

Особенности утилизации осадков сточных вод в зарубежных странах

© Н. А. Парфентьева, Н. Д. Пельменёва

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. В настоящее время вопрос экологической безопасности стоит очень остро, требуются все более эффективные методы очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. В статье выполнен анализ опыта зарубежных стран в области альтернативных методов утилизации неактивного ила, в том числе способов утилизации осадков, которые не вредят природе и не выделяют вредных химических соединений. В России достаточно распространены иловые карты, недостатком является химическое и бактериальное загрязнение грунтовых вод и атмосферного воздуха. Переработанный активный ил применим во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства, поэтому вопросы использования обработанных осадков также находятся в поле зрения ученых. Анализ проведен на примере таких стран, как Китай, Япония, Венгрия, Франция, США. Зарубежные страны имеют интересный и результативный опыт применения технологий обработки и утилизации осадков сточных вод, который может быть использован в отечественной практике.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, очистка сточных вод, утилизация осадка, сточная вода

Features of disposal of sewage sludge in foreign countries

© Nadezhda A. Parfenteva, Natalia D. Pelmeneva

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. At present, the issue of environmental safety is very acute, more and more effective methods of cleaning household and industrial wastewater are required. The article analyzes the experience of foreign countries in the field of alternative methods for the disposal of inactive sludge, including methods for the disposal of sediments that do not harm nature and do not emit harmful chemical compounds. Silt maps are quite common in Russia, the disadvantage is chemical and bacterial pollution of groundwater and atmospheric air. Recycled activated sludge is applicable in many industries and agriculture, so the use of treated sludge is also in the field of scientists' attention. The analysis was carried out on the example of such countries as China, Japan, Hungary, France, and the USA. Foreign countries have an interesting and productive experience in the application of technologies for the treatment and disposal of sewage sludge, which can be used in domestic practice.

Keywords: sewage treatment plant, waste water treatment, sludge disposal, waste water

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе отходов канализационных очистных сооружений. В результате хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека образуются жидкие отходы в виде сточных вод, которые зачастую сбрасываются в канализацию. В процессе прохождения сточными водами стадий очистки на очистных сооружениях образуется иловый осадок, большей частью не поддающийся какой-либо переработке, кроме как обезвоживанию на иловых полях в естественных условиях. Этот процесс длителен и требует иловых карт больших площадей.

Кроме того, складирование иловых осадков приводит к распространению неблагоприятного газовоздушного фона, загрязнению почв и подземных вод токсичными компонентами, входящими в состав осадков [1].

Известно, что территории, предусмотренные для хранения иловых осадков на канализационных очистных сооружениях, в большинстве случаев переполнены и не справляются с непрерывными иловыми потоками [2]. Кроме того, хранилища для иловых осадков представляют угрозу для объектов окружающей среды из-за высокого содержания опасных вирусов, бактерий, вредных газов, опасных химических соединений. Помимо этого, в процессе сбрасывания в естествен-

ных условиях образуются неприятные запахи, что доставляет большие неудобства населению [1]. Использование подземных вод для целей водоснабжения требует в связи с этим привлечения дополнительных материальных средств для очистки воды до питьевого уровня.

Известны такие способы утилизации осадков, как сжигание, жидкофазное окисление, сброс в накопители, использование конечного продукта очистки в других отраслях, а также использование иловых площадок или иловых карт. В нашей стране на многих очистных станциях под иловые карты выделены значительные площади, что в условиях городской застройки является проблемой [3]. В ряде зарубежных стран одной из причин использования альтернативных способов обработки осадков сточных вод является отсутствие площадей на очистных станциях. На рис. 1–4 можно увидеть, что на очистных сооружениях в городах Китая, Японии, США и Венгрии отсутствуют иловые карты.



Рис. 1. КНР, Цицикар

В настоящее время уделяется повышенное внимание поиску экологически безопасных методов утилизации осадков при наименьших затратах. Для утилизации отработанного осадка в зарубежных странах широко применяется сжигание. Оно полностью испаряет влагу и превращает органические твердые частицы в инертную золу. Зола должна быть утилизирована, а уменьшенный объем делает утилизацию более экономичной. При сжигании осадка сточных вод необходимо контролировать степень загрязнения воздуха и производить его очистку [4].



Рис. 2. Япония, Нагано



Рис. 3. США, Колорадо

Большинство крупных очистных сооружений Европы используют двухступенчатую систему очистки, в которой органические вещества перерабатываются бактериями анаэробно (в отсутствие кислорода). На первом этапе стоки, сгущенные до содержания сухих твердых веществ, нагреваются и перемешиваются в закрытом резервуаре в течение нескольких дней. Кислотообразующие бактерии гидролизуют большие молекулы, такие как белки и липиды, разбивая их на более мелкие водорастворимые молекулы, а затем ферментируют эти более мелкие молекулы до различных жирных кислот. Затем осадок поступает в резервуар, где растворенные вещества преобразуются другими бактериями в биогаз – смесь углекислого газа и метана [4, 5]. Метан как горючий газ может использоваться в качестве топлива при нагреве первого бака для разложения и при выработке электроэнергии для завода. Требуется тщательный контроль состояния бактерий. В некоторых случаях в начале первой стадии

обработки в ил добавляют дополнительные гидролитические ферменты, чтобы усилить действие бактерий. Было обнаружено, что эта ферментативная обработка может уничтожить больше патогенов в иле, а также может привести к образованию большего количества биогаза на второй стадии переработки [6, 8].

Альтернативными способами сушки осадка являются вакуумный фильтр с вращающимся барабаном, центрифуга и ленточный фильтр-пресс. Эти механические системы занимают меньше места, чем сушилки ила, и позволяют более оперативно контролировать процесс. Однако использованию механических систем обычно должен предшествовать этап, называемый кондиционированием осадка, на котором к жидкому осадку добавляются химические вещества для коагуляции твердых частиц и улучшения дренирования.



Рис. 4. Венгрия, Будапешт

В Германии не разрешается сбрасывать неочищенные сточные воды в реки и озера, независимо от того, делают это частные хозяйства, крупные торговые или промышленные предприятия. Федеральный закон о воде (WHG) гласит, что для уменьшения объема загрязняющих веществ в дренажных водах должны применяться наилучшие доступные технологии [5].

В 2015 году закон об удобрениях установил предельные значения количества осадков сточных вод, используемых в качестве удобрений. Кроме того, в 2017 году было по-

вторно введено в действие постановление об осадках сточных вод: жители могут использовать осадок сточных вод на почве (в качестве удобрения) только до 2029–2032 г. Осадок сточных вод, который содержит не менее 20 г фосфора на кг сухого вещества и золу от сжигания осадка сточных вод, должен быть переработан для извлечения фосфора по истечении переходного периода [4, 7, 9].

На заводе по переработке оборонных отходов в Южной Каролине применяется отверждение и стабилизация осадков [5]. Отверждение жидких отходов предполагает добавление связующих веществ в сточные воды до тех пор, пока отходы не образуют компактное, легко удаляемое твердое вещество. Во многих процессах отверждения используется известковая зола, опилки, цементная пыль, известковая пыль, гипс, фосфат или летучая пыль для увеличения объема и жесткости жидких отходов; для дополнительного армирования могут использовать асфальт или цемент. Твердые блоки отходов могут быть отправлены компаниями на перерабатывающие предприятия для производства энергии или на утвержденные свалки [10]. Отверждение является относительно дешевым и простым методом обработки. Однако излишне твердый материал, как правило, дает большое количество отходов, что иногда может приводить к более высоким затратам на утилизацию.

В некоторых городах Франции из сточных вод извлекают биогаз и пускают его на энергетические нужды. При анаэробной обработке органических материалов образуется биогаз, состоящий из метана (CH_4), диоксида углерода (CO_2) и воды (H_2O). В 2009 году во Франции производство электроэнергии из биогаза составляло лишь 0,93 % от производства электроэнергии из возобновляемых источников. Насчитывалось 68 установок для метанизации осадка сточных вод. В качестве основной технологии используется смешительный реактор, в который загружается осадок сточных вод, нагретый до 37°C . Биогаз используется, главным образом, для нагрева шлама. Учитывая количество осадка сточных вод, поддающийся обработке, Франция могла бы увеличить использование возобновляемых источников энергии за

счет биогаза [6].

Количество осадков, образующихся в результате очистки сточных вод, представляет в настоящее время одну из главных экологических проблем. Утилизация осадков сточных вод является сложным и энергоёмким процессом. Успешное развитие и функционирование современных очистных сооружений немислимо без активного применения но-

вейших технологий. В зарубежных странах очень внимательно относятся к этой проблеме и активно внедряют новые методы решения экологических задач. Изучение зарубежного опыта в области очистки сточных вод различного происхождения и утилизации образующихся осадков позволит использовать современные решения в отечественной практике.

Список источников

1. Насыров И. А., Маврин Г. В. Шайхиев И. Г. Проблемы утилизации иловых осадков очистных сооружений // Вестник технологического университета. 2015. № 19. С. 257–259.
2. Воронов Ю. В., Яковлев С. В., Водоотведение и очистка сточных вод. М.: Изд-во АСВ, 2006. 704 с.
3. Пахненко Е. П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 311 с.
3. Семенов А. Д. Обработка и утилизация осадка // Britannica. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.britannica.com/technology/wastewater-treatment/Sludge-treatment-and-disposal>(22.06.2022).
4. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection. Сточные воды. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bmu.de/en/topics/water-resources-waste/watermanagement/wastewater>(22.06.2022).
5. Андреева Т. А. Характеристика сточных вод обогатительных фабрик и методы очистки сточных вод обогатительных фабрик // Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. 2018. С. 502.1–502.4.
6. Пат. № RU 2672333 С2, Российская Федерация, E03F 5/22. Способ сооружения станции перекачки сточных вод в канализационном колодце, а также соответствующая станция перекачки сточных вод / М. Бекер, С. Людemann; Заявл. 16.10.2014; опубл. 13.11.2018.
7. Reverdy A. L., Baudez J. C. Anaerobic digestion of sewage sludge: overview of the French situation// ResearchGate. 2012. Vol. 8. No. 2. P. 180–189. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/293087450_Anaerobic_digestion_of_sewage_sludge_French_inventory_and_state_of_the_art(18.05.2022).
8. Дудуров В. Е., Хисматулина Д. Н., Исхакова Э. Р., Методы очистки сточных вод, виды очистных сооружений и инновации в области очистки сточных вод // Наука среди нас. 2019. № 4 (20). С. 43–48. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39212808>(22.06.2022).
9. A.r Ali, A. Bhosale Current Trends in Root Canal Irrigation // Cureus. 2022. P. 1–8. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/360469429_Current_Trends_in_Root_Canal_Irrigation(22.06.2022).

Информация об авторах / Information about the Authors

Надежда Александровна Парфентьева,
студентка группы ВВМ-21-1,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
parfenteva.n@yandex.ru

Наталья Дмитриевна Пельменёва,
доцент,
профессор кафедры инженерных коммуникаций и
систем жизнеобеспечения,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
pel@istu.edu

Nadezhda A. Parfenteva,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
parfenteva.n@yandex.ru

Natalia D. Pelmeneva,
Docent,
Professor of the Department of Engineering
Communications and Life Support Systems,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
pel@istu.edu