

УДК 66. 047; 541. 18. 053

Ляшенко А.В.

Институт технической теплофизики НАН Украины

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ШЛАМА ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

У статті представлена технологія з утилізації органічних відходів, що включає установку, яка працює за методом поєднання процесів сушки і диспергування оброблюваного матеріалу. Наведено результати експериментальних досліджень із сушки шламу, проведених в ІТТФ НАН України. Отримано нові дані для створення методики розрахунку таких установок.

В статье представлена технология по утилизации органических отходов, включающая установку, работающую по методу совмещения процессов сушки и диспергации обрабатываемого материала. Приведены результаты экспериментальных исследований по сушке шлама, проведенные в ИТТФ НАН Украины. Получены новые данные для создания методики расчета этих установок.

In this paper, we present a technology for the utilization of organic waste, including a device working according to the method of combination of the processes of drying and dispersion of the material being treated. The results of experimental investigations of waste drying carried out at the Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine are described. New data for the development of a procedure for calculating such devices were obtained.

d – величина частицы шлама;
 T – температура теплоносителя;
 V – скорость движения теплоносителя;

W – влажность шлама;
 τ – время сушки частицы шлама.

Введение

В настоящее время, по данным Госкомстата, в Украине уже накоплено (и продолжает накапливаться) большое количество органических отходов, которые необходимо подвергнуть утилизации. К ним относятся отходы птицекомбинатов, животноводческих комплексов, растениеводства, бытовые отходы муниципальных хозяйств, создающие экологические проблемы. С целью ликвидации этих проблем в мире разрабатываются различные технологии по утилизации отходов.

Наиболее перспективными являются технологии, основанные на создании биоконверсных комплексов – экобиотехнологических замкнутых систем переработки органических отходов при минимальных материально – технических и энергетических потерях с использованием возобновляемых источников энергии для создания стабильной экологической обстановки окружающей среды. В результате реализации этих технологий в энергетических целях используют либо

схему прямого сжигания отходов, либо получения из них биогаза. Биогаз может быть источником получения других видов энергии. Шламы, образующиеся после ферментативной переработки отходов, являются основой для создания полноценных комплексных удобрений. Последние можно производить и непосредственно из органических отходов.

Шламы являются коллоидными капиллярно – пористыми телами и представляют собой гомогенизированные продукты. Могут содержать основные минеральные вещества, необходимые для жизнедеятельности растений, а также микро- и макро- элементы. Количество элементов и величина начальной влажности зависят от природы отходов, а также от способа их переработки. Основная задача утилизации шламов – их обезвоживание, обогащение необходимыми дополнительными элементами, формирование в товарную продукцию [1, 2].

В ИТТФ НАН Украины ведутся исследования, направленные на создание новых технологий и

оборудования по утилизации органических отходов. Перспективной технологией для сушки органических отходов с дальнейшим их использованием в комплексных удобрениях является технология, включающая установку, работающую по способу совмещения процессов сушки и диспергации обрабатываемого материала [3]. Этот способ сушки характеризуется возможностью создания развитой удельной межфазной поверхности, малыми временем сушки и термического воздействия на материал. Высокая температура теплоносителя обеспечивает уничтожение патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков и т. д. Эта технология соответствует современной тенденции развития энергосберегающей сушильной техники, заключающейся в стремлении к максимальной интенсификации процессов сушки при одновременном сохранении качества высушиваемого материала.

Экспериментальных данных по сушке шламов после станций аэрации и методик расчета описанной установки в литературе мы не нашли. Поэтому была поставлена цель исследований – получить экспериментальные данные, необходимые для разработки методики расчета установок совмещенных процессов сушки и диспергации.

Предметом исследования был выбран шлак Бортнической станции аэрации. Изучалась кинетика сушки образцов шлака в широком диапазоне изменения тепловых нагрузок и размеров частиц материала.

Изучение влияния температуры и скорости теплоносителя на исследуемый материал было проведено на экспериментальном стенде, состоящем из сушильной камеры, электропечи лабораторной SNOL 7,2/1100, участка подготовки теплоносителя, центробежного вентилятора, воздуховода с регулирующей заслонкой, щита управления, контрольно-измерительных приборов. Были проведены эксперименты при температурах теплоносителя от 70 °С до 700 °С, его скоростях от 1 м/с до 5 м/с, размерах частиц от 1 мм до 6 мм. В процессе сушки, через определенные промежутки времени частицы взвешивались на весах фирмы “AXIS” модели А500. Высушиваемый материал формировался на алюмель – копелевом термоэлектрическом преобразователе диаметром 0,3 мм, что позволяло определять и

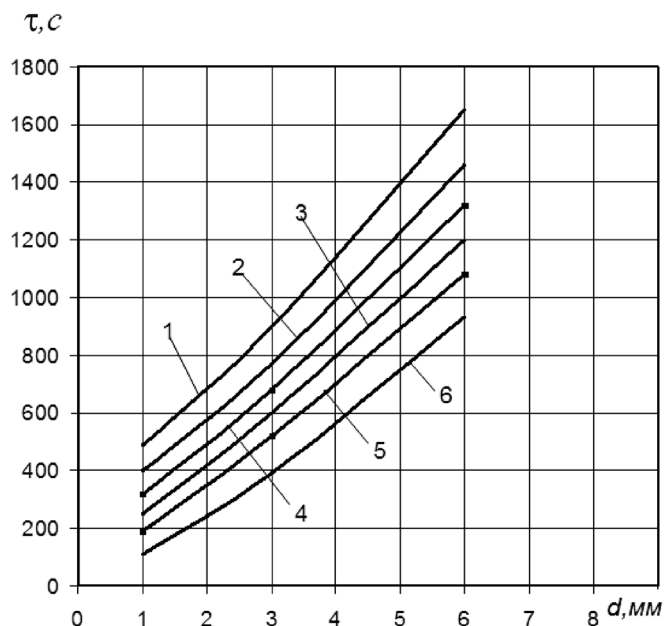


Рис. 1. Зависимость времени сушки шлама от размера частиц $\tau = f(d)$: 1 – при $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $V = 1\text{ м/с}$; 2 – при $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $V = 3\text{ м/с}$; 3 – при $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $V = 5\text{ м/с}$; 4 – при $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $V = 1\text{ м/с}$; 5 – при $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $V = 3\text{ м/с}$; 6 – при $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $V = 5\text{ м/с}$.

его текущую температуру. Для этого использовался цифровой регулятор температуры фирмы “ENDA” марки ЕТС 442.

Анализ экспериментов (рис. 1) показывает, что на длительность процесса сушки влияет температура теплоносителя, его скорость и размеры частиц материала. Так, увеличение скорости теплоносителя от 1 м/с до 5 м/с при $T=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ привело к уменьшению времени сушки для частиц размером 1 мм в 1,8 раза, для частиц размером 6 мм в 1,3 раза. При увеличении скорости теплоносителя при $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ от 1 м/с до 5 м/с привело к уменьшению времени сушки для частиц размером 1 мм в 2,75 раза, для частиц размером 6 мм в 1,46 раза. Увеличение температуры теплоносителя от 70 °С до 100 °С привело к уменьшению времени сушки при скорости теплоносителя $V = 1\text{ м/с}$ для частиц размером 1 мм в 1,36 раза, для частиц 6 мм в 1,25 раза. При $V = 5\text{ м/с}$ для частиц размером 1 мм время сушки уменьшилось в 2 раза, для частиц размером 6 мм в 1,33 раза.

При увеличении температуры теплоносителя от 200 °С до 700 °С (рис. 2), т. е. в 3,5 раза, время

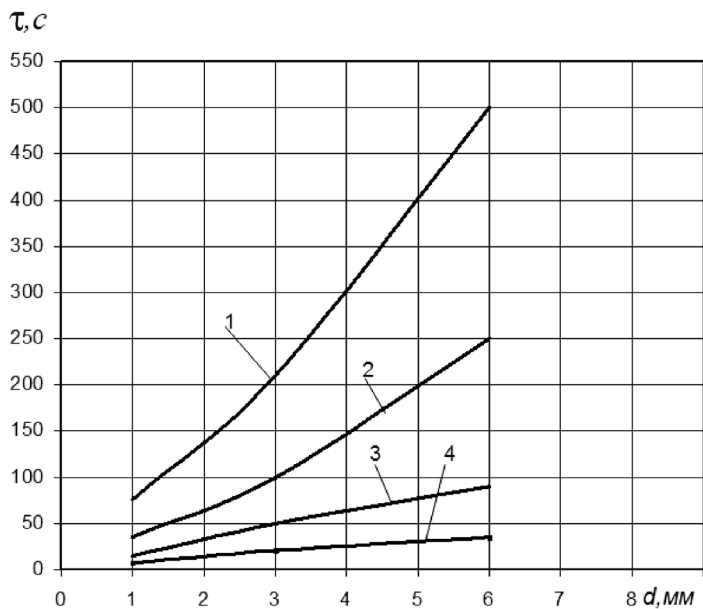


Рис. 2. Зависимость времени сушки шлама от размера частиц $\tau = f(d)$: 1 – при $T = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 – при $T = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 – при $T = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 – при $T = 700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

сушки уменьшалось для частиц всех размеров. Так, для частиц размером от 1 до 3 мм – примерно в 10 раз. Частицы больших размеров в процессе их сушки при температурах 500 °C и 700 °C начинали воспламеняться (рис. 3).

Анализ результатов исследования подтвердил, что для максимальной интенсификации процесса сушки шлама необходимо осуществлять его диспергирование на частицы, возможно, меньшей величины, в результате чего увеличивается поверхность теплообмена, уменьшается время сушки частиц, обеспечивается быстрый вывод сухих частиц потоком теплоносителя из зоны сушки. Это можно осуществить конструкцией рабочей камеры, обеспечивающей измельчение материала в процессе сушки по длине камеры.

Постоянное обновление поверхности частиц материала и тем самым поддержание его влажности, соответствующей температуре мокрого термометра, ведет к увеличению объемов влаговсѐма, что уменьшает габариты установки, а следовательно, ее металлоемкость. Это подтверждают экспериментальные данные, полученные при испытании установки, в которой сушились органические отходы птицеводческого

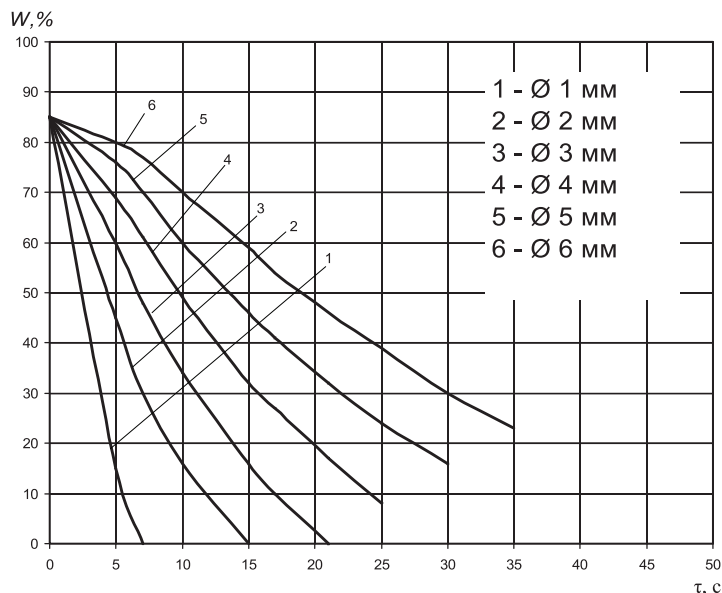


Рис. 3. Кривые сушки шлама при $T=700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

производства. Снижение температуры теплоносителя от 700 °C до 120 °C по длине камеры позволяло снижать влажность материала от $W_{\text{нач.}}=80\text{...}85\%$ до $W_{\text{кон.}}=12\text{...}15\%$ за время его пребывания в камере в течение 3...5 сек. Величина частиц в готовом продукте – 1...3 мм. Производительность установки по сырью достигала 600 кг/ч. Технические показатели данной установки качественно выше, чем у барабанных сушилок, по таким показателям, как габариты установки, потребляемая мощность, масса установки при одинаковой производительности.

Выводы

В результате проведенных исследований получены новые данные для создания методики расчета установок, использующих метод совмещения процессов сушки и диспергации при обезвоживании шламовых отходов. Эксперименты подтвердили, что возможна реализация энергоресурсоэффективной высокотемпературной сушки шламов из органических отходов при постоянном обновлении поверхности теплообмена в закрученном потоке при температуре до 700 °C и размерах частиц до 3 мм с сохранением полезных составляющих в конечном продукте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. – Рига: “Зинатне”, 1988. – 204 с.

2. Єрмоленко В.О. Біологічно активні добрива. Технологія виробництва. – НВЦ СТ “Вибір”, 2002. – 151 с.

3. Ляшенко А.В., Процьшин Б.Н., Гордиенко П.В., Фищук Н.У. Интенсификация процесса тепломассообмена при сушке термолabileльных пастообразных материалов // Промышленная теплотехника. – 2008. – №1. – С. 46 – 49.

Получено 19.06.2008 г.