

УДК 667.633+628.1.033

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ

*А.А. Трутнёв, А.П. Платонов, С.Г. Ковчур*

*УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Рациональное использование природных ресурсов в настоящее время приобретает особое значение. Решение этой актуальной народнохозяйственной проблемы предполагает разработку эффективных безотходных технологий за счёт комплексного использования сырья, что одновременно приводит к ликвидации огромного экологического ущерба, оказываемого хранилищами отходов. В то же время многие отходы промышленности, представляющие большой практический интерес, остаются недостаточно востребованными. Большинство отходов промышленного производства отходами не являются, поскольку успешно могут заменить природные ресурсы, а во многих случаях по своим качественным показателям являются уникальным сырьём [2]. Годовой экономический ущерб от загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления оценивается на уровне 10 % от ВВП.

Наиболее рациональным направлением утилизации промышленных отходов является их использование как техногенного сырья при получении различного вида продукции и прежде всего строительного назначения. Важнейший резерв ресурсосбережения в строительстве – это широкое использование вторичных материальных ресурсов: неорганических отходов теплоэлектростанций и станций обезжелезивания. Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – их использование в производстве строительных материалов, что позволяет удовлетворить потребности в сырье до 40 %. Применение отходов промышленности позволяет на 10-30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с их производством из природного сырья.

В настоящее время не существует универсального метода обработки и утилизации шламовых осадков. Во многих экономически и технически развитых государствах отказываются от накопления осадков в шламонакопителях, представляющих угрозу окружающей среде. На многих предприятиях сушка и сжигание шламов является одним из основных методов ликвидации отходов. Такой способ является экологически небезопасным, поскольку требуется очистка выбрасываемых газов от загрязняющих веществ, расходуется значительное количество энергии. Решить данную задачу наиболее полно можно за счёт применения шламов в качестве сырья самой материалоёмкой отрасли народного хозяйства – строительной индустрии [4].

Для Республики Беларусь актуальной является проблема утилизации таких крупнотоннажных отходов как глиносолевые отходы Солигорского калийного комбината. В работе [1] предложена технология утилизации таких отходов при изготовлении асфальтобетона. Для увеличения площади контакта битума с поверхностью отходов их предварительно измельчают и используют в качестве порошка (удельная поверхность 2800-3000 см<sup>2</sup>/г). Проведённые исследования показали отсутствие в этом случае миграции загрязнителей в окружающую среду.

Во многих случаях химводоподготовку на ТЭЦ производят с использованием наиболее дешёвых компонентов: коагулянта (железный купорос) и осадителя (гашёная известь). Известь в качестве нейтрализующего агента применяется довольно широко, однако до сих

пор нет соответствующих нормативов, регламентирующих её состав и свойства как осадителя, что приводит в случае применения обычной строительной извести к большому её перерасходу и отражается на фазовом составе шлама [4].

В Республике Беларусь не решён вопрос утилизации отходов станций обезжелезивания. Ежегодно только на четырёх станциях обезжелезивания г. Витебска образуется около 3000 тонн железосодержащих отходов. Преобладающей формой существования железа в подземных водах является бикарбонат железа (II), который устойчив только при наличии значительных количеств уголекислоты и отсутствии растворённого кислорода. Наряду с этим железо встречается в виде сульфида, карбоната и сульфата железа (II). Обезжелезивание поверхностных вод можно осуществлять лишь реагентными методами, а для удаления железа из подземных вод наибольшее распространение получили безреагентные методы. Из применяемых в настоящее время безреагентных методов обезжелезивания воды перспективными являются: вакуумно-эжекционная аэрация и фильтрование, упрощённая аэрация и фильтрование, фильтрование на каркасных фильтрах, аэрация и двухступенчатое фильтрование, ультрафильтрация.

Безреагентные методы обезжелезивания могут быть применены, когда исходная вода характеризуется рН не менее 6,5-6,7. На водозаборе № 4 г. Витебска для обезжелезивания воды применяется метод фильтрования на каркасных фильтрах на установках производительностью до 1000 м<sup>3</sup>/сутки. Сущность обезжелезивания воды по этому методу заключается в том, что ионы железа (II) после окисления переходят в осаждающиеся ионы железа (III). В настоящее время промывные воды, образующиеся на станциях обезжелезивания при промывке фильтров и содержащие в качестве основного загрязнения тонкодиспергированную суспензию гидроксида железа Fe(OH)<sub>3</sub>, подлежат либо открытому сбросу в поверхностные водоёмы или водоотводящие сети, либо осветлению отстаиванием с дальнейшим обезвоживанием выделенного осадка на иловых площадках.

Периодически, не реже одного раза в полгода, на станциях обезжелезивания производят чистку ёмкостей, шлам вывозят на свалку. В результате не только затрачиваются значительные средства на вывоз осадка, но и теряются ценные химические вещества (соединения железа), которые можно использовать при изготовлении строительных материалов. Важен также и экологический аспект данной проблемы. Осветлённая вода из отстойных сооружений имеет достаточно высокую мутность (30-50 мг/л). Сброс её в открытый водоём приводит к его загрязнению. На некоторых станциях обезжелезивания шлам не собирают, а сливают в реки, что приводит к их заилению и обмелению.

Республика Беларусь не имеет собственного производства железосодержащих пигментов, а потребность в них превышает 5000 тонн/год [5]. В связи с возникшей проблемой замены импортного сырья и создания ресурсосберегающих технологических процессов появляется необходимость разработки технологии пигментов на базе дешёвого местного сырья. На основе неорганических отходов станций обезжелезивания можно получить железосодержащие пигменты и пигменты-наполнители с широкой цветовой гаммой. Применение отечественных пигментов позволит значительно снизить (на 20-25 %) стоимость получаемых с их использованием изделий и материалов. В настоящее время наметились определённые тенденции между стремлением к повышению качества выпускаемых синтетических пигментов и использованием дешёвого сырья для их получения.

Авторы настоящей работы установили, что неорганические отходы станций обезжелезивания с влажностью 2-3 % и измельчённые в шаровой мельнице до степени дисперсности 140 мкм, по качественным показателям соответствуют строительному пигменту типа «охра». Для получения строительного пигмента аналогичного пигменту типа «сурик» разработан температурно-временный режим прокаливания неорганических отходов. При термообработке отходов происходит их дегидратация, что приводит к изменению химического, фазового и дисперсного состава получаемого вещества. При прокаливании

отходов в течение 2 часов при температуре 680 °С получается строительный пигмент типа «сурик». При содержании Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 50 % отходы являются исходным сырьём для получения коричневых и красно-коричневых пигментов [3].

#### Список использованных источников

1. Бусел А.В. Использование крупнотоннажных бытовых и промышленных отходов / А.В. Бусел // Строительные материалы. – 1994. – № 9. – С. 7-9.
2. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 368 с.
3. Ещенко Л. Получение высокодисперсного α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и композиционных пигментов на его основе / Л. Ещенко, В. Салоников // Наука и инновации. – 2004. – № 3. – С. 6-16.
4. Киушкин Э.В. Разработка экологически безопасной технологии утилизации шлама химводоподготовки ТЭЦ: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 25.00.36 / Э.В. Киушкин // Нижегород. гос. арх. строит. ун-т. – Н. Новгород, 2002. – 21 с.
5. Кордилов В.Д. Разработка технологии пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих отходов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.17.01 / В.Д. Кордилов // Бел. госуд. технолог. ун-т. – Минск, 2001. – 21 с.

УДК 677.027 : 677.075

## КИНЕТИКА СУШКИ И ФОРМОВАНИЯ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*В.В. Ушаков*

*УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Чулочно-носочные изделия из хлопчатобумажной, шерстяной и полушерстяной пряжи, синтетических нитей и их смесей с натуральными волокнами после крашения подвергают механическому обезвоживанию, а затем проводят разборку изделий. Для устранения деформации петельной структуры, придания изделиям правильной формы и устойчивых размеров, красивого внешнего вида и разглаживания одновременно с сушкой проводят формование изделий. Изделия, содержащие синтетические нити, кроме того, стабилизируют.

Влагу, которую нельзя удалить из ткани механическим путем, удаляют сушкой, т. е. путем ее испарения. В этом процессе влага переходит из твердой фазы (ткани) в газовую или паровую и для ее испарения к текстильному материалу необходимо непрерывно подводить тепло.

Различают три принципиально различных способа передачи тепла: теплопроводностью, т. е. переходом тепла внутри материала от одной молекулы к другой, находящейся с ней в контакте; конвекцией, т. е. переносом тепла от одной точки к другой вместе с массой вещества теплоносителя; тепловым излучением, т.е. передачей тепла лучеиспусканием, радиацией. В реальных условиях имеет место передача тепла комбинированным путем, но в зависимости от типа сушилки преобладает какой-либо один способ.

При формовании чулочно-носочные изделия надевают на плоские металлические формы. Применяют два способа сушки-формования: контактный, при котором изделия непосредственно соприкасаются с нагреваемой изнутри металлической поверхностью формы, и конвективный - обдуванием надетых на формы изделий горячим воздухом.

Существенным недостатком этих методов является то, что высушиваемое изделие нагревается прямым конвективным нагревом от калорифера, вследствие чего происходит