

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЧВОУЛУЧШАЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н. М. ХУРРАМОВА, Д. М. ХУРРАМОВА, З. Ш. НАЗИРОВ, М. Г. ХУРРАМОВ

Каршинский государственный университет,
г. Карши, Узбекистан, 180119

(Поступила в редакцию 10.02.2023)

В статье представлены результаты исследований энерго и ресурсосберегающих способов переработки осадков технологических сточных вод кокономотального производства с использованием солнечно термической установки и её возможности. В установке для переработки осадков параллельные солнечные лучи собираются с помощью вогнутого зеркала. В фокусе зеркала помещается приспособление из железного листа с обезвоженными осадками. Тепло из горячего приспособления передается за счет теплопроводности на массу осадков. Для ускорения и равномерности процессов осадки 4–5 раз перелопачиваются в течение обработки. Твердая фаза осадка стока содержит более 50 % органических веществ, комплексы азота и фосфора. Это объясняется тем, что в осадке содержатся продукты распада шелкового клея серицина и другие минеральные, воскообразные, жировые вещества, частицы куколки естественного происхождения. Процесс пастеризации обработки обезвоженного осадка проведен в режиме нагревания до 85–92 °С с последующим выдерживанием в течение 20–30 мин. Географическое расположение Узбекистана позволяет использовать солнечную энергию в процессе пастеризации, интенсивность УФ-радиации круглый год остается почти 2,1–2,7 мкал/см² мин. Годовое поступление солнечной энергии на 1 м² составляет более 1600 кВт·ч. Для получения почвоулучшающей композиции в качестве добавки был использован горный известняк естественного происхождения, 7 % от массы высушенного осадка. При температуре 60–70 °С перелопачиваем добавляли известняк, измельченный в виде муки с тониной размла 0,25 мм, и выдерживали в течение 5 суток. Полученную смесь можно использовать в качестве почвоулучшающей композиции в сельском хозяйстве. Данный способ помогает решить вопросы ресурсосбережения, можно использовать в отделенных иловых площадках и естественных полях фильтрации. Обеспечивает утилизацию осадков и повышает экологическую безопасность окружающей среды.

Ключевые слова: осадки стоков кокономотального производства, солнечный концентратор, термическая сушка, добавки, почвоулучшающая композиция.

The article presents the results of research on energy and resource-saving methods for processing wastewater sludge from cocoon winding production using a solar thermal installation and its capabilities. In a sludge processing plant, parallel sunbeams are collected using a concave mirror. At the focus of the mirror, a device is placed made of iron sheet with dehydrated sediments. The heat from the hot fixture is transferred by conduction to the mass of sludge. For acceleration and uniformity of processes, sediments are shoveled 4–5 times during processing. The solid phase of the runoff sludge contains more than 50 % organic matter, nitrogen and phosphorus complexes. This is due to the fact that the sediment contains the decomposition products of silk glue (sericin) and other mineral, waxy, fatty substances, pupal particles of natural origin. The pasteurization process for the treatment of dehydrated sludge was carried out in the heating mode up to 85–92 °C, followed by holding for 20–30 min. The geographical location of Uzbekistan allows the use of solar energy in the pasteurization process, the intensity of UV radiation all year round remains almost 2.1–2.7 mcal/cm² min. The annual supply of solar energy per 1 m² is more than 1600 kWh. To obtain a soil-improving composition, mountain limestone of natural origin was used as an additive, 7 % by weight of the dried sediment. At a temperature of 60–70 °C, limestone was added, crushed in the form of flour with a grinding fineness of 0.25 mm, and kept for 5 days. The resulting mixture can be used as a soil-improving composition in agriculture. This method helps to solve resource saving issues; it can be used in separated sludge beds and natural filtration fields. It provides disposal of sludge and increases the ecological safety of the environment.

Key words: effluent sludge from cocoon winding production, solar concentrator, thermal drying, additives, soil-improving composition.

Введение

Анализ последних исследований и публикаций научно-технической информации показывает, что одним из перспективных направлений утилизации осадков сточных вод является использование их в качестве почвоулучшающей добавки в сельском хозяйстве, городском озеленении. Повторное вовлечение осадков стоков в сельскохозяйственном обороте позволяет расширить сырьевую базу страны и на этой основе увеличить масштабы производства. Кроме того, утилизация отходов позволяет частично заменить первичное сырье, эффективнее использовать природные богатства. Осадки технологических сточных вод в некоторых случаях являются более сильным агентом, влияющим на свойства почвы, чем навоз и минеральные удобрения и служат основным источником фосфорного питания растений, а при повышенных дозах практически отсутствует необходимость внесения минеральных удобрений [1, с. 12], [2], [3, с. 5], [11, с. 54], [12].

Твердая фаза осадков технологических сточных вод кокономотального производства текстильной промышленности включает значительное количество органических веществ (более 50 %), комплексы азота, фосфора и калия, что определяет целесообразность утилизации осадков в качестве почвоулучшающей добавки.

Одна из основных проблем использования – токсичность и неблагоприятные санитарно-гигиенические показатели осадков, которые не позволяют напрямую использовать их в качестве почвоулучшающей добавки и органоминерального удобрения [6, 7, 8].

Применяемые в настоящее время способы обезвреживания осадка, как правило, не обеспечивают требуемой степени детоксикации и обеззараживания требуют высоких затрат. Следует отметить, что осадки технологических сточных вод имеют несбалансированный состав основных элементов питания. Поэтому наибольшая урожайность полевых сельскохозяйственных культур может быть достигнута при добавлении к ним питательных элементов для компенсации несбалансированности. Еще нужно учитывать важность процесса нейтрализации токсических веществ и снижения подвижности элементов. Поиск средств и способов их решения является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка наиболее доступных и эффективных ресурсосберегающих способов обезвреживания и утилизации осадков технологических сточных вод кокономотального производства с использованием водорослевого известняка Гиссарской горной породы и солнечной энергии, с целью использования в качестве почвоулучшающей композиции в сельском и городском хозяйстве.

Основная часть

В качестве базового объекта были выбраны осадки технологических сточных вод кокономотального производства Шахрисябзкой шелкомотальной фабрики. При проведении исследования использованы следующие методы измерения: гравиметрические, титриметрические, колориметрические, спектрофотометрические и электрометрические. Измерения проведены в соответствии с нормативно-технической документацией.

Изучен состав технологических сточных вод кокономотального производства (табл.). Потребляемая в производственном процессе вода загрязняется органическими веществами. Это продукты распада шелкового клея серицина, других органических и неорганических соединений, частиц оболочек куколки естественного происхождения. Технологический процесс получения шелка-сырца основан на использовании воды в качестве размягчителя и растворителя серицина и жирно-восковых веществ, в которых происходят процессы размотки коконов и отварки шелковых нитей.

При отварке коконов остается только 70 % фиброина (волоконистого белкового соединения), все остальные вещества до 30 % (серицин 20–30 %; минеральные 1,1–1,7 %, воскообразные и жировые 1,6–3,9 %) с водой почти полностью растворяются в канализации.

По данным Л. Ю. Юнусова, серицин содержит 379 аминокислотных остатков, в большом количестве содержит серицин, треонин, аспаргиновую и глутаминовую кислоты [14].

В результате на каждый 1 кг выработанного шелка-сырца образуется обычно 1,5–2 кг белковых отходов. Потребляемая в производственном процессе вода загрязняется органическими веществами.

В таблице представлен состав технологических сточных вод кокономотального производства.

Состав технологических сточных вод кокономотального цеха

№	Показатели	Единица измерения	Количества
1	Температура	°С	28–35
2	Запах (при 20 °С)	балл	4,0±1,0
3	Взвешенные вещества	мг/дм ³	200–350
4	Сухой остаток	мг/дм ³	900–1200
5	Зольность сухого остатка	%	48–60
6	БПК _{полн.}	мг/дм ³	570–700
7	Водородный показатель	единиц рН	7–8,5
8	Азот аммонийный	мг/дм ³	25–30
9	Сульфаты	мг/дм ³	150–180
10	Жиры	мг/дм ³	30–180
11	Фосфаты	мг/дм ³	4–6
12	Осадок от объема воды за 2 часа отстаивания	%	2,2–2,5

Предлагаемый ресурсосберегающий способ состоит из следующих этапов:

1. Технологические сточные воды кокономотального производства напрямую выделяются в отдельные карты иловой площадки очистительных сооружений.

2. Процесс обезвреживания проводится естественной фильтрацией, нагрузка на иловую площадку в среднем составляла 12 м³ на 1 м². Как показали результаты наблюдения, 80 % свободной воды в течение 20–25 мин распаривается под действием силы тяжести. Несброженный осадок технологических сточных вод кокономотального производства хорошо выдаёт воду. Это объясняется тем, что в осадке содержится некоторое количество частички куколок, которые представляя собой своеобразный фильтр, армируют

осадок. В климатических условиях Узбекистана влажность уменьшается на 85–87 %. После выделения осадков технологические сточные воды направляются обратно на биологическую очистку.

3. Процесс пастеризации обезвоженного осадка сточных вод проведен термической обработкой при помощи воздействия концентрированного солнечного излучения. Режим обработки, нагревание осадка 85–92 °С с последующим выдерживанием в течение 20–30 мин. Температура в конце сушки до 30–35 °С. При температуре около 85 °С происходит процесс дегельминтизации осадков.

На основе проведенных лабораторных исследований, на научной базе Карши ГУ были изготовлены опытные установки для термической обработки обезвоженных осадков (рисунок).

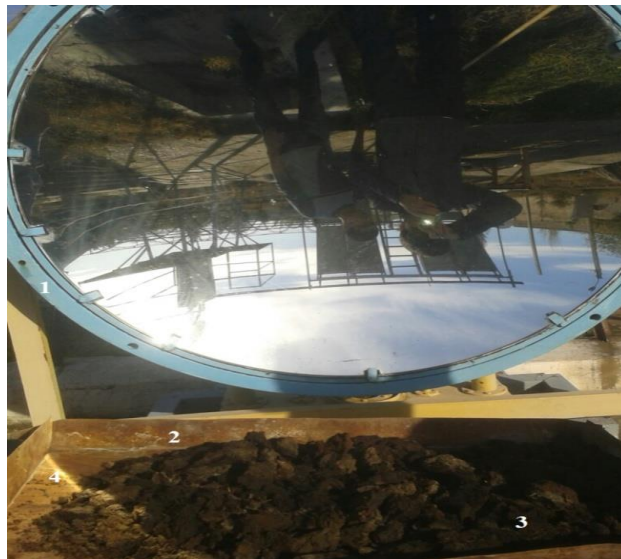


Рис. Процесс пастеризации осадков сточных вод кокономотального производства:
1 – солнечный концентратор, 2 – приспособления из железного листа, 3 – осадки

Для обработки осадков параллельные солнечные лучи собираются с помощью вогнутого зеркала (1). В фокусе зеркала помещается приспособление из железного листа (2) с обезвоженными осадками. В фокусе зеркала температура поднимается до 200 °С в течение 13–15 мин. Тепло из горячего железа передается за счет теплопроводности на массу осадков (3), а с ее поверхности в окружающую среду теплота уходит за счет конвекции. Нагретый воздух в приспособлении является теплоносителем и одновременно переносчиком влаги, испарившейся из влажного материала. Нагревающие приспособления из железа обеспечивают равномерный обогрев осадков. Для равномерного и ускоренного процесса сушки осадков необходимо 4–5 раз перелопачивать.

4. Для получения почвоулучшающей композиции в качестве добавки был использован измельченный (в виде муки с тониной размола 0,25 мм) Гиссарский горный известняк естественного происхождения, 7 % от массы высушенного ОСВ.

Изучен химический состав водорослевого известняка Гиссарской горной породы в %: SiO₂-5.2; TiO₂-0.05; Al₂O₃-0.8; Fe₂O₃+FeO-0.55; MnO-0.05; CaO-43.0; MgO-8.0; K₂O-0.3; Na₂O-0.05; H₂O-0.75; P₂O₅-0.04; CO₂-41.5; SO₃-0.04; S-0.08. Режим обработки, нагревание смешенного осадка и известняка 60–70 °С и выдержки в течение 5 суток. Географическое расположение Узбекистана позволяет использовать солнечную энергию в процессе пастеризации. В течение года количество условных солнечных дней изменяется в пределах 250–270 дней. Годовое поступление солнечной энергии на 1 м², в Узбекистане составляет более 1600 кВт·ч. Экстремальные значения интенсивности прямой радиации на перпендикулярную поверхность в безоблачные дни в полдень составляет 950–1050 Вт/м², (максимальные) и 530–600 Вт/м², (минимальные). Солнечный свет включает в свой состав ультракороткие волны с длиной волны меньше 400 нм (это УФ-свет). Интенсивность УФ-радиации круглый год остается почти одной и той же (2.1–2.7 мкал/см² мин) [13].

УФ-излучение относится к ионизирующей радиации, которая способна ионизировать атомы и разрывать ковалентные связи в молекулах, отличается значительной биологической активностью. При солнечной сушке воздействие ультрафиолетового обезвреживания заключается в прямом разрушительном воздействии излучения на нуклеиновые кислоты, входящие в состав ДНК и РНК всех живых организмов в осадке. Нуклеотиды, составляющие ДНК и РНК, очень сильно поглощают УФ излучение с длиной волны в интервале 220–290 нм с максимумом 260 нм. При этом нуклеотиды повреждаются, в них блокируется процесс воспроизводства клеток и значительно сокращается скорость раз-

множения бактерий [10]. После солнечной сушки сокращается объем осадков и повышается тепло-творная способность ила и биогенных компонентов.

Анализ полученных данных показал, что на выходе содержание сухой массы осадки составляет 85–90 %. После солнечной сушки осадок представляет собой незагнивающий, внешне сухой (влажностью 9–10 %) сыпучий, свободный от гельминтов и патогенных микроорганизмов, массу.

Технические параметры установки: диаметр зеркала концентратора – 3200мм; радиус зеркала концентратора – 1600мм; фокусные расстояния – 1160мм; КПД – 40 %; установка малотоннажная, автономная, работает периодически, производительность 100–110 кг/час; площадь приспособления из железа 2,5 м²; поглощающая способность приспособления 0,44, теплоемкость 0,50 Кдж/(кг·град), плотность 7860 кг/м³, теплопроводность 47, Вт/(м·град). В процессе обработки толщина слоя осадки составляет 120–150мм.

Проведенный экспериментальный опыт показывает, что полученный продукт является экологически безопасным и пригодным для использования.

Заключение

Созданный способ переработки осадков технологических стоков кокономотального производства позволяет решить вопросы не только ресурсосбережения, но и повышения экологической безопасности окружающей среды, а также одновременно сохранить их ценные агрохимические свойства. Эффективная сушка осадков при низких температурах, простота эксплуатации, не требующая квалифицированного труда, соблюдение противопожарных требований – этого можно достичь при автономии источника энергии. При этом снижается себестоимость переработки и повышается удобность доставки сырья за счет уменьшения массы сырья. Обеспечивается полная утилизация осадков без образования отходов и дополнительный доход от реализации полученной продукции, что позволяет использовать её в качестве почвоулучшающей добавки в сельском и городском хозяйстве, зеленом строительстве. Этот способ может быть применен практически для любых централизованных очистных сооружений страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Минск, 2018. – 30 с.
2. Использование осадков сточных вод в качестве органоминеральных удобрений / Г. В. Бондаренко [и др.]. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2000. – 124 с.
3. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 50 с.
4. Вострова, Р. Н. Дифференцированный подход к утилизации осадков городских сточных вод / Р. Н. Вострова, С. П. Мохареаа, Т. В. Титова // Тез. докл. научн. конф. «Техника и технология защиты окружающей среды». – Гомель, 2002. – 146 с.
5. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. пособие / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М., 2006. – 704 с.
6. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200017708/> – Дата доступа: 04.03.2022.
7. ГОСТ Р 54534-2011. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200092647/> – Дата доступа: 04.03.2022.
8. ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200092626/> – Дата доступа: 04.03.2022.
9. Ласков, Ю. М. Отраслевой сборник методик проведения химического анализа веществ, применяемых в легкой промышленности, содержащихся в сточных водах [Текст]: руководящий документ / Ю. М. Ласков, Н. В. Степанова, Н. Ю. Акимцева. – М.: ЦНИИТЭИ, 1988. – 193 с.
10. Методические указания МУК 4.3.2030–05 «Санитарно-вирусологический контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-излучением». – М., 2005.
11. Новикова, О. К. Обработка осадков сточных вод: учеб.-метод. пособие / О. К. Новикова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 96 с.
12. Пахненко, Е. П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения / Е. П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.
13. Файзиев, Ш. Предварительные результаты оценки солнечных ресурсов. Отчет Проекта АБР UZB TA 8008 / Ш Файзиев, Н. Гёдер, Э. Люпферт. – Ташкент, 2013. – 42 с.
14. Юнусов, Л. Ю. Физико-химические свойства натурального шелка в процессе переработке коконов / Л. Ю. Юнусов. – Ташкент, Наука, 1978. – 146 с.