

ОБРАБОТКА, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

**По материалам специалистов
Белорусского государственного
технологического университета**

Образование осадков

- В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется более 200 городских очистных сооружений канализации.
- Количество влажных осадков, удаляемых при очистке сточных вод на городских очистных сооружениях составляет до 1 % от объема поступающих сточных вод.

Образование осадков

Осадки сточных вод – суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической (реагентной) очистки. В зависимости от типа сооружений, применяемых для очистки сточных вод и обработки осадков, последние можно разделить на следующие виды:

- грубые примеси (отбросы), задерживаемые решетками;
- тяжелые примеси (песок), задерживаемые песколовками;
- плавающие примеси (жировые вещества), всплывающие в отстойниках;
- сырой осадок – суспензия, включающая в основном оседающие взвешенные вещества, которые задерживаются первичными отстойниками;
- активный ил, задерживаемый во вторичных отстойниках, – комплекс микроорганизмов коллоидного типа с адсорбированными и частично окисленными загрязнениями, извлеченными из сточных вод в процессе биологической очистки

Виды осадков

В зависимости от способа обработки осадков на очистных сооружениях могут образовываться в качестве отходов:

- анаэробно сброженный в осветлителях-перегнивателях, двухрусных отстойниках и метантенках;
- аэробно стабилизированный активный ил или его смесь с осадком из первичных отстойниках;
- сгущенный или уплотненный активный ил или сырой осадок;
- осадок после механического обезвоживания;
- осадок, подсушенный на иловых площадках;
- высушенный осадок,

Осадки -отходы

В. Осадки очистки сточных вод на очистных сооружениях

8430100	Отбросы с решеток	3-й класс
8430200	Осадки сооружений биологической очистки хозяйственно-фекальных сточных вод	3-й класс
8430300	Ил активный очистных сооружений	4-й класс
8430400	Осадок сухой (подвергнутый термической или иной сушке)	3-й класс
8430500	Песок из песколовков (минеральный осадок)	4-й класс
8430600	Осадки сетей хозяйственно-фекальной канализации	4-й класс
8430700	Осадки очистки химзагрязненных сточных вод на очистных сооружениях	
8430800	Осадки биологических прудов очистных сооружений	
8439900	Прочие осадки очистки сточных вод на очистных сооружениях, не вошедшие в группу I В	

Количество осадков

- В республике накоплено более 4 млн. тонн осадков

Состав осадков (Европа, Россия)

	Сырой остаток	Сгущенный сырой осадок	Исходный активный ил	Уплотненный активный ил
Общее содержание сухих веществ (ОС) (%)	4,5	6,0	0,5	3,0
Содержание органических веществ (% от ОС)	70	50	75	60
Жиры и масла	18	11	6	5
Белки (% от ОС)	25	18	37	22
Азот аммонийный (% от ОС)	3,0	2,0	5,0	3,5
Фосфаты (% от ОС)	1,4	2,0	4,0	3,0
Калий (% от ОС)	0,5	0,4	0,4	0,4
pH	6	7	7	7

Состав осадков (Америка)

	Осадок		Активный ил	
	диапазон	типичное значение	диапазон	типичное значение
Общее содержание сухих веществ (ОС) (%)	2 – 7	5	0,4 – 1,5	1
Содержание органических веществ (% от ОС)	60 – 80	65	60 – 80	75
Плотность	–	1,02	–	1,01
Жиры и масла	–	–	–	–
-	6 – 30	–	–	–
-	7 – 35	–	5 – 12	–
Белки (% от ОС)	20 – 30	25	32 – 41	–
Нитраты (N, % от ОС)	1,5 – 4,0	2,5	2,4 – 5,0	–
Фосфаты (P ₂ O ₅ , % от ОС)	0,8 – 2,8	1,6	2,8 – 11,0	–
Калий (K ₂ O, % от ОС)	0 – 1	0,4	0,5 – 0,7	–
Целлюлоза (% от ОС)	9 – 13	10	–	7
Железо (не как сульфид, % от ОС)	2 – 4	2,5	–	–
Силикаты (SiO ₂ , % ОС)	15 – 20	–	–	8
pH	5 – 8	6	6,5 – 8,0	7
Карбонаты (мг/л как CaCO ₃)	500 – 1,500	600	580 – 1,100	– 8
Органические кислоты (мг/л как HAc)	200 – 2,000	500	1,100 – 1,700	–
Теплота сгорания (кДж/кг)	23 300	18 600	23 300	–

Состав осадков

Состав	Сырой осадок	Активный ил	Смесь сырого осадка и активного ила
SiO ₂	21,5 – 55,9	17,6 – 33,8	27,3 – 35,7
Al ₂ O ₃	0,3 – 18,9	7,3 – 26,9	8,7 – 9,3
Fe ₃ O ₄	4,9 – 13,9	7,2 – 18,7	11,4 – 13,6
CaO	11,8 – 35,9	8,9 – 16,7	12,5 – 15,6
MgO	2,1 – 4,3	1,4 – 11,4	1,5 – 3,6
K ₂ O	0,7 – 3,4	0,8 – 3,9	1,8 – 2,8
Na ₂ O	0,8 – 4,2	1,9 – 8,3	2,6 – 4,7
SO ₃	20 – 7,5	1,5 – 6,8	3,0 – 7,2
ZnO	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,1 – 0,3
CuO	0,1 – 0,8	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3
NiO	0,2 – 2,9	0,2 – 3,4	0,2 – 1,0
Cr ₂ O ₃	0,8 – 3,1	0,0 – 2,4	1,3 – 1,9

СОСТАВ ОСАДКОВ

Вещественный состав осадков характеризуется содержанием органических веществ – 60-75%, в том числе:

белков -- до 50%;

углеводов – до 30 %

неорганических веществ- 25-40%

Элементный состав сухой массы осадков характеризуется содержанием кальция, магния, натрия, кремния, алюминия, железа, серы, азота, фосфора, калия, тяжелых металлов (медь, никель, кадмий, хром, цинк, ртуть, кобальт и др.)

СОСТАВ ОСАДКОВ

Осадки городских сточных вод характеризуются значительным содержанием:

- жизнеспособных яиц гельминтов;
- патогенных микроорганизмов – бактерии,
- вирусы (в частности, энтеровирусы);
- простейших.

Теплота сгорания сухой массы осадков

Сырой осадок:

- сухая масса – до 20 МДж/кг;
- при влажности 70% - до 5 МДж/кг

Активный ил:

- сухая масса – до 18 МДж/кг;
- при влажности 70% - до 3,5 МДж/кг

Автотермический режим сжигания – при влажности 60-65%

Постановка проблемы

- В Республике Беларусь основное количество осадков очистных сооружений канализации размещается для подсушки на иловых площадках, которые фактически являются объектами, где производится длительное хранение данных отходов.

Постановка проблемы

- Иловые площадки являются источником долговременного химического и биологического загрязнения
- атмосферы,
- подземных вод,
- земель, включая почвы.

Повышенную опасность представляют осадки, размещаемые на иловых площадках, устроенных на естественном основании.

Постановка проблемы

- Площадь иловых площадок, на которых находятся осадки коммунальных очистных сооружений, в 3-5 раз превышает площадь полигонов твердых коммунальных отходов.
- Площадь иловых площадок, на которых осадки хранятся более 20 лет, составляет более 2000 га.
- В настоящее время в Республике Беларусь накоплено более 4 млн. тонн осадков, которые размещаются на иловых площадках.
- Инвентаризация и обследование иловых площадок, ранжирование осадков в зависимости от их состава и свойств, возможности использования и обезвреживания в республике не проводились.

Обработка осадков перед использованием

- Уплотнение и сгущение
- Стабилизация
- Обезвоживание
- Обеззараживание
- Обезвреживание
- Сушка

Основные направления переработки и использования осадков сточных вод

- в качестве удобрения, источника микроэлементов;
- для улучшения структуры и плодородия песчаных и торфяных почв;
- при рекультивации нарушенных земель и т.п.
- термохимическая переработка (сжигание, пиролиз, жидкофазное окисление, гидролиз)

Применение осадков сточных вод в сельском и городском хозяйстве в качестве удобрения и почвоулучшающей добавки

- США и Канада – до 40 %;
- Великобритания – 49-54 % (около 0,6 млн. т в год в расчете на сухое вещество);
- Франция – 66 %;
- Германия – до 41 %;
- Финляндия – 39%;
- Дания – 62%;
- Португалия - 30%;
- В среднем по странам Европейского Союза – 30 %.

Стабилизация и обеззараживание осадков

- Под стабилизацией понимают воздействие, направленное на предотвращение загнивания осадков, приводящее к изменению их физико-химических характеристик и сопровождающееся подавлением жизнедеятельности, главным образом, гнилостных бактерий и бактерий кислотного брожения.
- Обеззараживание (дезинфекция) - полное или избирательное уничтожение патогенных для человека и животных микроорганизмов.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ

- Стабилизация осадков достигается:
- минерализацией органического вещества (анаэробное метановое брожение, аэробная стабилизация, биотермическое разложение);
- изменением активной реакции среды (повышение величины рН путем введения щелочей, например, извести);
- уничтожением кислотогенных микроорганизмов нагреванием (пастеризация, тепловая обработка, термическая сушка);
- обезвоживанием осадков (удалением влаги фильтрованием и испарением);
- введением химических веществ и соединений, подавляющих развитие микроорганизмов (химические методы);
- радиационно-химической обработкой.

СТАБИЛИЗАЦИЯ

- В зависимости от принятого метода и степени обработки осадков стабилизация может быть неполной (временной) или необратимой. При минерализации органического вещества загнивание последнего возможно лишь в случае неполного распада разлагающейся его части. При стабилизации без минерализации органического вещества процесс становится обратимым при повторном увлажнении и создании условий для жизнедеятельности кислотогенных микроорганизмов.

СТАБИЛИЗАЦИЯ

- В связи с изменением физико-химических характеристик осадков стабилизация одновременно может сопровождаться:
- улучшением водоотдающей способности осадков (аэробная стабилизация, тепловая обработка, введение извести);
- существенным сокращением объема (фильтрование, испарение влаги);
- получением побочных продуктов (метана при анаэробном сбраживании);
- частичным или полным обеззараживанием (обработка известью и химическими веществами, анаэробное сбраживание, термическая обработка);
- улучшением удобрительных свойств (обработка известью, аммиаком и др.).

СТАБИЛИЗАЦИЯ

- Анаэробное сбраживание осадков сточных вод – сложный многоступенчатый биохимический процесс, скорость и полнота протекания которого зависит от многих факторов - температура, концентрация сухого вещества, степень перемешивания, нагрузка по беззольному веществу, длительность сбраживания, рН, щелочность, концентрация летучих кислот, элементов питания и токсичных веществ.
- Преимущества процесса анаэробного сбраживания заключаются в:
 - уменьшении содержания сухого вещества осадка;
 - образовании газа, пригодного для использования в качестве топлива;
 - высокой скорости отмирания патогенных организмов ;
 - образовании твердого осадка, пригодного для кондиционирования почвы;
 - относительно низких эксплуатационных затратах .

МЕТАНТЕХК



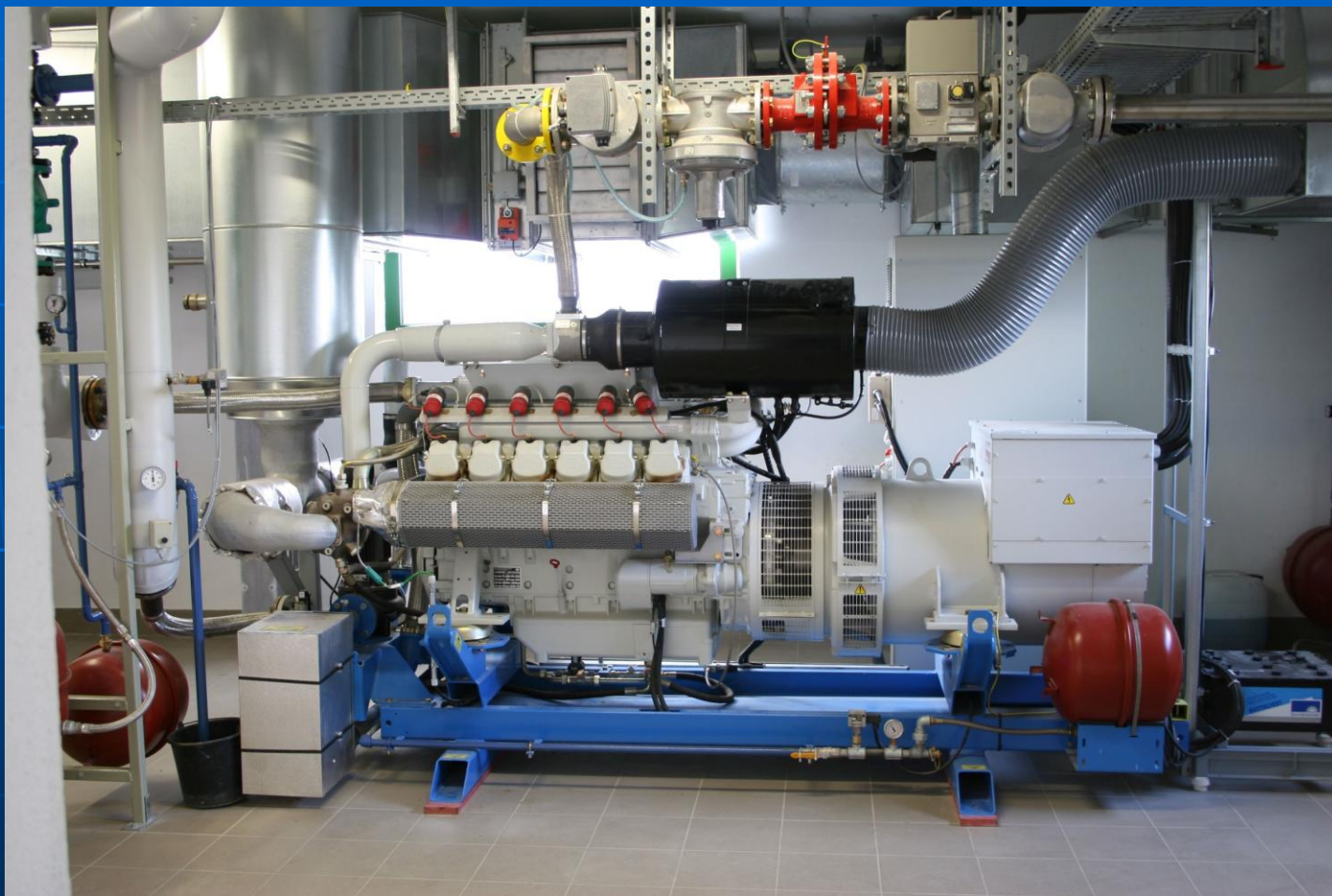
ГАЗГОЛЬДЕР



Установка анаэробной переработки



КОГЕНЕРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА



РЕАГЕНТНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ

- Из существующих реагентов наиболее часто применяют известь вследствие ее низкой стоимости.
- Эффективность действия извести зависит от того, используется она для обработки жидкого или обезвоженного осадка.
- Добавление извести в жидкий осадок увеличивает его щелочность и pH, временно останавливает кислое брожение, сопровождающееся дурным запахом.

РЕАГЕНТНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ

- Известь часто используют при уплотнении осадка, особенно сырого, что улучшает его первоначальную фильтруемость.
- Количество извести, используемое для стабилизации сырых осадков, составляет около 10% массы сухого вещества. Конкретная доза может изменяться в зависимости от состава осадка, метода обработки, температуры и продолжительности уплотнения.

Реагентная стабилизация

- Известкование осадков сточных вод одновременно позволяет существенно снизить в них содержание патогенных микроорганизмов.
- С повышением pH осадка более 11 содержание колиформ снижается с 10^9 до 10^3 шт. на 1 г сухого вещества. Сальмонеллы практически полностью исчезают при дозе извести до 30% по сухому веществу осадка.
- Развитие патогенной флоры после стабилизационной обработки известью минимально. Из всех изучавшихся микроорганизмов потенциально жизнеспособными остаются только фекальные стрептококки.

РЕАГЕНТНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ

- Для стабилизации осадков сточных вод применяют известь в разных товарных формах.
- Негашеная известь. Эта форма извести представляет собой продукт кальцинации известняка. Она содержит главным образом оксиды кальция и магния и подразделяется на три класса: – кальциевая известь с высоким содержанием кальция (85-90% CaO) и содержанием оксида магния менее 5%; – магниевая известь, содержащая 5-35% оксида магния и 60-80% CaO; – доломитовая известь, содержащая 35-40% оксида магния и 55-60% CaO.
- Гашеная (гидратированная) известь. Химический состав гашеной извести повторяет состав негашеной извести, из которой ее получают. Кальциевая гидратированная известь отличается высоким содержанием оксида кальция до 72-74% и содержанием воды 23-24% в химической комбинации с оксидом кальция. Состав обычной доломитовой гидратированной извести следующий: 46-48% оксида кальция, 33-34% оксида магния и 15-17% связанной воды.

Биотермическая обработка осадков сточных вод

- Компостирование позволяет существенно сократить расходы на обеззараживание осадков и улучшить их санитарно-гигиенические показатели (вследствие гибели болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов и личинок мух).
- В процессе жизнедеятельности аэробных микроорганизмов происходит потребление и расход органических веществ, поэтому биотермический процесс наиболее эффективен при компостировании сырых несброженных осадков.
- Возможно применение процесса биотермической обработки в сочетании с анаэробным сбраживанием осадков в мезофильных условиях.

Компостирование

- Для создания пористой структуры осадка, достижения требуемой влажности и необходимого соотношения углерода и азота, обеспечивающих проведение биотермического процесса в аэробных условиях, осадок смешивают с наполнителем. В качестве разрыхляющей и влагопоглощающей добавки используют размолотую древесную кору, листья, солому, древесные опилки, торф, сухой осадок и другие подобные компоненты.

Компостирование

- Процесс компостирования состоит из двух фаз. Первая фаза продолжается в течение 1 -3 недель и сопровождается интенсивным развитием микроорганизмов, а температура осадка повышается до 50-80° С. При этом происходит обеззараживание осадка и сокращение его массы.
- Вторая фаза — созревание компоста – более длительная. Она продолжается от двух недель до 3-6 мес. и сопровождается развитием простейших и членистоногих организмов, понижением температуры до 40°С и ниже. Повышение температуры окружающего воздуха интенсифицирует процесс разложения органических веществ.

Компостирование

- Для процесса компостирования важным фактором является поступление в компостируемую массу осадка кислорода воздуха. Стехиометрическая потребность кислорода для осуществления процесса в среднем составляет 1-1,5 кг кислорода на 1 кг органического вещества. Такое количество воздуха необходимо для начала процесса в первые 3-6 суток и достижения температуры, достаточной для обеззараживания. В последующие периоды потребность в воздухе определяется также и необходимостью удаления из осадка влаги.

Компостирование

- Для равномерного прогревания и обеспечения микроорганизмов воздухом в период компостирования требуется 2-3-разовое перемешивание компостируемой массы. В зависимости от состава осадка, продолжительности и условий компостирования количество органических веществ сокращается на 25-40%.
- В результате проведения процесса биотермической обработки получают компост в виде сыпучего материала влажностью 40-50%. Готовый компост не имеет запаха, не загнивает и является хорошим удобрением.

Компостирование

Применяются различные способы компостирования осадков:

- компостирование грядами;
- -компостирование статическими кучами;
- механическое компостирование.

Основные операции процесса во всех системах компостирования полностью аналогичны.

Компостирование

■ Компостирование грядами.

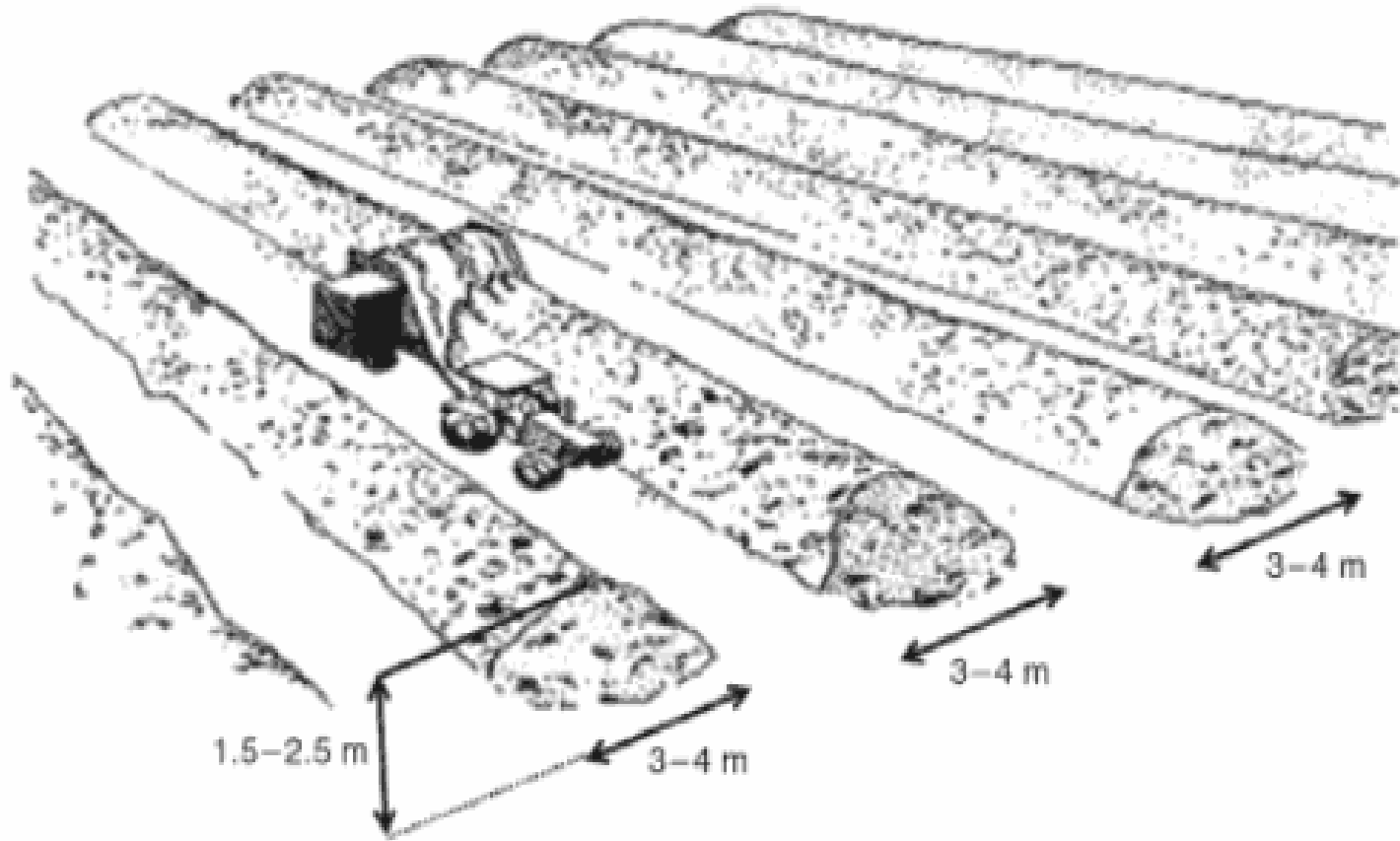
Процесс компостирования грядами проводится на открытых площадках с естественной вентиляцией и периодическим ворошением смеси для обеспечения аэробных условий. Смесь осадка с добавками размещается в грядах треугольного сечения обычно с основанием от 1,8 до 4,6 м и высотой от 0,9 до 1,5 м.

Гряды ворошат компостной машиной не менее одного раза в сутки в течение трех недель или дольше, в зависимости от погоды и эффективности компостирования. В дождливые периоды ворошение приостанавливают до высыхания поверхностного слоя гряды.

■ Компостирование статическими кучами.

Этот способ получил наибольшее распространение. Отличие его от компостирования грядами заключается в формировании неподвижных куч (штабелей) на площадках с водонепроницаемым покрытием (асфальтированных или бетонных).

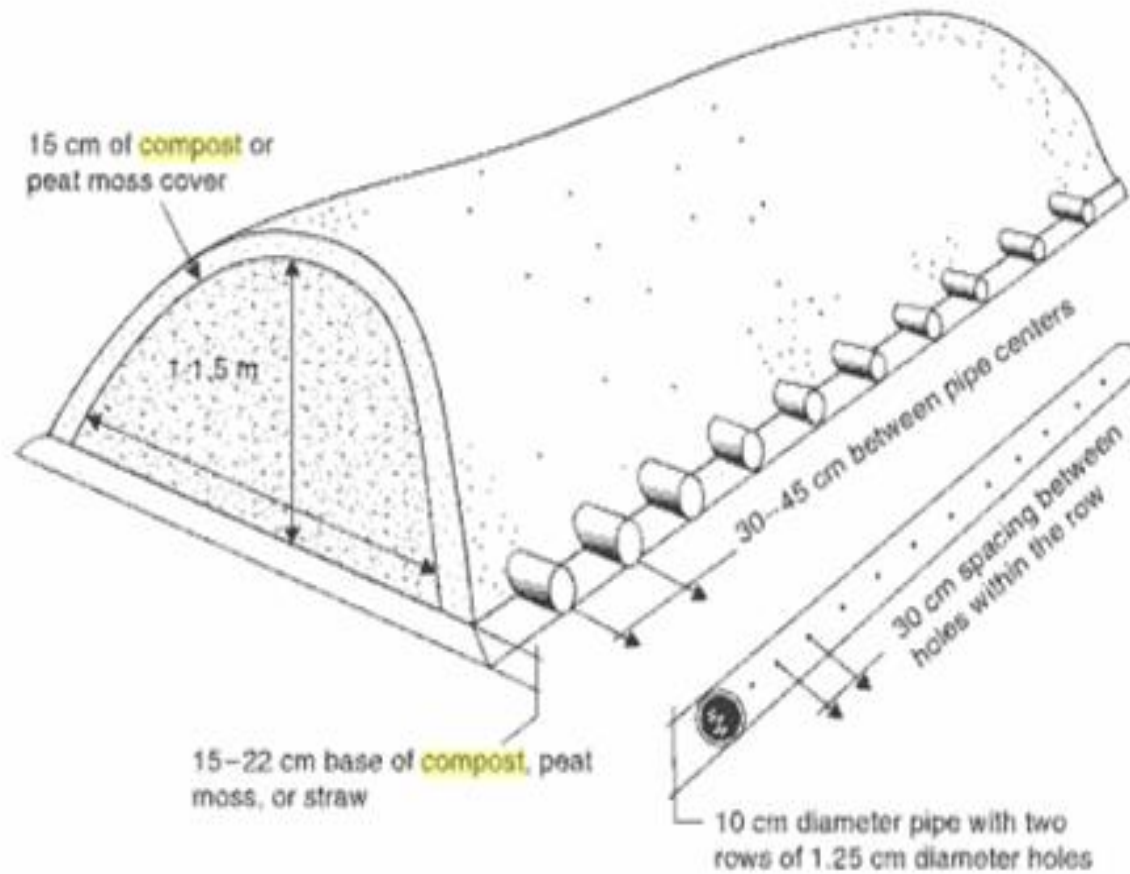
КОМПОСТИРОВАНИЕ



Компостирование

- Штабели насыпаются трапециевидной формы с использованием средств механизации, например, козлового крана или бульдозера-экскаватора. Высота штабеля до 3-5 м, ширина понизу до 6 иногда до 12 м, длина не ограничивается. В основание штабеля укладывают перфорированные трубы диаметром до 100-200 мм с размером отверстий до 8-10 мм. Расход воздуха принимается 10-25 м³/ч на 1 т органического вещества смеси. Воздух подается воздуходувной установкой или отсасывается вентилятором. По контуру площадки устанавливают лотки для сбора поверхностного стока. Технологический режим предусматривает укрытие компостируемой массы безопасным в санитарном отношении материалом, например, готовым компостом слоем в 20 см и более. Покрытие служит для предотвращения размножения мух и грызунов и, кроме того, обеспечивает теплоизоляцию обезвреживаемой массы.

КОМПОСТИРОВАНИЕ



Компостирование

- Механическое компостирование. В качестве основного оборудования для осуществления этого способа биотермической Обработки осадков используются разнообразные конструкции реакторов-смесителей. Для перемешивания компостной смеси во многих конструкциях используют шнековые смесительные устройства. Аэрация смеси может осуществляться как естественным способом (в открытых реакторах), так и принудительно с помощью вентиляторов. Продолжительность процесса компостирования в механизированных реакторах – смесителях в среднем 7 суток.

Компостирование

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ КОМПОСТИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

- **Содержание**
- 1. Общая характеристика производства и производимой продукции
- 2. Характеристика исходного сырья, материалов, реагентов и полупродуктов
- 3. Описание технологического процесса и схемы производства
- 4. Нормы технологического режима, контроль производства и управление технологическим процессом
- 5. Материальный баланс, нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов
- 6. Энергообеспечение производства
- 7. Основные положения пуска и остановки производства
- 8. Безопасная эксплуатация производства
- 9. Охрана окружающей среды
- 10. Спецификация технологического оборудования
- 11. Технологическая схема производства (графическая часть)
- 12. Перечень обязательных инструкций и технических документов

Вермиокомпостирование

- Метод, основанный на использовании вермикультуры **черви**). Активный ил, наряду с навозом крупного рогатого скота (КРС), наиболее ценный субстрат для вермиокомпостирования. Использование ОСВ в качестве сырья для вермиокомпостирования имеет большие перспективы

Вермиокомпостирование

Обнаружено, что **черви** лучше всего растут и размножаются на субстрате, состоящем из: осадка сточных вод (40%), из бишрота или кукурузной шелухи (30%), свиного навоза (20%) и некондиционных бакпрепаратов (10%). Переработку проводят в течение 6 мес., обеспечивая полив и регулярную подкормку **червей**. За время вермиокомпостирования происходит разложение органического вещества отходов, они обеззараживаются, обогащаются ферментами и легкоусвояемыми для растений минеральными веществами. **Биогумус**, полученный из отходов, содержит в оптимальном соотношении необходимые растениям питательные вещества, обогащен гуминовыми веществами (до 27%), характеризуется высокой биологической активностью