УДК 622.807; 622.852

А.Е.ИСАКОВ, *канд. техн. наук, доцент, omnp@spmi.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.E.ISAKOV, *PhD in eng. sc., associate professor, omnp@spmi.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод в России и за рубежом широко распространен биологический метод очистки. При его несомненных достоинствах он обладает существенным недостатком – образованием большого количества избыточного активного ила. В случае очистки сточных вод, содержащих повышенное содержание тяжелых металлов, переработка ила традиционными методами может представлять опасность для окружающей среды.

Ключевые слова: утилизация, активный ил, загрязнение.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF WASTE DISPOSAL BIOLOGICAL TREATMENT OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX

For the treatment of domestic and industrial waste water in Russia and abroad widespread biological treatment method. With his undoubted merits it has a significant drawback – the formation of a large amount of excess sludge. In the case of waste water containing high levels of heavy metals, its processing by traditional methods can be hazardous to the environment.

Key words: recycling, activated sludge, pollution.

Биохимический (биологический) метод применяют для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от многих растворенных органических и некоторых неорганических (сероводорода, сульфидов, аммиака, нитритов и др.) веществ. Процесс очистки в условиях аэробиоза осуществляет сложное сообщество организмов – от бактерий и простейших до ряда высших организмов. В процессе биологической обработки в первичных и вторичных отстойниках образуются большие массы осадков, которые необходимо утилизировать или обработать с целью предотвращения загрязнения окружающей среды.

Одной из основных проблем, возникающих при складировании избыточного активного ила, является содержание в иле тяжелых металлов. Складирование отработанных илов может осуществляться лишь по результатам тщательного изучения их состава и свойств, включающего определение класса опасности илов различного срока хранения методом биотестирования на двух-трех тест-объектах, исследование химического состава илов, изучение физических свойств и гипергенных преобразований структуры осадков с течением времени.

Установлено, что в ил из сточных вод переходит 50-80 % тяжелых металлов (Pb, As, Hg, Ni, Cr, Mn, Zn, Cu), поступающих в составе стоков на очистные сооружения. По этой причине из общего количества осадков в качестве удобрения может быть использовано не более 1,5 %.

Существуют следующие способы утилизации осадков сточных вод, рекомендованные к применению на предприятиях горно-добывающей и горно-перерабатывающей промышленности [3]: термические; химические; биологические.

Термические методы. Газификация осуществляется в вихревых реакторах или печах с кипящим слоем при температуре 600-1100 °С в атмосфере газифицирующего агента (воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода или их смесь).

Температурные условия обеспечивают разложение содержащейся в отходах воды на кислород и водород и разрыв межклеточных связей в любом органическом соединении. В результате органическая часть отходов, минуя стадию пиролиза, переходит в газообразное состояние, а минеральная часть превращается в шлаки. Реакция газификации протекает в среде с восстановительными свойствами, поэтому оксиды азота и серы практически не образуются.

Образующийся продукт – газ сжигается для получения тепла или электроэнергии или используется в каталитическом процессе синтеза метилового спирта.

Пиролиз осадков сточных вод отходов проводят при температуре 600-800 °С при отсутствии кислорода в реакторе. При этом протекают реакции коксо- и смолообразования, разложения высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные, жидкую и газообразную фракции, а если углеводородные отходы содержат серу, то образуются также сероводород и меркаптаны.

В результате пиролиза происходит образование синтез-газа и твердых углеродных остатков. Состав каждой из фаз определяется параметрами процесса (температура, скорость нагрева, давление и время пребывания в реакторе).

Сжигание – наиболее отработанный и широко используемый способ. Оно осуществляется в печах различных конструкций при температуре не менее 1200 °С. В результате сгорания органической части отходов образуются оксиды углерода, азота и серы, пары воды, аэрозоли, бензапирен и диоксины и др. Зола, имеющая в своем составе неподвижную форму тяжелых металлов, периодически вывозится на полигоны для захоронения.

Основная проблема при сжигании отходов – это превышения содержания оксидов азота, серы и углерода, а также диоксинов и бензапирена в газовых выбросах мусоросжигательных заводов над предельно допустимыми уровнями.

Термические методы утилизации объединяет основной негативный аспект, заключающийся в необходимости захоронении золы, содержащей соли тяжелых металлов, растворимые в воде, на специально отведенных и оборудованных полигонах. Учитывая темпы развития производства, площади таких полигонов будут постепенно увеличиваться. Таким образом, термические методы не могут быть применены при утилизации высокотоксичных илов, содержащих высокую концентрацию металлов.

Химические методы. Данные методы обезвреживания жидких и обезвоженных осадков сточных вод заключаются в добавлении к нейтрализуемой массе химических реагентов. В зависимости от типа химической реакции реагента с загрязнением происходит: осаждение, окисление-восстановление, замещение, комплексообразование.

Методы осаждения основаны на ионных реакциях с образованием малорастворимых в воде веществ и особенно эффективны при нейтрализации тяжелых металлов и радионуклидов. Метод осаждения органических загрязнений основан на двух типах реакций: комплексообразовании и кристаллизации.

Методы управления окислительно-восстановительной реакцией среды позволяют переводить соединения тяжелых металлов и радионуклидов в трудно растворимые в воде гидроксиды, а также разрушать цианиды, нитраты, тетрахлориды и другие хлорорганические соединения. Недостатком данного метода утилизации является образование токсичных газообразных соединений при разложении органической матрицы.

Для химической иммобилизации (или комплексообразования) используют неорганические вяжущие типа цемента, золы, силикатов калия и натрия, извести и гелеобразующих веществ. Иммобилизацию используют для связывания тяжелых металлов, радиоактивных отходов, полициклических и ароматических углеводородов, трихлорэти-

лена. Недостатком комплексообразования является неустойчивость вяжущих веществ к атмосферной и грунтовой влаге при быстрым изменении температуры, что приводит к разрушению композиционного материала. Объем отходов после комплексообразования уменьшается только в 2 раза.

Обезвреживание иловых осадков может сочетаться с извлечением ценных компонентов. Для извлечения ценных компонентов может применяться: осаждение и отделение гидроксидов металлов, выделение пульпы нерастворимого осадка, промывка и сушка суммы оксигидратов металлов.

Химические методы являются наиболее эффективными из вышеперечисленных методов, но их внедрение в технологический процесс на сегодняшний день серьезно осложняется недостаточной проработанностью, что приводит к значительному снижению эффективности и повышению риска возникновения аварийных ситуаций.

Биологические методы. Такие методы обезвреживания отходов основаны на способности различных штаммов микроорганизмов разлагать или усваивать в своей биомассе многие органические загрязнители. Самым распространенным методом является анаэробное сбраживание осадков. В процессе брожения из одного кубометра твердой фазы сточной жидкости образуется от 10 до 18 $м^3$ газа, состоящего из метана (70 %) и углекислоты (30 %), степень распада органики составляет примерно 50 %.

Биологические методы имеют ряд преимуществ, в первую очередь это экологическая чистота и безопасность. Большинство технологий биологической очистки являются дешевыми и нетрудоемкими. Однако при утилизации высокотоксичных илов, содержащих высокую концентрацию металлов, оставшийся осадок не может быть использован в качестве удобрения и подлежит складированию [1].

Рассмотренные выше методы являются базой для уже созданных технологий обезвреживания или технологий, разрабатываемых в настоящее время. Для крупнотоннажных производств необходимо разрабатывать комплексные методы, основываясь на конкретных физико-химических характеристиках илов.

На основе проведенного сравнительного анализа в Горном университете разрабатывается метод утилизации отходов биологической очистки нефтеперерабатывающей промышленности с возможностью выделения гидроксидов металлов для их дальнейшей переработки [2]. Работа выполняется в Центре коллективного пользования научным оборудованием Горного университета при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бельков В.М.* Методы, технологии и концепции утилизации углеродосодержащих промышленных и твердых отходов // Электронный журнал электросервисной компании «Экологические системы». 2007. № 11.

2. *Моисеева К.А.* Разработка рациональной технологии обезвреживания био- и нефтешламов предприятия ООО «КИНЕФ» путем извлечения ценных компонентов // Зап. Горного института. 2010. Т.186. С.68-70.

3. *Панов В.П.* Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие. М.: Академия, 2008. 320 с.

REFERENCES

1. *Belkov V.M.* Methods, techniques, and concepts of industrial carbon recycling and solid waste elektroservisnoy // Electronic Journal of «Environmental systems». 2007. № 11.

2. *Moiseeva K.A.* Developing a rational technology of bio-decontamination and sludge venture «KINEF» by extracting valuable components // Proceedings of the Mining Institute. 2010. Vol.186. P.68-70.

3. *Panov V.P.* The theoretical framework for the protection of the environment: Studies. allowance. Moscow: Academy, 2008. 320 p.