

## **Проблемы образующихся, на сооружениях очистки сточных вод, иловых осадков, методы их обработки с получением уникального органо-минерального продукта**

В последнее время на нашу Планету обрушиваются природные и техногенные катастрофы: землетрясения, наводнения, снегопады, засухи унося миллионы жизней людей. Стоит задуматься, к чему призывает нас природа?

За последние два столетия Человечество далеко шагнуло в развитии науки и техники, но, упиваясь своими победами, мы забыли об основных Законах природы. Во всех сферах своей жизнедеятельности человек постоянно использует биологические ресурсы, и в связи с интенсивным ведением своего хозяйства, стремительно растет их дефицит. Жизненно необходимые органические вещества, потребляются в огромных количествах, соответственно растут отходы, но ничто не исчезает бесследно и ничто не появляется вновь, именно поэтому в настоящее время остро становится проблема переработки отходов и, в то же время, воспроизводства органических природных ресурсов.

Как, известно, в настоящий момент у производителей сельскохозяйственной продукции остро встает вопрос о том, где найти высококачественные и в тоже время экологически чистые удобрения которые к тому же будут рентабельны в использовании. Таким удобрением до последнего времени являлся навоз. Тем не менее, сейчас в зарубежных странах начала проявляться тенденция к использованию отходов очистки бытовых сточных вод. Так, в частности, по данным всемирной организации ЮНЕП, положительный опыт такого использования был проведен в Египте (1995год). В результате реализации Проекта очистки сточных вод Большого Каира при обработке стоков ежегодно будет производиться до 0,4 млн.т ила или биогенного материала.

Но в нашей стране такой опыт был известен и давал отличные результаты уже раньше, чем его приняли на вооружение в странах дальнего и ближнего зарубежья. Используемая при этом схема обработки получаемого продукта не давала гарантий полной безопасности его использования. Так в частности, не проводилась полная дегельминтизация и обеззараживание, влажность продукта составляла 58-82%, что делало его неудобным в транспортировке и использовании, а также получение продукта сопровождалось и сопровождается высокими трудо- и энергозатратами, что делало его нерентабельным в использовании.

В каждом городе, в обязательном порядке, предусматривается станции биологической очистки сточных вод, но их большинство не отвечает современным требованиям по очистке сточных вод, а переработке илового осадка и того уделяется меньше внимания. Проблема обработки иловых осадков действующих и вновь строящихся комплексов очистных сооружений имеет два основных

аспекта: технологический, обусловленный неэффективностью существующих схем, в которых отсутствуют сооружения по санитарному обезвреживанию, и стабилизации образующегося осадка; социально-экологический, выраженный в потере ценнейших земель под складирование не стабилизированного осадка, что приводит к загрязнению почвы, распространение неприятных запахов, накапливанию солей тяжелых металлов, а также к распространению негативного микробиологического и газового фона, который отрицательно влияет на здоровье окружающей среды и человека.

Появляется неотложная необходимость в эффективных методах, так как существующие комплексы имеют, в большинстве своем, сооружения по обработке осадка, в составе: иловых насосных станций, метантенков или аэробных стабилизаторов, цехов механического обезвреживания, иловых площадок.

Образующийся сырой осадок и избыточный активный ил, в результате механической и биологической очистки сточных вод, подается на обработку, не обеспечивающую его полную безопасность, затем складывается на иловых картах, занимая не только огромные территории опасными отходами, но и создавая реальные предпосылки к серьезным эпидемиям, например, формы 30, тифа, паратифа и др. так как в летний период большая концентрация патогенной микрофлоры находящейся в осадке может выполнить роль экологической бомбы.

В своем составе осадки, содержат органические и минеральные компоненты. Осадки различают:

Сырые осадки - образующиеся в процессе первичного отстаивания, осветления сточной воды на этапе механической очистки в первичных отстойниках. Они в основном представляют собой студенистую вязкую суспензию с большим количеством органических веществ, которые быстро подвергаются гниению и имеют резкий, неприятный гнилостный запах.

- вторичные - осадки, образуемые после биологической очистки это активный ил, состоящий из микроорганизмов и простейших, выносимый потоком сточных вод после аэротенков, эти осадки образуются во вторичных отстойниках. Структура вторичных осадков хлопьевидная, бурого цвета с речным запахом.

Из сточных вод, в результате очистки в первичные и вторичные осадки переходит множество загрязняющих веществ, вследствие чего обработка, удаление и утилизация осадков представляют очень сложную проблему, но в тоже время в осадках присутствует колоссальное количество органических, минеральных веществ и микроэлементов, так необходимых сельскому хозяйству! Но необработанных осадках находится огромное количество микроорганизмов, главным образом фекального происхождения, многие из которых являются патогенными, представляющими потенциальную опасность для человека.

Для обработки илового осадка существуют различные методы, но последовательность обработки, для доведения иловых осадков до возможности

утилизации должна осуществляться по следующей схеме: исходный осадок – стабилизация – обеззараживание – обезвоживание – утилизация.

Стабилизация осадка является самой необходимой стадией при обработке осадков. Процесс стабилизации должен обеспечивать обезвреживание, обеззараживание и стабильность иловой массы. Известно несколько способов стабилизации – анаэробное сбраживание в метантенках в анаэробных условиях, реагентная, биотермическая обработка, тепловое кондиционирование осадков, сжигание, аэробная стабилизация.

Исторически сложилось, что при строительстве очистных сооружений в 50-70 годы в России предпочтение отдавалось метановому сбраживанию так как виделось в этом способе обработки самый лучший результат полученного илового осадка.

*Анаэробное сбраживание осадков* - двухступенчатый, сложный биохимический процесс, зависящий от многих физических (температура, концентрация сухого вещества, степень перемешивания, нагрузка по беззольному веществу, длительность сбраживания) и химических (рН, щелочность, концентрация летучих кислот, элементов питания и токсичных веществ) факторов.

На первой ступени факультативные микроорганизмы, называемые кислотообразующими бактериями, превращают сложные органические вещества осадочного субстрата (белки, углеводы, жиры) в простые органические жирные кислоты путем гидролиза и ферментативного расщепления.

На второй ступени - строго анаэробные микроорганизмы, называемые иногда метанообразующими, превращают органические кислоты в метан, диоксид углерода и другие газы, присутствующие в малых (следовых) количествах. Процесс метанового сбраживания достигает до 30 суток.

Один из факторов процесса анаэробного брожения Температура. Можно выделить три температурные зоны анаэробного сбраживания:

криофильная зона - температура осадка ниже 10°C;

мезофильная зона - температура осадка в интервале 10-42°C;

термофильная зона- температура осадка выше 42°C.

В основном широко применяется у нас и за рубежом мезофильный процесс сбраживания, так как термофильные условия оказались неэкономичным из-за высокой потребности в энергии, а также нестабильной эксплуатации метантенков. При высоких температурах. термофильного процесса, обеспечивается уничтожение патогенных микроорганизмов, высокая скорость распада, более высокий выход газа.

Проблемы процесса метанового сбраживания:

Газы брожения взрывоопасны при объемном отношении их к воздуху 1:5-1:15. Имеется много случаев взрыва газа на действующих станциях, так например в 1972 году был большой взрыв на Курьяновской станции аэрации г.Москва.

После этого инцидента, метановое сбраживание у нас в стране на время перестало быть панацеей обработки осадка.

При метановом сбраживании также может получиться и горючая смесь. Она не так опасна, как взрывчатая смесь, так как ее можно потушить. Однако известны несчастные случаи, связанные с мгновенным возгоранием газов. Из неблагоприятных компонентов газов брожения наиболее серьезным является сероводород. Который при концентрации 2000 мг/л - дает немедленную смерть, смерть за 30 мин - при концентрации 600-1000 мг/л.

По мимо опасных свойств, полученный газ обладает высоким коррозионным действием на оборудование преобразования энергии, это требует введения в схему очистки газов многоступенчатых дорогостоящих скрубберов, сухих или мокрых.

После анаэробного сбраживания полученный иловый осадок богат гумусом, но имеет – текучую структуру, запах резиной, сургучом или асфальтом, цвет – черный, обезвоживание затруднено из-за коллоидной структуры осадка применять его для сельского хозяйства весьма затруднительно из за высокой влажности.

*Стабилизация известью* — эффективный альтернативный, резервный метод обработки осадка, позволяющий при необходимости:

- обеспечить аварийный способ обработки осадка в период, когда в сооружениях, предназначенных для основного вида обработки, анаэробного сбраживания или аэробной стабилизации, проводится ремонт;

- расширить существующие сооружения, например, по анаэробному сбраживанию или аэробной стабилизации, сжиганию или тепловой обработке, если обнаруживается недостаток в источнике тепла или количество осадка оказывается больше ожидавшегося по проекту;

- расширить существующие или построить новые сооружения с целью более глубокого обеззараживания осадков и уничтожения неприятного запаха.

Установлено, что стабилизация известью — эффективный способ уничтожения запаха осадков. Развитие патогенной флоры после стабилизационной обработки известью минимально. Из всех микроорганизмов потенциально жизнеспособными остаются только фекальные стрептококки. Концентрация патогенных организмов в осадках, стабилизированных известью, в 10-1000 раз меньше, чем в осадках, сброженных в анаэробных условиях (термофильным методом).

Количество извести, используемое для стабилизации сырых осадков, составляет около 10% массы сухого вещества. Доза может изменяться в зависимости от состава осадка, метода обработки, температуры и продолжительности уплотнения. После обработки известью жидкий осадок не может храниться долго, потому что с течением времени восстанавливается способность к брожению, щелочная буферность среды снижается. Обработка

известью обезвоженных осадков оказывает более длительный эффект. Чем меньше содержание воды в осадке, тем более он устойчив к развитию процессов кислого брожения.

Обработка известью проводится в резервуаре-смесителе, в который подается известковое молоко для доведения рН осадка до 11-12. Продолжительность пребывания осадка в этом резервуаре обычно составляет 2 ч. После этого осадок подвергается гравитационному уплотнению. Отделенную иловую воду сбрасывают перед первичными отстойниками.

Хранение извести на очистных сооружениях рекомендуется осуществлять в обвалованных накопителях.

При обработке вначале осадок имеет интенсивный запах, и этот запах еще усиливается при включении системы перемешивания осадка воздухом например. Когда значение рН осадка увеличивается, то собственный запах осадка замаскировывается запахом выдуваемого аммиака. Запах аммиака - очень интенсивен при обработке сброженного осадка и даже может вызывать раздражение органов дыхания. В процессе обработки известью осадки приобретают неприятный, затхлый запах.

Осадок, стабилизированный известью, пригоден для использования в сельском хозяйстве. Однако осадок после такой обработки содержит меньше растворенных фосфатов, азота, аммиака, общего азота, а также общего количества сухого вещества, чем сброженный первичный осадок или его смесь со вторичным осадком.

Недостатки данного метода – относительно малые количества обрабатываемого осадка, затраты на приобретение извести, необходимость организации реагентного хозяйства, невозможность доведения до полного стабильного состояния илового осадка.

*Биотермический процесс* разложения органических веществ осадков (компостирование), осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов с целью стабилизации, обеззараживания и подготовки осадков к утилизации.

Компостирование позволяет сократить энергетические расходы на стабилизацию осадков и улучшить их санитарно-гигиенические показатели. 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.

Процесс компостирования эффективно идет при влажности осадков, не превышающей 60-80%.

Для создания пористой структуры осадка, достижения требуемой влажности обеспечивающих проведение биотермического процесса в аэробных условиях, осадок смешивают с наполнителем. В качестве добавки используют размолотую

древесную кору, листья, солому, древесные опилки, торф, сухой осадок и др.

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.

Для процесса компостирования, важным фактором является поступление в компостируемую массу осадка кислорода воздуха 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.

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 сыпучей массы влажностью 40-50% в течении 1 года. Готовый компост не имеет запаха, не загнивает и является хорошим удобрением с возможностью применения для сельского хозяйства.

Проблемы данного метода заключаются в длительности, трудоемкости процесса, невозможности организовать широкомасштабное применение, компостированию осадок, который должен пройти стадию обезвоживания.

*Система теплового кондиционирования осадков* заключается в нагревании жидкого осадка до температуры около 70-100°С что приводит к гибели яиц гельминтов и отмиранию патогенных микроорганизмов. При термическом режиме 52-56°С в течение 5 мин. погибает основная часть патогенной микрофлоры, при температуре 62-74°С в течении 30 мин отмирают вирусы. Поэтому термическая пастеризация является обязательной стадией обработки осадка прошедшего, термофильное сбраживание, аэробную стабилизацию, особенно при дальнейшей утилизации осадка.

Технологическая схема для непрерывной пастеризации жидких осадков состоит из двухступенчатого теплообмена сначала в первом теплообменнике, а затем во втором. Установка позволяет осуществлять непрерывную пастеризацию осадка при температуре 65°С в течение 30 мин в трубчатых теплообменниках. В качестве теплоносителя можно использовать горючие газы или пар, применяя конструкции аппаратов погружного горения. Такая обработка должна сопровождаться обезвоживанием, так как если осадок долго хранится без

обезвоживания, в нем повторно увеличивается число санитарно-показательных форм микроорганизмов.

Также, как вариант, для термического кондиционирования жидких осадков используются аппараты с непосредственным контактом теплоносителя. Для этого используются погружные горелки и нагреватели со встречными струями, обеспечивающие барботажный нагрев осадков. В процессе такого нагревания происходит перемешивание сред со скоростью, труднодостижимую при механическом способе.

Отрицательным явлением теплового кондиционирования осадков это появление жидких и газообразных побочных продуктов, вызывающих неприятные запахи в месте расположения оборудования. Выделяемые газы необходимо улавливать методами сжигания, адсорбции или мокрой очистки (или же комбинацией этих методов), что является достаточно затратным этапом.

Также образуется сбросная жидкость ("бульон"), содержащая растворенные вещества после тепловой обработки осадков, отделяющиеся от твердой фазы при обезвоживании.

Состав жидкости от тепловой обработки осадков изменяется в широких пределах, но обычно ведет к увеличению концентрации растворенных органических веществ в «бульоне». Обычно при тепловой обработке можно ожидать растворения от 40 до 70% биомассы осадка. «Бульон», в основном сбрасывают на механическую очистку, чем заметно увеличивают нагрузку на основные сооружения.

*Установки сжигания осадков* - многочисленные обследования, действующих установок сжигания иловых осадков сточных вод показали, что все они в той или иной мере даже при самой высокой организации очистки дымовых газов выделяют полихлорированные диоксины, полихлорированные дибензофураны, СО и NO.

Удаление из дымовых газов полихлорированных диоксинов и полихлорированных дибензофуранов при мокрой очистки затруднено из-за их гидрофобности. Поэтому для гарантированной очистки дымовых газов от диоксинов и фурановых соединений должна предусматриваться финишная адсорбционная очистка, способствующая также очистке дымовых газов от тяжелых металлов, всегда присутствующих в осадках сточных вод (ртуть, хром, никель, кадмий, цинк, медь, свинец). Это значительно усложняет и не дает возможности эффективно вести очистку дымовых газов. Исходя из высокой производительности, предлагаемая установка будет представлять собой практически неуправляемое промышленное предприятие со всей необходимой инженерной, энергетической и подсобно-вспомогательной инфраструктурой, которую, очевидно, придется создавать дополнительно. Несомненно, что для эксплуатационного и ремонтного обслуживания установки необходимы будут значительное количество обслуживающего персонала.

Отходами сжигания осадка будут являться зола в количестве от 10 до 20% от веса сухого осадка (в зависимости от степени минерализации осадка) и отходы системы очистки дымовых газов, относящиеся ко второму классу опасности из-за наличия в них соединений серы, фосфора, фтора, тяжелых металлов и диоксинов. Для захоронения этих отходов требуется организация специального полигона захоронения токсичных промышленных отходов, отвечающих специальным требованиям. При этом золу, необходимо хранить в затаренном виде ввиду сложности организации открытой засыпки из-за сильного пыления. Это может свести на нет эффект многократного снижения объема хранения осадка в результате его сжигания и потребует дополнительной организации затаривания золы (а это дополнительные капитальные затраты, увеличение обслуживающего персонала, расход тары).

Следует отметить, что за последние годы в странах Европы и Азии закрылись многие установки по сжиганию промышленных отходов (в том числе отходов очистки сточных вод). Причины закрытия экономические (непомерно высокие эксплуатационные затраты) и экологические (ужесточение требований к очистке дымовых газов), согласно Киотского протокола, поэтому фирмы, занимающиеся производством установок сжигания, усиленно предлагают их Греции, России, Китаю, странам СНГ и третьего мира.

В странах Европы уходят от технологии сжигания осадков сточных вод и переходят на технологии обработки осадков, позволяющих получить из них товарные продукты с минимизацией эксплуатационных затрат.

*Аэробная стабилизация осадков сточных вод* - процесс окисления эндогенных и экзогенных органических субстратов в аэробных условиях. В отличие от анаэробного сбраживания аэробная стабилизация протекает в одну стадию с получением  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , и  $\text{NH}_3$ , с дальнейшим окислением  $\text{NH}_3$  в  $\text{NO}_2$ .

Аэробной стабилизации может подвергаться неуплотненный и уплотненный избыточный активный ил из вторичных отстойников, а также смесь с осадком первичных отстойников.

При стабилизации только активного ила процесс можно рассматривать как завершающую ступень очистки сточных вод, когда при минимуме растворенных питательных веществ происходит самоокисление клеточного вещества микроорганизмов. В этом случае продолжительность стабилизации ила связана с его возрастом. Чем больше возраст ила, тем короче период стабилизации.

При стабилизации смеси ила с осадком происходит выделение ферментов, катализирующих окисление экзогенных субстратов осадка. Степень распада органического вещества и продолжительность процесса зависят от соотношения количеств сырого осадка и активного ила, концентрации органических веществ, интенсивности аэрации, температуры и пр. Процесс аэробной стабилизации обычно происходит при температуре от 10 до 42 °С и затухает при температуре менее 8 °С. Степень распада органических веществ изменяется в среднем от 10 до



50 %. В процессе аэробной стабилизации при мезофильных температурах наблюдается снижение содержания кишечной палочки и других патогенных бактерий и вирусов на 70-90%, однако при этом яйца гельминтов не погибают.

Продолжительность процесса - 2-5 сут. для неуплотненного ила, 6-7 сут. для смеси неуплотненного ила и осадка из первичных отстойников и 8-12 сут. для смеси уплотненного ила и осадка.

За счет тепла, выделяющегося в стабилизаторах, при определенных условиях температура может достигать до 50-60 °С, что соответствует термофильному режиму. Термофильная стабилизация по сравнению с мезофильной обладает рядом преимуществ. Главными из них являются увеличение глубины разложения органического вещества, большая скорость процесса, улучшение в последствии седиментационных и фильтрационных характеристик илового осадка, а также стерильность обработанного осадка, гибель семян сорняков.

Аэробная стабилизация осадков проводится обычно в сооружениях типа аэротенков глубиной 3-5 м.

Отстаивание и уплотнение аэробно стабилизированного осадка производится в течение 1,5-5 ч в отдельно стоящих илоуплотнителях. Влажность уплотненного осадка 96,5-98,5%. Иловая вода возвращается в аэротенки.

Одной из разновидностей аэробной стабилизации является *метод ферментно-кавитационного воздействия*. Процесс идет при обработке смеси избыточного ила и сырого осадка в соотношении примерно 1:3 соответственно.

Ферментно-кавитационный метод прост и безопасен в эксплуатации. К преимуществам метода можно отнести сокращение времени стабилизации до 6-12 часов, отсутствие неприятного запаха, низкую концентрацию по БПКп возврата надильной воды (до 100 мг/л), что дает возможность ее безболезненной подачи в голову сооружений, причем, надильная вода не только не ухудшает основной процесс очистки сточной воды, но и является его улучшителем, за счет насыщенности ее ферментами. После обработки, указанным методом, на выходе получается биологически стабильный осадок (рис 1,2), не имеющий неприятного запаха, обеззараженный (с полной дегельминтизацией в том числе и яиц гельминтов), имеющий в последствии, высокую степень влагоотдачи, что дает возможность обезвоживать его, как в естественных условиях на иловых картах в течении 3-6 месяцев (в зависимости от температуры окружающей среды) до 65-70% влажности, так и с использованием механического обезвоживания.

После обезвоживания осадок представляет собой сыпучий, негигроскопичный продукт, при попадании атмосферных осадков не теряет своей рыхлой торфяной структуры и не превращается в липкую грязь, имеет запах реки и бурый цвет (рис.3,4).



Рис. 1. Иловые карты с осадком  
влажностью 95-98%



Рис. 2. Иловая карта с осадком  
влажностью 80-85%



Рис. 3. Иловый осадок сточных вод  
влажностью 55-60%, обезвоженный на  
иловых картах



Рис. 4. Складирование обезвоженного  
илового осадка 55-60% влажности в  
буртах, для дальнейшей погрузки и  
транспортировки на поля

Для проведения процесса обработки илового осадка используются вертикальные сооружения (9-18 м высотой и 2,5-5 м диаметром), насосное оборудование, аэрационные системы (оксиджеты) эжекторного типа, генераторы кавитации низкой интенсивности (турбоджеты) (рис 5,6,7).



Рис. 5.  
Сооружения по обработке  
илового осадка  
вертикального типа



Санитарно-  
эпидемиологическое  
заключение Федеральной  
службой по надзору в  
сфере защиты прав  
потребителей и  
благополучия человека



Сертификат соответствия  
на комплексные  
сооружения и установки с  
товарным знаком  
«Экотор»



Рис. 6. Турбоджет



Рис. 7. Оксиджет

Процесс основан на аэробном методе с использованием ферментно-кавитационного воздействия на смесь сырого осадка с избыточным активным илом и включает интенсивную аэрацию, с доведением концентрации кислорода в иловоздушной смеси до 9-11 мг/л и обработку смеси кавитацией низкой интенсивности в емкостях реакторов, что обеспечивается многократной циркуляцией обрабатываемой смеси группой насосов. Стабилизация осадка проходит в течение 6-12 часов, в зависимости от концентрации ХПК исходной сточной воды, затем иловая смесь уплотняется. После окончания процесса уплотнения, надильная вода подается в голову сооружений, а осадок обезвоживается на иловых площадках или при помощи механического обезвоживания.

Испытания показали, что процесс обезвоживания осадка, механическим обезвоживанием, обработанного предлагаемым методом, экономичней по сравнению с осадком, обработанным в анаэробных условиях, так как за счет высокой влагоотдачи количество необходимых реагентов, снижается на 80-90%.

Процесс переработки илового осадка проходит в два этапа. Органическое вещество сырого осадка метаболизируется активным илом, что приводит к уменьшению массы сырого осадка и приросту биомассы активного ила, затем, по окончании полного метаболизма осадка с активным илом, происходит его глубокое окисление кислородом воздуха при высоких концентрациях и протоплазмой клеток микроорганизмов, разорвавшихся под действием кавитацией низкой интенсивности, в результате чего, обеспечивается экзо- и эндо-ферментное окисление, это приводит к уменьшению органического вещества в смеси. Оставшееся органическое вещество остается стабильно.

Также наблюдается снижение скорости потребления кислорода, связанное с распадом органических компонентов в смеси, которые обуславливают коллоидную структуру и высокое удельное сопротивление фильтрации - определяющие параметры последующего обезвоживания осадка. Окисление этих компонентов приводит к разрушению коллоидной структуры осадка и значительно снижает удельное сопротивление фильтрации, обуславливающее в последствии высокую влагоотдачу и негигроскопичность осадка. Последующая аэрация и воздействие кавитации низкой интенсивности, приводит к отмиранию оставшихся бактериальных клеток, сопровождающееся снижением биомассы активного ила и повышению его зольности.

Температура смеси в емкостях обеспечивается за счет собственной экзотермической реакции и постоянно поддерживается в пределах 25 - 40°C;

Основными параметрами контроля работы обработки осадков являются: величина дегидрогеназной активности (ДАИ) удельное сопротивление, влажность, зольность осадка, иловый индекс.

Ферментно-кавитационный метод, дает качественного иное протекание аэробного процесса стабилизации илового осадка с образованием различных форм гуминовых веществ - способствующих созданию устойчивых групп комплексонов для связывания ионов тяжелых металлов путем перевода их из подвижной в неподвижную форму, уменьшение беззольного вещества до 50 %.

К преимуществам данного метода относится так же его возможность в применении как на действующих комплексах очистных сооружениях, так и на вновь строящихся схемах биологической очистки сточных вод.

С применением аэробно-кавитационного метода обработки иловых осадков успешно решаются следующие задачи:

- обеспечение экологической и санитарной безопасности очистных сооружений - полное подавления жизнедеятельности микроорганизмов,

участвующих в процессе биологической очистки, уничтожение болезнетворных микроорганизмов и дегельминтизация обрабатываемого илового осадка, включая и уничтожение яиц гельминтов;

- перевод вновь обрабатываемой иловой смеси и ранее депонированного илового осадка из класса опасных отходов 2-3 класса до безвредного природного состояния – 5-го класса опасности с получением полезного народнохозяйственного продукта отвечающего Российскому Государственному сертификату соответствия.

- устранение неприятного запаха на территории и за пределами очистных сооружений, в том числе на территории иловых площадок. Налив, обработанного илового осадка ферментно-кавитационным методом на уже заполненные иловые карты осадком обработанным классическими методами позволяет значительно сократить его объем, за счет того, что ферменты продолжают работать и после подачи осадка на иловые карты, они перерабатывают старый осадок, что ведет к увеличению влагоотдачи и отделения воды от осадка и как следствие, уменьшение его объема. Структура старого осадка становится также торфообразной, что обеспечивает значительное сокращение существующих площадей под складирование осадка.

- перевод солей тяжелых металлов в безопасное природное состояние.

-увеличение окислительной мощности за счет комплексного физико-химического воздействия на биологические процессы, и как следствие этого, сокращается время обработки осадка в 4 - 8 раз а также сокращается расход энергии за счет исключения подачи тепла и пара на подогрев осадков.

Таким образом, предлагаемый метод, по сравнению с существующими, выгодно отличается тем, что из опасных отходов илового осадка в результате их аэробной ферментно-кавитационной обработки, получается безвредный, полезный народнохозяйственный продукт (рис.8).



Рис. 8. Сертификаты соответствия на органо-минеральный продукт из иловых осадков сточных вод переработанного ферментно-кавитационным методом

Таблица 1.

Результаты контроля показателей илового осадка.

Контролируемые показатели	Ед. измерения	Знач. по НТД	Фактические значения
рН солевой	ед.	5,5-8,5	6,7
Влага	%	< 82	35
Орган.вещество	%	> 20	15
Азот общий	%	> 1,0	2,54
Фосфор общий	%	> 4,0	4,2
Калий общий	%	> 0,3	1,25
Сера подвижная	мг/кг	не норм.	1950
Медь подвижная	мг/кг	не норм.	8,2
Цинк подвижный	мг/кг	не норм.	35,0
Кобальт подвижный	мг/кг	не норм.	0,18
Марганец подвижный	мг/кг	не норм.	56,5

Таблица 2.

Результаты контроля осадка на количество тяжёлых металлов

Контролируемые показатели	Ед. измерения	Знач. по НТД	Фактические значения
Свинец	мг/кг	1000	68,0
Кадмий	мг/кг	30	30,0
Цинк	мг/кг	4000	684,3
Медь	мг/кг	1500	137,1
Ртуть	мг/кг	15,0	0,10
Кобальт	мг/кг	не норм.	6,10
Мышьяк	мг/кг	20,0	2,3
Марганец	мг/кг	2000	390,0
Никель	мг/кг	400	136,9
Фтор	мг/кг	10,0	1,20
Радий-цезий (излучение)	мг/кг	не норм.	10,8

На основании исследований Центров Росстандарта и Россанэпиднадзо-ра (с выдачей сертификата соответствия) обезвоженный осадок после биологической очистки бытовых сточных вод по усовершенствованным технологиям характеризуется данными таблиц 1 и 2. В качестве базы сравнения при исследованиях использованы следующие нормативно-технические документы (НТД):

- ГОСТ Р 17.4.3.07 - 2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений;
- СанПиН 2.1.7.573 - 96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения;
- СанПиН 2.3.2.560 - 96. Технические требования к нетрадиционным видам органических удобрений;
- ведомственные документы Минздрава РФ.

Наиболее важным результатом внедрения новых технологий обработки иловых осадков являются заключение Центров Россанэпиднадзора:

- а) патогенная флора не обнаружена;
- б) яиц, личинок гельминтов, опасных для здоровья человека, не обнаружено.

Результаты контроля, показателей обезвоженного до влажности 40-60 % илового осадка, подтверждённые органом по сертификации Госстандарта, свидетельствуют - наличие в осадке органического вещества (15 %), общего азота (2,54 %), общего фосфора (4,2 %), общего калия (1,25 %) и других питательных веществ.