

667
К66

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

УДК 667.622.1/.51

КОРДИКОВ Василий Дмитриевич

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИГМЕНТОВ
И ПИГМЕНТОВ-НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ
ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

05.17.01 – Технология неорганических веществ

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Минск 2001

Работа выполнена на кафедре технологии неорганических веществ и общей химической технологии Белорусского государственного технологического университета

Научный руководитель

доктор технических наук, член-корреспондент Российской академии естественных наук, профессор
Ещенко Людмила Семёновна

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Пиц Иван Владимирович

кандидат технических наук, доцент
Медведев Дмитрий Иванович

Оппонирующая организация

НПО "Прогресс"

Защита состоится «18» сентября 2001 г. в 14 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.02 в Белорусском государственном технологическом университете, 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а,
Тел.: (017) 227-22-51

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного технологического университета

Автореферат разослан «14» августа 2001 г.

Учёный секретарь
совета по защите диссертаций
д.т.н., профессор



В.А.Марков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Ежегодно на очистных сооружениях предприятий Республики Беларусь образуются тысячи тонн шламов, которые состоят, в основном, из нерастворимых гидроксидов, фосфатов, карбонатов железа, цинка, кальция, хрома и являются весьма ценным химическим сырьем. Их химический, фазовый, дисперсный состав может изменяться в широких пределах в зависимости от состава производственных сточных вод и способов их очистки (реагентный, гетеро-, электро-, гальванокоагуляционный метод). Образующиеся шламы, как правило, вывозятся для складирования на специально отведенные полигоны или площадки на территории предприятий и до настоящего времени практически не утилизируются. Вывоз шламов на полигоны имеет ряд недостатков: теряются ценные компоненты – цинк, медь, хром, никель, марганец, железо, фосфор и другие; происходит загрязнение окружающей среды и, в первую очередь, природных вод, так как соединения цветных металлов могут вымываться тальми и ливневыми водами и поступать в водоёмы и водостоки, включаясь в биологические циклы; кроме того, организация и эквентуация полигонов требует значительных затрат. В то же время на базе шламов, образующихся при реагентной, гетеро- и электрокоагуляционной очистке промышленных сточных вод, можно получить железосодержащие пигменты и пигменты-наполнители с широкой цветовой гаммой и различным техническим назначением. Поскольку Республика Беларусь не имеет собственного производства железосодержащих пигментов, а их потребность превышает 5000 тонн/год, то в связи с возникшей проблемой замены импортного сырья и создания ресурсосберегающих технологических процессов возникает необходимость разработки технологии пигментов на базе дешевого местного сырья – железосодержащих шламов. Наличие в шламах хрома, никеля, марганца, цинка, фосфора позволяет повысить термостойкость получаемых пигментов, улучшить пигментные свойства, расширить цветовую гамму.

Таким образом, наличие огромного количества железосодержащих шламов, с одной стороны, их малоизученность и отсутствие приемлемых для практического использования технологических решений, с другой стороны, диктует необходимость проведения целенаправленных исследований способов и условий переработки шламов для создания технологии пигментов и пигментов-наполнителей различного функционального назначения.

Связь работы с крупными программами и темами. Диссертационная работа выполнялась в соответствии с темами "Разработка технологии переработки шламов станции нейтрализации сточных вод Белорусского металлургического завода на пигменты-наполнители" (№ гос. регистрации 1995469, 1995-1996 гг.), "Исследование гальванических шламов гетерокоагулянтного осаждения и разработка рекомендаций по их утилизации" (ХД № 96-028, 1996 г.), а также в рамках республиканской научно-технической программы "Ресурсосбе-

режение" по заданию 1/32 "Разработать и освоить в опытно-промышленных условиях технологию антикоррозионных пигментов и пигментов-наполнителей на основе шламов очистных сооружений" (№ гос. регистрации 19994012, 1999-2000 гг.).

Цель и задачи исследования. Цель настоящей работы заключалась в разработке технологии пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих отходов, образующихся на промышленных предприятиях Республики Беларусь при очистке сточных вод после поверхностной обработки металлов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

1. *Исследовать химический, фазовый и дисперсный состав железосодержащих шламов, образующихся при реагентной и электрохимической очистке промышленных сточных вод, и продуктов их термообработки.*

2. *Исследовать влияние условий химического модифицирования шламов на химический, фазовый, дисперсный состав, а также на цветовые и малярно-технические характеристики полученных пигментов и пигментов-наполнителей.*

3. *Разработать физико-химические основы технологии пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих шламов очистных сооружений.*

4. *Исследовать области применения разработанных пигментов и пигментов-наполнителей и определить их эффективность.*

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются железосодержащие отходы (шламы), образующиеся на промышленных предприятиях Республики Беларусь при очистке сточных вод после поверхностной обработки металлов. Предмет исследования – определение состава и свойств железосодержащих шламов, продуктов их химического и термического модифицирования, технологического режима получения пигментов и пигментов-наполнителей для различных технических целей.

Методология и методы проведения исследования. Состав исходных шламов, а также полученных продуктов определяли методом лазерной масс-спектропии, микрорентгеноспектральным и эмиссионным спектральным анализом, а также химическими методами анализа по известным методикам. Для определения химических и фазовых превращений при термообработке использовали дериватографический и рентгенофазовый методы анализа, дисперсного состава – микроскопический анализ. Определение цветовых характеристик проводили путем обработки спектров отражения методом взвешенных ординат. Малярно-технические характеристики полученных пигментов и пигментов-наполнителей определяли по стандартным методикам.

Научная новизна и значимость полученных результатов. Обобщены результаты исследований химического, фазового, дисперсного состава осадков (шламов), образующихся при очистке сточных вод реагентным, гетеро-, электро- и гальванокоагуляционными методами, и продуктов их термообработки. Впервые разработан процесс модифицирования шламов и показана роль фосфорной кислоты как модификатора их химического, фазового, дисперсного состава. Предложен механизм модифицирования, заключающийся во внедрении фосфатных групп в полимерные цепи, включающие звенья $-\text{Me}(\text{OH})-\text{O}-$ и взаимодействие с ними в объеме ультрамикрочастицы, образующих микрочастицы.

Установлена зависимость цветовых, малярно-технических характеристик пигментов, пигментов-наполнителей на основе шламов от температуры получения и соотношения в них $\text{H}_2\text{O}:\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:\Sigma\text{K}$, где ΣK – сумма катионов, а также фазового и дисперсного состава на основании чего предложены критерии химического, фазового, текстурного соответствия, определяющие пути переработки шламов, состав и свойства продуктов их переработки и развиты представления о целенаправленности получения коричневых, красно-коричневых пигментов; железокальцийсодержащих пигментов-наполнителей; антикоррозионных ингибиторов.

Разработаны физико-химические основы технологии переработки шламов, образующихся после реагентной, гетеро-, электрокоагуляционной очистки сточных вод, на продукты целевого назначения и технологические схемы их производства.

Практическая значимость полученных результатов. Разработаны и опробованы в промышленных условиях способы получения и технология антикоррозионного пигмента, коричневого и красно-коричневого железосодержащих пигментов, железокальциевых пигментов-наполнителей на основе железосодержащих шламов. Разработаны и зарегистрированы технические условия на железоцинкфосфатный пигмент и наработана опытная партия антикоррозионного ингибитора в количестве 20 тонн. Грунтовки ГФ-0119, ГФ-0163, краска МА-15, кожвалон, обложечная бумага, изготовленные с использованием разработанных продуктов, соответствуют требованиям нормативно-технической документации по всем показателям.

Результаты работы явились основанием для организации выпуска антикоррозионного ингибитора на основе железоцинкфосфатного шлама – отхода ЗАО "Атлант" (г. Минск). Рекомендовано к внедрению на базе имеющегося оборудования на Петриковском керамзитовом заводе производство пигментов-наполнителей из железокальциевого шлама – отхода Белорусского металлургического завода, количество которого составляет 8000 тонн/год.

Разработка имеет социальный эффект, поскольку ежегодно возможно утилизировать свыше 10000 тонн железосодержащих шламов, что значительно улучшит экологическую обстановку в Республике Беларусь, позволит использовать вторичное сырье для получения импортозаменяющей продукции.

Экономическая значимость полученных результатов. Разработка способов получения пигментов и пигментов-наполнителей на основе шламов относится к ресурсосберегающим технологиям. Применение отечественных пигментов и пигментов-наполнителей позволит значительно снизить себестоимость (на 10-15 %) получаемых с их использованием изделий и материалов. Суммарный экономический эффект за счет частичного отказа от импорта антикоррозионных пигментов, пигментов-наполнителей, коричневого и красно-коричневого железосодержащих пигментов, используемых на предприятиях республики составит свыше 1,34 млрд. руб.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. *Физико-химические основы модифицирования шламов и способы их переработки в зависимости от типа и состава.*
2. *Основные критерии, определяющие пути переработки реагентных, гетеро- и электрокоагуляционного железосодержащих шламов на пигменты и пигменты-наполнители.*
3. *Технология пигментов и пигментов-наполнителей различного целевого назначения.*
4. *Состав и технические характеристики разработанных продуктов.*

Личный вклад соискателя. Автор принимал непосредственное участие в постановке задач исследования, планировании эксперимента и его проведении, анализе полученных результатов, подготовке публикаций, научных докладов и нормативно-технической документации, отработке технологии пигментов и пигментов-наполнителей, получении опытно-промышленных партий пигментов, пигментов-наполнителей и материалов на их основе.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты научных исследований и опыт практического использования были доложены и обсуждены на Международной конференции "Новые технологии по переработке и использованию отходов" (г. Минск, 1997 г.); Международной научно-технической конференции "Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химико-лесном комплексе" (г. Минск, 1997 г.); 61, 62, 65 научно-технической конференции в Белорусском государственном технологическом университете (г. Минск, 1997, 1998, 2001 гг.); II-м Международном симпозиуме молодых учёных, аспирантов и студентов "Техника и технология экологически чистых производств" (г. Москва, Россия, 1998 г.); I-ой Международной научно-практической конференции "Экология и молодёжь" (г. Гомель, 1998 г.); III-й научно-технической конференции "Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии" (г. Гродно, 1998 г.); XVI Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (г. С.-Петербург, Россия, 1998 г.); Международной научно-технической конференции "Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности" (г. Минск, 1999 г.); Международной научно-технической конференции "Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической промышленности и производстве строительных материалов" (г. Минск, 2000 г.).

Опубликованность результатов. По результатам исследований опубликовано 11 научных работ, в том числе 4 статьи в научных журналах, 5 статей в сборниках материалов конференций, 1 статья в сборнике докладов конференции, 1 тезис доклада. Получено положительное решение на выдачу патента Республики Беларусь. Разработаны и зарегистрированы технические условия на железобинкфосфатный пигмент.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Изложена на 92 страницах текста, содержит 42 иллюстрации, 41 таблицу, 14 приложений на 57 страницах, 237 литературных источников. Общий объём диссертации составляет 238 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Аналитический обзор литературы. В обзоре рассмотрены способы получения железосодержащих пигментов на основе различных видов сырья, их свойства, получение и применение, а также основные направления в совершенствовании их производства.

Анализ работ в области технологии железосодержащих пигментов пока зывает, что выбор способов получения пигментов определяется как наличием сырьевой базы, так и требованиями, предъявляемыми к целевому продукту. Основным источником сырья для получения высококачественных синтетически железосодержащих пигментов является металлическое железо и его растворимые соли. Предпочтение отдаётся синтезу пигментов из растворов, так как в этом случае, в отличие от прокалочных, процессы более управляемы и возможно получение пигментов высокого качества. В настоящее время наметились определенные тенденции между стремлением к повышению качества выпускаемых синтетических пигментов и использованием дешевого сырья для их получения, в частности, отходов различных производств. Такими отходами являются: растворы, содержащие соли железа (преимущественно отработанные травильные растворы); твердые соли (железный купорос, ярозиты и др.); твердые оксидные и пастообразные гидроксидные железосодержащие отходы (окалина железосодержащие шламы и др.). Однако сведения о характеристиках железосодержащих пигментов на основе отходов и способах их получения крайне ограничены и отрывочны, не выработан систематизированный подход к применению железосодержащих отходов (шламов) как сырья для получения неорганических пигментов и пигментов-наполнителей.

Исследование состава и свойств железосодержащих шламов, образующихся при реагентной и электрохимической очистке промышленных сточных вод. Главным источником образования железосодержащих шламов являются отработанные технологические растворы и промывные воды после поверхностной обработки металлов (травление, фосфатирование, нанесение

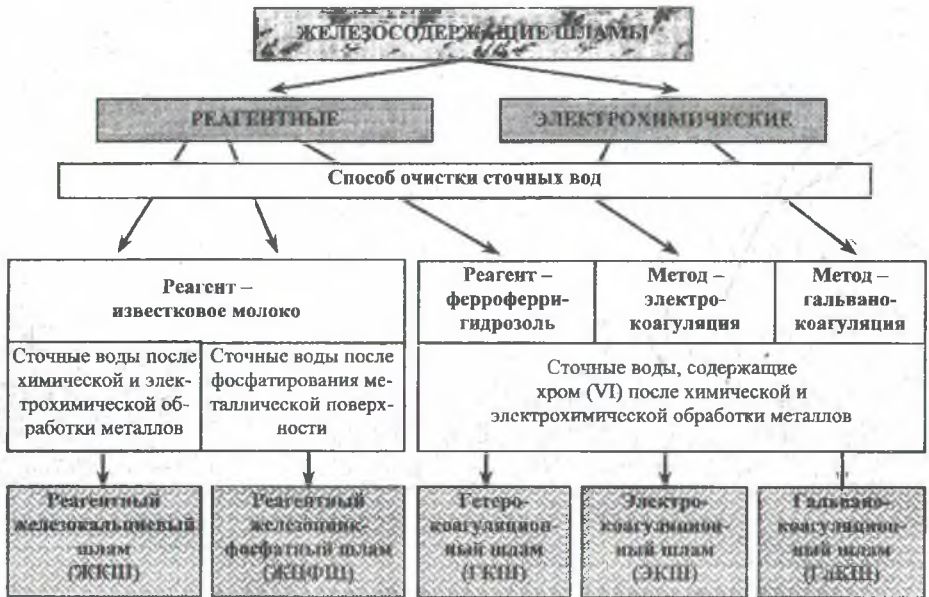


Рис. 1. Классификация шламов, образующихся при очистке сточных вод после химической и электрохимической поверхностной обработке металлов

Таблица 1

Химический состав сухих железосодержащих шламов, мас. %.

Компонент	Реагентные шламы			Электрохимические шламы	
	Железо-кальциевый (ЖКШ)	Железоцинк-фосфатный (ЖЦФШ)	Гетерокоагуляционный (ГКШ)	Электрокоагуляционный (ЭКШ)	Гальванокоагуляционный (ГЛКШ)
Fe ₂ O ₃	10,1-40,2	19,9-23,5	64,4-69,6	48,7-60,1	14,2-30,1
Cr ₂ O ₃	0-0,9	–	0,5-3,5	3,5-9,5	9,1-19,8
ZnO	1,5-7,3	12,3-16,4	1,5-6,0	1,5-4,0	2,7-6,1
CuO	0,5-5,6	–	1,2-6,4	3,4-4,8	2,6-8,2
NiO	0-0,9	0,1-1,1	0,5-1,0	0,5-1,7	1,1-2,4
CaO	20,1-37,0	6,4-13,6	2,1-3,3	2,3-12,1	2,4-5,5
MgO	0,5-5,3	0-1,2	–	0-2,4	0-0,4
P ₂ O ₅	1,2-15,9	32,7-37,2	0-2,2	0-8,5	0-0,7
SiO ₂	0-3,6	0-1,3	0-0,4	0-0,3	0-2,5
SO ₃	2,3-29,2	–	0-1,3	0-0,4	1,6-4,3
CO ₂	0-9,3	0-2,1	0-2,7	0-6,6	0,5-3,0
Cl	0-0,5	–	0,3-0,5	0,1-0,3	0,1-0,5
п.п.п. ¹	10,0-20,3	12,5-18,4	17,3-20,8	15,2-23,5	20,7-26,6

Примечание. Потери массы при прокаливании (700 °С).

гальванических покрытий), содержащие в своем составе кислоты, щелочи и соли различных металлов. В зависимости от способа очистки сточных вод произведена классификация образующихся шламов (рис. 1). Выделены две группы шламов – реагентные, которые образуются при очистке стоков химическим реагентом (известковое молоко, сода, щелочь, ферроферригидрозоль) и электрохимические, которые образуются в процессе электрохимической очистки (электро- и гальванокоагуляция). В кристаллическом виде в железокальциевом шламе содержатся сульфаты ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) и карбонат кальция, в железозинкфосфатном шламе – фосфат цинка (гопеит). Соединения железа и других металлов во всех шламах находятся в рентгеноаморфном состоянии. Шламы характеризуются полидисперсным составом, включающим частицы и их агломераты различной формы с размерами от долей до десятков и сотен микрометров. При этом средний размер частиц шламов находится в пределах 4,5-7,2 мкм.

Шламы характеризуются различным химическим составом (табл. 1). В железокальциевом шламе максимальная массовая доля соответствует соединениям кальция и железа. Для железозинкфосфатного шлама характерно содержание в его составе фосфорсодержащих соединений железа, цинка и кальция. Гетеро-, электро- и гальванокоагуляционный шламы содержат в своем составе, преимущественно, соединения железа и хрома. Кроме того, в шламах присутствует ряд соединений других металлов, таких как цинк, медь, кальций, никель. Колебание в составе шламов обусловлено различным составом сточных вод, условиями их очистки, а также периодичностью сброса на установки нейтрализации отработанных растворов.

Наличие в составе шламов хромофоров Fe(III) в количестве 50-70 мас. % и Cr(III) 3-10 мас. % служит предпосылкой для переработки их на пигменты с различными оттенками коричневого и красного цвета, сульфата и карбоната кальция на пигменты-наполнители, фосфата цинка и железа на пигменты целевого назначения, а именно, антикоррозионные.

Изучение условий и способов переработки железосодержащих шламов на пигменты и пигменты-наполнители.

При термообработке шламов происходит их дегидратация, что приводит к изменению химического, фазового и дисперсного состава получаемых продуктов. Основное количество химически связанной воды из шламов удаляется в области 100-400 °С. При нагреве железокальциевого шлама, содержащего сульфат кальция, при 650-700 °С кристаллизуется $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, а в образцах железокальциевого шлама, содержащего карбонат кальция, кроме $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, кристаллизуется гидроксилатапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$.

При термообработке железохромсодержащих шламов, в частности, гетеро- и электрокоагуляционного выше 200 °С происходят процессы окисления, преимущественно Cr(III), что подтверждается данными дериватографического,

рентгенофазового и химического анализов. В продуктах термообработки шламов содержатся водорастворимые хроматы натрия и кальция, при этом общее содержание водорастворимых веществ достигает 6 %. Показано, что катионы металлов, присутствующие в шламе, в частности хром, участвует в формировании кристаллической структуры $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, заполняя в ней катионную вакансию и стабилизируя при этом структуру магнетита. Поэтому конечной фазой при термообработке хромосодержащих шламов вплоть до 700 °С является $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Изучено влияние температуры термообработки и состава железокальциевого, гетеро- и электрокоагуляционного шламов на технические характеристики получаемых продуктов. Существенное влияние на оттенки цвета продуктов термообработки оказывает температура их получения и состав исходного шлама, в частности, содержание хрома и фосфора. Увеличение соотношения $\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{Fe}_2\text{O}_3$ в составе гетеро- и электрокоагуляционного шламов способствует образованию продуктов тёмно-коричневого цвета, сохраняющемуся вплоть до 800 °С. Увеличение соотношения $\text{P}_2\text{O}_5:\text{Fe}_2\text{O}_3$ в железокальциевом шламе способствует получению продуктов со светлыми оттенками коричневого цвета. По мере дегидратации шламов происходит уменьшение маслоёмкости и увеличение кроющей способности получаемых продуктов.

Технические показатели продуктов термообработки железокальциевого, гетеро- и электрокоагуляционного шламов сравнимы с аналогичными показателями, характерными для природных железосодержащих пигментов, в частности, сиене жёлной, марсу коричневому, железному сурику, мумии. В то же время для продуктов термообработки железокальциевого шлама характерна низкая кроющая способность и низкая интенсивность цвета, что предопределяет создание на их основе пигментов-наполнителей, имеющих собственный цветовой тон.

Получение коричневых и красно-коричневых пигментов на основе гетеро- и электрокоагуляционного хромосодержащих шламов. Для переработки данных шламов необходима стадия модифицирования с целью связывания хрома в химически и термически стабильные соединения и предотвращения процесса окисления Cr(III) до Cr(VI). Исходя из ряда соображений, в качестве модификатора использовали фосфорную кислоту, механизм модифицирования которой заключается в следующем. Входящие в состав шламов рентгеноаморфные соединения железа и хрома можно представить в виде полимерных цепей, включающих звенья гидроксоформ железа и хрома. Наличие полимерной структуры обусловлено протеканием процессов гидролиза и гидролитической полимеризации ионов железа и хрома при повышении pH среды в результате нейтрализации кислых стоков основанием. Присутствие гидролизованых форм хрома в железосодержащих растворах обуславливает их внедрение между полимерными цепями, при этом может происходить сорбция вначале концевыми группами, а затем и рядовыми звеньями полимера согласно следующей схеме:

пигмента, полученного при 700 °С (табл. 2). Показано, что введение фосфорной кислоты в шлам способствует увеличению яркости, дисперсности и маслоёмкости получаемых образцов. Увеличение дисперсности модифицированных образцов, полученных при 700 °С, заметно сказывается на их укрывистости, которая, по сравнению с не модифицированными продуктами, увеличивается.

Таблица 2

Малярно-технические и цветовые характеристики железосодержащих пигментов, полученных на основе модифицированного гетерокоагуляционного шлама

Молярное соотношение P_2O_5 : Fe_2O_3 при модифицировании	Температура термообработки, °С	Маслоёмкость, г/100г	Укрывистость, г/м ²	Цветовые характеристики		
				Яркость цвета, %	Чистота цвета, %	Доминирующая длина волны, нм
0,10	400	100	13	12,2	38	600
0,10	700	63	8	12,9	43	599
0,20	400	92	13	13,4	40	600
0,20	700	60	8	13,0	44	598
0,25	300	125	36	18,8	35	592
0,25	600	72	13	14,1	43	597
0,25	700	60	8	13,0	44	597
0,30	400	85	13	15,2	47	596
0,30	700	59	8	13,0	43	598
0,45	400	76	15	17,0	54	594
0,45	700	57	9	13,0	46	598

Разработанный способ модифицирования хромсодержащих шламов защищен патентом Республики Беларусь.

Получение цветных пигментов-наполнителей на основе железокальциевого шлама. Показано, что термообработка железокальциевого шлама приводит к уменьшению дисперсности получаемых продуктов. С целью увеличения дисперсности получаемых пигментов-наполнителей предложен способ модифицирования исходного шлама минеральными кислотами, в частности, серной и фосфорной. Установлено, что модифицирование шламов кислотами при молярных соотношениях $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{H}_3\text{PO}_4:\text{Fe}_2\text{O}_3$, равных 0,05-0,20, приводит к уменьшению среднего размера частиц продуктов термообработки с 10,7-11,8 до 4,2-5,6 мкм.

Установлено влияние температуры термообработки модифицированных шламов на химический, фазовый состав и технические характеристики получаемых пигментов-наполнителей. Модифицирование железокальциевого шлама не оказывает существенного влияния на цветовые характеристики получаемых пигментов-наполнителей. Установлено, что обработка железокальциевого шлама фосфорной кислотой, в отличие от серной, приводит к увеличению маслоёмкости и укрывистости получаемых продуктов. На базе модифицированных же-

лезокальциевых шламов получены пигменты-наполнители различного цвета. При этом жёлто-коричневый и светло-коричневый цвет обусловлен содержанием гидратированных аморфных соединений железа с мольным соотношением $H_2O:Fe_2O_3 > 2$ и $H_2O:Fe_2O_3 = 0,1-1,0$, соответственно. Наличие оранжево-красного и красно-коричневого цвета обусловлено содержанием $\alpha-Fe_2O_3$, при этом для оранжево-красного цвета соотношение $H_2O:Fe_2O_3 = 0,01-0,05$, а для красно-коричневого $H_2O:Fe_2O_3 < 0,01$.

Разработан технологический режим получения жёлто-коричневого, светло-коричневого, оранжево-красного и красно-коричневого пигментов-наполнителей. При этом полученные пигменты-наполнители, в зависимости от цвета, имеют следующие малярно-технические характеристики: укрывистость – 45-120 г/м²; маслоёмкость – 45-80 г/100 г.

Исследование процесса получения антикоррозионного железозинкфосфатного пигмента на основе фосфатного шлама. В лакокрасочной промышленности для получения антикоррозионных лакокрасочных материалов используют, в основном, фосфат цинка состава: ZnO – 53,5-56,0; P₂O₅ – 29,0-33,5; H₂O – 8,5-16,0 %, который содержит не более 0,2 % примесных водорастворимых веществ. Одной из задач работы явилось создание на основе железозинкфосфатного шлама пигмента со свойствами, близкими к фосфатным пигментам, в частности, к цинкфосфатному, используемому в лакокрасочной промышленности.

Согласно данным исследований, железозинкфосфатный шлам представляет собой смесь, преимущественно фосфатов цинка и железа, массовая доля которых составляет 85 %. Содержание фосфатов кальция находится на уровне 11-13 %. Суммарное содержание в шламе водорастворимых веществ составляет 1,4-3,2 %. Из них часть (0,6-0,8 %) приходится на фосфаты, т. к. фосфорсодержащие соединения, входящие в состав шлама, обладают растворимостью 0,07-0,12 г P₂O₅/1 кг H₂O. Остальное количество водорастворимых веществ обусловлено присутствием в шламах растворимых солей, в основном, нитратов. Установлено, что при отмывке шлама путем репульсации при массовом соотношении Т:Ж=1:5 и однократной промывке содержание нитратов уменьшается в несколько раз и не превышает 0,2 %, при этом содержание ионов Cl⁻ и SO₄²⁻ составляет менее 0,01 %.

Изучен процесс дегидратации шлама в политермическом и изотермическом режимах. Основное количество химически связанной воды из шлама удаляется в области 100-300 °С при этом происходит аморфизация продукта. Показано, что при сушке шлама в изотермических условиях в области температур 120-160 °С суммарное содержание воды, связанной с фосфатами железа, цинка и кальция составит 8,6-16,3 %, что отвечает содержанию воды в известных антикоррозионных пигментах. В связи с этим, оптимальным режимом сушки шлама, с целью получения антикоррозионного пигмента на основе фосфатного шлама с заданным содержанием воды, является интервал температур

120-160 °С, при этом продолжительность сушки в неподвижном слое толщиной 5-10 см составляет 8-12 ч. Полученный на основе железозинкфосфатного шлама антикоррозионный пигмент имеет следующий брутто-состав: $(0,7-0,8)\text{ZnO} \cdot (0,55-0,60)\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot (0,45-0,50)\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot (2,7-3,2)\text{H}_2\text{O}$, является рентгеноаморфным и по основным характеристикам близок к антикоррозионным фосфатным пигментам, используемым в лакокрасочной промышленности для получения ингибирующих лакокрасочных материалов.

Образцы полученного железозинкфосфатного пигмента испытаны в условиях заводских лабораторий АО "Минский лакокрасочный завод", ОАО "Лакокраска" (г. Лида) для получения антикоррозионной грунтовки ГФ-0119, стойкость которой по отношению к ряду агрессивных сред (3 %-го раствора NaCl, 1 %-го раствора минеральных кислот, воды, масла, бензина, повышенной влажности) не уступает аналогичным грунтовкам, выпускаемым серийно на ОАО "Лакокраска" (г. Лида) и ОАО "Лакокраска" (г. Ярославль, Россия) с использованием в качестве антикоррозионных пигментов фосфата цинка или хрома. Разработаны и зарегистрированы технические условия ТУ РБ 02071837.015-98 на железозинкфосфатный пигмент.

Разработка технологии пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих шламов очистки сточных вод. На основании обобщения и анализа экспериментальных данных предложены основные критерии, определяющие как пути переработки исходных шламов на конечные целевые продукты, так цветовые и малярно-технические характеристики получаемых пигментов и пигментов-наполнителей.

Критерий химического соответствия, определяемый содержанием железа и мольным соотношением компонентов $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CaO}$, $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{ZnO}):\text{P}_2\text{O}_5$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{MeO}+\text{Me}_2\text{O}_3)$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{CO}_3^{2-}+\text{SO}_4^{2-})$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5$. При содержании Fe_2O_3 более 50 % и $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{MeO}+\text{Me}_2\text{O}_3)=1:(0,1-0,3)$ шламы являются исходным сырьем для получения коричневых и красно-коричневых пигментов. При мольном соотношении компонентов $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CaO}=1:(4,0-6,0)$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{MeO}+\text{Me}_2\text{O}_3)=1:(1,5-2,0)$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{CO}_3^{2-}+\text{SO}_4^{2-})=1:(3,5-5,5)$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,2-0,6)$ и содержании железа в пересчете на Fe_2O_3 15-25 % шламы являются сырьем для получения цветных пигментов-наполнителей, при $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{ZnO}):\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,7-0,9)$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{MeO}+\text{Me}_2\text{O}_3)=1:(0,1-0,2)$, $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5=1:(1,5-2,0)$ – антикоррозионных пигментов.

Цветовые характеристики пигментов и пигментов-наполнителей, как показано выше, зависят от температуры термообработки, которая влияет на мольное соотношение $\text{H}_2\text{O}:\text{Fe}_2\text{O}_3$, и, в свою очередь, на фазовый состав получаемых продуктов. Так, при $\text{H}_2\text{O}:\text{Fe}_2\text{O}_3 > 1$ соединения железа находятся в рентгеноаморфном состоянии, при $\text{H}_2\text{O}:\text{Fe}_2\text{O}_3 < 1$ – кристаллической фазой является $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, при $\text{H}_2\text{O}:\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,1$ – $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Рентгеноаморфное состояние соединений железа, в которых металл координирован, в основном, молекулами H_2O , предопределяет жёлто-коричневый цвет образцов. Наличие в продуктах термообработки $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ – коричневый и красно-коричневый цвет, соответствен-

по. Образование железохромового оксида со структурой $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ приводит к образованию тёмно-коричневых продуктов. Таким образом, для оценки цветовых характеристик целесообразно использование критерия фазового соответствия, который характеризует фазовый состав пигментов, зависящий от мольного соотношения в них $\text{H}_2\text{O}:(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Me}_2\text{O}_3)$.

Критерий текстурного соответствия позволяет оценить малярно-технические характеристики пигментов и пигментов-наполнителей исходя из их дисперсности, пористости, удельной поверхности. Так, укрывистость красно-коричневого пигмента при среднем размере частиц 5 мкм составляет 15 г/м^2 . С уменьшением среднего размера частиц до 2,5 мкм происходит увеличение кроющей способности пигментов на 20 %. При увеличении удельной поверхности с 60 до 90 г/м^2 маслоёмкость увеличивается в 1,5 раза.

Указанные критерии, определяемые химическим, фазовым, структурным составом, положены в основу способов переработки шламов на продукты различного целевого назначения. Основными стадиями переработки шламов являются: усреднение, сушка, термообработка, измельчение и классификация. Условия переработки шламов на пигменты и пигменты-наполнители, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Требования к исходному сырью и технологические режимы получения пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих шламов

Получаемый продукт	Требования к исходному сырью (мольное соотношение компонентов в шламе)	Мольное соотношение P_2O_5 : Fe_2O_3 при модифицировании	Температура получения, °С
Железосодержащие пигменты: – коричневый – красно-коричневый	$\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{MeO}+\text{Me}_2\text{O}_3)=1:(0,1-0,3)$ $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{ZnO}):\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,1-0,3)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CaO}=1:(0,1-0,2)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,2-0,3)$	0,2-0,3 0,2-0,3	450 ± 50 750 ± 50
Антикоррозионный железоцинкфосфатный пигмент	$(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{ZnO}):\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,7-0,9)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CaO}=1:(0,5-0,8)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5=1:(1,5-2,0)$	–	140 ± 10
Железокальциевые пигменты-наполнители: – желто-коричневый – светло-коричневый – оранжево-красный – красно-коричневый	$\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{MeO}+\text{Me}_2\text{O}_3)=1:(1,5-2,0)$ $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{ZnO}):\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,1-0,5)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:(\text{CO}_3^{2-}+\text{SO}_4^{2-})=1:(3,5-5,5)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CaO}=1:(4,0-6,0)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5=1:(0,2-0,6)$	0,1-0,2 0,1-0,2 " " " "	100 ± 20 400 ± 50 660 ± 20 775 ± 25

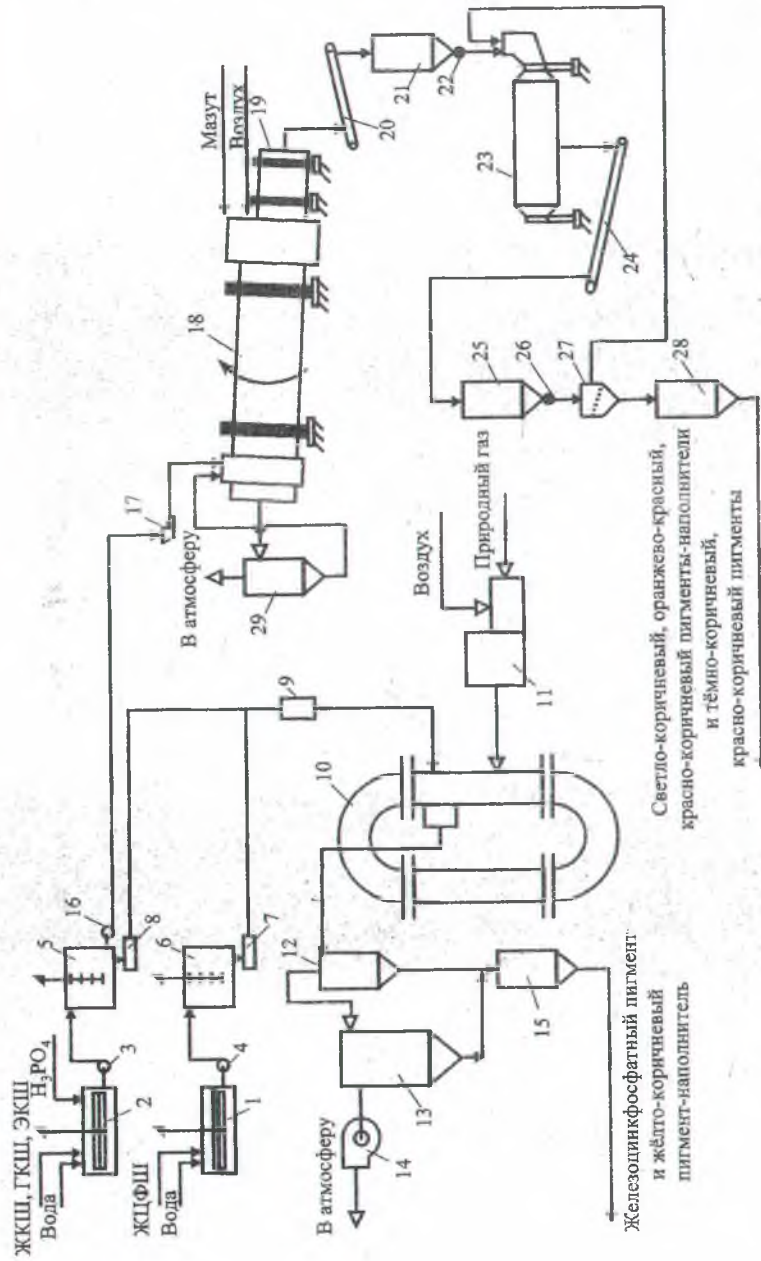


Рис. 2. Технологическая схема производства пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих шламов.

1, 2 – шламболтушка; 3, 4, 16 – центробежные насосы; 5, 6 – шламбассейны; 7, 8 – винтовые насосы; 9 – расходомер шлама; 10 – кольцевая сушилка; 11 – топка; 12, 29 – циклоны; 13 – рукавный фильтр; 14 – пылесос; 15, 21, 25, 28 – бункеры; 17 – шлампитатель; 18 – барабанная печь; 19 – холодильник; 20, 24 – транспортеры; 22, 26 – расходомеры; 23 – шаровая мельница; 27 – вибросито.

В соответствии с технологическими режимами были проведены опытно-промышленные испытания процесса получения пигмента-наполнителя и антикоррозионного железозинкфосфатного пигмента.

Промышленные испытания процесса получения красно-коричневого железозинкфосфатного пигмента-наполнителя проводили на Петриковском керамзитовом заводе (г. Петриков). Отработка технологического режима сушки и термообработки осуществляли на технологической линии, используемой для производства керамзита "мокрым" способом. Сырьем для получения пигмента-наполнителя служил железозинкфосфатный шлак, образующийся на Белорусском металлургическом заводе (г. Жлобин) и имеющий состав, представленный в табл. 1. Подготовку сырьевой смеси осуществляли в глиноболтушке. Термообработку полученного в болтушке усредненного шлама с влажностью 77,4 % производили во вращающейся печи при 750-800 °С. Измельчение термообработанного продукта производили в шаровой мельнице. Производительность установки по пигменту-наполнителю достигала 3 тонн/ч. В результате испытаний была наработана опытно-промышленная партия красно-коричневого пигмента-наполнителя в количестве 50 тонн, технические характеристики полученного продукта соответствовали образцам, полученным в лабораторных условиях.

Опытно-промышленные испытания процесса получения антикоррозионного железозинкфосфатного пигмента проводили на Малом научно-производственном предприятии "Агрономия" (г. Минск). Сырьем служил железозинкфосфатный шлак, образующийся на ЗАО "Атлант" (г. Минск). Сушку отмытого шлама производили в туннельной сушилке при температуре 140±10 °С, измельчение сухого материала на роторно-центробежной мельнице. Часовая производительность установки по готовому продукту достигала 200 кг/ч. Технические характеристики полученного пигмента соответствовали требованиям разработанных ТУ.

Исходя из результатов промышленных испытаний процесса получения пигментов и пигментов-наполнителей разработана технологическая схема их производства (рис. 2), которая позволяет получать пигменты и пигменты-наполнители различного цвета и назначения. Основное оборудование – кольцевая сушилка и барабанная печь. Сушилка предназначена для сушки фосфатного шлама при получении антикоррозионного железозинкфосфатного пигмента и железозинкфосфатного шлама при получении желто-коричневого пигмента-наполнителя. При получении других пигментов и пигментов-наполнителей термообработку шламов ведут в барабанной печи.

Применение разработанных пигментов на основе железосодержащих шламов для различных технических целей. Разработанные пигменты и пигменты-наполнители испытаны при получении грунтовок, красок, кожвалона, резины, обложечной и текстурной бумаги. Показано, что материалы, полученные с использованием разработанных продуктов, соответствуют требованиям нормативно-технической документации по всем показателям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обобщены результаты исследований химического, фазового, дисперсного состава осадков (шламов), образующихся при очистке промышленных сточных вод после химической и электрохимической поверхностной обработки металлов и предложена их классификация, согласно которой выделены следующие группы шламов: железокальциевого, железоцинкфосфатного, гетеро-, электро- и гальванокоагуляционного /1, 5, 6, 10/.

2. Изучены химические, фазовые превращения соединений, входящих в состав шламов, при их термообработке. В хромсодержащих шламах установлен процесс окисления Cr(III) и образование хроматов, существование фазы $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в широком температурном интервале вплоть до 750 °С, в то время как для железокальциевого шлама характерен переход $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ при 650-660 °С. При термообработке железоцинкфосфатного шлама гопеит ($\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) дегидратируясь, превращается в аморфную фазу /1, 3, 4/.

3. Разработан процесс модифицирования шламов и показана роль фосфорной кислоты как модификатора их химического, фазового, дисперсного состава. Установлено, что при введении фосфорной кислоты в количестве 0,2-0,3 моля P_2O_5 на моль Fe_2O_3 в железохромсодержащий шлам и его термообработке процесс окисления Cr(III) практически не протекает, при 660-680 °С наблюдается переход $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, уменьшается средний размер частиц и содержание водорастворимых веществ /3, 9, 11, 12/.

4. Установлено, что цветовые и малярно-технические показатели продуктов термообработки гетеро-, электрокоагуляционного, железокальциевого шламов находятся на уровне аналогичных показателей, характерных для природных и синтетических железосодержащих пигментов. Разработаны режимы получения на основе шламов пигментов с различными оттенками коричневого, красно-коричневого цвета; пигментов-наполнителей с оттенками желто-коричневого, коричневого, оранжево-красного, красно-коричневого цвета. Показана эффективность применения исследуемых пигментов, пигментов-наполнителей при получении бумажных, резино-технических изделий, красок /2, 5, 6, 7, 9/.

5. Исследован процесс переработки железоцинкфосфатного шлама на антикоррозионный пигмент состава $(0,7-0,8)\text{ZnO} \cdot (0,55-0,60)\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot (0,45-0,50)\text{CaO} \cdot (0,04-0,06)\text{NiO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot (2,7-3,2)\text{H}_2\text{O}$. Показано, что по основным техническим характеристикам он близок к антикоррозионным фосфорсодержащим пигментам, используемым для производства антикоррозионных лакокрасочных материалов. На основании железоцинкфосфатного пигмента наработана опытная партия пассивирующей грунтовки ГФ-0119, испытание технических и эксплуатационных характеристик которой показали, что они находятся на уровне показателей грунтовок, полученных с использованием фосфата хрома и цинка. Разработаны и зарегистрированы технические условия на железоцинкфосфатный пигмент /4, 8, 13/.

6. Предложены критерии химического, фазового, текстурного соответствия, определяющие пути переработки шламов на продукты различного функционального назначения, а также их состав и свойства, согласно которым в промышленных условиях наработаны опытные партии железозинкфосфатного пигмента в количестве 20 тонн, пигмента-наполнителя в количестве 50 тонн, грунтовки ГФ-0119 на основе разработанного антикоррозионного железозинкфосфатного пигмента – 2 тонны. Разработана нормативно-техническая документация на проведение опытно-промышленных испытаний и комплексная технологическая схема производства пигментов, пигментов-наполнителей, антикоррозионных ингибиторов на основе железосодержащих шламов /3, 4, 13/.

Экономический эффект от внедрения разработанной ресурсосберегающей технологии составит 1,34 млрд. руб. в год за счет импортозамещения. Социальный эффект работы заключается в ежегодной утилизации отходов свыше 10000 тонн. В 2001 году на МНПП "Агрономия" (г. Минск) начато серийное производство железозинкфосфатного пигмента.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Ещенко Л.С., Кордилов В.Д., Котов О.В. Исследование состава и свойств гальванических шламов, образующихся на Белорусском металлургическом заводе // *Материалы, технологии, инструменты.* – 1998. – № 1 – С. 41-44.
2. Кордилов В.Д., Ещенко Л.С. Свойства пигментов, полученных на основе железосодержащих шламов // *Материалы, технологии, инструменты.* – 2000. – Т. 5, № 1 – С. 46-49.
3. Ещенко Л.С., Кордилов В.Д. Исследование условий переработки железосодержащих шламов на коричневые пигменты // *Журнал прикладной химии.* – 2000. – Т. 73, Вып. 4 – С. 555-559.
4. Кордилов В.Д., Ещенко Л.С., Шпаковская Е.С. Получение и свойства антикоррозионного пигмента на основе железозинкфосфатных отходов // *Вестні Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2000. – № 4, – С. 118-121.
5. Ещенко Л.С., Кордилов В.Д. Пигменты и пигменты-наполнители из железосодержащих отходов // *Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химико-лесном комплексе: Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 27-28 октября 1997 г. / Бел. гос. технол. ун-т.* – Минск, 1997. – С. 119-123.
6. Ещенко Л.С., Гребенько Н.В., Кордилов В.Д., Черчес Г.Х. О способах получения неорганических материалов из железосодержащих отходов // *Материалы XVI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, С.-Петербург, 25-29 мая 1998 г. / НПИО ИОХ РАН – Москва, Ч. 2, 1998.* – С. 63-64.

7. Корди́ков В.Д. Пигменты-наполнители на основе шламов реагентной очистки сточных вод // Экология и молодежь: Материалы I-й международной научно-практической конференции, Гомель, 17-19 марта 1998 г. / Гомельский гос. ун-т им. Ф.Скорины. – Гомель, Ч. 2, 1998. – С. 157-158.

8. Ещенко Л.С., Корди́ков В.Д. Новые импортозамещающие антикоррозионные пигменты // Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности: Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 20-22 октября 1999 г. / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 1999. – С. 32-33.

9. Корди́ков В.Д., Ещенко Л.С. Получение железосодержащих пигментов на основе модифицированных шламов // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: // Доклады третьей научно-технической конференции, Гродно, 25-26 июня 1998 г. / ОПР НАНБ. – Гродно, Ч. 2, 1999. – С. 54-57.

10. Корди́ков В.Д., Ещенко Л.С. Основные направления переработки железосодержащих отходов на пигменты // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы докладов Международной научно-технической конференции, Минск, 9-10 ноября 2000 г. / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2000. – С. 53-56.

11. Корди́ков В.Д. Модифицирование железосодержащих шламов с целью получения на их основе пигментов // Техника и технология экологически чистых производств: Тезисы докладов второго международного симпозиума молодых ученых, аспирантов и студентов, Москва, 1998 г. / МГУИЭ. – Москва, 1998. – С. 48.

12. Заявка а 19980583 ВУ, МКИ⁶ С 09 С 1/24. Способ получения коричневого пигмента / Л.С.Ещенко, В.Д.Корди́ков // Афіцыйны бюлетэнь / Дзярж. пат. ведамства Рэспублікі Беларусь. – 1999. – № 4 (23). – С. 42.

13. ТУ РБ 02071837.015-98. Пигмент железозинкфосфатный. – Вводятся впервые. Литера А. № гос. регистрации 008036 от 10.12.98. Срок действия с 10.12.1998 г. по 10.12.2003 г. – 13 с.



**РАСПРАЦОЎКА ТЭХНАЛОГІІ ПІГМЕНТАЎ
І ПІГМЕНТАЎ-НАПАЎНЯЛЬНІКАЎ НА АСНОВЕ
ЖАЛЕЗАЗМЯШЧАЛЬНЫХ АДХОДАЎ**

**ЖАЛЕЗАЗМЯШЧАЛЬНЫЯ ШЛАМЫ, МАДЫФІКАВАННЕ,
ФОСФАРНАЯ КІСЛАТА, ПІГМЕНТЫ, ПІГМЕНТЫ-НАПАЎНЯЛЬНІКІ,
ТЭХНАЛОГІЯ, ПРЫМЯНЕННЕ**

Аб'ект даследавання – жалезазмяшчальныя адходы (шлары), якія атрымоўваюцца на прамысловых прадпрыемствах Рэспублікі Беларусь пры ачыстцы сцёкавай вады пасля паверхнаснай апрацоўкі металаў. Прадмет даследавання – вызначэнне саставу і ўласцівасцяў жалезазмяшчальных шламаў, прадуктаў іх хімічнага і тэрмічнага мадыфікавання, тэхналагічнага рэжыму атрымання пігментаў і пігментаў-напаўняльнікаў для розных тэхнічных мэтаў.

Мэта даследавання – распрацоўка тэхналогіі пігментаў і пігментаў-напаўняльнікаў на аснове жалезазмяшчальных адходаў.

Даследаваны хімічны, фазавы і дысперсны састаў жалезазмяшчальных шламаў, якія атрымоўваюцца пры ачыстцы сцёкавай вады пасля паверхнаснай апрацоўкі металаў. Паказана, што шлары могуць быць сыравінай для атрымання на іх аснове пігментаў і пігментаў-напаўняльнікаў рознага функцыянальнага прызначэння. Упершыню распрацаваны спосаб мадыфікавання жалезазмяшчальных шламаў фосфарнай кіслатай, які дазваляе атрымліваць жалезазмяшчальныя пігменты з розным адценнем карычневага і чырвонага колеру і з высокімі эксплуатацыйнымі характарыстыкамі. Выяўлены ўплыў саставу шлама на тэхнічныя характарыстыкі атрымліваемых пігментаў і пігментаў-напаўняльнікаў. Вызначаны параметры працэсу атрымання антыкарызійнага пігменту на аснове жалезацынкфасфатнага шлама. Праведзены вопытна-прамысловыя выпрабаванні спосабаў атрымання распрацаваных пігментаў і пігментаў-напаўняльнікаў. Паказана тэхніка-эканамічная эфектыўнасць спосабаў атрымання распрацаваных пігментных матэрыялаў і зроблена заключэнне аб магчымасці іх атрымання ў Рэспубліцы Беларусь. Спосаб атрымання антыкарызійнага жалезацынкфасфатнага пігменту ўкаранёны на МНВП "Аграномія" (г. Мінск).

Вынікі працы могуць быць выкарыстаны прадпрыемствамі, якія зацікаўлены ў вытворчасці пігментаў і пігментаў-напаўняльнікаў.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИГМЕНТОВ И ПИГМЕНТОВ-НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИЕ ШЛАМЫ, МОДИФИЦИРОВАНИЕ, ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА, ПИГМЕНТЫ, ПИГМЕНТЫ-НАПОЛНИТЕЛИ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ

Объект исследования – железосодержащие отходы (шламы), образующиеся на промышленных предприятиях Республики Беларусь при очистке сточных вод после поверхностной обработки металлов. Предмет исследования – определение состава и свойств железосодержащих шламов, а также условий их переработки на пигменты и пигменты-наполнители для различных технических целей.

Цель исследования – разработка технологии пигментов и пигментов-наполнителей на основе железосодержащих шламов.

Исследован химический, фазовый и дисперсный состав железосодержащих шламов, образующихся при очистке сточных вод после поверхностной обработки металлов. Показано, что шламы могут быть сырьем для получения на их основе пигментов и пигментов-наполнителей различного функционального назначения. Впервые разработан способ модифицирования железосодержащих шламов фосфорной кислотой, позволяющий получать железосодержащие пигменты с различными оттенками коричневого и красного цвета и с высокими эксплуатационными свойствами. Установлено влияние состава шлама на технические характеристики получаемых пигментов и пигментов-наполнителей. Определены параметры процесса получения антикоррозионного пигмента на основе железоцинкфосфатного шлама. Проведены опытно-промышленные испытания способов получения разработанных пигментов и пигментов-наполнителей. Показана технико-экономическая эффективность способов получения разработанных пигментных материалов и сделано заключение о возможности получения разработанных материалов в Республике Беларусь. Способ получения антикоррозионного железоцинкфосфатного пигмента внедрен на МНПП "Агрономия" (г. Минск).

Результаты работы могут использоваться предприятиями, заинтересованными в производстве пигментов и пигментов-наполнителей.

THE SUMMARY
Kordikau Vasili Dzmitryevich

**MINING OF TECHNOLOGY OF COLORANTS
AND COLORANT-FILLING AGENTS ON A BASIS
FERRUGINOUS WASTAGE**

**FERRUGINOUS SLIMES, MODIFYING,
PHOSPHORIC ACID, COLORANTS, COLORANT-FILLING AGENTS, TECH-
NOLOGY, APPLICATION**

The study object are a ferruginous wastage (slimes) generated at the industrial plants of Republic Belarus at clearing of waste water after surface processing of metals. A study subject are definition of composition and properties of ferruginous slimes, and technological conditions of the slime reception in colorants and colorant-filling agents for the various technical purposes too.

The study purpose is technology elaboration of colorants and colorant-filling agents on the basis of ferruginous slimes.

The chemical, phase and dispersible composition of ferruginous slimes generated at clearing of waste water after surface processing of metal is explored. It is shown, that the slimes can be as raw material for reception on their basis the colorants and colorant-filling agents for various function assignments. A method of modifying of ferruginous slimes with phosphoric acid is elaboration for the first time; the method is allowing to gain the ferruginous colorants with various tones of brown and red and with high operational properties. The influence of the slimes composition on technical characteristics of gained colorants and colorants-filling agents is set. The reception process parameters of an anticorrosive colorant on a basis iron-zinc-phosphatic slimes are spotted. The experiment-industrial trials of reception methods of designed colorants and colorants-filling agents are carried out. The technical and economic efficiency of expedients of reception of designed materials is shown and the inference about an opportunity of reception of designed materials in Republic of Belarus is made. The receiptoin method of anticorrosive iron-zinc-phosphatic colorant is got on the Small Research-and-production Plant "Agronomics" (Minsk).

The results of the work can be utilized by the plants interested in production of colorants and colorant-filling agents.

Корди́ков Васи́лий Дми́триевич

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИГМЕНТОВ И ПИГМЕНТОВ-
НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

Подписано в печать 12.07.2001. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,5. Усл. кр.-отт. 1,5. Уч.-изд. л. 1,3.

Тираж 75 экз. Заказ 344.

Белорусский государственный технологический университет.
Лицензия ЛВ № 276 от 15.04.98. 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а.

Отпечатано на ротапринтере Белорусского государственного
технологического университета. 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13.