

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ»
ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА
«ТАДЖИКСКАЯ АЛЮМИНИЕВАЯ КОМПАНИЯ»

На правах рукописи

УДК 546.621:622.7(575.3)



АХМАДШОЕВ Иброхим Шарифович

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФЛЮСОВ ИЗ МЕСТНОГО
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) –
доктор по специальности 6D072000 – Химическая технология
неорганических веществ**

Душанбе – 2021

Работа выполнена на кафедре прикладной химии Таджикского национального университета и в лаборатории экологических исследований и переработки промышленных отходов Государственного учреждения «Научно-исследовательский институт металлургии» Открытого акционерного общества «Таджикская алюминиевая компания».

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры прикладной химии
Таджикского национального университета
Рузиев Джура Рахимназарович

**Официальные
оппоненты:** доктор технических наук, доцент, заведующий
кафедрой «Химии и биологии» Российско-
Таджикского (Славянского) университета
Бердиев Асадкул Эгамович

кандидат технических наук, заведующий
научно-исследовательского сектора Агенства
по ядерной и радиационной безопасности
Национальной академии наук Таджикистана
Баротов Бахтиёр Бурхонович

Ведущая организация: кафедра «Общей и неорганической химии»
Таджикского технического университета
им. акад. М.С. Осими

Защита состоится 27 сентября 2021 года в 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-007 при Государственном научном учреждении «Институт химии им. В.И. Никитина» Национальной академии наук Таджикистана по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2.
E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана www.chemistry.tj

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 г.

**Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук**



Махкамов Х.К.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и необходимость проведения исследований. Для защиты поверхности алюминиевого расплава от контакта и взаимодействия с окружающей средой применяют флюсы на основе хлоридов и фторидов щелочных металлов, функции которых заключаются в снижении потерь металла в составе шлака. В связи с этим, большое внимание со стороны исследователей уделяется поиску новых высокоэффективных, экологически безвредных рафинирующих и рафинирующе-модифицирующих составов, обеспечивающих высокую стабильность получаемых результатов. Химический состав этих флюсов в основном состоит из смеси солей хлоридов и фторидов. При обработке металла с флюсом разрушают оксидную пленку на расплаве и освобождают захваченный ею алюминий.

Флюсы, используемые при литье алюминия, можно разделить на два основных вида -покровные и рафинирующие. Покровные – это сравнительно легкоплавкие флюсы, которые, покрывая поверхность жидкого алюминия в процессе литья и транспортировки, защищают его от окисления. Рафинирующие флюсы предназначены для очистки расплавленного алюминия от неметаллических и газовых включений, а также от примесей щелочных и щелочноземельных металлов.

В настоящее время в литейном производстве Открытого акционерного общества «Таджикская алюминиевая компания» (ОАО «ТАЛКО») для очистки первичного алюминия, в основном, используют флюс, изготовляемый на предприятии из криолита и поваренной соли. Одним из основных недостатков этого флюса является использование в его производстве фтористого алюминия и криолита, которые значительно увеличивают себестоимость выпускаемого продукта. Кроме того, частично используется флюс, импортируемый из Российской Федерации. По ряду показателей импортный флюс превосходит флюс ОАО «ТАЛКО», однако его цена почти в 4 раза выше стоимости заводского флюса.

Исходя из этого, изучение возможности производства эффективного, сравнительно недорогого покровно-рафинирующего флюса из местного сырья и отходов промышленных предприятий республики Таджикистан является актуальной задачей.

Степень изученности научной проблемы. Для очистки алюминиевых расплавов от различных примесей и предотвращения окисления алюминия исследовано более 100 видов флюсов. Более известные флюсы, разработанные на основе NaCl и KCl для рафинирования расплавленного алюминия. В данной диссертационной работе приведены разработки технологии рецептуры флюса из флюоритового концентрата ООО «ТАЛКО Флюорит», хлорсодержащего отхода ОАО «Таджикхимпром», фторсодержащего отхода ООО «ТАЛКО Кемикал».

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования: определение физико-химических и технологических основ переработки местного сырья и отходов промышленных предприятий Республики Таджикистан с целью получения экономичных литейных

покровно-рафинирующих флюсов и переработки шлаков алюминиевого производства.

Объект исследования: отходы ОАО «Таджикхимпром», ООО «Талко Кемикал», флюоритовый концентрат ООО «ТАЛКо Флюорит», электролитный оборот ОАО «ТАЛКо, криолит, фторид алюминия и натрия, также шлак литейного производства.

Предмет исследования: физико-химические и экологические показатели флюсов разного состава, полученного из местного сырья и отходов промышленных предприятий Республики Таджикистан.

Задачи исследования:

- изучение химического и минералогического составов местного сырья и отходов производственных предприятий республики;

- изучение термодинамики процессов получения покровно-рафинирующего флюса из хлорсодержащего и фторсодержащего компонентов;

- определение оптимальных условий получения покровно-рафинирующего флюса из местного сырья и отходов производственных предприятий республики;

- установление влияния параметров при переработке шлаков литейного производства ОАО «ТАЛКо», а также изучение содержания компонентов в металле и кеке;

- физико-химический анализ исходных материалов и конечных продуктов;

- проведение опытно-промышленного испытания флюса в миксере литейного производства ОАО «ТАЛКо»;

- разработка принципиальной технологической схемы получения флюса из местного сырья и отходов промышленных предприятий республики.

Методы исследования. В исследовании использованы физико-химические методы, рентгенофазовый анализ (РФА) и другие методы химического анализа, которые были применены для получения достоверных и обоснованных результатов, имеющих высокую точность и воспроизводимость экспериментальных данных. Обработка информации выполнена с помощью программного пакета Microsoft Office Excel и ANSYS CFX.

Отрасль исследования: химический и минералогический состав отходов: шламовых полей ОАО «Таджикхимпром», отходов ООО «ТАЛКо Кемикал», флюоритового концентрата ООО «ТАЛКо Флюорит» и электролитный оборот ОАО «ТАЛКо». Определено, что основными его компонентами являются: хлориды натрия, кальция, криолит, фториды кальция, алюминия и натрия.

Этапы исследования. На первом этапе (2018-2019 гг.) проведен анализ литературы по теме работы; определена её актуальность, сформулированы цель и задачи исследования.

На втором этапе (2019-2020гг.) изучены физико-химические основы получения флюсов из местного минерального сырья и отходов производства.

На третьем этапе (2019-2020гг.) проведены опытно-промышленные испытания переработки шлаков литейного производства ОАО «ТАЛКо»; подведены итоги, сделаны выводы по проведённому исследованию, осуществлена работа по оформлению диссертации.

Основная информационная и экспериментальная база. Работа выполнена на кафедре прикладной химии Таджикского национального университета и в лаборатории экологических исследований и переработки промышленных отходов Государственного учреждения «Научно-исследовательского института металлургии» открытого акционерного общества «Таджикская Алюминиевая Компания».

Достоверность диссертационных результатов. Достоверность полученные данные обеспечены и обоснованы использованием в работе современных физико-химических методов исследования, статической обработки результатов.

Научная новизна исследования:

1. Установлены основные физико-химические характеристики процессов получения покровно-рафинирующего флюса из фтористых солей и отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром».

2. Выявлены физико-химические параметры и технология переработки шлака, образуемого в миксере после обработки флюса.

Теоретическая ценность исследования. Достигнутые результаты в процессе исследования имеют фундаментальное значение и используются для рафинирования первичного алюминия в литейном отделе ОАО «ТАЛКо».

Практическая ценность исследования заключается в том, что предложенные способы совместной переработки местных минеральных ресурсов и отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» позволяют получить более доступный покровно-рафинирующий флюс (Акт испытания прилагается).

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты физико-химических исследований состава и свойств местного сырья и отходов промышленных предприятий республики;

- результаты рецептуры и технологии производства флюса из местного сырья и отходов производства;

- результаты опытно-промышленных испытаний разработанных флюсов в литейном производстве ОАО «ТАЛКо»;

- результаты химических анализов на содержание основных компонентов в металле и кеке при использовании различных видов флюсов.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задачи исследования, определении путей и методов их решения, получении и обработке большинства экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов экспериментов, формулировке основных выводов и положений диссертации.

Апробация диссертации и информация об использовании её результатов. Результаты диссертационной работы обсуждены на: республиканской научно-практической конференции «Проблемы металлургии Таджикистана и пути их решения» (Душанбе, 2016); республиканской научно-практической конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана». (Душанбе, 2017); республиканской научно-практической конференции «Перспективы

инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана» (Душанбе, 2017); на «Научно-практическом семинаре» посвящённом 100 летию НИТУ «МИСиС» (Турсунзаде, 2017); в сборнике материалов XV Нумановских чтений «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан» (Душанбе, 2019г); Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайило Насафи» (Душанбе, 2019); IV Международной научной конференции: «Вопросы физической и координационной химии», посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Якубова Хамида Мухсиновича и Юсуфова Зухуриддина Нуриддиновича (Душанбе, 2019); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов» (Иркутск, 2020); Республиканской научно-практической конференции «Основы развития и перспективы химической науки в республике Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора Академика АН РТ Нуманова Ишонкула Усмоновича (Душанбе, 2020).

Опубликование результатов диссертации. По теме диссертации опубликованы 14 статей, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 11 статей в материалах международных и республиканских конференций. Получено малый патент Республики Таджикистан, а также 5-актов внедрения (прилагаются в приложении).

Структура и объём диссертации: диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, списка использованной литературы из 114 наименований на русском и иностранных языках и приложения. Общий объём диссертационной работы составляет 124 страниц, включает 17 рисунков и 29 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, отражена научная и практическая её значимость.

В первой главе рассматриваются имеющиеся в литературе данные о физико-химических свойствах флюсов для промышленности алюминия на основании этого намечены направления собственных исследований.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФЛЮСОВ ИЗ МЕСТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Термодинамика процессов получения флюсов из местного минерального сырья и отходов производства

Для достижения наиболее эффективной очистки расплавов от дисперсных включений и плен необходимо использовать в составе рафинирующего реагента материалы, несмачивающиеся расплавом; вводить в состав

рафинирующего реагента мелкодисперсные частицы для увеличения их удельной поверхности.

Для выяснения технологических процессов получения рафинирующих флюсов были изучены термодинамические процессы взаимодействия между хлорсодержащими и фторсодержащими солями. При спекании смеси солей хлоридов и фторидов возможно протекание следующих химических реакций:



В качестве исходных материалов для рафинирующего флюса были использованы отходы ОАО «Таджикхимпром», ООО «Талко Кемикал», флюоритовый концентрат ООО «ТалКо Флюорит», электролитный оборот ОАО «ТалКо, криолит, фтористый алюминий и фтористый натрий. Химический состав используемых материалов приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав используемых материалов

№ п/п	Содержание компонентов, %	Наименование материалов						
		Отходы ОАО «Таджикхимпром»	Флюоритовый Концентрат	Отходы ООО «ТалКо Кемикал»	Оборотный электролит	Криолит	Фторид алюминия	Фторид натрия
1	CaCO ₃	-	0.489	-	-	-	-	-
2	Fe ₂ O ₃	0.018	0.051	-	0,053	0,02-0,06	0,12-0,24	0,080
3	SiO ₂	1.830	0.329	-	0,011	0,25-0,40	0.15-0,25	0,090
4	Al ₂ O ₃	-	-	-	3,0-6,000	-	4,0-7,0	-
5	NaF	-	-	14.80	-	-	-	95-97
6	AlF ₃	-	-	19.68	13,2	-	88,0-93,00	-
7	CaCl ₂	7.600	-	-	-	-	-	-
8	Na ₃ AlF ₆	-	-	65.47	73,27	95,00	-	-
9	NaCl	89.430	-	-	-	-	-	-
10	CaF ₂	-	97.940	-	-	-	-	-
11	Na ₂ CO ₃	-	-	-	-	-	0.052	0,042
12	HF	-	-	-	-	-	0.014	-
Температура плавления, °С		780	1360	900	1050	1013	1291	710

Для выявления возможности протекания этих химических реакций при спекании смеси солей хлоридов и фторидов в температурном интервале от 873 до 1073 К проведены термодинамические расчёты изменения свободной энергии Гиббса и расчёт химических равновесий протекающих реакций. Также были изучены зависимости свободной энергии Гиббса протекающих реакций

при различных температурах.

Таким образом, анализ проведённых термодинамических расчётов объясняет, что все реакции, протекающие при спекании смеси солей хлоридов и фторидов, осуществляются.

Разработка рецептуры флюса на основе отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» с применением фтористых солей (НИИМ)

В литейном производстве ОАО «ТАЛКО» для рафинирования алюминия используется флюс собственного производства, состоящий из синтетического криолита (50 мас.%) и галита (50 мас.%) Одним из основных недостатков этого флюса является высокая температура его плавления, вследствие чего флюс не покрывает поверхность металла и не защищает его от воздействия кислорода воздуха. Это приводит к дополнительным потерям алюминия и повышению его себестоимости.

С целью устранения этих недостатков были проведены опытно-промышленные испытания флюса ООО «Стройбис» ФПР-23. Испытания показали, что в отличие от флюса, используемого в ОАО «ТАЛКО», флюс ФПР-23 имеет более низкую температуру плавления (690°C), т.е. является покровно-рафинирующим флюсом и его удельный расход на тонну алюминия почти в 1,5 раза меньше. Кроме того, согласно данным ООО «Стройбис», флюс ФПР-23 снижает смачиваемость шлака алюминием, вследствие чего содержание металла в шлаке существенно понижается.

Учитывая высокую стоимость флюса ФПР-23, проведены исследования по вопросу уменьшения шлакообразования при обработке алюминия и разработке рецептуры собственного флюса на основе местного сырья.

Анализ физико-химических свойств ФПР-23 и литературные источники показывают, что основными компонентами покровно-рафинирующих флюсов являются тетрафтороалюминат натрия и хлориды кальция, магния и натрия. Учитывая это, была поставлена задача по изучению возможности получения сырьевых компонентов из местного минерального сырья и отходов промышленных предприятий республики.

На 11 картах шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» накоплены сотни тысяч тонн отходов, в которых содержание хлоридов кальция и натрия колеблется от 20 до 30 мас.%.

При упаривании раствора шламового поля была получена смесь с содержанием 20,8 мас.% CaCl_2 и 79,2 мас.% NaCl , которая имела температуру плавления 740°C . В качестве исходных компонентов для получения флюса были выбраны следующие смеси (мас.%):

A = 20,8 – CaCl_2 , 79,2 – NaCl ; B = 67,3 – CaCl_2 , 32,7 – NaCl ; C = 55,5 – Na_3AlF_6 , 44,5 – NaF ; КГК=6,2 – Al_2O_3 ; 12,6 – Na_3AlF_6 , 1,3 – NaF , 1,4 – Na_2O , 6,7 – AlF_3 с суммарным содержанием примесей (Na_2SO_4 , SiO_2 , Fe_2O_3 , C) менее 3,2 мас.%.

Результаты испытаний, проведенных в литейном производстве ОАО «ТАЛКО» показали, что флюс АС 73 (А=70%,С=30%) по своим показателям не уступает ФПР-23 (ООО «Стройбис») и превосходит флюс, используемый на ОАО «ТАЛКО».

Кроме того, при использовании флюса ГУ «НИИМ» удельные затраты на очистку 1 тонны алюминия почти в два раза ниже по сравнению с другими флюсами.

Разработка технологии рафинирующих флюсов для первичного алюминия с использованием местного флюоритового концентрата (ПИТМ)

С целью уменьшения в составе используемого флюса содержания дорогостоящих фторидов были разработаны рецептуры с использованием относительно небольшого количества фторидов натрия и алюминия за счет применения флюоритового концентрата ООО «ТалКо Флюорит» и отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром».

Для достоверности химического состава используемого сырья и флюса проведен рентгенофазовый анализ, результаты которого приведены на рисунке 1.

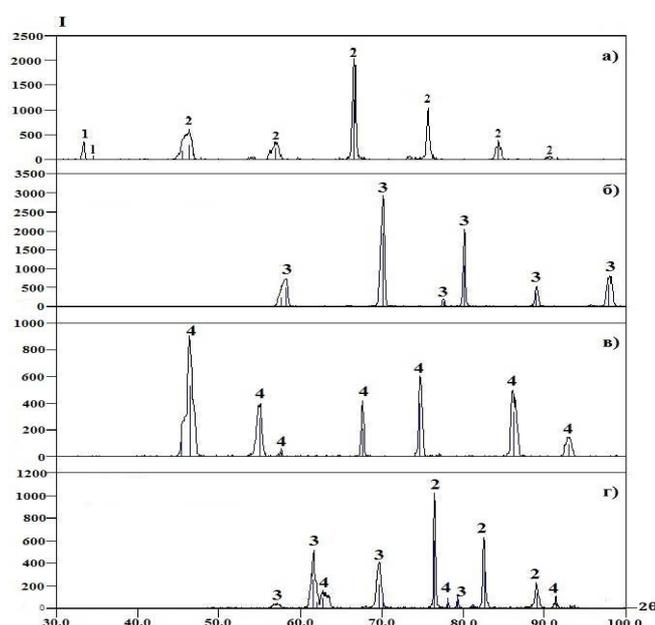


Рисунок 1 - Рентгенограммы: а) отходы «Таджикхимпром», б) фторид натрия, в) флюоритовый концентрат и флюорит при оптимальном соотношении шихты. 1 - хлорид кальция (CaCl_2); 2 – хлорид натрия (NaCl); 3 – фторид натрия (NaF); 4 – фторид кальция (CaF_2)

Результаты проведенного рентгенофазового анализа подтверждают химический анализ используемых материалов и полученного флюса.

Для выявления оптимальных технологических параметров были изучены состав и температуры плавления различных рецептур флюсов в лабораторных условиях, результаты которых представлены в таблице 2.

Как видно из данных таблицы 2, исходя из температуры плавления (менее 730°C), для получения флюса могут быть использованы рецептуры следующих опытных составов: 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12 и 14. Однако, с учетом себестоимости (содержание дорогостоящих компонентов), наиболее рациональной является рецептура 2, имеющая следующее массовое соотношение компонентов:

$$m_{\text{отх}} : m_{\text{фл.}} : m_{\text{NaF}} = 7,0 : 1,5 : 1,5$$

Таблица 2 - Состав и температура плавления флюсов разного состава

№ п/п	Состав флюса, мас. %			Температура плавления, °С
	Отходы «Таджикхимпром»	Флюорит Такобского ГОК	Фторид Натрия	
1	70	20	10	850
2	70	15	15	710
3	70	10	20	700
4	60	30	10	750
5	60	20	20	720
6	60	10	30	710
7	50	40	10	730
8	50	30	20	720
9	50	20	30	710
10	50	10	40	715
11	40	50	10	860
12	40	40	20	720
13	40	30	30	830
14	40	20	40	720
15	40	10	50	740

По результатам исследований на действующей линии по выпуску флюса была произведена опытная партия флюса и в миксере литейного производства ОАО «ТАЛКО» были проведены его опытно-промышленные испытания.

Получение рафинирующих флюсов для первичного алюминия с использованием местного флюоритового концентрата и фтористого алюминия (ФЛЮС-3)

Фтористые соли щелочных металлов действуют как поверхностно-активные вещества, снижающие поверхностное натяжение между флюсом и металлом, а также между флюсом и оксидами. Хлористые соли проявляют это свойства, подобно AlF_3 и MgF_2 .

Поэтому было исследовано получение рафинирующих флюсов для первичного алюминия с использованием местного флюоритового концентрата и фтористого алюминия.

Исследовано соотношение сырья для выявления температуры плавления шихты с целью получения покровно-рафинирующего флюса. Полученные результаты представлены в таблице 3.

В результате проведенных исследований было установлено, что флюс при соотношении массовых компонентов:

$$m_{отх} : m_{фл.} : m_{AlF_3} = 7,0 : 1,4 : 1,6$$

по содержанию дорогостоящих компонентов и температуре плавления может быть использован в качестве недорогого покровно-рафинирующего флюса.

Для достоверности химического анализа используемого сырья и образовавшегося флюса при оптимальном соотношении шихты был проведен рентгенофазовый анализ.

Таблица 3 - Состав и температура плавления шихты

№, п/п	Состав флюса, мас. %			Температура плавления, °С
	Отходы ОАО «Таджикхимпром»	Фторид алюминия (AlF ₃)	Флюоритовый концентрат ООО «ТАЛКО Флюорит»	
1	76	14	10	710
2	74	14	12	710
3	72	14	14	710
4	70	14	16	710
5	78	14	8	720
6	71	14	15	740
7	73	12	15	790
8	77	8	15	860
9	75	10	15	860

На рентгенограммах при оптимальном соотношении шихты появляются линии хлоридов кальция и натрия, фторида алюминия, а также минерала флюорита. Это свидетельствует о том, что результаты проведенных химического и рентгенофазового анализов согласуются.

Исходя из этого, была произведена опытная партия флюса и проведены его опытно-промышленные испытания в миксере литейного производства ОАО «ТАЛКО».

Технология получения флюса с применением электролитного оборота производства алюминия (ФЛЮС-4)

В данной работе рассмотрены технологические основы получения флюса с применением электролитного оборота производства алюминия. Для разработки новой рецептуры флюса были использованы отходы ОАО «Таджикхимпром», флюоритовый концентрат ООО «ТАЛКО Флюорит» и электролитный оборот ОАО «ТАЛКО».

Одной из основных характеристик флюса является его температура плавления, которая зависит от соотношения компонентов шихты. В таблице 4. приведены данные зависимости температуры плавления флюса от содержания компонентов шихты.

В результате проведенных исследований подобран оптимальный состав шихты, включающий: отходы ОАО «Таджикхимпром» – 60%, флюоритовый концентрат – 10% и электролитный оборот – 30%. Флюс обладает покровно-рафинирующими свойствами по отношению к первичному алюминию, и его температура плавления составила 710 °С.

Для определения химического состава сырьевых компонентов шихты использован рентгенофазовый анализ. Рентгенограммы шихты оптимального состава показывают содержание хлоридов натрия и кальция, а также фторидов натрия и алюминия, что подтверждают результаты химического анализа исходного вещества и конечного продукта.

Таблица 4 - Состав и температура плавления шихты

№ п/п	Состав компонентов шихты, %			Температура плавления, °С
	Отходы ОАО «Таджикхимпром»	Оборотный электролит ОАО «ТАЛКО»	Флюоритовый концентрат	
1	80	10	10	780
2	75	15	10	780
3	70	15	15	740
4	70	20	10	720
5	70	10	20	750
6	60	25	15	730
7	60	30	10	710
8	60	20	20	740
9	60	10	30	770
10	60	15	25	770
11	50	25	25	750
12	50	40	10	710
13	50	30	20	720
14	50	20	30	780
15	50	15	35	805
16	50	35	15	700
17	40	40	20	700
18	40	50	10	680
19	40	40	20	730

Разработка технологии производства флюса на основе промышленных отходов (ФЛЮС-5)

Разработана новая рецептура флюса из отходов ОАО «Таджикхимпром», ООО «Талко Кемикал» и флюоритового концентрата месторождения «Такоб». При разработке технологических параметров производства флюса одним из ключевых факторов является его температура плавления, которая зависит от состава и соотношения компонентов шихты.

В результате проведенных исследований подобран оптимальный состав шихты, включающий: отходы – 80%, флюоритовый концентрат – 10% и фторид алюминия – 10%. Химический состав шихты представлен в таблице 5.

Флюс с температурой плавления 710 °С имеет покровно-рафинирующие свойства по отношению к первичному алюминию.

На рентгенограммах флюоритового концентрата и фтористого алюминия обнаружены линии фторида кальция и фтористого алюминия. В составе шихты, содержащей отходы ОАО «Таджикхимпром» и ООО «ТАЛКО Кемикал», а также во фторидах алюминия и флюоритового концентрата обнаружены следующие основные минералы: галит, криолит, виллиомит, флюорит и др.

Таблица 5 – Состав и температура плавления шихты

№ п/п	Состав флюса, мас.%				Температура плавления, °С
	Отходы ОАО «Таджик химпром»	Отходы ООО «ТАЛКо Кемикал»	Фторид алюминия	Флюоритовый концентрат	
1	60	25	-	15	760
2	60	30	-	10	760
3	45	40	-	15	765
4	55	25	5	15	730
5	45	45	5	5	750
6	65	20	5	10	750
7	60	30	10	-	720
8	60	25	15	-	710
9	60	30	10	-	725
10	50	30	10	10	710
11	50	30	5	15	730
12	50	35	5	10	720
13	50	20	20	10	670
14	50	15	25	10	650
15	50	-	30	20	700
16	50	-	20	30	730
17	50	40	-	10	740
18	70	20	-	10	770
19	70	10	10	10	760
20	60	20	10	10	725
21	60	10	20	10	710
22	60	10	10	20	730
23	60	5	30	5	700
24	40	30	20	10	680
25	40	40	10	10	700
26	40	40	5	15	725

Разработка рецептуры флюса на основе хлорида кальция

С целью уменьшения содержания дорогостоящих фторидов в составе литейного флюса, применяемого на ОАО «ТАЛКо», была разработана рецептура нового флюса на основе хлорида кальция с использованием хлоридсодержащих отходов ОАО «Таджикхимпром», некондиционного флюоритового концентрата ООО «ТАЛКо Кемикал» и электролитного оборота

ОАО «ТАЛКО».

В составе хлоридсодержащих отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» содержится более 97% хлоридов натрия и кальция, способствующих рафинированию алюминия. В составе электролитного оборота содержится более 86% фтористых солей, что дает возможность понизить температуру плавления шихты.

Температура обработки расплава флюсом также имеет большое значение, так как она должна быть достаточно высокой для достижения хорошего физического отделения загрязнений от расплава и эффективного прохождения химических реакций.

С этой целью была изучена зависимость температуры плавления флюса от содержания компонентов шихты. Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Состав и температура плавления шихты

№ п/п	Состав компонентов шихты, %				Температура плавления, °С
	Отходы ОАО «Таджикхимпром»	Оборотный электролит	Флюоритовый концентрат	Хлорид кальция	
1	60	10	10	20	790
2	55	15	10	20	775
3	55	15	15	15	750
4	50	20	10	20	730
5	40	25	10	25	710
6	40	25	15	20	730
7	40	30	10	20	720
8	30	50	10	10	750
9	20	50	10	20	740
10	40	40	10	10	765
11	50	30	10	10	765
12	40	20	20	20	730
13	60	20	10	10	780
14	20	40	30	10	790
15	40	10	10	40	665
16	40	15	15	30	730

Подобран оптимальный состав шихты, включающий: отходы шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» – 40%, некондиционный флюоритовый концентрат – 10%, электролитный оборот производства алюминия – 25% и хлорид кальция 25%. При этом температура плавления шихты составляет 710°С.

Для определения химического состава сырьевых компонентов шихты был проведен рентгенофазовый анализ. Результаты рентгенофазового анализа показали, что на рентгенограммах отходов ОАО «Таджикхимпром» основные линии относятся к хлоридам натрия и кальция. Линии на рентгенограммах оборотного электролита и флюоритового концентрата относятся к криолиту,

фториду алюминия, глинозему и флюориту. Рентгенограмма шихты оптимального состава показывает содержание хлоридов натрия и кальция, а также наличие фторида алюминия, что подтверждает результаты химического анализа исходного вещества и конечного продукта.

По результатам проведенных исследований в лабораторных условиях разработана принципиальная технологическая схема производства флюса на основе хлорида кальция, представленная на рисунке 2.

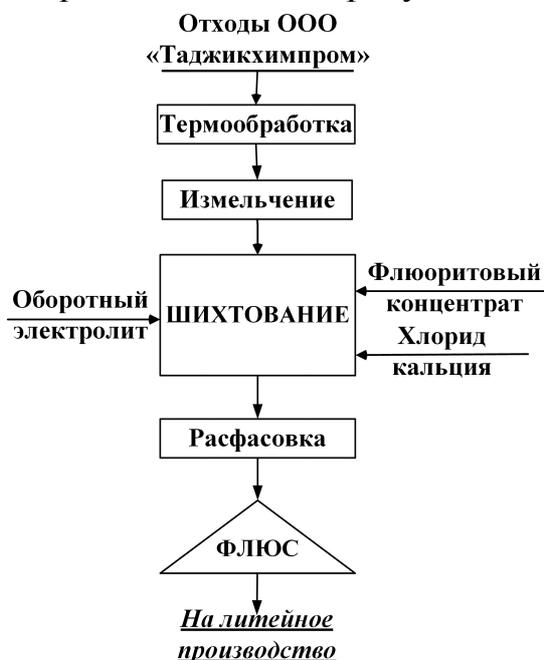


Рисунок 2 - Принципиальная технологическая схема производства флюса на основе хлорида кальция

Согласно этой принципиальной технологической схемы, производство флюса на основе хлорида кальция, отходы шламовых полей предварительно обезвоживают, подвергая термообработке при 250-300 °С. Затем обезвоженную массу измельчают до размера частиц менее 3-5 мм и далее измельченные отходы шихтуют.

Технологический процесс получения флюса не требует больших энергетических затрат и позволяет существенно снизить себестоимость флюса и выплавляемого алюминия.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЕЙНЫХ ФЛЮСОВ, ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВ И ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Технологическая схема производства флюса с использованием отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» и фтористых солей

На основе проведенных исследований была разработана принципиальная технологическая схема производства флюса на основе отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» с применением фтористых солей (условное название флюса-«НИИМ»).



Рисунок 3 - Принципиальная технологическая схема производства флюса на основе отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» с применением фтористых солей

Для апробации разработанной технологии и рецептуры было получено 40 кг флюса ГУ «НИИМ», испытания которого были произведены на одном из миксеров литейного производства ОАО «ТАЛКО».

Проведены опытно-промышленные испытания флюса ГУ «НИИМ» типа АС-73. Согласно данным специалистов литейного производства в этот период, было переплавлено 1987,260 т алюминия и израсходовано 1900 кг флюса, т.е. удельный расход флюса составил 0,96 кг/т.

Содержание алюминия в шлаке было определено в лаборатории путем расплавления металла, содержащегося в шлаке, в печи, при температуре 750 °С в течение 15 минут. Расплавленный металл отделяли от кека, очищали и взвешивали. По полученной массе алюминия рассчитали его процентное содержание в шлаке, которое составило 29,1 мас.%. Анализ содержания компонентов в металле и кеке показал, что содержание алюминия в металле составляет 99,62 мас.%, а связанного алюминия в кеке – 41,5 мас.%. Анализ содержания вредных веществ в рабочей зоне, показал, что концентрации $\text{HF}_{\text{газ}}$, пыли и фторсолей не превышают ПДК. Себестоимость 1т пробной партии флюса составила 4850,94 сомони.

Сравнение технологических показателей, используемых на предприятии флюсов: заводского флюса, импортного ФПР-23 (РФ) и ГУ «НИИМ» (таблица 7) показывает, что по своим технологическим показателям флюс ГУ «НИИМ» превосходит заводской флюс и идентичен флюсу ФПР-23.

Таблица 7 - Технологические показатели использованных флюсов

Флюс	Температура плавления флюса, °С	Удельный расход флюса, кг/т	Удельная масса шлака, кг/т	Содержание металла в шлаке, мас.%
ОАО «ТАЛКО»	720	1,10	6,26	31,3
ФПР-23	690	0,96	5,60	27,9
ГУ «НИИМ»	700	0,96	8,30	29,1

По содержанию компонентов в металле и кеке, получаемых из шлака (таблица 8), использованные флюсы существенно не отличаются.

Таблица 8 - Содержание компонентов в металле и кеке шлака

Флюс	Содержание компонентов в металле, мас. %			Содержание компонентов в кеке, мас. %						П.П.П.
	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Al</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Na</i>	<i>SO₄</i>	<i>F</i>	
ОАО «ТалКо»	99,80	0,08	0,11	37,3	0,92	0,25	17,5	0,92	11,9	5,1
ФПР-23	99,75	0,09	0,15	33,9	1,82	0,36	13,1	0,16	2,34	16,4
ГУ «НИИМ»	99,72	0,09	0,15	41,5	0,49	0,14	18,3	0,38	6,48	4,4

Сравнение экономических показателей флюсов показывает, что себестоимость флюса ГУ «НИИМ» превышает себестоимость заводского флюса примерно в 1,5 раза, но в 2 раза ниже цены флюса ФПР-23 (таблица 9).

Таблица 9 - Экономические и экологические показатели использованных флюсов

Флюс	Себестоимость 1т флюса, \$. США	Удельные затраты на 1т Al, долл. США	Содержание в воздухе у миксера, мг/м ³		
			HF _{газ}	Пыль	Фторсоли
ОАО «ТалКо»	635	0,7	0,34	2,5	0,31
ФПР-23	2000	2,0	0,41	2,8	0,33
ГУ «НИИМ»	1000	1,0	0,36	3,7	0,52
Предельно допустимая концентрация (ПДК)			0,5	6,0	1,0

Однако, при этом удельный расход флюса ГУ «НИИМ» и потеря металла (таблица 9) при использовании этого флюса существенно ниже этих показателей заводского флюса и примерно равны показателям флюса ФПР-23.

По результатам проведенных работ был подготовлен Акт опытно-промышленных испытаний, согласно которому флюс ГУ «НИИМ» имеет покровно-рафинирующий эффект и по своим технологическим параметрам соответствует флюсу ФПР-23; при его использовании на внутренних стенках миксера не наблюдается образования наростов, не происходит разрушения футеровки, и разработанный флюс рекомендован для использования в промышленном масштабе в литейном производстве ОАО «ТалКо».

Ожидаемый экономический эффект от использования в литейном производстве флюса ГУ «НИИМ» вместо ФПР-23 (при годовом объеме потребления 350 т), составит более 300 тыс. \$. США.

При промышленном производстве флюса «НИИМ» за счет снижения его себестоимости ожидаемый экономический эффект может повыситься до 500 тыс. долл. США в год, что позволит в определенной мере снизить себестоимость производимого металла.

Технологическая схема производства флюса с использованием флюоритового концентрата ОАО «ТалКо Флюорит»

С учетом хороших покровно-рафинирующих свойств, экологических и экономических показателей разработана принципиальная технологическая схема получения флюса на основе местного сырья и промышленных отходов.

Как видно из рисунка 4, технологический процесс получения флюса не требует больших энергетических затрат на его организацию и в зависимости от доступности того или иного сырьевого компонента можно организовать бесперебойный его выпуск.

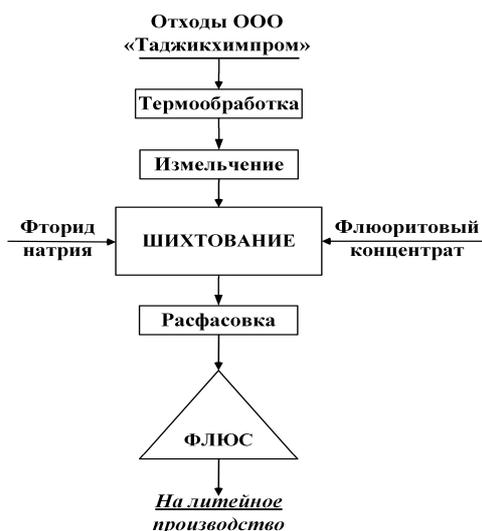


Рисунок 4 - Принципиальная технологическая схема получения флюса с использованием местного флюоритового концентрата

Организован участок производства флюса, который до настоящего времени обеспечивает литейное производство предприятия. В связи со строительством и запуском завода по выпуску криолита и фтористого алюминия в г.Яван, на территории данного завода организовывается участок по выпуску флюса. Месторасположение участка выбрано не случайно, т.к. все компоненты флюса: отходы ОАО «Таджикхимпром» и фторсоли ООО «Талко Кемикал», используемые для производства флюса, находятся компактно на одной территории, что позволяет свести к минимуму транспортные расходы и как следствие, снизить себестоимость флюса и выплавленного алюминия.

Исходя из этого, была произведена опытная партия флюса (обозначенного «ПИТМ») и проведено его опытно-промышленное испытание в миксере №7 литейного производства ОАО «ТалКо» (таблица 10).

Таблица 10 - Физико-химические показатели флюсов разного состава

Марка флюса	Т плав., °С	Уд. расход, кг/т Al	Содержание металла в шлаке, мас. %	Содержание в рабочей зоне, мг/м ³		
				HF _{газ}	Пыль	F _{тв}
Заводской	720	1,0	31,3	0,34	2,5	0,31
ФПР-23	690	0,96	27,9	0,41	2,8	0,33
«НИИМ»	700	0,84	29,1	0,39	3,0	0,34
«ПИТМ»	700	0,90	28,3	0,09	2,9	0,03

Как видно из таблицы 10, по своим физико-химическим и экологическим показателям флюс «ПИТМ» существенно не отличается от флюса «НИИМ» при более низкой (в 1,5 раза) себестоимости.

Анализ содержания вредных веществ в рабочей зоне показал, что концентрация фтористого водорода, пыли и фторсолей не превышают ПДК. «ПИТМ» по своим физико-химическим показателям идентичен ранее разработанным флюсам, а себестоимость его в 1,5 раза ниже себестоимости флюса «НИИМ».

Технологическая схема производства флюса с использованием флюоритового концентрата и фторида алюминия

Для разработки экономически эффективной технологии производства покровно-рафинирующего флюса с использованием местного минерального сырья был проведен цикл исследований согласно технологической схеме, которая отражена на рисунке 5.

Со шламовых полей ОАО «Таджикхимпром» были отобраны пробы промышленных отходов, содержащие хлориды натрия и кальция, которые после сушки и измельчения были смешаны с флюоритовым концентратом ООО «ТалКо Флюорит» и фтористым алюминием.

Произведена опытная партия флюса (обозначенного «ФЛЮС-3») и проведены его опытно-промышленные испытания в миксере №7 ЛО-2 литейного производства ОАО «ТАЛКО»

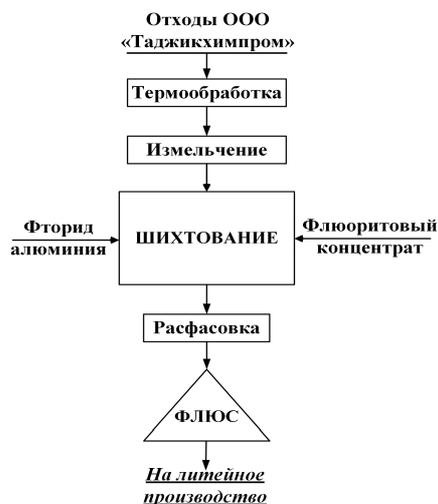


Рисунок 5 - Принципиальная технологическая схема получения флюса с использованием местного флюоритового концентрата и фтористого алюминия

«ФЛЮС-3» по своим физико-химическим показателям идентичен ранее разработанным флюсам, хотя по себестоимости в 1,5 раза дешевле флюса «НИИМ».

Технологическая схема производства флюса с применением электролитного оборота ОАО «ТАЛКО»

По результатам проведенных исследований разработана принципиальная технологическая схема производства флюса на основе обратного электролита, которая представлена на рисунке 6.

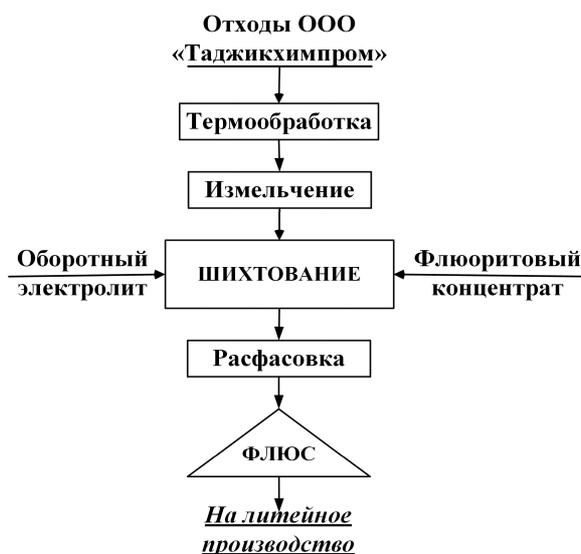


Рисунок 6 - Принципиальная технологическая схема производства флюса на основе электролитного оборота

Технологический цикл включает следующие стадии: термообработка отходов ОАО «Таджикхимпром», измельчение, шихтование с флюоритовым концентратом ООО «ТАЛКО Флюорит» и оборотным электролитом, расфасовка.

Согласно технологическому циклу, отходы шламовых полей предварительно обезвоживают, подвергая термообработке при 250-300° С. Обезвоженную массу измельчают до размера частиц менее 3-5 мм. Далее, измельченные отходы шихтуют со смесью флюоритового концентрата и электролитного оборота.

Технологический процесс получения флюса не требует больших энергетических затрат и позволяет существенно снизить себестоимость флюса и выплавляемого алюминия.

С 50 кг полученного флюса (так называемого ФЛЮСа-4) согласно технологической схеме успешно проведены опытно-промышленные испытания в миксере №8 литейного отделения ОАО «ТАЛКО».

Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что экспериментальный флюс с применением электролитного оборота производства алюминия можно рекомендовать к использованию в литейном производстве ОАО «ТАЛКО».

Технологическая схема производства флюса на основе промышленных отходов предприятий Республики Таджикистан

По результатам проведенных исследований разработана общая принципиальная технологическая схема флюса на основе промышленных отходов, получившая наименование «ФЛЮС-5» и которая представлена на рисунке 7.

По полученным в лабораторных условиях результатам было выработано 100 кг «ФЛЮС-5», включающего 50% отходов ОАО «Таджикхимпром», 30% отходов ООО «Талко Кемикал», 10% фторида алюминия и 10% флюоритового концентрата, и успешно проведены его опытно-промышленные испытания в

миксере №7 литейного отделения ОАО «ТАЛКО». В ходе проведения испытаний были определены физико-химические показатели приготовленного флюса. В таблице 11 представлены данные по физико-химическим и экологическим показателям экспериментального флюса и флюсов, используемых в литейном производстве ОАО «ТАЛКО».



Рисунок 7 - Принципиальная технологическая схема производства флюса на основе промышленных отходов

Результаты опытно-промышленных испытаний свидетельствуют о том, что основные физико-химические характеристики и экологические показатели «ФЛЮС-5» – температура плавления, удельный расход, содержание металла в шлаке и вредных веществ в рабочей зоне существенно не отличаются от аналогичных показателей, традиционно применяемых флюсов и соответствуют нормативным показателям. Себестоимость полученного флюса значительно ниже ранее используемых флюсов. Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что экспериментальный «ФЛЮС-5» можно рекомендовать к использованию в литейном производстве ОАО «ТАЛКО».

Таблица 11 - Физико-химические и экологические показатели флюсов разного состава

Марка флюса	Темп. плав., °С	Уд. расход, кг/т Al	Содержание металла в шлаке, %	Содержание в рабочей зоне, мг/м ³		
				HF _{газ}	Пыль	F _{ТВ}
Заводской	720	1,0	31,3	0,34	2,5	0,31
ФПР-23	690	0,96	27,9	0,41	2,8	0,33
«НИИМ»	700	0,84	29,1	0,39	3,0	0,34
«ПИТМ»	700	0,90	28,3	0,09	2,9	0,03
«ФЛЮС-3»	710	1,0	24,6	0,33	4,77	0,46
«ФЛЮС-4»	710	0,91	29,5	0,041	1,33	0,07
«ФЛЮС-5»	710	0,88	24,5	0,23	3,18	0,06

Примечание: ПДК HF_{газ} = 0,5; Пыль = 6,0; F_{ТВ} = 0,5

Технологическая схема переработки шлаков литейного производства

В процессе плавления металлического алюминия на поверхности образуется пенистый шлак, представляющий собой смесь продуктов взаимодействия алюминия с воздухом. Смесь включает оксид алюминия и некоторые другие компоненты. Перед выпуском плавки и разливкой шлак удаляется. Поэтому с целью переработки шлаков была разработана принципиальная технологическая схема получения алюминия из шлаков литейного производства ОАО «ТалКо», которая представлена на рисунке 8.

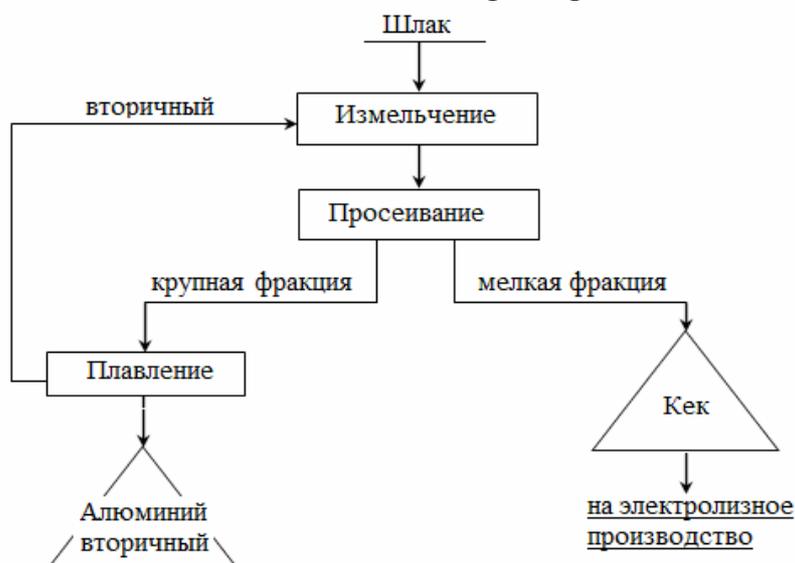


Рисунок 8 - Принципиальная технологическая схема переработки шлаков литейного производства

Согласно методике отбора проб из этого склада были отобраны пробы из 93 точек с общей массой 400 кг. Взятую пробу усреднили и из неё взяли 100 кг. По технологической схеме сначала эту пробу измельчали до размера частиц менее 0,5-1,0 мм, а затем просеивали. Крупную фракцию, содержащую алюминий, подвергали плавке в индукционной печи ОАО «ТалКо».

В результате получили металл, составляющий 30-35 % от массы исходного шлака. Вторичный шлак, содержащий до 10 % алюминия, возвращается на стадию измельчения.

Мелкая фракция – в виде кека, содержащего (мас.%) до 75 – Al_2O_3 , 15-20 – солей, менее 0,5 – SiO_2 и 0,4 – Fe_2O_3 , после переработки может быть использована в качестве добавочного сырья при производстве алюминия.

Таким образом, по разработанной технологии из одной тонны шлака можно получить свыше 300 кг вторичного алюминия и до 700 кг добавочного сырья для электролизного производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты исследования:

1. Физико-химическими методами анализов установлен химический состав отходов шламовых полей ОАО «Таджикхимпром», отходов ООО «ТалКо Кемикал», флюоритового концентрата ООО «ТалКо Флюорит» и электролитный оборот ОАО «ТалКо». Выявлено, что основными его

компонентами являются: хлориды натрия, кальция, криолит, фториды кальция, алюминия и натрия [1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 13-А].

2. Проведен термодинамический анализ процесса плавления флюсов, получаемых из местного минерального сырья и отходов химических производств, что свидетельствует о положительной вероятности протекания всех предполагаемых реакций в области температур от 873 до 1073 К [3-А].

3. На основе проведенных физико-химических анализов в лабораторных условиях разработаны рецептуры покровно рафинирующих флюсов с использованием местного минерального сырья и отходов химического производства, температура плавления, которой составила 700-710 °С [1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 13, 15-А].

4. На основе проведенных лабораторных исследований произведена опытная партия покровно - рафинирующих флюсов и проведены опытно-промышленные испытания в миксере литейного производства ОАО «ТалКо». В результате проведенных испытаний получены положительные акты [5, 6, 12, 14-А].

5. В результате проведенных опытно-промышленных испытаний выяснилось, что разработанные рецептуры флюсов на основе местного минерального сырья и отходов химических производств соответствуют требованиям литейного производства, а также себестоимость полученных флюсов в 6-7 раз ниже импортного флюса ФПР-23 [5, 6, 12, 14-А].

6. Установлены технологические параметры переработки шлаков литейного производства ОАО «ТалКо» с получением металлического алюминия в лабораторных условиях и проведены опытно-промышленные испытания, а также получен положительный акт об испытании [10-А].

7. Разработаны принципиальные технологические схемы получения покровно-рафинирующих флюсов с использованием местного минерального сырья и отходов химических производств, а также переработки шлаков литейного производства ОАО «ТалКо» [1, 2, 10-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- результаты работ рекомендуются инженерно-техническим работникам, работавшим на химических и металлургических предприятиях, также проектно-конструкторским организациям при проектировании заводов по производству флюсов различных солей хлоридов и фторидов с целью получения покровно-рафинирующих препаратов;

- часть результатов можно рекомендовать студентам средних и высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Металлургия цветных металлов» и «Прикладной химии».

**СПИСОК НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных
ВАК при Президенте Республики Таджикистан:*

[1-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология производства флюса с применением электролитного оборота / И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев,

Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, Ш.С. Джумаев, Х. Сафиев // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2018. – № 4 (173). – С. 138-144.

[2-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Физико-химические аспекты технологии производства литейного флюса / И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2019. – Т. 62. – № 5-6. – С. 333-339.

[3-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Термодинамика процессов получения флюсов из местного минерального сырья и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, К.Дж. Суяров, Дж.Р. Рузиев, Н.А. Наимов // Политехнический вестник. Серия инженерные исследования. – 2020. – № 1 (49). – С. 67-71.

Статьи, опубликованные в материалах научных конференций:

[4-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Разработка рецептуры получения флюса из местного сырья и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Б.С. Азизов, Ш.Х. Раджабов, А.Х. Сафиев, Дж.Р. Рузиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы металлургии Таджикистана и пути их решения». – Душанбе. – 2016. – С. 143-146.

[5-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Опытные-промышленные испытания новых флюсов из местного минерального сырья и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Х. Сафиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана». – Душанбе. – 2017. – С. 4-7.

[6-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Производство и опытно-промышленные испытания флюса «НИИМ» / И.Ш. Ахмадшоев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана». – Душанбе. – 2017. – С. 10-12.

[7-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Разработка технологии производства покровно-рафинирующих флюсов для производства алюминия / Ш. Кабир, И.Ш. Ахмадшоев, М.А. Джураев, А. Хомидзода, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев // Материалы «Научно-практического семинара», посвящается 100-летию НИТУ «МИС и С». – Турсунзаде. – 2017. – С. 54-58.

[8-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология получения флюса на основе электролитного оборота производства алюминия / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С. 108.

[9-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология получения флюса на основе отходов ОАО «Таджикхимпром» и фторсолей ООО «Талко Кемикал» / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции

профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С. 109.

[10-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология получения алюминия из шлаков литейного производства ОАО «ГалКо» / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С. 110-111.

[11-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Разработка технологии получения флюсов из флюоритового концентрата и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С.111.

[12-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Производства и опытно-промышленные испытания флюса на основе отходов промышленности / И.Ш.Ахмадшоев, Р.С.Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы IV международной научной конференции: «Вопросы физической и координационной химий», посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Якубова Хамида Мухсиновича и Юсуфова Зухуриддина Нуриддиновича. – Душанбе. – 2019. – С. 180-183.

[13-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Получение флюса на основе промышленных отходов / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Д.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х. Сафиев // Академия наук Республики Таджикистан, Институт химии им. В.И. Никитина. Сборник материалов XV Нумановских чтений «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве республики Таджикистан». – Душанбе. – 2019. – С. 52-53.

[14-А]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технологии производства и опытно-промышленные испытания литейных флюсов / И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев // «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов» Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск. – 2020. – С.101-103.

Изобретения:

[15-А]. Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 784. Способ получения покровно-рафинирующего флюса / Кабир Шерали, Хомидзода А, Сафиев Х., Азизов Б.С., Бобоев Х.Э., Раджабов Ш.Х., Рузиев Дж.Р., Сафиев А.Х., Хайтов А.М., **Ахмадшоев И.Ш.**, Мухамедиев Н.П. // №1601029; заявл. 15.04.2016г.; опубл.19.08.2016г., Бюл.120, 2016. – 3 с.

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҶИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ «ПАЖҶҶИШГОҶИ ИЛМИЮ ТАҶҚИҚОТИИ
МЕТАЛЛУРГИЯ»-И ҶАМЪИЯТИ САҶОМИИ КУШОДАИ
«ШИРКАТИ АЛҶОМИНИЙИ ТОҶИК»

Бо ҳуқуқи дастнавис

УДК 546.621:622.7(575.3)



АҶМАДШОЕВ Иброҳим Шарифович

**ОМИЛҶОИ ФИЗИКАВИЮ ХИМИЯВИИ ТЕХНОЛОГИЯИ
ҶОСИЛКУНИИ ФЛҶСҶО АЗ АШҶИ ХОМИ МАЪДАНҶОИ
МАҶАЛҶИ ВА ПАРТОВҶОИ ИСТЕҶСОЛҶ**

АВТОРЕФЕРАТИ

**диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
доктори фалсафа (PhD) – доктор аз рӯи ихтисоси
6D072000 – Технологияи химиявии моддаҳои ғайриорганикӣ**

Душанбе – 2021

Диссертатсия дар кафедраи химияи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва лабораторияи таҳқиқотҳои экологӣ ва коркарди партовҳои саноатии Муассисаи давлатии «Пажӯҳишгоҳи илмию таҳқиқотии металлургия»-и Ҷамъияти саҳомии кушодаи «Ширкати Алюминийи Тоҷик» иҷро карда шудааст.

Роҳбари илмӣ:

доктори илмҳои техникӣ, дотсент,
профессори кафедраи химияи амалии
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
Рузиев Ҷура Раҳимназарович

**Муқарризони
расмӣ:**

доктори илмҳои техникӣ, дотсент, мудири
кафедраи “Химия ва биология”-и Донишгоҳи
Славянии Россия-Тоҷикистон
Бердиев Асадқул Эгамович

номзади илмҳои техникӣ, мудири баҳши илмӣ-
таҳқиқотии Агентии амнияти ядрой ва
радиатсионии Академияи илмҳои Тоҷикистон
Баротов Бахтиёр Бурхонович

Муассисаи пешбар:

кафедраи “Химияи умумӣ ва ғайриорганикӣ”-и
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон
им. акад. М.С. Осими

Ҳимояи диссертатсия 27 сентябри соли 2021, соати 11⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-007 назди Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон баргузор мегардад.
Суроға: 734063, ш. Душанбе, хиёбони Айнӣ, 299/2,
E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Бо матни пурраи диссертатсия метавонед дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон шинос шавед: www.chemistry.tj

Автореферат санаи «___» _____ соли 2021 тавзеъ шудааст.

**Котиби илмии
Шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои химия**



Маҳкамов Ҳ.Қ.

МУҚАДДИМА

Мубрамӣ ва зарурати баргузори таҳқиқот. Барои ҳимояи сатҳи болоии гӯдохтаи алюминий аз расиш ва боҳамтаъсиркунӣ бо муҳити атроф, флюсҳоро дар асоси хлоридҳо ва фторидҳои металлҳои ишқорӣ, ки барои коҳиш додани талафоти металл дар таркиби даҷғол асос карда шудааст, истифода менамоянд. Бинобар ин аз ҷониби пажӯҳишгарон, ҷустуҷӯи флюсҳои нави самаранокиашон баланд, аз ҷиҳати экологӣ беҳатар ва тозакунанда, ки натиҷаҳои устуворро таъмин менамоянд, ба роҳ монда шудааст. Таркиби химиявии ин флюсҳо асосан аз омехтаи намакҳои хлордор ва фтордор иборат мебошанд. Зимни коркарди металл бо флюс пардаи оксидӣ дар гӯдохта вайрон шуда, металл аз он ҷудо мегардад.

Флюсҳои барои рехтагарӣ истифодашавандаро ба ду гурӯҳи асосӣ ҷудо менамоянд – рӯйпӯшкунанда ва тозакунанда (софкунанда). Флюсҳои рӯйпӯшкунанда – инҳо флюсҳои нисбатан осон гӯдохташаванда мебошанд, ки сатҳи болоии алюминийи моеъро рӯйпӯш намуда, хангоми интиқолдиҳӣ ва рехтагарӣ онро аз оксидшавӣ нигоҳ медорад. Флюсҳои тозакунанда барои тозакунии алюминийи гӯдохта аз ғашҳои ғайриметаллӣ ва газҳо, инчунин аз омехтаҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ муқаррар карда шудааст.

Айни замон дар истеҳсолоти рехтагарии Чамбияти саҳомии кушодаи «Ширкати Алюминийи Тоҷик» (ҶСК «ШАТ») барои тозакунии алюминийи техникӣ асосан флюси аз криолит ва намаки ошӣ истеҳсолшударо истифода мебаранд. Яке аз норасоӣҳои асосии ин флюс аз он иборат аст, ки барои истеҳсоли он аз фториди алюминий ва криолит истифода мебаранд ва истифодаи ҷунин намакҳои гаронарзиш, нархи аслии маҳсулоти ҳосилшавандаро дучанд мегардонад. Ба ғайр аз ин қисман флюсе истифода мешавад, ки аз Федератсияи Русия ворид карда шудааст. Аз рӯйи бисёре аз нишондиҳандаҳо флюси воридшаванда аз флюси дар ҶСК «ШАТ» истеҳсолшаванда бартарии зиёд дорад, аммо арзиши он аз арзиши флюси корхона тақрибан 4 маротиба гаронтар аст.

Бинобар ин омӯзиши эҳтимолияти истеҳсоли флюси рӯйпӯшкунандаю тозакунандаи нисбатан пастарзиш аз ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои корхонаҳои саноатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, масъалаи **муҳим ва актуалӣ** ба шумор меравад.

Дараҷаи омӯхташудаи масъалаи илмӣ. Барои тоза намудани гӯдохтаҳои алюминий аз омехтаҳои гуногун ва пешгирии оксидшавии алюминий, зиёда аз 100 намуди флюсҳо таҳқиқ шудаанд. Флюсҳои нисбатан маъмул дар асоси намакҳои NaCl ва KCl барои рӯйпӯшкунии алюминийи моеъ таҳия шудааст. Кори диссертсионии мазкур ба таҳияи технологияи дастурамалҳои флюс аз концентрати флюорити ҶДММ «ТалКо Флюорит», партовҳои хлордоштаи ҶСК «Тоҷиккимиёсаноат» ва партовҳои фтордоштаи ҶДММ «ТалКо Кемикал» бахшида шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот: таҳқиқоти асосҳои физикавӣю химиявӣ ва технологияи коркарди ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои саноатии корхонаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон барои ҳосил намудани флюси рӯйпӯш ва тозакунандаи

истехсоли алюминий.

Объекти таҳқиқот: партовҳои ҶСК «Тоҷиккимиёсаноат», ҶДММ «Талко Кемикал», концентрати флюорити ҶДММ «ТалКо Флюорит», электролити бозгардони ҶСК «ШАТ», криолит, фториди алюминий ва натрий, инчунин дажғоли истеҳсолоти рехтагарӣ.

Мавзӯи таҳқиқот: омӯзиши нишондодҳои физикавӣ ва химиявӣ ва экологии флюсҳои таркибашон гуногун, ки аз маъданҳои маҳаллӣ ва партовҳои саноатии корхонаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон истеҳсол шудаанд.

Масъалаҳои таҳқиқот:

- омӯзиши таркиби химиявӣ ва минерологии ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсоли корхонаҳои ҷумҳурӣ;

- омӯзиши равандҳои термодинамикии ҳосилкунии флюси рӯйпуш ва тозакунонда аз компонентҳои хлор ва фтордошта;

- муайянкунии шароитҳои оптималии ҳосилкунии флюси рӯйпуш ва тозакунонда аз маъданҳои маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсоли ҷумҳурӣ;

- муқарраркунии таъсири параметрҳои зимни коркарди дажғолҳои истеҳсоли рехтагарии ҶСК «ШАТ», инчунин омӯзиши мавҷудияти компонентҳо дар таркиби металл ва кек;

- таҳлили физикавӣ ва химиявӣ масолаҳои ибтидоӣ ва маҳсулотҳои интиҳӣ;

- гузаронидани санҷиши таҷрибавӣ саноатии флюс дар омехтакунонда истеҳсоли рехтагарии ҶСК «ШАТ»;

- таҳияи схемаи принсипиалию технологияи ҳосилкунии флюс аз ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои саноатии корхонаҳои ҷумҳурӣ.

Усулҳои таҳқиқот. Дар таҳқиқоти мазкур, усулҳои физикавӣ ва химиявӣ аз қабилҳои таҳлили рентгенофазавӣ ва дигар усулҳои таҳлили химиявӣ ба инобат гирифта шуда, барои ба даст овардани натиҷаҳои саҳеҳ ва асоснокӣ дорои дақиқияти баланд ва таҷдиди таҷрибаҳои истифода шудаанд. Коркарди ахборот бо истифода аз пакети барномаҳои Microsoft Office Excel ва ANSYS CFX гузаронида шудаанд.

Соҳаи таҳқиқот: таркиби химиявӣ ва минерологии партовҳо: партовҳои майдони шлами ҶСК «Тоҷиккимиёсаноат», партовҳои ҶДММ «ТалКо Кемикал», концентрати флюорити ҶДММ «ТалКо Флюорит» ва электролити бозгардони ҶСК «ШАТ». Муайян карда шуд, ки компонентҳои асосии таркиби онҳо чунин аст: хлоридҳои натрий ва калсий, криолит, фториди калсий, алюминий ва натрий.

Марҳилаҳои таҳқиқот. Дар марҳилаи аввал (с.2018-2019) таҳлили адабиёт оид ба мавзӯи диссертатсия гузаронида шуд: аҳамият мақсадҳои гузошташуда ва масъалаи таҳқиқоти он муайян карда шуд.

Дар марҳилаи дуюм (с.2019-2020) асосҳои физикавӣ ва химиявӣ ҳосилкунии флюсҳо аз ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолот омӯхта шуд.

Дар марҳилаи сеюм (с.2019-2020) санҷишҳои таҷрибавӣ саноатии коркарди дажғолҳои истеҳсолоти рехтагарии ҶСК «ШАТ» гузаронида шуд; натиҷаҳо ҷамъбаст шуда, оид ба таҳқиқотҳои гузаронидашуда хулосаҳо

бароварда шуд, корҳо оид ба тартиби диссертатсия ба анҷом расонида шуд.

Пойгоҳи асосии иттилоотӣ ва таҷрибавӣ. Корҳои таҳқиқотӣ дар кафедраи химияи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон ва дар лабораторияҳои экологӣ ва коркарди партовҳои саноатии Муассисаи давлатии «Пажӯҳишгоҳи илмию таҳқиқотии металлургия»-и Ҷамъияти саҳомии кушодаи «Ширкати Аллюминийи Тоҷик» гузаронида шуд.

Эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия. Эътимоднокии маълумотҳои бадастомада бо усулҳои замонавии физикавӣю химиявӣю таҳқиқот, коркарди статистикӣю натиҷаҳо таъмин ва асоснок карда шуд.

Навгониҳои илмию таҳқиқот:

1. Тавсифҳои асосии физикавӣю химиявӣю равандҳои ҳосилкунии флюси рӯйпуш ва тозакунанда аз намакҳои фтордор ва партовҳои майдони шлами ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» муқаррар карда шуд.

2. Параметрҳои физикавӣю химиявӣю технологияи коркарди даҷғоли баъд аз коркард бо флюс дар омехтакунак ҳосилшаванда, муайян карда шуд.

Аҳамияти назарии таҳқиқот. Натиҷаҳои дар раванди таҳқиқот бадастомада аҳамияти бунёдӣ дошта, барои тозакунии аллюминийи аввала дар истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» истифода бурда мешавад.

Аҳамияти амалию таҳқиқот ба он асос карда шудааст, ки усулҳои пешниҳодгардидаи коркарди муштараки маъданҳои маҳаллӣ ва партовҳои майдони шлами ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» имконият медиҳад то флюси нисбатан дастраси рӯйпуш ва тозакунанда ҳосил карда шавад (Санади санҷиш пешниҳод мегардад).

Нуктаҳои ҷимояшавандаи диссертатсия:

- натиҷаи таҳқиқотҳои физикавӣю химиявӣю таркиб ва ҳосияти ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои саноатии корхонаҳои ҷумҳурӣ;
- натиҷаҳои дастурамал ва технологияи истеҳсоли флюс аз ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолот;
- натиҷаҳои санҷиши таҷрибавӣю саноатии флюси МД «ПИТМ» дар истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ»;
- натиҷаи таҳлилҳои химиявӣю муайянкунии миқдори компонентҳои асосӣ дар таркиби метал ва кек, зимни истифодаи флюсҳои гуногун.

Саҳми шахсии доктара аз масъалагузорӣ доир ба вазифаҳои таҳқиқот, муайянкунии роҳҳо ва усулҳои ҳали он, бадасторӣ ва коркарди бисёре аз маълумотҳои таҷрибавӣ, таҳлил ва ҷамъбасти натиҷаи таҷрибаҳо, тасвияи ҳулосаҳои асосӣ ва ҳолати рисолаи диссертатсионӣ иборат мебошад.

Таъйиди диссертатсия ва иттилоот оид ба истифодаи натиҷаҳои он. Натиҷаҳои асосии рисолаи диссертатсионӣ дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмиллалӣ зерин муҳокима ва баррасӣ гардидаанд: маводҳои конференсияи илмӣ-амалию «Масъалаҳои металлургияи Тоҷикистон ва роҳҳои ҳали он» (29-30 апрели соли 2016) Душанбе-2016с; маводҳои конференсияи илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Дурнамои инкишофи саноати кимиёи Тоҷикистон» (27 октябри соли 2017), Душанбе – 2017; «Научно-практическом семинаре»-посвящённом 100 летию НИТУ «МИСиС» Турсунзаде-2017г.; маҷмӯи маводҳои XV-умин хонишҳои Нумонов дар мавзӯи «Ҳолати муосири илми

химия ва истифодаи дастовардҳои он дар хочагии халқи Ҷумҳурии Тоҷикистон» (24 октябри соли 2018) Душанбе с.2018; маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию назариявӣ ҳаياتи устодону кормандони ДМТ баҳшида ба «Солҳои рушди дехот, сайёҳӣ ва ҳунарҳои мардумӣ (солҳои 2019-2021)» ва 400-солагии Миробид Сайиди Насафӣ» (20-27-уми апрели соли 2019), Душанбе – 2019; маводи конференсияи IV илмӣ байналмилалӣ: «Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ», баҳшида ба гиромидошти хотираи докторони илмҳои кимиё, профессорон Ҳомид Муҳсинович Якубов ва Зухуриддин Нуриддинович Юсуфов, Душанбе – 2019; Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием на тему: «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов» (Иркутск, 22–24 апреля 2020 г.).

Интишори натиҷаҳои диссертатсия. Доир ба мавзӯи рисолаи диссертатсионӣ 14 мақола нашр шудааст, ки аз онҳо 3 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 11 мақола дар маводи конференсияҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ ба таърифи расонида шудааст. Як нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 5 санад оид ба татбиқот (дар замима оварда шудааст) дарёфт шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи диссертатсионӣ аз муқаддима, се боб, хулосаҳо, 114 феҳристи адабиёт ва замима иборат буда, дар 124 саҳифаи чопи компютерӣ аз он ҷумла 17 расм ва 29 ҷадвал баён гардидааст.

МУҲТАВОИ АСОСИИ ТАҲҚИҚОТ

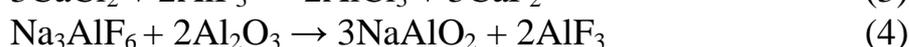
Дар муқаддима аҳамияти мавзӯи таҳқиқот асос карда шуда, мақсад ва масъалаҳои рисолаи диссертатсионӣ мухтасар ифода ёфта, аҳамияти илмӣ ва амалии он дарҷ гардидааст.

Дар боби аввал маълумотҳои адабиётҳои мавҷуда оид ба хосиятҳои физикавӣ химиявӣ флюсоҳо барои саноати алюминий пешниҳод гардида, дар асоси ин самти хусусии таҳқиқот пешбини шудааст.

БОБИ 2. АСОСҲОИ ФИЗИКАВИЮ ХИМИЯВИИ ҲОСИЛКУНИИ ФЛЮСҲО АЗ МАЪДАНҲОИ МАҲАЛӢ ВА ПАРТОВҲОИ ИСТЕҲСОЛӢ Ҳисобҳои термодинамикии ҳосилкунии флюсоҳо аз ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолӣ

Барои ноил шудан ба дараҷаи баландтари тозакунии гӯдохтаҳо аз ғашҳои пароканда, дар таркиби реагенти тозакунанда истифодаи масолеҳҳои ба гӯдохта тарнашаванда, иловаи заррачаҳои хурдандоза дар таркиби реагентҳо тозакунанда бо мақсади афзоиш додани сатҳи нисбии онҳо зарур мебошад.

Бо мақсади муайян намудани равандҳои ҳосилкунии флюсоҳои тозакунанда, равандҳои термодинамикии боҳамтаъсиркунӣ байни намакҳои фтордор ва хлордор омӯхта шуд. Зимни пухтани омехтаи хлоридҳо ва фторидҳо гузариши реаксияҳои зерин эҳтимолият дорад.





Ба сифати масолеҳи ибтидоӣ барои истеҳсоли флюси тозакунанда партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат», ҚДММ «Талко Кемикал», концентрати флюорити ҚДММ «Талко Флюорит», электролити бозгардони ҚСҚ «ШАТ», криолит, фториди алюминий ва фториди натрий истифода бурда шуд. Таъриқи химиявӣ масолеҳҳои истифодашаванда дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1- Таъриқи химиявӣ масолеҳҳои истифодашаванда

№ р/т	Микдори компонентҳо, %	Номгӯӣ масолеҳҳо						
		Партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат»	Концентрати Флюорит	Партовҳои ҚДММ «Талко Кемикал»	Электролити бозгардон	Криолит	Фториди алюминий	Фториди натрий
1	CaCO ₃	-	0.489	-	-	-	-	-
2	Fe ₂ O ₃	0.018	0.051	-	0,053	0,02-0,06	0,12-0,24	0,08
3	SiO ₂	1.83	0.329	-	0,011	0,25-0,4	0.15-0,25	0,09
4	Al ₂ O ₃	-	-	-	3,0-6,0	-	4,0-7,0	-
5	NaF	-	-	14.8	-	-	-	95-97
6	AlF ₃	-	-	19.68	13,2	-	88,0-93,0	-
7	CaCl ₂	7.6	-	-	-	-	-	-
8	Na ₃ AlF ₆	-	-	65.47	73,27	95	-	-
9	NaCl	89.43	-	-	-	-	-	-
10	CaF ₂	-	97.94	-	-	-	-	-
11	Na ₂ CO ₃	-	-	-	-	-	0.052	0,042
12	HF	-	-	-	-	-	0.014	-
Ҳарорати ғудозиш, °C		780	1360	900	1050	1013	1291	710

Барои муайян намудани гузариши ин реаксияҳои химиявӣ зимни пухтани омехтаи намакҳои хлоридҳо ва фторидҳо дар ҳудудҳои ҳарорати аз 873 то 1073 К, ҳисобҳои термодинамикии тағйирёбии энергияи озоди Гиббс ва ҳисоби мувозинати химиявӣ реаксияҳои амалишаванда, гузаронида шуд. Инчунин вобастагии энергияи озоди Гиббси реаксияҳои гузаранда дар ҳароратҳои гуногун омӯхта шуд.

Ҳамин тариқ таҳлили ҳисобҳои гузаронидашудаи термодинамикӣ нишон медиҳанд, ки гузариши ҳамаи реаксияҳо зимни пухтани омехтаи хлоридҳо ва фторидҳо амалӣ мегарданд.

Таҳияи дастурамали флюс дар асоси партовҳои майдони шлами ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» бо истифодаи намакҳои фтордор (НИИМ)

Дар истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» барои тозакунии алюминий, флюси истеҳсоли худиро истифода мебаранд, ки аз криолити сунъӣ (50 мас.%) ва галит (50 мас.%) таркиб ёфтааст. Яке аз норасоҳои асосии ин флюс ҳарорати баланди ғудозиши он ба шумор меравад, ки сатҳи болоии металлро рӯйпӯш намекунад ва қобилияти химояи он аз оксигени ҳаворро фароҳам оварда наметавонад. Чунин ҳолат ба талафёбии зиёдагии алюминий ва афзоиши арзиши аслии он оварда мерасонад.

Бо мақсади бартароф намудани ин норасоихо, санчиши таҷрибавию саноатии флюси ҚДММ «Стройбис» ФПР-23 гузаронида шуд. Санчиш нишон дод, ки нисбат ба флюси дар ҚСК «ШАТ» истифодашаванда, флюси ФПР-23 ҳарорати гудозиши нисбатан пасттар ($690\text{ }^{\circ}\text{C}$) дорад, яъне дорои ҳосияти рӯйпӯш ва тозакунии дошта, харчи нисбии он дар як тонна алюминий тақрибан 1,5 маротиба камтар мебошад. Ба ғайр аз ин, мувофиқи маълумотҳои ҚДММ «Стройбис», флюси ФПР-23 таршавии дажғолро бо алюминий паст менамояд, ки дар натиҷа миқдори металл дар таркиби дажғол ба қадри кофӣ коҳиш меёбад.

Арзиши баланди флюси ФПР-23-ро ба назар гирифта, таҳқиқотҳо оид ба масъалаи паст намудани ҳосилшавии дажғол зимни коркарди алюминий ва таҳияи дастурамали флюси хусусӣ дар асоси ашёи хоми маҳаллӣ, гузаронида шуд.

Таҳлили ҳосияти физикавӣ ва химиявӣ флюси ФПР-23 ва манбаҳои адабиётӣ нишон доданд, ки компонентҳои асосии флюсҳои рӯйпуш ва тозакунонда, тетрафторалюминати натрий ва хлоридҳои калсий, магний ва натрий ба шумор меравад. Маълумотҳои мазкурро ба инобат гирифта, масъалаи омӯзиши эҳтимолияти ҳосилкунии компонентҳои ашёӣ (барои флюс) аз ашёи хоми минералии маҳаллӣ ва партовҳои саноатии корхонаҳои чумхурӣ, гузошта шуд.

Дар харитаи 11-уми майдони шлами ҚДММ «Тоҷикимиёсаноат» садҳо ҳазор тонна партовҳо ҷамъ шудаанд, ки миқдори хлоридҳои калсий ва натрий дар ин партовҳо дар ҳудудҳои аз 20 то 30 мас.% қарор дорад.

Зимни буғронии маҳлули майдони шлами №4, омехтае ҳосил карда шуд, ки аз 20,8 мас.% CaCl_2 ва 79,2 мас.% NaCl таркиб ёфта, ҳарорати гудозишаш $740\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ро ташкил медиҳад.

Ба сифати компонентҳои ибтидоӣ барои ҳосил кардани флюс, омехтаҳои зерин гирифта шуданд:

- А – 20,8 мас.% CaCl_2 + 79,2 мас.% NaCl .
- В – 67,3 мас.% CaCl_2 + 32,7 мас.% NaCl .
- С – 55,5 мас.% Na_3AlF_6 + 44,5 мас.% NaF .
- КГК – 6,2 мас.% Al_2O_3 + 12,6 мас.% Na_3AlF_6 + 1,3 мас.% NaF + 1,4 мас.% Na_2O + 6,7 мас.% AlF_3 ва ҷамъи миқдори омехтаҳо (Na_2SO_4 , SiO_2 , Fe_2O_3 , С) кам аз 3,2 мас.%.

Натиҷаи санчишҳои дар истехсолоти рехтагарии ҚСК «ШАТ» гузаронидашуда нишон доданд, ки флюси АС 73 (А=70%, С=30%) аз рӯи нишондодҳои худ аз флюси ФПР-23 (ҚДММ «Стройбис») ками надошта, аз флюси истифодашавандаи ҚСК «ШАТ» бартарӣ дорад.

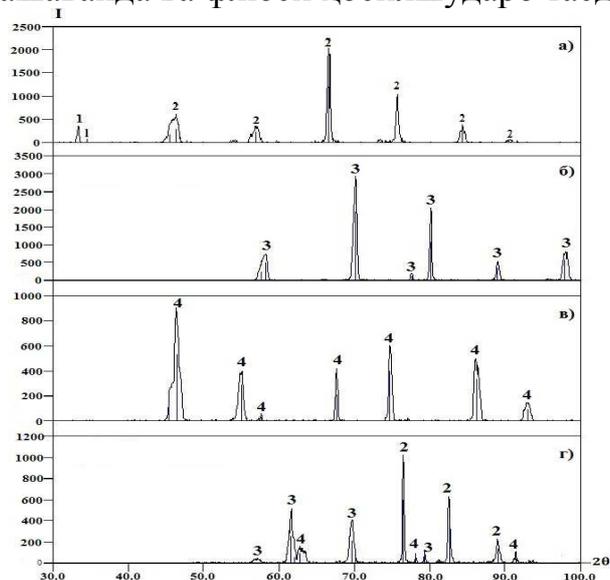
Ғайр аз ин, зимни истифодаи флюси тамғаи ГУ «НИИМ» харчи нисбӣ барои 1т алюминий тақрибан 2 маротиба нисбат ба дигар флюсҳо камтар аст.

Таҳияи технологияи флюсҳои тозакунонда барои алюминийи аввала бо истифода аз концентрати флюорити маҳаллӣ (ПИТМ)

Бо мақсади кам намудани фторидҳои гаронарзиши таркиби флюс, дастурамали нави флюсҳо бо истифодаи миқдори на он қадар зиёди фториди натрий ва алюминий ва бо истифода аз флюорити ҚДММ «Талко Флюорит» ва партовҳои майдони шлами ҚСК «Тоҷикимиёсаноат» таҳия карда шуд.

Барои исботи таркиби химиявии ашёи хом ва флюс таҳлили рентгенофазавӣ гузаронида шуд, ки натиҷаи он дар расми 1 оварда шудааст.

Натиҷаи таҳлилҳои рентгенофазавии гузаронидашуда, таҳлили химиявии масолеҳҳои истифодашаванда ва флюси ҳосилшударо тасдиқ мекунад.



Расми 1 - Рентгенограммаҳо: а) партови «Тоҷикимиёсаноат», б) фториди натрий, в) концентрати флюорит ва флюорит дар таносуби оптималии омехта. 1 - хлориди калсий (CaCl_2); 2 – хлориди натрий (NaCl); 3 – фториди натрий (NaF); 4 – фториди калсий (CaF_2)

Барои муайян намудани параметрҳои оптималию технологӣ, таркиб ва ҳарорати гудозиши флюсҳои гуногун дар шароити лабораторӣ омӯхта шуда, натиҷаҳои он дар ҷадвали 2 оварда шудааст.

Ҷадвали 2 -Таркиб ва ҳарорати гудозиши флюсҳои таркибашон гуногун

№	Таркиби флюс, мас.%			Ҳарорати гудозиш, °С
	Партовҳои «Тоҷикимиёсаноат»	Флюорити ҚДММ «Талко Флюорит»	Фториди натрий	
1	70	20	10	850
2	70	15	15	710
3	70	10	20	700
4	60	30	10	750
5	60	20	20	720
6	60	10	30	710
7	50	40	10	730
8	50	30	20	720
9	50	20	30	710
10	50	10	40	715
11	40	50	10	860
12	40	40	20	720
13	40	30	30	830
14	40	20	40	720
15	40	10	50	740

Чуноне, ки аз маълумотҳои чадвали 2 дида мешавад, вобаста аз ҳарорати гӯдозиш (паст аз 730 °C) барои ҳосилкунии флюс дастурамалҳои зерин истифода бурда мешавад: 2,3,5,6,8,9,10,12 ва 14. Аммо аз ҳисоби арзиши асли (миқдори компонентҳои баландарзиш) дастурамали 2 нисбатан сарфакорона ба шумор меравад, ки дорои чунин таносуби массавӣ мебошад:

$$m_{\text{партов}} : m_{\text{фл.}} : m_{\text{NaF}} = 7,0 : 1,5 : 1,5$$

Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқот дар хати технологияи фаъолияткунандаи истеҳсоли флюс, миқдори таҷрибавии флюс истеҳсол карда шуда, дар омехтакунаки истеҳсолоти рехтагари ҚСҚ «ШАТ» санҷиши таҷрибавию саноатии он гузаронида шуд.

Истеҳсоли флюсҳои тозакунада барои алюминийи аввала бо истифода аз концентрати флюорити маҳаллӣ ва фториди алюминий (ФЛЮС-3)

Намакҳои фтордори металлҳои ишқорӣ, ҳамчун моддаҳои сатҳашон фаъол таъсир намуда, кашиши сатҳии байни флюс ва металл, инчунин байни флюс ва оксидҳоро паст менамояд. Намакҳои хлордор ба монанди AlF_3 ва MgF_2 низ, ҳамин хосиятро доро мебошанд.

Бинобар ин ҳосилшкунии флюсҳои тозакунада барои алюминийи аввала бо истифодаи концентрати флюорити маҳаллӣ ва фториди алюминий таҳқиқ карда шуд.

Таносуби ашёи хом барои муайянкунии ҳарорати гӯдозиши омехта бо мақсади ҳосилкунии флюси тоза ва рӯйпӯшкунанда таҳқиқ карда шуд, ки натиҷаи он дар чадвали 3 оварда шудааст.

Дар натиҷаи гузаронидани таҳқиқот муқаррар карда шуд, ки флюс бо таносуби массавии компонентҳо:

$$m_{\text{партов}} : m_{\text{фл.}} : m_{\text{AlF}_3} = 7,0 : 1,4 : 1,6$$

аз рӯи миқдори компонентҳои гаронарзиш ва ҳарорати гӯдозиш метавонад ба сифати флюси тоза ва рӯйпӯшкунандаи арзон истифода шавад.

Чадвали 3 – Тақриб ва ҳарорати гӯдозиши омехта

№	Тақриби флюс, мас.%			
	Партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимийе-саноат»	Фториди алюминий (AlF_3)	Концентрати флюорити ҚДММ «ТАЛҚо Флюорит»	Ҳарорати гӯдозиш, °C
1	76	14	10	710
2	74	14	12	710
3	72	14	14	710
4	70	16	14	710
5	78	14	8	720
6	71	14	15	740
7	73	12	15	790
8	77	8	15	860
9	75	10	15	860

Барои тасдиқ намудани таҳлилҳои химиявии ашёи хоми истифодашаванда ва флюсҳои дар таносуби оптималии омехта ҳосилшуда, таҳлили рентгенофазавӣ гузаронида шуд.

Дар рентгенограммаҳои таносуби оптималии омехта рахҳои хлоридҳои калсий ва натрий, фториди алюминий, инчунин минерали флюорит мушоҳида мешавад. Ин шаҳодат аз он медеҳад, ки натиҷаҳои таҳлилҳои химиявӣ ва рентгенофазавии гузаиронидашуда ба ҳам мувофиқанд. Бинобар ин, миқдори таҷрибавии флюс истеҳсол карда шуда, дар омехтакунаки истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» санҷиши таҷрибавию саноатии он гузаронида шуд.

Технологияи ҳосилкунии флюс бо истифода аз электролити бозгардони истеҳсоли алюминий (ФЛЮС-4)

Дар таҳқиқоти мазкур асосҳои технологияи ҳосилкунии флюс бо истифода аз электролити бозгардони истеҳсоли алюминий оварда шудааст. Барои таҳияи дастурамали нави флюс, партовҳои ҚСҚ «Тоҷикимиёсаноат», концентрати флюорити ҚДММ «Талко Флюорит» ва электролити бозагардони ҚСҚ «ШАТ» истифода шудааст.

Яке аз хосиятҳои асосии флюс ҳарорати ғӯдозиши он ба шумор меравад, ки аз таносуби компонентҳои омехта вобаста мебошад. Дар ҷадвали 4 маълумотҳо оид ба вобастагии ҳарорати ғӯдозиши флюс аз миқдори компонентҳои омехта оварда шудааст.

Ҷадвали 4- Таркиб ва ҳарорати ғӯдозиши омехта

№ р/т	Таркиби компонентҳои омехта, мас.%			Ҳарорати ғӯдозиш, °С
	Партовҳои ҚСҚ «Тоҷикимиёсаноат»	Электролити бозгардони ҚСҚ «Талко»	Концентрати флюорит	
1	80	10	10	780
2	75	15	10	780
3	70	15	15	740
4	70	20	10	720
5	70	10	20	750
6	60	25	15	730
7	60	30	10	710
8	60	20	20	740
9	60	10	30	770
10	60	15	25	770
11	50	25	25	750
12	50	40	10	710
13	50	30	20	720
14	50	20	30	780
15	50	15	35	805
16	50	35	15	700
17	40	40	20	700
18	40	50	10	680
19	40	40	20	730
20	40	30	30	790
21	40	20	40	820

Дар натиҷаи гузаронидани таҳқиқот, таркиби оптималии омехта муайян карда шуд, аз он ҷумла: партовҳои ЧСК «Тоҷиккимиёсаноат» – 60%, концентрати флюорит – 10% ва электролити бозгардон – 30%. Дар чунин шароит ҳарорати ғӯдозии омехта 710 °С-ро ташкил дода, флюси мазкур дорои хосияти рӯйпӯш ва тозакуниро дар таносуб бо алюминийи аввала доро мебошад.

Барои муайянкунии таркиби химиявии компонентҳои ашёвии омехта, таҳлили рентгенофазавӣ истифода бурда шуд. Рентгеногармаҳои омехтаи оптималӣ мавҷудияти хлоридҳои натрий ва калсий, инчунин фториди натрий ва алюминийро нишон медиҳад, ки натиҷаҳои таҳлилҳои химиявии моддаҳои ибтидоӣ ва маҳсулоти интиҳоиро тасдиқ менамояд.

Таҳияи технологияи истеҳсоли флюс дар асоси партовҳои саноатӣ (ФЛЮС-5)

Барои ноил шудан ба тозакунии нисбатан самараноки ғӯдохтаҳо аз ғашҳои дисперсионӣ ва пардаҳои оксидӣ, истифодаи ингредиентҳо бо ғӯдохта тарнашаванда дар таркиби агенти тозакунида (флюс) зарур мебошад; инчунин дар таркиби реагенти тозакунида воридкунии зарраҳои хурддисперсӣ бо мақсади баланд бардоштани сатҳи нисбии онҳо зарур мебошад.

Дастурамали нави флюс дар асоси партовҳои ЧСК «Тоҷиккимиёсаноат», ЧДММ «Талко Кемикал» ва концентрати флюорити кони «Такоб» таҳия карда шуд. Зимни таҳияи параметрҳои технологияи истеҳсоли флюс, яке аз омилҳои асосӣ ҳарорати ғӯдозии он ба ҳисоб меравад, ки вобаста аз таркиб ва таносуби компонентҳои омехта муайян карда мешавад.

Дар натиҷаи гузаронидани таҳқиқотҳо, таркиби оптималии омехта муайян карда шуд, аз он ҷумла: партовҳо – 80%, концентрати флюорит – 10% ва фториди алюминий – 10%. Таркиби химиявии омехтаи мазкур дар ҷадвали 5 оварда шудааст.

Ҷадвали 5- Таркиб ва ҳарорати ғӯдозии омехта

№ р/т	Таркиби флюс, мас.%				Ҳарорати ғӯдозии, °С
	Партовҳои ЧСК «Тоҷик-кимиёсаноат»	Партовҳои ЧДММ «Талко емикал»	Фториди алюминий	Концентрати флюорит	
1	2	3	4	5	6
1	60	25	-	15	760
2	60	30	-	10	760
3	45	40	-	15	765
4	55	25	5	15	730
5	45	45	5	5	750
6	65	20	5	10	750
7	60	30	10	-	720
8	60	25	15	-	710
9	60	30	10	-	725
10	50	30	10	10	710
11	50	30	5	15	730
12	50	35	5	10	720
13	50	20	20	10	670
14	50	15	25	10	650

<i>Давоми ҷадвали 5</i>					
1	2	3	4	5	6
15	50	-	30	20	700
16	50	-	20	30	730
17	50	40	-	10	740
18	70	20	-	10	770
19	70	10	10	10	760
20	60	20	10	10	725
21	60	10	20	10	710
22	60	10	10	20	730
23	60	5	30	5	700
24	40	30	20	10	680
25	40	40	10	10	700
26	40	40	5	15	725

Флюси дорои ҳарорати гӯдозиши 710 °С, дар таносуб бо алюминийи аввала хосияти тозақунандагӣ дорад. Дар рентгенограммаи концентрати флюорит ва фториди алюминий раҳҳои фториди калсий ва алюминий мушоҳида мегардад. Дар таркиби омехтаи дорои партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» ва ҚДММ «Талко Кемикал» ва инчунин фториди алюминий ва концентрати флюорит, минералҳои асосии зерин аз қабилҳои галит, криолит, виллиомит, флюорит ва ғайраҳо, мушоҳида гардид.

Таҳияи дастурамали флюс дар асоси хлориди калсий

Бо мақсади паст намудани миқдори фторидҳои гаронарзиш дар таркиби флюси рехтагарии дар ҚСҚ «ШАТ» истифодашаванда, дастурамали нави флюс дар асоси хлориди калсий бо истифода аз партовҳои хлордоштаи ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат», концентрати флюорити ғайристандартии ҚДММ «Талко Кемикал» ва электролити бозгардони ҚСҚ «ШАТ» таҳия карда шуд.

Дар навбати аввал барои таҳияи дастурамали нави флюс таркиби химиявии ашёи хоми истифодашаванда омӯхта шуд (ҷадвали 6).

Ҷадвали 6 – Таркиб ва ҳарорати гӯдозиши омехта

№ р/т	Таркиби омехта, мас.%				Ҳарорати гӯдозиш, °С
	Партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат»	Электролити бозгардон	Концентрати флюорит	Хлориди калсий	
1	60	10	10	20	790
2	55	15	10	20	775
3	55	15	15	15	750
4	50	20	10	20	730
5	40	25	10	25	710
6	40	25	15	20	730
7	40	30	10	20	720
8	30	50	10	10	750
9	20	50	10	20	740
10	40	40	10	10	765
11	50	30	10	10	765
12	40	20	20	20	730
13	60	20	10	10	780
14	20	40	30	10	790
15	40	10	10	40	665
16	40	15	15	30	730

Дар таркиби партовҳои хлордоштаи майдони шламии ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» зиёда аз 97% хлоридҳои натрий ва калсий мавҷуд аст, ки қобилияти тозакунии алюминийро доро мебошанд. Дар таркиби электролити бозгардон зиёда аз 86% намакҳои фтордор мавҷуд буда, паст намудани ҳарорати ғудозиши омехтаро имконпазир мегардонанд.

Ҳарорати ғудохта зимни коркард бо флюс низ аҳамияти баланд дорад, чунки барои ноил шудан ба ҷудокунии беҳтари ғашҳо аз ғудохта ва самаранокии гузариши реаксияҳои химиявии зарурӣ, вай бояд ба қадри кофӣ ҳарорати баланд дошта бошад. Бо ҳамин мақсад, вобастагии ҳарорати ғудозиши флюс аз миқдори компонентҳои омехта омӯхта шуд, ки натиҷаҳои он дар ҷадвали 6 дарҷ гардидааст.

Дар натиҷаи таҳқиқот, таркиби оптималии омехта муайян карда шуд, аз қабилӣ: партовҳои майдони шламии ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» – 40%, концентрати флюорити ғайристандартӣ – 10%, электролити бозгардони истеҳсоли алюминий – 25% ва хлориди калсий – 25%. Дар чунин шароит, ҳарорати ғудозиши омехта 710°C-ро ташкил медиҳад.

Инчунин барои муайянкунии таркиби химиявии компонентҳои омехта, таҳлили реантгенофазавай гузаронида шуд. Дар натиҷаи таҳлили рентгенофазавай маълум гардид, ки рахҳои асосии рентгенограммаи партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» ба хлоридҳои калсий ва натрий тааллуқ доранд. Рахҳои рентгенограммаи электролити бозгардон ва концентрати флюорит ба минералҳои криолит, фториди алюминий, гилхок ва флюорит тааллуқ дорад. Дар рентгенограммаи намаки хлориди калсий бошад, ҳамаи рахҳо ба минерали антарктитсит тааллуқ дорад. Рентгенограммаи омехтаи таркиби оптималӣ мавҷудияти хлоридҳои натрий ва калсий, инчунин мавҷудияти фториди алюминийро нишон медиҳад, ки натиҷаҳои таҳлили химиявии моддаҳои ибтидоӣ ва маҳсулоти интиҳоиро тасдиқ менамояд.

Дар натиҷаи гузаронидани таҳқиқотҳо дар шароити озмоишгоҳӣ схемаи принципалию технологияи истеҳсоли флюс дар асоси хлориди калсий таҳия карда шуд, ки дар расми 2 оварда шудааст.

Мувофиқи схемаи принципалию технологияи мазкур, барои истеҳсоли флюс дар асоси хлориди калсий, партовҳои майдони шламӣ қаблан дар ҳарорати 250-300 °C ба коркарди ҳароратӣ равона карда шуда, хушк карда мешаванд. Баъдан массаи беобшударо то андозаи заррачаҳои хурд аз 3-5 мм майда намуда, партовҳои майдашударо омехта менамоянд.

Раванди технологияи истеҳсоли флюс харҷи энергетикӣ зиёдатиरो талаб накарда, имконият медиҳад, ки арзиши аслии флюс ва алюминийи ғудохташаванда ба таври қатъӣ коҳиш ёбад.

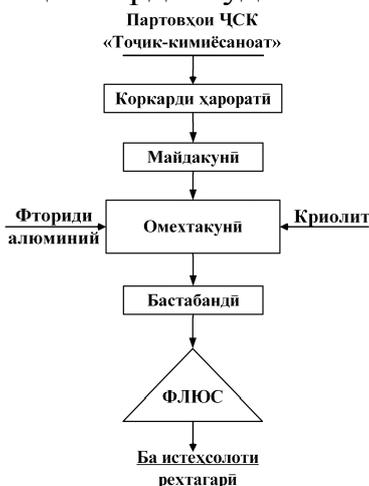


Расми 2 – Схекаи принципиалию технологии истеҳсоли флюс дар асоси хлориди калсий

БОБИ 3. КОРКАРДИ СХЕМАҲОИ ТЕХНОЛОГИИ ИСТЕҲСОЛИ ФЛЮСҲОИ РЕХТАГАРӢ, КОРКАРДИ ДАЖҒОЛ ВА ГУЗАРОНИДАНИ САНЦИШҲОИ ТАҶРИБАВӢ-САНОАТӢ

Таҳияи схемаҳои технологӣ ва санцишҳои таҷрибавию саноатии истеҳсоли флюс дар асоси партовҳои майдони шламии ҶСК «Тоҷиккимийсаноат» бо истифода аз намакҳои фтордор

Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда схемаи принципиалию технологии истеҳсоли флюс дар асоси партовҳои майдони шламии ҶСК «Тоҷиккимийсаноат» бо истифода аз намакҳои фтордор (бо номи шартии флюси-«НИИМ») (расми 3) таҳия карда шуд.



Расми 3 - Схекаи принципиалию технологии истеҳсоли флюс дар асоси партовҳои майдони шламии ҶСК «Тоҷиккимийсаноат» бо истифода аз намакҳои фтордор

Барои тасдиқ намудани технологияи таҳияшуда ва дастурамал, ба миқдори 40 кг флюси ГУ «НИИМ» истехсол гардид, ки санҷиши он дар яке аз омехтакунакҳои истехсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» гузаронида шуд.

Мувофиқ ба натиҷаҳои мусбати санҷиш, ба миқдори 3 тонна флюс истехсол карда шуда, санҷиши таҷрибавию саноатии он дар яке аз омехтакунакҳои истехсолоти рехтагарӣ дар амал татбиқ гардид.

Санҷиши таҷрибавию саноатии флюси ГУ «НИИМ» шакли АС-73 гузаронида шуда, мувофиқ ба маълумотҳои мутахассисони истехсолоти рехтагарӣ, дар ин давра 1987,260 т алюминий гӯдохта бо 1900 кг флюс коркард шудааст, яъне харчи нисбии флюс 0,96 кг/т-ро ташкил додааст.

Дар шароити лабораторӣ, миқдори алюминийи таркиби даҷғол бо роҳи гӯдохтани металли таркиби он, дар ҳарорати 750 °С ва муддати вақти 15 дақиқа муайян карда мешавад. Металли гӯдохташуда аз кек ҷудо гардида, тоза ва баркашида мешавад. Аз рӯйи массаи ҳосилшудаи алюминий, миқдори фоизи он дар таркиби даҷғол муайян карда мешавад, ки 29,1%-ро ташкил медиҳад.

Таҳлили миқдори компонентҳо дар металл ва кек нишон медиҳанд, ки миқдори алюминий дар металл 99,62 мас. %-ро ташкил дода, алюминийи дар кек мавҷудбуда 41,5 мас. %-ро ташкил медиҳад. Таҳлили мавҷудияти моддаҳои захрнок дар минтақаи корӣ нишон дод, ки концентратсияи $\text{HF}_{\text{газ}}$, чанг ва намакҳои фтордор аз ҳудуди иҷозашудаи концентратсия (ПДҚ) зиёд нест.

Арзиши аслии 1 т флюси истехсолшуда 4850,94 сомонӣ ё инки ~1000 доллари ИМА-ро ташкил медиҳад.

Муқоисаи нишондодҳои технологияи флюсҳои дар корхона истифодашаванда ба монанди флюси корхонавӣ, флюси воридшавандаи ФПР-23, ва ГУ «НИИМ» (ҷадвали 7) нишон медиҳад, ки флюси ГУ «НИИМ» аз рӯйи нишондодҳои технологӣ аз флюси корхонавӣ бартарият дошта, ба флюси ФПР-23 монанд мебошад.

Ҷадвали 7 - Нишондодҳои технологияи флюсҳои истифодашаванда

Флюс	Ҳарорати гӯдозиши флюс, °С	Харчи нисбии флюс, кг/т	Массаи нисбии даҷғол, кг/т	Миқдори металл дар даҷғол, мас. %
ҚСҚ «ШАТ»	720	1,1	6,26	31,3
ФПР-23	690	0,96	5,60	27,9
«НИИМ»	700	0,96	8,3	29,1

Аз рӯйи миқдори компонентҳо дар таркиби металл ва кек, ки аз даҷғол ҳосил мешавад, флюси истифодашаванда фарқияти қатъи надорад.

Ҷадвали 8 - Миқдори компонентҳо дар металл ва кек

Флюса	Миқдори компонентҳо дар металл, мас. %.			Миқдори компонентҳо дар кек, мас. %						Т.З.Т
	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Al</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Na</i>	<i>SO₄</i>	<i>F</i>	
ҚСҚ ШАТ	99,80	0,08	0,11	37,3	0,92	0,25	17,5	0,92	11,9	5,1
ФПР-23	99,75	0,09	0,15	33,9	1,82	0,36	13,1	0,16	2,34	16,4
«НИИМ»	99,72	0,09	0,15	41,5	0,49	0,14	18,3	0,38	6,48	4,4

Муқоисаи нишондодҳои иқтисодии флюсо нишон медиҳад, ки арзиши аслии флюси ГУ «НИИМ» аз арзиши аслии флюси корхонавӣ тақрибан 1,5 маротиба зиёд мебошад, аммо аз арзиши флюси ФПР-23 2 маротиба пасттар аст (ҷадвали 9).

Ҷадвали 9 - Нишондодҳои иқтисодӣ ва экологии флюсоҳои истифодашаванда

Флюс	Арзиши аслии 1т флюс, долл. ИМА	Харчи нисбӣ барои 1т Al, долл. ИМА	Миқдори моддаҳои захрнок дар миксер, мг/м ³		
			HF _{газ}	Чанг	Намакҳои фтордор
ҚСҚ «ШАТ»	635	0,7	0,34	2,5	0,31
ФПР-23	2000 (нарх)	2,0	0,41	2,8	0,33
«НИИМ»	1000	1,0	0,36	3,7	0,52
Ҳудуди иҷозашудаи концентратсия (ҲИК)			0,5	6,0	1,0

Аз рӯйи натиҷаи корҳои гузаронидашуда, Санади санҷиши таҷрибавию саноатӣ тартиб дода шуд, ки мувофиқи он флюси ГУ «НИИМ» ҳосияти рӯйпуш ва тозакунии дошта, аз рӯйи параметрҳои технологияи худ ба флюси ФПР-23 шабоҳат дорад; зимни истифодаи он дар девораҳои омехтакунак карахшо (наростов) ҳосил нагардида, вайроншавии буттабандҳои он мушоҳида намешавад ва флюси таҳияшударо метавонанд барои истифода дар миқёси саноатии истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» тавсия диҳанд.

Эҳтимолияти эффекти иқтисодӣ аз истифодаи флюси ГУ «НИИМ» дар истеҳсолоти рехтагарӣ ба ҷойи флюси ФПР-23 (зимни ҳаҷми талаботи солона баробар ба 350 т будан), зиёда аз 300 ҳазор доллари ИМА-ро ташкил медиҳад.

Ҳангоми истеҳсоли саноатии флюси «НИИМ» аз ҳисоби паст гардидани арзиши аслии он эҳтимолияти эффекти иқтисодӣ метавонад то 500 ҳазор доллари ИМА-ро дар як сол ташкил диҳад, ки ин дар навбати худ имконият медиҳад, то арзиши аслии метали истеҳсолшаванда паст гардад.

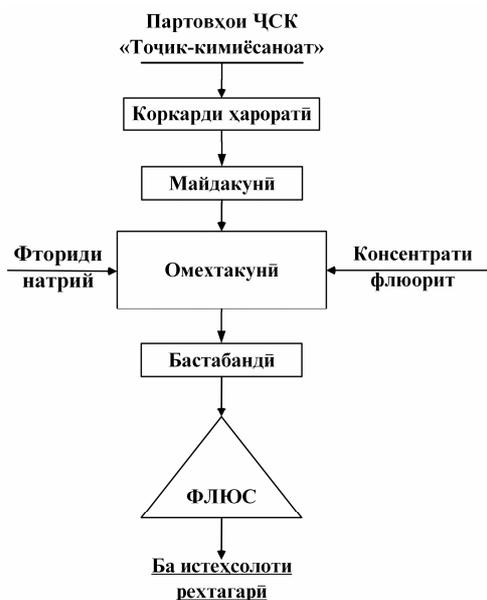
Таҳияи схемаи технологӣ ва санҷиши таҷрибавию саноатии флюс, ки бо истифода аз концентрати флюорити маҳаллӣ ҳосил шудааст

Ҳосияти рӯйпуш ва тозакунии инчунин нишондодҳои экологияю иқтисодиро ба назар гирифта, схемаи принципалию технологияи ҳосилкунии флюс дар асоси ашёи хом маҳаллӣ ва партовҳои саноатӣ таҳия карда шуд (расми 4).

Чуноне, ки аз раванди технологӣ дида мешавад, ҳосилкунии флюс харчи зиёди энергетикиро барои ташкил намудани он талаб накарда, вобаста ба дастрас будани ин ё он намуди ашёи хом метавонанд ташкили истеҳсоли муназзами флюсро ба роҳ монанд.

Бинобар ин қитъаи истеҳсоли флюс ташкил карда шуд, ки то имрӯз талаботи истеҳсолоти рехтагарии корхонаро таъмин карда истодааст. Дар корхонаи истеҳсоли криолит ва фториди алюминий (н.Ёвон) қитъаи истеҳсоли флюс ташкил карда шуда истодааст. Макони қитъаи истеҳсоли флюс таҳмини интиҳоб нашудааст, чунки ҳамаи компонентҳои он аз он ҷумла партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат» ва намакҳои фтордори ҚДММ «ТАЛКО Кемикал», ки барои истеҳсоли флюс истифода мешавад дар ҳамон як ҳудуд мавҷуд буда, ин

метавонад боиси харчи минимуми нақлиёт ва инчунин паст намудани арзиши аслии флюс ва металли гӯдохташванда гардад.



Расми 4 - Схекаи принципиалию технологияи ҳосилкунии флюс бо истифода аз концентрати флюорити маҳаллӣ

Ҳамин тариқ миқдори таҷрибавии флюс (бо номи «ПИТМ») истеҳсол карда шуда, санҷиши таҷрибавию саноатии он дар омехтакунаки №7-и Шӯъбаи рехтагарии 2 (ШР-2)-и истеҳсолоти рехтагарии ҶСҚ «ШАТ» гузаронида шуд. Чуноне, ки аз ҷадвали 10 дида мешавад, флюси «ПИТМ» аз рӯи нишондодҳои физикавӣю химиявӣ ва экологии худ қатъан аз флюси «НИИМ» фарқият нашошта, аз рӯи арзиши аслиаш бошад нисбатан (1,5 маротиба) арзонтар мебошад.

Ҷадвали 10 - Нишондодҳои физикавӣю химиявӣю флюсҳои таркибашон гуногун

Тамғаи флюс	Ҳарорати гӯдозиш, °С	Харчи нисбӣ, кг/т Al	Миқдори металл дар дажғол, мас. %	Миқдори моддаҳои захрнок дар ҳаво, мг/м ³		
				HF _{газ}	Чанг	F _{сахт}
ҶСҚ «ШАТ»	720	1,0	31,3	0,34	2,5	0,31
ФПР-23	690	0,96	27,9	0,41	2,8	0,33
«НИИМ»	700	0,84	29,1	0,39	3,0	0,34
«ПИТМ»	700	0,90	28,3	0,09	2,9	0,03

Таҳлили миқдори моддаҳои захрнок дар минтақаи корӣ нишон медиҳад, ки концентратсияи фториди гидроген, чанг ва намакҳои фтордор аз ҲИК зиёд нест. Флюси «ПИТМ» аз рӯи нишондодҳои физикавӣю химиявӣю худ ба флюсҳои қаблан таҳияшуда монанд буда, арзиши аслии он аз арзиши аслии флюси «НИИМ» 1,4 маротиба пасттар мебошад.

Таҳияи схемаи технологӣ ва санҷиши таҷрибавию саноатии истеҳсоли флюс аз концентрати флюорити маҳаллӣ ва фториди алюминий

Барои таҳияи технологияи истеҳсоли флюси рӯйпуш ва тозақунандаи аз ҷиҳати иқтисоди самаранок бо истифода аз ашёи хоми минералии маҳаллӣ, силсилаи таҳқиқот мувофиқ ба схемаи технологӣ, ки дар расми 5 оварда шудааст, гузаронида шуд.



Расми 5 – Схемаи принципалию технологӣ ҳосилкунии флюс бо истифода аз концентрати флюорити маҳаллӣ ва фториди алюминий

Аз майдони шлами ҶСК «Тоҷиккимиёсаноат» намунаи партови саноатӣ, ки дорои хлориди калсий ва натрий мебошад, гирифта шуда, баъд аз хушккунӣ ва майдақунӣ бо концентрати флюорити ҶДММ «Талко Флюорит» ва фториди алюминий омехта карда шуд. Миқдори таҷрибавию флюс (бо номи «ФЛЮС-3») истеҳсол шуда, санҷиши таҷрибавию саноатии он дар омехтақунаки №7-и Шӯъбаи рехтагарии 2 (ШР-2)-и истеҳсолоти рехтагарии ҶСК «ШАТ» гузаронида шуд.

Флюси «ФЛЮС-3» аз рӯи нишондодҳои физикавӣ ва химиявӣ худ ба флюси қаблан таҳияшуда шабоҳат дошта, арзиши аслии он аз арзиши флюси «НИИМ» 1,4 маротиба арзонтар мебошад.

Таҳияи схемаи технологӣ ва санҷиши таҷрибавию саноатии истеҳсоли флюс бо истифода аз электролити бозгардони истеҳсоли алюминий

Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқотҳои гузаронидашуда, схемаи принципалию технологӣ истеҳсоли флюс дар асоси электролити бозгардон таҳия шуда, дар расми 6 оварда шудааст.

Занҷири технологӣ мазкур чунин марҳилаҳоро дар бар мегирад: коркарди ҳароратии партовҳои ҶСК «Тоҷиккимиёсаноат», майдақунӣ, омехтақунии концентрати флюорити ҶДММ «Талко Флюорит» ва электролити бозгардон, борчомақунӣ.

Мувофиқи занҷири технологӣ, партовҳои майдони шлам қаблан дар ҳарорати 250-300 °С беоб гардонида мешавад. Массаи беобгардонидашударо то

андозаи заррачаҳои кам аз 3-5 мм майда намуда, бо омехтаи концентрати флюорит ва электролити бозгардон омехта менамоянд.



Расми 6 - Схекаи принципиалию технологии истеҳсоли флюс дар асоси электролити бозгардон

Раванди технологии истеҳсоли флюс харҷи зиёди энергетикиро талаб накарда, имконият медиҳад, ки арзиши аслии флюс ва алюминийи гудохташванда ба таври қатъӣ паст карда шавад.

Мувофиқи схекаи технологӣ, 50 кг флюси истеҳсолшуда дар омехтакунаки №8-и истеҳсолоти рехтагарӣ (ШР-2-и ҶСҚ «ШАТ») аз санҷиши таҷрибавию саноатӣ гузаронида шуд.

Натиҷаи санҷишҳои таҷрибавию саноатӣ нишон доданд, ки флюси таҷрибавию бо истифода аз электролити бозгардони истеҳсоли алюминий ҳосилшударо, метавонанд дар истеҳсолоти рехтагарии ҶСҚ «ШАТ» истифода намоянд.

Таҳияи схекаи технологӣ ва санҷиши таҷрибавию саноатии флюси дар асоси партовҳои саноатӣ истеҳсолшуда

Аз рӯйи натиҷаҳои таҳқиқотҳои гузаронидашуда, схекаи умумии принципиалию технологии истеҳсоли флюс дар асоси партовҳои саноатӣ (номи «ФЛЮС-5»-ро гирифтааст) таҳия карда шуда, дар расми 7 ифода гардидааст.

Аз рӯйи натиҷаҳои дар шароити лабораторӣ бадастомада, 100 кг «ФЛЮС-5» ки аз 50% партовҳои ҶСҚ «Тоҷиккимиёсаноат», 30% партовҳои ҚДММ «Талко Кемикал» ва 10% концентрати флюорит таркиб ёфтааст коркард намуда, дар омехтакунаки №7-и шӯъбаи рехтагарии 2 (ШР-2)-и ҶСҚ «ШАТ» аз санҷиши таҷрибавию саноатӣ бо муvвафақият гузаронида шуд.

Дар раванди гузаронидани санҷиш, нишондоҳои физикавию химиявӣ ва экологии флюси омодашуда муайян гардид. Дар ҷадвали 11 маълумотҳо оид ба нишондоҳои физикавию химиявӣ ва экологии флюси таҷрибавӣ ва флюсҳои дар истеҳсоли рехтагарии ҶСҚ «ШАТ» истифодашаванда, оварда шудааст.



Расми 7 – Схекаи пиринсипиалию технологии истеҳсоли флюс дар асоси партовҳои саноатӣ

Натиҷаи санҷишҳои таҷрибавию саноатӣ шаҳодат аз он медиҳанд, ки тавсифҳои асосии физикавию химиявӣ ва нишондодҳои экологии «ФЛЮС-5», яъне ҳарорати ғудозиш, харҷи нисбӣ, миқдори металл дар даҷғол ва миқдори модаҳои захрнок дар фазои қорӣ, қатъан аз флюсҳои ба таври анъанавӣ истифодашаванда фарқ накарда, ба нишондодҳои меъёрӣ ҷавобгӯӣ мебошад. Арзиши аслии флюси ҳосилшуда аз арзиши флюсҳои қаблан истифодашуда паст аст.

Ҷадвали 11 - Нишондодҳои физикавию химиявӣ флюсҳои таркибашон гуногун

Тамғаи флюс	Ҳарорати ғудозиш, °С	Харҷи нисбӣ, кг/т Al	Миқдори металл дар даҷғол, %	Миқдори модаҳои захрнок дар фазои қорӣ, мг/м ³		
				HF _{газ}	Ҷанг	F _{ст}
ҶСК «ТалКо»	720	1,0	31,3	0,34	2,5	0,31
ФПР-23	690	0,96	27,9	0,41	2,8	0,33
«НИИМ»	700	0,84	29,1	0,39	3,0	0,34
«ПИТМ»	700	0,90	28,3	0,09	2,9	0,03
«ФЛЮС-3»	710	1,0	24,6	0,33	4,77	0,46
«ФЛЮС-4»	710	0,91	29,5	0,041	1,33	0,07
«ФЛЮС-5»	710	0,88	24,5	0,23	3,18	0,06

Эзоҳ: Ҳудуди иҷозашудаи консентратсияи HF_{газ} = 0,5; Ҷанг = 6,0; F_{ст} = 0,5.

Натиҷаҳои санҷишҳои таҷрибавию саноатӣ нишон доданд, ки «ФЛЮС-5»-и таҷрибавиро метавонанд дар истеҳсолоти рехтагарии ҶСК «ШАТ» истифода намоянд.

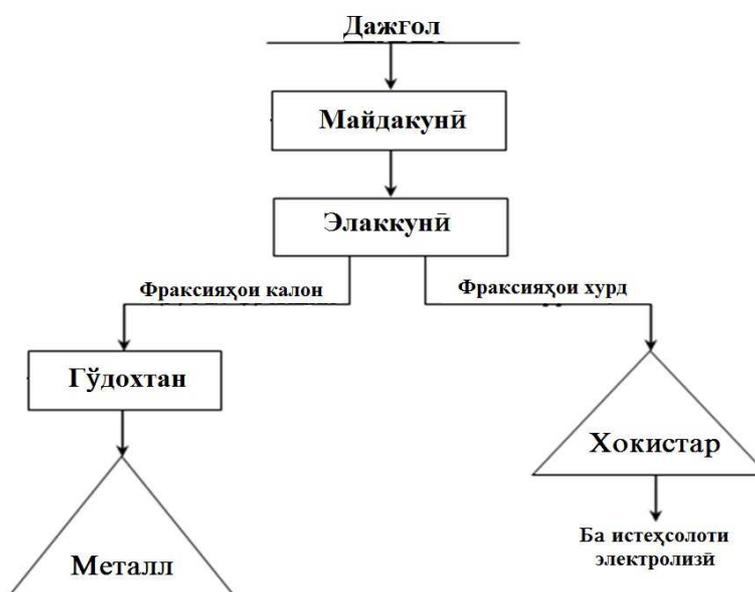
Таҳияи схемаи технологӣ ва санҷиши таҷрибавию саноатии коркарди дажғоли сеҳи рехтагарии ҚСҚ «ШАТ»

Дар раванди гӯдохтани алюминийи металлӣ дар сатҳи болоии он дажғоли кафкмонанд ҳосил мешавад, ки омехтаи маҳсулотҳои боҳамтаъсиркунии алюминий бо ҳаворо таҷассум менамояд. Омехтаи мазкур дар таркиби худ дорои оксиди алюминий ва дигар компонентҳо мебошад. Дажғол пеш аз гӯдохтан ва рехтагарӣ, тоза карда мешавад.

Бинобар ин бо мақсади коркарди дажғолҳо, схемаи принсипиалию технологии ҳосилкунии алюминий аз дажғолҳои истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» таҳия карда шуда, дар расми 8 оварда шудааст.

Мувофиқи дастурамали интихоби намуна, аз 93 нуқтаи амбор ба миқдори умумии 400 кг намуна гирифта шуда, аз он ба миқдори миёнаи вазнаш 100 кг намуна ҷудо гардид. Мувофиқ ба схемаи технологӣ, аввалан намунаи гирифташуда то андозаи хурд аз 0,5-1,0 мм майда гардида, баъдан аз элак гузаронида шуд. Фраксияи калони он, ки метали алюминий дорад, дар печи индуксионии ҚСҚ «ШАТ» гӯдохта гардид.

Дар натиҷа метал ҳосил шуда, тақрибан 30-35% вазни умумии дажғоли ибтидоиро ташкил медиҳад. Дажғоли дуумдараҷа, ки дорои 10% алюминий мебошад, дубора ба раванди майдакунӣ баргардонида мешавад. Фраксияи хурд – дар намуди кек, ки то 75% – Al_2O_3 , 15-20% – намакҳо, кам аз 0,5% – SiO_2 ва 0,4% – Fe_2O_3 дорад, баъд аз коркард метавонанд ба сифати ашёи хоми иловагӣ дар истеҳсоли алюминий истифода баранд.



Расми 8 – Схемаи принсипиалию технологии коркарди дажғоли истеҳсолоти рехтагарӣ

Ҳамин тариқ, аз рӯи технологияи таҳиякардашуда, аз як тонна дажғол метавонанд зиёда аз 300 кг алюминийи дуумдараҷа ва то 700 кг ашёи хоми иловагӣ барои истеҳсолоти электролиз ҳосил намоянд.

ХУЛОСА

Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия:

1. Бо истифода аз усулҳои физикавӣю химиявӣ таҳлил, таркиби химиявӣ партовҳои майдони шлами ҚСҚ «Тоҷикимиёсаноат», партовҳои ҚДММ «Талко Кемикал», концентрати флюорити ҚДММ «Талко Флюорит» ва электролити бозгардони ҚСҚ «ШАТ» муқаррар карда шуд. Муайян гардид, ки компонентҳои асосии таркиби онҳо хлоридҳои натрий ва калсий, криолит, фториди калсий, алюминий ва натрий ба шумор меравад [1, 2, 4, 7-9, 11, 13-М].

2. Таҳлилҳои термодинамикии раванди ғӯдозии флюсо, ки аз ашёи хоми минералии маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолоти химиявӣ истеҳсол шудааст, гузаронида шуда, аз эҳтимолияти гузариши ҳамаи реаксияҳои пешниҳодгардида дар ҳудудҳои ҳарорат аз 873 то 1073 К шаҳодат медиҳад [3-М].

3. Дар асоси таҳлилҳои физикавӣю химиявӣ дар шароити лабораторӣ гузаронидашуда, дастурамалҳои флюсои рӯйпӯш ва тозакунанда бо истифода аз ашёи хоми минералии маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолоти химиявӣ таҳия карда шуд, ки ҳарорати ғӯдозии онҳо 700-710 °С-ро ташкил медиҳад [1, 2, 4, 7-9, 11, 13, 15-М].

4. Дар асоси таҳқиқотҳои лаборатории гузаронидашуда, миқдори таҷрибавӣ флюсои рӯйпӯш ва тозакунанда истеҳсол шуда, санҷиши таҷрибавӣю саноатӣ онҳо дар омехтакунаки истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» гузаронида шуд. Дар натиҷаи санҷишҳои гузаронидашуда, Санадҳои дахлдор тартиб дода шуд [5, 6, 12, 14-М].

5. Дар натиҷаи гузаронидани санҷишҳои таҷрибавӣю саноатӣ муайян карда шуд, ки дастурамалҳои флюсои дар асоси ашёи хоми минералии маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолоти химиявӣ таҳияшуда, ба талаботҳои меъёрии истеҳсолоти рехтагарӣ ҷавобгӯӣ буда, арзиши аслии флюсои истеҳсолшаванда 6-7 маротиба аз флюси воридотшавандаи ФПР-23 пасттар мебошад [5, 6, 12, 14-М].

6. Параметрҳои технологияи коркарди даҷғолҳои истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» барои ҳосил намудани алюминийи металлӣ дар шароити лабораторӣ муқаррар ва санҷиши таҷрибавӣю саноатӣ он гузаронида шуда, Санадҳои дахлдор бо натиҷаҳои мусбат тартиб дода шуд [10-М].

7. Схemaҳои принсипиалию технологияи истеҳсоли флюсои рӯйпӯш ва тозакунанда бо истифода аз ашёи хоми минералии маҳаллӣ ва партовҳои истеҳсолоти химиявӣ, инчунин коркарди даҷғолҳои истеҳсолоти рехтагарии ҚСҚ «ШАТ» таҳия карда шуд [1, 2, 10-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо:

- натиҷаҳои таҳқиқот барои кормандони муҳандис-технологи дар корхонаҳои химиявӣ ва металлургӣ фаъолияткунанда ва инчунин барои ташкилотҳои лоиҳавӣю конструксионӣ оид ба лоиҳакашии корхонаҳои истеҳсоли флюс бо истифода аз намакҳои гуногуни хлорид ва фторидҳо бо мақсади истеҳсоли флюсои рӯйпӯш ва тозакунанда тавсия дода мешавад;

- як қисми натиҷаҳо барои донишҷӯёни муассисаҳои таълимии миёна ва олии самти «Металлургияи металҳои ранга» ва «Химияи татбиқӣ» тавсия дода мешавад.

**ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ ИЛМИИ ДОВТАЛАБИ ДАРЁФТИ
ДАРАҶАИ ИЛМӢ АЗ РӮӢИ МАВЗӢИ ДИССЕРТАТСИЯ**

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи ҚОА-и назди

Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашришуда:

[1-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология производства флюса с применением электролитного оборота / И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, Ш.С. Джумаев, Х. Сафиев // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2018. – № 4 (173). – С. 138-144.

[2-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Физико-химические аспекты технологии производства литейного флюса / И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2019. – Т. 62. – № 5-6. – С. 333-339.

[3-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Термодинамика процессов получения флюсов из местного минерального сырья и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, К.Дж. Суяров, Дж.Р. Рузиев, Н.А. Наимов // Политехнический вестник. Серия инженерные исследования. – 2020. – № 1 (49). – С. 67-71.

Мақолаҳои дар маводи конферонсҳои илмӣ нашришуда:

[4-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Разработка рецептуры получения флюса из местного сырья и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Б.С. Азизов, Ш.Х. Раджабов, А.Х. Сафиев, Дж.Р. Рузиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы металлургии Таджикистана и пути их решения». – Душанбе. – 2016. – С. 143-146.

[5-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Опытные-промышленные испытания новых флюсов из местного минерального сырья и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Х. Сафиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана». – Душанбе. – 2017. – С. 4-7.

[6-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Производство и опытно-промышленные испытания флюса «НИИМ» / И.Ш. Ахмадшоев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана». – Душанбе. – 2017. – С. 10-12.

[7-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Разработка технологии производства покровно-рафинирующих флюсов для производства алюминия / Ш. Кабир, И.Ш. Ахмадшоев, М.А. Джураев, А. Хомидзода, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев, Дж.Р. Рузиев // Материалы «Научно-практического семинара», посвящается 100- летию НИТУ «МИС и С». – Турсунзаде. – 2017. – С. 54-58.

[8-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология получения флюса на основе электролитного оборота производства алюминия / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С. 108.

[9-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология получения флюса на основе отходов ОАО «Таджикхимпром» и фторсолей ООО «Талко Кемикал» / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С. 109.

[10-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технология получения алюминия из шлаков литейного производства ОАО «ТАЛКО» / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С. 110-111.

[11-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Разработка технологии получения флюсов из флюоритового концентрата и отходов производства / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». – Душанбе. – 2019. – Т. 1. – С.111.

[12-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Производства и опытно-промышленные испытания флюса на основе отходов промышленности / И.Ш.Ахмадшоев, Р.С.Рафиев, Дж.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х.Э. Бобоев // Материалы IV международной научной конференции: «Вопросы физической и координационной химий», посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Якубова Хамида Мухсиновича и Юсуфова Зухуриддина Нуриддиновича. – Душанбе. – 2019. – С. 180-183.

[13-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Получение флюса на основе промышленных отходов / И.Ш. Ахмадшоев, Р.С. Рафиев, Д.Р. Рузиев, А.Х. Сафиев, Х. Сафиев // Академия наук Республики Таджикистан, Институт химии им. В.И. Никитина. Сборник материалов XV Нумановских чтений «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве республики Таджикистан». – Душанбе. – 2019. – С. 52-53.

[14-М]. **Ахмадшоев, И.Ш.** Технологии производства и опытно-промышленные испытания литейных флюсов / И.Ш. Ахмадшоев, Н.П. Мухамедиев, А.Х. Сафиев, Р.С. Рафиев, Дж.Р. Рузиев // «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов» Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск. – 2020. – С.101-103.

Ихтироъ:

[15-М]. Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 784. Способ получения покровно-рафинирующего флюса / Кабир Шерали, Хомидзода А, Сафиев Х., Азизов Б.С., Бобоев Х.Э., Раджабов Ш.Х., Рузиев Дж.Р., Сафиев А.Х., Хайтов А.М., **Ахмадшоев И.Ш.**, Мухамедиев Н.П. // №1601029; заявл. 15.04.2016г.; опубл.19.08.2016г., Бюл.120, 2016. – 3 с.

АННОТАТСИЯИ

диссертатсияи Аҳмадшоев Иброҳим Шарифович дар мавзӯи «Омилҳои физикавӣю химиявӣю технологияи ҳосилкунии флюсоҳо аз ашёи хоми маъданҳои маҳаллӣ ва партовҳои истехсолӣ» барои дарёфти дараҷаи илмии доктори фалсафа (PhD) – доктор аз рӯйи ихтисоси **6D072000 – Технологияи химиявӣю моддаҳои ғайриорганикӣ**

Калимаҳои калидӣ: флюс, концентрати флюорит, электролити бозгардон, рӯйпӯш ва тозакунонда, алюминийи хом, дажғол, фториди алюминий, партовҳои саноатӣ, нишондодҳои экологӣ.

Объекти таҳқиқот: партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат», ҚДММ «Талко Кемикал», концентрати флюорити ҚДММ «Талко Флюорит», электролити бозгардони ҚСҚ «ШАТ», криолит, фториди алюминий ва натрий, инчунин дажғоли истехсолоти рехтагарӣ ба шумор меравад.

Мақсади таҳқиқот ин ҷустуҷӯи асосҳои физикавӣю химиявӣ ва технологияи коркарди ашёи хоми маҳаллӣ ва партовҳои саноатии корхонаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон бо мақсади ҳосил намудани флюсоҳои рӯйпӯш ва тозакунонда барои истехсолоти алюминий ба шумор меравад.

Усулҳои таҳқиқот. Зимни таҳқиқот таҳлилҳои физикавӣю химиявӣ ба монанди таҳлили рентгенофазавай ва дигар таҳлилҳои химиявӣ истифода шуданд, ки барои ба даст овардани натиҷаҳои саҳеҳ ва асосноки дорои дақиқияти баланд ва дар амал татбиқ намудани таҷрибаҳо, истифода гардиданд. Коркарди информатсияҳо бо ёрии пакети барномаҳои Microsoft Office Excel ва ANSYS CFX иҷро карда шуд.

Натиҷаҳои ҳосилнамуда ва навгониҳои он: параметрҳои оптималии ҳосил намудани флюс дар асоси партовҳои саноатӣ ва маъданҳои хоми маҳаллӣ муқарар карда шуд. Таркиби оптималии омехта муайян карда шуд, ба монанди: партовҳои ҚСҚ «Тоҷиккимиёсаноат», ҚДММ «Талко Кемикал», концентрати флюорити ҚДММ «Талко Флюорит», электролити бозгардони ҚСҚ «ШАТ», криолит, фториди алюминий ва натрий. Ҳарорати ғӯдозии омехта 700-710°C ташкил дода, дорои хосияти рӯйпӯш ва тозакунондагӣ дар баробари алюминийи аввала мебошад. Натиҷаи санҷишҳои таҷрибавӣю саноатии гузаронидашуда шаҳодат аз он медиҳад, ки тавсифҳои асосии физикавӣю химиявӣ ва нишондодҳои экологии флюсоҳои дар асоси маъданҳои маҳаллӣ ва партовҳои саноатӣ ҳосилшуда, ба талаботҳои меъёрӣ ҷавобгӯй мебошад.

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо: натиҷаҳои таҳқиқот барои кормандони муҳандис-технологи дар корхонаҳои химиявӣ ва металлургӣ фаъолияткунанда ва инчунин барои ташкилотҳои лоиҳавӣю конструксионӣ оид ба лоиҳакашии корхонаҳои истехсоли флюс бо истифода аз намакҳои гуногуни хлорид ва фторидҳо бо мақсади истехсоли флюсоҳои рӯйпӯш ва тозакунонда тавсия дода мешавад.

Соҳаи истифодабарӣ: саноати химиявӣ.

АННОТАЦИЯ

**диссертации Ахмадшоева Иброхима Шарифовича на тему
«Физико-химические аспекты разработки технологии получения
флюсов из местного минерального сырья и отходов производства»,
представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) –
доктор по специальности 6D072000 – Химическая технология
неорганических веществ**

Ключевые слова: флюс, флюоритовый концентрат, электролитный оборот, покровно-рафинирующий, алюминий-сырца, шлак, фтористый алюминий промышленные отходы, экологические показатели.

Объектом исследования являются отходы ОАО «Таджикхимпром», ООО «Талко Кемикал», флюоритовый концентрат ООО «ТАЛКО Флюорит», электролитный оборот ОАО «ТАЛКО, криолит, фторид алюминия и натрия, также шлак литейного производства.

Целью работы является изыскание физико-химических и технологических основ переработки местного сырья и отходов промышленных предприятий республики Таджикистан с целью получения покровно-рафинирующего флюса для производства алюминия.

Методы исследования. В исследовании использованы физико-химические методы рентгенофазовый анализ (РФА) и другие методы химического анализа, которые были применены для получения достоверных и обоснованных результатов, имеющих высокую точность и воспроизводимость эксперимента. Обработка информации выполнена с помощью программного пакета Microsoft Office Excel и ANSYS CFX.

Полученные результаты и их новизна: установлено оптимальных параметров получения флюсана основе промышленных отходов и местного минерального сырья. Выявлен оптимальный состав шихты, включающий: ОАО «Таджикхимпром», ООО «Талко Кемикал», флюоритовый концентрат ООО «ТАЛКО Флюорит», электролитный оборот ОАО «ТАЛКО, криолит, фторид алюминия и натрия. Температуры плавления которого составило 700-710°C, а также имеет покровно-рафинирующие свойства по отношению к первичному алюминию. Результаты проведенных опытно-промышленных испытаний свидетельствуют о том, что основные физико-химические характеристики и экологические показатели флюсов на основе местного минерального сырья и промышленных отходов соответствуют нормативным показателям. Себестоимость полученных флюсов значительно ниже себестоимости импортируемых флюсов.

Рекомендации по практическому использованию результатов: результаты работ рекомендуются инженерно-техническим работникам, работавшим на химических и металлургических предприятиях, также проектно-конструкторским организациям при проектировании заводов по производству флюсов различных солей хлоридов и фторидов с целью получения покровно-рафинирующих препаратов.

Область применения: химическая промышленность.

ANNOTATION

**dissertation of Akhmadshoev Ibromkhim Sharifovich on the topic
«Physicochemical aspects of the development of technology for obtaining fluxes
from local mineral raw materials and production wastes», submitted for the
degree of Doctor of Philosophy (PhD) - Doctor in the specialty
6D072000 - Chemical technology inorganic substances**

Key words: flux, fluorite concentrate, electrolyte circulation, cover-refining, raw aluminum, slag, aluminum fluoride, industrial waste, environmental indicators.

The subject of the study is waste of JSC «Tajikkhimprom», LLC «Talko Chemical», fluorite concentrate of LLC «Talko Fluorit», electrolyte turnover of State Unitary Enterprise "Talko", cryolite, aluminum and sodium fluoride, also slag foundry.

He aim of the thesis is to find the physical, chemical and technological foundations for processing local raw materials and waste from industrial enterprises of the Republic of Tajikistan in order to obtain a cover-refining flux for the production of aluminum.

Research methods. The study used the physical and chemical methods of X-ray phase analysis (XPA) and other methods of chemical analysis, which were used to obtain reliable and substantiated results with high accuracy and reproducibility of the experiment. Information processing was performed using the Microsoft Office Excel and ANSYS CFX software package.

Scientific novelty of the results obtained: optimal parameters for obtaining fluxan based on industrial waste and local mineral raw materials have been established. The optimal composition of the charge was revealed, including: JSC «Tajikkhimprom», LLC «Talko Chemical», fluorite concentrate LLC «Talko Fluorit», electrolyte turnover of the State Unitary Enterprise «Talko», cryolite, aluminum and sodium fluoride. The melting point of which was 700-710 ° C, and also has a cover-refining properties in relation to primary aluminum. The results of the pilot tests carried out indicate that the main physical and chemical characteristics and environmental indicators of fluxes based on local mineral raw materials and industrial waste correspond to the normative indicators. The cost of the obtained fluxes is significantly lower than the cost of imported fluxes.

Recommendations for the practical use of the results: Results of works are recommended to the technical officers working at the chemical and metallurgical enterprises, also to the design organisations at designing of factories on manufacture of gumboils of various salts of chlorides and fluorides for the purpose of reception is blood-rafinirujushih preparations.

Application area: chemical industry.

Разрешено в печать 09.06.2021 г., подписано в печать 10.06.2021 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Гарнитура литературная. Печать офсетная.

Усл. Печ. Л. 3,2. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии «Донишварон».

