

мающихся переработкой отходов. Это выход из сложной ситуации для тех предприятий, которые не могут заниматься переработкой своих отходов из-за недостаточного их количества. Так, многие существующие технологии переработки требуют такое количество отходов, которое предприятие может получить только за год, а то и за больший период. Но в любом случае внедрение такого перерабатывающего предприятия возможно только в том случае, если это будет экономически эффективно.

УДК 661.872

Л.С. Еценко, В.Д. Кординов, В.А. Салоников
(УО БГТУ, г. Минск)

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ α -Fe₂O₃

Синтетический красный железоксидный пигмент по химическому составу представляет собой оксид железа (III) α модификации (содержание Fe₂O₃ в пигменте составляет 95-99 %), обладающий высокой укрывистостью, интенсивностью, стойкостью к действию слабых кислот и щелочей. Благодаря своим свойствам, красный железоксидный пигмент широко применяется для производства лакокрасочных, резинотехнических, строительных и других материалов и изделий.

В настоящее время существует несколько способов получения красного железоксидного пигмента: прокалочный, осадочно-прокалочный, окисление металлического железа, гидротермальный. При прокалочном способе пигмент получают из железного купороса путем прокаливания сначала при 100-300 °С, а затем при 680-700 °С. Недостатком этого метода являются высокие энергозатраты, невысокое качество получаемого пигмента, необходимость очистки отходящих газов от SO₂ и SO₃. При осадочно-прокалочном способе полученный желтый железоксидный пигмент путем осаждения щелочным реагентом гидроксида железа (II) из его соли при последующем его окислении прокаливается при температуре 600-700 °С. Недостаток этого метода – наличие большого количества трудно утилизируемых жидких отходов и высокая металлоемкость оборудования. Гидротермальный способ, при котором оксид железа кристаллизуется из растворов его солей или водных суспензий гидроксида железа (III) при повышенных температурах и давлениях, позволяет получать высокодисперсные пигменты с высокой интенсивностью и красящей способностью. Особенностью полученных гидротермальным способом пигментов является монодисперсность. Однако сведения об условиях синтеза α -Fe₂O₃ гидро-

термальным методом и о химических, фазовых превращениях, протекающих при этом, ограничены, что затрудняет развитие данного направления получения высокодисперсных оксидов железа и других металлов.

Целью данной работы явилось исследование условий гидротермальной кристаллизации оксида железа как пигмента широкого назначения. В качестве исходной соли использовали железный купорос, который является распространенным и относительно дешевым сырьем. Растворы сульфата железа образуются при травлении металлов, являются отходами машиностроительных, металлургических, металлообрабатывающих предприятий и могут явиться основой для получения кристаллического сульфата железа. Так, на базе травильных растворов, на Белорусском металлургическом заводе и Речицком мезином заводе организовано производство железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Получение $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ состояло из следующих стадий: окислительно-дегидрирующая термообработка железного купороса, приготовление суспензии основного сульфата железа и ее гидротермальная обработка, фильтрация осадка, его промывка и сушка.

Окислительно-дегидрирующую термообработку проводили при 300 °С в течение двух часов. Установлено, что полученный продукт представляет собой основной сульфат железа (III), состав которого описывается формулой $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$.

Исследовано влияние солевой среды, соотношения Т:Ж в суспензии основного сульфата железа, температуры и продолжительности гидротермальной обработки на свойства оксида железа. Показано, что гидротермальная кристаллизация $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в системах $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4\text{-FeSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ протекает в температурном интервале 180-200 °С, при этом применение жидкой фазы, содержащей сульфат железа (III), приводит к уменьшению температуры и продолжительности кристаллизации и увеличению выхода целевого продукта, т.е. присутствие в маточном растворе ионов Fe^{2+} оказывает иницирующее влияние на процесс гидролиза $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$, а также на процесс дегидратации FeOOH и образования фазы $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Отмечено, что в исследуемых системах кристаллизуется $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ красного цвета, переходящего в темно-красный с увеличением продолжительности гидротермальной обработки исходной суспензии.

Снижение температуры синтеза приводит к образованию метастабильной фазы $\alpha\text{-FeOOH}$, которой предшествует аморфная фаза. Аморфная фаза имеет светло-желтую окраску, а $\alpha\text{-FeOOH}$ – желтую. Полученные результаты позволили предположить механизм кристаллизации $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, который сводится к следующему: при гидротермальной термообработке основного сульфата железа в водной среде происходит его гидролиз и постепенное формирование полимерных соединений и объемных частиц золя.

Дальнейшая гидротермальная обработка такого осадка приводит к его дегидратации и кристаллизации, в результате чего образуется слабокристаллизованная фаза $\alpha\text{-FeOOH}$, а затем, при увеличении температуры, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Для объяснения характера процесса кристаллизации $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ может быть использован механизм растворение - осаждение, включающий в себя стадии растворения кристалликов фазы FeOOH , перенос через раствор кристаллообразующих комплексов к образовавшимся зародышам фазы и их встраивание в поверхностный слой зародыша, а также механизм ориентированного наращивания.

Полученный оксид железа практически монодисперсен, что позволяет говорить о квазистационарном режиме роста его кристаллов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Универсальная гидротермальная технология синтеза красных железисто-оксидных пигментов / Г.И.Агафонов, Д.Г.Клещев, А.В.Толчев и др. // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1999. – № 7-8. – С. 41-46.
2. А.с. 1809833 СССР, МКИ⁵ С 09 С 1/24. Способ получения пигментного оксида железа (III) α -модификации / А.К.Запольский, А.А.Мильнер, Е.В.Клименко и др.; Ин-т коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского АН Украины. – № 4835018/26; Заявл. 05.06.90; Опубл. 15.04.93, Бюл. № 14 // Изобретения. – 1993. – № 14. – С. 110.

УДК 630*36

И. И. Корзун
(УО БГТУ, г.Минск)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В целях внедрения лесозаготовительных технологий и машин, обеспечивающих устойчивое развитие лесов и малоотходное производство, при оценке экономической эффективности систем машин целесообразно учитывать экологический ущерб (степень экологической совместимости), наносимый лесозаготовительной техникой при разработке лесосеки.