считается такая, которая обладает естественной дренирующей способностью. Если почва обладает слабой дренирующей способностью, то иногда прибегают к искусственному ее дренированию. Однако по характеру свежего ила, описанному в гл. II, происходит быстрое заиливание верхних слоев почвы, а потому наличие искусственного дренажа оказывается бесцельным. Полезным бывает перед напуском ила в пруд произвести вспахивание почвы.

Иногда устраивают дно пруда из слоя шлака или гравия с прокладкой под этим слоем дренажных труб на расстоянии в 3—6 метр.



приближая, таким образом, пруд по конструкции к сушильным площадкам, рассматриваемым ниже и предназначенным по идее для сушки выгнившего ила.

Местность для прудов желательна открытая для наилучшей просушки за счет испарения.

Напуск ила в пруд может производиться следующими способами:

- а) толстым слоем в 0,60 — 1,20 м. толщиной и
- б) тонкими слоями один на другой, нанося следующий только тогда, когда совершенно высохнет предшествующий.

Время сушки зависит от следующих факторов:

- а) климатических условий,
- б) подготовки основания,
- в) степени влажности ила,
- г) толщины слоя напуска ила в пруд.

В общем, время сушки колеблется от нескольких недель — при жаркой погоде, хорошем основании и тонком слое ила, до 3 — 6 месяцев — при менее благоприятных условиях.

Относительно площади, потребной для устройства прудов, определенных норм не установлено.

По данным Babbitt в Reading, Pa. один кв. метр площади иловых прудов требуется для 0,32 куб. м. ила.

По данным Imhoff'a для иловых прудов потребна площадь в 10 раз больше той, которая необходима для сушильных площадок (см. дальше), т. е. на 1 кв. м. площади пруда может быть обработано ила в количестве, приходящемся примерно на 3 жителей.

Иловые пруды обладают следующими недостатками:

- 1) они требуют больших площадей,
- 2) распространяют нестерпимое зловоние,
- 3) дают загнивающую иловую воду, требующую особой искусственной или естественной биологической обработки.

Вследствие этого применение иловых прудов может быть допущено лишь при условии наличия удаленных от населенных пунктов свободных площадей, при том непригодных для других целей.

Иловые пруды, однако, иногда могут быть эксплуатируемы с успехом, если отнять от них одну из их функций, а именно выгнаивание ила, т. е. возложить на них задачу только подсушивания ила, приблизив их по идее к сушильным площадкам и оставив характер устройства и эксплуатации, присущие собственно иловым прудам.

В этом смысле иловые пруды применимы, например, для минерального ила, способного оседать и хорошо уплотняться под иловой водой; последнее свойство минерального ила позволяет путем постепенного повышения ограничивающего пруд вала собрать в пруде ил слоем значительной толщины, сэкономивши на площади. Этот прием был применен в военное время Рурским Об'единением в г. Oelbach, где вал, опоясывающий пруд, устраивался из высушенного ила и местность была постепенно поднята до 3 метр. высоты.

При обыкновенном городском иле подобный прием не может быть использован, примером чего является случай, бывший в 1912 г. в г. Бирмингаме. Там жидкий ил, перекаченный насосом в промежуток между железно-дорожными насыпями, пролежал в течение года, не подвергнувшись уплотнению, снова в жидком состоянии был извлечен оттуда и помещен для сушки на иловые сушильные площадки.



Затем иловые пруды могут быть использованы для выгнившего ила в зимнее время для освобождения от работы в этот период года обыкновенных сушильных площадок.

### ИЛОВЫЕ СУШИЛЬНЫЕ ПЛОЩАДКИ.

Иловые сушильные площадки, называемые в Америке иловыми сушильными постелями или иловыми фильтрами, представляют собою устройства, предназначенные для сушки выгнившего ила и осущаемые по двум схемам:

1) Площадки первого типа устраиваются с дренированной подошвой и с загрузкой из крупно-зернистого материала (шлака, гравия, щебня и т. п.).

2) Площадки второго типа представляют собою мелкие бассейны с бетонным дном, в котором имеются лотки с уложенными в них дренажами.

Сушильные площадки того и другого типа могут устраиваться:

- а) открытыми и
- б) под стеклянными кровлями.

#### Сушильные площадки первого типа.

Иловые сушильные площадки первого типа (рис. 2)<sup>1)</sup> устраиваются чаще всего с земляным дном, силинированным таким образом, чтобы оно имело уклон к дренажным трубам. Последние укладываются в ка-

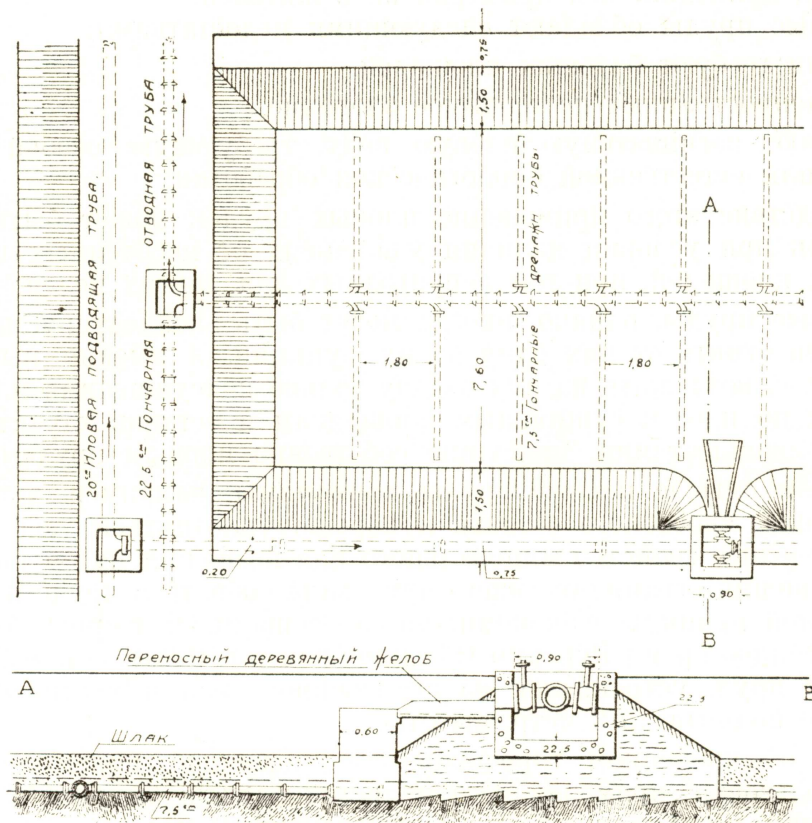


Рис. 2.

<sup>1)</sup> Рис. представляет сушильную площадку в г. Hamilton, Ontario.



навки с надлежащим уклоном для выхода воды. Дренажные трубы — гончарные диаметром от 7,5 до 20 см. — обыкновенно располагаются на расстоянии 1,20—3,00 м. одна от другой.

Поверх таким образом подготовленного основания укладывается фильтрующий материал толщиной слоя от 0,30 до 0,60 метр.

Фильтрующий материал берется различной крупности и укладывается слоями таким образом, что б слой самого крупного материала (разм. 5—6,5 см.) находился внизу, слой самого мелкого — вверху.

На нижние слои идут гравий, щебень, шлак, кокс, а на самый верхний — песок.

Песок этот постепенно снимается вместе с убираемым высушенным илом и периодически должен снова возобновляться.

Для удобства вывозки высушенного ила, если уборка его с площадок производится в ручную, по середине каждой площадки вдоль ее укладывается рельсовая колея для вагонеток.

Рельсовая колея помещается по одному из следующих двух способов:

- 1) в уровень с поверхностью фильтрующего материала, так что во время загрузки площадок илом колея находится под ним;
- 2) на особом помосте, поднятом настолько, что колея остается над илом в то время, когда площадки залиты им. (Рис. 3).

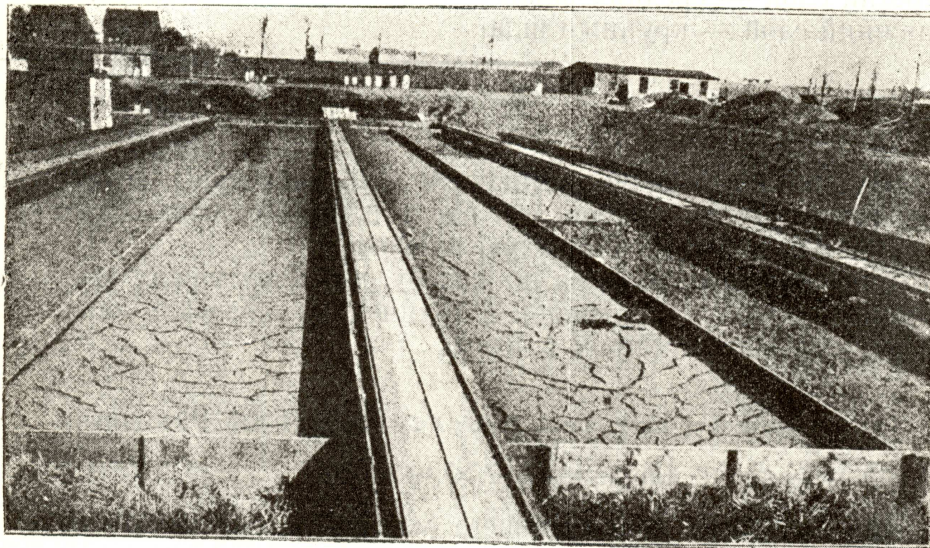


Рис. 3.

Если же разгрузка производится машинами, то рельсовая колея прокладывается по границе между площадками и по сторонам площадок в зависимости от конструкции машин.

Боковые стенки сушильных площадок чаще всего делаются из досок, забираемых в пазы стоек или пришиваемых к последним сбоку. Реже стенки устраиваются из низких земляных валиков.

Высота стенок над фильтрующей поверхностью обуславливается толщиной слоя напуска ила.

Общая площадь сушильных постелей определяется расчетом (см. ниже). Величина же отдельных площадок (отделений) обуславливается соображением удобства их разгрузки от высушенного ила.



Так, при прокладке рельсовой колеи по середине площадки наиболее удобной для ручной разгрузки считается ширина каждой площадки в 4 метра.

При машинной разгрузке ширина каждой площадки зависит от размеров и конструкции машины.

Длина площадки в данном случае роли не играет и может быть назначена по усмотрению в зависимости от местных возможностей (топография и план имеющегося участка) и от количества ила, выпускаемого из камер гниения за один раз.

### Примеры сушильных площадок.

Очистная станция Wassmannsdorf (Берлин).

Очистная установка на полях орошения Wassmannsdorf (Берлин) имеет 20 сушильных площадок по 400 кв. м. каждая, с размерами 19 метр. длиной и 24,5 метр. шириной. Ширина площадки обуславливается размерами разгрузочной машины.

Общая толщина фильтрующего материала 0,50 метр. Уложен он в четыре слоя:

верхний слой — песок . . . . .	толщ. слоя	10 см.
второй слой — мелкий шлак . . . . .	»	» 5 см.
третий слой — средний шлак . . . . .	»	» 15 см.
нижний слой — крупный шлак . . . . .	»	» 20 см.

---

Итого . . . . . 50 см.

Дрены из дырчатых керамиковых труб диаметра в 10 см. уложены под фильтрующим материалом вдоль площадок через каждые 4,75 метр., по четыре дрены на каждую площадку.

Подвод ила производится по желобу, идущему между двумя группами площадок (по 10 площадок в группе). От желоба к каждой площадке идут трубы диаметром в 40 см.

Очистная станция г. Bergedorf (близ Гамбурга).

Размер каждой площадки 12 × 40 метр.

Общая толщина фильтрующего материала 0,30 — 0,35 м.

Фильтрующий материал уложен в два слоя:

верхний слой — песок . . . . .	толщ. слоя	10 см.
нижний слой — шлак увеличивающей- ся сверху вниз крупности . . . . .	»	» 20—25 см.

---

Итого . . . . . 30—35 см.

Большая толщина приходится над дренами.

Очистная станция г. Trenton, N. J.

Общая площадь сушильных площадок около 8120 кв. м. разбита на площадки, каждая размерами 55,5 × 6,1 м.

Фильтрующий материал состоит из трех слоев гравия, отсортированного по размерам, и верхнего слоя из песка. Минимальный размер зерен гравия  $1\frac{1}{2}$  мм. ( $\frac{1}{16}$  дм.), максимальный  $63\frac{1}{2}$  мм. ( $2\frac{1}{2}$  дм.). Слой песка имеет толщину в 0,05 м. Общая же толщина фильтрующих слоев от 0,25 м. до 0,35 м. Максимальная толщина фильтрующего материала приходится над дренажными трубами. Последние находятся на расстоянии в 4 м. одна от другой, помещены в канавы и обложены щебнем.

По середине каждой площадки вдоль ее помещена узкоколейка для вывозки высушенного ила.

Ил на площадке поступает самотеком по 20 см. чугунным трубам на бетонные плиты, помещенные у одного конца каждой площадки, и разливается отсюда по всей ее поверхности.

#### Очистная станция г. Cleveland.

Размер каждой сушильной площадки  $3 \times 6$  метр.

Площадки имеют деревянный плотный пол, наклонный с уклоном к дренам, уложенным по середине каждой площадки. Поверх пола загружен фильтрующий материал из следующих слоев:

верхний слой — песок . . . . .	толщ. слоя 2,5 см.
второй слой — гравий . . . . .	» » 7,5 см.
третий слой — щебень разм. 2,5 см. » »	10,0 см.
нижний сл.—щебень р. 2,5—5,0 см. » »	12,5 см.

---

Итого . . . . . 32,5 см.

Для защиты песка от загрязнения поверх его перед каждым напуском на площадку ила рассыпается слой сухого строительного мусора в 2,5 — 7,5 см. толщиной. Мусор этот убирается каждый раз вместе с высушенным илом.

#### Очистная станция г. Hartford, Wis.

Общая площадь сушильных постелей  $12,2 \times 24,4$  м. разбита на четыре отделения. Каждая площадка имеет бетонный пол. На бетонном полу уложены гончарные дрена на расстоянии 0,60 метр. одна от другой. Поверх бетонного пола уложен фильтрующий материал в 3 слоя общей толщиной в 0,525 м.

верхний слой — песок . . . . .	толщ. слоя 7,5 см
средний слой — щебень разм. 6 мм.	
— 19 мм. ( $\frac{1}{4}$ дм.— $\frac{3}{4}$ дм.) . . . . .	» » 15,0 см.
нижний слой — щебень разм. 19 мм.	
— 51 мм. ( $\frac{3}{4}$ дм.—2 дм.) . . . . .	» » 30,0 см.

---

Итого . . . . . 52,5 см.

#### Сушильные площадки второго типа.

О сушильных площадках второго типа, дает ясное представление рис. 4, на котором представлен тип площадки, применяемый в Эмшерском Товариществе.



Площадка шириной в 4 метра имеет бетонное дно с двумя продольно расположенными лотками по 30 см. глубиной и 40 см. шириной каждый. В этих лотках помещены дренажные трубы, обсыпанные фильтрующим материалом из четырех слоев шлака с зернами постепенно уменьшающегося кверху размера.

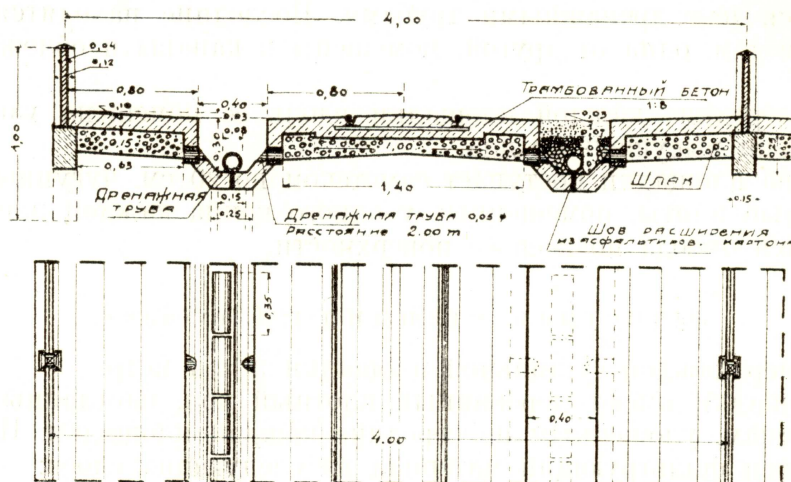


Рис. 4.

По середине площадки по дну уложена рельсовая колея. Бетонный пол покоится на основании из котельного шлака с выводом дренажной воды из этого слоя в дренажные трубы сушильной площадки.

#### Напуск ила на сушильные площадки.

Загрузка сушильных площадок илом по большей части в силу соответственного расположения их ниже выпуска ила из сооружения производится самотеком по трубам или желобам.

Ил напускается тонким слоем.

Рекомендуемая Imhoff'ом толщина слоя 0,20 м.

По Vach'у толщина слоя — 0,30 м.

Практически толщина слоя напуска подвержена значительным колебаниям, и в таблице III приведены данные относительно ее для установок некоторых городов.

Таблица III.

Толщина слоя напуска ила на сушильные площадки.

НАЗВАНИЕ ГОРОДА	Приблизительная толщина слоя ила, пускаемого на сушильную площадку, в сантиметрах
Aschaffenburg . . . . .	18 — 20
Hildesheim . . . . .	30
Gerdauen . . . . .	40 — 50
Ohrdruf . . . . .	25 — 30
Amberg . . . . .	до 50
Pr.-Holland . . . . .	25
Prenzlau . . . . .	40
Bergedorf . . . . .	30

### Время сушки ила на открытых сушильных площадках.

Время сушки ила на открытых сушильных площадках зависит от следующих факторов:

- 1) времени года и погоды,
- 2) характера ила,
- 3) содержания воды в иле и
- 4) толщина слоя напуска.

Так, холодное время года и дождливая погода замедляют сушку и, следовательно, удлиняют время ее; жаркое время года и сухая погода ускоряют сушку и, таким образом, укорачивают время ее.

Хорошо выгнивший ил требует меньше времени для сушки, чем плохо выгнивший. Это вытекает из свойств ила, описанных в гл. II.

Естественно, что чем больше содержит воды ил, тем больше при прочих равных условиях времени потребуется для его высушивания и наоборот: чем меньшим процентом влажности ил обладает, тем меньше времени необходимо для его просыхания.

Наконец, чем тоньше слой напуска ила на сушильную площадку, тем скорее он просыхает; чем толще слой ила, тем медленнее он сохнет.

В ниже приводимой таблице (табл. IV) указано время сушки ила на сушильных площадках некоторых городов.

Таблица IV.

Время сушки ила на сушильных площадках некоторых городов.

НАЗВАНИЕ ГОРОДА	Характер ила	Время сушки в неделях
Gerdauen . . . . .	Городская установка с кам. гниения Кремера	2
Amberg . . . . .	Т о ж е	2 — 3
Pr.-Holland . . . . .	Т о ж е	5
Prenzlau . . . . .	Т о ж е	4 — 8

При сушке на иловых сушильных площадках хорошо выгнившего ила и при загрузке площадок слоями в 0,20 м. толщиной Imhoff считает нормальным в условиях германского климата использование каждой площадки в течение года 12 раз.

### Иловые сушильные площадки под стеклянными кровлями.

Для возможности сушки ила в любое время года и для предупреждения увлажнения дождями уже частично высушенного ила иногда сушильные площадки устраивают со стеклянными кровлями над ними, на подобие тех, которые применяются для оранжерей.

Примерами таких площадок могут служить сушильные площадки городов: Cleveland, Canton (Ohio), Alliance (Ohio) и Чикаго (Иллинойс).

В г. Cleveland на крытых сушильных площадках ил из Эмшерских колодцев, содержащий от 85 до 93% влажности, хорошо просушивал-



ся в любое время года. Открытые площадки загружались 13 раз в течение года (во время теплых месяцев). Крытые могли принимать ил 32 раза в год, т. е. производительность крытых сушильных площадок оказалась в  $2\frac{1}{2}$  раза выше, чем открытых.

В г. Canton сушильные площадки со стеклянными кровлями показали производительность в 3 раза большую по сравнению с площадками открытыми.

На рис. 5 представлены сушильные площадки со стеклянными кровлями в г. Alliance. Они покрыты на 1012 кв. м. и стоили 16910 рублей (1917 г.).

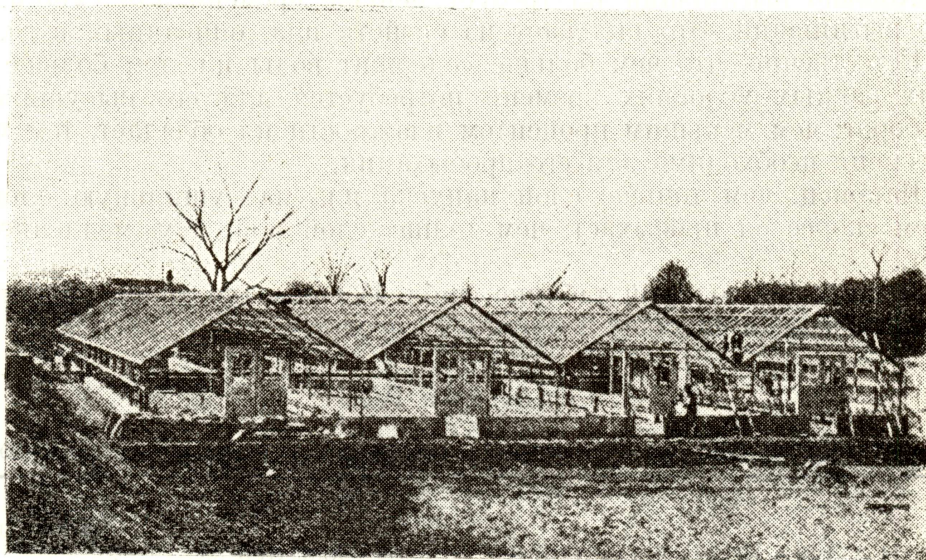


Рис. 5.

### Расчет сушильных площадок.

Размер площади, потребной для сушки ила зависит от следующих факторов:

- 1) количества ила (или числа жителей),
- 2) характера ила (хорошо выгнивший, плохо выгнивший),
- 3) влажности ила,
- 4) климата и
- 5) конструкции сушильной площадки (открытая, со стеклянной кровлей).

Влияние количества ила (или числа жителей) на размер необходимой для сушки ила площади не требует пояснений. Само собою разумеется, что чем больше при прочих одинаковых условиях ила требуется высушить, тем большей площади нужна сушильная постель.

Характер ила имеет чрезвычайно важное значение при определении размера сушильных площадок. Уже выше указывалось, что хорошо выгнивший ил обладает способностью сохнуть значительно быстрее, чем плохо выгнивший. А чем быстрее происходит сушка ила, тем, конечно, меньшая площадь обеспечит необходимую потребность.

Влажность ила также оказывает влияние на размер сушильных площадок, так как чем больше содержит ил воды, тем большее время потребуется для его сушки и тем меньше, следовательно, будет пропускная способность площадок, а при этом необходим будет больший их размер.



В местностях с теплым климатом сушка ила идет быстрее, в местностях с холодным климатом — медленнее, а потому сушильные площадки в первых будут при прочих одинаковых условиях меньшего размера, чем во вторых.

Конструкция сушильных постелей оказывает особое влияние на размер потребной площади в том смысле, что крытые обладают значительно большей пропускной способностью, чем открытые, а потому первые будут иметь меньшие размеры, чем вторые.

Расчету размера сушильных площадок должно предшествовать установление следующих элементов:

- 1) количества ила, которое должно быть высушено в течение года;
- 2) толщины слоя, которым напускается ил на сушильную постель;
- 3) числа напусков ила на сушильные площадки в течение года (или времени сушки каждой порции ила).

По этим элементам необходимая площадь сушильных постелей определится следующим образом.

Пусть:  $Q$  — годовое количество ила в куб. метр.,

$n$  — число напусков в год,

$h$  — толщина слоя каждого напуска ила в метр.

Тогда потребная площадь сушильных постелей  $\Omega$  выразится формулой:

$$\Omega = \frac{Q}{n \cdot h}$$

Принимая по Imhoff'у на каждого жителя по 0,2 литра в день выгнившего ила, 12 напусков в год и толщину слоя напуска в 0,20 метр., получим согласно предыдущей формулы потребную площадь  $\omega$  приходящуюся на жителя:

$$\omega = \frac{0,2 \times 365}{1000 \times 12 \times 0,2} = 0,03 \text{ кв. м.}$$

Эту норму сушильных площадок, приходящуюся на каждого жителя, Imhoff дает для германских условий, позволяющих производить напуск ила 12 раз в течение года.

Фирма «Kremer - Klärgesellschaft» строит сушильные площадки для выгнившего ила своих установок из расчета по 0,04 кв. м. на жителя.

Обратная величина этих цифр дает число жителей, приходящихся на 1 кв. м. сушильной площадки.

По норме Imhoff'a на 1 кв. м. сушильных площадок приходится 33 жителя, по норме фирмы Kremer'a на 1 кв. м. площадки приходится 25 человек.

Если камера гниения или по несовершенству конструкции или по недостаточности объема не доводит выгнивание ила до надлежащей степени, то площадки должны обладать большим размером; при этом, чем хуже выгнил ил и чем ближе по своим качествам он подходит к свежему илу, тем больших размеров должны быть площадки.

По данным Babbitt для ила из Эмшерских колодцев с 85% влажности необходимо 32 кв. м. сушильных постелей на 1000 чел. (согла-



суется с нормой Imhoff'a), в то время как для других типов ила площадь сушильных постелей варьирует от 83 до 830 кв. м. на 1000 чел., т. е. больше в 2,5—25 раз, чем для ила из Эмшерских колодцев.

Таким образом, только на основании опытов с илом, для сушки которого проектируются площадки, можно определить их правильный размер.

При продолжительной зиме число напусков, если сушка всего ила производится лишь в летнее время, сокращается, и размер площади должен быть соответственно увеличен.

Если считать для наших условий 6 напусков ила в лето, то может быть два случая:

1) зимние порции ила хранятся в камерах гниения и сушатся летом — в этом случае размер площадок должен быть удвоен, так как площадки несут двойную нагрузку.

2) зимние порции выгнившего ила выпускаются в особые зимние иловые пруды, сушильные же площадки служат лишь для летних порций — в этом случае размер сушильных площадок будет ординарным.

При малых установках размер сушильных площадок, вследствие возможно недостаточного обслуживания их, а также и камер гниения, рекомендуется увеличивать в два раза.

#### **Расчет сушильных площадок со стеклянными кровлями.**

По данным Kinnicutt, Winslow и Pratt при условии отапливания крытых сушильных площадок для поддержания температуры в течение трех зимних месяцев (для условий С.-А.С.Ш.) выше точки замерзания при средней толщине слоя напускаемого ила в 0,25 м. на одном кв. м. крытой площадки может быть высушено в год 8,3 куб. ила, содержащего 87% воды, до состояния, при котором ил может быть убран лопатами.

По норме Imhoff'a 1 кв. м. открытой площадки может принять подобного ила 2,4 куб. м. в год, т. е. отапливаемая крытая площадка обладает пропускной способностью в 3½ раза большей, чем открытая.

Выше были приведены данные о крытых площадках в г. Cleveland и Canton, в коих пропускная способность крытых площадок была выше площадок открытых в 2,5 (Cleveland) — 3 (Canton) раза.

Таким образом, расчет сушильных площадок со стеклянными кровлями может вестись тем же способом и по тем же данным, что и для площадок открытых, за тем исключением, что число напусков в год может быть увеличено в 3 раза, иными словами — для крытой площадки размер может быть взят в 3 раза меньший, чем полученный по расчету для открытой.

#### **Сведения о размерах существующих сушильных площадок.**

Ниже приводятся данные о размерах сушильных площадок, имеющих на очистных установках некоторых городов (табл. V).

Таблица V.  
Размеры сушильных площадок некоторых городов.

НАЗВАНИЕ ГОРОДА	Род сооружений, доставляющих ил	Число жителей в городе	Размер сушильн площ в кв. м. на жителя	Число жителей приход. на 1 кв. м сушильн. площади
Lüdenscheid-Friedrichstal . . .	Отдельн. кам. гниения	16.000	0,078	13
Steele . . . . .	Эмшер. колод.	30.000	0,036	28
Hattingen (Spar.-u. Bauverein).	" "	2.000	0,075	13
Iserlohn . . . . .	" "	17.000	0,053	19
Witten . . . . .	" "	22.000	0,068	15
Arnsberg . . . . .	" "	5.000	0,026	38
Kettwig . . . . .	" "	6.300	0,048	21
Essen-Rellinghausen . . . . .	Эмш. кол. и отд кам. гн., часть акт. ила	45.000	0,016	63
Langendreer . . . . .	Эмшерск. колод.	30.000	0,058	17
Gevelsberg . . . . .	" "	17.000	0,030	33
Menden . . . . .	" "	12.500	0,045	22
Velbert . . . . .	" "	20.000	0,030	33
Neviges . . . . .	" "	6.000	0,048	21
Neheim . . . . .	" "	12.500	0,045	22
Wetter . . . . .	" "	4.000	0,036	28
Amberg . . . . .	Отд. кам. гн. Кремера	30.000	0,040	25
Hildesheim . . . . .	" " " "	60.000	0,040	25
Bergedorf . . . . .	Эмшерск. к лоя.	—	0,100	10
Trenton, N. J. . . . .	" "	150.000	0,050	20
Hartford, Wis . . . . .	Отдельн. кам. гниения.	5.500	0,054	19

Разнообразие в величине площадок, приходящейся на жителя, объясняется различием в качестве ила, обусловливаемом притоком промышленных вод, а также и другими причинами.

#### Работа сушильных площадок.

Помещенный на сушильные площадки ил находится на них до тех пор, пока не приобретет такого состояния, которое позволит обращаться с ним в дальнейшем при помощи обыкновенной лопаты.

Во время сушки ил в зависимости от количества потерянной влаги меняет свой характер от тестообразного до рассыпчатого.

Высушенный выгнивший ил имеет по большей части темно-серую окраску. Он губчатого пористого строения, очень хрупок и лег-



ко распадается. В изломе куска такого ила видны маленькие и большие пустоты, которыми он полон и которые образованы улетучившимися из ила газами. Газы эти насыщали ил, когда он находился в камере гниения, а по выпуске ила на сушильную площадку, газы улетучивались из него и оставляли в нем поры. Высушенный выгнивший ил обладает запахом садовой земли.

Содержание влаги в нем 55—60%.

Исследование сухого вещества в выгнившем иле, произведенные Spillner'ом и Blunk'ом, показали, что количество органического вещества в высушенном иле по сравнению с количеством такового в сыром иле лишь немного уменьшается. Была обнаружена убыль органического вещества только на 0,15—0,95%

Таким образом, если выгнивший ил на сушильные площадки выпускается с содержанием воды в 80% и уменьшает на них влажность до 60%, то вес его сокращается в 2 раза; при выпуске ила с содержанием в 85% воды и высушении на сушильных площадках до той же степени влажности в 60%, вес его уменьшится почти в 2,7 раза. Объем же ила сокращается в меньшей степени, чем вес, вследствие рыхлости высушенного ила.

Объем ила на сушильных площадках уменьшается примерно в 1,5 раза.

Ниже приводится пример, касающийся расчета эффекта, который получается от работы камер гниения совместно с сушильными площадками.

Пример. Свежий ил, содержащий 95% воды, весит 100 тонн.

Определить: 1) сколько будет весить ил по выгнаиванию в камере гниения до 80% влажности?

2) Сколько будет весить тот же выгнивший ил после высухания на сушильных площадках до 60% влажности?

Решение: 1) Ил свежий содержит 95% воды и, следовательно, 5% сухого вещества. Поэтому в 100 тоннах свежего ила содержится 5 тонн сухого вещества, в том числе, примерно, 65% органического и 35% неорганического, т. е. органического вещества  $\frac{5 \cdot 65}{100} = 3,25$  тонны неорганического вещества  $\frac{5 \cdot 35}{100} = 1,75$  тонны.

Так как в камере гниения около  $\frac{1}{3}$  органического вещества разлагается с переходом частично в раствор, частично в газы, то остается  $\frac{2}{3}$  органического вещества или:

$$\frac{2}{3} \cdot 3,25 = 2,17 \text{ тон.}$$

В общем сухого вещества минерального и органического вместе останется в иле, по выгнаивании последнего:

$$1,75 + 2,17 = 3,92 \text{ тон.}$$

При содержании в выгнившем иле 80% воды, вес его будет:

$$\frac{3,92 \cdot 100}{20} = 19,6 \text{ тонны.}$$

Таким образом, вес выгнившего сырого ила будет 19,6 тонны. Следовательно, эффект работы камеры гниения выражается уменьшением веса ила на

$$100 - 19,6 = 80,4 \text{ тонны, т. е. на } 80,4\%.$$



2) Пренебрегая уменьшением органической массы ила во время сушки, так как согласно вышесказанного оно выражается ничтожными цифрами, т. е. считая, что в высушенном на сушильных площадках иле будет заключаться также 3,92 тонны сухого вещества, получим вес ила при содержании в нем после сушки 60% воды:

$$\frac{3,92 \cdot 100}{40} = 9,8 \text{ тонны.}$$

Таким образом, вес высушенного ила будет 9,8 тонн. Следовательно, эффект работы сушильных площадок выражается уменьшением веса ила на

$$19,6 - 9,8 = 9,8 \text{ тонны, т. е. на } 50\%.$$

Суммарный же эффект работы камеры гниения и сушильных площадок выражается уменьшением веса ила на

$$100 - 9,8 = 90,2 \text{ тонны, т. е. на } 90,2\%.$$

#### Освобождение площадок от высушенного ила.

Уборка высушенного на сушильных площадках ила может производиться:

- 1) в - ручную,
- 2) машинами и
- 3) комбинированным способом.

#### Уборка ила в ручную.

Уборка ила в - ручную производится следующим образом. Если рельсовая колея расположена на помосте, поднятом над поверхностью ила, то помещают вагонетку на колею в начале площадки и лопатами

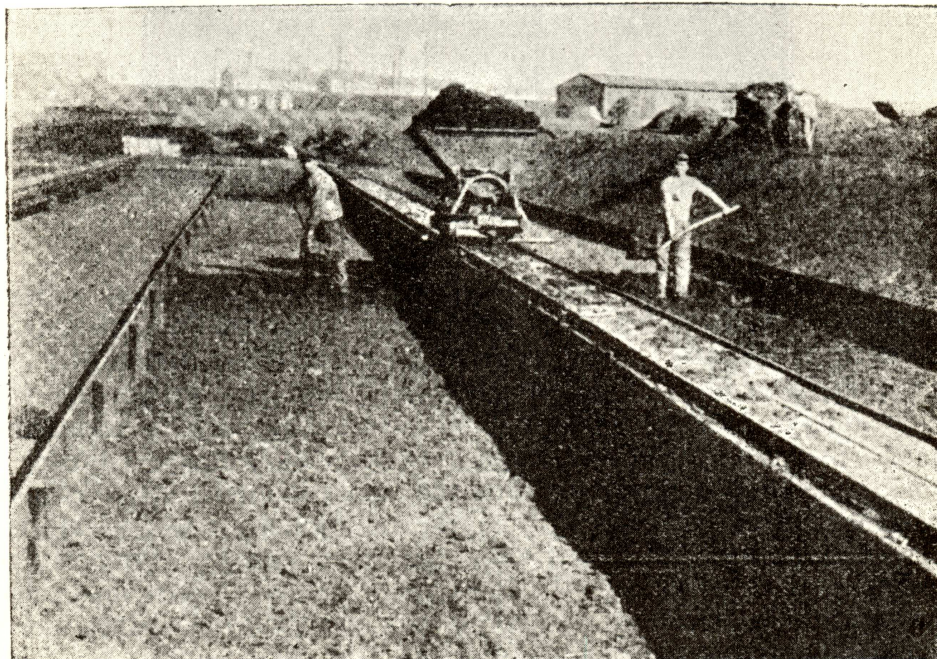


Рис. 6.



набрасывают ил в вагонетку. И так постепенно продвигаются к концу площадки.

Если же рельсовая колея уложена в уровень с фильтрующим материалом (площадки первого типа) или по дну (площадки второго типа) и, следовательно, она находится под илом, продвигают вагонетку до стенки площадки и начинают освобождать площадку у начала колес, находящейся под илом. Освободивши конец колес, продвигают на нее вагонетку (часть стенки над колесей должна быть в данном случае съемной или разборной); таким образом, постепенно освобождая площадку и колею от ила перекидкой последнего лопатами в вагонетки, продвигаются к противоположному концу площадки.

На рис. 6 представлена ручная уборка с площадок высушенного ила.

### Уборка ила машинным способом.

Для уборки высушенного ила с площадок применяются машины типа:

- 1) кранов,
- 2) баггеров.

На рис. 7 представлена одна из машин второго рода. Машина сконструирована таким образом, что может убирать ил одновременно с двух соседних площадок. В зависимости от местоположения уровня

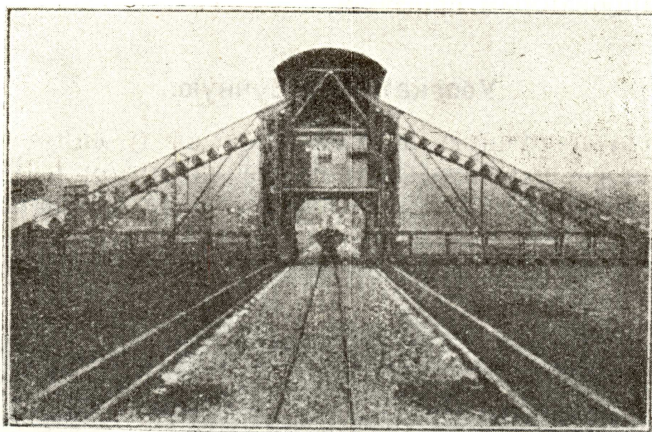


Рис. 7.

сушильной площадки по отношению к уровню рельсовой колеи, по которой передвигается машина, ее рамы, поддерживающие бесконечные цепи с черпаками, могут устанавливаться выше или ниже и при этом независимо одна от другой. Машина допускает работу по уборке ила и только с одной стороны, в то время как другая половина не работает. Черпаки, прикрепленные к бесконечной цепи, имеют особую форму, позволяющую захватывать высушенный ил с площадки и сбрасывать его в сборный бункер, находящийся в верхней части портала. Бункер в нижней своей части имеет задвижку, которой закрывается выходное отверстие. Из бункера ил может быть погружаем в кузова вагонеток, которые подаются под разгрузочное отверстие бункера и заполняются высушенным илом при открывании у бункера задвижки.

Машина приводится в действие электро-мотором, бензиновым двигателем или нефтяным двигателем. Она может передвигаться как в продольном, так и в поперечном направлении, и, таким образом, помощью ее можно разгрузить любую площадку, примерный план которых представлен на рис. 8.

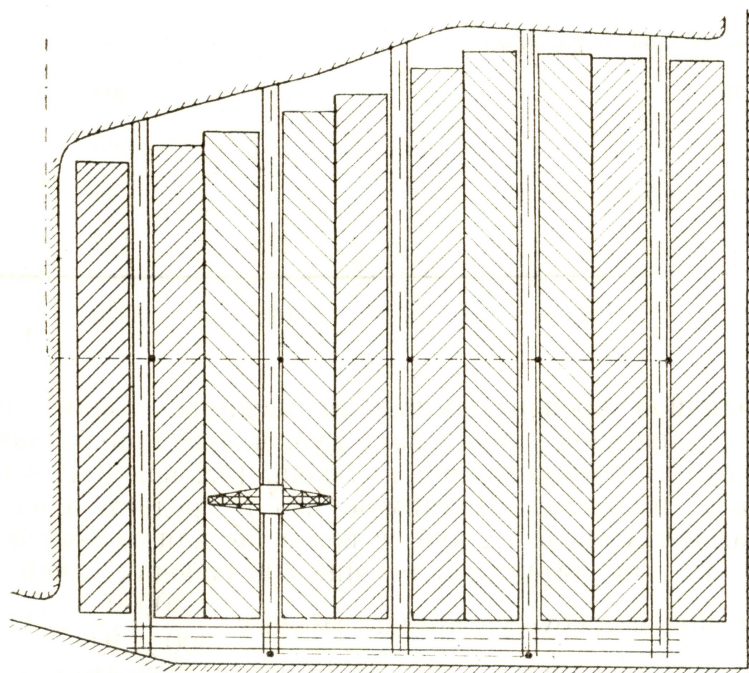


Рис. 8.

Подобная машина обслуживается всего одним человеком, который также производит и загрузку вагонеток из бункера.

Нормальная производительность машины 25 куб. м. в час на каждый баггер (т. е. при работе с одной стороны). Таким образом, полная производительность машины при работе обоих баггеров 50 куб. метр. ила в час.

Принимая, что машина используется на  $\frac{1}{4}$  ее полной производительности, годовая ее производительность при 8-ми час. рабочем дне и 300 рабочих днях в году, выразится в  $\frac{50 \cdot 8 \cdot 300}{4} = 30.000$  куб. м ила.

Исходя из этой цифры, F. Nellissen приводит следующее экономическое сравнение машинной и ручной работы по разгрузке сушильных площадок от высушенного ила.

Машинная работа. Стоимость машины около 13890 руб. При 15% на погашение займа и уплату процентов получатся для различных типов двигателей нижеследующие ежегодные расходы:



СТАТЬИ РАСХОДА	Годичный расход в рублях.		
	Электро-мотор	Бензинов. двигатель	Нефтяной двигатель
Годичная стоимость установки (15% от стоимости машины) . . . . .	2083	2083	2083
Вознаграждение одного рабочего . . . . .	1158	1158	1158
Ток и топливо . . . . .	583	509	389
М а с л о . . . . .	23	35	28
Материал для чистки и смазки . . . . .	37	46	46
Запасные части . . . . .	139	139	139
Итого в год . . . . .	4023	3970	3843

При годичной производительности машины в 30000 куб. метр. ила стоимость машинной работы на 1 куб. м. ила при различных видах энергии будет соответственно: 13,4 коп., 13,2 коп и 12,8 коп.

Ручная работа. Принимая, что в среднем один рабочий погрузит в вагонетку около 1,2 куб. м. ила в час или за 8-мичас. рабочий день 9,6 куб. м., для погрузки в течение 300 рабочих дней (за год) 30000 куб. м. ила потребуется артель рабочих  $\frac{30000}{300 \times 9,6} = 11$  человек.

Годичный расход выразится следующими цифрами:

Амортизация оборудования, лопат и пр. . . . .	46 р.
Заработная плата артели рабочих в 11 ч. . . . .	787 р. $\times 11 = 8657$ р.
Заработная плата служащего для надзора и учета . . . . .	926 р.
Общественные издержки . . . . .	338 р.
Расходы по управлению . . . . .	371 р.

Итого в год . . . . . 10338 р.

На 1 куб. м. ила приходится:  $\frac{10338}{30000} = 34,4$  коп.

При сравнении стоимости ручной работы с машинной (при электро-энергии) получается экономия при машинной работе в  $34,4 - 13,4 = 21$  коп. на 1 куб. м. ила, а полное сбережение за год выражается суммой в  $10338 - 4023 = 6315$  руб.

Расчет этот основывается на годовом количестве ила в 30000 куб. м. и таким образом для очень большого города он может считаться доказательным. Для малых же городов может оказаться более выгодной ручная работа.

Уборка ила комбинированным способом. Комбинированный способ уборки ила заключается в том, что высушенный ил снимается с площадки в-ручную лопатами и бросается в бадью крана или на ленточный конвейер. Кран же или конвейер подают ил в вагонетку.

Кран передвигается по рельсовой колее, по которой ходят и отвозящие ил вагонетки.

Конвейер же, монтированный на двухколеске, передвигается непосредственно по сушильной площадке. При широких площадках может быть использовано два конвейера, при чем один из них передает ил на другой, а этот последний сбрасывает ил в вагонетку (рис. 9).

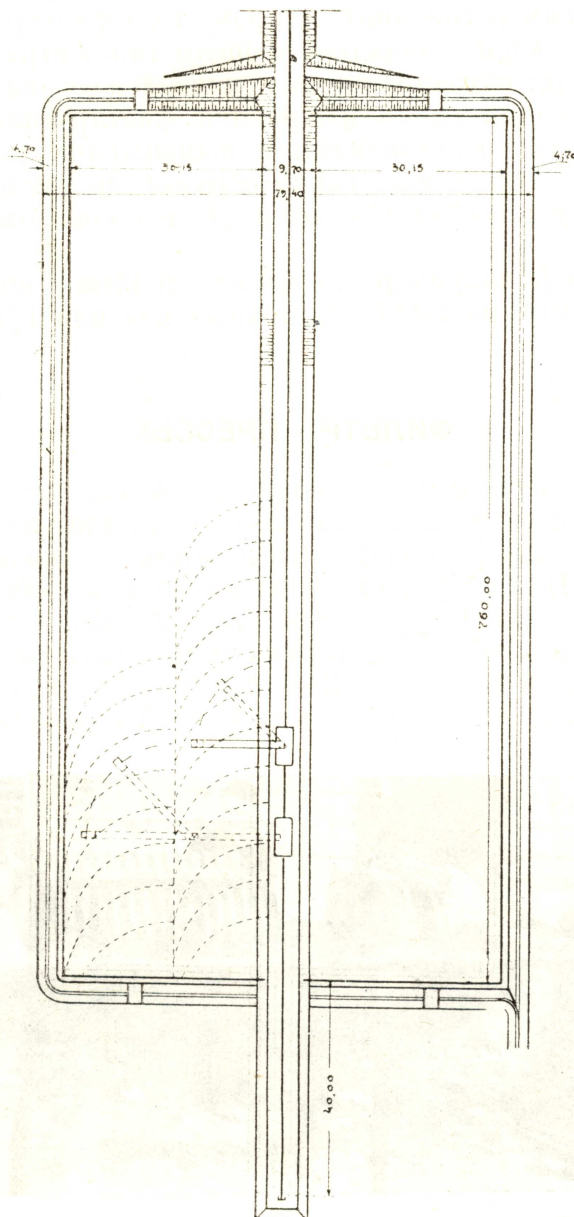
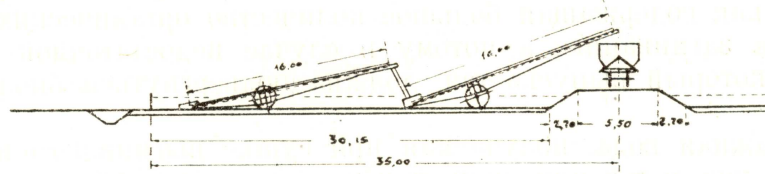


Рис. 9.



### Характер дренажной воды, оттекающей с иловых площадок, и ее обработка.

Так как дренажная вода, вытекающая из дрен иловых площадок во время сушки ила, выпускается в водные протоки, то конечно качество ее не может быть безразличным с санитарной точки зрения.

В этом смысле следует различать дренажную воду, получающуюся при сушке свежего и выгнившего ила. Вода после сушки свежего ила, как содержащая большое количество органических веществ, подвержена загниванию, а потому в случае недостаточной мощности потока, в который выпускается, должна подвергнуться биологической обработке.

Дренажная вода, получаемая при сушке выгнившего ила, является водой уже в той или иной степени выгнившей, обладающей меньшей способностью к загниванию (в особенности при иле, полученном из непроточных камер гниения). А кроме того фильтрующий материал иловых площадок (при площадках первого типа) играет роль биологического окислителя: сохранившиеся в иловой воде органические вещества в некоторой степени абсорбируются фильтрующим материалом, минерализуются микроорганизмами и вымываются в дренаж водой при следующих напусках ила. Таким образом, дренажная вода выгнившего ила не требует особой обработки. Да и количество ее само по себе ничтожно.

Для Essen-Nord, например, по Spillner'у и Blunk'у количество иловой воды равно 0,1 литр. на 1 куб. м. сточных вод или 1/10000 от расхода сточных вод.

### ФИЛЬТР - ПРЕССЫ.

Существует несколько систем иловых фильтр-прессов. Фильтр-пресс (рис. 10) любой системы в существенном состоит из серий чугунных плит круглой или квадратной формы, имеющих площадь в среднем около  $\frac{3}{4}$  кв. метра. На поверхности плит имеются желобки, которые при установке плит на место принимают вертикаль. направление. Края плит выступают над обоими поверхностями плит примерно на 2,5 см. кромкой шириной в 5—7,5 см. Поверхности этих кромок свободны от желобков и обделаны гладко так, что бы образовывали плотное соеди-

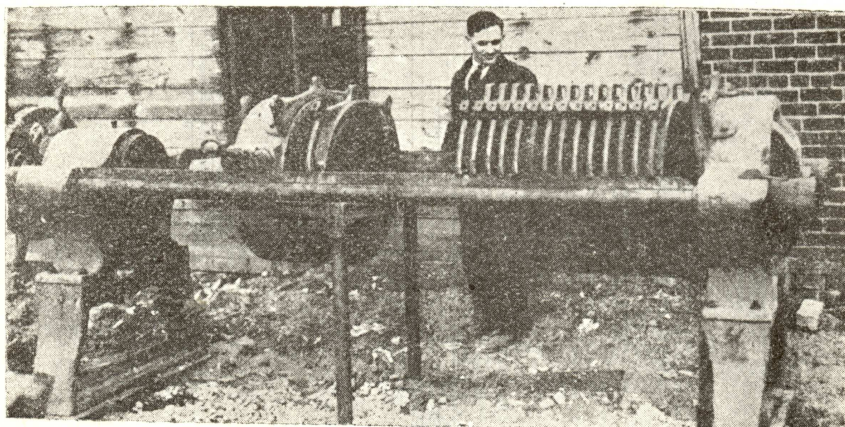


Рис. 10.



нение, когда одна плита будет прижата к другой. Благодаря такому устройству прижатые одна к другой ободками плиты, своими желобчатыми поверхностями образуют камеры около 5 см. шириной.

Каждая плита имеет в центре отверстие в 15—20 см. диаметром.

Обе поверхности каждой плиты покрываются полотнищами холста или другой тяжеловесной фильтрующей ткани. В центре каждого полотнища вырезается отверстие диаметра несколько меньшего, чем диаметр отверстия плиты. Края двух полотнищ одной и той же плиты сшиваются вместе наружные с наружными, внутренние — с внутренними. Следовательно плита оказывается окруженной тканью с оставлением внутреннего отверстия открытым. Вместо сшивания наружных краев полотнищ края эти могут прикрепляться к наружным ободкам плит. Таким образом подготовленные плиты монтируются накатках,двигающихся по боковым направляющим. Число плит в прессах варьирует в среднем от 50 до 125. Перед пуском машины в работу плиты плотно прижимаются одна к другой, в малых прессах—вручную, в больших — механическим путем. После этого ил вгоняется в канал машины, образованный центральными отверстиями плит, под давлением в 3,5—7 атмосфер, заполняет камеры между плитами и отдает воду через ткань в желобки, по которым она стекает в нижнюю часть фильтра, а оттуда — в отводную трубу. Давление поддерживается в течение  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  часа. При работе с активным илом давление повышается до 9 атмосфер и поддерживается в течение 1—2 часов. После надлежащего времени прессование прекращается, плиты раздвигаются, и иловые брикеты вываливаются из камер прессы в вагонетки. Брикетты содержат в среднем 60—70% воды. Фильтрующая ткань служит 30—45 дней, после чего требует смены.

Прессование ила облегчается добавлением к нему извести в количестве 3—7% от веса прессованного ила, при этом брикетты получаются более прочными и с ними легче обращаться в дальнейшем.

Прибавление извести в форме известкового молока обычно производится в особом резервуаре, куда поступает ил и где, по добавлении извести, он подвергается отстаиванию в течение 12—24 час. Вода удаляется, а отстаившийся ил посредством сжатого воздуха гонится через решетку в прессы.

Жидкость, отжатая из ила, очень мутна, способна загнить, а потому в зависимости от местных условий требует той или иной обработки. В одних случаях она поступает в канал, подводящий сточные воды к очистной установке, и вместе с ними проходит очистительные процессы; в других — обрабатывается особо биологическим способом.

Производительность прессов, в значительной степени зависит от характера ила, поэтому определенная гарантия производительности редко дается заводчиками.

Обработке ила помощью фильтр - прессов присущи следующие достоинства:

1) Малая площадь, требующаяся для установки по обработке ила — свойство, могущее оказаться очень важным в случае недостатка места для воздушной сушки свежего ила или близости этого места к жилым пунктам.

2) Быстрота работы по сравнению с сушкой на воздухе.

3) Малые запахи от ила, как при обработке его (вследствие быстроты процесса), так и после обработки, (потому что с водой, отжатой



из ила, удаляется значительное количество органических веществ, подверженных загниванию).

Вместе с тем этому методу обработки ила свойственен следующий весьма существенный недостаток.

Это—его дороговизна, вызываемая:

- 1) большой стоимостью оборудования и эксплуатации и,
- 2) необходимостью производить перед прессованием добавку извести.

### ЦЕНТРОФУГИ.

Простейшей системы иловая центрофуга состоит из дырчатого металлического барабана, обтянутого фильтрующей тканью и вращающегося внутри второго металлического барабана. Ил помещается во внутренний барабан, при вращении которого ил отбрасывается к дырчатым стенкам и отдает свою воду через фильтрующую ткань в наружный барабан, откуда вода удаляется по отводной трубе. Скорость на окружности внутреннего барабана около 1800 метр. в минуту.

Недостатком центрофуг подобной системы является необходимость остановки машины при каждой ее разгрузке и наполнении.

Наиболее совершенной является центрофуга «The Besco-ter-Meer», которая может работать непрерывно без приостановки для загрузки и выгрузки ила.

Машина эта (рис. 11) состоит из барабана, вращающегося с большой скоростью на вертикальной полой оси. Барабан имеет шесть радиальных звездообразно - расположенных камер, из коих каждая делится на два отделения вертикальным ситом, параллельным одной из сторон камеры. Таким образом, одно из отделений каждой камеры имеет параллельные стороны. Все шесть отделений, имеющих параллельные стороны, снабжены у обоих концов отверстиями, которые закрываются задвижками. Через одно отверстие отделение может соединяться с полой осью, через другое — с пространством, окружающим барабан и ограниченным с наружной стороны кожухом. Другие шесть отделений имеют в нижней части по отверстию, каждое из которых посредством труб сообщается с расположенным под барабаном кольцеобразным каналом.

Работа центрофуги заключается в следующем.

В начале вращения барабана внутренние отверстия, которые соединяют отделения, имеющие параллельные стороны, с полой осью, открыты; наружные же отверстия закрыты. Поэтому ил, поступающий через полую ось, входит в эти отделения и под влиянием центробежной силы сжимается в них, отдавая воду через сита в соседние отделения. Из последних вода стекает в кольцеобразный канал, а из него уходит по отводной трубе.

Когда секции с параллельными сторонами совершенно заполняются обезвоженной массой ила, внутренние отверстия автоматически закрываются, а наружные открываются: высушенная масса ила под влиянием центробежной силы выбрасывается из барабана, ударяется о кожух машины и, разбиваясь на мелкие куски, падает через воронку в кузов вагонетки или на конвейер.

Высушенный центрофугой ил содержит 50—70% воды.

Жидкость, оттекающая из центрофуги, является сильно загнивающей, а потому в зависимости от условий подвергается той или иной



обработке: она или направляется на соединение с необработанной сточной водой и проходит вместе с последней через все процессы очистки или подвергается отдельной обработке биологическим способом.

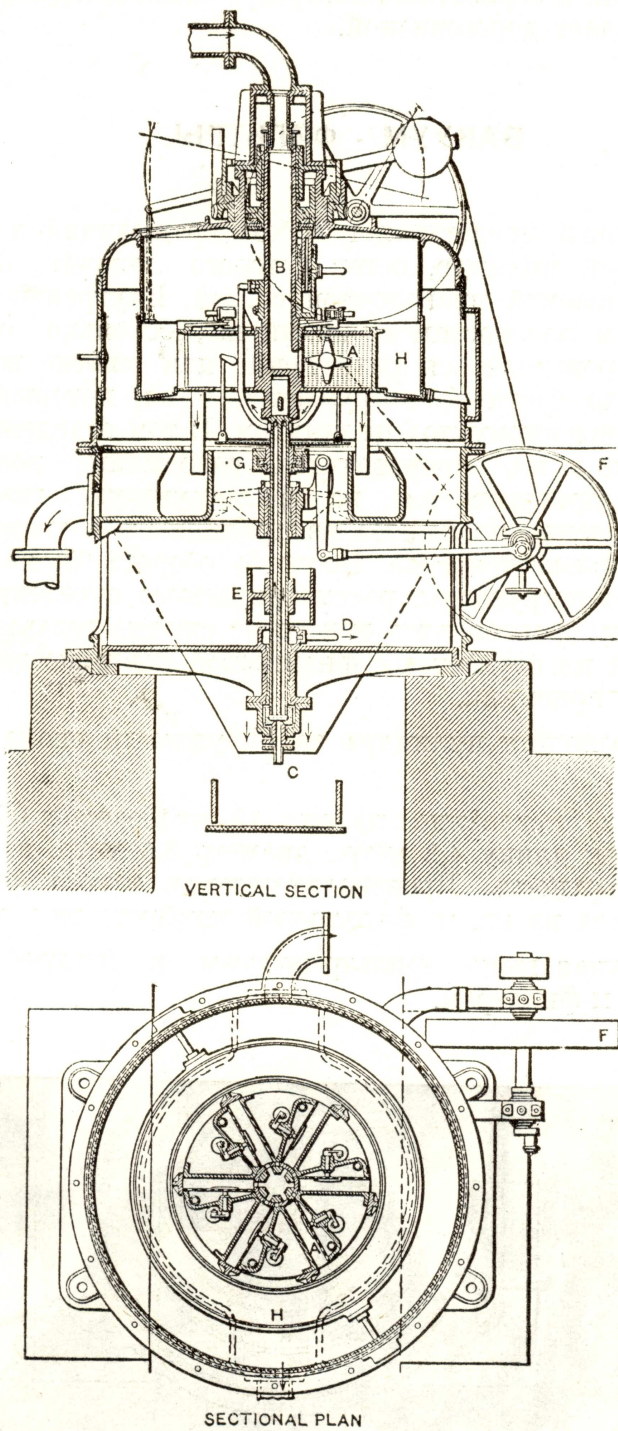


Рис. 11.

Часовая производительность такой центрофуги с мотором в 15 лощ. сил при 900 оборотах барабана в минуту, по данным заводчиков составляет 1,8 тонны ила, содержащего 60—70 проц. влажности.



Обработка ила центрифугой обладает теми же достоинствами, что и обработка ила фильтр-прессами.

Но так же, как и обработка фильтр-прессами, центробежное обезвоживание ила страдает дороговизной.

### ВАКУУМ - ФИЛЬТРЫ.

Вакуум-фильтр представляет собою вращающийся на горизонтальной оси полый цилиндр, остов которого покрыт фильтрующей тканью, поддерживаемой проволочной сеткой. Внутренность цилиндра разбита по осевым плоскостям стенками на несколько отделений, в которых может производиться разрежение или сжатие воздуха. При вращении цилиндр частично погружается в ил, который подводится по желобу, установленному под цилиндром. В том отделении цилиндра, которое погружено в ил, производится разрежение воздуха вследствие чего ил притягивается на фильтрующую ткань, а при выходе этого отделения из желоба из прилипшего к ткани ила, благодаря вакууму, извлекается вода. После  $\frac{3}{4}$  оборота цилиндра, т. е. незадолго до нового погружения рассматриваемого отделения в желоб с илом, в отделении производится некоторое сжатие воздуха, вследствие чего высушенный ил сдувается с фильтровой поверхности и удаляется щеткой в иловой приемник.

Скорость вращения цилиндра на окружности около 0,3 м. в минуту.

Оборудование, показанное на рис. 12, изображает Oliver — фильтр, имеющий размеры: длину 4,3 метр., диаметр 3,5 метр. и 46,0 кв. метр. фильтровую поверхность. Производительность такого фильтра примерно 0,05 кгр. ила на кв. м. фильтровой поверхности в мин.

Оценка, данная выше фильтр-прессам и центрифугам, приложена и к вакуум-фильтрам.

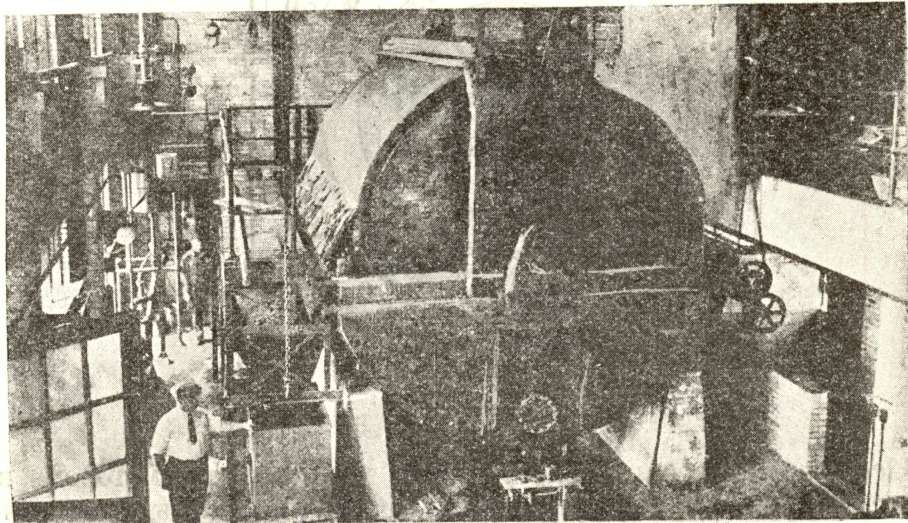


Рис. 12.



## ЖАРОВЫЕ СУШИЛКИ.

В некоторых случаях утилизации канализационного ила содержание влажности в нем должно быть снижено до 10% или даже менее. Ни сушка ила на воздухе, ни механические методы обезвоживания не доводят ил до такого состояния. В этих случаях приходится прибегать к искусственной сушке ила в жаровых сушилках, при чем предварительно ил до известной степени обезвоживается одним из описанных выше способов механической сушки.

На рис. 13 представлена одна из жаровых сушилок. Сушилка состоит из двух concentрических вращающихся цилиндров, которые соединены между собою трубами, помеченными на рисунке литерой А. Левый конец цилиндров вращается в кладке, при чем пространство между наружным цилиндром и кладкой служит для прохода газов горения из топки, находящейся в левом нижнем углу. Из этого пространства газы через трубы А. входят во внутренний цилиндр и двигаются через этот цилиндр к его правому концу. Здесь газы меняют направление и по кольцевому промежутку между внутренним и наружным цилиндрами двигаются в левый конец установки, откуда через эжектор поступают в дымовую трубу.

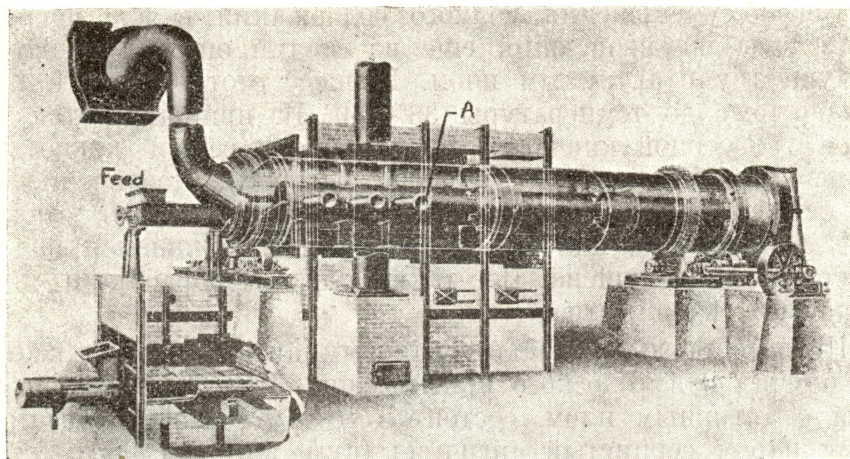


Рис. 13.

Питание сушилки илом производится в кольцевое пространство между обоими цилиндрами в пункте, обозначенном «Feed».

Так как правый конец цилиндров находится несколько ниже левого конца и так как к внешнему цилиндру прикреплены маленькие продольно расположенные лопатки, то ил при вращении цилиндров поднимается вверх, а затем падает, постепенно продвигаясь к правому концу, откуда и разгружается в высушенном состоянии.

Таким образом сушка ила производится горячими газами и косвенным (через стенки цилиндров) и непосредственным (при обратном проходе газов через кольцевое пространство) образом.

Сушилка имеет около 18,3 метр. в длину и 2 метра в диаметре. Производительность ее выражается испарением около 2720 кгр. воды в час. Температура газов в кольцевом пространстве (при контакте с илом) около 370° Ц. Скорость вращения цилиндров около 8 оборотов в минуту.



Запахи из сушилки могут быть избегнуты направлением газов через пылеуловитель и промыватель.

Так как во время сушки в жаровых сушилках ил свертывается в комки, то для возможности дальнейшей утилизации его приходится измельчать в специальных мельницах.

Искусственная сушка в жаровых сушилках требует большой аппаратуры и значительных расходов на топливо.

### ПРОЦЕСС ДИКСОНА.

Метод обезвоживания ила, примененный впервые в большом масштабе Диксоном в г. Дублине (Ирландия), состоит в том, что свежий ил смешивается с 0,5% пивных дрожжей и оставляется для брожения в течение 20—24 часов при температуре в 32°—34° Ц. В результате брожения ил всплывает, а находящуюся под ним воду выпускают. Таким образом, содержание воды в иле уменьшается приблизительно до 80%.

### УМЕНЬШЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ИЛЕ ПОСРЕДСТВОМ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И СЕРНИСТОГО АНГИДРИДА.

1) Способ уменьшения водного содержания в иле посредством серной кислоты, не вышедший еще из стадии опытов, испытывался по преимуществу с активным илом. Процесс этот состоит в том, что к илу, нагретому до температуры 38°—49° Ц, примешивается некоторое количество серной кислоты (иногда кроме серной кислоты предварительно добавляется еще карбонат натрия). Добавление серной кислоты освобождает из ила (или из карбоната натрия) углекислоту и ведет к всплыванию ила на поверхность. Находящаяся под илом вода может быть выпущена. Ил, таким образом обработанный, содержит около 86% влажности.

2) Процесс обработки ила сернистым ангидридом также пока еще не получил практического применения. Процесс этот, испытывавшийся с активным илом, состоит в том, что в ил вдувается смешанный с паром сернистый ангидрид (газ), который получается при горении серы. Таким путем, ил изменяется из хлопьевидного состояния в зернистое, отчего уменьшается водное содержание ила.

### КОМПОСТИРОВАНИЕ.

Компостирование, под которым разумеется смешивание сырого или высушенного ила с сухим городским мусором, является средством к уменьшению водного содержания ила, так как бедный водой мусор, в особенности содержащий золу, впитывает в себя часть влаги из ила.

Ручная работа по смешиванию ила с мусором — тяжела и дорога; поэтому способ этот не получил широкого распространения.

В г. Касселе смешивание свежего сырого ила с городским мусором производится примитивным путем. Ил из осадочных бассейнов поднимается посредством вакуум-котла, из коего самотеком поступает в естественно-образованный впадиной на местности иловый пруд, находящийся вблизи очистной станции. В этот же пруд сваливается



мусор, доставляемый городским обозом. Никакого искусственного смешивания ила с мусором не производится.

В последнее время, в связи с применением механических устройств для перемешивания ила с мусором, появляется вновь интерес к использованию метода компостирования.

Так, согласно данных 1927 г. в Мюнхене имелось в виду применить частичное использование сырого ила для смешивания его посредством особого месильного приспособления с мелким городским мусором, получаемым при сортировке домашних отбросов.

В дальнейшем такая смесь может быть использована, как удобрение или подвергнута сжиганию в мусорожигательных печах (см. дальше).

### **КОМБИНАЦИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ.**

Иногда описанные выше способы уменьшения влажности ила применяются в комбинации один с другим.

Так, например, обработка ила помощью фильтр-прессов или центрифуг предшествует дальнейшему обезвоживанию его в жаровых сушилках; после компостирования применяется воздушная сушка; обработка химическими веществами может предшествовать дальнейшей сушке на воздухе или обезвоживанию механическими средствами и т. д.

## **V. Ликвидация обработанного осадка.**

Ликвидация осадка, который в целях уменьшения влажности подвергся той или иной обработке, различные приемы которой описаны в предыдущей главе, производится по одному из следующих методов:

- 1) вывозка в море,
- 2) зарывание в землю,
- 3) свалка в низкие места и,
- 4) сжигание.

### **ВЫВОЗКА В МОРЕ.**

Вывозка в море сырого необработанного ила была описана в главе III.

Этот же прием при подходящих условиях может быть применен и в отношении ила, предварительно обработанного для сокращения объема и веса, а следовательно удешевления транспорта.

Так в г. Providence (САСШ) вывозке ила в море предшествует его обработка на фильтр-прессах.

### **ЗАРЫВАНИЕ ОСАДКА В ЗЕМЛЮ.**

Ил с уменьшенной тем или иным способом влажностью может быть вывезен уже с значительно меньшими затратами, чем сырой, в поле и зарыт там или запахан в землю. Площадь поля, требующаяся



для этой цели, уже значительно меньше, чем в том случае, когда по добным путем производится устранение сырого ила. Kinnicutt, Winslow и Pratt считают, что площадь поля для зарывания сухого ила может быть по крайней мере в 5 раз меньшей, чем при закапывании сырого, с одной стороны—вследствие уменьшения объема ила во время сушки, с другой стороны—вследствие того обстоятельства что поле при этом может быть скорее вновь использовано.

### СВАЛКА ИЛА В НИЗКИЕ МЕСТА.

Способ этот заключается в том, что подсушенный ил при наличии на местности каких-либо низин вывозится и сваливается в них.

При этом, в случае вывозки подсушенного свежего ила, низины эти должны находиться в местности, достаточно отстоящей от жилья и проезжих дорог и не могущей в скором времени быть использованной для строительных целей, так как ил будет подвержен гниению, сопровождающемуся неприятными запахами.

В случае же вывозки хорошо выгнившего ила свалки эти могут находиться и вблизи жилых мест.

В г. Worcester, Mass, ил из иловых прессов подается конвейерами в вагонетки, которые небольшим электровозом отвозятся к глубокой долине, расположенной в 1,2 км. от прессовальной станции. Здесь ил разгружается с эстакады.

В г. Bochum (Германия) подсушенный ил вывозился для засыпки долины и отсыпался там насыпью высотой в 3 метра. Ил при отсыпке принимал довольно крутые откосы и был достаточно плотен, что бы поддерживать рельсовую колею для вагонеток.

Эмшерское Товарищество широко использует этот метод устранения ила для исправления неровностей почвы, получившихся вследствие горных разработок.

Таким образом, поскольку ликвидация ила путем засыпки низких мест выполняет еще и другую задачу — нивелировку могущих иметь практическое значение площадей, этот вид устранения ила может быть отнесен также к числу методов его утилизации.

### СОЖИГАНИЕ ИЛА.

Опыты с сожиганием ила показали, что не представляет особых трудностей сожигать ил, если содержание воды в нем не превышает 60%, хотя обычно сожигание его производится в смеси с городским мусором или с примесью некоторого количества топлива.

Так, в г. Ealing-on-Thames (Англия) в 1883 г. был построен деструктор для сожигания городского мусора и ила. Деструкторная установка состояла из семи камер Fryer'a, каждая с площадью колосниковой решетки в 1,50×1,50 метр. В 1889 г. к этой установке был присоединен крематорий, при чем газы горения из крематория проходили через деструктор. Сначала смешивался с мусором ил, находившийся в сыром состоянии, а с 1902 г. ил в прессованном виде с содержанием воды около 60% подавался к деструкторным камерам и там смешивался с сухим домовым мусором в пропорции: 1 часть иловых брикетов на 1,5—2 части мусора. Таким образом ликвидировалось от 2500 до 3000 тонн прессованного ила в год.



В г. Worcester, Mass, в 1891 г. производились опыты по сжиганию ила. При одном из этих опытов 45 тонн ила, содержащего около 46% воды, было сожжено с некоторым количеством дров. При другом опыте ил сжигался при скорости сжигания около 2 тонн ила в течение 9 часов при небольшом расходе топлива.

Обширные опыты по сжиганию ила были произведены в г. Huddersfield (Англия), где пользовались для этой цели двухкамерным де-структором системы Horsfall, с площадью колосниковых решеток по 3 кв. м. в каждой камере. При этих опытах прессованный ил смешивался с коксовым мусором или клинкером с газовых заводов, которые содержали достаточное количество горючего вещества. Пропорция смеси была следующая: 5 ч. иловых брикетов и 1 ч. топлива.

В некоторых случаях клинкер, полученный при сжигании ила, использовался для различных целей напр., как загрузочный материал для биологических окислителей, как агрегат для бетона и пр.

## VI. Утилизация ила.

Как уже упоминалось выше (гл. II), канализационный ил может подвергнуться в известных случаях утилизации, как содержащий в себе некоторые ценные вещества.

Так, ил может быть использован:

- 1) в сельско-хозяйственных целях, а именно:
  - а) в качестве непосредственного удобрения и
  - б) как материал для приготовления заводским путем продажного удобрительного вещества;
- 2) для добывания из него жира и
- 3) для добывания газа.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЛА В СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЯХ.

Использование канализационного ила в сельско-хозяйственных целях обуславливается содержанием в нем удобрительных веществ, а именно: азотистых соединений, фосфорной кислоты, калия, кальция, магнелии и органических веществ.

Содержание удобрительных веществ в иле колеблется в значительных пределах в зависимости от характера ила, при чем независимо от способа выделения из сточной воды осадка, наиболее ценным с данной точки зрения является осадок, доставляемый хозяйственными водами. Промышленные воды в зависимости от содержания тех или иных примесей (кислоты, смолы и др.) понижают ценность ила, как удобрительного средства, и даже могут сделать его совершенно непригодным для указанной цели. Таким, например, является ил, полученный после химической очистки сточных вод, вследствие большого содержания жира и солей железа и извести.

В таблице VI приведены анализы ила различного характера для некоторых городов.



Таблица VI.

Анализы канализационного ила некоторых городов.

Характер ила и название города	Азот	Жир	Летучие вещества	Нелетуч. вещества
	В процентах к сухому основанию			
Ил из Эмшерских колодцев				
Atlanta . . . . .	1,37	4,8	34,1	65,9
Fitchburg . . . . .	1,71	4,6	35,3	64,7
Batavia . . . . .	2,93	3,1	47,0	53,0
Ил после химич. очистки				
Worcester . . . . .	1,62	1,2	41,8	58,2
Активный ил				
Milwaukee . . . . .	5,82	2,2	67,8	32,2
Houston . . . . .	4,64	7,1	62,9	37,1

С целью выяснения удобрительной ценности ила были произведены сравнения его с некоторыми видами удобрений.

Так, Hönig дает сравнение свежего подсушенного канализационного ила с навозным удобрением (табл. VII), а Stutzer—сравнение вытвившего подсушенного ила с навозным удобрением (табл. VIII).

Таблица VII,

Анализы свежего ила и навозного удобрения.

Составные части	Свежий ил	Навозное удобрение.
В о д а . . . . .	75,00	75,00
А з о т . . . . .	0,71	0,50
Фосфорная кислота . . . . .	0,41	0,25
К а л и й . . . . .	0,10	0,63
З о л а . . . . .	3,50	4,76
Органические вещества . . . . .	14,65	20,24



Таблица VIII.  
Анализы выгнившего ила и навозного удобрения.

Составные части	Выгнивший ил	Навозное удобрение
В о д а . . . . .	46,00	77,00
А з о т . . . . .	1,06	0,54
Фосфорная кислота . . . . .	0,71	0,25
К а л и й . . . . .	—	0,70
Неорганические вещества . . . . .	30,00	6,00
Органические вещества . . . . .	24,00	17,00

Arnhold приводит анализ шлика, т. е. ила, отлагающегося в устьях рек при впадении их в моря, издавна употребляющегося в качестве удобрительного средства в прибрежных округах (табл. IX).

Таблица IX.  
Анализ шлика.

Составные части, представляющие ценность	%,
А з о т . . . . .	0,30—0,50
Фосфорная кислота . . . . .	0,26—0,28
К а л и й . . . . .	0,60—0,90
И з в е с т ь . . . . .	5,90—7,50
М а г н е з и я . . . . .	1,60—1,80
Органические вещества . . . . .	8,00—10,00

Все эти данные характеризуют канализационный ил, как удобрительное вещество, не уступающее по количеству содержащихся в нем ценных элементов другим вполне зарекомендовавшим себя видам удобрений.

Значительную ценность представляют содержащиеся в иле органические вещества, обогащающие удобряемую землю гумусом. Гумус задерживает влагу в почве, предотвращая как слишком быстрое просачивание ее в подпочву, так и слишком быстрое ее испарение. В этом смысле ил является одинаково ценным как для тяжелых глинистых почв, разрыхляя их, так и для песчаных, обогащая их гумусом.

Кроме того большую роль играет бактериальное богатство ила: благодаря работе бактерий в почве образуется теплота, а появляющиеся в результате их жизнедеятельности газы способствуют разрыхлению почвы.

Ил для непосредственного использования его в качестве удобрения употребляется:



1) в сыром виде и.

2) подсушенный.

В сыром состоянии ил для удобрительных целей используется только в исключительных случаях, когда сельско - хозяйственные угодья находятся в непосредственной близости к очистным станциям.

В этом случае могут быть применены следующие способы:

1) Ил самотеком или при помощи насоса поступает из осадочных устройств или из камер гниения в бочки, отвозится на поля и разливается там. По высыхании ил запахивается в землю. Интересным является устройство в г. Oberhausen колодца на колоннах, из которого ил может разгружаться непосредственно в бочки (рис. 14).



Рис. 14.

2) Ил перекачивается на поля насосами в тонкие слои. Так в г. Hagen i. W. площадь поля покрывается илом раз в 3 года слоем в 0,20 метр. По высыхании ила производится вспашка поля. На рис. 15 представлено поступление ила на предварительно - вспаханное поле; ил подается насосом с установки города Essen - Rellinghausen.

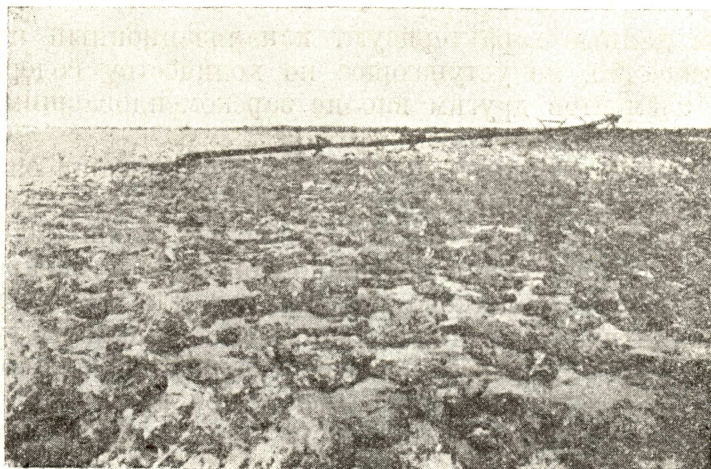


Рис. 15.



Значительно чаще ил утилизируется в подсушенном состоянии. В этом случае ил с значительно меньшими затратами, чем сырой, вывозится в поле и запахивается там. На рис. 16 изображена вывозка в поле высушенного, выгнившего ила с установки Essen-Nord.

Лишь после жаровой сушки, когда ил спекается в комья, высушенный ил предварительно измельчают на специальных мельницах и рассыпают на поле в порошкообразном состоянии, при чем последняя операция может производиться как вручную, так и машинным способом.

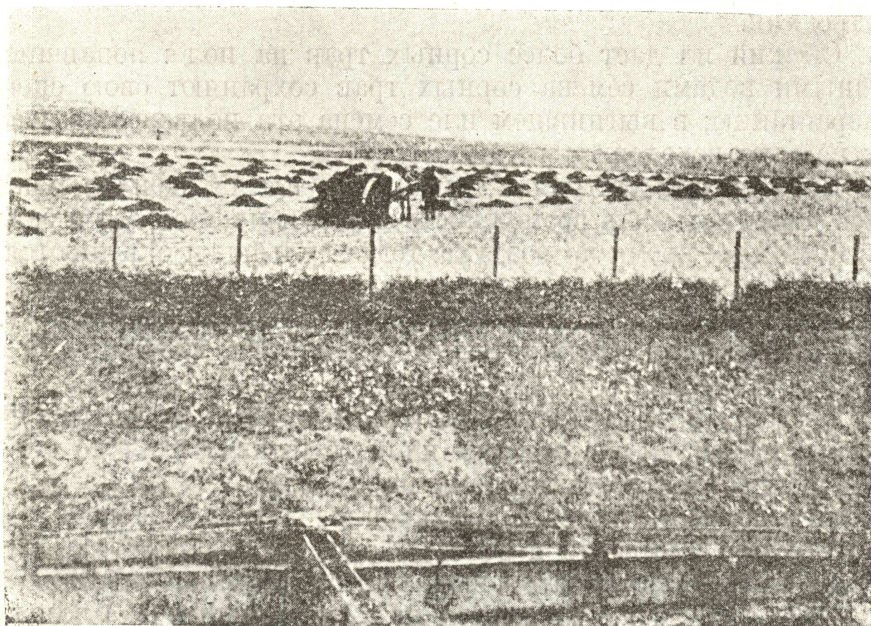


Рис. 16.

#### Сравнение свежего и выгнившего ила с точки зрения их удобрительной ценности.

Свежий и выгнивший ил, как в химическом, так и в физическом отношении обнаруживают большую разницу. Некоторые свойства и того и другого ила уже рассмотрены выше; и с технической и с санитарной точки зрения все преимущества оказываются на стороне выгнившего ила. В этом смысле нет двух мнений. Что же касается сравнительной ценности ила свежего и ила выгнившего, как средства удобрения, то тут мнения расходятся.

Некоторые предпочитают пользоваться свежим илом, некоторые выгнившим.

Первые обуславливают свои взгляды следующими соображениями:

1) свежий ил содержит больше удобрительных элементов, так как благодаря выгниванию теряется около 40% его азотистых веществ.

2) Выгнивший ил содержит больше сульфидов, в особенности железных сульфидов, которые при дальнейшем разложении в почве могут принести вред тончайшим корням растений.

Вторые приводят в защиту своих взглядов следующие мотивы:



1) Выгнивший ил по своим техническим и санитарным качествам является наиболее приемлемым материалом для обращения с ним, чем свежий.

2) Свежий ил, когда он сырой, вскалывает почву, засоряя ее мельчайшими бумажными и тканевыми волокнами, которые затрудняют доступ воздуха к корням растений. Когда он высушен, образует комья с непросушенной серединой и твердой сухой коркой; комья эти долгое время не распадаются. В выгнившем иле большинство волокнистых веществ уже подверглись распаду; выгнивший сырой ил быстро сохнет и образует комья, легко рассыпающиеся вследствие их пористого строения.

3. Свежий ил дает более сорных трав на поле: попавшие в него со сточными водами семена сорных трав сохраняют свою способность к произрастанию; в выгнившем иле семена эти подверглись распаду, а потому не дают всходов.

4. Вред от присутствия в выгнившем иле сульфидов может быть устранен, если илу дать возможность перед заашкой его в землю пролежать некоторое время на воздухе: тогда сульфиды окисляются до безвредных сульфатов.

Sierp на полях, принадлежащих очистной установке г. Essen-Rellinghausen, произвел сравнительные испытания урожайности земли:

- 1) без удобрения,
- 2) с удобрением свежим илом (вместе с осадком из песколовки) и
- 3) с удобрением выгнившим илом (выгнивший ил до его использования пролежал некоторое время на воздухе).

Опыты производились с посадкой следующих овощей: моркови, бобов, капусты, картофеля и репы.

Результаты опытов Sierp'a выявляются данными таблицы X. Цифры этой таблицы дают в процентах по весу излишки (+) или недостатки (—) плодов собранных с полей, удобренных илом, по сравнению с количеством плодов, собранных с неудобренной земли.

Таблица X.

Сравнительная урожайность земли без удобрения и земли, удобренной свежим и выгнившим илом.

Р О Д О В О Щ Е Й	Удобрение свежим илом	Удобрение выгнившим илом
	Излишек (+) или недостаток (—) плодов в % по весу по сравнению с неудобренной почвой	
1. Морковь . . . . .	+ 16,8	+ 20,8
2. Б о б ы		
а) 1-ый сорт . . . . .	— 3,2	+ 46,8
б) 2-ой сорт . . . . .	— 16,3	+ 46,8
3) Капуста		
а) Вирзинг . . . . .	—	+ 63,6
б) Красная . . . . .	+ 7,7	+ 16,8
в) Белая . . . . .	+ 24,0	+ 47,7
4. Картофель . . . . .	+ 17,6	+ 49,0
5 Р е п а . . . . .	+ 7,0	+ 9,0



Такими результатами своих опытов Sierp подчеркивает преимущество выгнившего ила перед илом свежим с точки зрения их удобрительной ценности.

Очень большой удобрительной ценностью обладает активный ил. Он содержит в 2—4 раза более органического азота, чем другие сорта ила. Это обстоятельство обуславливается следующими причинами.

1) При активном иле органические вещества, содержащиеся в нем, не подвергались распаду.

2) При обработке сточных вод активным илом переводятся в осадок мельчайшие взвешенные вещества и коллоиды, которые не могли бы попасть в ил при простом отстаивании.

Однако активный ил обладает значительным недостатком в смысле большого содержания в нем воды (97—99%), правда устранимой путем некоторых из описанных выше приемов:<sup>1)</sup> например, в Milwaukee применялось вторичное отстаивание активного ила (уменьшение влажности с 98 — 99% до 95—97%) с последующим прессованием (уменьшение влажности до 70%), и заключительной жаровой сушкой (уменьшение влажности до 10%).

#### Данные о продажной цене ила.

Ниже сообщаются сведения о продажной цене ила, отпускаемого канализационными очистными станциями некоторых городов для удобрительных целей.

Так, выгнивший ил из камер гниения Кремера, подсушенный на сушильных площадках, продается по следующим ценам:

в г. Hildesheim . . . . .	46 коп. за куб. метр.
в г. Gerdauen . . . . .	1 р. 85 коп. за куб. метр.
в г. Qhrdruf . . . . .	93 коп. за куб. метр.
в г. Prenzlau . . . . .	23 коп. за куб. метр.

Выгнивший ил из Эмшерских колодцев, подсушенный на сушильных площадках, в г. Bergedorf продается по цене 56 коп. за куб. метр.

На очистных установках Эмшерского Товарищества подсушенный ил из Эмшерских колодцев продается по цене 23 коп. за воз.

В г. Cassel свежий ил из осадочных бассейнов, смешанный с городским мусором, после года вылеживания продается по цене 23 коп. за воз.

#### Использование ила, как материала для фабрикации искусственного удобрения.

В общем канализационный ил является неполноценным удобрением особенно вследствие малого содержания в нем фосфорной кислоты и калия.

Так, по расчетам Honig'a, из сточных вод может быть получено круглым счетом на гектар 35 кг. азота, 21½ кг. фосфорной кислоты и 25 кг. калия<sup>2)</sup>.

Потребное же количество питательных веществ для почвы при выращивании злаков на гектар по Honig'у 31 кг. азота, 50 кг. фосфорной кислоты и 100 кг. калия; по Dethweiler'у 60—100 кг. азота, 80—120

<sup>1)</sup> О методах обработки активного ила см. Отд. II глава 5 труда проф. С. Н. Строганова: „Аэрация с активным илом, как метод очистки сточных вод“.

<sup>2)</sup> При орошении.



кгр. фосфорной кислоты и 100 кгр. калия. Приведенные нормы значительно разнятся одна от другой, что может быть объяснено различием в характере почв.

При пополнении ила недостающими количествами удобрительных элементов он является равноценным искусственному продажному удобрению. Большие опыты в этом направлении были проведены в Milwaukee, где ежедневно перерабатывалось в удобрение до 100 тонн активного ила. В штате Wisconsin (САСШ) были проведены обширные опыты посадки хлебных растений на полях, удобренных активным илом, к которому добавлялось необходимое количество фосфорной кислоты и калия. Испытания дали прекрасные результаты, в некоторых случаях оказавшиеся выше, чем при пользовании искусственным продажным удобрением.

Поэтому в настоящее время ил находит применение на заводах, изготовляющих удобрительные вещества. Эти заводы используют ил, как основание при фабрикации искусственного удобрения, пополняя его недостающими элементами.

### ДОБЫВАНИЕ ИЗ ОСАДКА ЖИРА.

Извлечение из осадка жира может преследовать двоякую цель:

1) Увеличить ценность осадка, как удобрительного средства, так как жиры, являясь составной частью ила, не только, не утилизируются растениями или бактериями, но ухудшают качество почвы, обременяя и затрудняя доступ воздуха к корням растений.

2) Утилизировать добытый жир, сам по себе представляющий известную ценность.

Особый интерес к процессу извлечения из канализационного осадка жира начал проявляться со времени введения в практику патентованного в 1915 г. инженером G. W. Miles способа обработки сточных вод помощью серной кислоты и сернистого ангидрида: обработка эта вследствие превращения мыла в жирные кислоты значительно увеличивает содержание в осадке жира.

Извлечение из осадка жира требует весьма сложной и дорогой аппаратуры (производство кислоты, прессование ила, сушка, экстракция жира, дистилляция жира). Оно может быть мыслимо, как коммерческое предприятие лишь при условии очень большого содержания в осадке жира, обусловливаемого особым характером сточных вод, присущим лишь некоторым видам промышленности (например, шерсто-мойные заведения).

Что же касается ила собственно городских (хозяйственных) сточных вод, то извлечение из него жира явится предприятием безусловно убыточным.

### ДОБЫВАНИЕ ИЗ ОСАДКА ГАЗА<sup>1)</sup>.

Добывание из осадка газа производилось первоначально по методам:

1) сухой перегонки осадка, т. е. нагревания его без доступа воздуха и

<sup>1)</sup> Подробнее см. статью автора „Добывание газа из осадка сточных вод“ напечатанную в „Известиях Сибирского Технологического Института“ т. 49, вып. 2—3, 1928 г.



2) карбурации, т. е. вдувания в высушенный и раскаленный ил воздуха (получение генераторного газа) или водяного пара (получение водяного газа).

В настоящее время эти методы, вследствие больших затрат на топливо, которое не окупается стоимостью полученного продукта, оставлены.

Теперь добывание газа из канализационного ила не является самостоятельной операцией. Газ получается при выгнаивании ила — процессе, который имеет целью известную предварительную подготовку ила. Принимаются лишь меры к собиранию газа, заключающиеся в устройстве:

- 1) газонепроницаемых перекрытий над камерами гниения,
- 2) газоприемников, принимающих задержанный перекрытиями газ,
- 3) газопроводов, отводящих газ из газоприемников в газохранилища или в пункты его потребления.

Газ этот состоит всегда из метана, углекислоты и азота; иногда в небольшом количестве встречаются в нем кроме того водород, сероводород, кислород и окись углерода. Количества отдельных элементов, составляющих газ гниения, для различных установок различны.

0. Камман дает следующий средний состав газа для европейских установок:

Метан	. . . . .	80%
Углекислота до	. . . . .	20%
Азот	. . . . .	0—8%

В общем благодаря высокому содержанию в газе гниения метана, газ этот является горючим с высокой теплотворной способностью, превосходящей теплотворную способность светительного газа и достигающей в некоторых случаях 8000—9000 калорий.

Количество добываемого газа гниения зависит от различных условий, а именно:

- 1) температуры камер гниения,
- 2) совершенства контакта свежего ила со старым.
- 3) количества и характера органического вещества в свежем иле,
- 4) характера сточных вод и
- 5) степени щелочности среды.

В среднем, по немецким данным, на каждого жителя, присоединенного к канализации, может быть добыто 3 куб. м. газа в год.

Газ гниения утилизируется:

- 1) в сыром виде и
- 2) в очищенном виде.

В сыром виде он употребляется:

- а) для целей отопления, освещения и варки пицци;
- б) для газовых двигателей;
- в) для получения паровой и электрической энергии;
- г) как топливо для мусоросожигательных станций;

В очищенном виде он может быть использован:

- а) для автогенной резки и сварки;
- б) в химической промышленности для добывания некоторых веществ, напр.: гексаметилентетрамина и галондозамещенных метана.



## VII. Данные о стоимости различных методов обработки и ликвидации осадка.

Относительно стоимости различных методов обработки и ликвидации осадка имеются ограниченные сведения.

Ниже приводятся сведения, которые сообщают Kinnicutt, Winslow, и Pratt по материалам английской королевской комиссии и которые могут дать некоторое представление о сравнительной стоимости различных методов обработки и ликвидации осадка (табл. XI).

Т а б л и ц а X I.

Стоимость некоторых методов обработки и ликвидации ила.

Метод обработки и ликвидации ила	Число примеров	Стоимость обработки ила содержащего 90% воды, включая проценты и погашение капитала и все прочие издержки.			Примечание
		Наименьшая	Наибольшая	Средняя	
		В копейках на тонну.			
Вывозка в поле .	3	5	11	8	
Вывозка в море .	6	16	26	19	
Зарывание в землю	3	15	27	19	
Прессование группа I .	10	18	28	23	В эту группу включены города, имеющие население в 30000 и выше, где сточные воды подвергаются простому отстаиванию или химической обработке и где к илу не прибавляется особо большого количества извести.
Прессование группа II .	11	29	48	44	В эту группу включены города с населением менее 30.000, а также местечки, где в зависимости от характера ила прибавляется от 5 до 20% извести.
Прессование и сожигание . .	1	Исключая проценты и погашение капитала 51		69	



## VIII. Заключение.

Решение вопроса о судьбе ила, доставляемого очистной установкой, т. е. подвергнуть ли его только ликвидации или утилизировать в тех или иных целях, а также решение вопроса о методе предварительной обработки ила зависит от характера ила, от размера установки, ее местоположения, наличия необходимых площадей и др. местных условий.

Однако, полагая в основание для решения этих вопросов мотивы санитарного и технического характера, приходится сделать общий вывод, касающийся подготовки ила ко всем дальнейшим операциям, а именно: желательно, что бы из сооружений очистной установки ил поступал в выгнившем состоянии, при котором он обладает качествами, делающими его вполне приемлемым для дальнейшего обхождения с ним. Исключения могут представиться, главным образом, для городов, расположенных вблизи моря, если они имеют возможность применить вывозку ила в море, хотя и в данном случае выгнаивание ила может оказаться желательной операцией, как сокращающей транспортные расходы.

На ряду с общим положением о желательном выгнаивании ила выявляется возможный при этом метод утилизации ила, а именно: добывание из него газа. Этот метод представляет особые выгоды при больших установках.

Вообще говоря, при решении поставленных выше вопросов главную цель нужно видеть в устранении осадка, его ликвидации без вреда для окружающих. Что же касается утилизации осадка, то такая может быть применена лишь при надлежащих к тому условиях и во всяком случае ей в угоду не могут быть оставлены без внимания соображения санитарного характера. На утилизацию осадка должно смотреть, как на рациональный метод ликвидации осадка попутно использующий заключающиеся в иле ценные элементы. Не следует смотреть на утилизацию осадка, как на коммерческое предприятие, так как в этом случае всегда возможны нарушения интересов санитарного порядка.

Считаясь с мотивами экономического характера, вывозку ила за пределы очистной станции следует производить после предварительного подсушивания его на сушильных иловых площадках. Последние при выгнившем иле могут располагаться на территории станции без каких-либо неприятностей для работников станции и населения, живущего вблизи ее. В зимнее время выгнивший ил может выпускаться не на сушильные площадки, а в особые зимние иловые пруды.

Обезбоживание ила другими методами: на фильтр-прессах, в центрофугах, при помощи вакуум-фильтров, в жаровых сушилках требует дорогой аппаратуры и больших эксплуатационных расходов.

Способы уменьшения влажности ила серной кислотой и сернистым ангидридом мало исследованы и пока практически не применимы.

Компостирование при ручной работе представляет тяжелую операцию, для механической же работы требует дорогого оборудования.

Наиболее дешевыми способами устранения выгнившего подсушенного ила являются:

- 1) свалка в низкие места и
- 2) разравнивание в поле.



Первый из этих методов является в то же время и видом утилизации ила, так как повышает ценность земельных площадей, преследуя цели их нивелировки. Второй метод также может быть рассматриваем, как вид утилизации ила, если поле, куда вывозится ил, используется для сельско-хозяйственных целей.

Особо следует коснуться вопроса о спуске ила в реки.

При расположении города на берегу реки, расход которой сильно возрастает во время половодья, может иногда оказаться рациональным воспользоваться этим периодом времени для выпуска в реку не только сточных вод без осветления их, но и того ила, который был до этого времени выделен из сточных вод.

В таком случае летние порции ила, по выгнивании их в камерах гниения, могут подсушиваться на сушильных площадках и вывозиться в поле; зимние же порции ила могут храниться в камерах гниения до весеннего половодья и затем выпускаться в реку.

Конечно подобный метод устранения ила должен применяться с надлежащей осторожностью, при учете интересов прибрежного населения и соблюдения тех требований, которые были изложены выше при описании этого метода.

Ниже в таблице XII указаны те способы подготовки, обработки, ликвидации и утилизации ила, которые могут явиться наиболее приемлемыми при тех или иных условиях.

Таблица XII.

Методы подготовки, обработки, ликвидации и утилизации ила при различных местных условиях.

	Подготовка	Обработка	Ликвидация	Утилизация
Город в близи моря	—	—	Вывоз в море	—
	Выгнаивание	—		Добывание газа
Город на берегу реки <sup>1)</sup>	Выгнаивание	Летом—сушка на иловых площадках	Вывоз в поле или в низкие места	Добывание газа. Использование, как удобрения
		Зимой -- сохранение в камерах гниения	Выпуск в реку в половодье	Добывание газа
В остальных случаях	Выгнаивание	Летом—сушка на иловых площадках	Вывоз в поле или в низкие места	Добывание газа. Использование, как удобрения
		Зимой—выпуск в иловые пруды		

<sup>1)</sup> Река с расходом, сильно возрастающим во время половодья.



## ИСТОЧНИКИ:

- H. B a c h.—Die Abwasserreinigung.  
D u n b a r.—Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage.  
H a n s E i c h m ü l l e r.—Der Kremer—kläranlage und die Abwasserfischeiche der Stadt Amberg.  
K a r l G ü n t h e r.—Über offene Abwasserkanäle und Schlamm-trockenplätze.  
H e l b i n g.—Die Emschergenossenschaft in Essen.  
O. H e r b.—Der Wert des belebten Schlammes als Düngemittel.  
I m h o f f.—Der Ruhrverband.  
I m h o f f.—Taschenbuch der Stadtentwässerung.  
I m h o f f.—Die Schlammbehandlung in Emscherbrunnen.  
K e p p n e r.—Die Abwasserbeseitigung in München.  
K u s c h.—Zweistöckige Absitzbecken oder getrennte Schammfaulbehälter?  
F. L a n g b e i n.—Die Abwasservorkläranlage auf dem Bölkberge des Berllner Rieselfeldes Wassmannsdorf als Gaslieferer.  
F r i t z N e l l i s s e n.—Maschinelle Schlammverladung für Kläranlagen.  
P r ü s s.—Die Behandlung des Gewerblichen Abwassers in Emschergebiet.  
S i e r p.—Über den Düngwert von Faulschlamm und Frischschlamm.  
B a b b i t t.—Sewerage and Sewage Treatment.  
J e r r y D o n o h u e.—Separate Sludge—Digestion System for Small Town Use.  
P. N. D a n i e l s.—The New Sewage Treatment Plant of Trenton, N. J.  
F o l w e l l.—Sewerage.  
K i n n i c u t t, W i n s l o w, P r a t t.—Sewage Disposal.  
Материалы заграничной командировки автора летом 1927 г.
-