

Проблемы обращения со шламами процессов анаэробной очистки СТОЧНЫХ ВОД

Иван Борисов
ERASMUS+ студент

Руководители:

Dr Zakhar Maletskyi, NMBU

Oda Kjølraug, CAMBI

Prof Harsha Ratnaweera, NMBU

Июнь 2017

Шламы сточных вод

Причины обострения проблем:

- Рост численности населения
- Ужесточение стандартов очистки сточных вод

Европейский союз:

- 2010 – 11.5 млн тонн сух в-ва/год
- 2020 – 13 млн тонн сух в-ва/год¹

На обработку и утилизацию шлама приходится около 50% эксплуатационных расходов стадии анаэробной очистки²

Проблемы обработки шламов:

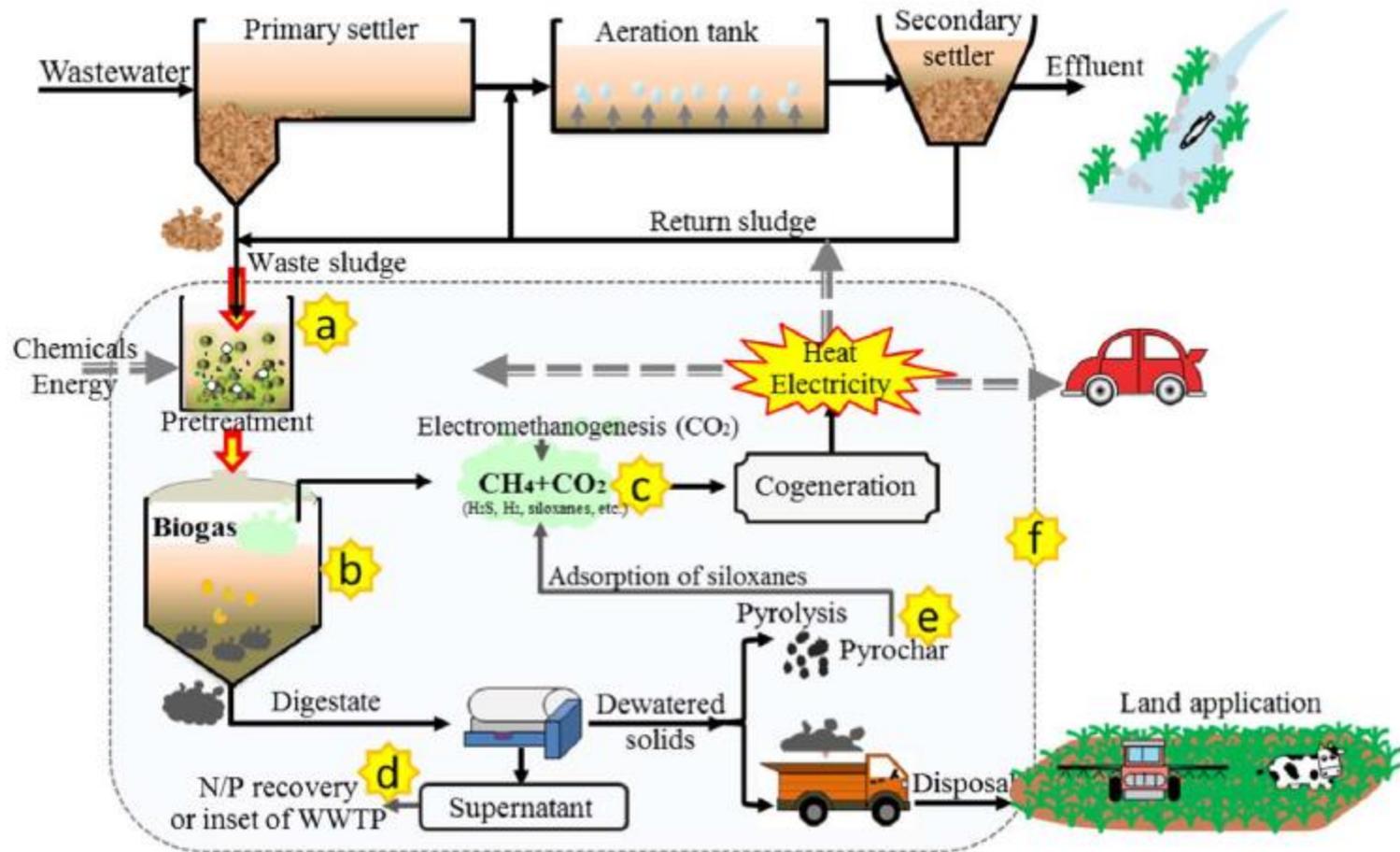
- Стабилизация
- **Обезвоживание**
- Энергоёмкость
- Извлечение полезных ресурсов

¹ RPA, Milieu Ltd and WRc for the European Commission (2008)

² Sørensen (1996)

³ Project on Urban Reduction of Eutrophication (PURE) (2012)

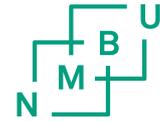
Современная схема обработки шлама



Стадии обработки шлама

Стадия	Оборудование/ методы	Назначение/особенности
Уплотнение	Механическое оборудование. Возможно без использования флокулянта	Достижение необходимой концентрации сухого вещества для сбраживания
Предочистка	Ультразвук Термический гидролиз	Увеличить биодоступность шлама для лучшего разложения при брожении
Стабилизация	Анаэробное сбраживание Известь	Удаление микроорганизмов, запаха. Получение биогаза и энергии с анаэробного сбраживания
Обезвоживание	Механическое оборудование с использованием флокулянта	Максимально удаление воды Экономия в транспортировке
Очистка фильтрата	Отгонка аммиака, нитрификация-денитрификация	Извлечение азота, деструкция органики
Утилизация сухого остатка	Сжигание либо транспортировка Извлечение фосфора	Получение энергии и использование как удобрения

Преимущества анаэробного сбраживания



Модернизированная станция:

- Уменьшение территории
- Исключение парникового эффекта
- Производство и продажа биогаза
- Энергетическая независимость

Обычная станция сточных вод:

- Большая территория иловых карт
- Загрязнение окружающей среды
- Неиспользование ценного ресурса
- Потребность в электроэнергии



Режимы сбраживания: Мезофильный (30-40°C) vs термофильный (55-70°C)

Тип ила	Выход метана, м ³ /т сух орг. в-ва	
	Мезофильный	Термофильный
Первичный	315-400	425-540
Вторичный	190-240	250-320
Смешанный	240-330	340-330

Параметр	Мезофильный	Термофильный
Биоразлагаемость	низкая	высокая
Стабильность процесса	высокая	низкая
Скорость реакции	низкая	высокая
Выход метана	низкий	высокий
Затраты энергии	низкие	высокие
Удаление патогенов	высокое	низкое
Время обработки	высокое	низкое

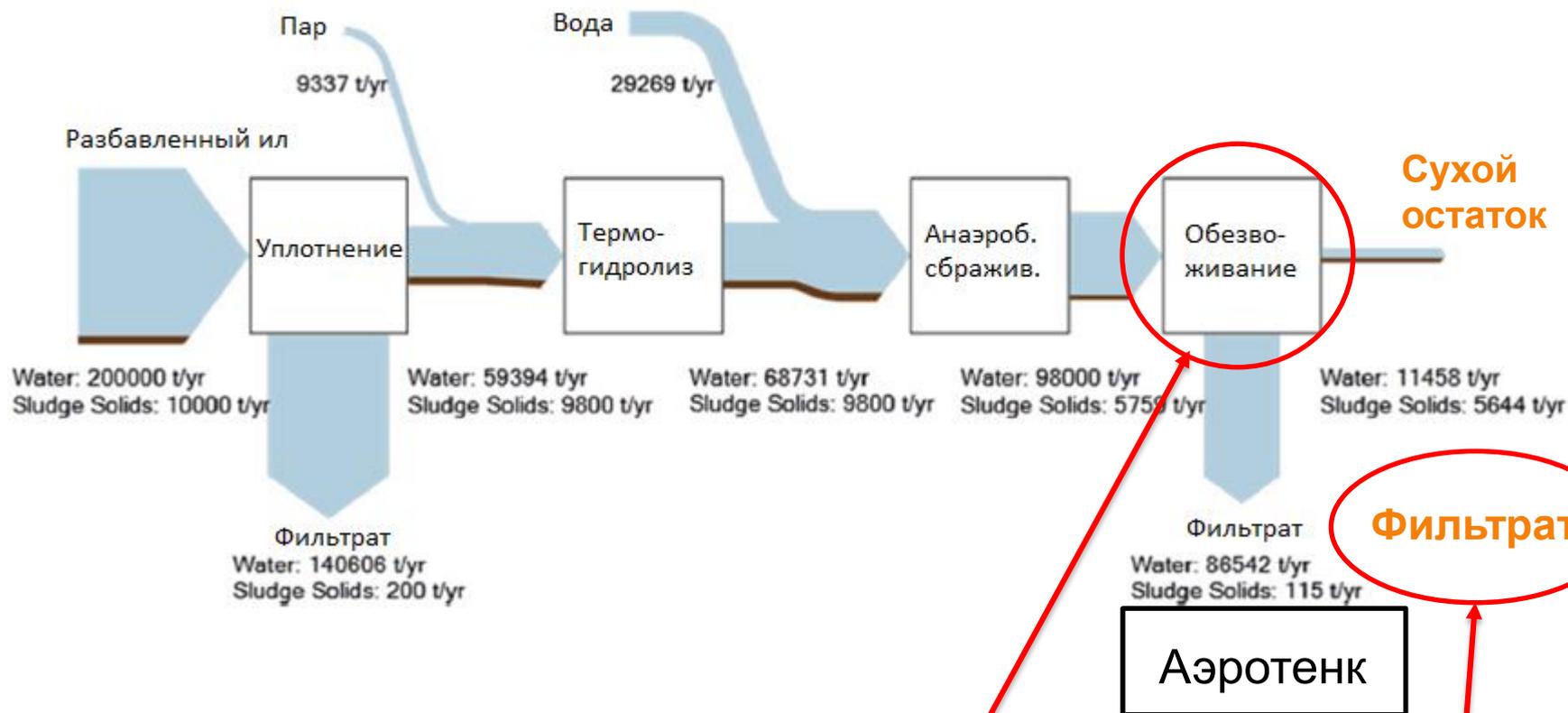
Пример модернизации: Станция очистки стоков VEAS, Осло



- 1 – уплотнение ила
- 2 – мезо и термо сбраживание
- 3 – получение электроэнергии
- 4 – обезвоживание
- 5 – очистка фильтрата и получение NH_4NO_3
- 6 – сухой остаток - удобрение на поля



Проблемы обработки шлама



1. Эффективность обезвоживания

2. Обращение с фильтратами



Waterh.net

Обращение с фильтратами

Направлена на:

– Извлечение и использование азота

- Отгонку аммиака для производства селитры
- Ионный обмен
- Осаждение ортофосфатом аммония-магния
- Дополнительная нитрификация-денитрификация

– Деструкцию трудноразлагаемой органики

- Биоаугментация
- Обработка перуксусной кислотой
- Ультразвуковая очистка
- **Озонирование**
 - высокая окислительная сила,
 - широкий pH,
 - удаление микроорганизмов

Жан-Веллен тест



Биологическая очистка, 28 дней

ХПК измеряется как значение биодegradации для 3 образцов:

- пустой (активный ил и минеральная среда)
- стандарт (пустой + диэтилен гликоль)
- суспензия (пустой + фильтрат)

Оптимальные условия

- 20-25°C,
- $dO_2 = 4-5$ мг/л,
- pH = 6.5 - 8



Интерпретация результатов



Биодеградация рассчитывается как:

$$D_t = \left[1 - \frac{C_t - C_B}{C_A - C_{BA}} \right] \times 100$$

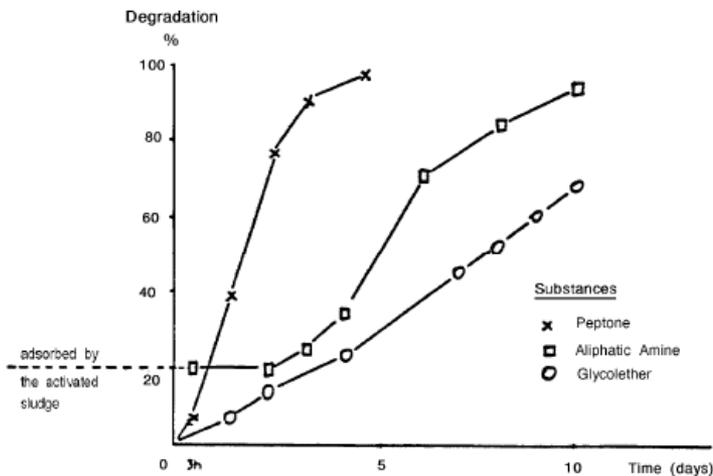
D_t = % деградация при времени t

C_A = ХПК суспензии (мг/л) после инкубационного периода (3 часа)

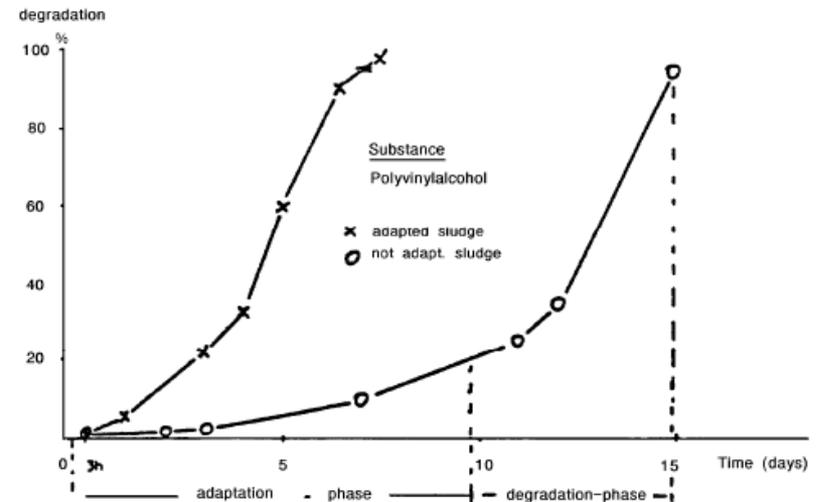
C_t = ХПК суспензии (мг/л) при времени t

C_{BA} = ХПК пустого образца (мг/л) после инкубационного периода (3 часа)

C_B = ХПК пустого образца (мг/л) при времени t

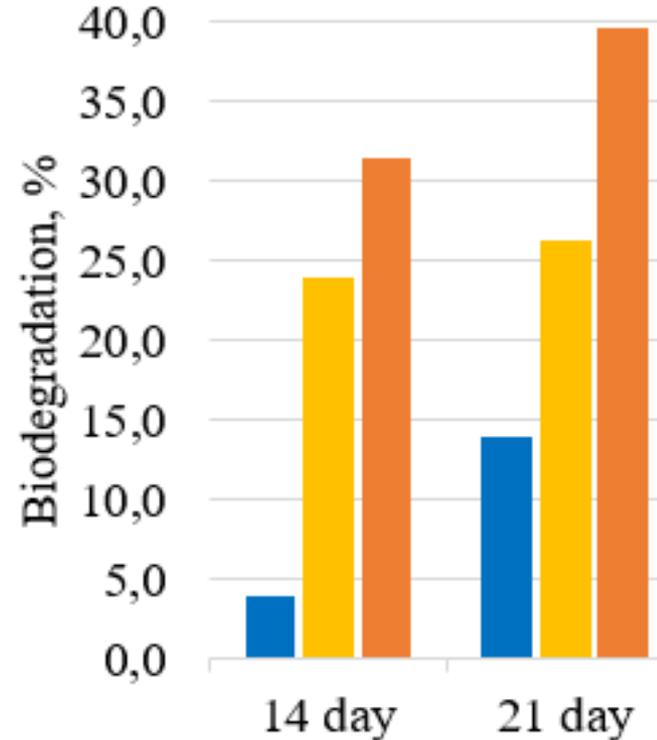
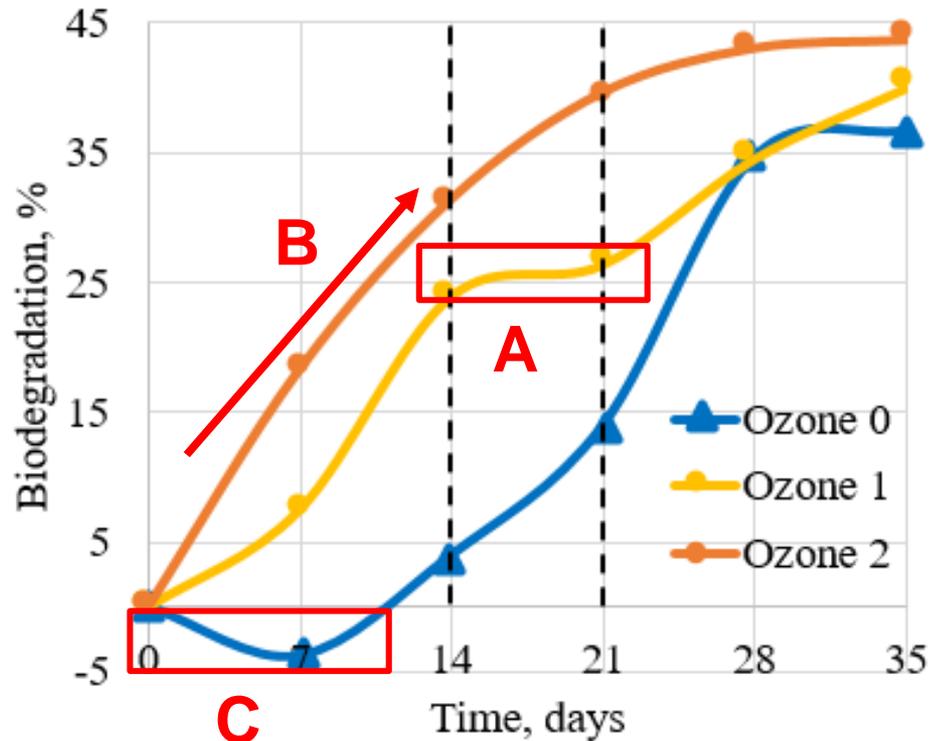
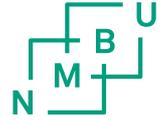


Фаза биодеградация



Фаза адаптации активного ила

Влияние озона



Исследования показали 3 стадии биодegradации: А – адаптация, В – стабильное разложение, С – клеточный лизис и ферментация бактерий.

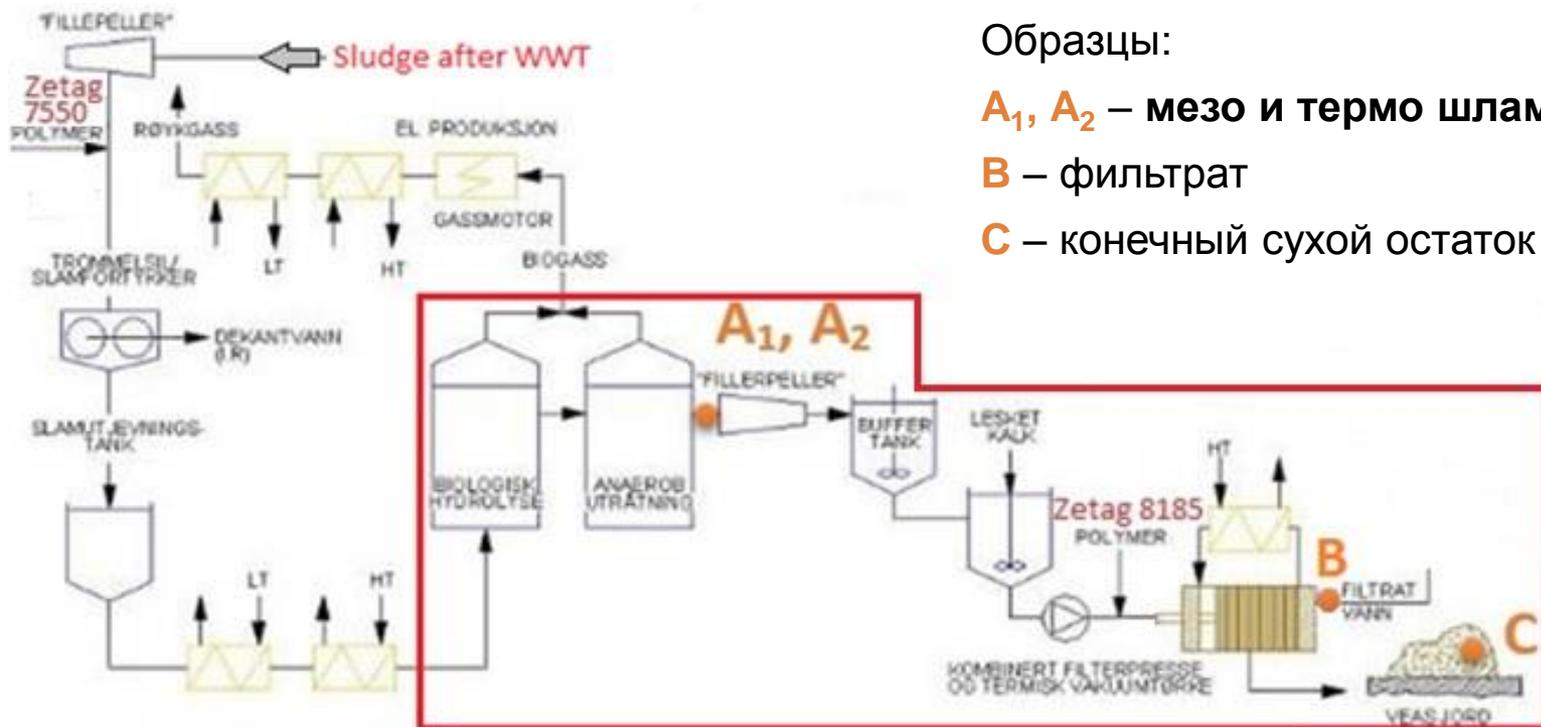
14-21 день – время удержания ила в аэротенке.

Оптимизация обезвоживания шлама



Проблема:

Выбор типа и дозы полимера при переводе анаэробной стадии с мезофильного режима на **термофильный**



Образцы:

A₁, A₂ – мезо и термо шлам,

B – фильтрат

C – конечный сухой остаток

При термо режиме образовалась проблема **высокого ХПК** в фильтрате

Методы и оборудование

1. Характеристика шлама

- Содержание СВ и ЛОВ*
- Плотность, рН
- Температура

(хранение 4°C, эксперимент 15°C)



2. Характеристика полимеров

- Раствор хранения - 0.3%
- Рабочий раствор - 0.1%
- Плотность заряда (детектор протекающего тока)

3. Исследования обезвоживания

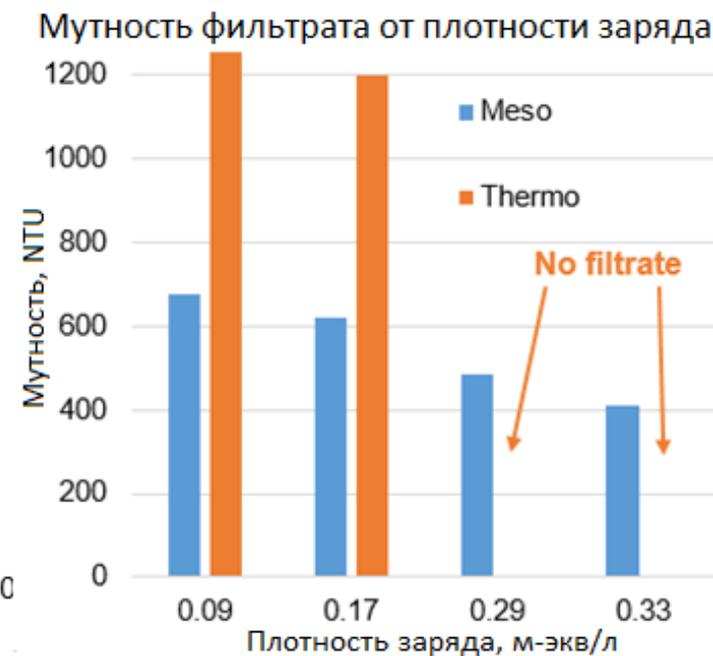
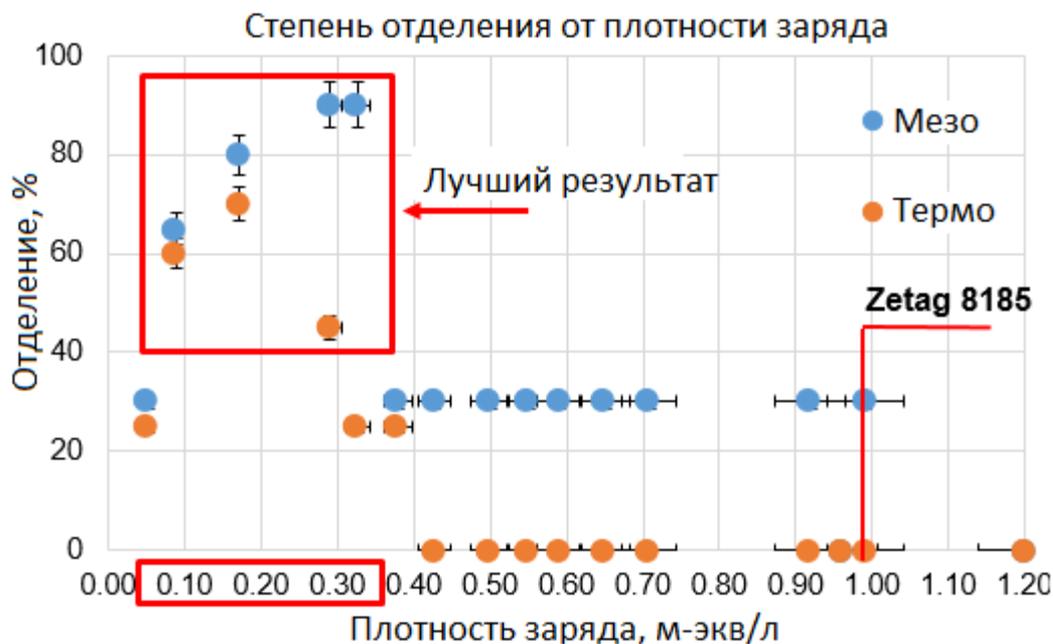
- Время капиллярного всасывания (ВКВ)
- Центрифугирование
- Время фильтрации
- Микроскопия



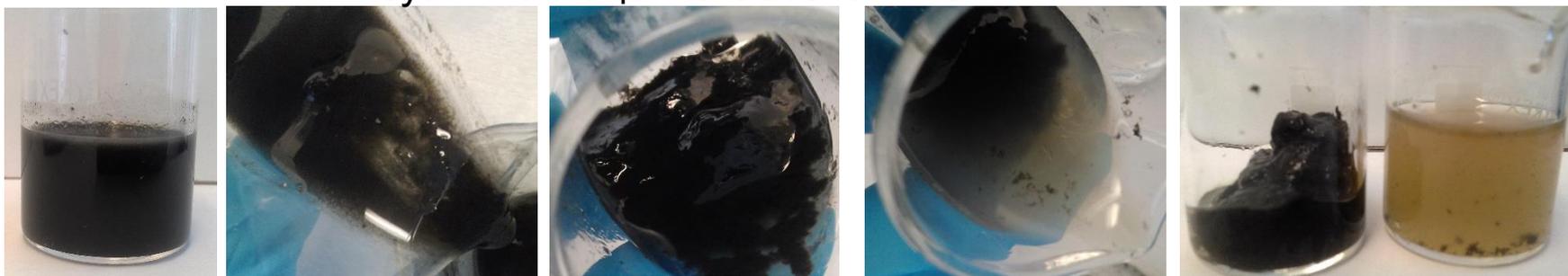
*сухого вещества и летучих органических веществ

Определение пороговой дозы полимера

Начальная доза полимера: 1мл 0.1% / 15мл 30г СВ/л шлама



Визуальная оценка обезвоживания



Начальный шлам

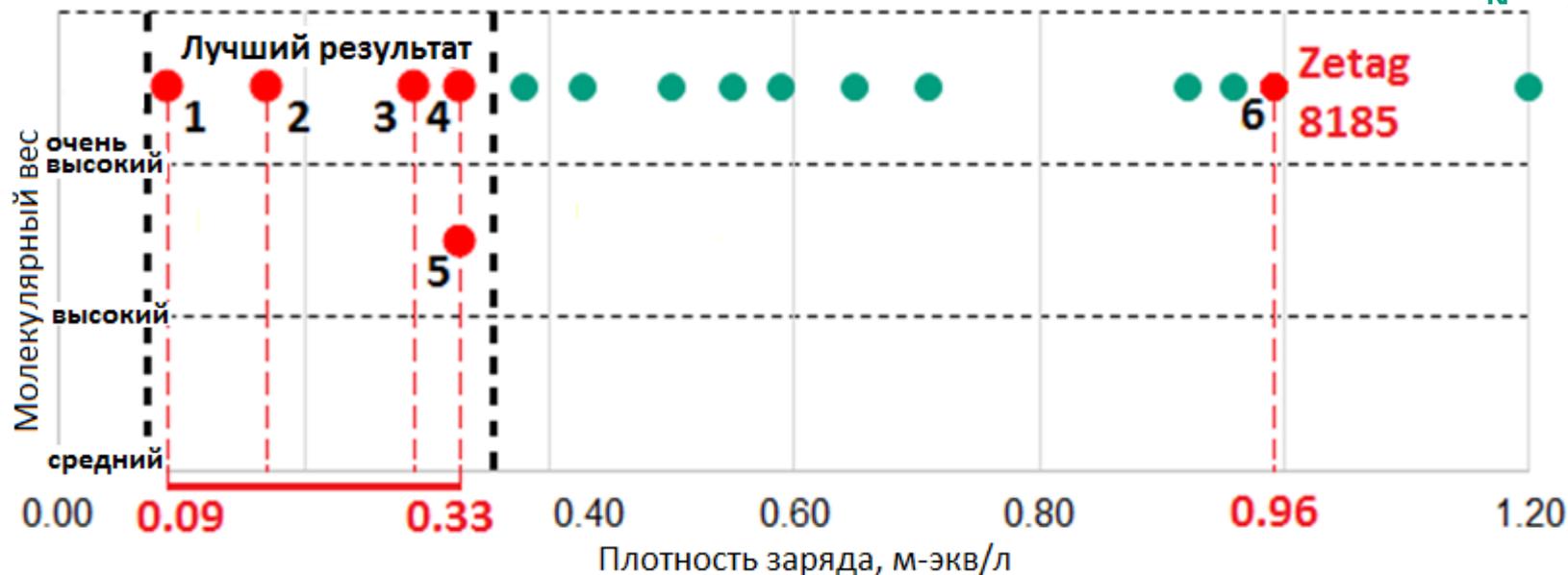
0%

30%

60%

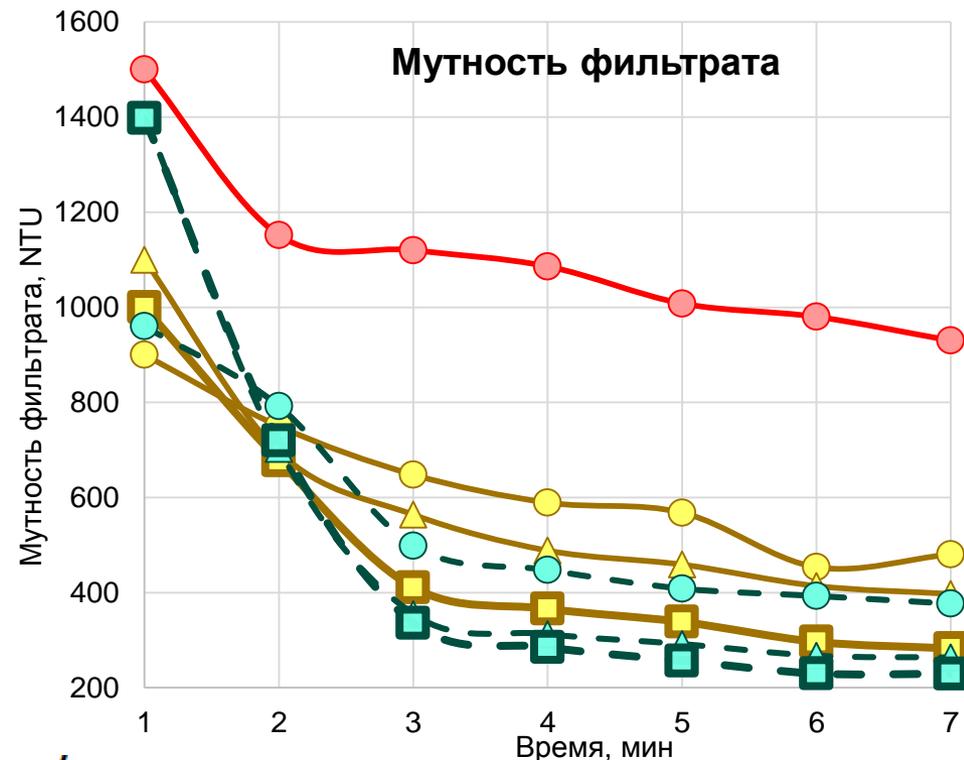
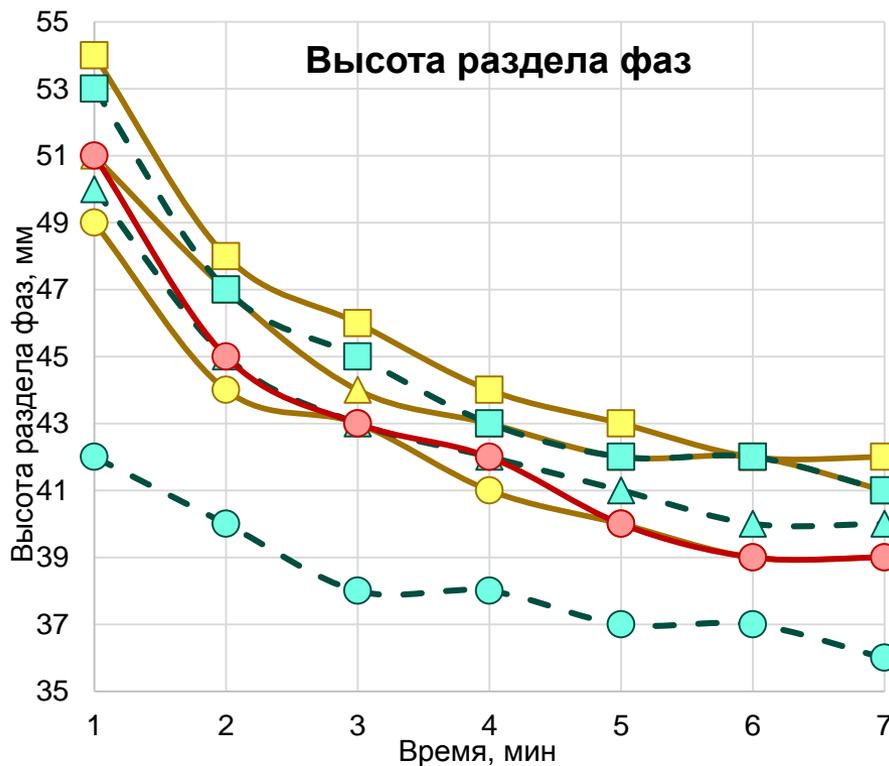
90%

Ряд эффективных полимеров



№	Полимер	Молек вес	Плотность заряда, м-экв/л	Мезофильный		Термофильный	
				Отдел, %	Мут, NTU	Отдел, %	Мут, NTU
1	4115 SSH	оч. высок.	0.09	60	678	50	1254
2	4125 SSH	оч. высок.	0.17	70	618	70	1200
3	4140 SSH	оч. высок.	0.29	90	486	40	-
4	4190 SSH	оч. высок.	0.33	90	564	-	-
5	4190 SH	высокий	0.33	90	408	-	-
6	Zetag 8185	оч. высок.	0.96	-	-	-	-

Влияние молекулярного веса на обезвоживание мезофильного шлама



Доза полимера: г/кг сухого остатка

- SH 2.5
- ▲ SH 4
- SH 5.5
- SSH 2.5
- ▲ SSH 4
- SSH 5.5
- Мезо начальный

Результаты

Полимер работает эффективно при минимальных:

- **Высоте раздела фаз**
- **Мутности фильтрата**
- **Времени капиллярного всасывания**

Эффективная доза, г-пол/кг-сух. в-ва

	Мезофильный			Термофильный		
	ВРФ	МФ	ВКВ	ВРФ	МФ	ВКВ
4115 SSH	2.5	2.5	2.5	2.5	5.5	4
4125 SSH	2.5	5.5	2.5	2.5	5.5	2.5
4140 SSH	4	5.5	4	2.5	5.5	5.5
4190 SSH	2.5	5.5	5.5	-	-	-
4190 SH	2.5	5.5	5.5	-	-	-
Zetag 8185	2.5	5.5	-	4	5.5	-



- Озонирование улучшает деградацию труднодоступной органики в фильтрате до 8 раз
- При мезофильном и термофильном сбраживании образуются шламы, которые обезвоживаются по-разному. Изменяя режим сбраживания, станции должны выбрать оптимальный тип и новую дозу полимера
- Полимеры низкой плотности заряда и высокого молекулярного веса показывают наилучшее обезвоживания для двух типов шламов
- Направление дальнейших исследований – разработка системы он-лайн контроля эффективности обезвоживания шлама

Спасибо!

