

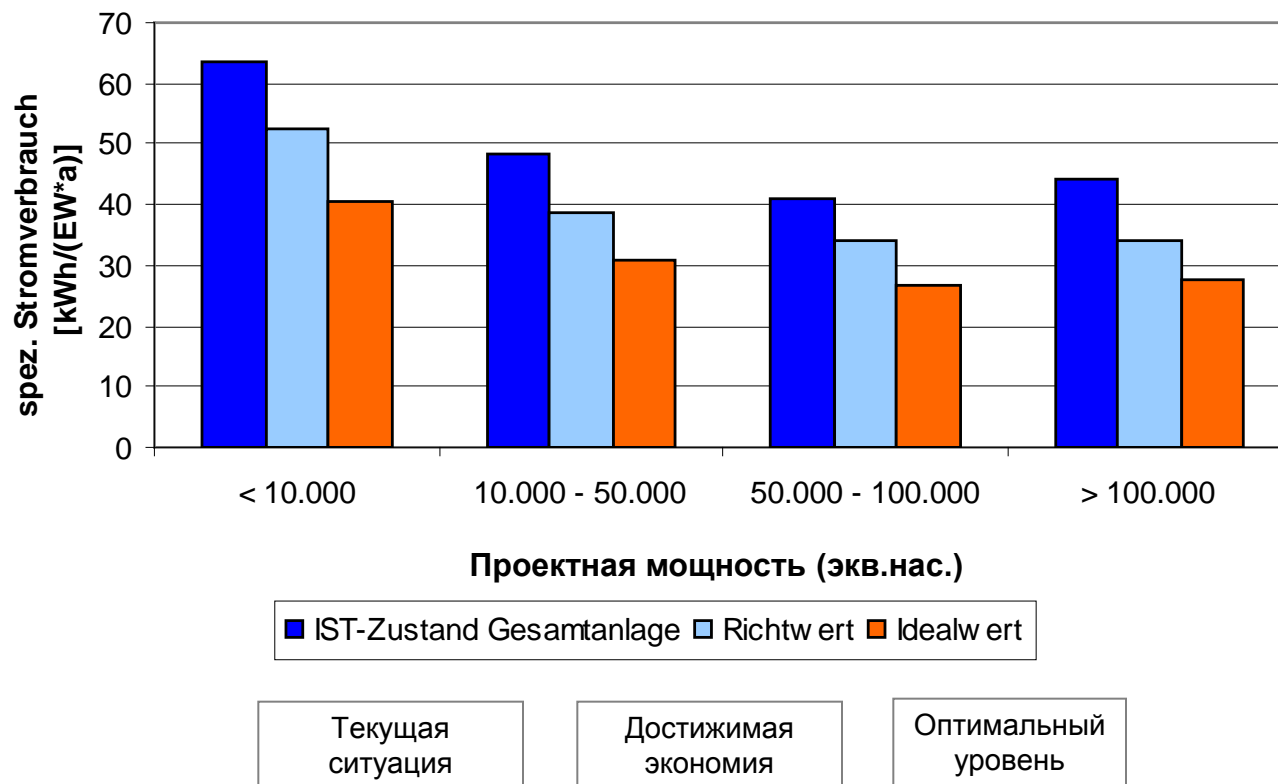
# Эффективное управление и эксплуатация канализационных очистных сооружений

Энергоэффективные технологии обработки осадка  
на канализационных очистных сооружениях  
Матти Иикканен, Вице-президент

# ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

- Возможности энергосбережения: оптимизация процесса аэрации, энергоэффективность оборудования до 40% потребляемой энергии
- Использование энергии сточных вод:
  - рекуперация тепла очищенных стоков
  - гидротурбиныдо 10% потребляемой энергии
- Рекуперация энергии осадка:
  - мезофильное сбраживание и мини-ТЭС
  - глубокое сбраживание и мини-ТЭС40 – 60%  
60 – 80% потребляемой энергии

# ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГОАУДИТОВ В ГЕРМАНИИ



**Достижимый уровень энергосбережения - в среднем 15-30%**

# ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОСАДКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

- Как правило, осадок подвергается уплотнению, обезвоживанию и размещается на полигоне или собственных иловых площадках.
- Проблемы, связанные с используемыми технологиями:
  - площадки для размещения осадка зачастую переполнены и представляют опасность для окружающей среды;
  - выбросы метана с мест размещения осадка влияют на изменения климата.
- Сжигание рассматривается в качестве решения для окончательной обработки и утилизации осадка.
- Использование энергии, заключенной в осадке, осуществляется в редких случаях.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

## ТЕРМИЧЕСКАЯ СУШКА

- Термическая сушка
  - Выпаривание воды из осадка
  - Конечный продукт: высушенный осадок, содержащий 70-90% СВ
- Преимущества:
  - Относительная низкая стоимость инвестиций
  - В осадке сохраняются питательные вещества
- Недостатки:
  - Высокие эксплуатационные затраты, из-за потребления энергии из внешних источников для выпаривания воды
  - Рекуперация энергии минимальная или отсутствует



# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

## СЖИГАНИЕ

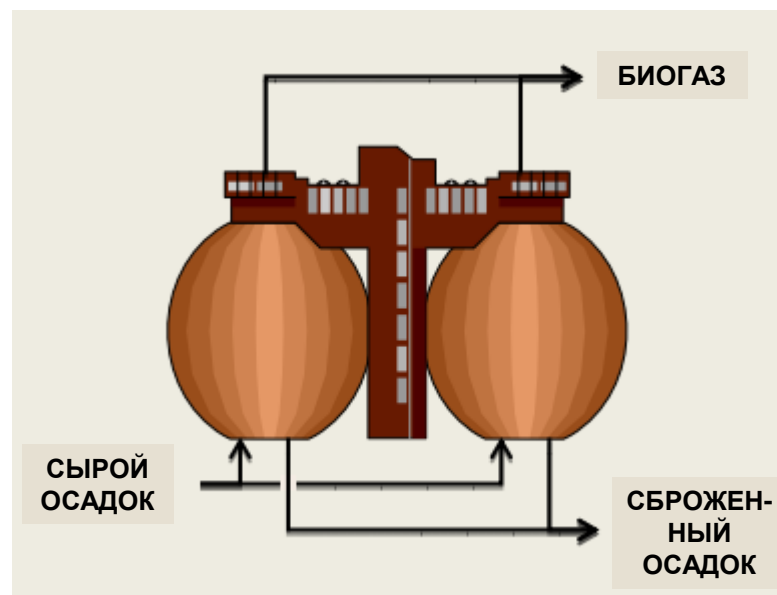
- Сжигание осадка
  - Сжигание органического вещества с использованием автотермального процесса
  - Конечный продукт: зола, 99% СВ
- Преимущества:
  - Не требуется энергия из внешних источников
  - Минимальный объем конечного продукта
  - Рекуперация энергии
- Недостатки:
  - Высокая стоимость технического обслуживания
  - Питательные вещества превращаются в золу



# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

## АНАЭРОБНОЕ СБРАЖИВАНИЕ

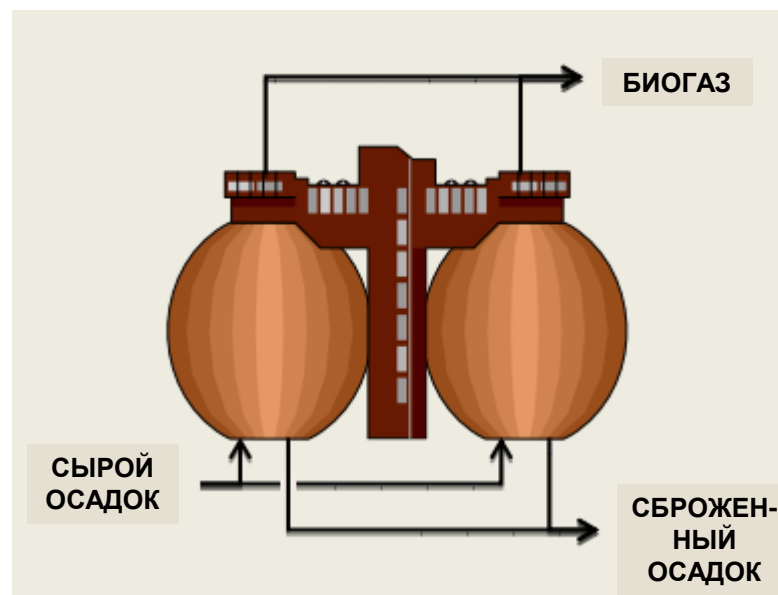
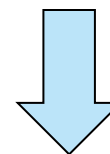
- Сбраживание
  - Мезофильное или термофильное
  - Биологический процесс
- Преимущества:
  - Выработка биогаза
  - Высокая рекуперация энергии
  - Прибыль от производственной деятельности
  - Конечный продукт пригоден для использования в сельском хозяйстве
- Недостатки:
  - Высокая стоимость инвестиций
  - Требуется дальнейшая обработка, если конечный продукт невозможно использовать в сельскохозяйственных целях
  - Необходимость очистки фугата



# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОСАДКА ГЛУБОКОЕ АНАЭРОБНОЕ СБРАЖИВАНИЕ

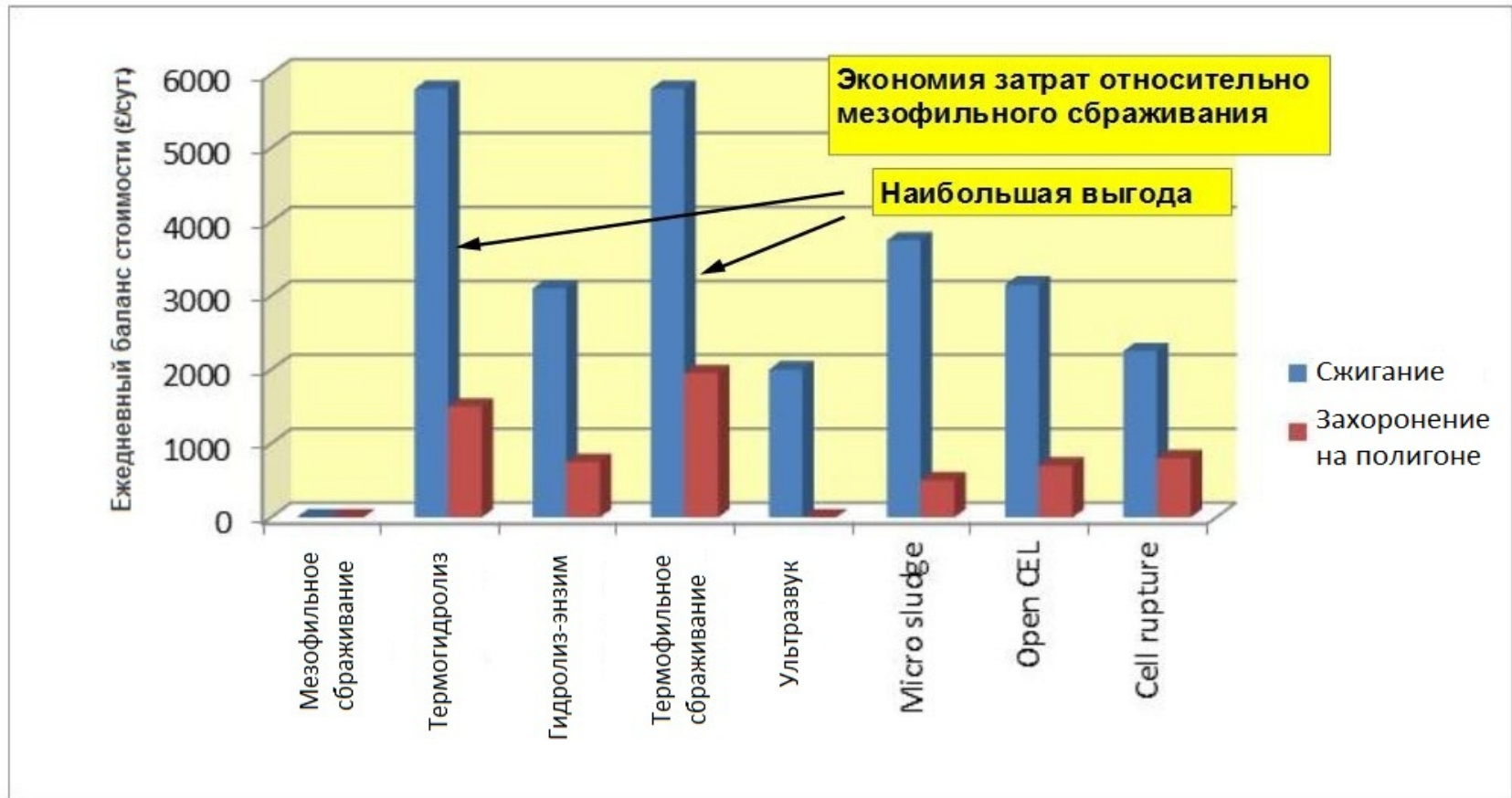
- Перспективные технологии
  - Некоторые методы, направленные на сокращение объема метантенков
- Преимущества:
  - Увеличение выработки биогаза
  - Высокий уровень рекуперации энергии
  - Повышение прибыли от производственной деятельности
  - Конечный продукт пригоден для использования в сельском хозяйстве
- Недостатки:
  - Высокая стоимость инвестиций
  - Требуется дальнейшая обработка, если конечный продукт невозможно использовать в сельскохозяйственных целях
  - Необходимость очистки фугата

Предварительная  
обработка





# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ МЕЗОФИЛЬНОГО СБРАЖИВАНИЯ И МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО СБРАЖИВАНИЯ



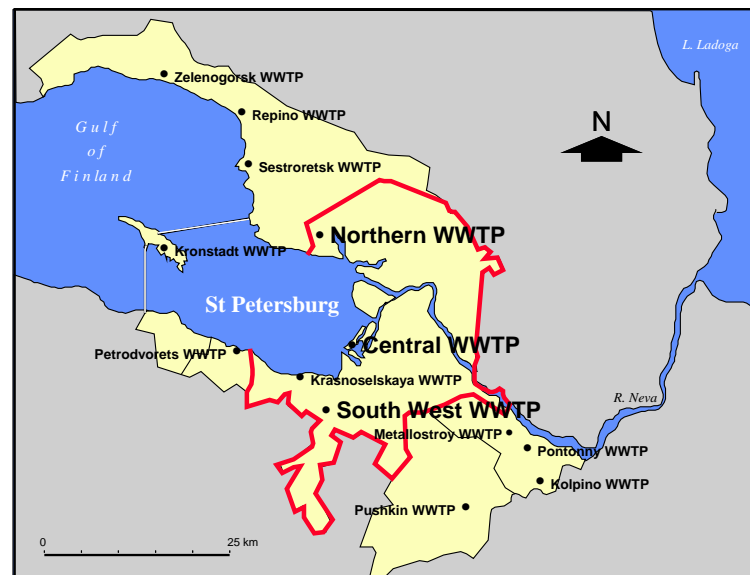
Источник: Black & Veatch

# РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

- В ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» было проведено сравнение различных технологий сбраживания
- Выполнен предварительный отбор технологий сбраживания
- Далее были направлены финансовые запросы производителям в отношении наиболее целесообразных вариантов:
  - Мезофильное сбраживание
  - Термофильное сбраживание
  - Термогидролиз с последующим мезофильным сбраживанием
- На следующих слайдах представлено сравнение результатов для Центральной станции аэрации

# СУЩЕСТВУЮЩАЯ СИТУАЦИЯ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

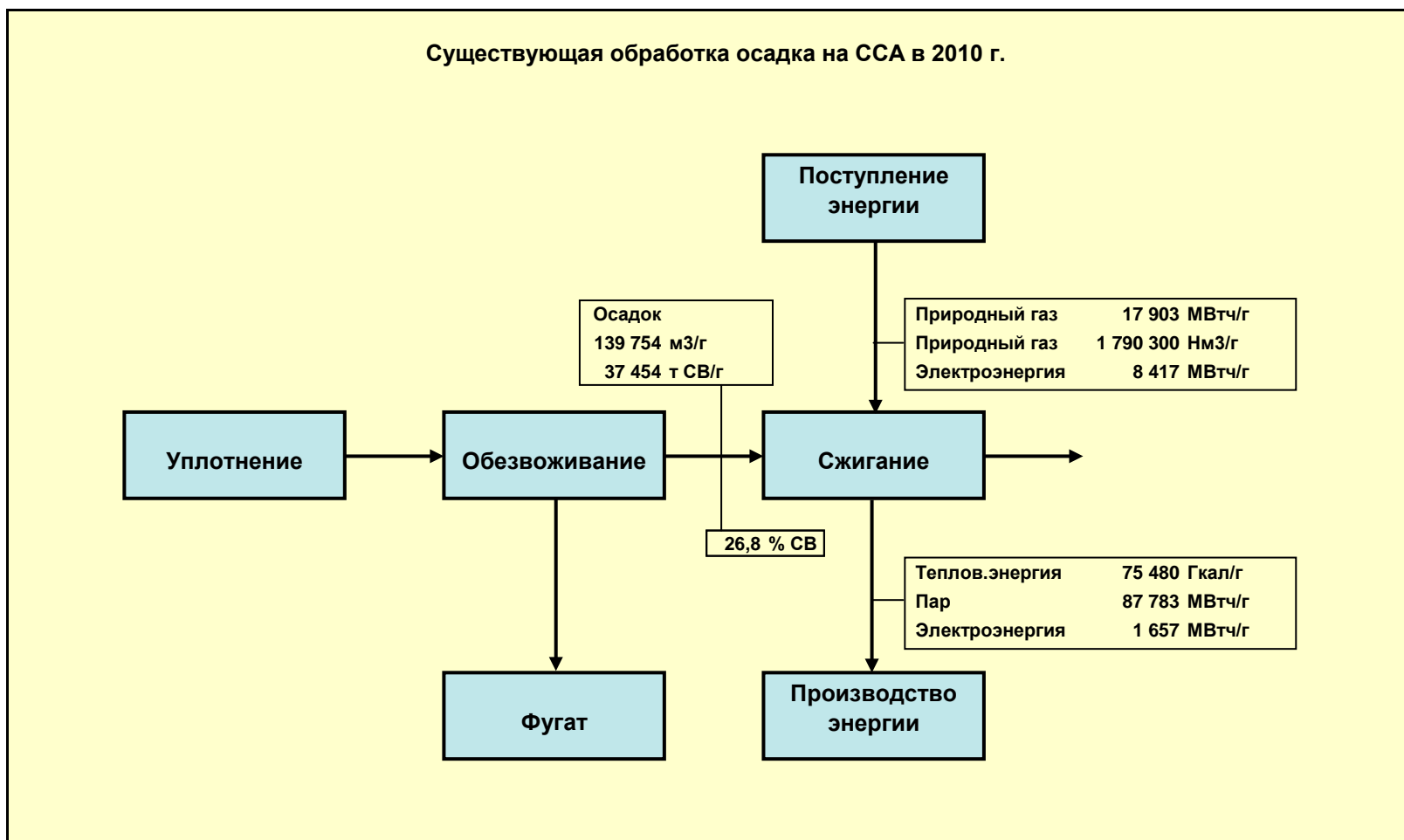
- Уплотнение и обезвоживание осадка осуществляется на семи канализационных очистных сооружениях (КОС) малой и средней производительности
- Заводы сжигания осадков (ЗСО) после обезвоживания располагаются на трех крупных КОС
- На трех ЗСО сжигается также обезвоженный осадок с КОС малой и средней производительности
- Зола и обезвоженный осадок размещаются на полигонах для осадка
- Использование энергии, содержащейся в осадке, чрезвычайно низкое
- Задачи развития системы обработки осадка:
  - максимальное использование энергии, содержащейся в осадке;
  - оптимизация энергетического баланса системы обработки осадка.



# СУЩЕСТВУЮЩАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ОСАДКА НА ЦСА



# СУЩЕСТВУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ОСАДКА НА ССА

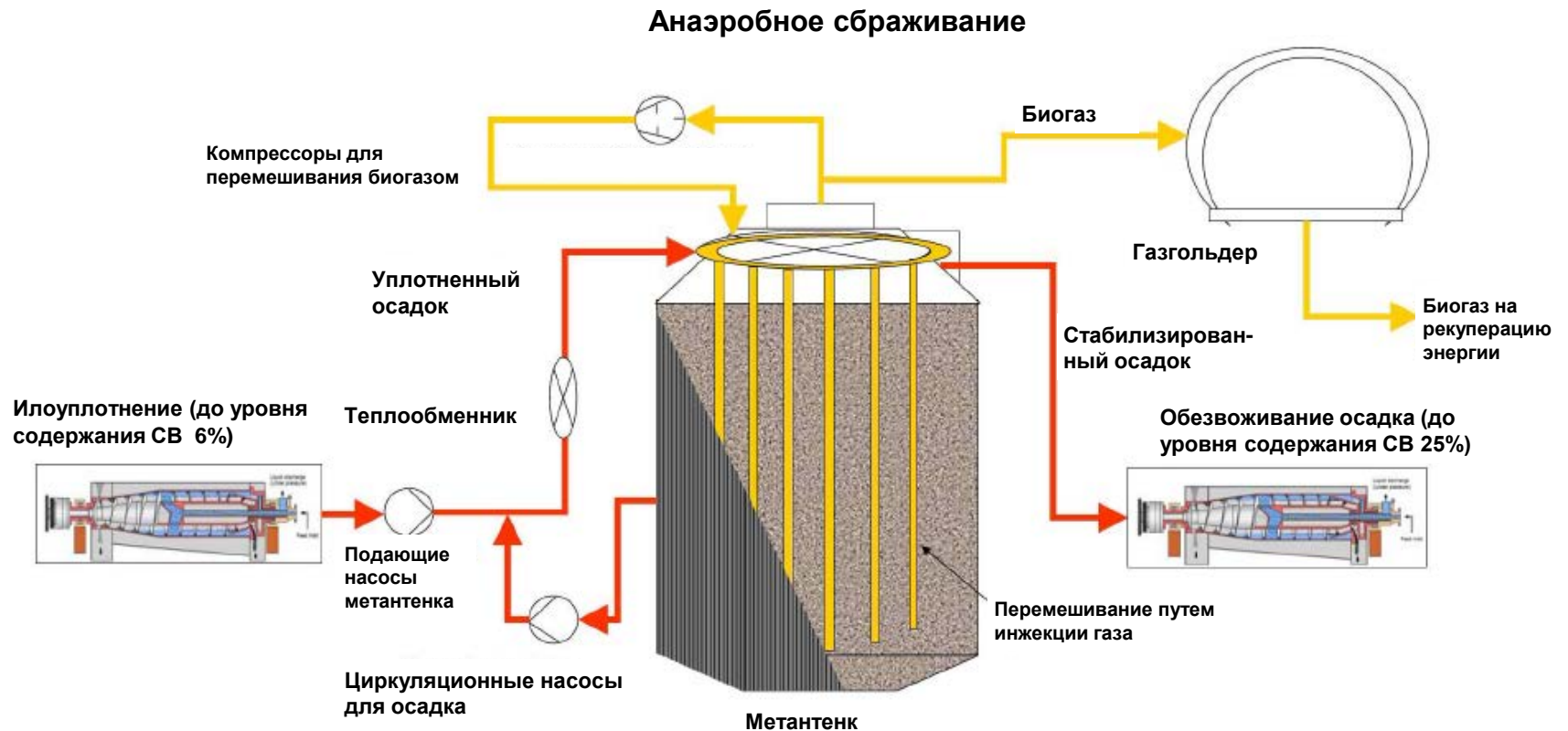


# ЗАПРОС ПРЕДЛОЖЕНИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОСТАВЩИКОВ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

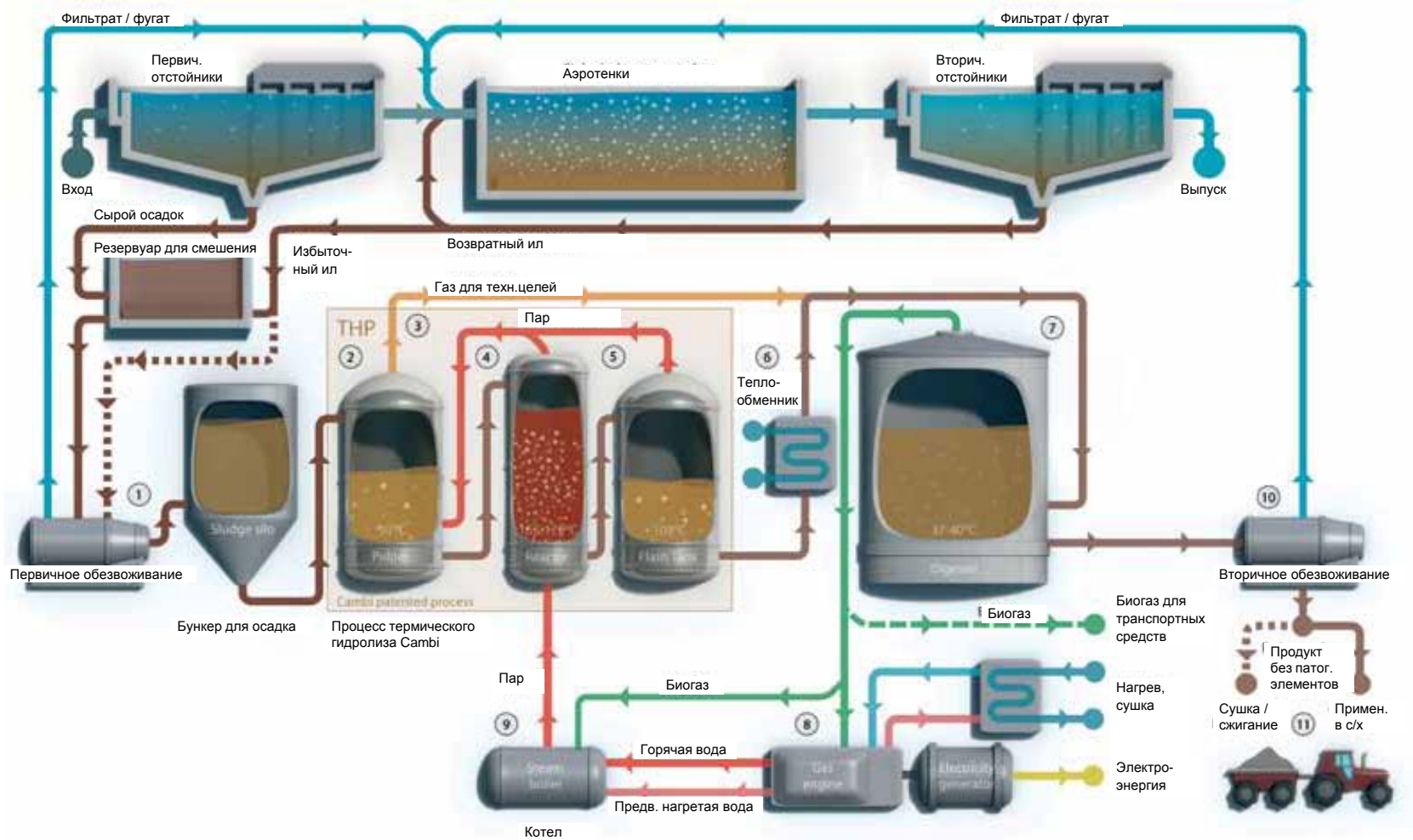
- После анализа доступных технологий использования энергии, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» отобрал следующие технологические решения для дальнейшего исследования:
  - обычное анаэробное сбраживание в мезофильных или термофильных условиях;
  - термический гидролиз перед обычным сбраживанием в мезофильных условиях.
- Запросы были направлены следующим потенциальным поставщикам оборудования:
  - Veolia – процесс термического гидролиза между двумя ступенями сбраживания;
  - Cambi – термический гидролиз перед сбраживанием;
  - PWT – обычный процесс мезофильного сбраживания



# МЕЗОФИЛЬНОЕ СБРАЖИВАНИЕ

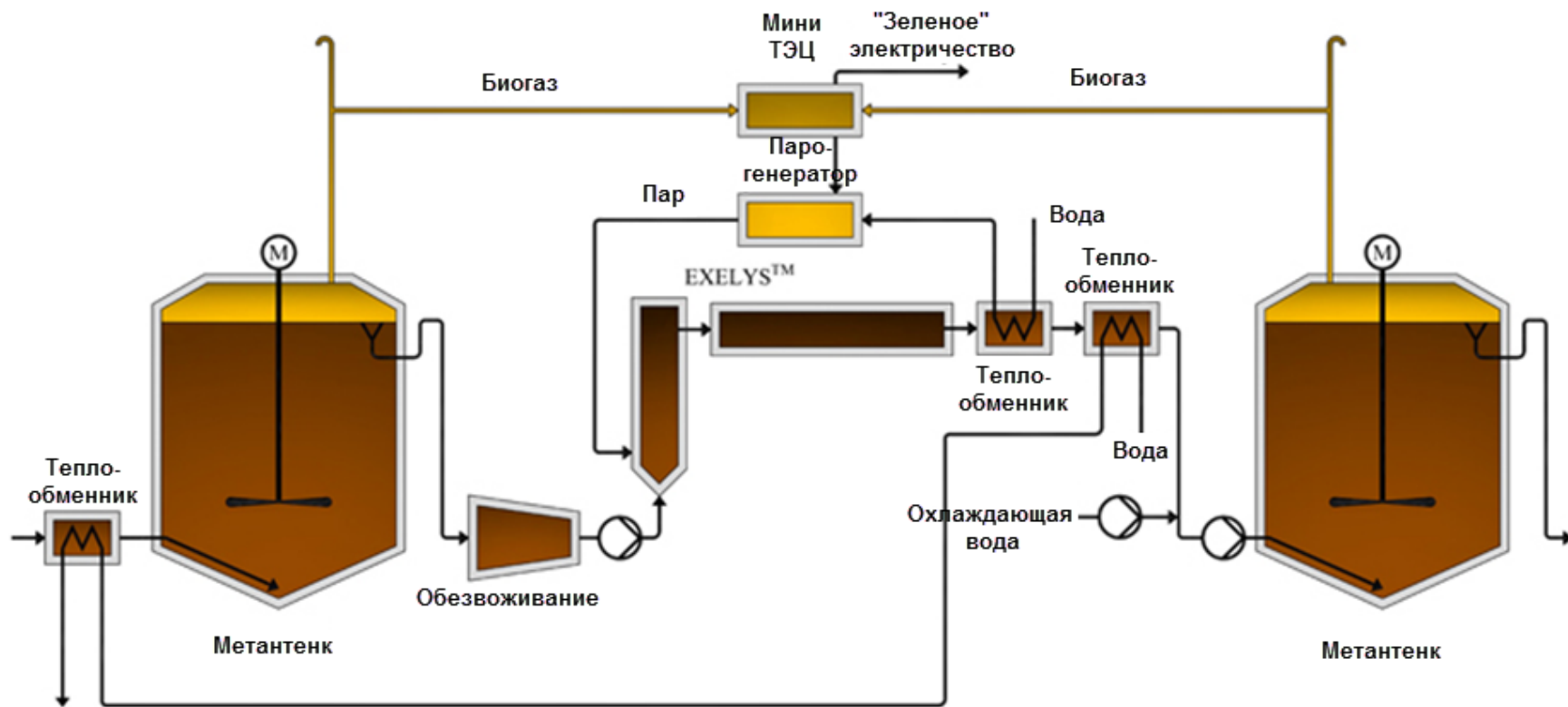


# ПРОЦЕСС ТЕРМИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА И СБРАЖИВАНИЕ

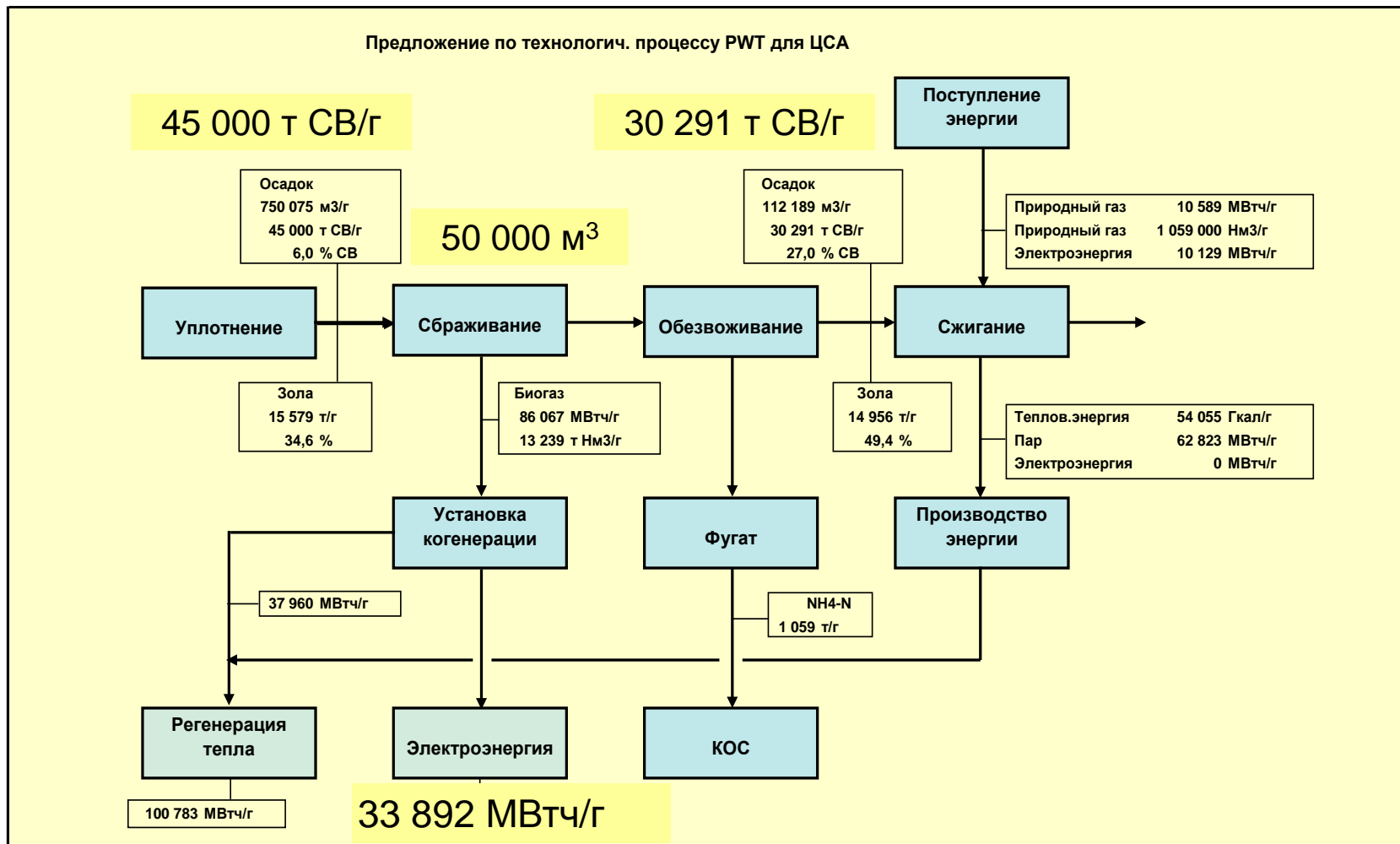




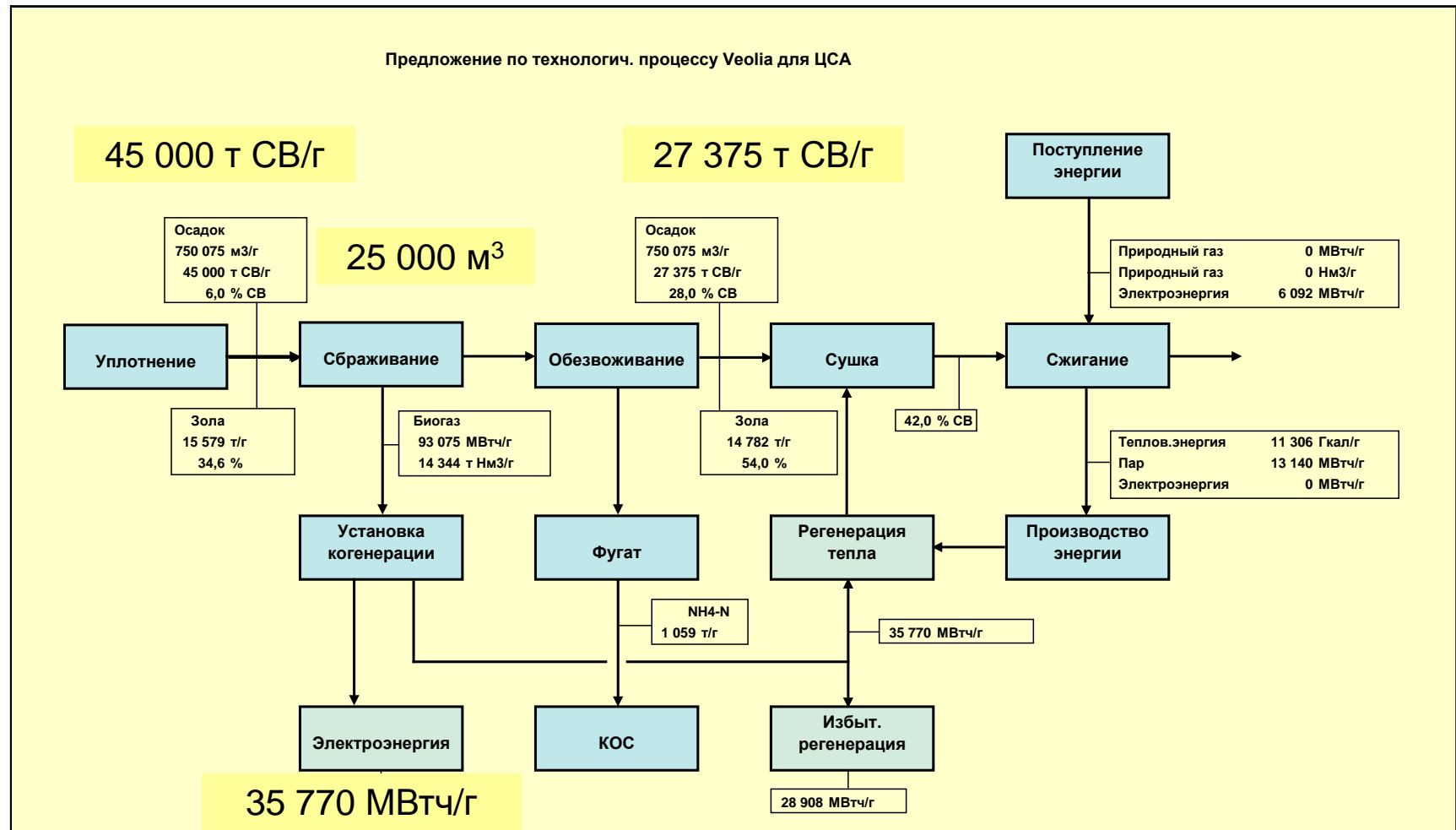
# ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМОГИДРОЛИЗА И СБРАЖИВАНИЯ КОМПАНИИ VEOLIA



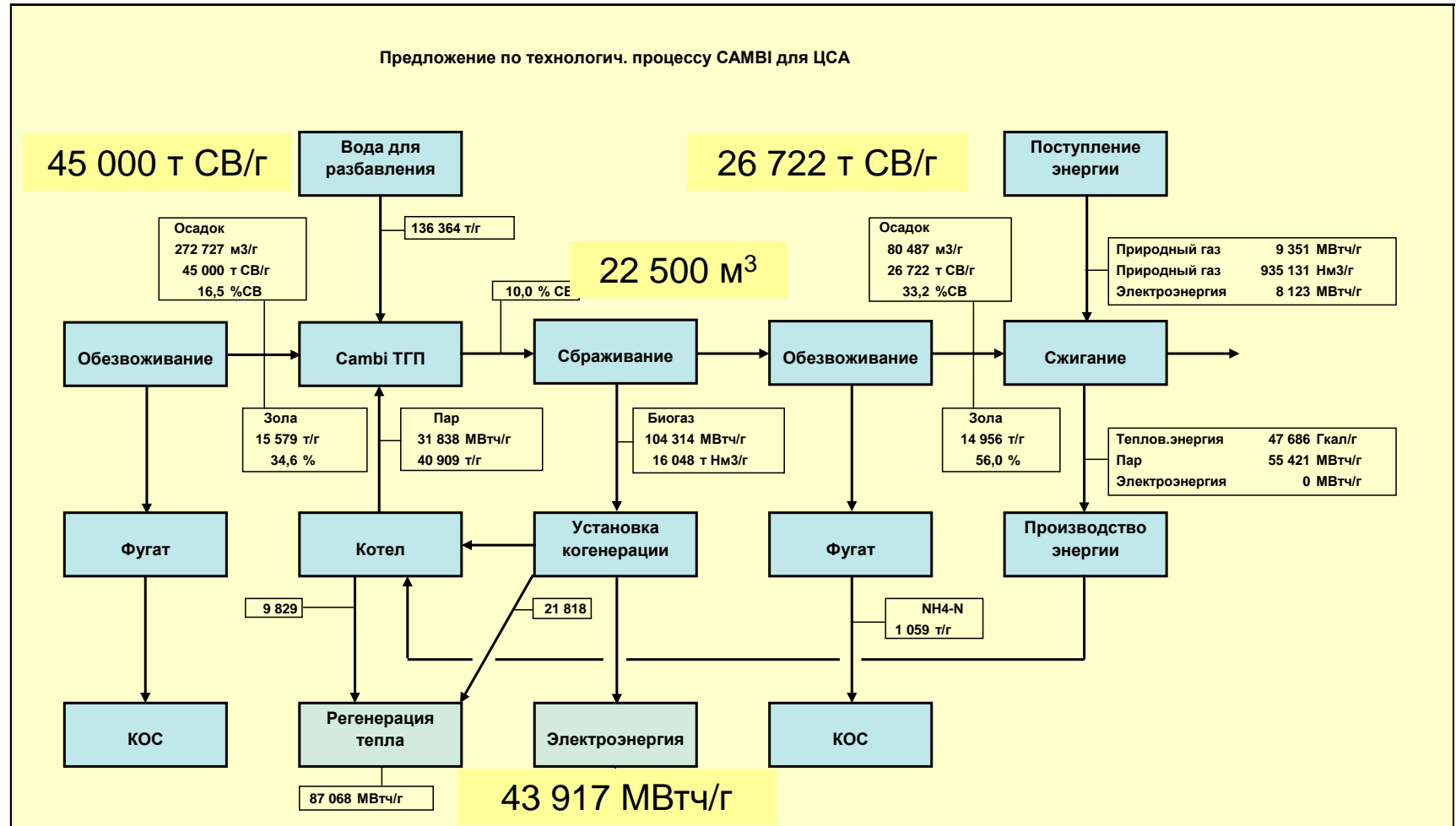
# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ДЛЯ МЕЗОФИЛЬНОГО СБРАЖИВАНИЯ



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ДЛЯ ТЕРМОФИЛЬНОГО СБРАЖИВАНИЯ



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ДЛЯ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА И МЕЗОФИЛЬНОГО СБРАЖИВАНИЯ

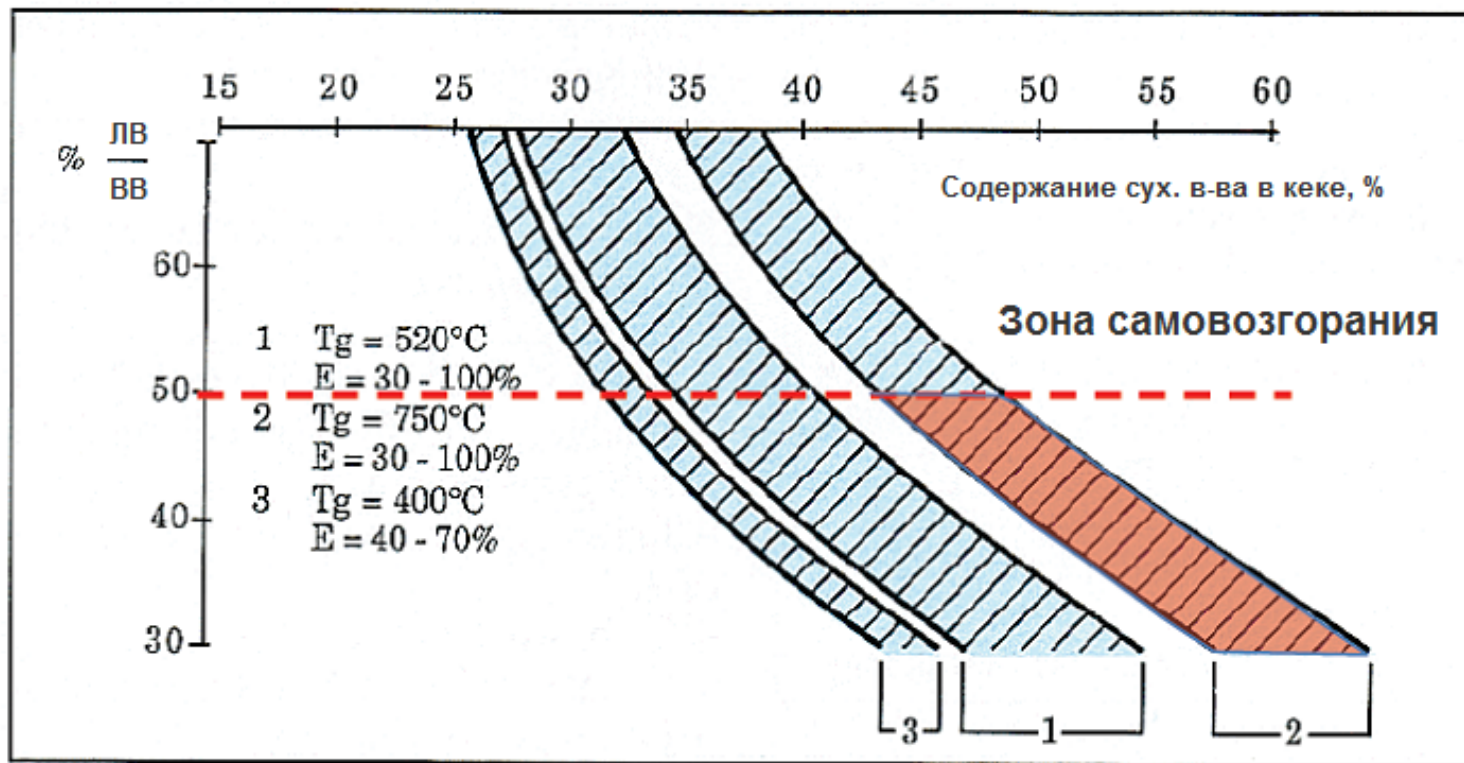


# СРАВНЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ДЛЯ ЦСА

ЦСА	Cambi	Veolia	PWT
Общий объем осадка	45 000 т СВ/г	45 000 т СВ/г	45 000 т СВ/г
Общий объем метантенков	22 500 м <sup>3</sup>	25 000 м <sup>3</sup>	50 000 м <sup>3</sup>
- Общий объем производства биогаза	104 314 МВтч/г	93 075 МВтч/г	86 067 МВтч/г
- Общий объем производства электроэнергии	43 917 МВтч/г	35 770 МВтч/г	33 892 МВтч/г
- Объем осадка на сжигание	26 722 т СВ/г	27 375 т СВ/г	30 291 т СВ/г
- Сокращение объема после сбраживания	40.6%	39.2%	32.7%
- Инвестиционные затраты	39.0 млн. евро	37,7 млн. евро	37,8 млн. евро
- Экономия затрат на эксплуатацию и обслуживание	5 988 840 евро	4 617 100 евро	3 770 597 евро
- Дополнительные затраты на эксплуатацию и обслуживание	2 266 236 евро	1 263 263 евро	1 331 945 евро
- Чистая текущая прибыль	3 722 605 евро	3 353 837 евро	2 438 652 евро
- Период окупаемости инвестиций	10,5 лет	10,9 лет	15,5 лет

- Технология термогидролиза Cambi и сбраживания представляется наиболее целесообразным решением
- Рекуперация энергии на сооружениях в целом при использовании технологии термогидролиза Cambi и сбраживания составит более 50%
- Срок окупаемости инвестиций – примерно 10 лет

# УСЛОВИЯ ДЛЯ АВТОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ ОСАДКА



$$NCV = 5,500 \text{ kcal.kg}^{-1} \text{ OM}$$

$T_g$  = Температура дымового газа на выходе

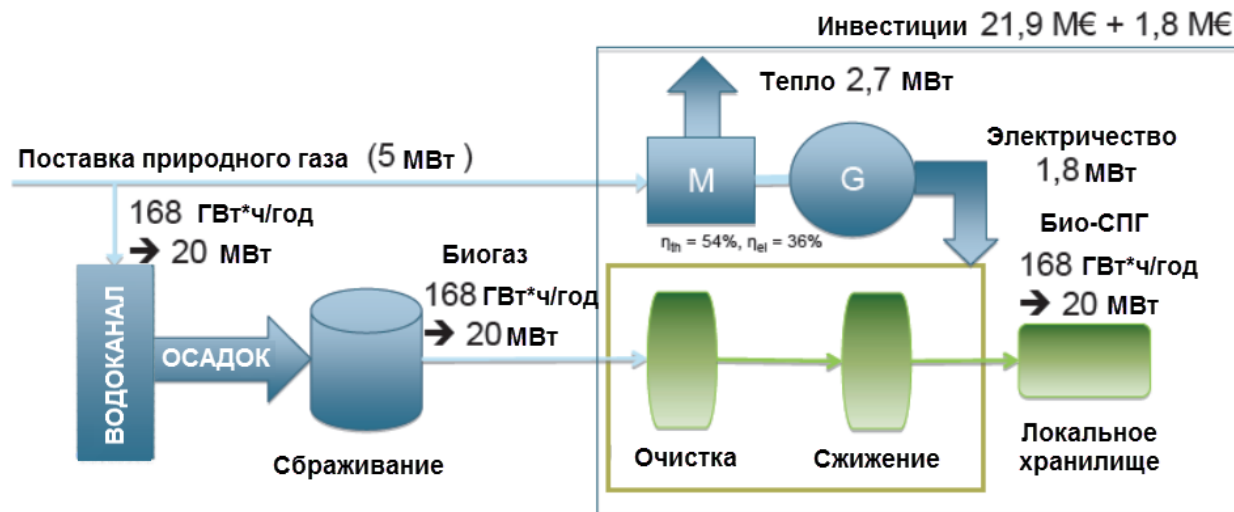
$E$  = Избыток воздуха в % от теор. воздуха в камере сгорания ( $6.5 \text{ Nm}^3.\text{kg}^{-1} \text{ OM}$ )

# СРАВНЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ДЛЯ ССА

Пункт	Cambí		PWT		Veolia	
	Объем	Ед.изм.	Объем	Ед.изм.	Объем	Ед.изм.
Итого инвестиции	56 550 000	евро	58 850 000	евро	87 500 000	евро
- Сбраживание, ТГП и обезвоживание	56 550 000	евро	58 850 000	евро	78 500 000	евро
- Сжигание	0	евро	0	евро	9 000 000	евро
Производство энергии	70 968	МВтч/г	55 276	МВтч/г	49 000	МВтч/г
Чистая прибыль от осн.деятельности	5 207 860	евро	4 132 464	евро	3 902 646	евро
Период окупаемости инвестиций	10,9	лет	14,2	лет	22,4	лет

## Использование биогаза

- Изначально планировалось использование биогаза для производства электричества
- Газпром предложил ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» построить линию газоочистки и завод сжижения биогаза
- Частью данного предложения является поставка природного газа в количестве эквивалентном теплотворной способности биогаза.



Общее потребление природного газа:  
 $-8400 \text{ ч} * (5+20) \text{ МВт} = 210 \text{ ГВт*ч/год}$

Общий сжиженный биогаз: 12 262 т/год



# ПЛАН РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

- Ожидаемая выгода:

Электроэнергия	ЦСА			ССА		
	2010	Наст.вр.	Cambi	2010	Наст.вр.	Cambi
Транспорт. поступающих стоков	79 092	56 194	56 194	69 754	78 241	78 241
Очистка сточных вод	42 683	19 787	19 787	47 568	41 303	41 303
Обработка осадка	22 801	19 430	8 123	13 742	24 959	15 157
Иное	1 198	1 127	1 021	2 005	2 005	2 005
<b>Итого (МВт*ч/год)</b>	<b>145 775</b>	<b>96 537</b>	<b>85 125</b>	<b>133 069</b>	<b>146 509</b>	<b>136 707</b>
Производство электроэнергии	0	0	43 917	1 657	18 063	87 306
Рекуперация энергии	0,0 %	0,0 %	51,6 %	1,2 %	12,3 %	63,9 %

# ДАЛЬНЕЙШИЕ ДЕЙСТВИЯ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

- На Северной станции аэрации возможны два решения:
  - Расширение существующего завода сжигания осадка (ЗСО) со строительством одной дополнительной печи
  - Строительство системы термического гидролиза и сбраживания и продолжение эксплуатации существующего ЗСО
- Ориентировочная стоимость инвестиций:
  - Расширение ЗСО 25 млн. евро
  - Строительство системы ТГ и сбраживания 60 млн. евро
- Ориентировочный уровень затрат по эксплуатации и техническому обслуживанию:
  - ЗСО: 9.6 – 1.4 млн. евро/год 8.2 млн. евро/год
  - Сбраживание + ЗСО: 8.0 – 5.0 млн. евро/год 3.0 млн. евро/год
- Срок окупаемости более затратных инвестиций 6.7 лет
- Вывод: Более высокие инвестиции более целесообразны

---

## ВЫВОДЫ

- Сточная жидкость является источником энергии
- Эту энергию можно утилизировать на современных канализационных очистных сооружениях
- Утилизированная энергия сточных вод – это ЭНЕРГИЯ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
- Можно построить канализационные очистные сооружения, которые НЕ БУДУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЭНЕРГИЮ ИЗ ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ
- В России необходимо внедрять решения, которые позволяют утилизировать энергию сточных вод



# PÖYRY

Engineering balanced sustainability™

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:**

ИМЯ: Матти Иикканен

ДОЛЖНОСТЬ: Вице-президент

E-MAIL: [matti.iikkanen@poyry.com](mailto:matti.iikkanen@poyry.com)

ТЕЛ.: +358 40 865 2637