

**Перспективы применения
реагента-регулятора и
реагента-стабилизатора на
основе соединений кальция
при биологической очистке
СТОЧНЫХ ВОД**



Введение

Осадок сточных вод – это эффективное удобрение, содержащее ценные для почвы органические и питательные вещества, такие, как азот и фосфор.

Как и все органические удобрения, осадок сточных вод содержит микроорганизмы, и некоторые из них могут быть патогенными. В принципе, не продезинфицированный осадок сточных вод может содержать любых возбудителей болезней и паразитов в различных концентрациях. Чтобы нейтрализовать патогенных возбудителей в осадке сточных вод, его необходимо надлежащим образом обработать.

В настоящее время в странах Западной Европы и США накоплен большой практический опыт эффективного применения соединений кальция (CaO и Ca(OH)_2) для дезинфекции и стабилизации осадка сточных вод.

Эпидемиологические и фитогигиенические риски

Бактерии

Среди видов бактерий есть возбудители зооноза, которые могут размножаться в осадке и вызывать заболевания у человека и животных.

Вирусы

У вирусов срок выживания в окружающей среде зачастую долгий, при этом особенное значение имеют норовирусы, энтеровирусы и ротавирусы.

Паразиты

Наряду с яйцами ленточных гельминтов и круглых червей особенное значение имеют криптоспоридии (*Cryptosporidium parvum*) и лямблии (*Giardia Lamblia*).

Микроорганизмы

В осадке могут встречаться бактериальные возбудители кольцевой гнили (*Clavibacter michiganensis* ssp. *Sepedonicus*) и рака картофеля (*Synchytrium endobioticum*).

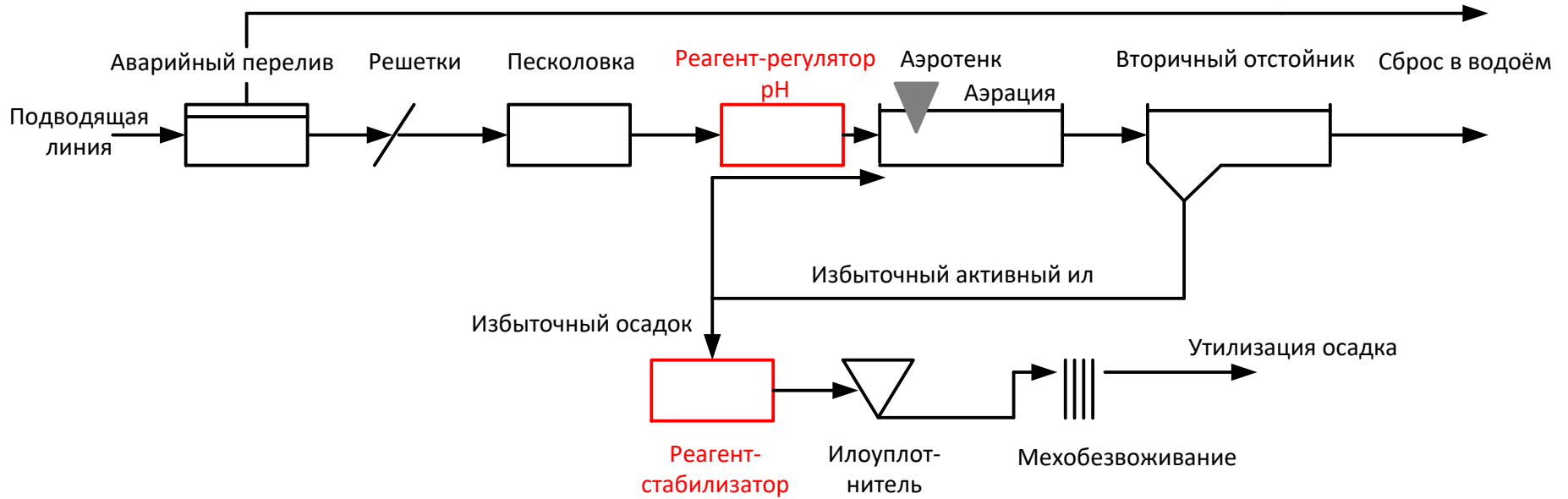


Схема биологической очистки с аэробной стабилизацией осадка сточных вод

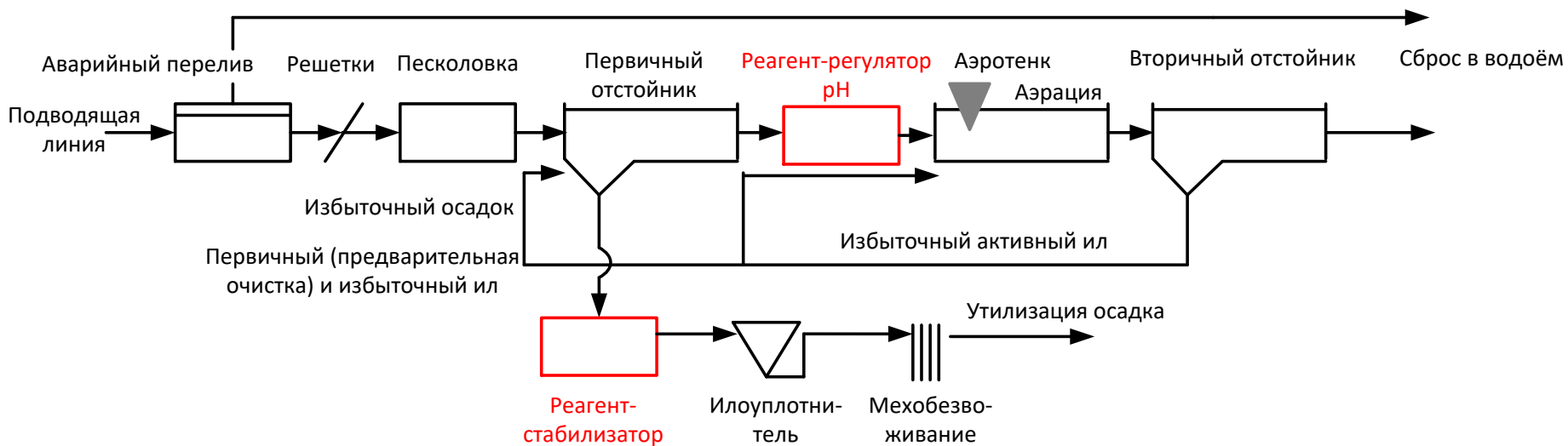


Схема биологической очистки с разделенной аэробной стабилизацией осадка сточных вод

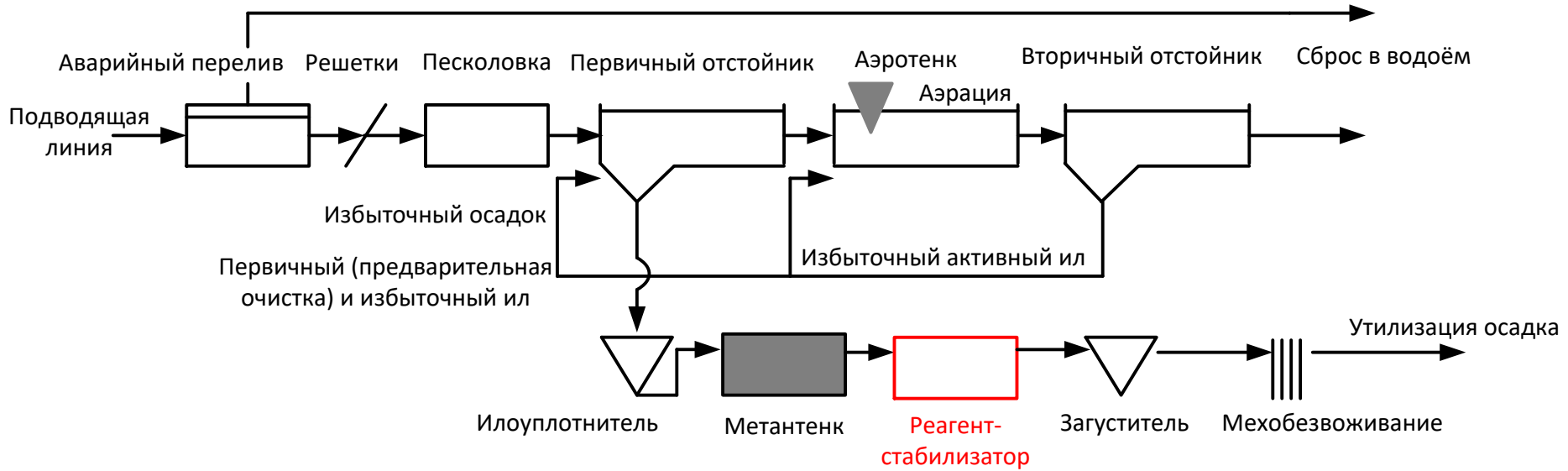
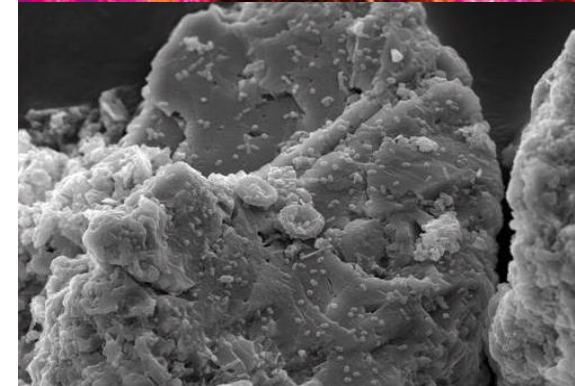
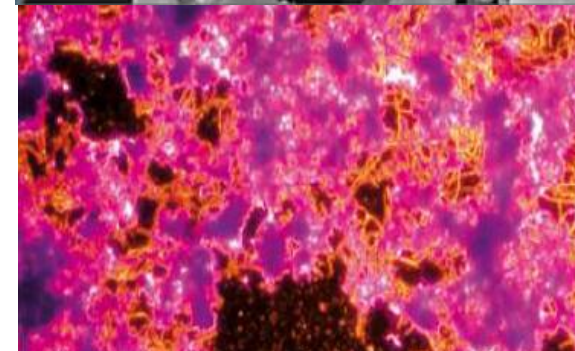
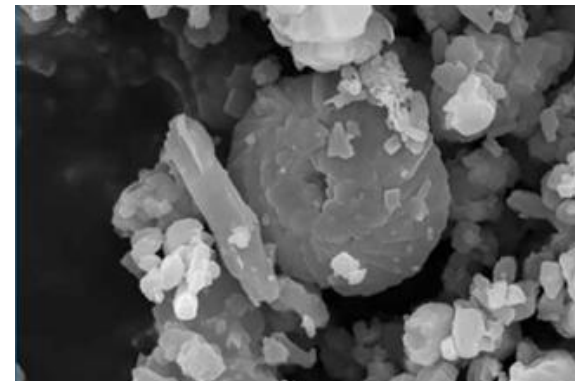


Схема биологической очистки с анаэробной стабилизацией осадка сточных вод

Функциональность реагента-регулятора

Площадь поверхности

- Частицы реагента-регулятора циркулируют в системе и всегда присутствуют в активном иле
- Реагент-регулятор помогает созданию микробных сообществ и, таким образом, может улучшить показатели массообмена и очистки воды
- Обеспечивая большую площадь поверхности, реагент-регулятор может служить субстратом для роста бактерий



Функциональность реагента-регулятора

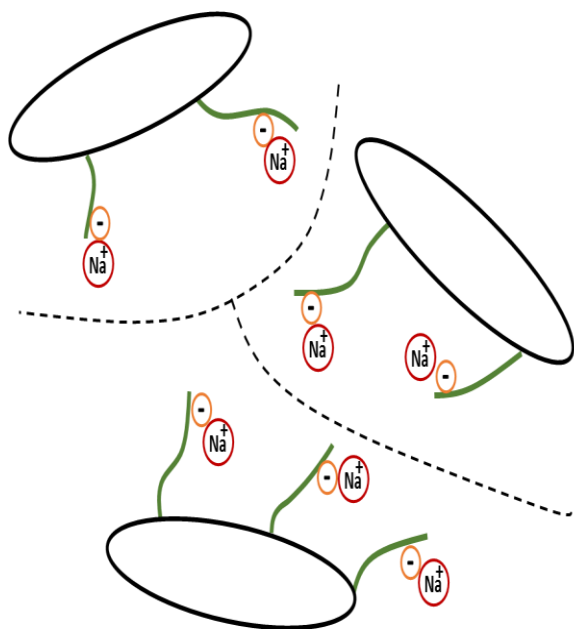
Общая проблема: сгущение активного ила







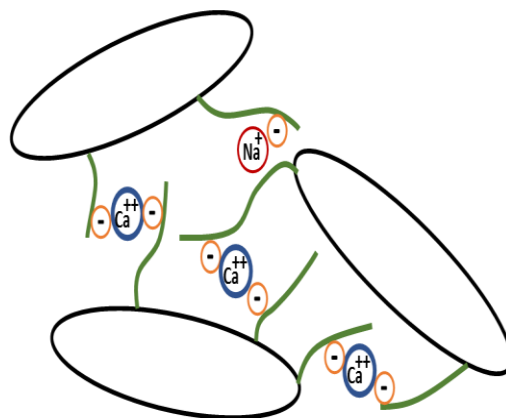
- Плохое осаждение осадка в отстойнике приводит к увеличению объема осадка со следующими нежелательными последствиями:
 - Нарушение допустимых пределов в стоке
 - Потеря микроорганизмов (особенно важно для медленно растущих нитрифицирующих бактерий)
- Плохое осаждение осадка наиболее критично в случаях высокой гидравлической нагрузки







Функциональность реагента-регулятора

Образование и осаждение хлопьев



-  bacteria
-  Biopolymer (EPS)
-  negatively charged functional group
-  monovalent sodium cation



-  bacteria
-  Biopolymer (EPS)
-  negatively charged functional group
-  divalent calcium cation
-  monovalent sodium cation
-  Optical particles

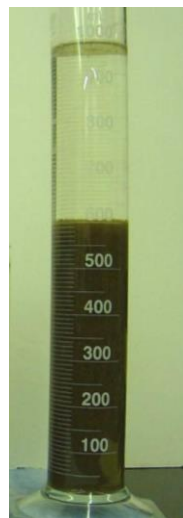
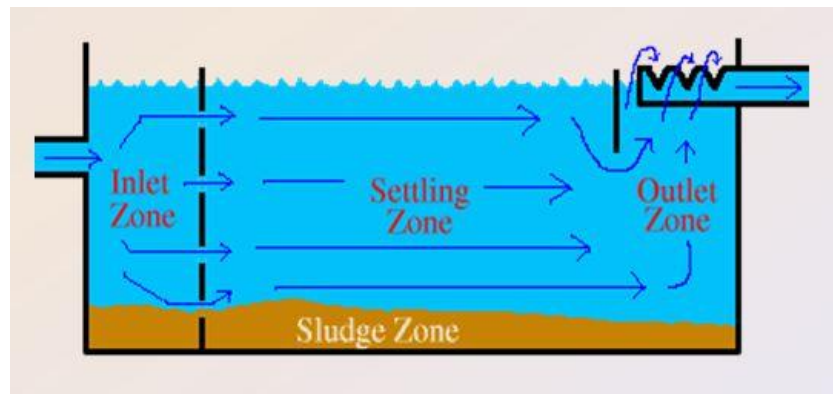
- Двухвалентные ионы нейтрализуют отрицательный заряд функциональных групп
- Двухвалентные ионы связывают отрицательно заряженные биополимеры
- Образуются более крупные, плотные и сферические хлопья
- Твердые частицы реагента-регулятора служат дополнительным балластом для хлопьев

Функциональность реагента-регулятора

Образование и осаждение хлопьев

Большие, более плотные и сферические хлопья тонут быстрее

- Количественно-измеримый эффект:
реагент-регулятор улучшает показатель илового индекса
- Качественный технический эффект:
уменьшение вероятности слива хлопьев ила с очищенной водой
- Эффект в производительности:
мощность очистных сооружений с ограниченным объёмом отстойников может быть увеличена



Функциональность реагента-регулятора

Стабилизация pH

Реакция нитрификации:



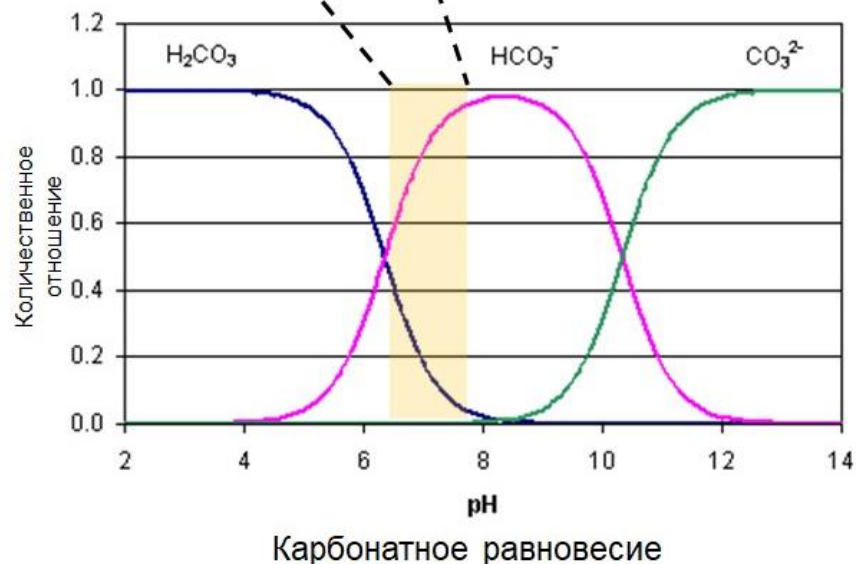
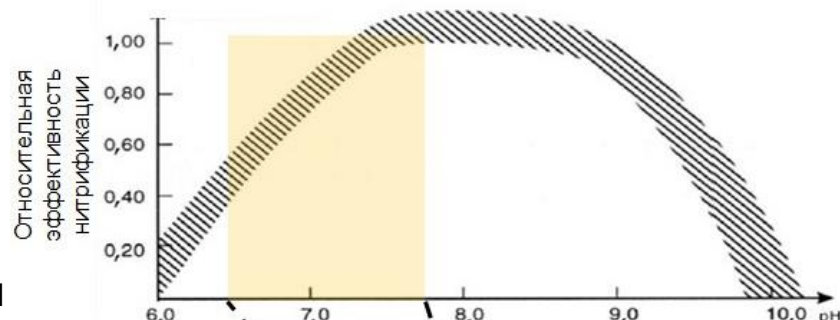
- Нитрификация аммония ведёт к снижению pH
- Эффективность нитрификации понижена при $\text{pH} < 7.5$

При ослаблении нитрификации:

- Увеличивается концентрация общего азота
- Повышенные содержания ионов нитрита (нитритный замок) могут связывать свободный хлор

- Добавление коагулянтов приводит к дальнейшему снижению pH!
- Реагент-регулятор стабилизирует кислотно-щелочной баланс в оптимальной области значений pH от 6.5 до 7.8

Зависимость эффективности нитрификации от pH

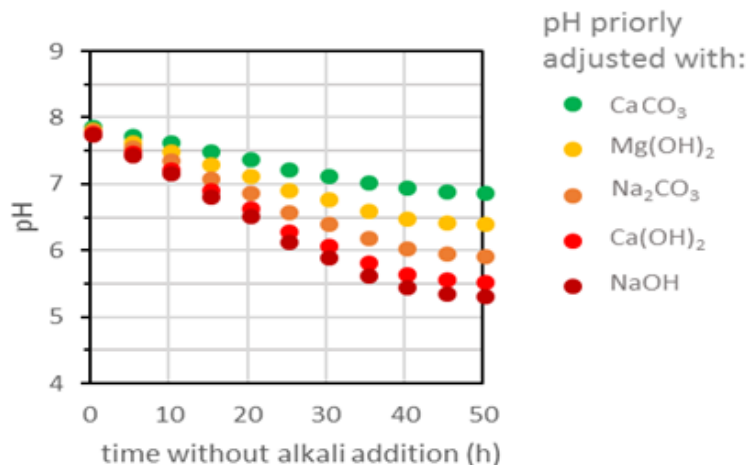


Карбонатное равновесие

Главные преимущества реагента-регулятора

Удобство дозирования

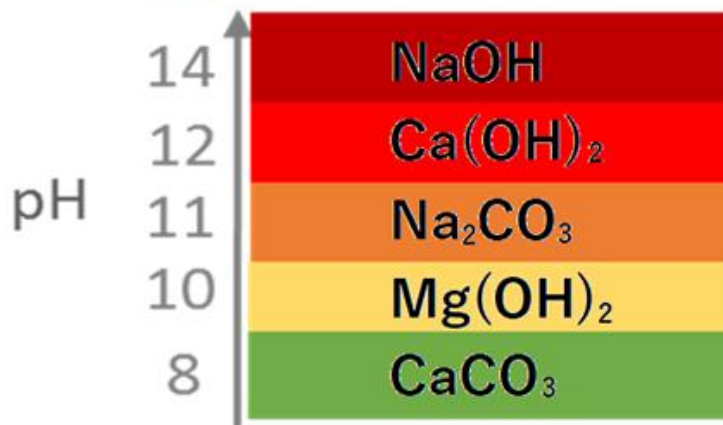
Продолжительность буферной способности



Реагент-регулятор обеспечивает наилучшую среди всех щелочей буферную стабилизацию pH:

➤ Самый продолжительный буферный эффект из всех щелочей на рынке

pH при случайной передозировке



➤ В случае передозировки, pH поддерживается в безопасном диапазоне

Главные преимущества реагента-регулятора

Простота в обращении

Реагент-регулятор не вызывает коррозии
и не образует отложений:

- Засорение труб может быть исключено
- Нет необходимости в сложных замкнутых схемах, конструкциях клапанов и станциях приготовления суспензий
- Затраты на техническое обслуживание и персонал значительно сокращены
- Пропускная способность очистных сооружений увеличивается



Главные преимущества реагента-регулятора

Безопасность

- Реагент-регулятор производится на основе природного минерала
- Реагент-регулятор можно перевозить и хранить без специальных мер предосторожности
- Простое обучение технике безопасности и облегченные протоколы для разливов и несчастных случаев по сравнению с гашеной известью или едким натром
- Общий риск на этапе нейтрализации значительно снижен



Реагент-регулятор
не имеет
маркировки СГС

Эффективные технологии дезинфекции осадка

Среди технологий дезинфекции осадка сточных вод выделяются своей эффективностью и экономической целесообразностью методы обработки с использованием соединений кальция (CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Для обработки жидкого осадка, не подвергающегося механическому обезвоживанию, используется гашеная известь (известковое молочко) ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). На последнем этапе обработки осадка возможно его обезвоживание с использованием технологии геотубирования.

Для обработки обезвоженного осадка эффективнее применять негашеную известь (CaO).

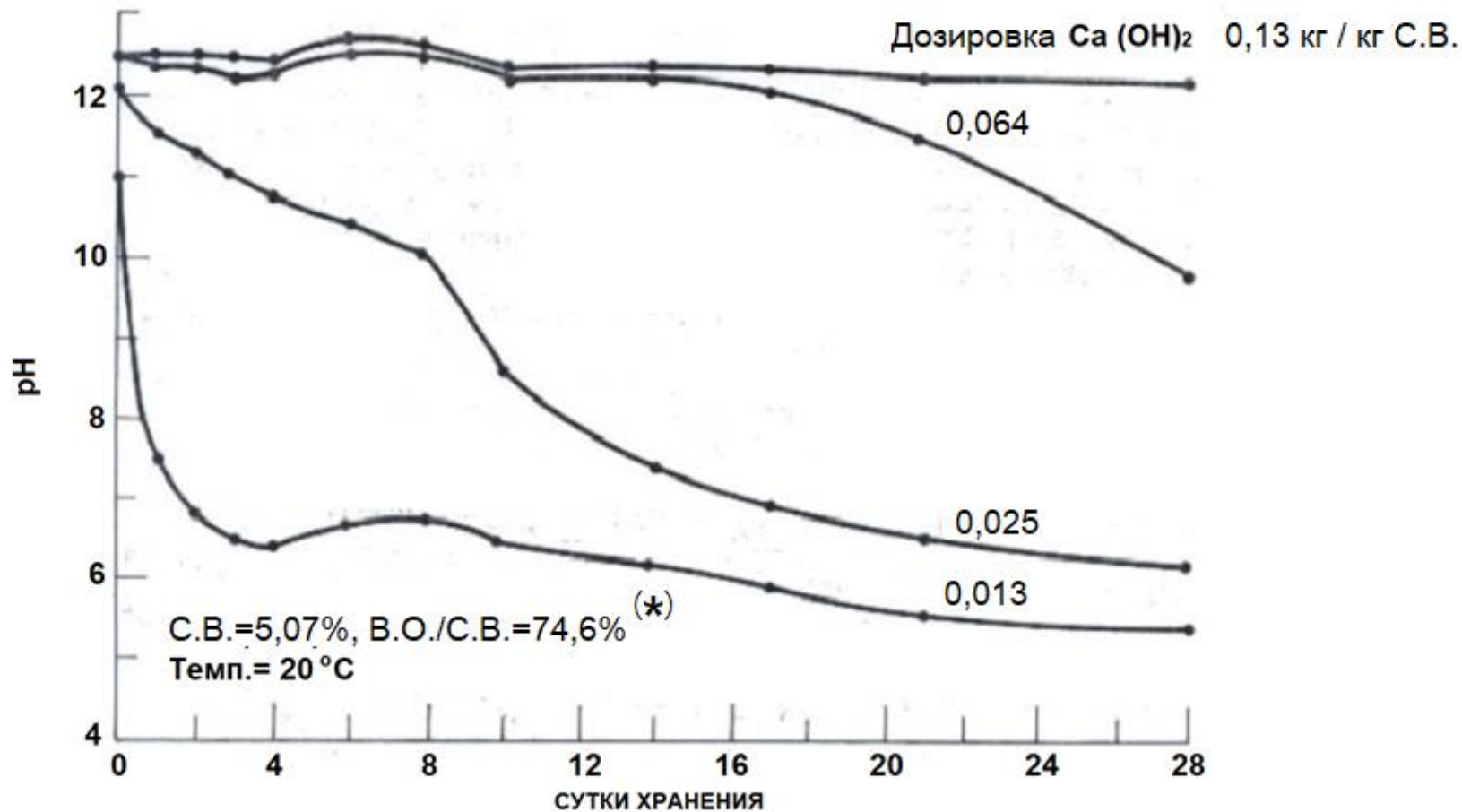
В обоих случаях дезинфицирующий эффект основан на повышении уровня $\text{pH} > 12$, а в случае применения CaO – ещё и повышении температуры выше 50°C обрабатываемого обезвоженного осадка за счёт изотермической реакции и дополнительной дезинфекции выделяющимся при этом аммиаком.

Технология применения гашеной извести (известкового молочка)

Дезинфицирующий эффект от подмешивания гашеной извести (известкового молочка) в жидкий осадок основан на повышении уровня pH. Этот уровень вскоре после подмешивания гашеной извести должен быть выше 12; рекомендуемое значение pH - примерно 12,4.

Обычно гашеная известь добавляется в жидком виде (в форме суспензии), как известковое молочко в концентрации 10-40 весовых процентов. Предпосылкой успешной дезинфекции являются подходящие резервуары со временем выдерживания не менее 24 часов, в которых осадок сточных вод интенсивно перемешивается с гашеной известью. Дозировка должна составлять не менее 0,2 и в отдельных случаях - до 0,4 кг $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /кг массы сухого вещества.

График зависимости pH от дозировки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и времени хранения смешенного осадка



(*) В.О. - влажность осадка
 С.В. - сухое вещество

Результаты применения гашеной извести (известкового молочка)

- Очень мелкие частицы извести лучше контактируют с частицами осадка
- Бóльшие поверхности соприкосновения для лучшей реакционной способности и более низкой скорости дозирования (меньше примесей, загрязняющих известь)
- Меньшие затраты энергии для гомогенизации с осадком
- Меньший риск осаждения активного вещества в резервуаре для осадка/извести
- Конечный продукт получается без запаха, эффекта окаменелости и соответствующий санитарно-эпидемиологическим требованиям (ГОСТ Р 54535-2011)

Технология применения негашеной извести

Технология позволяет интегрировать линию по переработке обезвоженных осадков сточных вод в удобрение (рекультивант) методом смешивания с негашеной известью в уже имеющуюся технологическую инфраструктуру.

По технологии обезвоженный кек, который подается в накопительный бункер для его дальнейшего вывоза на иловые карты, смешивается с негашеной известью в двухвалковом роторном смесителе, где достигается их равномерное перемешивание.

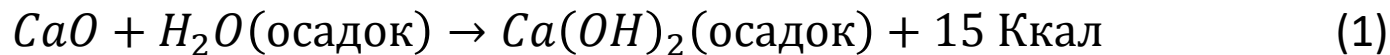
В зависимости от влажности исходного обезвоженного осадка необходимо добавить от всего объёма осадка 10-15% оксида кальция.

В итоге этого процесса получается готовый продукт – удобрение или рекультивант, которые в дальнейшем можно перевозить на площадки временного хранения до момента их дальнейшего использования по назначению.

Технология применения негашеной извести

Описание происходящих химических процессов

Взаимодействие обезвоженного осадка с оксидом кальция заключается в связывании свободной воды по реакции (1).



При прохождении реакции происходит образование гидроокиси кальция и выделение тепла.

В результате происходит полная дезинфекция за счет высокотемпературной обработки осадка и частичный переход гидроокисей металлов из коллоидного состояния в нерастворимые оксиды (2).



Таким образом образующийся продукт, исходя из состава входящих в него компонентов, может быть отнесен к удобрению (**«Органо-минеральному раскислителю почвы»**).

Получаемые удобрения соответствуют требованиям ГОСТ Р 54651-2011 «Удобрения органические на основе осадков сточных вод» и нормам по следующим токсикологическим и агрохимическим показателям.

Результаты применения негашеной извести

- Эффективная дезинфекция осадка в относительно короткий промежуток времени за счет повышения температуры и уровня pH
- Выпадение в осадок токсичных металлов
- Подходит ко всем типам осадков
- Предотвращение повторного роста бактерий и уничтожение микроорганизмов
- Устраняет неприятный запах
- Дополнительное обезвоживание осадка сточных вод до 40% по С.В. в соответствии с ГОСТ Р 54651-2011, Р 54534-2011

Технические требования к продуктам, получаемым из осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений

Наименование показателя	Норма для:					
	удобрений органических		использования при рекультивации нарушенных земель		размещения и использования на полигонах	
	Группа I*	Группа II**	При использовании для технической рекультивации	При использовании для биологической рекультивации	При размещении на полигоне	При использовании на полигоне
1. Массовая доля примесей токсичных элементов, мг/кг, С.В. (не более):						
-свинец	130,0	250,0	1000,0	500,0	-	-
-кадмий	2,0	15,0	60,0	30,0	-	-
-цинк	220,0	1750,0	7000,0	3500,0	-	-
-медь	132,0	750,0	1500,0	750,0	-	-
-никель	80,0	200,0	800,0	400,0	-	-
-хром	90,0	500,0	2000,0	1000,0	-	-
-ртуть	2,1	7,5	30,0	15,0	-	-
-мышьяк	2,0	10,0	40,0	20,0	-	-
Массовая доля влаги, % (не более)	70		55	65	85	50
Массовая доля органических веществ на сухой продукт, % (не менее)	30		-	-	-	-
Показатель активности водородных ионов солевой суспензии, ед. рН	6,0 – 8,0		5,0-8,5	5,0-8,5	5,0-12,0	5,5-8,5

Таблица 1 (продолжение)
Технические требования к продуктам, получаемым из осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений

Массовая доля питательных элементов (в пересчете на С.В.), % (не менее): -азот общий -фосфор общий -калий общий	0,6 0,7 0,1	Не нормируется	0,5 1,5 -	Не нормируется	Не нормируется
2. Размер частиц удобрения, мм (не более)	50	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Содержание балластных инородных механических включений, % массы удобрения (не более): -с высокой удельной массой (камни, щебень, металл) размером до 10 мм -с низкой удельной массой (шпагат, веревки, щепа) размером до 150 мм	1,5 1,5	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Массовая концентрация бенз(а)перена, мг/кг сухого вещества (не более)	0,02	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Удельная эффективная активность природных радионуклеидов, Бк/кг сухого вещества (не более)	300	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется

Таблица 1 (продолжение)
Технические требования к продуктам, получаемым из осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений

Удельная эффективная активность техногенных радионуклеидов, Бк/кг сухого вещества (не более)	1 относит. ед.	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Массовая концентрация остаточных пестицидов в сухом веществе, мг/кг сухого вещества, в т.ч. хлорорганические пестициды (не более): -ГХПЦ (сумма изомеров) -ДДТ и его метаболиты	0,1 0,1	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется
Индекс санитарно-показательных микроорганизмов, кл/г: -колиформы -энтеробактерии	1-9 1-9	- -	- -	Не нормируется	Не нормируется
Наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов (кишечной палочки, сальмонелл, энтерококков, энтеровирусов), кл/г	Не допускается	1000	100	Не нормируется	Не нормируется
Наличие жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, в т.ч. нематод, трематод, цестод	Не допускается	Не допускается	Не допускается	Не нормируется	Не нормируется
Цисты кишечных патогенных простейших	Не допускается	Не допускается	Не допускается	Не нормируется	Не нормируется
Наличие личинок и куколок синантропных мух	Не допускается	Не допускается	Не допускается	Не нормируется	Не нормируется
Химическое потребление кислорода (ХПК) водной вытяжки, мг/дм ³ (не более)	-	700	700	5000	300

Таблица 1 (окончание)

Технические требования к продуктам, получаемым из осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений

Биохимическое потребление кислорода (ХПК) водной вытяжки, мг О ₂ /дм ³ (не более)	-	500	500	4000	200
Массовая доля золы, % на сухое вещество (не менее)	-	65	65-85	20	60
Класс опасности для окружающей среды	IV, V	IV, V	IV, V	III, IV	IV, V

* - удобрения Группы I: удобрения на основе осадков сточных вод, используемые для выращивания технических, кормовых, зерновых и сидеральных культур, в личном подсобном хозяйстве при выращивании рассады овощных и цветочных культур.

** - удобрения Группы II: удобрения на основе осадков сточных вод, используемые под посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог, рекультивации свалок твердых бытовых отходов.

Нормативные ссылки

ГОСТ Р 54651-2011

Удобрения органические на основе осадков сточных вод.

ГОСТ Р 54534-2011

Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель.

ГОСТ Р 54535-2011

Осадки сточных вод. Требования при размещении и использовании на полигонах.

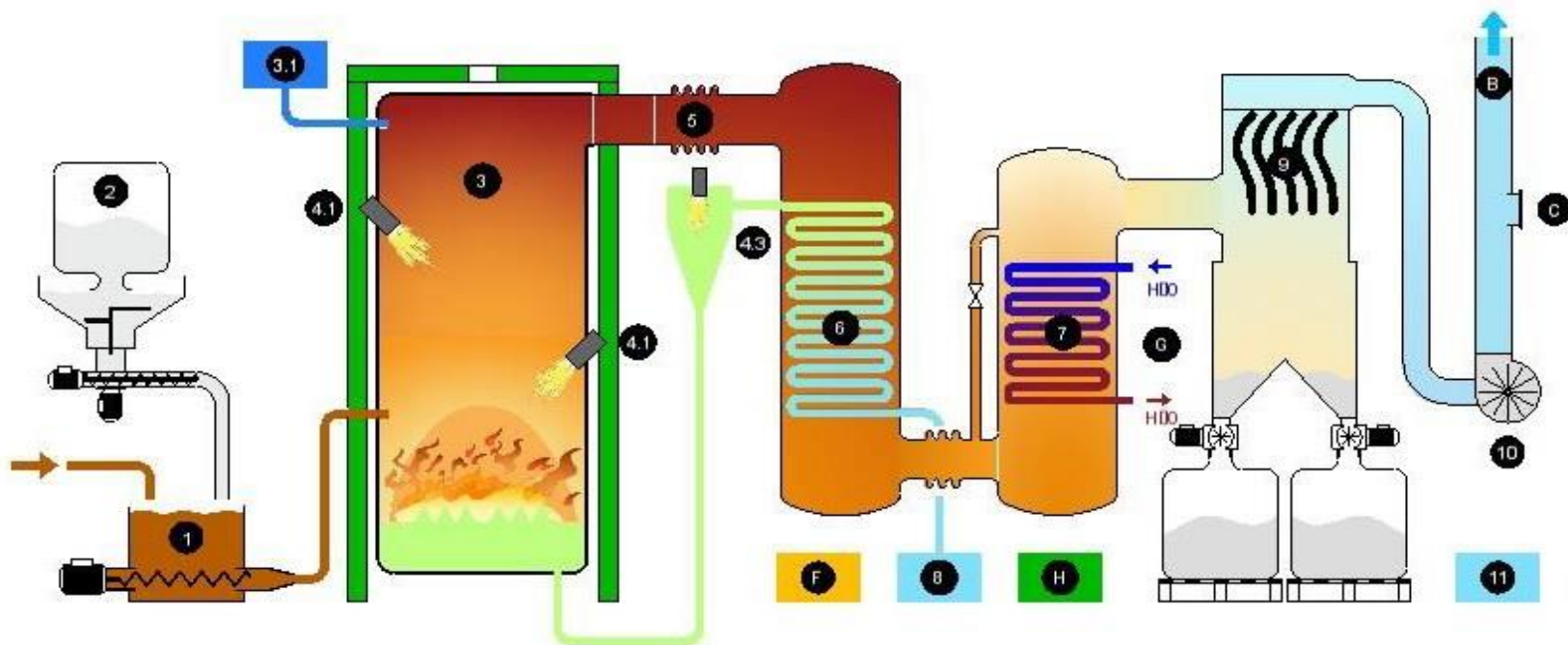
Выводы

Осадок сточных вод, обработанный соединениями кальция, может рассматриваться как составная часть рационального замкнутого цикла производства.

Обработка осадков сточных вод соединениями кальция в результате позволяет получать унифицированный по влажности и бактериально-эпидемиологическому фону готовый продукт, соответствующий ГОСТ Р 54651-2011, ГОСТ Р 54534-2011, ГОСТ Р 54535-2011, который может эффективно использоваться в качестве удобрения для выращивания технических, кормовых, зерновых и сидеральных культур, в личном подсобном хозяйстве, при выращивании рассады овощных и цветочных культур, под посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог, рекультивации свалок твёрдых бытовых отходов.



Технологическая линия сжигания биошлама TR 800 - TERMIPAK 800



- 1 - Подача осадка
- 2 - Бигбаг и подача известкового продукта
- 3 - Печь с слоевым кипящим слоем
- 3.1 - Регулятор температуры
- 4.1 - Горелки
- 4.3 - Горелка для подогрева
- 5 - Дымоход

- 6 - Рекуператор энергии типа воздух-воздух
- 7 - Охладитель типа воздух-вода
- 8 - Бустер-компрессор флюидизации
- 9 - Фильтр сухого метода с бигбагом
- 10 - Радиальный вентилятор
- 11 - Воздушный компрессор

- B - Дымоход
- C - Анализатор (опционально)
- F - Электрические шкафы, электропроводка, автоматика
- G - Воздухоохладитель, насос, трубопроводы и клапаны
- H - Распределитель биомассы (опционально)



ООО «КНТП»

Контакты

Адрес: 117403, г. Москва, Востряковский проезд, 10Б, стр.2

Тел. : +7 499 372 14 12; Факс : +7 499 372 14 12

E-mail : info@kntp-project.ru

Internet : www.kntp-project.ru