**Тема 3.3. Утилизация осадков сточных вод**

**Утилизация осадков бытовых сточных вод**

Осадки, выделяемые при очистке сточных вод городов и населенных мест с малой долей неочищенных производственных стоков, по химическому составу относятся к ценным органо-минеральным смесям.

В предыдущих главах отмечалась возможность использования осадков станций аэрации в качестве удобрения непосредственно после процессов их обработки. Кроме этого осадки являются сырьем для получения многих видов продукции промышленного производства. В настоящее время существует много технологических процессов получения из осадков бытовых и близких к ним по составу сточных вод важных продуктов и энергетических ресурсов.  
Осадки городских сточных вод целесообразно использовать главным образом, в сельском хозяйстве в качестве азотно-фосфорных удобрений, содержащих необходимые для развития растений микроэлементы и органические соединения. Попадая в почву, осадок минерализуется, при этом биогенные и другие элементы переходят в доступные для растений соединения.

Эффективность утилизации осадков в качестве удобрений определяется комплексным содержанием в них биогенных элементов, о количестве которых дают представление данные, полученные на основании обобщения опыта работы станции аэрации и опубликованных материалов.

Активный ил представляет наибольшую ценность как органическое удобрение, особенно богатое азотом и усваиваемыми фосфатами. Содержание этих веществ в осадках определяется составом сточных вод и технологией ее очистки. Отношение общего органического углерода к азоту в среднем составляет 15:1. Накопления калия в почве не происходит, так как в осадках недостаточно этого элемента.

Минеральная часть осадков представлена в основном соединениями кальция, кремния, алюминия и железа (см. табл. 15.3). Поступление на очистные станции городов производственных стоков обусловливает присутствие в осадках ряда микроэлементов, таких как бор, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк.

Проведенные исследования показали, что микроэлементы повышают скорость многих биохимических реакций, протекающих в растениях, а их недостаток вызывает нарушение обмена веществ. Так, микроудобрения, содержащие медь, повышают урожайность зерновых культур на болотных и песчаных почвах нечерноземной полосы. Марганец способствует повышению урожайности сахарной свеклы, кукурузы и других культур. Недостаток железа и цинка приводит к серьезным нарушениям жизнедеятельности растений, особенно это относится к плодовым растениям, винограду и хлопчатнику. Бор играет важную роль в повышении урожайности льна, сахарной свеклы, хлопчатника, кормовых бобов, гороха, клевера, люцерны, ряда овощных, плодовых и ягодных культур. Микроэлементы также способствуют усвоению растениями органических веществ из осадков.

Внесение осадков значительно уменьшает кислотность почв и увеличивает содержание азота, гумуса и фосфора. Особенно благоприятно действует на кислые почвы осадок, обработанный известью.

Содержание большого количества органических веществ (40-70% массы сухого вещества) позволяет использовать осадки в качестве рекультиванта почв, у которых потерян верхний плодородный слой, что особенно важно для сохранения плодородия в условиях широкого применения минеральных удобрений, ухудшающих структуру почв, и возвращения сельскому хозяйству земель после использования их промышленностью.

Важным показателем экономической целесообразности применения осадка в агротехнике являются затраты на доставку его к месту использования. Осадки, высушенные до влажности 35-45%, уменьшают свой объем в 2-2,5 раза по сравнению с механически обезвоженными. Кроме этого они имеют мелкий фракционный состав, хорошо перемешиваются с почвой и удобрениями. Принципиальная схема производства сухого удобрения из уплотненной смеси сырого осадка первичных отстойников и активного ила мало отличается от обычной обработки осадков. Технологический процесс состоит из операций подготовки осадка к механическому обезвоживанию, обезвоживания и термосушки. Получаемый сухой осадок полностью обеззаражен, легко транспортируется и пригоден к внесению в почву обычными сельскохозяйственными машинами. При необходимости сухой осадок смешивают с минеральными удобрениями.

Во многих городах и населенных пунктах, обслуживаемых централизованными системами водоотведения, сточные воды содержат значительную долю разнообразных производственных стоков. Осадки, выделяемые в процессах очистки таких городских сточных вод, могут содержать вредные для растений вещества (яды, химические соединения, радиоактивные вещества, сорняки). В них может отмечаться повышенное содержание токсичных солей тяжелых металлов (ртути, свинца, кадмия, никеля, хрома Сг6+ и мышьяка), для которых в настоящее время установлено допустимое содержание валовых форм.

Микроэлементы (бор, марганец, медь, молибден, кобальт, цинк) при повышенных концентрациях также могут оказывать неблагоприятное воздействие на рост растений и качество сельскохозяйственной продукции.

Расчет доз внесения осадков в почву необходимо вести с учетом ПДК по каждому нормируемому элементу и фоновой концентрации его в почве. По результатам расчета принимают наименьшее значение из найденных доз.

Наряду с применением осадков в агротехнике, перспективно использование их для получения кормовых добавок и препаратов для питания сельскохозяйственных животных, птиц, рыб и зверей ценных пород.

Активный ил содержит сырой протеин (34,2-37,2% массы сухого вещества), жироподобные вещества (10-14,7%), витамин Bi2, аминокислоты и другие ценные компоненты. Сгущение активного ила и дальнейшая его термическая сушка в “мягком” режиме позволяют получать сухой продукт, по питательной ценности близкий к кормовым дрожжам. Опыты по утилизации активного ила в качестве белково-витаминных добавок к рационам питания зверей и животных проводятся во многих странах. Однако, следует отметить, что для практической реализации методов утилизации активного ила городских сточных вод требуется проведение обширных физиологических, токсикологических и других исследований на сельскохозяйственных животных.

Перспективным направлением утилизации осадков сточных вод является их переработка с целью получения продуктов, используемых в промышленном производстве и теплоэнергетике. Важно отметить, что для этого направления переработки осадков нет жестких ограничений по санитарным показателям и присутствию токсичных соединений. Благодаря этому возможно использование процессов утилизации осадков бытовых сточных вод в комплексе с переработкой других отходов населенных мест и промышленных предприятий.

Одним из наиболее разработанных процессов промышленной переработки осадков сточных вод, отдельно и в комплексе с переработкой твердых бытовых отходов (ТБО) является пиролиз.

Пиролиз – процесс переработки углеродсодержащих веществ путем высокотемпературного нагрева без доступа кислорода.

Имеющиеся данные по пиролизу осадков свидетельствуют о том, что при содержании в осадке более 25% сухого вещества этот процесс может происходить без добавления других видов топлива с поддержанием в то же время температуры в камере догорания выше 760 С. Требуемое содержание сухого вещества в осадке, поступающем на пиролиз, в каждом конкретном случае устанавливается в зависимости от теплоты его сгорания.

В процессе частичного пиролиза беззольное вещество осадка может уменьшаться на 20-30% в зависимости от режима работы пиролитического реактора. Частичный пиролиз термодинамически эффективнее, чем сжигание, так как для ведения процесса достаточно от 25 до 50% воздуха, теоретически необходимого для горения, и который необходимо предварительно нагревать. При этом предотвращаются потери энергии за счет выноса тепла избыточным воздухом и уменьшаются капитальные затраты на оборудование для газоочистных установок.

В результате пиролиза осадков остается полукокс, представляющий собой черную массу, легко рассыпающуюся в порошок. Содержание золы и беззольного вещества в этой массе примерно одинаковое. Полукокс, или пирокарбон, широко используется в промышленности. Его можно утилизировать как топливо, а также использовать в процессе получения азота и фосфора.

Наибольший интерес представляет образуемый при пиролизе первичный деготь, который при фракционной разгонке может дать такие ценные продукты, как парафины, асфальтены, карбоновые кислоты, фенолы, коксовую пыль, органические основания .

Соотношение получаемых газа, смолы и полукокса зависит главным образом от температуры процесса, а также от содержания в исходном продукте органических веществ и его влажности.

Количество газообразных продуктов, выделяющихся в процессе пиролиза осадков, составляет 9-11,5% от общей массы сухого вещества и 17-20% от массы органических веществ. В выделяющихся газах содержатся непредельные углеводороды, сероводород, окись углерода, водород, метан, этан, азот. Газы, образующиеся при пиролизе осадков, включают около 68% горючих составляющих и обладают теплотой сгорания до 3398 кДж/м3. Газовый продукт имеет неприятный запах, тяжелее воздуха в 1,15 раза.

Средний состав продуктов пиролиза осадков сточных вод следующий: полукокс – 45%, первичный деготь – 20%, газообразные продукты -10%, пары воды – 15%, общие потери – 10%.

К преимуществам переработки осадков пиролизом следует отнести более простое и качественное управление процессом, стабильная работа при изменении качества поступающего осадка, уменьшенный вынос золы и других загрязнений в атмосферу, значительное уменьшение потребности в топливе, в том числе возможность проведения процесса пиролиза осадка без использования дополнительного источника топлива. Кроме того, возможен совместный пиролиз ТБО и механически обезвоженных осадков сточных вод, что создает более благоприятные условия для осуществления процесса и позволяет сократить число обслуживающего персонала. При размещении пиролизной установки на одной площадке с очистными сооружениями значительно упрощается очистка сточных вод, образующихся при газоочистке, охлаждении и грануляции шлака.

Существенным достоинством процесса пиролиза является возможность переоборудования большинства существующих многоподовых печей для работы в режиме пиролитического реактора.

Однако пиролитические установки обладают повышенной пожа-ровзрывоопасностью. Опасность представляет не только газовый продукт. Наличие в золе возгорающихся составляющих требует принятия дополнительных мер по ее безопасному размещению.

Большое количество кислотообразующих компонентов в отводимых газах обусловливает необходимость использования оборудования с высокой коррозионной стойкостью.

Очевидно, что перечисленные недостатки менее значимы, чем достоинства процесса, особенно в нашу эпоху высокой стоимости энергии. Все недостатки процесса могут быть устранены при использовании современных технических средств на основе полного анализа системы.

Получение активированного угля. Процесс получения активированного угля из активного ила, предварительно высушенного до влажности 5-10%, сводится к термическому разложению органического материала до получения карбонизованного остатка (полукокса) и последующей активации его водяным перегретым паром (рис. 17.1). В результате воздействия паром происходит удаление углеводородов и смолистых веществ с поверхности полукокса, который после этого получается более разрыхленным, с развитой пористой структурой. Наиболее целесообразная температура водяного пара определена в 700 °С. Более высокая температура ведет к резкому увеличению зольности, обгару угля и падению его сорбционной способности. Оптимальная продолжительность активации 1 час.

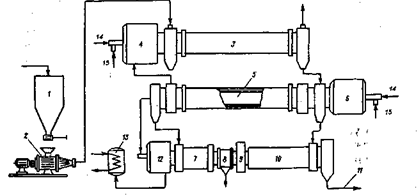


Рис. 17.1. Схема получения активированного угля из активного ила методом пиролиза:  
1 – сборник обезвоженного активного ила; 2 – гранулятор; 3 – сушилка; 4 – печь сушилки; 5 – вращающаяся печь пиролиза; 6 – топка пиролизной печи; 7 – камера активации; 8 – камера обеззоливания; 9 – камера промывки; 10 – сушильная камера; 11- активированный уголь на упаковку; 12 – топка дожигания; 13 – котел-утилизатор тепла; 14 – подача топлива; 15 – подача воздуха

Исследования термической обработки активного ила без доступа воздуха показали, что выделение влаги наблюдается при температуре 135 °С. Деструкция органических веществ осуществляется при температуре 265-420 °С. При этом максимальное выделение газообразных продуктов наблюдается при температуре 265°С, а образование карбонизованной структуры (полукокса) завершается при температуре 575-600 °С.

Количество получаемого активированного угля из 1 кг абсолютно сухого активного ила составляет не менее 30% и сопутствующих газов карбонизации – 17%.