

## СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТОКСИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Интенсивный рост и развитие промышленности приводит к образованию и накоплению разнообразных отходов. В результате перемещения и складирования этих отходов происходит формирование техногенных массивов. Воздействие техногенных массивов на природную среду носит глобальный характер вследствие, во-первых, повсеместного распространения массивов, во-вторых, низкого качества систем безопасности, защитных и рекультивируемых мероприятий, проводимых в районах их расположения. Проведена оценка и анализ основных способов переработки промышленных отходов. На примере предприятия «Полигон «Красный Бор» рассмотрены технологии обезвреживания и утилизации токсичных отходов, выявлены их положительные и отрицательные стороны.

Intensive industrial growth and development leads to formation and accumulation of different kinds of waste. Technogenic massifs are formed up as the result of waste relocation and storage. Their environmental impact has a global influence due to their wide expansion and, secondly, unsatisfactory quality of safety systems, protective and reclamation measures, carried out in the areas of their location. This paper assesses and analyses main ways of industrial waste processing. Techniques of waste treatment and recovery are studied and their advantages and disadvantages are shown on the example of the «Poligon Krasniy Bor» enterprise.

Анализ опыта зарубежных стран, развитых в промышленном отношении, свидетельствует о том, что выходом из создавшейся неблагоприятной ситуации с накоплением и складированием отходов является организация системы комплексного использования и обезвреживания отходов.

Разработке системы комплексного использования и обезвреживания отходов для каждого конкретного региона должна предшествовать аналитическая работа, включающая: оценку современного состояния образования отходов; определение тенденций в изменении объемов образования отходов и их качественного состава; выбор экономически приемлемых и технически возможных путей комплексного обезвреживания и использования отходов; создание баз данных по технологическим и потребительским свойствам отходов.

Известны различные методы переработки промышленных отходов, основными из которых являются: метод высокотемпературного окисления (в присутствии кисло-

рода воздуха); химические методы (коагуляция, обработка сильными окислителями – хлор, озон и т.д.); биохимическое окисление; мембранные методы; термические методы.

Метод высокотемпературного окисления является наиболее надежным для обезвреживания отходов, содержащих органические вещества, но требует больших капитальных и эксплуатационных затрат, чем другие методы. Метод биохимической очистки можно применять в узком диапазоне концентраций загрязняющих веществ, как правило, его используют на станциях биологической очистки. Метод мембранной технологии (обратный осмос, ультрафильтрация) высокочувствителен к изменению состава исходного раствора, что делает работу установки ненадежной.

Для переработки сложных отходов широко применяется термический метод. Его эффективность практически не зависит от состава и концентрации вредных веществ в исходных отходах. Сущность термического

метода обезвреживания заключается в том, что практически все известные органические соединения могут окисляться кислородом воздуха при температуре 1000-1200 °С до простых термодинамически устойчивых соединений. Например, такой метод обезвреживания применяется на полигоне «Красный Бор» для утилизации жидких промышленных отходов. Однако присутствие в органических веществах таких элементов, как хлор, фтор, сера, фосфор ведет к вторичному загрязнению в виде HCl, HF, P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>. Поэтому при сжигании этих соединений дымовые газы перед сбросом в атмосферу необходимо подвергать дополнительной очистке.

Однако последнее время в развитых странах отказываются от этого метода утилизации отходов. Основной причиной является загрязнение воздушной среды диоксиновыми токсикантами, несмотря на очистку отходящих газов, о чем свидетельствуют национальные отчеты 15 экономически развитых стран.

Наиболее распространенным и широко применяемым способом обезвреживания отходов становится физико-химическая обработка реагентным методом, с последующим обезвреживанием на фильтрующем оборудовании. В результате физико-химической обработки не только решаются экологические проблемы обработки отходов, появляется возможность использовать обезвреженные отходы в производстве различных материалов. Химические методы обезвреживания также применяются для уменьшения класса опасности ртутьсодержащих отходов на полигоне «Красный Бор».

Государственное унитарное природоохранное предприятие «Полигон «Красный Бор» принимает не утилизируемые высокоопасные отходы Санкт-Петербурга и Ленинградской области, реже предприятий Северо-Западного региона. Отходы складировать в открытые карты, расположенные в толще водоупорных кембрийских глин. Отходы разбиты на четыре технологические группы по способам их переработки и захоронения.

1. *Промышленные отходы неорганического состава (жидкие)* – 12 % от общего

количества отходов – в основном отходы гальванических производств, содержащие соли и гидроокиси тяжелых металлов, обезвреживаются каскадным методом.

В карту № 1 принимаются жидкие гальванические отходы и другие отходы неорганического состава (рН ≥ 6, отсутствие кадмия, хрома шестивалентного, свинца – 1-й класс опасности). После отстаивания осветленная жидкость перекачивается в карту № 2, куда принимаются щелочные отходы (карбидный ил, гашеная известь, баритовые отходы, жидкое стекло, которое способствует коагуляции и уплотнению осадка) для создания в карте рН = 8,5÷9,5. При данной активной среде происходит выпадение в осадок ионов Fe<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup> и других в виде гидроокисей тяжелых металлов. Таким образом, происходит обезвреживание отходов отходами. После отстоя отходы из этой карты для окончательного отстаивания перекачиваются в карту № 3, а далее подаются в установку термического обезвреживания (УТО).

После заполнения осадком карта № 1 захоранивается (засыпается защитным слоем – глиной), карта № 2 становится картой № 1, карта № 3 – № 2, а в качестве карты № 3 используется новая, в пределах отведенной территории. В настоящее время этот метод на предприятии не используется из-за отсутствия территории для новых котлованов.

2. *Промышленные отходы органического состава (жидкие)* – примерно 58 % от общего числа отходов – принимаются в отдельный котлован, где отстаиваются, расслаиваясь. После заполнения котлована отходы обезвреживаются на УТО для сжигания горючих компонентов. На дне котлована остаются механические примеси, загрязненные органическими и неорганическими веществами. Эта карта в дальнейшем используется для приема твердых отходов – 30 % от общего числа отходов. По достижении уровня отходов около 2,5 м от верхнего края котлована твердые отходы закрывают слоем кембрийской глины 2-3 м и растительным грунтом или песком (0,5 м).

В настоящее время на полигоне существуют две карты для приема органических

отходов, которые не закрывают из-за отсутствия резерва отведенных земель для захоронения отходов. Данные карты являются самыми глубокими (до 24 м).

3. *Особо вредные твердые и пастообразные отходы* как органического, так и неорганического состава (шламы гальванических производств, загрязненный нефтепродуктами грунт и т.п.). Твердые отходы складировать в котлованы, освободившиеся после переработки содержащихся в них жидких отходов. Выгрузка отходов осуществляется в карту или на площадку около нее, с последующим перемещением отходов с помощью бульдозера.

По мере заполнения котлована отходами площадку приема переносят в другое место по периметру котлована. При захоронении твердых отходов непрерывно ведется контроль за уровнем жидких отходов и при необходимости их перекачивают в другие котлованы и дальше на термическое обезвреживание. После заполнения карты захоранивают.

4. *Отходы первого класса опасности* (отходы, содержащие ртуть, цианиды, мышьяк, кадмий, хром (IV) и тому подобные) – 0,2 % от общего количества отходов – принимают в специальных контейнерах из стали марки СТ-3 толщиной 10 мм. Внутри контейнеры забетонированны, снаружи залиты битумом. В дальнейшем контейнеры захоранивают в котлованы двумя рядами (размер котлована 7,5 × 10 м и глубина 5 м).

Ртутьсодержащие отходы принимают на склад временного хранения. При накоплении необходимого количества их обезвреживают в тепловом автобетоносмесителе. В результате взаимодействия ртути

(1-й класс опасности), содержащейся в люминесцентных лампах, с серой в присутствии катализатора «Политион» образуются сульфиды и полисульфиды ртути (4-й класс опасности). Отход обезвреживания захоранивают в карты с твердыми отходами.

К основным недостаткам захоронения высокоопасных отходов и основным причинам загрязнения окружающей среды можно отнести следующие:

1) прием отходов ведется в открытые котлованы, т.е. не защищенные от инфильтрации атмосферных осадков, паводковых вод, вод временных поверхностных потоков, что приводит к увеличению объема захораниваемых отходов;

2) в установке термического обезвреживания отходов отсутствует очистка отходящих газов от загрязняющих компонентов;

3) имеющиеся мощности по переработке отходов недостаточны, из-за чего на полигоне скопилось около 700 тыс.т необезвреженных жидких отходов;

4) особо опасные отходы захоранивают в стальных емкостях, которые впоследствии будут разрушаться от коррозии.

Таким образом, нахождение полигона в 4-5 км от русла р.Невы выше по течению водозабора Санкт-Петербурга создает постоянную угрозу катастрофического загрязнения ее вод токсическими веществами в случае нарушения герметичности стенок или дна карт и просачивания растворенных токсических веществ к руслу реки.

Исследование проводилось при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития в Научно-образовательном центре СПГИ (ТУ) в рамках гранта ST-015-02.

Научный руководитель д.т.н. проф. *М.А.Пашкевич*