

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ИЛА

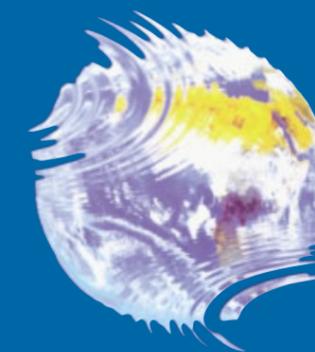


SNF FLOERGER
ZAC de Milieux
ФРАНЦИЯ, 42163 Андрезьё Cedex
Тел. + 33 (0)4 77 36 86 00
Факс: + 33 (0)4 77 36 86 96
floerger@snf.fr

SNF FLOERGER®

Сведения, приведенные в настоящем проспекте отвечают требованиям добросовестной рекламы. Насколько нам известно, они соответствуют действительности. Ответственность за правильное употребление продуктов, упоминаемых в настоящем проспекте, несет пользователь.

GUTENBERG ONLINE REGIONS - Тел. 04 77 42 35 00 / 03 - 2003



SNF FLOERGER®

Сегодня процесс очистки воды является широко известным и осуществляется в соответствии с принятыми практическими нормами.

После обработки ила возникает новая задача для водоочистки, а именно – сокращение его объема.

В настоящем издании “Обезвоживание ила” приведены основные параметры, которых следует придерживаться для того, чтобы оптимизировать подготовку ила с применением органических полимеров, производимых компанией SNF Floerger.

Оглавление

1	Характеристика илов	4
1.1.	Происхождение илов	4
1.2.	Разные типы илов	4
1.2.1.	Первичный ил	4
1.2.2.	Биологический ил	4
1.2.3.	Смешанный ил	5
1.2.4.	Зрелый ил	5
1.2.5.	Физико-химический ил	5
1.2.6.	Минеральный ил	5
1.3.	Параметры ила, влияющие на обезвоживание	6
1.3.1.	Концентрация	6
1.3.2.	Содержание органических веществ	6
1.3.3.	Коллоидное состояние ила	6
2	Общие сведения о реактивах, используемых при обезвоживании	7
2.1.	Минеральные реактивы	7
2.1.1.	Соли железа	7
2.1.2.	Известь	7
2.2.	Органические реактивы	8
2.2.1.	Базовый принцип флокуляции	8
2.2.2.	Параметры органических реактивов, влияющие на обезвоживание	8
a.	Тип заряда	9
b.	Плотность заряда	9
v.	Молекулярный вес	10
г.	Молекулярная структура	10
d.	Тип мономера	10
3	Динамическое сгущение	11
3.1.	Флотация	11
3.1.1.	Непрямая флотация	11
3.1.2.	Прямая флотация	12
3.1.3.	Подготовка ила перед флотацией	12
3.2.	Обезвоживающий стол	12
3.2.1.	Принцип действия	13
3.2.2.	Подготовка ила перед обработкой на обезвоживающем стенде	13
3.3.	Обезвоживающий барабан – Шнековый барабан	14
3.3.1.	Принцип действия	14
3.3.2.	Подготовка ила перед обезвоживающим или шнековым барабаном	14
3.4.	Центробежный декантатор	15
3.4.1.	Принцип действия	15
3.4.2.	Подготовка ила перед центрифугированием	15

4	Обезвоживание на ленточном фильтре	16
4.1.	Описание оборудования и принцип действия	16
4.2.	Лабораторные испытания	17
4.2.1.	Взятие проб	17
4.2.2.	Лабораторное оборудование	17
4.2.3.	Методика испытания	18
4.2.4.	Контролируемые параметры и использование результатов	18
4.3.	Производственные испытания	19
4.3.1.	Постановка испытания	19
4.3.2.	Контролируемые параметры и использование результатов	19
4.4.	Оптимизация ленточных фильтров	19
4.4.1.	При плохом отделении воды	20
4.4.2.	При текучести ила	20
4.4.3.	При недостаточной сухости	21
4.4.4.	Сводная таблица основных регулируемых параметров	21
5	Обезвоживание в центрифуге	22
5.1.	Описание оборудования и принцип действия	22
5.2.	Лабораторные испытания	23
5.2.1.	Взятие проб	23
5.2.2.	Лабораторное оборудование	24
5.2.3.	Методика испытания	24
5.2.4.	Контролируемые параметры и использование результатов	25
5.3.	Производственные испытания	25
5.3.1.	Постановка испытания	25
5.3.2.	Контролируемые параметры и использование результатов	25
5.4.	Оптимизация центрифуг	26
5.4.1.	При перегруженности центрифугата	26
5.4.2.	Если центрифугат серого цвета и пенистый	26
5.4.3.	При недостаточной сухости	27
5.4.4.	Сводная таблица основных регулируемых параметров	27
6	Обезвоживание на тарельчатом фильтре	28
6.1.	Описание оборудования и принцип действия	28
6.2.	Лабораторные испытания	30
6.2.1.	Взятие проб	30
6.2.2.	Лабораторное оборудование	30
6.2.3.	Методика испытания	30
6.2.4.	Контролируемые параметры и использование результатов	31
6.3.	Производственные испытания	32
6.3.1.	Постановка испытания	32
6.3.2.	Контролируемые параметры и использование результатов	32
6.4.	Оптимизация тарельчатых фильтров	32
6.4.1.	При налипании сгустков	33
6.4.2.	При засорении сеток	33
6.4.3.	При потере полимером эффективности	34

1 Характеристика илов

Существуют разные типы ила, каждый из которых имеет свои специфические характеристики, которые влияют на:

- Выбор подготовки (катионный флокулянт, известь, FeCl_3 и т.д.).
- Выбор метода обезвоживания (фильтрация, центрифугирование и т.д.).

Этот выбор, в свою очередь, зависит от дальнейшего использования ила (сжигание, разбрасывание и т.д.)

1.1. Происхождение илов

На разных этапах очистки воды продукты, содержащиеся в загрязнениях, извлекаются, а очищенная вода поступает в природную среду.

Среди продуктов, извлекаемых из загрязнений, следует различать:

- Вещества, состоящие из частиц, которые осаждаются в процессе прямой декантации или извлекаются физико-химическим методом.
- Избыточные микроорганизмы, образующиеся в результате превращения растворенных органических веществ.
- Минеральные вещества, не разлагающиеся биологически.

Все эти продукты собираются в более или менее концентрированные суспензии, которые называются **илом**.

1.2. Разные типы илов

1.2.1. Первичный ил:

Этот ил **образуется в процессе декантации** и поэтому состоит из частиц вещества, осаждающихся при прямой декантации – частиц большого размера и большой плотности.

При небольшом процентном содержании (55 – 65 %) взвешенных летучих веществ (ВЛВ) они обладают **превосходной подверженностью обезвоживанию (обезвоживаемостью)**.

Кроме того, их концентрацию легко повысить путем статического сгущения – этапа, предшествующего обезвоживанию. Напротив, этот тип ила отличается **высокой подверженностью ферментации**.

1.2.2. Биологический ил:

Биологический ил образуется **при биологической очистке воды**. Он состоит из смеси микроорганизмов. Эти микроорганизмы (в основном бактерии) в результате синтеза экзополимеров собираются **в бактериальные коагулянты**. Последние легко отделяются от очищаемой воды путем простой декантации на уровне осветлителя. На обезвоживание направляется только часть ила (избыток биологического ила), в то время как другая его часть используется для поддержания популяции бактерий в биологическом реакторе.

Для упрощения мы не будем делать различия между биологическим илом с точки зрения его качества (продолжительная аэрация, слабый заряд, сильный заряд и т.д.). Биологический ил имеет следующие характеристики:

- Высокое процентное содержание **взвешенных летучих веществ (ВЛВ)**: от 70 до 80 %.
- Низкая концентрация сухого вещества: от 7 до 10 г/л. Часто осуществляется дополнительное динамическое сгущение методом флотации или на обезвоживающем столе.
- **Способность к обезвоживанию: от средней до приемлемой**. Такая способность к обезвоживанию частично **зависит от ВЛВ**: чем больше ВЛВ, тем труднее извлекать воду из ила.

1.2.3. Смешанный ил:

Смешанный ил образуется **из смеси первичного и биологического ила**. Соотношение в этой смеси часто находится в следующих пределах:

- От 35 до 45 % - первичный ил.
- От 65 до 55 % - биологический ил.

Такая смесь позволяет улучшить способность к обезвоживанию биологического ила.

Характеристики смесей являются средними между характеристиками первичного и биологического ила.

1.2.4. Зрелый ил:

Зрелый ил **появляется на этапе биологической стабилизации**, называемом “вызреванием”. Стабилизация биологического или смешанного ила осуществляется при разных температурах (мезофильная или термофильная) и в анаэробной или аэробной среде.

После стабилизации ил приобретает следующие характеристики:

- Более **низкое** процентное содержание **взвешенных летучих веществ (ВЛВ)**: порядка 50 %.
- Во время вызревания происходит минерализация ила.
- Постоянная концентрация сухого вещества: порядка 20 - 30 г/л.
- **Хорошая способность к обезвоживанию**.

1.2.5. Физико-химический ил:

Этот ил **возникает при физико-химической обработке воды** (см. проспект “**Методы физико-химической очистки**”). Поэтому он состоит из хлопьев, образовавшихся при химической подготовке воды (коагулянтном и/или флокулянтном).

Характеристики такого ила напрямую зависят от используемых реактивов (минерального или органического коагулянта) и загрязнителей, содержащихся в очищаемой воде.

1.2.6. Минеральный ил:

Источником этого ила являются **предприятия горной промышленности**, например, карьеры и шахты. Он состоит, главным образом, из частиц минерального происхождения разных размеров. Такой ил отличается превосходной способностью к гравитационному сгущению. Обычно его концентрация превышает 60 г/л.

1.3. Параметры ила, влияющие на обезвоживание

На показатели обезвоживания влияют несколько параметров, характеризующих ил. К этим параметрам относятся:

1.3.1. Концентрация (г/л):

Концентрация ила (количество сухого вещества) будет влиять на:

- **Смешивание с флокулянтom:** чем выше концентрация ила, тем он хуже смешивается с вязким раствором флокулянта (даже при низкой концентрации последнего). Эта проблема может быть решена следующими способами: дополнительным разбавлением раствора флокулянта, смещением места инъекции к началу и увеличением количества мест инъекции.
- **Регулирование потребления реактива:** чем выше концентрация ила, тем меньше потребление. Это условие определяет правильность присоединения флокулянта.

1.3.2. Процентное содержание органических веществ (%):

Процентное содержание органических веществ (ОВ) может рассматриваться по аналогии с процентным содержанием взвешенных летучих веществ (ВЛВ).

Чем выше ВЛВ, тем труднее будет проходить этап обезвоживания: недостаточная сухость, слабая механическая прочность и повышенное потребление флокулянта. Для илов с высоким содержанием ВЛВ **рекомендуется** осуществить их **сгущение**, что позволит улучшить показатели этапа обезвоживания.

1.3.3. Коллоидное состояние ила:

Оно оказывает значительное влияние на показатели, достигаемые при обезвоживании.

Чем более коллоидным является ил, тем труднее его обезвоживать.

Степень коллоидности ила определяется следующими четырьмя факторами:

- Происхождение ила.

Первичный ил → Зрелый первичный ил → Свежий смешанный ил → Зрелый смешанный ил → Биологический ил
Слабая степень коллоидности → **Очень высокая** степень коллоидности

- Свежесть ила. Чем более ферментированным является ил, тем выше степень его коллоидности.
- Происхождение сточных вод. Коллоидность ила выше в стоках сельскохозяйственного происхождения.
- Возвраты в начало. Плохо регулируемая рециркуляция повышает степень коллоидности ила.

2 Общие сведения о реактивах, используемых при обезвоживании

Для улучшения дальнейшей обработки перед этапом сгущения или обезвоживания обычно производится подготовка илов. При этом используются два типа реактивов:

- Минеральные реактивы (соли железа и известь), которые применяются, главным образом, на тарельчатых фильтрах.
- Органические реактивы (коагулянт и флокулянт). Из органических коагулянтов и флокулянтов чаще всего применяются **катионные флокулянты**.

2.1. Минеральные реактивы

2.1.1. Соли железа:

Для подготовки илов перед их поступлением на **тарельчатый фильтр** используются, главным образом, **хлорид железа** и **хлорсульфат железа** в сочетании с известью.

Они позволяют улучшить фильтруемость ила в результате коагуляции коллоидов (уменьшение связанной воды) и микрофлокуляции, обусловленной переходом в осадок (гидроксиды).

Доза солей железа составляет **от 3 до 15 % по отношению к сухому веществу** в зависимости от качества илов.

Все более заметна тенденция к сочетанию солей железа с органическим флокулянтom (как правило, катионным) для ограничения производства ила (по сравнению с подготовкой при помощи извести и солей железа).

2.1.2. Известь:

Известь в качестве реактива для подготовки ила применяется исключительно на тарельчатых фильтрах и в сочетании с хлоридом железа. Она повышает плотность заряда, обусловленного минеральной составляющей, и, тем самым, улучшает удельное сопротивление илов. Доза извести составляет порядка **15 - 40 % от сухого вещества**.

Примечание:

- Известь также используется для стабилизации илов после этапа обезвоживания.
- **Удельное сопротивление** (г) зависит от размеров, формы и степени агломерации твердых частиц, образующих лепешку ила при фильтрации на фильтр-прессе. Оно не зависит от концентрации илов.

2.2. Органические реактивы

Большинство органических реактивов, используемых при обезвоживании илов, представляет собой **катионные флокулянты**. Характеристики и действие этих флокулянтов подробно описаны в брошюре **“Приготовление органических полимеров”**.

2.2.1. Базовый принцип флокуляции:

Флокуляция ила – это этап, на котором **дестабилизированные частицы, образующие ил, собираются в агрегаты, называемые хлопьями**.

Флокулянты, имеющие очень высокий молекулярный вес (длинная мономерная цепь) и разный процентный состав зарядов, фиксируют дестабилизированные частицы и собирают их на своей цепи. В результате этого **на этапе флокуляции** происходит **увеличение размеров частиц**, присутствующих в водной фазе, с образованием **хлопьев**.

Образование хлопьев вызывает **выслаивание воды**. После этого вода легко удаляется в процессе обезвоживания.



Дестабилизированные частицы имеют различное происхождение, которое зависит, главным образом, от происхождения обрабатываемого ила.

Заряд, вносимый флокулянтом, должен выбираться в зависимости от типа дестабилизированных частиц, присутствующих в иле, то есть от **типа ила** (биологический, зрелый, физико-химический, минеральный и т.д. – см. пункт 1).

Вносимый заряд часто бывает:

- От **средне анионного до слабо анионного** – в **минеральном иле**.
- От **слабо анионного до слабо катионного** – в **физико-химическом иле**.
- **Слабо катионным** – в **зрелом или первичном иле**.
- **Средне катионным** – в **смешанном иле**.
- **Сильно катионным** – в **биологическом иле**.

2.2.2. Параметры органических реактивов, влияющие на обезвоживание:

Органические флокулянты характеризуются пятью основными параметрами:

- **Типом заряда**
- **Плотностью заряда**
- **Молекулярным весом**
- **Молекулярной структурой**
- **Типом мономера**

Эти параметры **влияют** на качество флокуляции и, следовательно, **на качество этапа обезвоживания**.

а. Тип заряда (+ или -):

Тип заряда флокулянта выбирается в зависимости от типа частиц, при этом обычно:

- **Анионный** флокулянт (-) используется для улавливания **минеральных** частиц.
- **Катионный** флокулянт (+) используется для улавливания **органических** частиц.

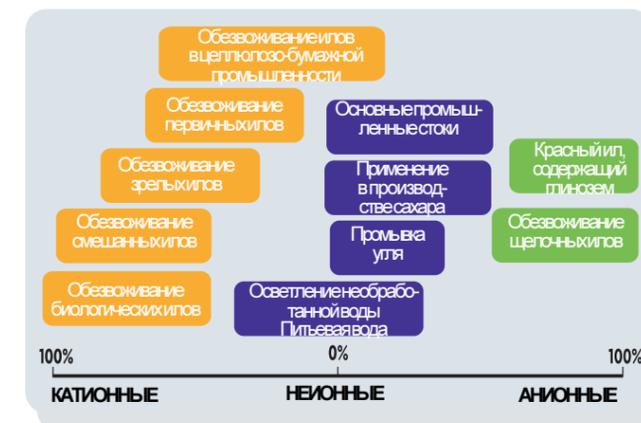
Разумеется, только лабораторное испытание позволит выбрать тип подходящего заряда.

б. Плотность заряда:

Эта величина отражает процент положительного или отрицательного заряда, позволяющий достичь оптимальной флокуляции при минимальной дозе. **Плотность заряда зависит от типа подготавливаемого ила**.

В **иле из городских стоков** плотность заряда зависит, главным образом, от процентного содержания присутствующих в иле органических веществ (ОВ). Процентное содержание органических веществ, как правило, соответствует проценту взвешенных летучих веществ (ВЛВ) в иле.

Чем больше процент ВЛВ, тем выше должна быть плотность катионного заряда, вносимого в ил.



в. Молекулярный вес (МВ):

Молекулярный вес, то есть длина цепи флокулянта, зависит от оборудования, используемого на этапе обезвоживания.

При центрифугировании более подходит МВ от высокого до очень высокого, учитывая силы сдвига, действующие на хлопья.

При фильтрации для надлежащего отделения воды достаточно МВ от низкого до среднего.

г. Молекулярная структура:

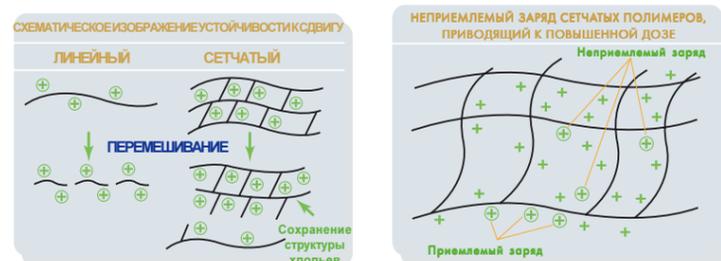
Молекулярная структура флокулянта выбирается в зависимости от того, какие показатели необходимо получить в процессе обезвоживания.

Возможны следующие структуры катионных флокулянтов:

● **Линейные** –  их основными характеристиками являются **небольшие дозы** и **хорошие показатели**, если правильно выбран молекулярный вес.

● **Разветвленные** –  их основными характеристиками являются **средние дозы** и **превосходные показатели** скорости отделения воды.

● **Сетчатые** –  они характеризуются **увеличенными дозами** и **исключительными показателями** в части отделения воды и устойчивости к напряжению сдвига.



СТРУКТУРА ЛИНЕЙНАЯ ИЛИ СЕТЧАТАЯ?	
ЛИНЕЙНАЯ	СЕТЧАТАЯ
ПРЕИМУЩЕСТВА	
<ul style="list-style-type: none"> Небольшие дозы Широкий диапазон молекулярных весов 	<ul style="list-style-type: none"> Очень прочные хлопья Превосходное отделение воды Лучшая сухость
НЕДОСТАТКИ	
<ul style="list-style-type: none"> Непрочные хлопья Возможность передозировки 	<ul style="list-style-type: none"> Большие дозы

д. Тип мономера:

Также имеет значение тип мономера, используемого для синтеза флокулянтов.

Обычно используется два катионных мономера:

- ADAM хлорметилированный (см. брошюру **“Приготовление органических полимеров”**.)
- АРТАС – нечувствительный к гидролизу катионных зарядов, иногда лучше реагирующий на илы, образующиеся в целлюлозно-бумажной промышленности при удалении печатной краски.

В качестве анионного полимера чаще всего используется акрилат натрия.

3. Динамическое сгущение

Динамическое сгущение илов осуществляется не систематически. Если оно предусмотрено, то предшествует этапу обезвоживания. Оно применяется в двух случаях:

● **Перед этапом обезвоживания** – для увеличения количества сухого вещества и облегчения этапа обезвоживания (уменьшение количества оборудования, сокращение расходных материалов и т.д.)

● **Перед разливом удобрений** – для уменьшения объемов, а, следовательно, количества цистерн с удобрением. Для осуществления динамического сгущения илов используется четыре типа оборудования: флотационная установка, обезвоживающий стол, обезвоживающий барабан и центробежный декантатор.

3.1. Флотация:

Флотация используется в основном для сгущения биологических илов, то есть избыточных илов, извлекаемых из осветлителя.

Принцип флотации состоит в фиксации микропузырьков воздуха на частицах, содержащихся в иле.

Микропузырьки воздуха образуются при инъекции воздуха с помощью компрессора и при повышении давления:

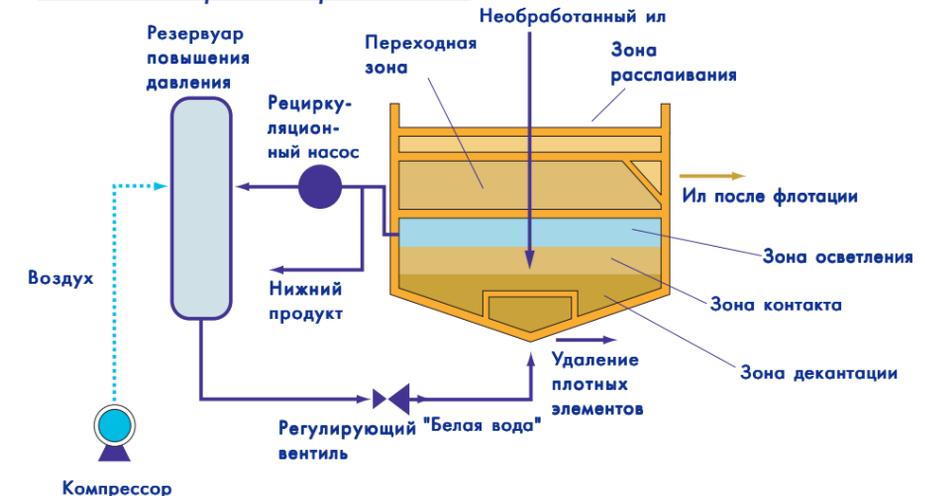
● Либо в воде, представляющей собой нижний продукт (**непрямая флотация**), которая будет перемешиваться при расширении ила.

Прилипание микропузырьков воздуха к частицам приводит к уменьшению плотности частиц, в результате чего последние стремятся всплыть.

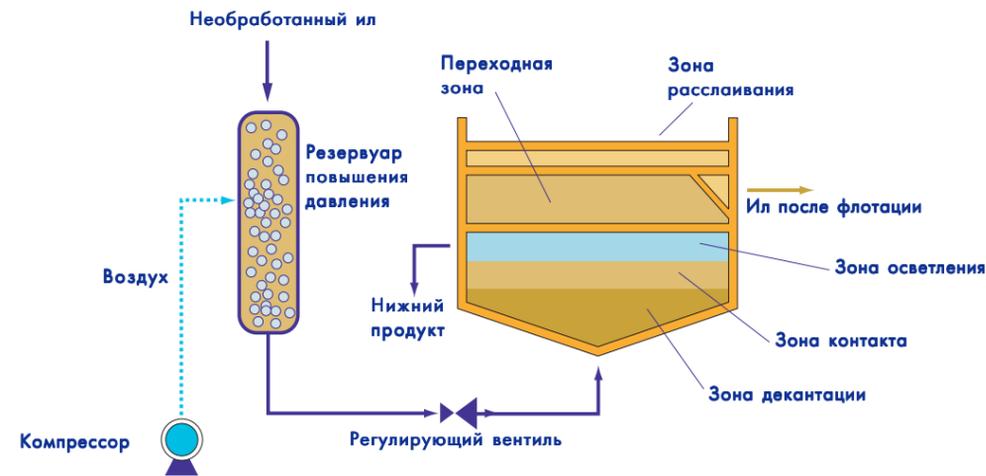
При этом уплотненный ил всплывает и удаляется, а оставшаяся внизу вода возвращается в начало станции.

● Либо в необработанном иле (**прямая флотация**).

3.1.1. Непрямая флотация:



3.1.2. Прямая флотация:



3.1.3. Подготовка ила перед флотацией:

Подготовка ила перед флотацией путем введения в него органического полимера – это необязательный этап, но он настоятельно **рекомендуется для улучшения качества нижнего продукта** (повышение степени улавливания частиц).

	ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ		ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ	
КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	<ul style="list-style-type: none"> Размер хлопьев Качество верхнего продукта Скорость присоединения Прочность хлопьев по отношению к силе сдвига 		<ul style="list-style-type: none"> Расход ила Расход полимера Момент инъекции Степень улавливания Концентрация ила после флотации Давление 	
МЕТОД/ТАБЛИЦА	Метод испытания встряхиванием	Проверка коагуляции / флокуляции	/	/
РЕКОМЕНДАЦИИ	<ul style="list-style-type: none"> Выберите такую плотность заряда, которая лучше всего подходит для ила. Выберите для производственной проверки один или несколько продуктов с разным молекулярным весом. В случае прямой флотации предпочтение следует отдать высокому МВ. 		<ul style="list-style-type: none"> Доза полимера должна находиться в пределах от 0,2 до 1 кг/ТСВ Момент инъекции полимера является главным критерием, т.к. от него зависит степень улавливания частиц. 	

3.2. Обезвоживающий стенд:

Сгущение с применением обезвоживающего стенда предполагает обязательное применение органического флокулянта, который позволяет ускорить выделение воды и ее стекание через фильтровальную ткань.

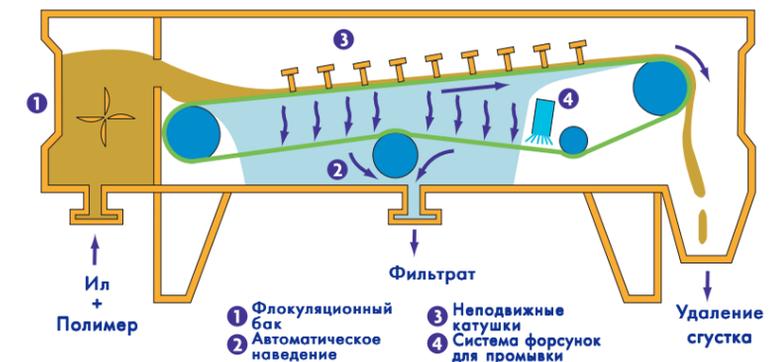
Ил, превратившийся в хлопья, перемещаясь с заданной скоростью, сливается на фильтровальную ткань. Вода, выделяющаяся в процессе флокуляции, стекает через поры ткани. Удаление воды (фильтрата) приводит к постепенному сгущению ила, который перемещается на полотно.

Для ускорения удаления воды под действием силы тяжести часто применяются неподвижные катушки, помещенные на ткани.

Непрерывная промывка ткани под давлением остается обязательной для предотвращения закупоривания пор.

Полученный фильтрат возвращается в начало станции, в то время как сгущенный ил направляется в буферный бассейн перед обезвоживанием или применением в качестве удобрения.

3.2.1. Принцип действия:



3.2.2. Подготовка ила перед обработкой на обезвоживающем стенде:

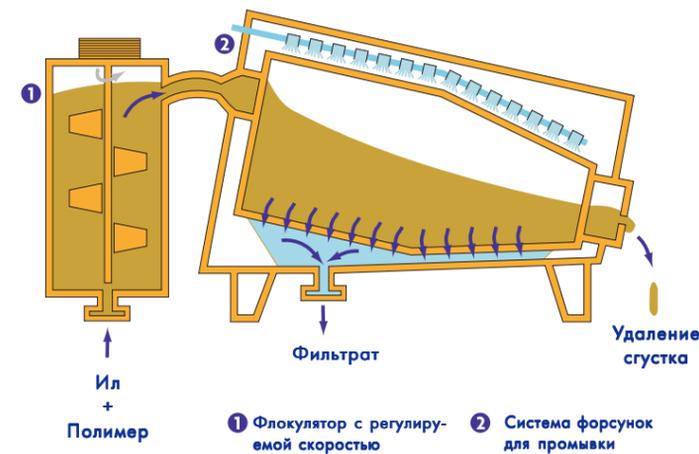
	ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ		ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ	
КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	<ul style="list-style-type: none"> Скорость отделения воды Качество фильтрата Скорость присоединения 		<ul style="list-style-type: none"> Расход ила Расход полимера Момент инъекции Скорость ткани Промывка ткани Скорость флокулятора Концентрация ила на выходе Качество фильтрата 	
МЕТОД/ТАБЛИЦА	Лабораторные испытания для ленточных фильтров	Лабораторные испытания - ленточные фильтры	/	Ведомость контроля показателей – обезвоживающий стол или ленточный фильтр
РЕКОМЕНДАЦИИ	<ul style="list-style-type: none"> Выберите такую плотность заряда, которая лучше всего подходит для ила. Выберите молекулярный вес, обеспечивающий оптимальное отделение воды. 		<ul style="list-style-type: none"> Доза полимера должна находиться в пределах от 3 до 10 кг/ТСВ Момент инъекции полимера является главным критерием, т.к. от него зависит скорость отделения воды. Контролируйте "ватерлинию". 	

3.3. Обезвоживающий барабан – Шнековый барабан:

Принцип действия тот же, что и у обезвоживающего стенда – подготовка ила с применением флокулянта, выделение поровой воды, стекание освобожденной воды через обезвоживающий грохот.

Единственная разница заключается в подаче ила, которая в шнековом барабане осуществляется при помощи **червяка**.

3.3.1. Принцип действия:



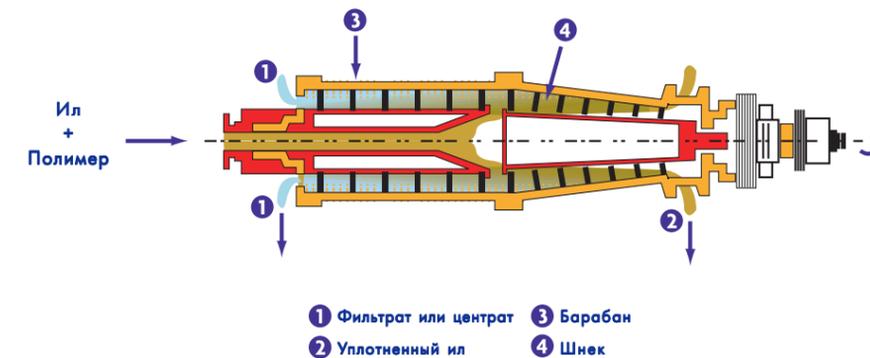
3.3.2. Подготовка ила перед обезвоживающим или шнековым барабаном:

	ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ		ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ	
КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	<ul style="list-style-type: none"> Скорость отделения воды Сопrotивление силе сдвига Качество фильтрата Скорость связывания 		<ul style="list-style-type: none"> Расход ила Расход полимера Момент инъекции Скорость червяка Промывка грохота Концентрация ила на выходе Качество фильтрата 	
МЕТОД / ТАБЛИЦА	Лабораторные испытания для ленточных фильтров + лабораторные испытания для центрифуги	Лабораторные испытания - ленточные фильтры + лабораторные испытания - центрифуги	/	Ведомость контроля показателей – обезвоживающий стол или ленточный фильтр
РЕКОМЕНДАЦИИ	<ul style="list-style-type: none"> Выберите такую плотность заряда, которая лучше всего подходит для ила. Выберите молекулярный вес, обеспечивающий оптимальное отделение воды. 		<ul style="list-style-type: none"> Доза полимера должна находиться в пределах от 3 до 10 кг/ТСВ Проконтролируйте качество ила на выходе 	

3.4. Центробежный декантатор:

Принцип действия этого аппарата совершенно иной, чем у оборудования, описанного выше. При центрифугировании для ускорения разделения жидкой и твердой фаз используется **центробежная сила**. Центробежная сила создается вращением на большой скорости (2500 – 3500 об/мин.) барабана, представляющего собой цилиндр, заканчивающийся конусом. Частицы ила оседают на стенках барабана, а затем удаляются за пределы центрифуги при помощи винта, скорость вращения которого немного отличается от скорости вращения барабана (на несколько оборотов в минуту).

3.4.1. Принцип действия:



3.4.2. Подготовка ила перед центрифугированием:

	ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ		ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ	
КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	<ul style="list-style-type: none"> Прочность по отношению к силе сдвига Качество фильтрата Скорость присоединения 		<ul style="list-style-type: none"> Расход ила Расход полимера Момент инъекции Относительная скорость и/или вращающий момент Концентрация ила на выходе Качество фильтрата 	
МЕТОД / ТАБЛИЦА	Лабораторные испытания для центрифуги	Лабораторные испытания - центрифуга	/	Ведомость контроля показателей – центрифуга
РЕКОМЕНДАЦИИ	<ul style="list-style-type: none"> Выберите такую плотность заряда, которая лучше всего подходит для ила. Выберите молекулярный вес, обеспечивающий оптимальную прочность хлопьев в отношении силы сдвига 		<ul style="list-style-type: none"> Доза полимера должна находиться в пределах от 3 до 8 кг/ТСВ Контролируйте качество центрата 	

4 Обезвоживание на ленточном фильтре

Ленточные фильтры позволяют в непрерывном режиме осуществлять обезвоживание ила между двумя бесконечными фильтровальными тканями (или лентами).

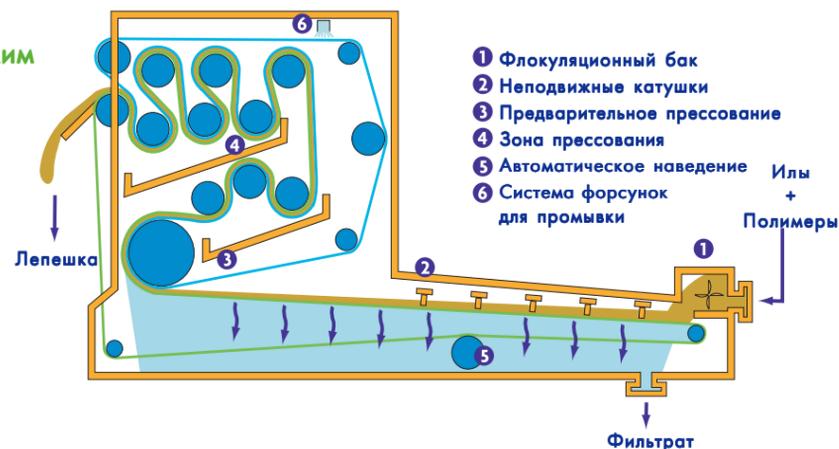
4.1. Описание оборудования и принцип действия:

Существует множество вариантов ленточных фильтров, но все они обладают следующими характеристиками:

- **Флокуляционно-распределительный бак.** Перед попаданием в зону отделения воды ил подвергается подготовке. В этом баке производится смешивание ила и флокулянта, а полученный хлопьевидный ил равномерно распределяется на фильтровальном полотне. На этом этапе ил должен представлять собой хлопья и воду в свободном состоянии между ними.
- **Зона гравитационного отделения воды.** Превратившийся в хлопья ил теряет воду на первом полотне (нижняя лента) в результате свободного стекания воды. Отделение воды усиливается действием неподвижных катушек и сушильных решеток, которые свободно лежат на полотне. В этой зоне образуется "ватерлиния", которая соответствует моменту, когда удаляется большая часть воды, освобожденной в результате флокуляции.
- **Зона постепенного сжатия.** После отделения воды, освобожденной в процессе флокуляции, ил путем наложения верхней ленты зажимается как в сэндвиче между двумя фильтровальными полотнами. После этого начинается постепенное увеличение давления:
 - До 4 бар в случае ленточных фильтров низкого давления.
 - До 5 бар в случае ленточных фильтров среднего давления.
 - До 7 бар в случае ленточных фильтров высокого давления.
- **Зона соскабливания сгустка ила.** После сжатия ил становится более плотным и превращается в так называемый сгусток. Этот сгусток соскабливается с поверхности обеих лент, которые на данном этапе разъединяются.

● Система для промывки фильтровальных полотен под высоким давлением

Каждая ткань постоянно промывается при помощи системы форсунок (давление 7–8 бар).



4.2. Лабораторные испытания:

4.2.1. Взятие проб:

☞ **Обрабатываемый раствор.** Отбираемые пробы ила должны быть **репрезентативными**. Для этой цели пробы следует брать непосредственно перед моментом впрыскивания флокулянта и очень быстро проводить лабораторные анализы (из-за изменения ила с течением времени). Необходимо выполнить анализ ила на содержание **сухих веществ (СВ)**, поскольку доза полимера зависит от процентного содержания СВ.

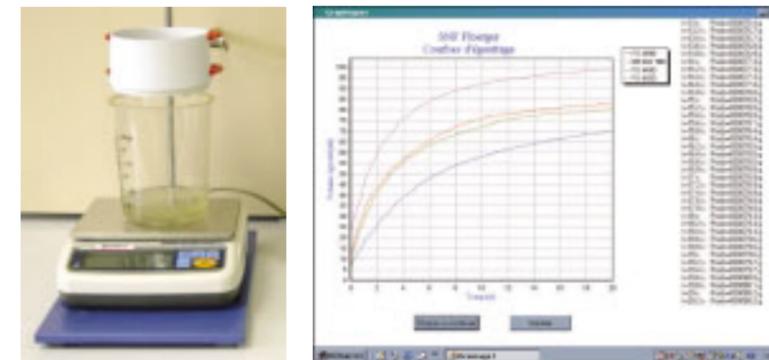
☞ **Полимеры.** Нет необходимости сразу подвергать испытанию все имеющиеся продукты (более 200). Начните с заряда, подвергая проверке продукты одной серии, имеющие одинаковый молекулярный вес. Например, серия FLOPAM FO 4000 SH для порошковых катионных флокулянтов.

4.2.2. Лабораторное оборудование:

Для контроля объема стекающей воды в зависимости от времени необходимо иметь, как минимум, следующее оборудование:

- Лабораторные стаканы на 400 мл.
- Воронку Бюхнера диаметром 90 мм.
- Фильтровальную ткань в виде лент диаметром 90 мм.
- Проградуированную пробирку на 250 мл.
- Хронометр.

Точно так же отделение воды можно проконтролировать по компьютеру при помощи весов, на которых собирается отделяемый фильтрат. Мы рекомендуем такой компьютерный контроль скорости отделения воды, так как первые десять секунд отделения воды являются самыми важными.



Примечание:

Оборудование, необходимое для приготовления растворов полимеров, описано в брошюре "Приготовление органических полимеров".

4.2.3. Методика испытания:

Цель этого пункта состоит не в том, чтобы навязать метод испытания, а в описании основных фаз, общих для разных существующих методов.

Выбор полимера или полимеров, пригодных для обезвоживания на ленточном фильтре, осуществляется в два приема:

- **Выбор процента ионного заряда.** При разных дозах между собой сравниваются полимеры, имеющие **одинаковый молекулярный вес и разные проценты ионного заряда:** минимальный, оптимальный и высокий.

Сначала надо определить **минимальную дозу полимера.** Для этого флокулянт из середины серии смешивается с илом путем переливания из стакана в стакан. Первоначальная доза зависит от концентрации ила (например, 5 мл раствора на 3 г/л в 200 мл ила на 30 г/л). Если при этой начальной дозе будет достигнуто хорошее хлопьеобразование, необходимо повторить операцию с меньшей дозой (например, – 1 мл). И наоборот, при отсутствии хлопьеобразования необходимо увеличить начальную дозу (например, + 1 мл). Минимальная доза – это наименьшая доза, которая позволяет достигнуть хлопьеобразования.

Затем при минимальной дозе и том же самом количестве переливаний из стакана в стакан начинается оценка разных полимеров.

Интерпретация результатов может осуществляться по двум основным критериям:

- Наилучшим флокулянтом является тот флокулянт, который освобождает максимальное количество воды за минимальное время.
- Следует также принимать во внимание оптимальное качество фильтрата – это второй критерий.

- **Выбор молекулярного веса.** Затем необходимо оценить тем же методом флокулянты, имеющие выбранную плотность заряда, но разные молекулярные веса. При этом количество переливаний из стакана в стакан дает представление о способности полимера смешиваться с илом.

4.2.4. Контролируемые параметры и использование результатов:

Во время лабораторных испытаний должны быть проконтролированы основные параметры:

- **Скорость отделения воды в течение первых 10 секунд**
- **Качество фильтрата**
- **Эффективность при низкой, оптимальной и высокой дозе**
- **Присоединение**

Все эти данные собираются в таблице для анализа результатов по основным учтенным параметрам.

4.3. Производственные испытания:

Производственные испытания призваны **подтвердить результаты**, полученные лабораторным путем.

4.3.1. Постановка испытания:

Во время проведения испытаний качество ила должно быть репрезентативным и близким к обычному.

Использование реактивов должно быть оптимальным (См. брошюру **“Приготовление органических полимеров”**).

Концентрация реактивов, моменты их инъекции и т.д. должны выбираться на основе результатов, полученных при лабораторных испытаниях.

4.3.2. Контролируемые параметры и использование результатов:

Основные контролируемые параметры выбираются по желанию эксплуатационника. Тем не менее, мы напомним основные параметры:

- **Массовый расход флокулянта (кг/ч)**
- **Массовый расход ила (кг/ч)**
- **Концентрация ила (г/л)**
- **Момент инъекции**
- **Параметры машины: скорость лент и флокулятора, давление**
- **Размер хлопьев и отделение воды**
- **Сухость (%)**
- **Фильтрат (г/л MES)**

Для интерпретации результатов целесообразно все данные свести в таблицу, чтобы вычислить потребление реактивов на куб. метр обработанного ила или на тонну обработанного сухого вещества (ТСВ). Такая таблица также позволит рассчитать зависимость расходов от полученных показателей.

4.4. Оптимизация ленточных фильтров:

Главную роль в получении хороших результатов играет флокуляция ила: расход ила, качество фильтрата, окончательная сухость лепешки ила. В случае ленточных фильтров ее легко проконтролировать визуально в зоне отделения воды.

Ниже мы рассмотрим три основных недостатка, а именно:

- **Плохое отделение воды.** Ил поступает в зону постепенного сжатия с не полностью отделенной водой.
- **Текучесть ила.** Ил, находящийся в зоне сжатия, стремится избежать давления и стекает по сторонам ленточного фильтра.
- **Недостаточная сухость.** Лепешка ила содержит недостаточное количество сухого вещества с точки зрения качества жидкого ила.

4.4.1. В случае плохого обезвоживания:

Когда происходит недостаточное отделение воды, необходимо проверить следующие моменты:

- ↪ **Условия смешивания.** Смешивание ила с раствором флокулянта должно быть оптимальным для получения хлопьев надлежащего размера. Для этого необходимо:
 - Отрегулировать интенсивность смешивания: скорость перемешивания флокулятора.
 - Определить лучшее место для инъекции: до и после насоса для ила, во флокулятор, в несколько точек и т.д.
 - Проверить распределение ила на фильтровальной ткани.
- ↪ **Промывка полотен.** Если полотна не идеально чистые, невозможно получить хорошее отделение воды (закупорка пор). Поэтому необходимо проверить следующие параметры:
 - Расход промывочной воды,
 - Давление промывочной воды,
 - Чистоту промывочных форсунок.

Давление полотен также может повлиять на закупорку пор. Действительно, чем выше давление, тем больше частиц проходит через ткань.

↪ **Величины расхода.** Если качество хлопьеобразования не является оптимальным, отделение воды будет плохим. Поэтому обязательным остается регулирование расхода ила и флокулянта. Также важно дополнительное разбавление флокулянта. Оно позволяет улучшить дисперсию флокулянта в иле.

4.4.2. При текучести ила:

С текучестью часто сталкиваются при работе с биологическим илом, который плохо обезвоживается и реагирует на увеличение давления. При текучести ила необходимо отрегулировать следующие параметры:

- ↪ **Флокуляция.** Для получения наилучших результатов флокуляция должна быть оптимальной. Для этого нужно вернуться к минимальной дозе и немного ее увеличить. Можно использовать полимер с разветвленной или сетчатой структурой, что повысит отделение воды и улучшит структуру хлопьев.
- ↪ **Отделение воды.** Чем быстрее выслаивается вода, тем суше оказывается ил перед попаданием в зону сжатия и, следовательно, тем он менее текуч. Для решения этой проблемы необходимо проводить проверку отделения воды в начале этого процесса, что должно обеспечить ее максимальное удаление, а также контролировать промывку фильтровальных лент.

↪ **Подача ила.** Большое количество сухого вещества может привести к стеканию ила по сторонам полотна. Для устранения этого недостатка необходимо уменьшить подачу ила, сократить зону отделения воды, увеличить толщину лепешки.

4.4.3. При недостаточной сухости:

Иногда достигнутую сухость можно улучшить, если проверить несколько параметров, а именно:

- Условия смешивания.
- Скорость и натяжение лент.
- Выбор полимера.

↪ **Условия смешивания.** Если смесь ила с полимером не является оптимальной, сухость может оказаться недостаточной. В этом случае следует отрегулировать условия смешивания и моменты инъекции.

↪ **Скорость и натяжение лент.** При высокой скорости лент отделение воды происходит за короткое время. С уменьшением скорости увеличивается время отделения воды и улучшается ее удаление.

Давление лент – это важный параметр с точки зрения улучшения сухости. Увеличивая давление, можно улучшить обезвоживание.

↪ **Выбор полимера.** Для получения высоких показателей следует точно выбрать полимер. Изменение молекулярного веса и молекулярной структуры, регулирование концентрации полимера – все эти параметры, уже выбранные в ходе лабораторных испытаний, могут быть проверены при производственных испытаниях.

↪ **Толщина лепешки.** Она должна быть отрегулирована в соответствии с характеристиками ила.

4.4.4. Сводная таблица основных регулируемых параметров:

ПАРАМЕТРЫ	РАСХОД ИЛА	РАСХОД ПОЛИМЕРА	СКОРОСТЬ ЛЕНТ	НАТЯЖЕНИЕ ПОЛОТЕН
СУХОСТЬ ↑	↘	↗	↘	↗
MES В ФИЛЬТРАТЕ ↑	↗	↘	↘	↗

Примечание:

→ Означает увеличение параметра ↘ и относится к сухости или к проценту MES. Например, при увеличении расхода ила сухость имеет тенденцию к снижению ↘, а количество MES в фильтрате – ↗ к увеличению.

5 Обезвоживание в центрифуге

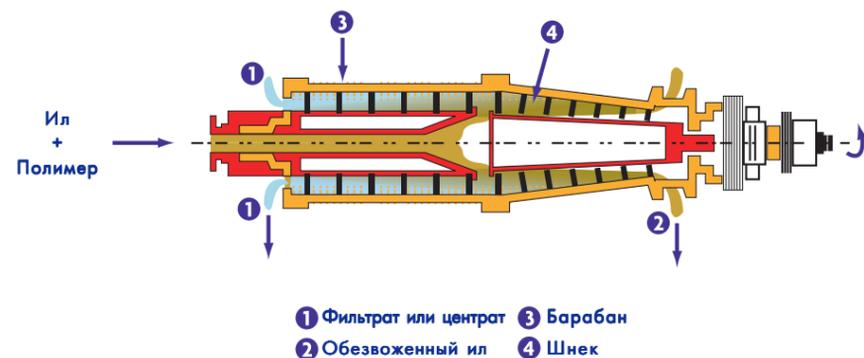
Центрифуги позволяют производить обезвоживание илов в непрерывном режиме под действием **центробежного ускорения** в несколько тысяч g .

5.1. Описание оборудования и принцип действия:

Принцип действия центрифуги, называемой также центробежным декантатором, заключается в использовании центробежной силы для ускорения разделения твердой и жидкой фаз.

Для упрощения мы можем уподобить центрифугу декантатору, имеющему форму цилиндра с конусом на конце, вращающегося вокруг горизонтальной оси, с переливом для осветленной воды, из которого выпавший в осадок ил извлекается при помощи червячного винта. Во время вращения к твердым частицам прикладывается центробежная сила, в результате чего они начинают двигаться значительно быстрее.

На практике ил, превратившись в хлопья, впрыскивается в барабан центрифуги посредством форсунки. Так как барабан центрифуги вращается с большой скоростью (около 3500 об/мин), частицы подвергаются воздействию центробежной силы и прибиваются к стенке барабана в **зоне осветления**. Затем эти частицы переносятся червяком к коническому концу барабана – в **зону отжимания ила**. Осветленная жидкость, называемая “центратом”, удаляется переливом с другого конца.



Необходимо уточнить некоторые параметры, присущие обезвоживанию на центрифуге, так как они фигурируют в лабораторных и производственных испытаниях по выбору полимера.

- **Диаметр диафрагмы** соответствует диаметру переливного отверстия для центрата. Он устанавливается при помощи набора шайб, регулируемых по высоте. В зависимости от этого диаметра внутри барабана образуется соответствующее жидкое кольцо, толщина которого равняется расстоянию между стенкой и упором шайб.

Чем меньше диаметр диафрагмы, тем больше толщина жидкого кольца.

Диаметр диафрагмы выбирается таким образом, чтобы достичь компромисса между осветлением центрата и сухостью обезвоженного ила.

- **Относительная скорость (O_c)** – это разность между скоростью барабана и скоростью червяка. Чем больше O_c , тем быстрее извлекается ил.

- **Вращающий момент** отражает давление, которое ил оказывает на червяк. Оно преобразуется в закручивание оси червяка. Измерение закручивания дает величину вращающего момента.

Чем больше давление ила на червяк, тем больше вращающий момент.

Примечание:

Это только один пример измерения вращающего момента.

Вращающий момент и относительная скорость прямо связаны между собой (регулирование момента вращения путем воздействия на O_c и наоборот). Увеличение O_c приводит к уменьшению момента вращения (ил извлекается быстрее), ...

Существуют **центрифуги с высокопродуктивными рабочими характеристиками**, позволяющие повысить сухость ила на выходе из центрифуги благодаря применению другой конструкции перемещающего ил червяка, который позволяет удерживать ил внутри центрифуги в течение более продолжительного времени.

5.2. Лабораторные испытания:

5.2.1. Взятие проб:

- ↪ **Обрабатываемый раствор.** **Отбираемые пробы** ила должны быть **репрезентативными**. Для этой цели пробы следует брать непосредственно перед моментом впрыскивания флокулянта и очень быстро проводить лабораторные анализы (из-за изменения ила с течением времени). Необходимо провести анализ ила на содержание **сухого вещества (СВ)**. Доза полимера зависит от процентного содержания СВ.

- ↪ **Полимеры.** Нет необходимости сразу подвергать испытанию все имеющиеся продукты: начните с выбора заряда, подвергая проверке продукты одной серии, имеющие одинаковый молекулярный вес. Например, серия FLOPAM FO 4000 SH для катионных порошковых флокулянтов.

5.2.2. Лабораторное оборудование:

Для контроля прочности хлопьев при сдвиге, необходимо иметь, как минимум, следующее оборудование:

- Лабораторные стаканы на 400 мл.
- Механическую мешалку и лопатку.
- Хронометр.

Примечание:

Оборудование, необходимое для приготовления растворов полимеров, описано в брошюре **“Приготовление органических полимеров”**.

5.2.3. Методика испытания:

Цель этого пункта состоит не в том, чтобы навязать метод испытания, а в описании основных фаз, общих для разных существующих методов.

Выбор полимера или полимеров, пригодных для обезвоживания на центрифуге, осуществляется в два приема:

- **Выбор процента ионного заряда.** При разных дозах между собой сравниваются полимеры, **имеющие одинаковый молекулярный вес и разные проценты ионного заряда:** минимальный, оптимальный и высокий.

Сначала надо определить **минимальную дозу полимера**. Для этого флокулянт из середины серии смешивается с илом при помощи механической мешалки. Первоначальная доза зависит от концентрации ила (напр.: 5 мл одного раствора на 3 г/л в 200 мл или на 30 г/л). Если при этой первоначальной дозе будет достигнута хорошая флотация, необходимо повторить операцию с меньшей дозой (например, – 1 мл). И наоборот, при отсутствии хлопьеобразования, необходимо увеличить начальную дозу (например, + 1 мл). Минимальная доза – это наименьшая доза, которая позволяет достигнуть хлопьеобразования.

Затем начинается оценка разных полимеров при определенной минимальной дозе + 15 %. Интерпретация результатов может осуществляться по двум основным критериям:

- Наилучшим флокулянтом является тот флокулянт, который дает самые крупные хлопья при большем времени перемешивания.
- Наилучший флокулянт должен обеспечивать превосходное повторное хлопьеобразование (при добавлении 20 % от начальной дозы после полного разрушения хлопьев).

- **Выбор молекулярного веса.** Затем необходимо оценить тем же методом флокулянты, имеющие выбранную плотность заряда, но разные молекулярные веса.

5.2.4. Контролируемые параметры и использование результатов:

Во время лабораторных испытаний должны быть проконтролированы основные параметры:

- Прочность хлопьев
- Повторное хлопьеобразование
- Качество центрата
- Присоединение

Все эти данные собираются в таблице для анализа результатов по основным учетным параметрам.

5.3. Производственные испытания:

Производственные испытания призваны подтвердить результаты, полученные лабораторным путем.

5.3.1. Постановка испытания:

Во время проведения испытаний качество ила должно быть показательным и близким к обычному.

Применение реактивов должно быть оптимальным.

Концентрация реактивов, моменты их инъекции и т. д. должны выбираться на основе результатов лабораторных испытаний.

5.3.2. Контролируемые параметры и использование результатов:

Основные контролируемые параметры выбираются по желанию эксплуатационника. Тем не менее, мы напомним основные параметры:

- Массовый расход флокулянта (кг/ч)
- Массовый расход ила (кг/ч)
- Концентрация ила (г/л)
- Точка инъекции
- Параметры машины: момент вращения и относительная скорость
- Сухость (%)
- Центрат (г/л MES)

Для интерпретации результатов целесообразно все данные свести в таблицу для того, чтобы вычислить потребление реактивов на куб. метр обработанного ила или на тонну обработанного сухого вещества (ТСВ). Такая таблица позволит также рассчитать зависимость расходов от полученных показателей.

5.4. Оптимизация центрифуг:

По сравнению с ленточными фильтрами при использовании центрифуг намного легче контролировать качество хлопьеобразования, так как все происходит внутри трубопровода или в центрифуге. Внутри центрифуги на хлопья действует значительная сила от (2000 до 4000 g) и, если полимер выбран неправильно и надлежащим образом не отрегулирована его доза, разрушение хлопьев происходит очень быстро. Ниже мы рассмотрим три основных недостатка, а именно:

- **Слишком перегруженный центрат.** Центрат имеет необычный черный цвет. Этот цвет обусловлен присутствием большого количества частиц, которые поступают через верх диафрагмы и возвращаются в начало установки.
- **Центрат серого цвета и пенистый.** Признаком неправильного функционирования является только избыток пены. Действительно, с точки зрения перемешивания, которое происходит внутри центрифуги, присутствие пены в центрате – это нормальное явление, которое устраняется при помощи дегазатора.
- **Недостаточная сухость.** Лепешка ила содержит недостаточное количество сухого вещества с точки зрения качества жидкого ила.

5.4.1. В случае перегруженности центрата:

Когда центрат слишком перегружен, необходимо проверить следующие моменты:

↗ **Массовый расход.** Каждая центрифуга рассчитана на определенный массовый расход. При превышении этого заданного массового расхода центрифуга никогда не будет хорошо работать.

↗ **Относительная скорость.** Чем меньше относительная скорость, тем дольше ил остается внутри центрифуги. При этом давление, оказываемое на хлопья, разделяет их на мелкие частицы, которые проходят вместе с верхним продуктом – центратом. Регулирование относительной скорости (увеличение) позволяет получить светлый центрат.

↗ **Расход полимера.** Хлопья должны быть достаточно прочными для того, чтобы выдерживать силы сдвига, образуемые давлением и действием червячного винта. Для этого доза должна быть такой, чтобы в случае разрушения хлопьев частицы могли снова собираться в хлопья раньше, чем последние перейдут в верхний продукт. Доза полимера должна быть намного большей, чем при применении ленточных фильтров.

5.4.2. В случае серого цвета и пенистости центрата:

Если центрат серый и пенистый, необходимо отрегулировать:

↗ **Массовый расход.** При недостаточном количестве сухого вещества, центрифуга снизит относительную скорость для того, чтобы удержать вращающий момент на приемлемом уровне. При этом обязательно надо отрегулировать дозу полимера в соответствии с количеством обрабатываемого ила.

↗ **Вращающий момент.** Если вращающий момент не стабилен, центрифуга не может правильно функционировать, а при колебаниях относительной скорости (регулирование вращающего момента) частицы быстро появляются.

↗ **Расход полимера.** Пена может быть признаком избытка полимера, кроме того, слишком большая доза полимера приведет к повторному измельчению частиц. Попробуйте уменьшить количество полимера.

Примечание:

Серый цвет может также указывать на то, что полимер не подходит илу (неправильный выбор полимера и/или плохое присоединение).

5.4.3. При недостаточной сухости:

Иногда можно улучшить достигнутую сухость, если проверить несколько параметров, а именно:

↗ **Регулирование вращающего момента.** Необходимо отрегулировать вращающий момент и/или относительную скорость в зависимости от концентрации ила.

↗ **Регулировка жидкого кольца.** При уменьшении диаметра жидкого кольца отжимание ила происходит лучше (уменьшение высоты воды в конической части центрифуги).

↗ **Стабильность хлопьев.** Стабильность хлопьев является первоочередным параметром для обезвоживания на центрифуге, где значительны силы сдвига. Кроме того, для повышения стабильности хлопьев и восстановления оптимальной флокуляции были разработаны катионные флокулянты в форме эмульсии.

5.4.4. Сводная таблица основных регулируемых параметров:

ПАРАМЕТРЫ	РАСХОД ИЛА	РАСХОД ПОЛИМЕРА	ВРАЩАЮЩИЙ МОМЕНТ	V_r (Ос)
СУХОСТЬ ↑	↘	↗	↗	↘
MES В ФИЛЬРАТЕ ↑	↗	↘	↘	↗

Примечание:

↗ Означает увеличение параметра ↘ и относится к сухости или к содержанию MES. Например, когда увеличивается расход ила, сухость имеет тенденцию к снижению ↘, а количество MES в фильтрате - к увеличению ↗.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ИЛА

6

Обезвоживание на тарельчатом фильтре

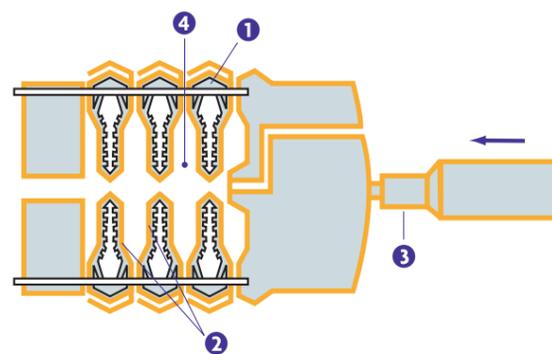
Тарельчатые фильтры позволяют обезвоживать илы с более высокими уровнями сухости, чем проанализированные выше методы. С другой стороны, этот метод не обеспечивает непрерывный режим, а осуществляется циклами.

6.1. Описание оборудования и принцип действия:

В случае с тарельчатыми фильтрами, которые также называются фильтр-прессами, мы снова возвращаемся к **фильтрации**. Тарельчатый фильтр состоит из серии вертикальных дисков с вырезами, снабженных фильтрующими полотнами с обеих сторон. Эти диски устанавливаются на место и при помощи гидравлических домкратов зажимаются в положении один напротив другого. Таким образом, между цилиндрами образуются **фильтровальные камеры**.

Каждый цикл может быть разделен на три фазы:

↪ **Фаза заполнения.** В начале цикла прошедший подготовку ил впрыскивается в фильтровальные камеры посредством насоса высокого давления. Начинается накопление ила внутри каждой камеры, а также отделение (отслоение) фильтрата.

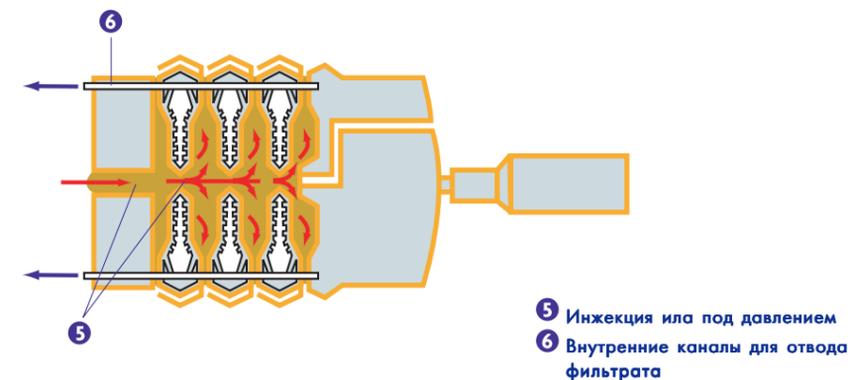


Разрез фильтр-пресса (вид сбоку)

- 1 Вертикальные диски с прорезями
- 2 Фильтровальное полотно
- 3 Домкрат
- 4 Фильтровальная камера

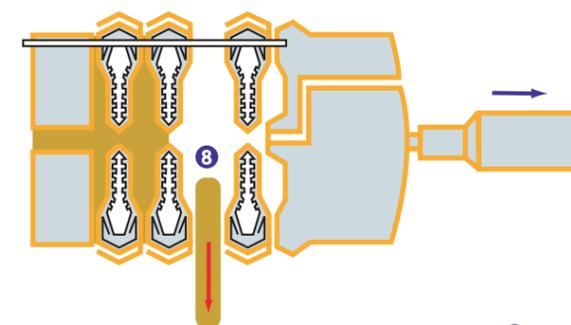
↪ **Фаза фильтрации.** Как только камера заполнится, непрерывное введение ила приведет к постепенному увеличению давления, которое может достигнуть 15 бар. Фильтрат вытекает в каналы, проделанные в каждой тарелке, а затем собирается в отводящем желобе.

Расход ила, инжектируемого в фильтр, уменьшается с увеличением давления. Часто используются два насоса со смещенным от центра винтом: в начале цикла работает насос с высокой производительностью и низким давлением, а в конце цикла его сменяет насос с низкой производительностью и высоким давлением.



- 5 Инжекция ила под давлением
- 6 Внутренние каналы для отвода фильтрата

↪ **Фаза разборки.** Для запуска конца цикла (остановка шламового насоса) может быть использовано несколько параметров, как то: максимальное давление, продолжительность фильтрации или объем фильтрата, который продолжает вытекать. После завершения отжима осуществляется удаление центрального ядра, которое состоит из мягкого ила (слабая сухость). Извлекается домкрат, прикладывающий давление к комплексу тарелок и удерживающий фильтр в закрытом состоянии. Первая фильтровальная камера открывается, и сформированная лепешка падает в ковш для извлечения.



- 8 Снятие лепешки

Недавно были разработаны **мембранно-тарельчатые фильтры**, предназначенные для повышения сухости, достигаемой на обычных тарельчатых фильтрах. Одна из двух тарелок образована мембраной, деформирующейся под действием воды или воздуха под давлением (7 – 10 бар). После того, как сформируются лепешки, прикладывается **давление, равномерное по всей поверхности**.

6.2. Лабораторные испытания:

6.2.1. Взятие проб:

↪ **Обрабатываемый раствор.** Отбираемые пробы ила должны быть **репрезентативными**.

Для этой цели пробы следует брать непосредственно перед моментом впрыскивания флокулянта и очень быстро проводить лабораторные анализы (из-за изменения ила с течением времени).

Необходимо провести анализ ила на содержание **сухих веществ (СВ)**; доза полимера зависит от процентного содержания СВ.

↪ Полимеры

В случае использования тарельчатых фильтров возможны разные сочетания:

- Сочетание FeCl_3 + известь - самое типичное, но оно приводит к значительному увеличению объемов обрабатываемого ила (дополнительно вносится от 30 до 50 % минерального вещества).
- Сочетание FeCl_3 + катионный флокулянт.
- Только органический коагулянт.
- Только органический флокулянт.

6.2.2. Лабораторное оборудование:

Для контроля прочности хлопьев под давлением необходимо иметь, как минимум, следующее оборудование:

- Лабораторные стаканы на 400 мл.
- Механическую мешалку и лопатку.
- Хронометр.
- Аппарат для измерения времени капиллярного отсасывания (C.S.T. или Capillary Suction Time).

Примечание:

Оборудование, необходимое для приготовления растворов полимеров, описано в брошюре **“Приготовление органических полимеров”**.

6.2.3. Методика испытания:

Цель этого пункта состоит не в том, чтобы навязать метод испытания, а в описании основных фаз, общих для разных существующих методов.

Выбор полимера или полимеров, пригодных для обезвоживания на тарельчатом фильтре, осуществляется в зависимости от проведенной подготовки.

↪ При использовании для **подготовки только органического флокулянта** проблемы остаются теми же, что и в случае с ленточными фильтрами и центрифугами, а именно:

● **Выбор процента ионного заряда.** При разных дозах между собой сравниваются полимеры, **имеющие одинаковый молекулярный вес и разные проценты ионного заряда:** минимальный, оптимальный и высокий.

Сначала надо определить **минимальную дозу полимера**. Для этого флокулянт из середины серии смешивается с илом при помощи механической мешалки. Первоначальная доза зависит от концентрации ила (например, 5 мл одного раствора на 3 г/л в 200 мл или на 30 г/л). Если при этой первоначальной дозе будет достигнута хорошая флокуляция, необходимо повторить операцию с меньшей дозой (например, – 1 мл). И наоборот, при отсутствии хлопьеобразования, необходимо увеличить начальную дозу (например, + 1 мл). Минимальная доза – это наименьшая доза, которая позволяет достигнуть хлопьеобразования.

Измерение времени капиллярного отсасывания (**ВКО**) позволяет оценить размер хлопьев в зависимости от времени перемешивания.

Самые лучшие результаты соответствуют самым малым значениям ВКО после самого продолжительного времени перемешивания.

Примечание:

Никогда не следует использовать ВКО на слишком крупных хлопьях и на неоднородных суспензиях (разделение твердой и жидкой фаз в химическом стакане).

● **Выбор молекулярного веса**

Затем тем же методом оцениваются флокулянты, имеющие выбранную плотность заряда, но разные молекулярные веса.

↪ При **подготовке с применением минерального и/или органического коагулянта в сочетании с органическим флокулянт**

Сначала необходимо определить оптимальную дозу коагулянта с измерением ВКО, затем выбрать оптимальный флокулянт, применив предыдущий метод.

6.2.4. Контролируемые параметры и использование результатов:

Во время лабораторных испытаний должны быть проконтролированы основные параметры:

- **Оценка размера и прочности хлопьев с применением измерения ВКО.**
- **Качество фильтрата.**
- **Присоединение.**

Все эти данные собираются в таблице для анализа результатов по основным учетным параметрам.

6.3. Производственные испытания:

Производственные испытания призваны **подтвердить результаты**, полученные лабораторным путем.

6.3.1. Постановка испытания:

Во время проведения испытаний качество ила должно быть показательным и близким к обычному.

Применение реактивов должно быть оптимальным.

Концентрация реактивов, моменты их инъекции и т.д. должны выбираться на основе результатов, полученных лабораторным путем.

6.3.2. Контролируемые параметры и использование результатов:

Основные контролируемые параметры выбираются по желанию эксплуатационника. Тем не менее, мы напомним основные параметры:

- Массовый расход флокулянта (кг/ч)
- Массовый расход ила (кг/ч)
- Концентрация ила (г/л)
- Повышение давления
- Продолжительность цикла фильтрации
- Внешний вид лепешки
- Сухость (%)

Для интерпретации результатов целесообразно все данные свести в таблицу для того, чтобы вычислить потребление реактивов на куб. метр обработанного ила или на тонну обработанного сухого вещества (ТСВ). Такая таблица также позволит рассчитать зависимость расходов от полученных показателей.

6.4. Оптимизация тарельчатых фильтров:

В случае применения тарельчатых фильтров при подготовке ила чаще всего и издавна применяется сочетание FeCl_3 + известь. В настоящее время объемы удаляемого ила таковы, что добавление слишком большого количества минерального вещества неизбежно приводит к чрезмерному возрастанию эксплуатационных расходов (увеличение количества отжимов, увеличение объема ила). Именно поэтому **новые решения связаны с подготовкой илов с применением органических полимеров**.

В дальнейшем мы рассмотрим три основных недостатка, возникающих при применении органических полимеров, а именно:

- **Прилипание сгустков**. Это основная проблема, встречающаяся при использовании органического полимера. Сгустки, вместо того, чтобы отделяться от фильтровальной ткани и падать под действием силы тяжести, остаются прилипшими к ней. В этом случае для демонтажа тарельчатого фильтра требуется вмешательство оператора.
- **Закупорка полотен**. Происходит закупоривание пор ткани, препятствующее пропусканию фильтрата.
- **Потеря полимером эффективности**. Часто наблюдается при обработке известью жидких илов. Выражается в разрушении хлопьев с течением времени.

6.4.1. При налипании сгустков:

При налипании сгустков необходимо проверять следующие моменты:

- ↗ **Проверяйте дозировку используемых реактивов**. При использовании катионного флокулянта прилипание может объясняться избыточной или недостаточной дозой. Для ограничения налипания в случае повышенного содержания ВЛВ в иле рекомендуется использовать сочетание FeCl_3 + флокулянт. Добавление FeCl_3 также позволяет уменьшить дозу флокулянта.
- ↗ **Проверяйте чистоту полотен**. Если полотна грязные, невозможно достигнуть надлежащего обезвоживания. Необходимо регулярно чистить полотна (через каждые 15–30 отжимов).
- ↗ **Выбор полимера**. Если флокулянт для ила выбран неправильно (катионность, молекулярный вес и т.д.), сгусток может оказаться липкой. В этом случае необходимо провести лабораторную проверку дозировки, **молекулярного веса**.

6.4.2. При засорении сеток:

Этот недостаток характеризуется **слишком быстрым подъемом давления**. Во время цикла подъем давления должен быть медленным и равномерным. Кроме того, во время отжима этот параметр позволяет оценить ход цикла.

Регулярное взятие проб между грязевым насосом и тарельчатым фильтром позволит проверить прочность хлопьев по отношению к прикладываемому давлению путем измерения времени капиллярного отсасывания.

Необходимо принимать во внимание и другие параметры:

- ↗ **Чистота полотен**. Чем больше загрязнены полотна, тем быстрее происходит забивание пор. Поэтому необходимо проводить чистку полотен, обрабатывая их водой под высоким давлением.
- ↗ **Размер хлопьев**. Фильтрация оптимальна, если хлопья небольшие и устойчивы по отношению к давлению. Для этого необходимо выбирать флокулянты с соответствующими молекулярным весом (часто средним или низким) и молекулярной структурой (разветвленной, сетчатой).

