

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ «МЕТАЛЛУРГИЯ»
ОАО «ТАДЖИКСКАЯ АЛЮМИНИЕВАЯ КОМПАНИЯ»**

**На правах рукописи
УДК 662.66**

А. Муродиён

АСРОРИ МУРОДИЁН

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ И
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНОГО УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО
СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 05.02.01 –
Материаловедение (в металлургии)**

Душанбе – 2020

Работа выполнена в лаборатории переработки местного глинозем-и углеродсодержащего сырья Государственного учреждения Научно-исследовательского института «Металлургии» ОАО «Таджикская алюминиевая компания».

Научный консультант: доктор химических наук, профессор, академик Национальной академии наук Таджикистана, директор Государственного учреждения Научно-исследовательского института «Металлургии» ОАО «Таджикская алюминиевая компания»
Сафиев Хайдар

Официальные оппоненты: доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией органического синтеза Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
Исобеаев Музафар Джумаевич

доктор технических наук, профессор, научный консультант НИИ «Строительства и архитектуры» Комитета архитектуры и строительства при Правительстве Республики Таджикистан
Шарифов Абдумумин

доктор технических наук, доцент, и.о. профессор, директор филиала Национального исследовательского технологического университета «МИС и С» в городе Душанбе
Саидзода Рахимджон Хамро

Ведущая организация: Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни

Защита состоится 21 декабря 2020 года в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 6Д.КОА-007 при Институте 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 библиотеке Института химии им.В.И Никитина Национальной академии наук Таджикистана и на сайте www.chemistry.tj

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 года

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



Махкамов Х.К.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Электродная продукция (аноды, набоечные массы, бортовые и подовые блоки) является неотъемлемой и важнейшей составляющей электролизеров для производства алюминия.

Для выпуска этой продукции в основном используется различное углеродсодержащее сырьё (искусственный графит, прокаленный нефтяной кокс и антрацит, каменноугольный пек и т.д.).

Открытое Акционерное Общество «Таджикская алюминиевая компания» (ОАО «ТАЛКО») ежегодно для удовлетворения своей потребности закупает по высокой цене из других стран углеграфитовые катодные блоки (бортовые и подовые), а ранее для набойки межблочных швов подины электролизеров также закупало набоечные массы из дальнего зарубежья и ближних стран СНГ.

Электролизеры с обожженными анодами ОАО «ТАЛКО» работают при проектной силе тока 160 и 175 кА. На каждый электролизер расходуется в среднем 25 тонн бортовых и подовых углеграфитовых блоков, а также 7,5т набоечной массы.

Как известно, бортовые и подовые блоки для электролизеров малой и средней мощности (до 200 кА) изготавливаются из углеграфита, основным компонентом наполнителя которого является антрацит. Республика Таджикистан в Раштском районе располагает высококачественным антрацитом месторождения Назарайлок с общим промышленным и прогнозным запасом более 150 млн. тонн. Учитывая отсутствие значимых объёмов добычи природного газа в Таджикистане, а также зависимость его поставок от конъюнктуры рынка, целесообразно в качестве альтернативы производство синтез-газа из местного углеродсодержащего сырья.

Поэтому исследования, посвященные разработке научно-практических основ использования местного углеродсодержащего сырья в производстве электродной продукции для алюминиевых электролизеров, а также производству синтез-газа, утилизации огромных объемов накопленных на алюминиевых заводах углеродсодержащих отходов являются весьма актуальными и своевременными задачами, т.к. они создают научно-технологические предпосылки для обеспечения сырьевой безопасности ОАО «ТАЛКО».

Степень изученности разрабатываемой проблемы это разработка технологии производства катодных блоков (бортовых и подовых), набоечных масс, пересыпчного материала для обжига подины ванн из антрацита месторождения Назарайлок применяемого для капитального ремонта алюминиевых электролизеров является **актуальной задачей**. Исследовались структура и свойств антрацитов месторождения Назарайлок на предмет пригодности его в электродном производстве; применялись самые разнообразные современные методы как термогравиметрия, ИК – спектроскопия, ЭПР, рентгенография и теплоемкости.

Изучались физико-химические и физико-механические свойств, подбора рецептуры и разработка технологии промышленного производства

холодноабивной подовой массы (ХНПМ), катодных и анодных блоков алюминиевых электролизеров на основе антрацита месторождения Назарайлок.

Показано возможности использования углей Республики Таджикистан в производстве синтез-газа, разработаны способы переработки углеродсодержащих твердых отходов с получением криолитоглиноземного концентрата (КГК) и его использования в производстве электролитического алюминия и её сплавов. Техничко-экономические показатели электролизеров от использования КГК были сравнимы с серийными ваннами.

На основе проведенных исследований предложен способ комплексной переработки глинозем – углеродсодержащего минерального сырья Раштской долины.

Необходимость выполнения исследования по теме диссертации объясняется тем, что отдаленность ОАО «ТАЛКО» от поставщиков, большие транспортные расходы и неритмичность поставок электродных изделий приводят к несвоевременному проведению капитального ремонта алюминиевых электролизеров и их пуску в эксплуатации. Кроме того, ОАО «ТАЛКО» покупает катодные блоки по высокой цене от 1200 до 1400 долл. США за тону, т.е. влияние стоимости капитального ремонта электролизеров, в частности за счет бортовых и подовых блоков на себестоимость выпускаемого электролитического алюминия весьма ощутимо, что в итоге делает ОАО «ТАЛКО» не конкурентоспособным среди других производителей алюминия.

Использование антрацита месторождения Назарайлок в производстве углеграфитовых материалов, получение криолитоглиноземного концентрата (КГК) из углеродсодержащих отходов накопившихся в ОАО «ТАЛКО» компенсирует недостающее количество свежего глинозема и фторсолей в производстве алюминия, и в итоге, все эти мероприятия снижают себестоимость выпускаемого первичного алюминия и ОАО «ТАЛКО» может стать конкурентоспособными среди других производителей алюминия.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с принятым Таджикской алюминиевой компанией Проектом «О переходе предприятий данной компании на местные минеральные ресурсы».

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью исследования разработана научно-практических и технологических основ использования местного углеродсодержащего сырья-антрацита, каменного угля и углеродсодержащих промышленных отходов в выпуске электродной продукции, а также для электролитического производства алюминия.

Задачи исследования:

- изучена и выявлена на молекулярном уровне структурные превращения антрацита месторождения Назарайлок при температуре окружающей среды и при нагреве до 1700⁰С; определены межплоскостные расстояния, текстура, анизотропия отражательной способности, а также области спектров поглощения, приводящих к колебанию имеющихся функциональных групп в антраците;

- комплексно изучены и сопоставлены с зарубежными аналогами физико-химические и физико-механические свойства антрацита месторождения Назарайлок при температуре окружающей среды и при нагреве до 1700⁰С;

- определены величины теплоёмкости, коэффициента теплоотдачи, а также некоторые термодинамические функции антрацита в процессе коксования, которые могут быть использованы при составлении теплового баланса алюминиевых электролизеров и других тепловых агрегатов, футеровка которых выполнена из антрацита месторождения Назарайлок;

- разработана рецептура состава шихты и связующего холодно-набивной подовой массы (ХНПМ), бортовых и подовых блоков, испытанных в лабораторных и промышленных условиях ОАО «ТАЛКО».

- разработан фракционный состав пересыпочногo материала, изготовленного из антрацита, применяемого при обжиге подины алюминиевых электролизеров ОАО «ТАЛКО»;

- на одной из технологических линий производства анодов ОАО «ТАЛКО» получены опытные партии обожженных анодов, набоечных масс (ХНПМ), бортовых блоков и изучены их физико-химические и физико-механические свойства;

- разработаны требования к антрациту месторождения Назарайлок как сырья для производства анодов, набоечных масс, а также бортовых и подовых блоков, применяемых при футеровке алюминиевых электролизеров;

- исследованы возможности использования коксующихся углей Фон-Ягнобского месторождения как сырья для получения синтез-газа, используемого для нужд технологических процессов;

- исследовано влияние продуктов сгорания синтез-газа на температурный режим блоков обжига анодов, реакционных печей синтеза плавиковой кислоты в реакторах синтеза фтористых солей, а также в сушилках для сушки химических продуктов;

- исследованы применения искусственного графита, полученного из отработанных катодных блоков ОАО «ТАЛКО», в составе шихты для производства подовых блоков алюминиевых электролизеров;

-исследованы возможности получения криолитоглиноземного концентрата (КГК) из углеродсодержащих твердых отходов ОАО «ТАЛКО» и его использования для производства первичных алюминиевых сплавов.

Объектом исследования являлись антрациты месторождения Назарайлок, каменные угли месторождений «Хакими», «Тошкутан», «Сайёд», «Зидди» и полигон твердых углеродсодержащи отходов ОАО «ТАЛКО».

Предметом исследования являлись антрациты месторождения Назарайлок содержащие минеральные примеси, летучих веществ, зола и влаги. Использование искусственного графита полученного из углеграфитового «боя» в производстве катодных блоков алюминиевых электролизеров.

Методы исследования: Термографические и рентгенографические исследования антрацита осуществлялись соответственно на термографе UNI T71.M (мультиметр), Дериватографе – DO 112 MOM (Венгрия) и установке

ДРОН-2 с использованием Си-го излучения на отражение. Регистрация ИК-спектров проводилась в диапазоне частот 400-4000 см⁻¹ на приборе SPECORD-75IR. Спектры ЭПР образцов антрацита записывались на радиоспектрометре РЭ 1306 при амплитуде развертки магнитного поля – 100 Э. Теплоемкость образцов определялись калориметрически в режиме «охлаждения», а расчеты велись согласно программе Sigma – Plot.

Отраслям исследования является материаловедения, технология получения термоантрацита и на его основе производства электродных изделий применяемые для капитального ремонта алюминиевых электролизеров.

Этапы исследования включает кальцинация сырого антрацита, исследования структуры и свойства антрацита на молекулярном уровне, разработка рецептуры производства ХНПМ, бортовых, подовых и анодных блоков. Использование каменных углей в производстве синтез – газа и получения КГК из твердых углеродсодержащих отходов ОАО «ТАЛКО» применяемые в производстве алюминия.

Основная информация и экспериментальная база. Экспериментальные исследования выполнены с помощью известных научных оборудований: термогравиметрических весов для определении потери массы антрацита; применялись межгосударственные стандарты по определению физико – химических и физико-механических показателей качеств ХНПМ, катодных и анодных блоков. Математическая обработка результатов проводилась с использованием стандартного пакета приложений, каталогов и программ Microsoft Excel и Sigma – Plot.

Достоверность диссертационных результатов. Достоверность результатов исследований обеспечивается применением современных методов исследований на тарированных модернизированных и усовершенствованных приборах и установках, их достаточной воспроизводимостью и сравнением результатов с данными других авторов.

Научная новизна исследований:

- впервые комплексно определены физико-химические и физико-механические, характеристики антрацита месторождения Назарайлок при низких, средних и высоких температурах термообработки (250-1700⁰С), а также ИК- спектроскопией, термогравиметрией, ЭПР и рентгенографией выявлены его возможные структурные превращения, определены изменения его теплоемкости от температуры;

- впервые дана оценка антрацита месторождения Назарайлок как сырья для производства анодов, ХНПМ, бортовых и подовых блоков, а также в качестве пересыпочногo материала для обжига подины алюминиевых электролизеров;

- впервые предложен состав шихты и связующего (соотношение каменноугольного пека и поглотительного масла) для производства ХНПМ, соотношение масс термоантрацита и каменноугольного пека для изготовления анодных, бортовых и подовых блоков;

- впервые в производственных условиях ОАО «ТАЛКО» получены промышленные партии ХНПМ, анодов и бортовых блоков из отечественного

антрацита, отвечающих требованиям технических условий ТУ 1913 -109-021-2003 «Блоки подовые для алюминиевых электролизеров», а также ТУ 48-0128-50-60-04 «Приготовление массы холодноабивной»;

- впервые установлена устойчивость термообработанного до температуры 1400⁰С антрацита месторождения Назарайлок и доказана его пригодность для производства электродных изделий;

- впервые установлена возможность получения первичного электролитического алюминиевого сплава в электролизерах, работающих на криолитоглиноземном концентрате, полученном из углеродсодержащих твердых отходов ОАО «ТАЛКО». Показано, что этим способом можно одновременно наращивать слой электролита в шахте электролизера;

- установлена возможность использования синтез-газа, полученного из антрацита и других углей Республики Таджикистан, вместо природного газа в технологии производства электродных изделий и химических продуктов.

Теоретическая ценность исследования является изучение молекулярную структуру антрацита месторождения Назарайлок разными современными физико-химическими методами и изыскание возможности использования криолитоглиноземного концентрата полученного из углеродсодержащих твердых отходов ОАО «ТАЛКО» с целью получения электролитического алюминия и алюминиевых сплавов прямо в электролизерах, а также получение синтез-газа в газогенераторах из углей Республики Таджикистан.

Практическая ценность исследований. На основе проведенных исследований разработаны технологии производства анодов, ХНПМ, бортовых и подовых блоков, а также в виде пересыпочногo материала для обжига подины алюминиевых электролизеров из антрацита месторождения Назарайлок;

Предложена технология газификации углей Фон-Ягнобского месторождения в газогенераторах ООО «ТАЛКО Кемикал». Предложена технология получения криолитоглиноземного концентрата из углеродсодержащих твердых отходов ОАО «ТАЛКО» и его использования в качестве сырья для производства первичного электролитического алюминиего сплава.

Использование антрацита месторождения Назарайлок в качестве наполнителя в составе шихты при производстве анодов, ХНПМ, бортовых и подовых блоков, а также пересыпочногo материала для обжига подины алюминиевых электролизеров снижает себестоимость последних по сравнению с аналогичными углеграфитовыми изделиями, завозимыми в ОАО «ТАЛКО» из России, Украины, КНР и других стран. Применение криолитоглиноземного концентрата, искусственного графита из твердых отходов ОАО «ТАЛКО» позволяет уменьшить объёмы, компенсировать использование свежего глинозема и криолита в производстве алюминия, производить подовые блоки для капитального ремонта алюминиевых электролизеров.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты комплексного исследования химического состава, физико-химических свойств сырого и прокаленного при высоких температурах

антрацита месторождения Назарайлок в сравнении с зарубежными аналогами;

- рецептура и технология производства ХНПМ для набойки межблочных швов подины алюминиевых электролизеров на основе антрацита месторождения Назарайлок;

- технология получения первичного электролитического алюминиевого сплава в электролизерах с использованием в качестве сырья криолитоглиноземного концентрата, полученного из твердых углеродсодержащих отходов;

- фракционный состав пересыпочногo материала, изготовленного из антрацита с целью проведения обжига подины алюминиевых электролизеров;

- рецептура и технология производства бортовых и подовых блоков, изготовленных из антрацита, для футеровки подины алюминиевых электролизеров;

- результаты промышленных испытаний и использования криолитоглиноземного концентрата в производстве электролитического алюминия, алюминиевого сплава в электролизерах ОАО «ТАЛКО»;

- результаты комплексного исследования по производству синтез-газа из углей Таджикистана с целью его использования в технологии производства обожженных анодов, пара и химических продуктов;

- величины теплоёмкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функций углей с целью составления энергетических балансов алюминиевых электролизеров и других тепловых агрегатов.

Личный вклад соискателя. Личный вклад соискателя заключается в анализе и обобщения литературных данных, постановке задачи, планирования проведению экспериментов, обработке, анализ полученных результатов с теоретическими выводами и их формулировке, подготовке и публикации научных статей.

Автор конструировал лабораторного образца вибропресса для прессовки «зеленых» масс опытных образцов катодных блоков, ХНПМ. Руководил внедрению технологии получения электролитического алюминиевого сплава в ваннах, ХНПМ, катодных блоков, синтез-газа на основе использования местного углеродсодержащего сырья в ОАО «ТАЛКО» и ООО «ТАЛКО Кемикал».

Апробация диссертации и информации об использовании ее результатов. Основные положения диссертации обсуждались на:

Международных: Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения одного из основателей ТТУ им.акад. М.С.Осими Сулейманова А.С. (Душанбе, 1998); I Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования в XXI веке» ТТУ им. акад. М.С.Осими (Душанбе, 2005); V Международной научно-практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ», ТТУ им. акад. М. С. Осими (Душанбе, 2011); XIII Международной научно-практической конференции «Нумановские чтения» «Достижения химической

науки за 25 лет Государственной независимости Республики Таджикистан», посвящённой 70-летию образования Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан (Душанбе, 2016); VI Международной конференции «Современные проблемы физики», посвященной 110-летию акад. АН РТ С.У. Умарова и 90-летию акад. АН РТ А.А. Адхамова, (Душанбе, 2018); Международной научно-практической конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», ИЭТ (Кушониён, 2019).

Республиканских: Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии», ТТУ им. акад. М. С. Осими (Душанбе, 2011); Республиканской научно-практической конференции «Геология и геоэкологические проблемы использования горючих полезных ископаемых Таджикистана» (Душанбе, 2011); Республиканской научно-практической конференции «Внедрение наукоемкой техники и технологий в производство», Технологический университет Таджикистана (Душанбе, 2013); Республиканской научно-практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан», посвященной Дню химика и 80-летию профессора Вахобова А.В., Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан (Душанбе, 2016); Республиканской научно-практической конференции «Технология комплексной переработки полезных ископаемых Таджикистана», посвященной 25-летию Государственной независимости Республики Таджикистан и 10-летию Горно-металлургического института Таджикистана (Чкаловск, 2016); Республиканской научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в развитие химической науки», посвященной XIV Нумановским чтениям, Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, (Душанбе, 2017); Республиканской научно-практической конференции «Применение инновационных технологий в преподавании естественных дисциплин в среднеобразовательных школах и ВУЗ-ах», посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева», ТНУ (Душанбе, 2019);

Опубликование результатов диссертации. По материалам диссертационной работы опубликовано 1 монография, 25 статей, в том числе 13 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 12 тезисов докладов, а также получено 5 малых патентов Республики Таджикистан.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5-и глав, заключения, выводов, списка использованной литературы, включающего 225 наименований. Изложена на 305 страницах компьютерного набора, включая 57 рисунков, 88 таблиц и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность работы, раскрыта структура диссертации.

В первой главе диссертации приведен анализ литературных данных о путях переработки и использования углеродсодержащего сырья в производстве алюминия и других отраслях промышленности. Также приведена общая характеристика углей Республики Таджикистан: распространение геологические происхождения, прогнозные и промышленные запасы, а также показатели их качества. Показано использование углеродного сырья в производства анодов, набоечных масс, катодных (бортовых и подовых) блоков алюминиевых электролизеров.

Анализ литературных данных показывает, что углеграфитовые материалы по своей структуре и свойствам не имеют аналогов в электродной продукции. Свойства холоднонабивной подовой массы (ХНПМ), бортовые и подовые блоки, которые определяют эксплуатационные характеристики катодного устройства алюминиевых электролизеров, зависят от петрографического состава, геологогеохимического происхождения, степени метаморфизма основного компонента наполнителя-антрацита и добавляемого связующего.

При углефикации обычно происходит уплотнение органической массы угля и постепенная убыль его массы за счет отщепления высокомолекулярных веществ, приводящие к увеличению электропроводности угля. Антрацит месторождения Назарайлок испытывал относительно низкий метоморфизм. Поэтому для уплотнения его органической массы необходимо большего затрата энергии. У антрацита Назарайлок пониженная плотность, несравненно большей выход летучих веществ и низкая отражательная способность. Тем не менее антрацит месторождения Назарайлок является важным технологическим сырьём, и требуется огромных исследовательских работ, определяющих расширение его использования; получить из него ХНПМ, бортовые и подовые блоки и другие углеграфитовые материалы, используемые для нужд Республики Таджикистан, в частности для ОАО «ТАЛКО».

Исходя из этих соображений, следует изыскать пути переработки антрацита месторождения Назарайлок, для того чтобы антрацит приобрел те свойства (качественные показатели), которые соответствовали бы получению различных углеграфитовых материалов. Для достижения этой цели прежде всего необходимо изучить молекулярную структуру антрацита месторождения Назарайлок разными современными физико-химическими методами.

Немаловажной задачей является изыскание возможности использования криолитоглиноземного концентрата полученного из углеродсодержащих твердых отходов ОАО «ТАЛКО» с целью получения электролитического алюминия и алюминиевых сплавов прямо в электролизерах.

Целью работы является научное обоснование, разработка и освоение технологии лабораторного и промышленного производства анодов, ХНПМ, бортовых и подовых блоков, на основе угольного месторождения Назарайлок в условиях ОАО «ТАЛКО» для футеровки алюминиевых электролизеров; изыскание возможности использования углеродсодержащих твердых отходов в производстве алюминия, а также получение синтез-газа в газогенераторах из углей Республики Таджикистан.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Комплексное физико-химическое исследование формирования структуры антрацита месторождения Назарайлок при термообработке до 1700 °С.

2. Комплексное исследование основных закономерностей формирования физико-механических свойств опытных образцов катодных блоков с использованием термоантрацита и искусственного графита, полученного из «боя» отработанных подовых блоков.

3. Исследование зависимости физико-механических свойств катодных блоков от содержания в их рецептуре углеродных материалов с высокой температурой обработки (до 1700 °С).

4. Подбор оптимального состава шихты и связующего, имеющих наилучшие физико-механические свойства исследуемых углеграфитовых электродных изделий в условиях применения синтез-газа.

5. Выпуск опытных партий бортовых блоков на основе антрацитов месторождения Назарайлок с различной температурной обработкой, гранулометрическим составом и сравнительным анализом их физико-механических свойств с зарубежными аналогами.

6. Подбор оптимального состава шихты и связующего, имеющих наилучшие физико-химические и физико-механические свойства производимого ХНПМ на основе антрацита Назарайлок.

7. Выпуск промышленной партии ХНПМ для набойки межблочных швов подины алюминиевых электролизеров ОАО «ТАЛКО» и сравнительный анализ их показателей качества с зарубежными аналогами.

8. Возможности использования зерен термоантрацита в качестве пересыпочногo материала для проведения обжига алюминиевых электролизеров перед пуском.

9. Предложение по комплексному использованию антрацитов месторождения Назарайлок, а также использованию углеродсодержащих отходов в производстве электролитического алюминия.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АНТРАЦИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАЗАРАЙЛОК

Макросвойства и микросвойства твердых тел определяются на молекулярном уровне. К макросвойствам можно отнести прочностные характеристики. Например, для антрацитов является функция трещиноватости. К микросвойствам можно отнести оптические, электрические, тепловые (теплоемкость) и др. свойства, которые зависят от структуры вещества.

Выше указанные свойства и характеристика требуют комплексное физико-химические исследования: термогравиметрия, рентгенография, ЭПР, ИК-спектроскопия, теплоемкость, кинетика выделения органических составляющих из состава антрацита.

Термообработка антрацитов является основным производственным процессом, изменяющим структуру и свойства в определенном направлении. Использование антрацитов в изготовлении набоечных масс и в электродной промышленности без термообработки недопустимо или нежелательно, хотя некоторые материалы (термографит и некоторые другие) производят на основе термонеобработанного исходного сырья.

На рисунке 1 и 2 приведены термограмма, дериватограмма (ДТА-кривая 2) и потери массы (кривая 4) антрацита месторождения Назарайлок. Как видно из рисунка 1 на кривой термограммы наблюдается несколько точек перегиба, соответствующих определенной температуре. Например, при температуре 110 °С участок *ab* соответствует выходу адсорбированной воды с поверхности антрацита, участок *bc* выходу генетической воды из глубинных слоев угля, что даёт первый эндоэффект на кривой ДТА (рисунок 2). Общая энергия активации данного эндоэффекта равняется $14,66 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$, порядок реакции соответствует первому с интенсивностью процессу испарения влаги из пор антрацита $0,670 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{с}$.

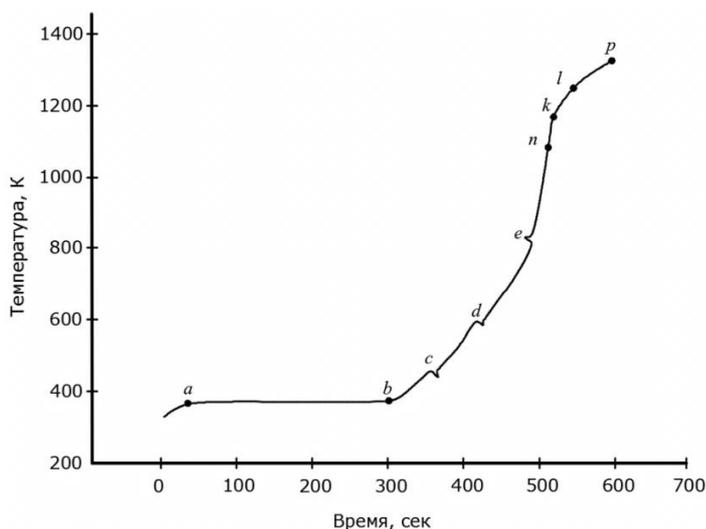


Рисунок 1 -Термограмма антрацита месторождения Назарайлок

На участке *cd*(рисунок 1) происходит размягчение органической массы антрацита и выход некоторых сорбированных газов: O_2 ; N_2 , CO_2 . Это характерно для малометаморфизованного антрацита (Назарайлок). На участке *den* (рисунок 1) наблюдается выход легколетучих органических компонентов, продуктами горения которых являются CO , CO_2 , H_2 , H_2S и выход CH_4 . Этот процесс на кривой ДТА (рисунок 2) сопровождается первым экзоэффектом с энергией

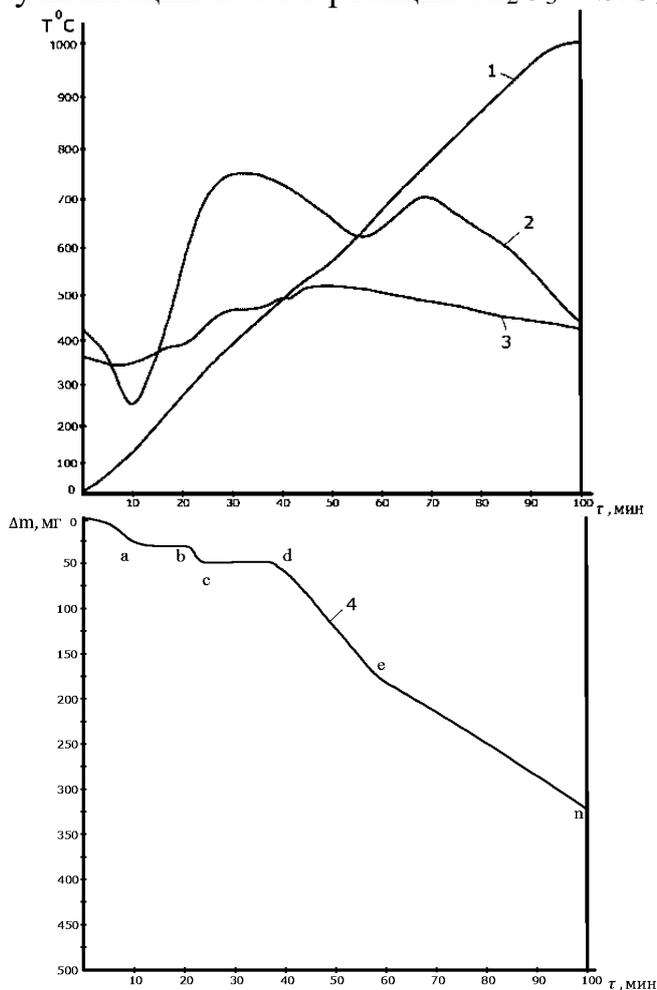
активации $18,80 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$, с порядком реакции, равной единице, и максимальной скоростью выхода летучих компонентов – $0,30 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{с}$.

Высокотемпературный эндоэффект на кривой ДТА (рисунок 2) ($620 \text{ }^\circ\text{C}$) может быть обусловлен термической деструкцией (или фазовыми превращениями) тяжёлых органических фрагментов. Этому соответствует участок *nkl* (рисунок 1).

Для этого участка подсчитана энергия активации, которая равнялась $60,60 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$, порядок реакции равен единице, а максимальная скорость фазового превращения составляла $0,40 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{с}$.

На кривой ДТА наблюдается второй экзоэффект, соответствующий температуре 700°C . При этой температуре возможно завершение выхода всех

органических составляющих, происходит уплотнение углеродных слоёв, рост степени углефикации, частичного сгорания углерода в атмосфере кислорода воздуха. На кривой термограммы эндоэффект (рисунок 1) соответствует участку *np*. Этому соответствует энергия активации, равная $99,24 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$, реакция соответствует первому порядку, а максимальная скорость процесса равняется $0,30 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{с}$. Далее протекающие выше температуры 1050°C реакции, по-видимому, проходят в минеральной части угля, например, процесс мулитизации за счёт реакции $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$.



Следует отметить, что минеральная часть антрацита состоит из Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO и прочих микроэлементов. Кроме этого, при $t = 1050^\circ\text{C}$ начинается интенсивное сгорание углерода и теряется общая масса.

На кривой 4 (рисунок 2) приведены данные по потере массы антрацита в зависимости от температуры.

Подсчитано, что до температуры 480°C потеря массы образца составляет 5,4% (масс.) и происходит за счёт общего содержания влаги, выхода газов O_2 , N_2 , CO_2 . Потери массы в пределах 17,5% (масс) в интервале температур $500-660^\circ\text{C}$ происходят в основном за счёт сгорания органических составляющих, далее при более высоких температурах (выше 660°C) потери массы антрацита происходят за счёт сгорания углерода.

Рисунок 2 - Дериватограмма антрацита месторождения Назарайлок: 1 – скорость изменения температуры; 2 – скорость потери массы антрацита; 3 – скорость потери массы Al_2O_3 ; 4 – потеря массы антрацита

Общая потеря массы антрацита составляет 35,0-38,6% (масс). В реальных условиях при прокалке антрацита месторождения Назарайлок в промышленных вращающихся трубчатых печах в зависимости от грансостава, содержания влаги и летучих компонентов общие потери массы составляют в среднем 40,0 % (масс.), то есть выход годного продукта равняется в среднем 60%(масс.).

Таким образом, термическое разложение антрацитов Назарайлока начинается при 330°C , а при $800-900^\circ\text{C}$ вступает в завершающую стадию

разрушения первоначальной молекулярной структуры. При более высокой температуре 1300⁰С происходит её перестройка, на что указывает развитие 2-го экзоэффекта (рисунок 2) и образование муллита из минеральной части угля, содержащей Al₂O₃ и SiO₂.

На рисунке 3 приведены штрихрентгенограммы исходного (сырого) антрацита (а), прокаленного антрацита при 1200⁰С (б) и 1400⁰С, (с), а результаты расчетов приведены в таблице 1 и сравнивались с антрацитами других месторождений.

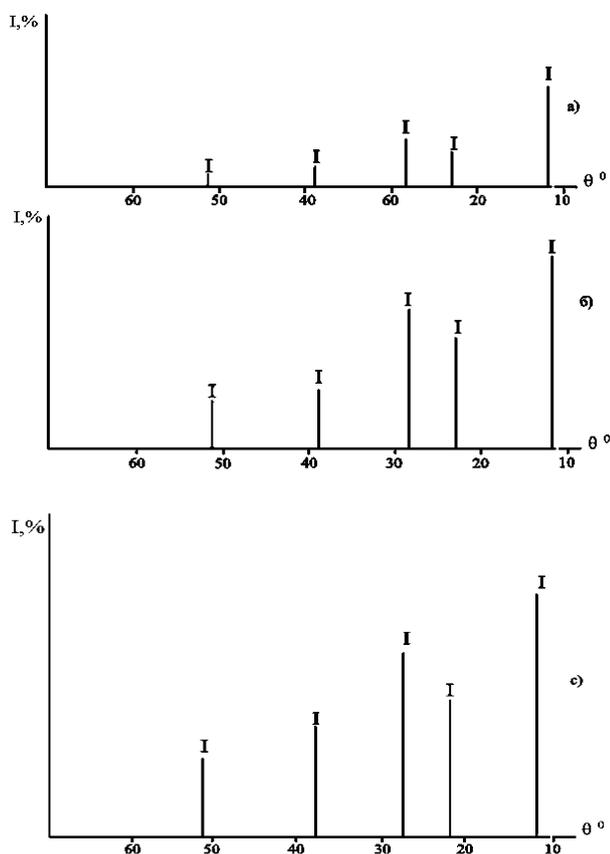


Рисунок 3 - Штрихрентгенограммы: а) исходный антрацит; б) антрацит после прокалики (при температуре 1200⁰С); антрацит после прокалики (при температуре 1400⁰С)

В ИК-спектрах исходного антрацита месторождения Назарайлок с полосами поглощения 1100-1200; 1450 – 1500; 2200-2350; 3300-3400; 3650-3750 см⁻¹ можно, соответственно, выделить группы С – О; NH; С ≡ С; С - Н; О – Н, которые выделяются в виде пиков на спектре (рисунок 4, кривая 1).

Как видно из рисунка 4, при температуре 1000-1400⁰С на кривых ИК-спектров наблюдается сглаживание пиков, свидетельствующие об исчезновении органических составляющих, особенно при t=1400⁰С (кривая 4). При этой температуре происходит углефикация антрацита, образовавшийся углерод до 95% (масс) поглощает электромагнитные излучения. Полоса поглощения 3500-3000 см⁻¹ (минимум на кривой 4), по-видимому, соответствует образованию водородной связи.

Изучение теплоемкости является одним из основных методов исследования структурных превращений как изотропных, так и анизотропных тел. К анизотропным телам относятся антрациты и другие угли.

Таблица 1- Рентгеноструктурные характеристики антрацитов разных стран до и после термообработки

№ пп	Антрацит	Плотность органич. Частиц, кг/м ³	Рентгеноструктурны е характеристики, нм			Индекс $L_a \cdot L_c$
			d_{002}	L_a	L_c	
	1	2	3	4	5	6
1	Донецкий бассейн (шахта.№№66-67)	1660	0,3507	35,70	15,20	542,64
2	Российский Донбасс (шахта им. 60-летия Ленинского комсомола)	1500	0,3550	9,00	3,00	27,00
3	Ха-Ту (Вьетнам, контактный метаморфизм)	1420	0,3518	27,70	19,70	545,69
4	Назарайлок (Таджикистан, участок «Шикорхона»)	1420	0,3560	27,90	20,10	560,79
5	Горловский бассейн (Кольванский антрацит тип. фюзенит)	1690	0,3517	33,50	15,60	522,60
После термообработки (1000 °С)						
1	Донецкий бассейн (ш.№ 66-67)	2200	0,3361	46,00	20,30	933,8
2	Российский Донбасс (шахта им. 60-летия Ленинского комсомола)	1900	0,3460	15,60	3,80	59,28
3	Ха-Ту (Вьетнам, контактный метаморфизм)	2130	0,3360	45,00	19,50	877,50
4	Назарайлок (Таджикистан, участок «Шикорхона»)	1750	0,3520	40,50	17,25	698,62
5	Горловский бассейн (Кольванский антрацит тип. фюзенит)	2030	0,3362	33,80	19,20	648,96
После термообработки (1200 °С)						

Продолжение таблицы 1

	1	2	3	4	5	6
1	Донецкий бассейн (ш.№ 66-67)					
2	Российский Донбасс (шахта им. 60-летия Ленинского комсомола)					
3	Ха-Ту (Вьетнам, контактный метаморфизм)					
4	Назарайлок (Таджикистан, участок «Шикорхона»)		0,343			
5	Горловский бассейн (Колыванский антрацит тип. фюзенит)					
После термообработки (1400 °С)						
1	Донецкий бассейн (ш.№ 66-67)					
2	Российский Донбасс (шахта им. 60-летия Ленинского комсомола)					
3	Ха-Ту (Вьетнам, контактный метаморфизм)					
4	Назарайлок (Таджикистан, участок «Шикорхона»)		0,340			
5	Горловский бассейн (Колыванский антрацит тип. фюзенит)					

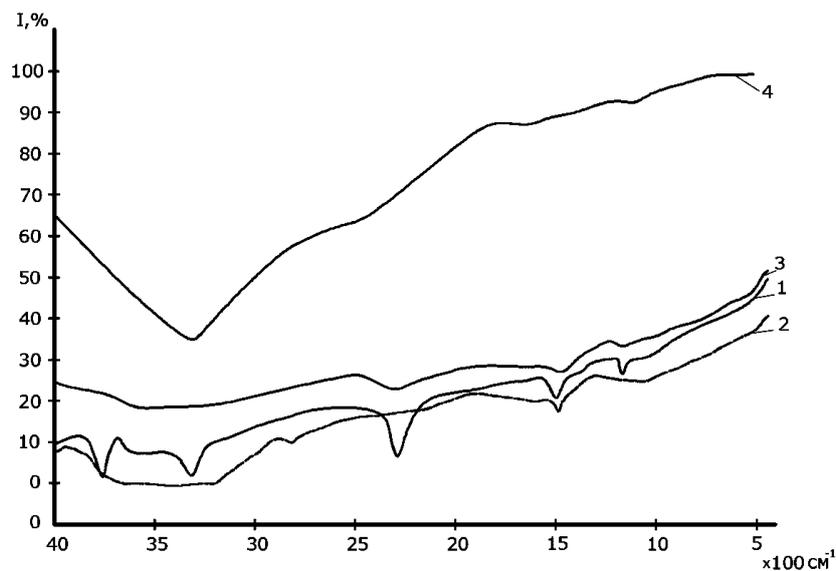


Рисунок 4 - ИК-спектры сырого и термообработанного антрацита месторождения Назарайлок (пласт №4): 1 - сырой антрацит; 2 - термообработанный при 1000°С; 3- термообработанный при 1200°С; 4 - термообработанный при 1400°С

Анализ литературы показывает, что самым лучшим методом для изучения теплоемкости считается метод сравнения скоростей охлаждения двух образцов: исследуемого и эталонного - по закону охлаждения Ньютона-Рихмана.

Исследования температурной зависимости теплоемкости антрацита проводились в режиме «охлаждения» с применением компьютерной техники и программы Sigma Plot. В качестве эталона использовалась медь марки М00. Параллельно изучались вышеуказанные параметры для заранее прокаленного антрацита при температуре $1100 \pm 25^\circ\text{C}$ во вращающейся промышленной трубчатой печи ОАО «ТАЛКО».

На рисунке 5 приведена зависимость удельной теплоемкости образцов от температуры.

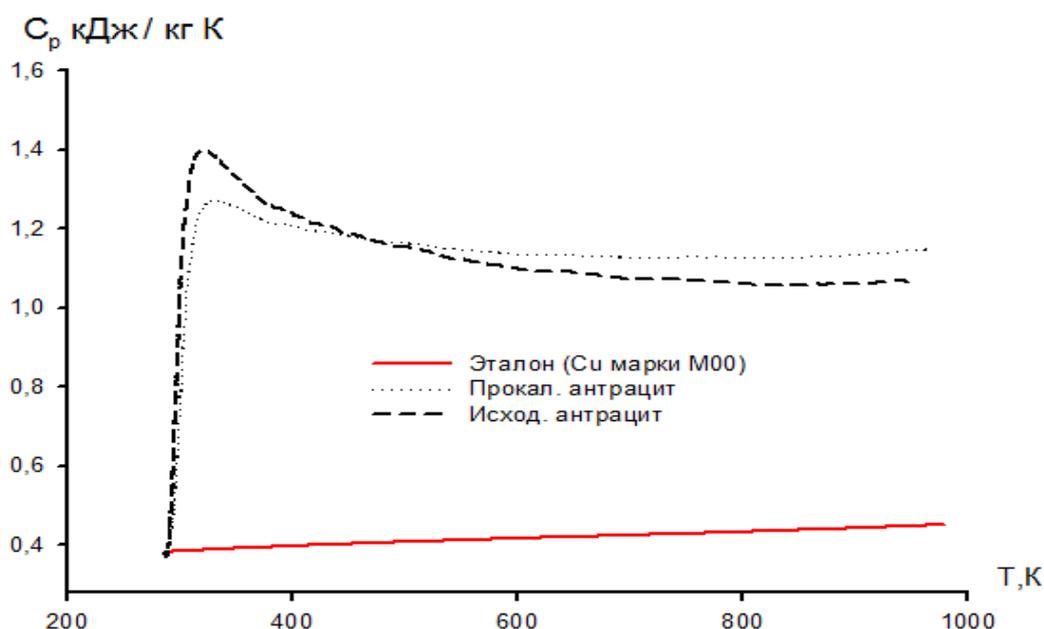


Рисунок 5 - Температурная зависимость удельной теплоёмкости эталона и антрацитов

Как видно из рисунка 5, при температуре 320°K удельная теплоемкость сырого антрацита больше ($1,40$ кДж/кг·К) по сравнению с заранее прокаленным антрацитом ($1,27$ кДж/кг·К). Разница составляет $0,13$ кДж/кг·К, что связано с наличием адсорбированной влаги в сыром антраците. Далее по мере повышения температуры, когда влага испаряется, удельные теплоемкости почти выравниваются при температуре 500°K , и она в среднем составляет $1,165$ кДж/кг·К. При температуре 1000°K удельная теплоемкость коксующего антрацита из-за выхода летучих веществ понижается до $1,065$ кДж/кг·К., в то время как для заранее прокаленного антрацита она составляет $1,135$ кДж/кг·К.

Таким образом, для составления теплового баланса алюминиевых электролизеров, катодные блоки которых изготовлены из антрацита месторождения Назарайлок, необходимо использовать C_p со средним значением $1,950$ кДж/кг·К в интервале температур ($973 - 1173$) $^\circ\text{K}$. В действительности, с

целью изготовления катодных блоков в промышленных условиях прокалку антрацита необходимо проводить при температуре 1200-1250°C (1473-1523 °K).

На рисунке 6 приведена зависимость коэффициента теплоотдачи (α) от температуры (T) для эталона и исследованных антрацитов.

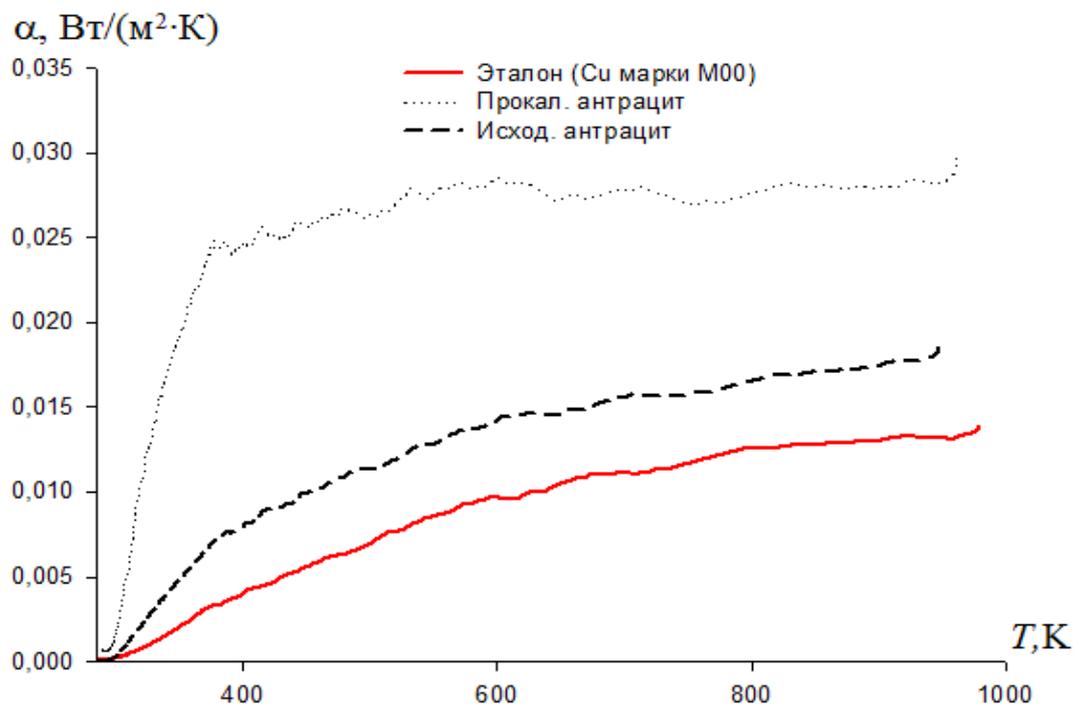


Рисунок 6 - Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи эталона и антрацитов

Как видно из рисунка 6, коэффициент теплоотдачи заранее прокалённого антрацита гораздо выше по сравнению с сырым антрацитом. Например, при температуре 800⁰К коэффициент теплоотдачи заранее прокалённого антрацита составляет 0,027 Вт/м²·К, а не полностью прокалённого антрацита - 0,012Вт/м²·К. Как уже упоминалась, в производстве углеграфитовых футеровочных блоков используют заранее термообработанный антрацит при 1200-1250°C. В интервале температур 600-1000⁰К α имеет почти постоянные значения и колеблется в пределах 0.026-0.028 Вт/м²·К. Для практических расчетов можно использовать α , равной 0,027 Вт/м²·К.

Исследования теплоемкости антрацитов по специальной программе Sigma plot выдали значения термодинамических функций при различных температурах. Температурная зависимость энтальпии ΔH^0 (кДж/кг), энтропии ΔS^0 (кДж/кг·К) и энергии Гиббса ΔG^0 (кДж/кг) для исходного и заранее прокаленного антрацитов приведены в таблице 2. Вычисленные значения термодинамических функций показывают энергетические затраты на десорбцию воды, выхода летучих веществ, придания антрациту определенной структуры, а также показывают степени метаморфизма угля.

Таблица 2 – Температурная зависимость изменения термодинамических функций антрацитов и эталона

Наименование, образцов	$H^0(T) - H^0(T_0)$ кДж / кг						
	Т.К						
	300	400	500	600	700	800	900
1	2	3	4	5	6	7	8
Эталон (Сu марки МОО)	0,711986322	39,8675	80,16671	121,419	163,519	206,4466	250,2666
Прокалённый антрацит	0,001865116	0,096525	0,179061	0,249816	0,249816	0,359947	0,402605
Исходный антрацит	0,002005741	0,104269	0,193355	0,268379	0,329426	0,377555	0,414795
$S^0(T) - S^0(T_0)$ кДж / кг·К							
Эталон (Сu марки МОО)	-0,01033279	0,102223	0,192105	0,267293	0,332174	0,389483	0,441085
Прокалённый антрацит	0,000006296	0,000279	0,00064	0,000593	0,000686	0,000753	0,000803
Исходный антрацит	0,000006717	0,000302	0,000502	0,00064	0,000735	0,0008	0,000845
$G^0(T) - G^0(T_0)$ кДж / кг·К							
Эталон (Сu марки МОО)	3,811822	-1,02179	-15,886	-38,9567	-69,0027	-105,14	-146,71
Прокалённый антрацит	-0,000005	-0,01523	-0,05297	-0,10621	-0,17043	-0,24254	-0,32048
Исходный антрацит	-0,00009	-0,01667	-0,05778	-0,15564	-0,18505	-0,26244	-0,34529

ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, ПОДБОРА РЕЦЕПТУРЫ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОНАБИВНОЙ ПОДОВОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ АНТРАЦИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАЗАРАЙЛОК

После изучения структуры и свойств антрацитов месторождения Назарайлок можно исследовать возможности получения электродных изделий для футеровки алюминиевых электролизеров, в частности производства ХНПМ.

При проведении лабораторных и опытно-промышленных исследований для изготовления ХНПМ использовались каменноугольное связующее с различными реологическими характеристиками, и подовая масса готовилась согласно технологической инструкции ТИ 48-0128-50-60-40 «Приготовление массы холоднонабивной».

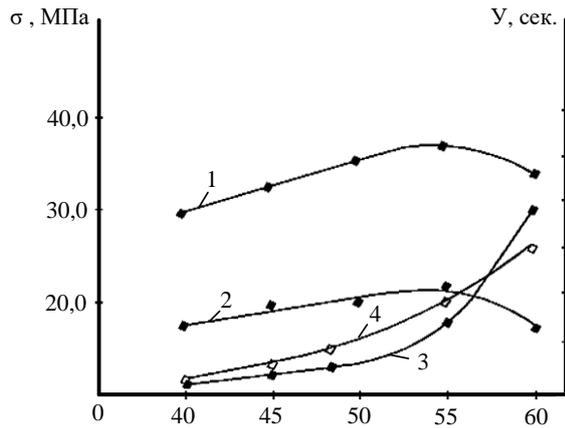
С целью подбора оптимального состава ХНПМ с улучшенными качественными показателями изучались зависимость предела прочности на сжатие (σ , кгс/см²), уплотняемость (U , сек), пористость (P ,%), кажущаяся плотность (d_k , кг/м³) от содержания пека в связующем, а также от содержания

самого связующего в шихте. Шихта (наполнитель) имела следующий гранулометрический состав, %: (-12+5)мм -15, (-5+1)мм-34, (-1+0,15)мм-20, (-0,15+0,074)мм-31. Для сравнения приведены качественные показатели ХНПМ, полученной из антрацита Донецкой области (Украина).

На рисунках 7 и 8 приведены зависимости σ , U , P , d_k от содержания пека в связующем. Как видно из рисунка 7, с увеличением содержания пека до определённой величины σ увеличивается, достигая максимума при содержании пека в связующем 55% (по массе), а затем падает (кривые 1,2). Необходимо отметить, что значение σ по абсолютной величине для назарайлокского антрацита больше по сравнению с украинским антрацитом (кривая 2). Что касается уплотняемости, то с увеличением содержания пека она увеличивается (кривые 3,4). Большое содержание пека в составе связующего приводит к увеличению «жирности» и вязкости, и для трамбовки межблочных швов подины алюминиевых электролизеров требуется больше времени, что является нежелательным. Следует отметить, что оба антрацита ведут себя аналогично. Наилучшие показатели соответствуют содержанию пека в количестве 55% (масс.), а остальное 45%(масс.) составляет поглотительное масло.

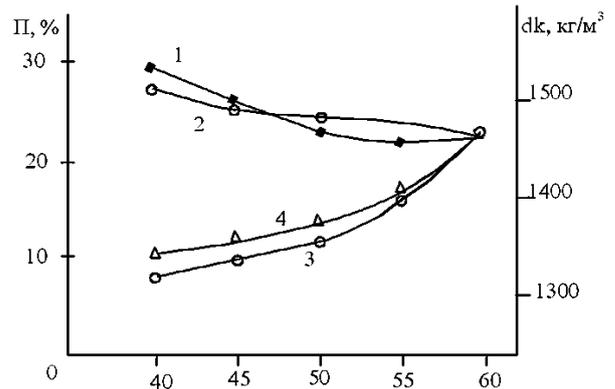
На рисунках 9 и 10 приведены зависимости σ , U , P , d_k холоднонабивной подовой массы от содержания связующего в составе шихты. Как видно из рисунка 9, с увеличением содержания связующего σ увеличивается и достигает максимума (кривая 1) при концентрации 12,5% (масс.) Дальнейшее увеличение содержания связующего приводит к уменьшению σ . Для украинского антрацита (кривая 3) явного максимума σ не наблюдается. Что касается уплотняемости (U), то с ростом концентрации связующего уплотняемость ХНПМ увеличивается почти одинаково (кривые 2,4) при применении обоих антрацитов. При содержании связующего в количестве 12,5% (масс.) предел прочности ХНПМ на сжатия равняется 34 МПа (340 кгс/см²), а уплотняемость -6 сек (антрацит Назарайлока). Для украинского антрацита эти показатели соответствуют величинам 17,5 МПа (175 кгс/см²) и 8,5 сек. Увеличение концентрации связующего уменьшает пористость ХНПМ (рисунок 10, кривые 1,2), а кажущаяся плотность, наоборот, увеличивается (кривые 3 ,4) для обоих антрацитов. ХНПМ, полученная на основе антрацита Назарайлока, имеет меньшую пористость по сравнению с украинским, и при концентрации связующего 12,5% (масс.) данные показатели, соответственно, равняются 22,0 и 25,0%. Кажущаяся плотность с увеличением содержания связующего увеличивается почти одинаково у обоих антрацитов.

Таким образом, на основе проведённых исследований для приготовления связующего можно брать пек и поглотительное масло в соотношениях (53-55:47-45)% масс. Для приготовления ХНПМ к шихте необходимо вводить связующее в количестве 12-13% (масс.).



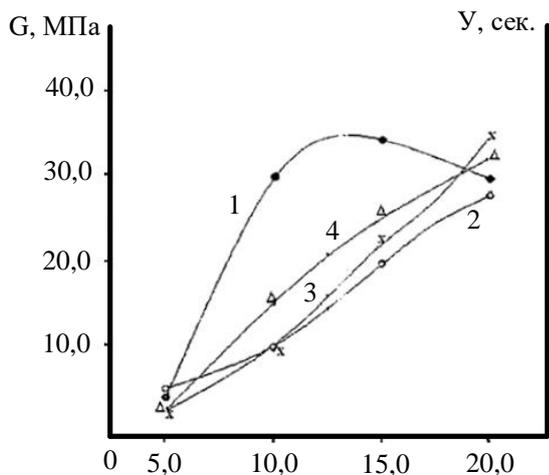
Содержание пека, % (массе)

Рисунок 7 - Зависимость механической прочности (σ), уплотняемости (Y) ХНПМ от содержания пека в связующем: 1 – σ (Назарайлок); 2 – σ (Запорожье); 3 – Y (Запорожье); 4 – Y (Назарайлок)



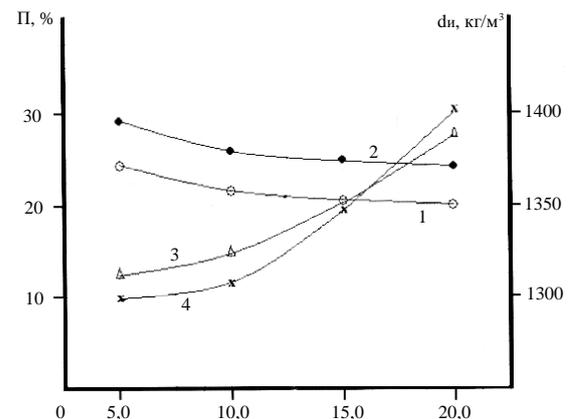
Содержание пека, % (массе)

Рисунок 8 - Зависимость пористости (Π) и кажущейся плотности (d_k) ХНПМ от содержания пека в связующем: 1 – Π (Назарайлок); 2 – Π (Запорожье); 3 – d_k (Запорожье); 4 – d_k (Назарайлок)



Содержание связующего, % (массе)

Рисунок 9 - Зависимость предела прочности ХНПМ на сжатие (G) и уплотняемость (Y) от количества связующего: 1,2 - предел прочности массы на сжатие и уплотняемость на основе антрацита Назарайлока; 3,4 - то же самое, соответственно, на основе антрацита Украины



Содержание связующего, % (массе)

Рисунок 10 - Зависимость пористости (Π) и истенная плотности ($d_{и}$) ХНПМ от количества связующего: 1,4 - пористость и кажущаяся плотность массы на основе антрацита Назарайлока; 2,3 - то же самое, соответственно, на основе антрацита Украины

Далее на основе оптимизации количества вводимого связующего подбиралась рецептура сухой шихты (наполнителя) согласно ТИ 48-0126-50-60-04. Номера рецептуры и показатели качества полученной ХНПМ приведены в таблице 3. Как видно из таблицы 3, наиболее лучшие показатели качества ХНПМ имеют рецептуры 3 и 4. Номера рецептов соответствуют различному содержанию фракционного состава в составе сухой шихты, а содержание связующего поддерживалось в пределах 12,5% масс.

Таблица 3 - Качественные показатели образцов ХНПМ

Показатели качества	Номер рецепта					
	1	2	3	4	5	6
Механическая прочность на сжатие, кг/см ²	200	250	368	321	260	220
Объемная плотность, кг/м ³	1300	1330	1390	1400	1380	1360
Истинная плотность, кг/м ³	1700	1730	1760	1750	1750	1740
Уплотняемость, сек	1.0	2.0	3.0	6.0	10.0	15.0
Пористость (общая), %	26.0	24.0	20.5	21.5	24.0	25.0
Объёмное изменение, %	0,92	1,52	1,68	2,45	3,00	2,64
Зольность, %	3.6	3.5	3.2	3.3	3.4	3,5
Усадка, %	- *	0.08	0.10	0.12	0.16	0.18
Коэффициент стойкости (Кс)	4.0	5.2	6.0	6.5	5.2	4.8
<i>*Быстро рассыпается при сжатии</i>						

С целью проведения исследования в промышленном масштабе сырой антрацит был взят с пласта №4 в количестве 200 т. Термообработка исходного антрацита осуществлялась в прокалочной печи ОАО «ТАЛКО» при разных скоростях вращения: 0,70; 1,06; 1,4; 2,10 об/мин.

В таблице 4 приведены химический состав, удельное электросопротивление (УЭС) и истинная плотность прокалённого антрацита в зависимости от скорости вращения печи. Загрузка антрацита в печь составляла 5,5-6,0 т/час. Из таблицы 4 видно, что после прокали антрацит - диэлектрик превращается в токопроводящий материал. Его УЭС в среднем составляло 1216 Ом·мм²/м.

При заданной загрузке наилучшие показатели качества прокаленного антрацита обеспечиваются при скорости вращения печи 1,06 об/мин и температуре 1300⁰С. На практике держать температуру в печи 1300⁰С и более приводит к быстрому разрушению футеровки. При этом срок службы печи уменьшается. Целесообразно для получения ХНПМ температуру прокали антрацита в промышленной печи держать в пределах 1000-1100⁰С.

Ранее в ОАО «ТАЛКО» ХНПМ получали из антрацита Украины (г. Запорожье), а с 2003г. на основе этой технологии производилась ХНПМ, используя антрацит месторождения Назарайлок, согласно технологической инструкции ТИ 48-0126-50-06-04 «Приготовление массы антрацитовой подовой холоднонабивной». Для этой цели использовалось оборудование и

технологические линии, предназначенные для производства анодов (ПА) ОАО «ТАЛКО».

Таблица 4 - Зависимость показателей качества антрацита месторождения Назарайлок от режима работы прокалочной печи

Скорость вращения печи, об/мин	Температура горячей зоны печи, °С	Температура отходящих газов, °С	УЭС, Ом мм ² /м	Зола, %	Летучие, %	Сера %	Истинная плотность, кг/м ³
1,06	1280-1310	770-780	1150,0	4,50	1,56	0,16	1740
1,40	1250-1290	760-780	1200,0	3,52	2,24	0,18	1720
2,1	1250-1300	770-780	1350,0	3,22	2,56	0,27	1700
В среднем:			1237	3,71	2,10	0,195	1727
По ТИ 48-0126-50-37-01			не >1300,0	не >6,00	Не Нормируется	не >1,00	не <1749

Оптимальный состав шихты и количество добавляемого связующего были следующие: % (по массе) (-12±5)мм-14±2; (-5±1)мм-34±2; (-1±0,15)мм-19±2; (-0,15±0,074)мм-32±1, в том числе < 0,074 мм – 23±0,00

Содержание связующего (12-13)% состояло из: пека – (53±2)%; поглотительного масла – (47±2)%.

Расчет дебета сухой шихты в процессе промышленного производства ХНПМ приведен в таблице 5. Было получено 200 т ХНПМ, которую разместили в контейнерах ёмкостью по 2,5 т каждый. Контроль качества ХНПМ производился в каждом контейнере. Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Холоднонабивная подовая масса (см. таблицу 6), заполненная в некоторых контейнерах по механической прочности и уплотняемости не соответствуют нормам, принятым согласно ТИ-48-0126-50-06-04 и «Физико-механические показатели качества подовой массы».

Согласно ТУ-48-0136-06-92 из приготовленных ХНПМ были набиты межблочные швы подины, а также накатаны «подушки» 300 электролизёров.

Технологические параметры и технико-экономические показатели некоторых электролизёров при использовании ХНПМ собственного производства приведены в таблице 7.

Таблица 5 - Расчет дебета сухой шихты для регулирования составов фракции

Размер ячеек, мм	Чистота фракций, %								Заданный дебет шихты, %				Полученный дебет шихты, %
	96,5		89,8		69		50		12± 3	35±2	13± 4	40± 3	
	г	%	г	%	г	%	г	%					
12-10	110	35,4	25	9,4					11.6	3.3			14.9
4,7	190	61,1											
1,65	11	35	180	67.4	3.0	1.0			0.4	23.6	0.1		34.4
0,83										7.9	2.4		
0,3										0.2	6.4	1.2	17.3
0,15											2.4	6.8	
0,074											1.0	8.0	33.4
-0,074											0.4	24.0	

Приведенные данные в таблице 7 по обжигу, пуску и эксплуатации алюминиевых электролизеров соответствуют нормам, принятым в технологических инструкциях, работающих на проектных силах тока 160 и 175 кА с обожженными анодами.

Таблица 6 - Динамика промышленного производства и анализ ХНПМ, полученной на основе антрацита Назарайлока

№ контей- нера	Мех. прочность , кгс/см ² не < 230	Пористость, 20-25%	Уплотня- емость, сек. 1- 10	Угар, не > 8%	Объемное изменение , 0,5-3,5%	Зола Не > 6,0%	Кажущаяся плотность, кг/м ³ не < 1350	Истинная плотность, кг/м ³ не < 1750
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	259	22,2	5				1400	1800
216	274	21,3	12				1400	1780
172	220	20,0	6				1440	1800
71	201	24,0	7				1390	1830
56	232	21,9	4	10,10	2,07	12,63	1390	1780
28	288	21,8	3				1400	1790

1	2	3	4	5	6	7	8	9
234	254	23,5	10				1370	1790
51	258	22,7	11				1390	1800
156	271	21,2	6				1410	1790
76	255	21,8	5	7,30	1,47	7,41	1400	1790
122	250	21,2	4				1410	1790
152	213	26,7	18				1340	1830
55	250	24,1	8				1380	1820
21	176	25,9	9				1400	1890
105	268	22,9	10	5,99	3,19	9,53	1380	1790

Как видно из таблицы 7, перепад напряжения в подине ванн по норме должен быть не более 350 мВ, а на самом деле, для некоторых опытных электролизёров превышает от 2 до 10 мВ. Разница в 2-10 мВ связана с точностью замера и лежит в пределах допуска $\pm 10,0$ мВ.

Таблица 7 - Техничко-экономические показатели и технологические параметры электролизёров, подина которых набита ХНПМ, полученной на основе антрацита месторождения Назарайлок

Номер ванны	Срок службы ванны, мес.	Сила тока, кА	Напряжение на ванне, В	Перепад напряжения в подине, В	Выход по току, %	Уровни, см		Производительность в сутки, кг
						Металла	Электрлита	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101	10,7	173,0	4,20	0,350	86,54	34,0	16,0	1206,7
111	4,2		4,18	0,345	89,71	35,0	16,5	1250,9
108	6,6		4,15	0,342	87,56	33,5	16,8	1220,9
202	3,6	173,0	4,18	0,340	88,63	34,2	16,3	1235,8
211	11,3		4,21	0,350	87,92	33,8	17,6	1225,7
294	6,4		4,20	0,346	86,48	34,0	17,0	1205,8
398	3,5	172,8	4,21	0,350	85,15	33,5	18,8	1185,9
323	4,6		4,22	0,352	86,00	34,5	16,5	1197,8
311	2,4		4,20	0,355	85,65	33,6	17,2	1193,0
404	6,4	172,8	4,18	0,348	90,15	34,0	16,5	1253,5
427	3,2		4,15	0,345	89,25	33,5	17,0	1243,0
482	12,0		4,21	0,351	88,55	34,0	18,7	1233,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
592	7,1	158,0	4,20	0,350	88,00	33,5	17,2	1120,7
518	5,1		4,16	0,348	86,05	33,8	18,9	1095,2
517	6,7		4,22	0,340	87,15	34,0	16,0	1109,2
609	7,1	158,0	4,17	0,346	88,83	34,2	16,3	1148,0
611	5,1		4,25	0,352	90,15	34,5	16,5	1147,4
683	6,7		4,19	0,348	87,56	34,7	17,8	1114,3
790	3,0	157,8	4,22	0,350	89,40	32,8	17,5	1137,0
792	6,9		4,25	0,345	87,45	33,2	16,4	1111,6

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОДБОР РЕЦЕПТУРЫ ОБРАЗЦОВ БОРТОВЫХ, ПОДОВЫХ И АНОДНЫХ БЛОКОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

Природный (сырой) антрацит для производства углеграфитовых материалов практически не используется. Для производства электродных изделий необходимо провести кальцинацию при определенных условиях в промышленных печах, либо в стационарных, либо во вращающихся трубчатых печах.

При исследовании использованный сырой антрацит был взят с пласта №4 в количестве 350т и имел следующий гранулометрический и химический состав, % (по массе): $\phi > 150$ мм - 11,5; $\phi(160-110)$ мм – 13,0; $\phi(27-55)$ мм – 14,0; $\phi(15 - 23)$ мм – 17,0; $\phi(1,0 - 14,0)$ мм – 36,5; $\phi < 1,0$ мм - 8,5. С – 92,0; Н – 3,6; N -1,0; летучих -8,5; зольность – 2,8.

После прокалки антрацита в печи при температуре 1200-1250 °С частицы имели сферическую форму со следующим гранулометрическим составом, % $\phi(-12 + 5)$ мм -48,5; $\phi(-5 + 1)$ мм – 33,0; $\phi(-1+0,0)$ мм – 18,50.

Сортировка фракций прокаленного антрацита производилась в дробильно-сортировочном производстве анодов (ПА) ОАО «ТАЛКО».

Фракции размеров (-12+5); (-5+1); (1+0,15) и (0,15+0,0) мм накапливались в соответствующих бункерах. Самая мелкая фракция размером менее 0,074 мм является гарантом получения качественных катодных (бортовых, подовых), анодных блоков, которую получают в шаровой мельнице. Благодаря дробильно-сортировочному участку, имеющемуся в ОАО «ТАЛКО», получали заданный гранулометрический состав, %: (-12+5)мм-13,0; (-5+1)мм-33,0; (1+0,15)мм-20,0; (0,15+0,0)мм-34,0. Для приготовления опытной партии лабораторных образцов

бортовых блоков было взято 5 кг «зеленой» массы, чтобы можно было изготовить четыре стержня высотой 200 мм и диаметром 36 мм каждый.

Приготовленные лабораторные стержни (образцы) подвергались прессованию в специальном лабораторном вибропрессе с определенной нагрузкой, амплитудой колебания и выдержкой.

Как известно, достижение высоких показателей качественных технических характеристик любого углеграфитового изделия зависит от правильного подбора (оптимального состава «зеленой» массы) состава шихты (наполнителя) и качества вводимого связующего (пека).

С этой целью изучалась зависимость физико-химических и прочностных характеристик ($\sigma_{сж}$, МПа), ($\sigma_{изг}$, МПа), (ПО, %), (d_k , кг/м³), ($d_{ц}$, кг/м³) и УЭС от содержания связующего в составе шихты.

Зависимость указанных технических характеристик от содержания связующего в составе шихты приведены на рисунках 11, 12, и 13. С увеличением содержания связующего $\sigma_{сж}$ и $\sigma_{изг}$ возрастают до определенного значения, далее уменьшаются (см. рисунок 11). Когда содержание пека достигает 18,0% (массе), обеспечивается максимальное значение предела прочности на сжатие. Подобная картина наблюдается с изменением $\sigma_{изг}$. Увеличение содержания связующего свыше 20% в составе шихты приводит к уменьшению $\sigma_{сж}$ и $\sigma_{изг}$, возрастанию внутреннего напряжения, теряется упругость. Все это приводит к ухудшению технических характеристик электродного изделия.

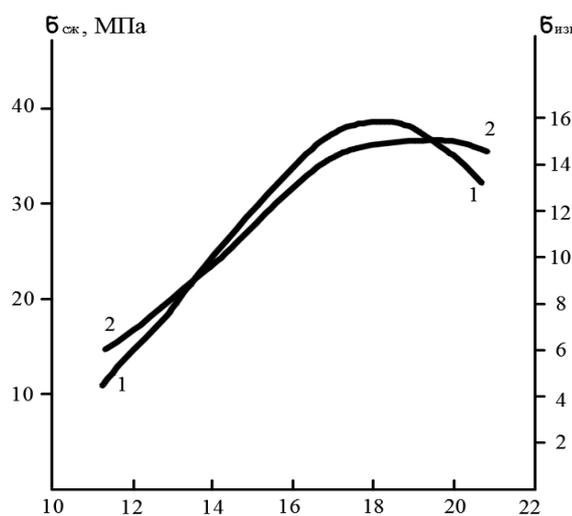
На рисунке 12 показана зависимость d_k , общей пористости (ПО) от количества добавляемого пека. Как видно из рисунка, увеличение содержания пека приводит к уменьшению общей пористости, а кажущаяся плотность, наоборот, увеличивается. Увеличение содержания пека способствует заполнению пор, имеющихся в межгранулах шихты. Как видно из приведенных рисунков, хорошие физико-механические показатели образцов достигаются при содержании пека в количестве 17-19% (массе).

На рисунке 13 приведена зависимость удельного электросопротивления (УЭС) и истинной плотности (d_k) образцов от содержания связующего. Как видно из рисунка 13, с увеличением содержания пека УЭС падает, а истинная плотность возрастает. С увеличением количества связующего уменьшаются как общая пористость, так и открытые поры. Пек, внедряясь в поры, обеспечивает монолитность образцов.

Увеличение пористости ухудшает электропроводимость бортовых блоков. Для бортовых блоков установлена пористость в пределах 18-20%.

Как показывают проведенные опыты, оптимальное содержание пека-связующего составляло 18% (массе), и мы сохранили эту величину до конца своих опытов, но подбиралась рецептура сухой шихты, изменили фракционный состав.

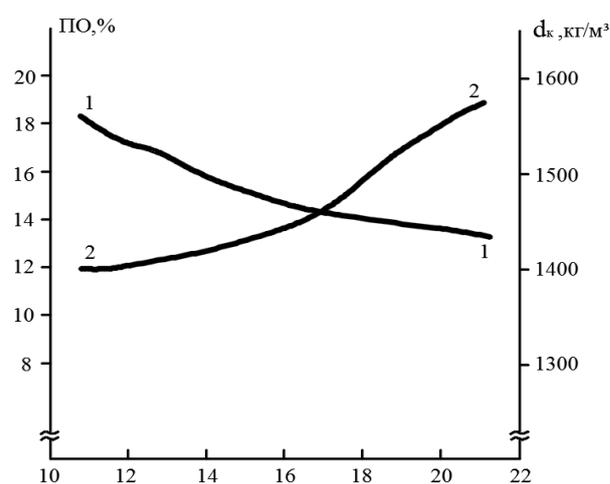
Разработанный дебет сухой шихты, грансостав и показатели качества лабораторных образцов бортовых блоков приведены в таблице 8.



Содержание пека, % (массе)

Рисунок 11 - Зависимость

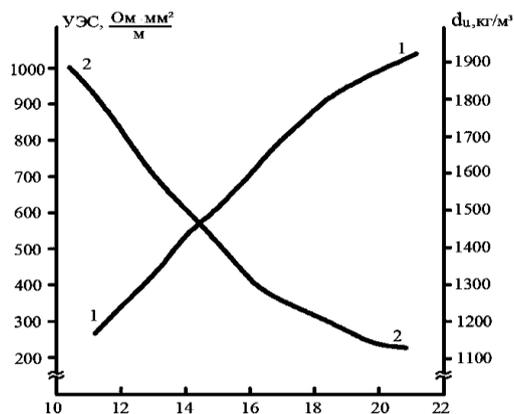
предела прочности на сжатие ($\sigma_{сж}$) и предела прочности на изгиб ($\sigma_{изг}$) от количества связующего (пека): 1- предел прочности на сжатие; 2- предел прочности на изгиб



Содержание пека, % (массе)

Рисунок 12 - Зависимость

пористости общей (ПО) и кажущейся плотности (d_k) от количества связующего (пека): 1- изменение общей пористости; 2- изменение кажущейся плотности



Содержание пека, % (массе)

Рисунок 13 - Зависимость удельного электросопротивления (УЭС) и истинной плотности от содержания пека: 1-изменение истинной плотности; 2- изменение УЭС

Наилучшие показатели качества соответствуют рецептурам №№10,12. Эти составы могут быть рекомендованы для промышленного производства бортовых блоков.

Рецептура №12 (табл 8) была принята для производства опытной партии бортовых блоков. Опытные партии получили на пилотной установке. Выбранный оптимальный состав синтетической шихты и количество добавленного связующего следующие, % (массе) : (-10+5)мм -10,0 ± 2; (-5+1)мм -35 ± 2; (-1+0,15)мм; -25 ± 1; (-0,15+0)мм -30,0 ± 2, пек каменноугольный-18%.

Опытные партии производились на оборудовании смесильно-прессового цеха (СПЦ) и цеха обжига анодов (ПА) ОАО «ТАЛКО».

Таблица 8 - Показатели качества лабораторных образцов бортовых блоков и дебета сухой шихты

N № п. п	Дебет синтетической шихты и гранулометрический состав				Объемная плотность, d_k , кг/м ³ (1,45-1,55)	Истинная плотность, d_u , кг/м ³ (1,82-1,85)	Пористость общая (ПО), % (17-20)	Пористость открытая (П), % (14-16)	Прочность на сжатие, $\sigma_{сж}$, МПа (38-50)	Прочность на изгиб, $\sigma_{изг}$, МПа (13-15)	КТР · 10 ⁻⁶ , 1/°C (2,5-3,5)	λ , Вт/М·К (9-12)
	(12+5) мм, %	(5+1) мм, %	(1+0,15) мм, %	(0,15+0) мм, %								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	8,00	37,0	23,0	32,0	1420	1910	20,4	13,2	25,0	13,2	2,2	8,4
2	10,0	35,0	23,0	32,0	1480	1930	21,6	14,2	30,3	12,1	2,0	9,2
3	12,0	33,0	23,0	32,0	1440	1860	22,0	15,3	24,0	12,2	1,8	9,0
4	14,0	31,0	23,0	32,0	1420	1810	22,3	16,2	23,4	12,0	1,7	8,6
5	16,0	29,0	23,0	32,0	1400	1805	23,0	16,5	22,6	11,3	1,7	8,4
6	18,0	27,0	23,0	32,0	1350	1755	24,2	17,6	20,2	10,2	1,9	8,7
7	10,0	40,0	20,0	30,0	1380	1796	22,1	17,2	25,6	10,5	2,1	9,0
8	10,0	40,0	25,0	25,0	1400	1825	19,2	16,6	28,0	11,6	2,4	9,2
9	10,0	40,0	27,0	23,0	1420	1900	17,3	14,6	30,0	12,5	2,8	9,6
10	10,0	25,0	30	35,0	1520	1960	18,2	15,7	32,0	13,6	3,0	10,3
11	15,0	30,0	25	30	1480	1920	17,1	14,3	29,2	14,2	2,8	10,4
	(10+5) мм, %	(5+1) мм, %	(1+0,15) мм, %	(0,15+0) мм, %								
12	10,0	35,0	25,0	30,0	1550	2000	18,5	15,5	42,0	14,4	2,82	10,7
13	12,0	33,0	25,0	30,0	1480	1995	17,4	14,8	40,0	14,6	2,74	10,5
14	14,0	31	25,0	30,0	1490	1990	17,2	15,1	38,0	14,1	2,69	10,4
15	16,0	29	20,0	35	1495	1985	19,1	16,4	35,0	13,7	3,05	9,8
16	18,0	26	28	28	1392	1970	20,5	17,2	26,4	12,3	3,24	9,5

Примечание: КТР-коэффициент термического расширения, 1/°C (измеряется в пределах 20-520 °C); λ – коэффициент теплопроводности, измеряется при температуре 293 °K.

Этим методом изготавливались 12 шт опытных бортовых блоков. После с каждого блока вырезали (на нарушая целостность блока) стержни диаметром 36 мм, длиной 200 мм специальной фрезой и определяли физико-механические показатели (таблица 9). Для сравнения приведены качественные показатели бортовых блоков России и ОАО «Укрграфит» (Украина).

Как видно из таблицы 9 качественные показатели наших опытных образцов бортовых блоков по всем параметрам почти совпадают с бортовыми блоками ОАО «Укрграфит».

Таблица 9 – Показатели качества углеграфитовых бортовых блоков, выпускаемых разными производителями

Показатели качества	Ед. измер.	Показатель, средний		
		Таджикистан	Украина	Россия
Объемная (кажущаяся) плотность	т/м ³	1,50	1,58	1,53
Истинная плотность	т/м ³	1,9	1,92	1,90
Пористость общая	%	19,0	18,5	22,0
Пористость открытая	%	16,0	15,0	-
Прочность на сжатие	МПа	35,0	40,0	24,0
Прочность на изгиб	МПа	10,5	-	12,0
Относительное удлинение	%	-	0,70	0,60
Содержание золы	%	4,05	3,25	-
Коэффициент термического расширения 10 ⁻⁶ (20-520 °С)	1/°С	3,5	3,0	3,5
Коэффициент теплопроводности при 293 °К	Вт/м · К	11,0	10,5	10,0

С целью определения пригодности антрацита месторождения Назарайлок для производства подовых блоков сначала требуется тщательное лабораторное исследование самыми современными методами, приборами и технологиями.

Имеющее оборудование и технологии в смесильно-прессовом цехе (СПЦ) и производстве анодов (ПА) ОАО «ТАЛКО» полностью не отвечает требованиям для оптимизации гранулометрического состава шихты (наполнителя) и связующего пека. Возникает необходимость в использовании промежуточных фракций в определенных процентных соотношениях. Дебет сухой шихты для производства подовых блоков отличается от дебета сухой шихты производства бортовых блоков.

Для производства подовых блоков используются фракции, мм: 10, 8, 6, 4, 3, 2, 1, 0,5, 0,15, 0,074 и менее 0,074.

К подовым блокам требования по техническим характеристикам очень высокие по сравнению с бортовыми блоками.

Необходимо отметить, что в состав сухой шихты, который состоит из антрацита, необходимо добавить искусственный графит, т.к. графит способствует увеличению электропроводности подовых блоков, что крайне важно.

Исходя из этого, был осуществлен цикл лабораторных исследований по использованию графита в качестве композиционной добавки в производстве подовых и бортовых блоков. Технология получения графита из «боя» катодных

блоков была разработана сотрудниками ГУ НИИМ ОАО «ТАЛКО» под руководством академика Х.Сафиева.

Содержание графита в исходной шихте составляло 15-25 мас.%. Стержни, помещенные в стальные ящики с углеродистой засыпкой, обжигались в промышленной печи обжига анодов при температуре 1250°C.

В таблице 10 приведены усредненные физико-химические и механические показатели стержней, полученных с добавками графита.

Как видно из таблицы 10, физико-химические и механические показатели стержней, изготовленных с добавками графита, соответствуют нормативным показателям промышленных подовых блоков, т.е. графита, получаемый из отработанных бортовых и подовых блоков, вполне может быть использован в качестве сырья для производства электродной продукции.

Для изготовления лабораторных образцов подовых блоков из этих материалов были подобраны 4 состава смеси, мас. %:

1. Термоантрацит – 80,0; пек -20,0.
2. Термоантрацит – 66,6; графит – 16,7; пек -16,7.
3. Термоантрацит – 58,3; графит – 26,0; пек -16,7.
4. Термоантрацит – 41,7; графит – 41,7; пек -16,6.

Таблица 10 – Физико-химические и механические показатели промышленных блоков и лабораторных образцов

Наименование блоков		Зольность, мас. %	УЭС Ом мм ² /м	Мех.прочн. кгс/см ²	Кажущ. плотность г/см ³	Истин. плотность, г/см ³	Пористость %	Содержание примесей, мас, %			Доля углеграфитового магнезиала в шихте мас, %
								Fe	Si	V	
Подовые блоки	Лабораторные	5,01	80	225	1,54	1,96	21,4	0,428	0,346	0,004	30
	Промышленные	2-6	25-44	190-330	1,53-1,61	1,85-1,95	15-21	не регламент			30

В таблице 11 приведены физико-химические показатели экспериментальных образцов.

Как видно из таблицы 11, такие нормативные показатели, как кажущаяся и истинная плотности, зольность, пористость и мехпрочность обожженных экспериментальных стержней, изготовленных из смеси термоантрацита с графитом, в целом соответствуют нормативным показателям промышленных подовых блоков. При этом проявляется тенденция улучшения этих показателей с увеличением содержания графита в составе шихты.

В настоящее время на многих алюминиевых заводах при монтаже и футеровке подины электролизеров широко используют подовые блоки, изготавливаемые из термоантрацита с различными добавками графита (30-70%). Подовые блоки из чистого кальцинированного антрацита вследствие большего УЭС практически не производятся.

Таблица 11 – Физико-химические показатели экспериментальных стержней

Наименование образца	Кажущаяся плотность, т/ м ³	Истинная плотность, т/ м ³	Зольность, мас. %	Пористость, %	Мех. проч., МПа	УЭС, Ом·мм ² /м
Смесь №1	1,40	1,75	4,15	18,3	18,5	75
Смесь №2	1,56	1,83	4,06	16,6	17,8	68
Смесь №3	1,59	1,84	3,78	15,2	18,7	66
Смесь №4	1,64	1,90	3,33	15,3	18,2	60
Нормативные показатели	1,52-1,58	1,84-1,88	4,0-6,0	15,0-19,0	18,0-33,0	36-55

Гранулометрический состав сухой шихты и качественные показатели лабораторных образцов подовых блоков приведены в таблицах 12 и 13. Как видно из таблицы 13, коэффициент теплопроводности лабораторных образцов, изготовленных из нашего антрацита, ближе к коэффициенту теплопроводности образцов китайского производства. Данная величина важна для теплообменных процессов между стенками электролизера и окружающей средой. Чем больше эта величина, тем лучше. Это обстоятельство обеспечивает благоприятные условия для создания защитного слоя настыля, а также формированию рабочего пространства (ФРП) в шахте электролизера. Однако, по коэффициенту термического линейного расширения (КТЛР) наши образцы уступают зарубежным. Для качественных подовых блоков величина КТЛР должна быть меньше, т.е. чем меньше, тем лучше.

Таблица 12 - Гранулометрический состав сухой шихты для изготовления лабораторных образцов подовых блоков

1	Размер зёрен, мм										Сумма в %-ах	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	10	8	6	4	2	1	0,5	0,15	0,075	-0,075		Во всех случаях содерж. пека состав-лял 18,0 %
Состав №1	1,0	30	40	20	-	5,0	2,0	-	-	2,0	100	
Состав №2	2,0	28	30	15	5,0	10	2,0	5,0	-	3,0	100	
Состав №3	3,0	27	20	15	5,0	5,0	5,0	10	5,0	5,0	100	
Состав №4	4,0	20	16	25	10	-	5,0	10	5	5	100	
Состав №5	5,0	15	12	3,0	20	10	10	15	10	-	100	
Состав №6	-	15	25	30	-	-	20	3	3	4	100	
Состав №7	-	10	30	20	10	10	10	4	6	-	100	
Состав №8	15	5,0	25	15	15	5,0	-	-	10	10	100	
Состав №9	-	10	10	10	20	20	15	5	3	7	100	
Состав №10	-	12	8,0	35	5,0	10	10	10	10	-	100	

По-видимому, это обстоятельство связано с качеством и количеством добавляемого искусственного графита. Взяв за основу состава №5 (таблица 12.), добавляли графит в количестве 40 и 50 % (масс) (см. таблицу 14).

Как видно из таблицы 13, составы № 5 и 10 по своим техническим характеристикам ближе или равноценны с показателями зарубежных фирм (производителей). В будущем эти рецептуры могут быть рекомендованы для производства подовых блоков на промышленной основе для ОАО «ТАЛКО».

В дальнейшем изучили физико-химические и механические свойства лабораторных образцов подовых блоков от содержания графита (см. таблицу 14).

Таблица 13– Качественные показатели лабораторных образцов подовых блоков, полученных с разного состава шихты

Показатель Состав	Зола, %	УЭС, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа	$\sigma_{\text{изг}}$, МПа	$d_{\text{к}}$, т/м^3	$d_{\text{и}}$, т/м^3	КТЛР $\cdot 10^{-6}$, $1/^\circ\text{C}$	Коэфф. теплопр., $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Состав №1	3,5	38,0	28,5	7,4	1,50	1,80	5,2	13,1
Состав №2	3,6	40,0	26,2	6,8	1,53	1,82	5,5	13,5
Состав №3	3,4	42,2	25,4	7,0	1,55	1,83	5,0	14,0
Состав №4	3,7	37,3	28,7	8,5	1,56	1,85	4,5	14,4
Состав №5	3,5	35,5	30,6	9,2	1,58	1,90	3,0	15,4
Состав №6	3,8	39,7	27,2	8,1	1,54	1,83	4,2	14,2
Состав №7	3,9	42,3	25,0	7,5	1,52	1,80	4,6	14,0
Состав №8	3,6	45,0	22,1	7,0	1,50	1,82	4,5	13,2
Состав №9	3,9	48,2	23,3	7,2	1,51	1,80	4,7	13,0
Состав №10	4,0	35,0	31,1	9,0	1,58	1,88	3,2	15,0
Норма по КНР	3,5- 4,0	30-35	30- 40	10-12	1,58- 1,60	1,95- 1,98	2,7- 3,0	15-16
Норма ОАО «Укрграфит»	2,0- 3,0	26-35	30- 45	9-11	1,57- 1,60	1,90- 1,93	2,5	9,0-11,0
Российская норма по ЗАО «НовЭЗ»	1,5- 2,5	30-40	35- 50	-	1,55- 1,58	1,89- 1,92	3,1- 3,4	8,0-10,0

Примечание: нормы взяты из каталогов

Таблица 14 - Физико-химические и физико-механические показатели лабораторных образцов подовых блоков с различными добавками графита

Показатель Состав, %	Зола, %	УЭС, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа	$\sigma_{\text{изг}}$, МПа	$d_{\text{к}}$, т/м^3	$d_{\text{и}}$, т/м^3	КТЛР $\cdot 10^{-6}$, $1/^\circ\text{C}$	Коэфф. теплопр., $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$
Термоантрацит, 42, графит 40, пек 18	3,5	35,2	30,0	9,0	1,55	1,83	4,0	15,0
Термоантрацит, 32, графит 50, пек 18	3,5	35,0	29,0	8,8	1,56	1,82	3,6	15,5

Увеличение содержания графита (более 40%) приводит к уменьшению КТЛР и механических свойств (см. таблицу 14). Исходя из вышеизложенного, дальнейшее увеличение содержания графита (более 40%) в составе шихты нецелесообразно.

Далее рассматривалась проблема выпуска и испытания опытно – промышленной партии анодных блоков с использованием антрацита месторождения Назарайлок.

Предварительно в лабораторных условиях были изготовлены мини- аноды разных составов и проведены необходимые исследования по ним. Полученные физико-химические показатели мини-анодов приведены в таблице 15.

Таблица 15- Состав шихты и физико-химические показатели мини-анодов

№ проб	Исходные компоненты	№ мини-анода	Соотношение компонентов, %	Физико-химические показатели мини-анодов				
				A ^d , %	Дк, г/см ³	Ди, г/см ³	УЭС, Ом*мм ² /м	Мех.прочность, кгс/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Нефтяной кокс: Антрацит (A ^d = 2.8 – 4%)	1	10 : 90	3.96	1.49	1.79	93	291
		2	20 : 80	3.82	1.39	1.79	87	233
		3	30 : 70	3.26	1.38	1.79	87	221
		4	40 : 60	3.43	1.42	1.84	88	243
		5	50 : 50	2.80	1.48	1.83	78	233
2	Термоантрацит (A ^d = 9.5%) : Нефтяной кокс	1	20 : 80	2.17	1.45	1.83	72	357
		2	20 : 80	2.32	1.51	1.83	82	357
		3	20 : 80	2.40	1.50	1.80	83	369
3	Термоантрацит (A ^d = 9.5%) : Нефтяной кокс	1	50 : 50	5.68	1.49	1.77	79	260
		2	50 : 50	4.14	1.54	1.76	73	330
		3	50 : 50	4.81	1.44	1.75	100	270
4	Нефтяной кокс: Угольная мелочь прок. (A ^d = 14%)	1	100 : 00	0.98	1.51	1.88	87	295
		2	80 : 20	3.52	1.47	2.02	89	314
		3	50 : 50	8.23	1.47	1.87	105	347
5	Нефтяной кокс: Катод. блоки б/у вод.обр. A ^d =3.8%	1	80 : 20	3.82	1.51	2.02	82	163
		2	80 : 20	3.82	1.50	2.02	105	185

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Нефтяной кокс :	1	83 : 8.5 : 8.5	0.99	1.47	1.86	141	--
	<u>Пек к/угольный :</u> <u>Ост. смола</u> <u>газоген-ра</u>							
7	Антрацит :	1	90 : 10	5.83	1.58	1.91	85	225
	Графит очищенный ($A^d \approx 6\%$)	2	80 : 20	6.10	1.49	1.88	97.5	240
		3	70 : 30	6.37	1.49	1.88	93.5	230
8	Нефтяной кокс: Графит очищенный ($A^d \leq 1.6\%$)	4	80 : 20	1.56	1.50	2.02	70	242

Физико-химические показатели мини анодов (см. таблицу 15) полученных в этих составах и пропорциях, но с низким содержанием золы в антраците 2,5-4,0%, а также содержанием золы до 1,6% в смеси (Нефтяной кокс +Графит очищенный в соотношении 80:20) сравнительно были близки к требованиям, предъявляемым к обожженным анодам по технологической инструкции ТИ – 097 0113.

Далее, из пробы №8 (см. таблицу 15) изготавливались промышленные экспериментальные аноды согласно общепринятой технологии в производстве анодов (ПА) ОАО «ТАЛКО» и устанавливались в электролизёрах.

На экспериментальных анодах, изготовленных с использованием антрацитов месторождения Назарайлок, установленных на электролизёре 222, были проведены замеры по перепадам напряжений и изменение химического состава первичного алюминия (таблица 16).

Как видно из таблицы 16 перепады напряжения в контакте нипель –анод ($U_{н-а}$) и в теле самого анода ($U_{а-а}$) превышают нормы почти в два раза как в серийных так и в опытных анодах. Это связано с плохим контактом между нипелем-чугунной заливкой- теле анода с одной стороны, а с другой стороны состав заливаемого чугуна, не соответствует нормативам. Что касается в теле анода это зависит от качества производимого анода. По содержанию Si и Fe в алюминии соответствует марки АО. Аноды изготовленные с добавкой антрацита целесообразно использовать в ваннах, каторые дают низкосортный алюминий.

Таблица 16-Анализ основных параметров экспериментальных анодов, установленных на электролизёре № 222

№ анода	Общий срок службы анода, сут.	Дата замера - 18.07.2014						Дата замера - 22.07.2014						Дата замера - 24.07.2014					
		Срок службы анода до замера, сут.	Перепад напряжений, мВ			Химический состав, %		Срок службы анода до замера, сут.	Перепад напряжений, мВ			Химический состав, %		Срок службы анода до замера, сут.	Перепад напряжений, мВ			Химический состав, %	
			Ут/р	Ун-а	Уа-а	Fe	Si		Ут/р	Ун-а	Уа-а	Fe	Si		Ут/р	Ун-а	Уа-а	Fe	Si
2	21	3	3.3	350	190	0.6	0.55	7	4.7	358	260	0.46	0.68	9	-	-	-	0.43	0.57
10	18	1	2.5	320	200	0.6	0.55	5	4.5	488	250	0.46	0.68	7	-	-	-	0.43	0.57
20	20	1	3.5	275	220	0.6	0.55	5	4.8	323	140	0.46	0.68	7	9.2	450	230	0.43	0.57
3	27	-	-	-	-	-	-	3	3.2	303	180	0.46	0.68	5	-	-	-	0.43	0.57
13	7	-	-	-	-	-	-	2	3.5	313	180	0.46	0.68	4	4.2	413	170	0.43	0.57
24	16	-	-	-	-	-	-	2	3.4	350	110	0.46	0.68	4	3.3	420	200	0.43	0.57
7	21	-	-	-	-	-	-	1	3.4	318	100	0.46	0.68	3				0.43	0.57
17	6	-	-	-	-	-	-	2	3.0	233	90	0.46	0.68	4	3.7	280	100	0.43	0.57
11	13	-	-	-	-	-	-	1	2.0	500	100	0.46	0.68	3	3.0	376	120	0.43	0.57
14	19	-	-	-	-	-	-	1	3.0	445	210	0.46	0.68	3	3.9	370	210	0.43	0.57
			Дата замера – 26.07.2014					Дата замера - 31.07.2014					Дата замера - 04.08.2014						
2	21	10	6.0	320	80	0.43	0.44	16	6.1	453	150	0.43	0.44	20				-	-
10	18	8	5.3	430	110	0.43	0.44	14	4.9	455	100	0.43	0.44	18				-	-
20	20	8	5.8	383	250	0.43	0.44	14	6.5	813	80	0.43	0.44	18	1.5	1088	-	-	-
3	27	6	3.8	223	150	0.43	0.44	12	4.0	238	170	0.43	0.44	16	4.9	133	-	-	-
13	7	5	4.5	368	120	0.43	0.44										-	-	-
24	16	5	6.0	400	280	0.43	0.44	11	6.2	560	220	0.43	0.44	15				-	-
7	21	4	5.5	425	210	0.43	0.44	10	5.2	513	150	0.43	0.44	14	3.2	478	-	-	-
17	6	9				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	13	4	3.0	378	170	-	-	10	4.7	850	150	0.43	0.44	-				-	-
14	19	4	3.6	420	170	-	-	10	5.1	533	150	0.43	0.44	14	3.2	478	-	-	-

ГЛАВА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕЗ-ГАЗА И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ

На территории Республики Таджикистан встречаются практически месторождения всех типов углей от высокосортных антрацитов до простых бурых разновидностей, которые можно использовать в различных технологических производствах и даже получении кокса (особенно Фон-Ягнобское месторождение).

Угли используемые в производстве синтез-газа должны иметь определенную прочность. Их прочность очень важна при добыче, обогащении, транспортировке, хранении и особенно при использовании в газогенераторах с целью получения синтез-газа (генераторного газа).

Основным поставщиком углей являлась компания “ТАЛКО Ресурсы”. Данная компания снабжала углями Фон-Ягнобского месторождения с участков “Канте” и “Джизжукрут”.

После дробления, грохочения и сортировки выход годного продукта составлял 40-50% (массе). В результате механической обработки куски угля сильно измельчались. Поэтому стал вопрос об определении прочностных свойств углей обоих участков Фон-Ягнобского месторождения Айнинского района. От прочности зависит сохраняемость размера кусков угля в газогенераторе как при загрузке, так и при вращении зольной чаши.

Для определения механической прочности использовался метод Сыскова К.И. “Методика определения прочности кусковых материалов” (Институт горючих ископаемых АН СССР). В таблице 17 приведены прочностные свойства поставляемых углей.

Как видно из таблицы 17, угли участков «Канте» и «Джизжукрут» имеют относительно низкую прочность по сравнению с бурыми углями Бабаевского месторождения. Данное сравнение не совсем верно, так как угли Фон-Ягнобского месторождения являются коксующими и имеют иной химический состав и степень метаморфизма.

До настоящего времени в Республике Таджикистан функционировали 6 газогенераторных станций, вырабатывающих синтез-газ из углей месторождения “Фон-Ягноб”. Учитывая перспективу развития производства синтез-газа в республике и необходимость расширения его сырьевой базы, был осуществлен цикл исследований по составам и свойствам отдельных месторождений.

Как видно из таблицы 18, угли наиболее перспективных месторождений в целом отвечают нормативным требованиям, предъявляемым к сырью для

производства синтез-газа, таким требованиям отвечают месторождения “Фон-Ягноб”, “Тошкутан”, “Сайёд” и “Зидди”.

Таблица 17 – Прочность углей участков «Канте» и «Джизжукрут» Фон-Ягнобского месторождения

Образец угля	Размерность кусков, мм				Поверхность, см ²	Прочность, г/см
	5-25	3-5	1-3	0-1		
Участок «Канте»	6,42	7,00	7,10	4,25	854	398
Участок «Джизжукрут»	6,90	7,45	6,25	4,80	858	396
Бурый уголь (Бабаевское месторождение), Россия	7,58	7,86	5,81	3,64	762	453
Полукокс из Бабаевского угля (Россия)	-	5,25	11,09	8,54	1441	224
Кокс из Байдаевских углей (Россия)	21,60	1,10	0,50	1,67	318	1380

Таблица 18- Составы и свойства углей отдельных месторождений РТ

Параметры	Норматив	Наименование месторождения				
		“Фон-Ягноб”	“Зидди”	“Сайёд”	“Тошкутан”	
Постоянный углерод, мас.%	>55	75-85	<60-81	<67,1	<80,5	
Летучие вещества, мас.%	<25	28,62	30	39,4	35	
Влажность, мас.%	<10	2	5	4,9	5	
Зольность, мас.%	≤18	3,21	6,4-31	<32,3	<28	
Содержание серы, мас.%	<2	0,13	0,6-15	-	<2,4	
Калорийность	кДж/кг	27170	<33415	<32700	<28257	<29044,5
	Ккал/кг	6500	<7986	<7822	<6760	<6948,5

Учитывая, что в принципе для производства синтез-газа может быть использовано почти любое углеродсодержащее сырье, был осуществлен цикл исследований по получению синтез-газа из углей, не в полной мере отвечающих требованиям нормативов, т.е. углей месторождений “Тошкутан”, “Сайёд” и “Зидди”. Результаты исследований по химическому составу синтез-газа приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Физико-химические показатели синтез-газа из углей месторождения Таджикистан

Название	Содержание компонентов, % об,						Теплота сгорания газа, Q _н	
	CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	ккал/м ³	МДж/м ³
Нормативное содержание	<7	<0,8	20-32	2-4	15-20	45-50	1119-1636	4,6-6,8
«Фон-Ягноб»	4,7	0,3	24,5	4,9	14,7	50,8	1538	6,4
«Зидди»	5	0,5	19	4,6	13,1	57,8	1305	5,4
«Сайёд»	6,4	0,5	16,9	3,6	10,0	62,6	1076	4,5
«Тошкутан»	5,4	0,5	21,9	2,6	12,5	57,1	1206	5,04

Данные таблицы 19 свидетельствуют, что теплота сгорания синтез-газа, полученного из исследуемых углей (кроме углей месторождения «Сайёд»), соответствует нормативным требованиям к производству синтез-газа. При этом теплота сгорания синтез-газа, полученного из углей месторождения «Фон-Ягноб», в 1,3 раза превышает теплоту сгорания синтез-газа из углей месторождений «Зидди» и «Тошкутан» и в 1,43 раза – синтез-газа из углей месторождения «Сайёд».

Процесс газификации зависит от качества угля, свойства водяного пара, соотношения воздуха и водяного пара, а также от высоты огня, придерживаемого в газогенераторе. В используемых газогенераторах высота огня предусмотрена от 200 до 300 мм. Опыт подсказывает, что для улучшения степени газификации необходимо пересмотреть технологический режим работы газогенераторов, особенно газогенераторов фирмы «ХУАН Тай», монтированных в ООО «ТАЛКО Кемикал» и работающих на углях участка «Джизжукрут». В своем опыте мы опирались на изменение высоты огня и расхода смеси воздуха с насыщенным водяным паром, подаваемым на газификацию угля. Кроме того, необходимо учитывать свойства насыщенного пара. Результаты опытов с учетом использования свойства насыщенного пара приведены в таблице 20.

Как видно из таблицы 20, наибольшая теплотворность соответствует температуре насыщения 55 °С и удельному объему насыщенного пара 9,589 м³/кг, т.е. 1 кг такого пара равняется около 9,6 м³. Для того чтобы получить, например, в час 3000 н м³ синтез-газа необходимо в час подавать пара в количестве 171 кг, а воздуха 1400-1500 $\frac{\text{нм}^3}{\text{час}}$. Следует отметить, что в составе поставляемого угля из месторождений содержится множество негорючих компонентов.

На каждую тонну вводимого угля в газогенератор вводится до 500 кг негорючих компонентов (балластов), и отсюда мы не можем получить с одного газогенератора 6000 нм³ синтез-газа (согласно проекту). Фактически получаем в час в среднем 3000-3500 нм³ синтез-газа. Чтобы достичь проектных

показателей, необходим обогащенный уголь с содержанием чистого угля 90-95%. Это может обеспечить эффективность работы газогенераторов и повысить технико-экономические показатели.

Таблица 20– Степень газификации угля участка «Джизжукрут» с использованием насыщенного водяного пара

Температура насыщения, t , °C	Абсолют. давление пара, $P_{\text{нас}}$	Удельный объём нас. пара, $M^3/\text{кг}$	Давление воздуха, $P_{\text{в}}$	Кол. воздуха, $M^3/\text{час}$	Состав газа, %						Теплотворность, $\text{ккал}/\text{м}^3$
					CO_2	O_2	CO	CH_4	H_2	N_2	
50	0,1258	12,054	2,0	1300	4,0	0,2	27,35	3,7	18,35	46,4	1624
50	0,1258	12,054	2,0	1400	3,5	0,2	26,85	3,55	18,0	47,9	1587
50	0,1258	12,054	2,0	1500	5,4	0,2	27,4	5,0	20,1	41,9	1783
55	0,1605	9,589	2,0	1300	5,2	0,2	26,3	4,8	16,5	47,0	1639
55	0,1605	9,589	2,0	1400	4,0	0,4	26,6	5,2	19,8	44,0	1767
55	0,1605	9,589	2,0	1500	3,2	0,4	25,4	6,0	20,6	44,4	1819
60	0,2031	7,687	2,0	1300	4,4	0,2	27,4	3,8	16,2	48,0	1579
60	0,2031	7,687	2,0	1400	4,6	0,2	27,4	3,36	17,28	47,16	1569
60	0,2031	7,687	2,0	1500	5,1	0,2	27,0	3,2	15,2	49,3	1490
65	0,255	6,209	2,0	1300	6,0	0,2	27,4	3,3	14,6	48,5	1495
65	0,255	6,209	2,0	1400	4,8	0,2	26,8	3,2	17,1	47,9	1532
65	0,255	6,209	2,0	1500	4,8	0,2	27,2	5,08	18,87	43,13	1451

Таким образом, используя свойства насыщенного водяного пара и, соответственно, подачу необходимого количества атмосферного воздуха, можно повысить удельную мощность газогенераторов и увеличить качество получаемого синтез-газа, не используя обогащенный уголь.

Другим направлением работы заключался в использовании углеродсодержащих твердых отходов в производстве первичного алюминиевого сплава.

Глинозем-фторсодержащие отходы производства алюминия содержат значительные доли таких ценных компонентов, как криолит и глинозем. Использованию этих отходов в производстве алюминия препятствует высокое содержание в них углерода, железа и кремния, которые негативно влияют на качество производимого первичного алюминия. С другой стороны, криолитглинозёмный концентрат (КГК) способствует получить первичный сплав прямо в электролизере, что делает данный метод перспективным.

В таблице 21 приведены химический и минералогический составы исходного сырья и криолитглинозёмного концентрата.

Таблица 21 - Химический и минералогический составы исходного сырья и криолитглиноземного концентрата

№	Наименование компонентов	Химический состав, масс.%	
		Исходный шлам	Криолитглиноземный концентрат
1.	Al	12.99	25,3
2.	Na	17.88	21,76
3.	F	16.21	19,27
4.	SO ₄ ²⁻	5.67	1,89
5.	CO ₃ ²⁻	2.45	-
6.	HCO ₃	1.45	-
7.	C	27.3	1,1
8.	Fe	0.56	0,84
9.	Si	0.32	0,51
10.	H ₂ O	2.5	-
		Минералогический состав, масс.%	
1.	Al ₂ O ₃	18.2	41,2
2.	Na ₃ AlF ₆	26.7	28,5
3.	Na ₂ SO ₄	8.4	2,8
4.	Na ₂ CO ₃ +NaHCO ₃	6.1	-
5.	C	27.3	1,1
6.	NaF	3.8	8,4
7.	SiO ₂	0.7	1,1
8.	Fe ₂ O ₃	0.8	1,2
9.	Na ₂ O	-	9,3
10.	H ₂ O	2.5	-

Как видно из таблицы 21, в результате обжига происходит полное разложение карбонатов и бикарбонатов, частичное разложение сульфатов, почти полное сгорание углерода и образование оксида натрия (алюминат натрия).

Среднее содержание компонентов в полученном продукте составляет, масс. %: глинозема - 41,2; криолита - 28,5; фторида натрия - 8,4; оксида железа - 1,2; оксида кремния - 1,1; углерода - 1,1, то есть по своему качественному составу КГК идентичен электролиту и может быть использован в качестве подпиточного, пускового и послепускового сырья, а также укрывного материала анодного массива в электролизном производстве.

Способ осуществляется следующим образом. Криолитглиноземный концентрат, содержащий 3-4 мас.% SiO₂ и 1-2 мас.% Fe₂O₃, ежедневно вводят в электролизер в количестве 1.2-2,5% к массе электролита. Введение криолитглиноземного концентрата в электролит совместно с основным сырьем – глиноземом частично восполняет содержание в нем оксида алюминия и фторсолей, обеспечивая нормальное протекание процесса электролиза, и в результате электролитического осаждения на катоде алюминия, кремния и железа образуется первичный алюминиевый сплав (см. таблицу 22).

Таблица 22- Изменения содержания кремния и железа в катодном металле при вводе в электролит криолитглиноземного концентрата

п. сутк и	m _{кгк} =300кг/сутки				m _{кгк} =600кг/сутки			
	C _{si} ⁿ , %		C _{Fe} ⁿ , %		C _{si} ⁿ , %		C _{Fe} ⁿ , %	
	расчет.	факт	расчет.	факт	расчет.	факт	расчет.	факт
0	0,22		0,27	0,27	0,22	0,22	0,27	0,27
1	0,23	0,25	0,27	0,30	0,25	0,27	0,28	0,30
2	0,25	0,27	0,27	0,29	0,29	0,30	0,28	0,30
3	0,26	0,24	0,27	0,27	0,32	0,34	0,29	0,32
4	0,27	0,26	0,28	0,31	0,35	0,36	0,30	0,35
5	0,28	0,27	0,28	0,33	0,37	0,37	0,30	0,38
6	0,29	0,31	0,28	0,34	0,40	0,46	0,31	0,45
7	0,30	0,32	0,28	0,33	0,43	0,44	0,32	0,35
8	0,35	0,34	0,29	0,31	0,45	0,47	0,32	0,37
9	0,32	0,37	0,29	0,32	0,47	0,46	0,32	0,35
10	0,33	0,34	0,29	0,30	0,49	0,44	0,33	0,37
11	0,34	0,36	0,29	0,29	0,52	0,46	0,33	0,35
12	0,35	0,39	0,29	0,32	0,54	0,49	0,34	0,32
13	0,36	0,40	0,29	0,32	0,56	0,60	0,34	0,35
14	0,36	0,43	0,29	0,31	0,57	0,66	0,34	0,38
15	0,37	0,41	0,29	0,29	0,58	0,64	0,35	0,36
16	0,38	0,40	0,29	0,27	0,60	0,66	0,35	0,36
17	0,38	0,40	0,29	0,30	0,62	0,68	0,35	0,38
18	0,39	0,42	0,29	0,31	0,63	0,72	0,35	0,36
19	0,39	0,41	0,29	0,29	0,65	0,76	0,36	0,39
20	0,40	0,41	0,29	0,30	0,66	0,78	0,36	0,36
21	0,41	0,41	0,30	0,32	0,67	0,76	0,36	0,38
22	0,41	0,44	0,30	0,32	0,68	0,75	0,36	0,40
23	0,41	0,43	0,30	0,31	0,69	0,72	0,37	0,41
24	0,42	0,42	0,30	0,30	0,70	0,74	0,37	0,39
25	0,42	0,42	0,30	0,30	0,71	0,74	0,37	0,38
26	0,43	0,44	0,30	0,33	0,72	0,75	0,37	0,39
27	0,43	0,45	0,30	0,32	0,73	0,76	0,38	0,40
28	0,44	0,45	0,30	0,32	0,74	0,78	0,38	0,42
29	0,44	0,44	0,30	0,31	0,74	0,77	0,38	0,40
30	0,44	0,45	0,30	0,31	0,75	0,77	0,38	0,41

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты исследования:

1. По совокупности комплексных физико-химических и физико-механических исследований установлено, что антрациты месторождения Назарайлок (участки «Шикорхона» и «Кафтархона») имеют общие геологические происхождения, петрографический состав, молекулярное строение и содержат почти одинаковые минеральные примеси.

Впервые разработаны для антрацита месторождения Назарайлок новые показатели качества (до 1700⁰С), такие как: межплоскостное расстояние ($d_{002} = 0,340$ нм), текстура (70%), удельное электросопротивление (УЭС)–700 Ом·мм²/м, анизотропия отражательной способности (12%), которые могут служить надежными классификационными параметрами для выбора путей их технологического использования при производстве углеграфитовых электродных изделий [1, 6, 20, 25-А].

2. Термогравиметрическим методом анализа обнаружены один низкотемпературный (110⁰С) и один высокотемпературный эндоэффекты (620⁰С). Этим эндоэффектам соответствуют энергии активации 14,66 и 60,60 кДж/моль, которые связаны, соответственно, с потерей влаги и термической деструкцией тяжелых органических фрагментов. Кроме того, обнаружены ещё два экзоэффекта с температурами 410 и 700⁰С. Первый экзоэффект имеет энергию активации 18,50 кДж/моль, а второй - 99,24 кДж/моль. Эти экзоэффекты сопровождают выход таких компонентов как СО, СО₂, Н₂, Н₂С, СН₄, и далее завершается выход всех органических веществ.

По скорости изменения массы установлено, что общие потери массы антрацита составляли 35,0-38,6% (масс.). Этот показатель очень важен для установления выхода годного продукта при прокалке антрацита в промышленных условиях. Выход годного продукта (антрацита) при прокалке во вращающейся трубчатой печи ОАО «ТАЛКО» составлял около 62,0% (масс) [3, 6, 9, 10-А].

3. В ИК-спектрах исходного антрацита с полосами поглощения 1100-1200; 1450-1500; 2200-2350; 3300-3400; 3650-3750 см⁻¹ выделялись группы С–О, NH; С≡С; С–Н; О–Н. При термообработке (до 1400⁰С) пики на кривых ИК-спектров постепенно сглаживаются– происходит исчезновение почти всех органических составляющих. Особенно при температуре 1400⁰С происходит углефикация антрацита, и образующийся углерод сильно поглощает электромагнитные излучения, и степень поглощения при частотах 1000-500 см⁻¹ составляет около 95% [7-А].

4. В лабораторных условиях были установлены оптимальные параметры получения холодноабивной подовой массы (ХНПМ) для набойки межблочных швов подины алюминиевых электролизеров, отвечающие требованиям ТУ-48-0124-50-06-04 «масса холодноабивная подовая». Оптимальным гранулометрическим составом термоантрацита (наполнителя) и связующего были (масс.%): фракции (12-5) мм–14±2; фракции (5-1)мм–34±2; фракции (1-0,15)мм–19±2; фракции (0,15-0,074) мм–32±1; фракции 0,074мм–23±0,5; количество композиционного связующего–(12-13).

На основе лабораторных исследований из прокаленного антрацита в промышленном масштабе было произведено 200 т ХНПМ, которая была расфасована в контейнеры ёмкостью 2,5 т каждый. Анализ ХНПМ каждого контейнера показал, что по своим физико-механическим показателям качество полученной подовой массы соответствует требованиям ТУ-48-0126-50-06-04. Апробация полученной ХНПМ на 20 серийных электролизерах, работающих с

обоженныхными анодами при проектной силе тока 160 и 175 кА показала, что технологические параметры и технико-экономические показатели электролизеров полностью соответствуют нормативным требованиям [5, 24, 23-А].

5. Экономический эффект на капитальный ремонт одного электролизера ОАО «ТАЛКО» от использования ХНПМ на основе прокаленного антрацита месторождения Назарайлок составил 14783 сомони. Проектом предусмотрено 960 шт. действующих электролизеров. В месяц, в среднем, подвергаются капитальному ремонту 30 электролизеров (в каждом корпусе предусмотрено 100 электролизеров, количество корпусов 10). Годовой экономический эффект может составлять $30 \times 12 \times 14783 = 5321880$ сомони [15-А].

6. В лабораторных условиях разработана рецептура сухой шихты и соотношения каменноугольного пека к антрациту месторождения Назарайлок, позволившая производить бортовые блоки, отвечающие требованиям ТУ-1913-109-014-99 «Блоки бортовые для алюминиевых электролизеров»; содержание пека $18 \pm 1\%$ (по массе), гранулометрический состав, % (по массе): \emptyset (10-5) мм–10; \emptyset (5-1) мм–35; \emptyset (1-0,15) мм–25; \emptyset (0,15-0) мм–30.

В лабораторных условиях разработан гранулометрический состав шихты (наполнителя) и количества вводимого пека, позволяющий получить подовые блоки, отвечающие требованиям ТУ-1913-109-021-2003 «Блоки подовые для алюминиевых электролизеров»; гранулометрический состав, % (по массе): $\emptyset 8,0$ мм–12,0; $\emptyset 6,0$ мм–8,0; $\emptyset 4,0$ мм–35,0; $\emptyset 2,0$ мм–5,0; $\emptyset 1,0$ мм–10,0; $\emptyset 0,5$ мм–10,0; $\emptyset 0,15$ мм–10,0; $\emptyset 0,074$ мм–10,0; Из такого грансостава необходимо брать термоантрацита-42%, графита-40%, пека-18% (по массе) [10, 16, 26-30-А].

7. Лабораторные образцы (мини-аноды) и промышленные аноды изготовленные на основе нефтяного кокса с добавкой термоантрацита месторождения Назарайлок, в составе шихты показали удовлетворительные физико-химические и физико-механические показатели, что соответствовал технологической инструкции ТИ-0970113 «требования, предъявляемые к обожжённым анодам». При этом фракционный состав шихты был следующим, % (масс.); (-12,0+5,0 мм) - 13 ± 2 ; (-5,0 + 1,0 мм) - 30 ± 3 ; (-1,0+0,15 мм) - $19,0 \pm 2$; (<0,15 мм) - 33 ± 3 . Содержание пека составлял 15,5 - 16,0% (масс). Термоантрацит распределялся между приведёнными фракциями [19-А].

8. Установлена зависимость удельного расхода углерода (m_c) при производстве алюминия (кг/кг Al) от состава анодного газа, что выражается уравнением $m_c = 4 - N_{CO_2} / 6 + 3N_{CO_2}$, где N_{CO_2} – мольная доля CO_2 в составе анодного газа. Уравнение позволяет при заданной анодной плотности тока и температуры электролита прогнозировать состав анодного газа и удельный расход углерода, вести целенаправленный поиск путей снижения расхода анодов при производстве алюминия [17-А].

9. В ОАО «ТАЛКО» организован выпуск кролитглиноземного концентрата (КГК) из твердых углеродсодержащих отходов, был испытан в электролизном производстве. Для этой цели были выбраны 10 опытных ванн, и результаты сравнивались с рядовыми электролизёрами. До и после ввода КГК в

электролизёры снимались все технологические параметры, а также технико-экономические показатели (ТЭП). Выход по току, являясь важным ТЭП электролизёра, был сравним с рядовыми ваннами, и составлял в среднем 87 % [18, 23-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- результаты работ рекомендуется инженерно-техническим работникам работающие на химических и металлургических предприятиях, а также проектно-конструкторским организациям при проектировании заводов по производству электродных изделий, различных углеграфитовых материалов наполнителем которых является антрацит, переработкой углеродсодержащих твердых отходов с целью получения электролитического алюминия, также экологической частью проекта;

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

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

Монография:

[1-А]. Ёров, З.Ё. Минерально-сырьевая база химико–металлургической промышленности Таджикистана/ З.Ё. Ёров, Ш.О. Кабиров, **А. Муроидён**, Н.М. Сироджев.- Издательство: “Мега Басым”, Стамбул, Турция,—413с.

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

[2-А]. **Муроидён, А.** Влияние коксовой пересыпки на качество обжига алюминиевых электролизёров с обожжёнными анодами /А. Муроидён, М. Додхудоев, В.Б. Шарифзода, Н.М. Сироджиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2002. –Т. XLV.- №11-12. – С. 56 – 60.

[3-А]. Вохидов, М.М. Сравнительная характеристика антрацитов различных месторождений и изменения их свойств при термической обработке / М.М. Вохидов, **А. Муроидён**, Б.С. Азизов, П. Муроидён, А.Г Сафаров // Доклады АН Республики Таджикистан.- 2012. – Т.55.- №4. – С.322–326.

[4-А]. Вохидов, М.М. Изучение ЭПР-спектроскопических свойств антрацита месторождения Назарайлок до и после термической обработке/ М.М.Вохидов, **А.Муроидён**, И.Х.Юсупов, А.Г.Сафаров, Б.С.Азизов, Х.Сафиев //Доклады АН Республики Таджикистан. –2014. –Т. 57.- №3. –С.225–229.

[5-А]. Вохидов, М.М. Свойства холодно-набивной подовой массы алюминиевых электролизёров / М.М. Вохидов, **А. Муроидён**, Б.С. Азизов, П. Муроидён // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. –2013. –№3, (152). – С.70–77.

[6-А]. Джамолзода, Б.С. Рентгенографическое и термографическое исследования антрацита месторождения Назарайлок до и после термообработки

/ Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2014. – Т. 57, №7. – С. 594 – 598.

[7-А]. Джамолзода, Б.С. ИК-спектры антрацита месторождения Назарайлок до и после термической обработки / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, Т. Шукуров, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2015. – №1 (158). – С. 121 – 126.

[8-А]. Джамолзода, Б.С. Минеральные примеси в антраците месторождения Назарайлок / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, А.Г. Сафаров, Х.Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58.- №4. – С. 326 – 330.

[9-А]. Джамолзода, Б.С. Исследование потери массы антрацита месторождения Назарайлок термогравиметрическими методами, Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, Б.С. Азизов, Д.С. Кучакшоев, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58.- №8. – С. 726 – 732.

[10-А]. Джамолзода, Б.С. Исследование антрацита месторождения Назарайлок как сырья для производства электродного термоантрацита / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, К. Кабутов, Б.С. Азизов, А.Г. Сафаров, Х.А. Мирпочаев, Х.С. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, №10. – С. 929 – 935.

[11-А]. Кабиров, Ш.О. Электролизеры с обожженными анодами на силу тока 320 кА / Ш.О.Кабиров, **А.Муродиён**, Н.М. Сироджев// Вестник ГТУ имени акад. М.С.Осими. – 2013.–№4 (24). –С.51–56.

[12-А]. Азизов, Б.С.Влияние плотности тока и температуры электролита на состав анодных газов и удельный расход углерода при производстве алюминия/ Б.С.Азизов, **А.Муродиён**, Х.А.Мирпочаев, Ш.О.Кабиров, Х.Сафиев//Доклады АН Республики Таджикистан.–2015. –Т. 58, №12. – С.1134 – 1139.

[13-А]. Сафиев, Х. Основные направления использования местных минеральных ресурсов в производстве алюминия / Х. Сафиев, Ю.Я. Валиев, Ш.О. Кабиров, Б.С. Азизов, **А. Муродиён**, Х.А. Мирпочаев и др., // Горный журнал. Специальный выпуск, Республика Таджикистан–25лет по пути независимости.–2016. –С.49–53.

[14-А]. **Муродиён А.** Физико-химические и термодинамические характеристики антрацитов месторождения Назарайлок Республики Таджикистан / А.Муродиён, А.Г.Сафаров, К.Кабутов, К.Ботуров, Х.Сафиев // Вестник технологического университета. –2019. –Т.22.- №8. –С.71–79.

Изобретений:

[15-А]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 802, МПК: С25С 3/00. Способ получения холодноабивной подовой массы / Ш.О. Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, **А. Муродиён**, Х. Сафиев, Б.С. Азизов, Х.А. Мирпочаев, М.М. Вохидов и др. /1601037; заявл. 06.05.2016; опубл. 28.10.2016, Бюл.122,2016. –2с.

[16-А]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 871, МПК: С 01 В 31/04. Вибропресс лабораторный для получения углеграфитовой продукции / Ш. Кабир; заявитель и патентообладатель: Ш. Кабир, Х. Сафиев, **А. Муродиён**, Б.С. Джамолзода, Х.А. Мирпочаев, Х.Э. Бобоев, Н.П. Мухамедиев /1701153; заявл. 17.10.2017; опубл. 19.01.2018, Бюл.133, 2017.–2с.

[17-А]. Малый патент РТ, №ТЈ 832, МПК: С25С3/06. Способ определения удельного расхода углерода / Ш.О. Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, Б.С. Азизов, Х. Сафиев, **А. Муродиён**, Х.А. Мирпочаев, Н.П.Мухамедиев /1601076; заявл. 01.12.16; опубл. 28.03.2017, Бюл.126, 2017.

[18-А]. Малый патент РТ, №ТЈ 703, МПК: С01F 7/38. Ш.О. Способ комплексной переработки глинозем-углеродсодержащего минерального сырья Рахтской долины / Ш.О. Кабиров;заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, **А. Муродиён**, Х. Сафиев, Б.С. Азизов, Х.А. Мирпочаев, Х.Э. Бобоев и.др., /1500950; заявл. 08.05.15; опубл.08.05.2015, Бюл.108, 2015. –2с.

[19-А]. Малый патент РТ, №ТЈ 826, МПК: С25С 3/00. Ш.О. Х. Способ получения первичного алюминиевого сплава / Ш.О.Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, Б.С. Азизов, Х. Сафиев, **А. Муродиён**, А. Х. Сафиев, Н.П. Мухамедиев / 1601055; заявл. 04.07.16; опубл.07.02.2017, Бюл.124, 2017. –2с.

Статьи, опубликованные в материалах конференций:

[20-А]. Ёров, З.Ё. Сопоставительная характеристика антрацита угольного месторождения Назарайлок и иных антрацитов некоторых зарубежных стран /З.Ё. Ёров, **А. Муродиён**, Н.М. Сироджев, М.М. Вохидов// Мат. респ. конф. «Геология и геоэкологические проблемы использования горючих полезных ископаемых Таджикистана», ТНУ. –Душанбе. –2011. – С. 78 – 82.

[21-А]. **Муродиён, А.** Изменения свойств антрацита Назарайлокского месторождения при термической обработке / А.Муродиён, М.М. Вохидов, П.Муродиён, Б.С.Азизов // Мат. V-ой Межд. научно – практ.конф. «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ» ТТУ им.акад. М.С.Осими. –Душанбе. –2011.- ч.І. –С.272–275.

[22-А]. **Муродиён, А.** Ведущие страны производители алюминия / Сб. мат. VМежд. науч. – практ. конф. «Перспективы применения иновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ. Часть-1ТТУ.–Душанбе. –2011. – С.351–355.

[23-А]. Сафиев, Х. Использование полученного из шлама криолитглиноземного концентрата в производстве алюминия / Х. Сафиев, Ш.О.Кабиров, Б.С. Азизов,Х. Мирпочаев, Дж. Р. Рузиев, Н. Мухамедиев, **А. Муродиён** // Сб. мат. VМежд. науч. – практ. конф. «Перспективы применения иновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ. Часть-1ТТУ.–Душанбе. –2011. – С.333–338.

[24-А]. **Муродиён, А.** Физические характеристики холодноабивной подовой массы изготовленной на основе антрацита месторождения Назарайлок / А.Муродиён, М.М.Вохидов, Б.С.Азизов, П.Муродиён // Мат. респ. науч.-практ.

конф. «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии. ТТУ. – Душанбе. – 2011. – С.23–24.

[25-А]. Джамолзода, Б.С. Изменение структуры антрацита месторождения Назарайлока при термической обработке / Б.С. Джамолзода, Х.А. Мирпочаев, **А. Муродиён**, К. Кабутов, А.Г. Сафаров // Мат. респ. науч.-практ. конф. «Технология комплексной переработки полезных ископаемых Таджикистана», посвященная 25-ти летию Государственной независимости РТ и 10–ти летию. ГМИТ.– Чкалов, ГМИТ. – 2016. – С. 34 – 36.

[26-А]. Джамолзода, Б.С. Катодные блоки для алюминиевых электролизеров / Б.С. Джамолзода, Х.А. Мирпочаев, **А. Муродиён**, Б.С. Азизов, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Сб. мат.«Достижения химической науки за 25 лет Государственной Независимости Республики Таджикистан, посв. 70 летию образования Института химии им. В.И. Никитина АН РТ. – Душанбе. – 2016. – С. 85 – 86.

[27-А]. **Муродиён, А.** Антрацит месторождения Назарайлока – сырьевая база для производства углеродных материалов / А. Муродиён, Б.С. Джамолзода, А.Г. Сафаров, К. Кабутов, Ф.Р. Одинаев // Сб. мат. «Достижения химической науки за 25 лет Государственной Независимости Республики Таджикистан, посвященные 70 летию образования института химии им. В.И. Никитина АН РТ. – Душанбе. – 2016. – С. 103 – 104.

[28-А]. Джамолзода, Б.С. Влияние концентрации связующего и гранулометрического состава шихты на качественные показатели лабораторных образцов подовых блоков / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Сб. мат. XIV Нумановские чтения «Вклад молодых учёных в развитие химической науки». – Душанбе. – 2017. – С. 52 – 54.

[29-А]. **Муродиён, А.** Антрациты месторождения Назарайлока – сырьё для производства углеродных материалов / А. Муродиён, А.Г. Сафаров, Н.Ю. Пулодов, Б.С. Азизов, Х. Сафиев, Б.С. Джамолзода // Мат. респ. науч.-практ. конф. «Применение инновационных технологий в преподавании естественных дисциплин среднеобразовательных школах и ВУЗ-ах», посв. 150-летию ПТХЭ Д.И. Менделеева. ТНУ. – Душанбе. – 2019. – С.139– 145.

[30-А]. **Муродиён, А.** Разработка технологии получения лабораторных образцов подовых блоков алюминиевых электролизеров / А. Муродиён, А.Г. Сафаров, Сафиев Х. // Мат. VI Межд. конф. «Современные проблемы физики, посв. 110-летию акад. АН РТ С.У. Умарова и 90-летию акад. АН РТ А.А. Адхамова. – Душанбе. – 2018. – С. 235 – 237.

[31-А]. **Муродиён, А.** Физические характеристики антрацитов месторождения Назарайлок / А. Муродиён, А.Г. Сафаров, К.К. Кабутов, К. Ботуров, Х. Сафиев // Сб. мат. Межд. науч.–практ. конф. «Ускоренная индустриализация - Основной фактор развития Таджикистана», ИЭТ, Кушониён. – 2019. – С.16 – 21.

**МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ПАЖУҲИШГОҲИ ИЛМӢ -
ТАҲҚИҚОТИИ «МЕТАЛЛУРГИЯ»-И ЧСК «ШИРКАТИ
АЛЮМИНИЙИ ТОЧИК»**

**Ба ҳуқуқи дастнавис
УДК 662.66**

А. Муродӣ

АСРОРИ МУРОДИЁН

**АСОСҲОИ ИЛМӢ-АМАЛИИ КОРКАРД ВА
ИСТИФОДАБАРИИ АШӢИ ХОМИ МАҲАЛИИ КАРБОНДОР
ДАР ИСТЕҲСОЛИ АЛЮМИНИЙ**

АВТОРЕФЕРАТИ

**диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
доктори илмҳои техникаӣ аз рӯи ихтисоси 05.02.01 – Маводшиносӣ
(дар металлургия)**

Душанбе – 2020

Диссертатсия дар озмоишгоҳи коркарди ашёи гилҳоку карбондори маҳаллии Муассисаи давлатии пажуҳишгоҳи илмӣ-таҳқиқотии «Металлургия»-и ҶСК «Ширкати алюминийи тоҷик» иҷро карда шудааст.

Мушовири илмӣ: доктори илмҳои химия, профессор, академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, директори Муассисаи давлатии пажуҳишгоҳи илмӣ-таҳқиқотии «Металлургия»-и ҶСК «Ширкати алюминийи тоҷик»
Сафиев Ҳайдар

Муқарризони расмӣ: доктори илмҳои химия, профессор, мудири озмоишгоҳи синтези органикии Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон
Исобоев Музафар Ҷумаевич

доктори илмҳои техникӣ, профессор, мушовири илмии ИИТ «Соҳтмон ва меъморӣ»-и Кумитаи меъморӣ ва соҳтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон
Шарифов Абдумумин

доктори илмҳои техникӣ, дотсент, и.в. профессор, директори филиали Донишгоҳи миллии таҳқиқотӣ-технологии «ИП ва ХМ» дар шаҳри Душанбе
Саидзода Раҳимҷон Ҳамро

Муассисаи пешбар: Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни

Ҳимояи диссертатсия 21 декабри соли 2020, соати 9⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.КOA-007 назди Институти кимиёи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон баргузор мегардад.
Суроға: 734063, ш. Душанбе, хиёбони Айни, 299/2.
E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

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

Автореферат санаи « ____ » _____ соли 2020 тавзеъ шудааст.

Котиби илмӣ
Шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои химия



Маҳкамов Ҳ.К.

МУҚАДДИМА

Мубрамияти таҳқиқот. Маҳсулоти электродҳо (анодҳо, массаи сумбашаванда, блокҳои паҳлӯӣ ва фаршӣ) ҷузъи ҷудонашаванда ва муҳимтарини электролизерҳо барои истеҳсоли алюминий мебошанд.

Барои истеҳсоли ин маҳсулот ашёи хоми дорои карбон асосан истифода мешаванд (графитҳои сунъӣ, кокси нафт, антрацити тафсонидашуда, қатронҳои ангишт ва ғайра).

Ҷамъияти саҳҳомии кушодаи “Ширкати Алюминийи Тоҷик” (ҶСК «ТАЛКО») ҳамасола блокҳои катодии карбон-графитро (паҳлӯӣ ва фаршӣ) аз дигар кишварҳо барои эҳтиёҷоти он бо нархи гарон мехарад ва қабл аз он, барои сумбанамудани тарқишҳои байни блокҳои фаршии электролизерҳо массаи сумбашавандаро аз хориҷи кишвар ва кишварҳои ҳамсоия ИДМ харидорӣ мекард.

Аз ҳамин лиҳоз ҶСК “ШАТ” нисбат ба дигар корхонаҳои алюминий истеҳсолкунанда рақобатнопазир мебошад, зеро арзиши аслии филизи истеҳсолшуда хело зиёд аст. Электролизерҳо бо анодҳои пухта дар ҶСК «ШАТ» бо қувваи ҷараёни лоиҳавии 160 ва 175 кА кор мекунанд. Дар ҳар як электролизер ба ҳисоби миёна 25 тонна блокҳои паҳлӯгӣ ва фаршии карбон-графитӣ ва инчунин 7,5 тонна хамираи хуноки сумбашавандаи фаршӣ (ХХСФ) сарф мешавад.

Тавре ки маълум аст, блокҳои паҳлӯӣ ва фаршӣ барои электролизерҳои кудрати паст ва миёна (то 200 кА) аз карбонграфит сохта шудаанд, ки ҷузъи асосии пуркунандаи онҳо антрацит мебошад. Ҷумҳурии Тоҷикистон дар минтақаи Рашт антрацити аълосифати кони Назарайлокро дорад, ки захираи умумии саноатӣ ва дурнамои он зиёда аз 150 миллион тоннаро ташкил медиҳад. Бо дарназардошти мавҷуд набудани ҳаҷми назарраси истихроҷи гази табиӣ дар Тоҷикистон ва вобастагии таъминоти он аз шароити бозор, тавсия дода мешавад, ки ҳамчун як алтернатива аз ашёи хоми ангишти маҳаллӣ гази синтезӣ истеҳсол карда шавад.

Аз ин рӯ, таҳқиқоте, ки ба таҳияи асосҳои илмӣ ва амалии истифодаи ашёи хоми карбондори маҳаллӣ дар истеҳсоли маҳсулоти электродӣ барои электролизерҳои алюминий, инчунин дар истеҳсоли гази синтезӣ истифодаи миқдори зиёди партовҳои дорои карбон, ки дар корхонаҳои истеҳсоли алюминий ҷамъ шудаанд бахшида шудаанд, масъалаҳои хеле актуалӣ ва саривақтӣ мебошанд, зеро онҳо барои таъмини амнияти ашёи хом заминаҳои илмӣ ва технологӣ барои ҶСК “ШАТ” ба вучуд меоранд.

Дарачаи омӯзиши масъалаи таҳқиқшуда ин коркарди технологияи истеҳсоли блокҳои катодӣ (паҳлӯгӣ ва фаршӣ), хамираи сумбашаванда, резамайдаҳое, ки барои тафсонии фаршӣ электролизёр истифода мешаванд аз антрацити кони Назарайлоқ истифода шудаанд ва дар таъмири мукамалии электролизёрҳо мувофиқи мақсад буда **масъалаи таъхирнопазир** мебошад. Структура ва хосиятҳои антрацити кони Назарайлоқ таҳқиқ карда шуда имконияти дар истеҳсоли маводҳои электродӣ муайян карда шуд. Барои ҳалли ин масъала усулҳои муосири зерин истифода шуданд: термогравиметрия,

спектроскопия – ИС, РПМЭ (резонанси прамагнити электронӣ), рентгенография ва гармиғунҷоиш.

Барои хамираи хуноки сумбашавандаи фаршӣ (ХХСФ), блокҳои катодӣ ва анодӣ, ки аз антрацити кони Назарайлоқ бо ресептураи муайян ва технологияи хоса тавлид гаштаанд хосиятҳои физикию-химиявӣ ва физикию-механикии маводҳои номбаршуда омукта шудаанд.

Имконияти истифодаи ангиштсангҳои Чумхурии Тоҷикистон дар истеҳсоли гази синтезӣ нишон дода шуда усули коркард ва истеҳсоли концентрати гилхокукриолитдор (КГК)-ро аз партовҳои саҳти карбондор пешниҳод шуда дар истеҳсоли алюминийи аввалия ва ҳулаи он истифода мешавад нишон дода шуд. Нишондодҳои техникую – иқтисодии электролизёрҳое, ки бо истифодаи КГК кор кардаанд ба электролизёрҳои асосӣ баробар буданд.

Дар асоси таҳқиқотҳо усули комплекси коркарди минералҳои гилхоку – карбондоштаи водии Рашт пешниҳод карда шуд.

Зарурати гузаронидани таҳқиқот оид ба мавзӯи рисола бо он шарҳ дода мешавад, ки дур будани ҚСҚ «ШАТ» аз таъминкунандагон, хароҷоти баланди нақлиётӣ ва таъминоти номунтазам боиси саривақт таъмир нагардидани электролизёрҳои алюминий ва ба кор андохтани онҳо оварда мерасонад. Ғайр аз он, ҚСҚ «ШАТ» блокҳои катодиро бо нархи гарон аз 1200 то 1400 доллари ИМА барои як тонна мехарад. Таъсири арзиши таъмири мукаммалии электролизёрҳо, аз ҷумла бо истифода аз блокҳои паҳлугӣ ва фаршӣ барои хароҷоти истеҳсоли алюминийи электролитӣ назаррас аст, ки ин дар ниҳоят ҚСҚ «ШАТ» - ро дар байни дигар истеҳсолкунандагони алюминий рақобатпазир намекунад.

Истифодаи антрацити кони Назарайлоқ дар истеҳсоли маводи карбон-графит, концентрати гилхокукриолити (КГК) – ро, ки аз партовҳои карбондор дар ҚСҚ “ШАТ” маҳфузбуда ҳосил намуда, инчунин набудани миқдори тозаи гилхоку ва намаки фторро дар истеҳсоли алюминий ҷуброн карда ва дар натиҷа ин ҳама тадбирҳо арзиши аввалияи истеҳсоли алюминийро коҳиш медиҳанд, ки ҚСҚ “ШАТ” метавонад дар байни дигар истеҳсолкунандагони алюминий рақобатпазир гардад.

Кори диссертатсионӣ тибқи Лоихаи «ШАТ» “Дар бораи гузариши корхонаҳои ин ширкат ба захираҳои маъдани маҳаллӣ” анҷом дода шуд.

ТАВСИФИ УМУМИИ КОР

Мақсади таҳқиқот. Омӯзиш ва таҳия намудани асосҳои илмӣ, амалӣ ва технологияи истифодаи ашёи хоми маҳаллии дорои карбон - антрацит, ангишт ва партовҳои саноатии карбондор дар истеҳсоли маҳсулотҳои электродӣ, инчунин истеҳсоли электролитии алюминий мебошад.

Вазифаи таҳқиқот:

- дигаргуниҳои сохтории антрацити кони Назарайлоқ дар ҳароратҳои муҳит ва ҳангоми то 1700⁰С гарм кардан дар сатҳи молекулавӣ таҳқиқ ва ошкор карда шуданд; масофаҳои байнисатҳӣ, текстура, анизотропияи инъикос,

инчунин диапазони спектри фурӯбарӣ, ки ба ларзиши гурӯҳҳои мавҷудаи функционалӣ дар антрацит оварда мерасонад, муайян карда шуданд;

- хосиятҳои физико-химиявӣ ва физико-механикии антрацити кони Назарайлок дар ҳарорати муҳит ва ҳангоми тафсониш (1700°C) гарм кардан ҳаматарафа омӯхта шуда, бо аналогҳои хориҷӣ муқоиса карда шуданд;

- қиматҳои гармиғунҷоиш, коэффитсиенти интиқоли гармӣ, инчунин баъзе функцияҳои термодинамикии антрацит дар раванди коксҳосилшавӣ, ки ҳангоми тартиб додани тавозуни гармии электролизерҳои алюминий ва дигар воҳидҳои ҳароратӣ, ки бутабандиашон аз антрацити кони Назарайлок сохта шудааст, муайян карда шуданд;

- таҳияи таркиб ва пайвастандандаи массаи фарши хуноки сумбашаванда (МХСФ), блокҳои паҳлӯгӣ ва фаршӣ, ки дар шароити лабораторӣ ва истеҳсолии ҚСҚ «ШАТ» санҷида шудаанд, таҳия шудааст.

- таркиби фраксияи маводи резамайдаи антрацит, ки ҳангоми тафсонидани фарши электролизери алюминийи ҚСҚ «ШАТ» истифода шудааст, таҳия шудааст;

- дар яке аз хатҳои технологияи истеҳсоли анодҳои ҚСҚ «ШАТ» партияҳои таҷрибавии анодҳои пухта, МХСФ, блокҳои паҳлӯ ба даст оварда шуда, хосиятҳои физико-химиявӣ ва физико-механикии онҳо омӯхта шуданд;

- талабот ба антрацити кони Назарайлок ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли анодҳо, массаҳои сумбашаванда, инчунин блокҳои паҳлӯ ва фаршӣ, ки барои бутабандӣ кардани электролизерҳои алюминий истифода мешаванд;

- имкониятҳои истифодаи ангишти коксшавандаи кони Фон-Яғноб ҳамчун ашёи хом барои ба даст овардани гази синтезӣ, ки барои эҳтиёҷоти равандҳои технологӣ истифода мешаванд;

- таъсири маҳсулоти сӯхтани гази синтезӣ ба режими ҳарорати агрегатҳои пухтани анод, оташдонҳои реаксия барои синтези кислотаи гидрогенфторид дар реакторҳо барои синтези намакҳои фторид, инчунин дар хушккунакҳо барои хушконидаи маҳсулоти кимиёӣ омӯхта шуданд;

- истифодаи графити сунъӣ, ки аз блокҳои катодии истифодашудаи ҚСҚ «ШАТ» ба даст омадааст, дар таркиби шихтаи истеҳсоли блокҳои фаршӣ, ки барои бутабандии деғҳои алюминий истифода мешавад, таҳқиқ карда шудааст;

- истифодаи концентрати гилхокукриолит (КГК) -ро, ки аз партовҳои саҳти дорой карбон дар ҚСҚ «ШАТ» ба даст омадааст ва истифодаи он барои истеҳсоли хӯлаҳои алюминийи аввалия таҳқиқ шудааст.

Объекти таҳқиқот ин антрацитҳои кони Назарайлок, ангишти конҳои “Ҳакими”, “Тошкутан”, “Сайёд”, “Зиддӣ” ва партовгоҳи партовҳои саҳти ҚСҚ “ШАТ” мебошанд.

Мавзӯи таҳқиқот антрацитҳои кони Назарайлок буданд, ки дар таркибашон ғашҳои минералӣ, моддаҳои бухоршаванда, хокистарнокӣ ва намӣ мебошанд. Истифодаи графити сунъиро аз карбон-графити “партов” (бой), ки дар истеҳсоли блокҳои катодии электролизерҳои алюминий истифода шудааст асос карда шудааст.

Усулҳои таҳқиқот: Таҳқиқоти термографӣ ва рентгенографии антрацит мувофиқан бо термографӣ UNIT 71.M (мултиметр), Дериватографӣ - DO 112 MOM (Венгрия) ва асбоби ДРОН-2 бо истифодаи шуъоҳои Си дар нурафканишот гузаронида шудааст. Бақайдгирии спектрҳои ИС дар доираи басомади 400 -4000 см-1 бо асбоби SPECORD-75IR гузаронида шуд. Спектрҳои ЭПР намунаҳои антрацит дар радиоспектрометри РЭ 1306 бо амплитудаи майдони магнитии 100 Э ба қайд гирифта шуданд. Гармигунҷоиши намунаҳо ба тариқи калориметрӣ дар ҳолати “хунуккунӣ” муайян карда шуд ва ҳисобҳо аз рӯи барномаи Sigma – Plot муайян шуданд.

Соҳаи таҳқиқоти маводшиносӣ, технологияи ба даст овардани термоантрасит ва дар заминаи он истеҳсоли маҳсулоти электродӣ мебошанд, ки барои таъмири мукаммалии электролизерҳои алюминий истифода мешаванд.

Марҳилаҳои таҳқиқот калсинатсияи антраситҳои хом, таҳқиқоти сохтор ва хосиятҳои антрасит дар сатҳи молекулавӣ, таҳияи омехта барои истеҳсоли ХХСФ, блокҳои паҳлугӣ, фаршӣ ва анодӣ мебошанд. Истифодаи ангиштсанг дар истеҳсоли гази синтезӣ ва истеҳсоли КГК аз партовҳои саҳти карбондори ҚСҚ “ШАТ”, ки дар истеҳсоли алюминий истифода мешаванд.

Маълумоти асосӣ ва заминаи таҷрибавӣ. Таҳқиқотҳо бо истифодаи таҷҳизоти муосири илмӣ гузаронида шуд; тавозуни термогравиметрӣ барои муайян кардани талафи массаи антрасит; стандартҳои байнидавлатиро барои муайян кардани нишондиҳандаҳои физики-кимиёвӣ ва физикию-механикии сифатҳои ХХСФ, блокҳои катодӣ ва анодӣ қабул шуданд. Коркарди математикии натиҷаҳо бо истифодаи аз бастаи стандартии замимаҳо, каталогҳо ва барномаҳои Microsoft Excel ва Sigma - Plot гузаронида шуд.

Дарҷаи эътимоднокии натиҷаҳо. Саҳеҳияти натиҷаҳои таҳқиқот тавассути истифодаи усулҳои муосири таҳқиқот бо истифода аз асбобу дастгоҳҳои замонавӣ бозтавлидӣ такмилдодашуда ва муқоисаи натиҷаҳо бо маълумоти дигар муаллифон, таъмин мегардад.

Навгониҳои илмӣ таҳқиқот:

- хусусиятҳои физикӣ-химиявӣ ва физикӣ-механикии ҳамаҷониба коркардшудаи антрасити кони Назарайлок дар ҳарорати паст, миёна ва баланд (250-1700⁰С), инчунин бо истифодаи спектроскопияи ИС, термогравиметрӣ, ЭПР ва рентгенографӣ, тағирёбии структуравии он ошкор карда шуданд; тағирёбии гармигунҷоиши он аз ҳарорат муайян карда шудааст;

- антрасити кони Назарайлок ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли анодҳо, МХСФ, блокҳои паҳлуй ва фаршӣ, инчунин маводи пуркунанда барои тафсонидани фарши электролизерҳои алюминий баҳо дода шуд;

- таркиби шихта ва пайваस्तкунанда (таносуби қатрони ангишт ва рағани фурубаранда) барои истеҳсоли МХСФ, таносуби микдори термоантрасит ва

қатрони (пек) ангишт барои истеҳсоли анод, блокҳои паҳлӯғӣ ва фаршӣ пешниҳод карда мешаванд;

- дар шароити истеҳсолии ҚСҚ «ШАТ» маҷмӯҳои саноатии МХСФ, анодҳо ва блокҳои паҳлӯғӣ истеҳсол шудаанд, ки ба талаботҳои техникии ТУ 1913-109-014-99 “Блокҳои паҳлӯғӣ барои электролизерҳои алюминий”, инчунин ТУ 48-0128-50- 60-04 “Омодасозии массаи хунуксумбашуда” мувофиқат менамоянд.

- устувориҳои антрацити қони Назарайлоқ, дар ҳарорати 1400⁰С муайян карда шуда, қобилияти он барои истеҳсоли маҳсулотҳои электродӣ исбот шуд;

- имконияти ба даст овардани ҳӯлаи аввалия бо истифода аз концентрати гилхокукриолитӣ, ки аз партови саҳти карбондор дар ҚСҚ «ШАТ» маҳфузбуда ба даст омада муайян карда шуд. Нишон дода шудааст, ки ин усул метавонад ҳамзамон қабати электролитро дар шахтаи электролизер афзоиш диҳад;

- ба ҷои гази табиӣ дар технологияи истеҳсоли маҳсулоти электродҳо ва маҳсулоти кимиёвӣ истифодаи гази синтези аз антрацит ва дигар ангиштҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ба даст оварда шуд.

Арзиши назариявӣ таҳқиқот ин омӯзиши сохтори молекулярии антрацити қони Назарайлоқ бо усулҳои гуногуни физикавӣ-химиявӣ муосир ва ҷустуҷӯи имконоти истифодабарии концентрати криолитгилхоқ, ки аз партовҳои саҳти карбондори ҚСҚ «ШАТ» иборат аст, бо мақсади истеҳсоли электролитии алюминий ва ҳӯлаҳои алюминий дар электролизерҳо, инчунин ҳосилкунии синтез-газ дар газогенераторҳо аз ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад.

Арзиши амалии таҳқиқот. Дар асоси таҳқиқоти гузаронидашуда, технологияҳои истеҳсоли анодҳо, ХХСФ, блокҳои паҳлӯғӣ ва фаршӣ, инчунин дар шакли маводи резамайда, ки аз антрацити қони Назарайлоқ ҳосил карда шудааст барои тафсонидани фарши электролизерҳои алюминий таҳия карда шуданд;

Технологияи газификатсияи ангиштсанги қони Фон-Яғноб дар генераторҳои гази «ТАЛКО Кемикал» пешниҳод карда шудаанд. Истифодаи концентрати гилхокукриолит, ки аз партовҳои саҳти карбондори дар ҚСҚ «ШАТ» буда ба даст оварда шудааст, ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли ҳӯлаи алюминийи аввалияи электролитӣ пешниҳод карда мешавад.

Истифодаи антрацити қони Назарайлоқ ба ҳайси пурқунанда дар таркиби шихта ҳангоми истеҳсоли анодҳо, ХМХСФ, блокҳои паҳлӯғӣ ва фаршӣ, инчунин маводи пурқунанда барои тафсонидани фарши электролизерҳои алюминий арзиши он дар муқоиса бо маҳсулоти шабеҳи карбон-графит, ки ба ҚСҚ «ШАТ» аз Руссия, Украина, Хитой ворид карда мешавад, хело арзон мебошад. Истифодаи концентрати гилхокукриолит, графити сунъӣ, ки аз партовҳои саҳти ҚСҚ «ШАТ» ба даст оварда шудааст, имкон медиҳад, ки ҳаҷмҳо коҳиш ёбанд, истифодаи гилҳои тару тоза ва криолит дар истеҳсоли алюминий ҷуброн карда шавад, блокҳои фаршӣ барои таъмири мукаммали электролизерҳои алюминий истеҳсол карда шаванд.

Муқаррарот, ба ҳимоя пешниҳод мегардад:

- натиҷаҳои омӯзиши ҳамҷонибаи таркиби химиявӣ, хосиятҳои физикавӣ

ва химиявии ашёи хом ва тафсонидашудаи антрасити кони Назарайлок дар муқоиса бо ҳамчавори хоричӣ оварда шудаанд;

- ресептура ва технологияи истеҳсоли МХСФ барои сумбанамудани тарқишҳои байни блокҳои фаршии электролизерҳои алюминий, ки дар асоси антрасити кони Назарайлок тарроҳӣ шудааст;

- технологияи истеҳсоли хӯлаи алюминийи аввалия, ки дар электролизерҳо бо истифода аз концентрати гилхокукриолит, ки аз партовҳои саҳти карбондор истеҳсол шудаанд;

- таркиби фраксияи маводи резамайда, ки аз антрасит тайёр шудааст ва барои тафсонидани фарши электролизерҳои алюминий сохташуда;

- ресептура ва технологияи истеҳсоли блокҳои паҳлӯи ва фаршӣ, ки аз антрасит тайёр карда шудааст ва барои бутабандии электролизерҳо истифода мешаванд;

- натиҷаҳои санҷишҳои саноатӣ ва истифодаи концентрати гилхокукриолит дар истеҳсоли алюминийи электролитӣ, хӯлаи алюминий дар электролизерҳои ҚСК «ШАТ»;

- натиҷаҳои таҳқиқоти ҳамаҷонибаи истеҳсоли гази синтезӣ аз ангиштҳои Тоҷикистон бо мақсади истифодаи он дар технологияи истеҳсоли анодҳои пухта, буғ ва маводҳои химиявӣ;

- қиматҳои гармиғунҷоиш, коэффисиенти гармидиҳӣ ва функсияҳои термодинамикии антрасит бо мақсади тартиб додани тавозуни энергетикӣ электролизерҳои алюминий ва дигар дастгоҳҳои гармидиҳӣ.

Саҳми шахсии довталаб. Саҳми шахсии довталаб дар таҳлил ва хулосабарории омӯзишӣ адабиётҳои мавҷудбуда, масъалагузорӣ, банақшагириӣ ва гузаронидани таҷрибаҳо, коркард, таҳлили қиматҳои ҳосилшуда бо хулосаҳои назариявӣ ва ифодаи онҳо, ба чоп тайёр намудани мақолаҳои илмӣ мебошад.

Таконисканҷаи (вибропресс) озмоишгоҳии ихтироъкардаи муаллиф барои сумба намудани хамираи “сабз”, ки аз он намунаҳои таҷрибавии МХСФ, блокҳои катодӣ ҳосил карда мешаванд, истифода бурда шуд. Барои дар ҚСК “ШАТ” ва ҚДММ “ТАЛКО Кемикал” тадбиқ намудани технологияҳои бевосита дар электролизёр истеҳсол намудани хулаи электролитии алюминийро ва инчунин МХСФ, блокҳои катодӣ, гази синтезиро, ки аз ашёи хоми маҳаллии карбондор истеҳсол шудаанд роҳбарӣ намудааст.

Арзёбии рисола ва маълумот дар бораи истифодаи натиҷаҳои он.

Муқаррароти асосии рисола дар ҳамоишҳои зерин мавриди баррасӣ қарор гирифтаанд:

Байналмилалӣ: Конференсияи байналмилалӣ илмӣ ва амалӣ бахшида ба 80-солагии зодрузи яке аз асосгузори ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ Сулаймонов А.С. (Душанбе, 1998); Конфронси 1-уми байналмилалӣ илмӣ ва амалӣ “Дурнамои рушди илм ва таълим дар асри XXI” ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ, (Душанбе, 2005); Конфронси V-и байналмилалӣ илмӣ ва амалӣ “Дурнамои истифодаи технологияҳои инноватсионӣ ва такмил додани таълими техникӣ дар мактабҳои олии кишварҳои ИДМ”, ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, (Душанбе, 2011); Конференсияи XIII байналмилалӣ илмӣ ва амалии

“Хонишҳои Нумоновӣ” “Дастовардҳои илми химия бахшида ба 25-солагии Истиклолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон”, бахшида ба 70-солагии таъсисёбии Институти химия ба номи В.И. Никитин Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, (Душанбе, 2016); Конфронси VI-и байналмилалӣ “Масъалаҳои муосири физика” бахшида ба 110-солагии С.У. Умаров ва 90-солагии акад. АИ ҶТ А.А. Адхамов, (Душанбе, 2018); Конференсияи байналмилалӣ илмӣ ва амалӣ “Индустиализатсияи суръатнок - омили асосии рушди Тоҷикистон”, ИЭТ, (Кушонӣён, 2019).

Ҷумҳуриявӣ: Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ “Масъалаҳои муосири кимиё, технологияи кимиёвӣ ва металлургия”, ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, (Душанбе, 2011); Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ “Геология ва геоэкологии истифодаи маъданҳои сӯзишворӣ дар Тоҷикистон” (Душанбе-2011); Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ «Татбиқи технология ва технологияҳои олий дар истеҳсолот», Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон, (Душанбе, 2013); Конфронси ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ “Масъалаҳои илми маводшиносӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон”, бахшида ба Рӯзи кимиё ва 80-солагии профессор А.В. Ваҳобов, Институти химия ба номи В.И. Никитин Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, (Душанбе 2016); Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ “Технологияи коркарди комплекси маъданҳои Тоҷикистон”, бахшида ба 25-солагии Истиклолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 10-солагии Донишкадаи кӯҳу-металлургии Тоҷикистон (Чкаловск, 2016); Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ “Саҳми олимони ҷавон дар рушди илми химия”, бахшида ба хонишҳои Э.У. Нумонов, Институти химия ба номи В.И. Никитин Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, (Душанбе 2017); Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ “Истифодаи технологияҳои инноватсионӣ дар таълими фанҳои табиӣ дар мактабҳои миёна ва донишгоҳҳо”, бахшида ба 150-солагии ҷадвали даврии унсурҳои кимиёвии Д.И. Менделеев ДМТ, (Душанбе, 2019);

Нашири натиҷаҳои рисола: Дар асоси маводи рисолаи диссертатсионӣ 1 монография, 25 мақола, аз ҷумла 13 мақола дар нашрияҳои тавсиянамудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 12 мақола нашр шуда, 5 Нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дарёфт шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми рисола. Кори рисола аз муқаддима, 5 боб, мулоҳизаҳо, хулоса, рӯйхати адабиёти истифодашуда, аз ҷумла 225 номгӯй иборат аст. Он дар 305 саҳифаи маҷмӯаи компютерӣ, аз ҷумла 57 расм, 88 ҷадвал ва замима пешниҳод карда шудааст.

МАЗМУНИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Дар муқаддима заминаҳо ва проблемаи асосии таҳқиқот нишон дода шуда, аҳамияти кор асоснок карда шудааст, сохтори диссертатсия нишон дода шудааст.

Дар боби якуми рисола таҳлили маълумотҳои адабиёт дар бораи роҳҳои коркард ва истифодаи ашёи хоми дорои ангишт дар истеҳсоли алюминий ва дигар соҳаҳо оварда шудааст. Тавсифоти умумии ангиштҳои Ҷумҳурии

Тоҷикистон инчунин тақсим карда шудаанд: тақсимоти пайдоиши геологӣ, захираҳои пешгӯишаванда ва саноатӣ ва инчунин нишондиҳандаҳои сифати онҳо. Истифодаи ашёи хоми карбон дар истеҳсоли анодҳо, массаҳои сумбашаванда, блокҳои катодии (пахлӯгӣ ва фаршӣ) электролизерҳои алюминий нишон дода шудааст.

Таҳлили маълумотҳои адабиёт нишон медиҳад, ки маводҳои карбон-графитӣ дар сохтор ва хосиятҳои онҳо дар маҳсулоти электродҳои ҳаммонанд надоранд. Хусусиятҳои массаи хуноки сумбашавандаи фаршӣ (МХСФ), блокҳои паҳлӯӣ ва фаршӣ, ки хусусиятҳои кори дастгоҳи катоди электролизерҳои алюминийро муайян мекунанд, аз таркиби петрографӣ, пайдоиши геологӣ ва геохимиявӣ, дараҷаи метаморфизми ҷузъи асосии антрацит ва пурқунандаи иловашуда вобастаанд.

Ҳангоми ба ангишт табдилёбӣ одатан массаи органикии ангишт зич карда мешавад ва массаи он бо сабаби тақсимоти моддаҳои баланд-молекулавӣ тадричан кам мешавад ва боиси зиёд шудани қобиляти барқии ангишт мегардад. Антрацити кони Назарайлок метоморфизмро нисбатан паст гузаронидааст. Аз ин рӯ, барои фишурдани массаи органикӣ энергияи зиёд лозим аст. Антрацити Назарайлок зичии кам дорад, баромади калони маводҳои зудбухор ва инъикоси кам дорад. Бо вучуди ин, антрацити кони Назарайлок ашёи муҳими технологӣ мебошад ва барои муайян кардани густариши истифодаи он корҳои зиёди таҳқиқотӣ заруранд; Аз он МХСФ, блокҳои паҳлӯгӣ ва фаршӣ ва дигар маводҳои карбон-графитӣ барои эҳтиёҷоти Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла барои ҶСК «ШАТ» истифода мешаванд.

Дар асоси ин мулоҳизаҳо роҳҳои коркарди антрацити кони Назарайлок пайдо кардан лозим аст, то ин ки антрацит он хосиятҳоеро (нишондиҳандаҳои сифат) пайдо кунад, ки барои истеҳсоли маводи мухталифи карбон-графитӣ мувофиқ меоянд, пайдо кунад. Барои ноил шудан ба ин ҳадаф, пеш аз ҳама омӯхтани сохтори молекулавии антрацити кони Назарайлок бо истифода аз усулҳои мухталифи физикавӣ-химиявии муосир зарур аст.

Вазифаи муҳим, дарёфт кардани имконияти истифодаи концентрати гилхокукриолит аз партовҳои саҳти карбон, ки дар ҶСК «ШАТ» хобанд бо мақсади ба даст овардани ҳулаҳои алюминий ва ҳуди алюминий бевосита дар электролизерҳо мебошад.

Барои ноил шудан ба ин ҳадаф ҳалли масъалаҳои зерин лозим аст:

1. Омӯзиши ҳамаҷонибаи физикӣ ва химиявии ташаккули таркиби антрацити кони Назарайлок ҳангоми коркарди гармӣ то 1700°C.

2. Омӯзиши ҳамаҷонибаи қонуниятҳои асосии ташаккули хосиятҳои физикӣ ва механикии прототипҳои блокҳои катодӣ бо истифодаи термоантрацит ва графити сунъӣ, ки аз корношоям шудани блокҳои пешина гирифта шудаанд.

3. Омӯзиши вобастагии хосиятҳои физикӣ ва механикии блокҳои катодӣ аз микдори дар таҳияи маводи карбондор, ки дар ҳарорати баланд (то 1700°C) коркард карда шудааст.

4. Интихоби таркиби оптималии шихта ва пайвастандае, ки хусусиятҳои беҳтарини физикӣ ва механикии маҳсулоти электродҳои карбон-графитро дар шароити истифодаи гази синтези таъмин карда шавад.

5. Истеҳсоли блоки паҳлӯгӣ дар асоси антрацитҳои кони Назарайлок бо коркарди ҳарорат, тақсимои андозаи ҳиссаҳо ва таҳлили муқоисавии хусусиятҳои физикӣ ва механикии онҳо бо ҳамҷинсҳои хоричӣ.

6. Интихоби таркиби оптималии шихта ва пайвастанда, ки хусусиятҳои беҳтарини физикӣ ва физикӣ-механикии МХСФ-и истеҳсолшударо дар асоси антрацити Назарайлок доранд.

7. Баровардани партияи саноатии МХСФ барои сумба намудани тарқишҳои байни блокҳои фаршии электролизерҳои алюминии ҚСҚ «ШАТ» ва таҳлили муқоисавии нишондиҳандаҳои сифатии онҳо бо ҳамтоёни хоричӣ.

8. Имкониятҳои истифодаи резамайдаҳои термоантрацит ба сифати маводи пуркунанда барои тафсонидани фаршҳои электролизерҳои алюминий пеш аз оғоз.

9. Пешниҳод оид ба истифодаи ҳамаҷонибаи антрацитҳои кони Назарайлок, инчунин истифодаи партовҳои карбондор дар истеҳсоли алюминийи электролитӣ.

БОБИ 2. ОМУЗИШИ СОХТОР ВА ХОСИЯТҲОИ АНТРАЦИТИ КОНИ НАЗАРАЙЛОК

Макро ва микрохосиятҳои ҷисмҳо дар сатҳи молекулавӣ муайян карда мешаванд. Ба макрохосиятҳо хосиятҳои мустақами дохил мешаванд. Масалан, барои антрацитҳо, функсияи тарқиш, шикастан мансуб аст. Микропропертҳо хосиятҳои оптикӣ, барқӣ, гармӣ (гармиғунҷоиш) ва дигар хосиятҳоро дар бар мегиранд, ки ба сохтори модда вобастаанд.

Хусусиятҳо ва хосиятҳои дар боло овардашуда таҳқиқоти мураккаби физико-химиявиро талаб мекунад, ба монанди термогравиметрия, дифраксияи рентгенӣ, ЭПР, спектроскопияи ИС, гармиғунҷоиш, кинетикаи аз таркиби антрацит хорич шудани ҷузъҳои органикӣ.

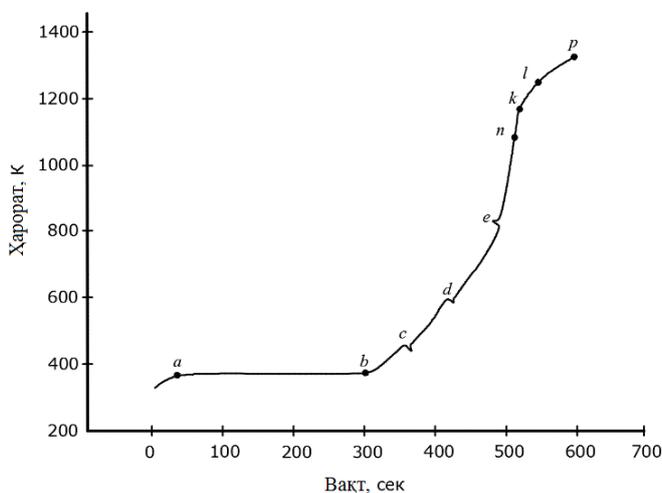
Коркарди гармии антрацит раванди асосии истеҳсолист, ки сохт ва хосиятҳоро ба самти муайян тағир медиҳад. Истифодаи антрацитҳо дар истеҳсоли массаҳои сумбашаванда ва дар соҳаи электродҳои саноатӣ бе коркарди гармӣ ғайриқобили қабул ё номатлуб аст, гарчанде ки баъзе маводҳо (термографит ва баъзеи дигар) дар асоси ашёи хоми бе коркарди гармӣ истеҳсол карда мешаванд.

Дар расмҳои 1 ва 2 термограмма, дериватограмма (қачии-2, ДТА-2) ва талафоти масса (қачии 4) антрацити кони Назарайлок нишон дода шудааст. Тавре ки аз расми 1 дида мешавад, қачии термограмма якҷанд нуқтаи афтиши ба ҳарорати муайян мувофиқро нишон медиҳад. Масалан, дар ҳарорати 110 °С, қисмати аb ба баромади оби адсорбсияшуда аз сатҳи антрацит, қисмати вc ба баромади оби генетикӣ аз қабатҳои амиқи ангишт мувофиқат мекунад, ки ин аввалин эндоэффектро дар қачии ДТА медиҳад (расми 2). Энергияи умумии фаъоли ин эффекти эндотермӣ 14,66 кДж / молро ташкил медиҳад, тартиби

реаксия тартиби якбуда бо суръати раванди бухоршавии намӣ аз сӯрохиҳои антрацит $0,670 \text{ мг / см}^2 \cdot \text{с}$ мувофиқат мекунад.

Дар қисмати cd (расми 1), қисми органикии антрацит мулоим мешавад ва баъзе газҳои ҷудошуда чунин мебошанд: O_2 ; N_2 , CO_2 . Ин барои антрацити метаморфизми паст (Назарайлок) хос аст. Дар минтақаи den (расми 1) баромади ҷузъҳои органикии зудбухор мавҷуд аст, ки маҳсулоти сӯзиши CO , CO_2 , H_2 , H_2S ва баромади CH_4 мебошанд. Ин раванд дар қачии ДТА (расми 2) дар якҷоягӣ бо аввалин экзоэффект бо энергияи фаъоли $18,80 \text{ кДж / мол}$, ва тартиби реаксия ба як баробар буда дорои суръати максималии озодшавии бухори ҷузъҳои органикӣ - $0,30 \text{ мг / см}^2 \cdot \text{с}$ мебошад.

Эндоэффекти баландҳарорати қачии ДТА (расми 2, хати қачи 2) ($620 \text{ }^\circ\text{C}$) метавонад аз ҳисоби деструксияи ҳароратӣ (ё тағироти фазаӣ) аз ҳисоби фрагментҳои вазнини органикӣ бошад. Ин ба қисмати nk1 мувофиқ аст (Расми 1).



Расми 1 – Термограммаи антрацити кони Назарайлок

ба амал меояд. Дар қачи термограмма, эндоэффект (расми 1) ба қисмати (np) мувофиқат мекунад.

Энергияи фаъол ба $99,24 \text{ кДж / мол}$ мувофиқат намуда, тартиби реаксия ба як баробар буда ва суръати максималии раванд $0,30 \text{ мг / см}^2 \cdot \text{с}$ мебошад. Ғайр аз он, реаксияҳое, ки дар ҳарорати 1050°C мегузаранд, аз афташ, дар қисми минералии ангишт сурат мегиранд, масалан, раванди мултизатсия аз ҳисоби реаксияи $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ба амал меояд.

Бояд қайд кард, ки қисми минералии антрацит аз Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO ва дигар микроэлементҳо иборат аст. Ғайр аз ин, дар вақти $t = 1050 \text{ }^\circ\text{C}$, будан сӯзиши пуршиддати карбон оғоз ёфта массаи умумӣ гум мешавад.

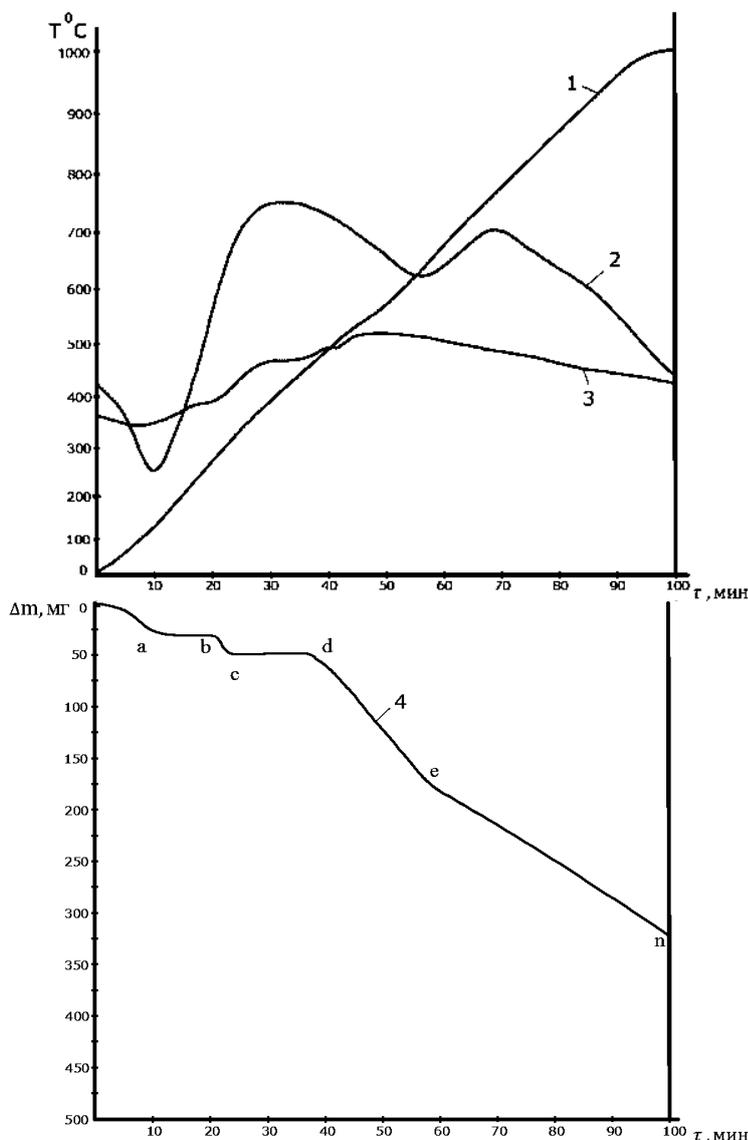
Қачии 4 (расми 2) маълумотро дар бораи аз даст додани массаи антрацит вобаста ба ҳарорат нишон медиҳад.

Барои ин бахш энергияи фаъол ҳисоб карда шуд, ки $60,60 \text{ кДж / мол}$, ташкил дода, тартиби реаксия ба як баробар буда ва суръати максималии тағирёбии фаза $0,40 \text{ мг / см}^2 \cdot \text{с}$ мебошад.

Дар қачии ДТА, экзоэффекти дуҷум ба мушоҳида мерасад, ки ба ҳарорати $700 \text{ }^\circ\text{C}$ мувофиқ аст. Дар ин ҳарорат, эҳтимолияти баромади ҳама ҷузъҳои органикӣ ба итмом расиданаш мумкин аст, фишурдашавии қабатҳои карбонӣ, баланд шудани дараҷаи ангиштшавӣ ва қисман сӯхтани карбон дар атмосфераи оксигенӣ

Ҳисоб карда шудааст, ки то ҳарорати 480 °С, талафоти массаи намуна 5,4% (масса) - ро ташкил медиҳад ва аз ҳисоби миқдори умумии намӣ, баромадани газҳои O₂, N₂, CO₂ рух медиҳад. Талафоти масса дар доираи 17,5% (масса) дар ҳарорати 500-660 °С асосан аз ҳисоби сӯختани ҷузъҳои органикӣ рух медиҳад, пас дар ҳарорати баландтар (660 °С) массаи антрацит аз ҳисоби сӯختани карбон ба амал меояд.

Талафоти умумии антрацит 35.0-38.6% (масс) мебошад. Дар шароити воқеӣ, ҳангоми тафсонидани антрацити кони Назарайлок дар оташдонҳои даврзанандаи саноатӣ, вобаста ба тақсимои андозаи зарраҳо, миқдори намӣ ва ҷузъҳои бухори органикӣ массаи умумӣ ба ҳисоби миёна 40,0% (масса) буда, ҳосилнокии маҳсулоти мувофиқ ба ҳисоби миёна 60% (масса) -ро ташкил медиҳад.

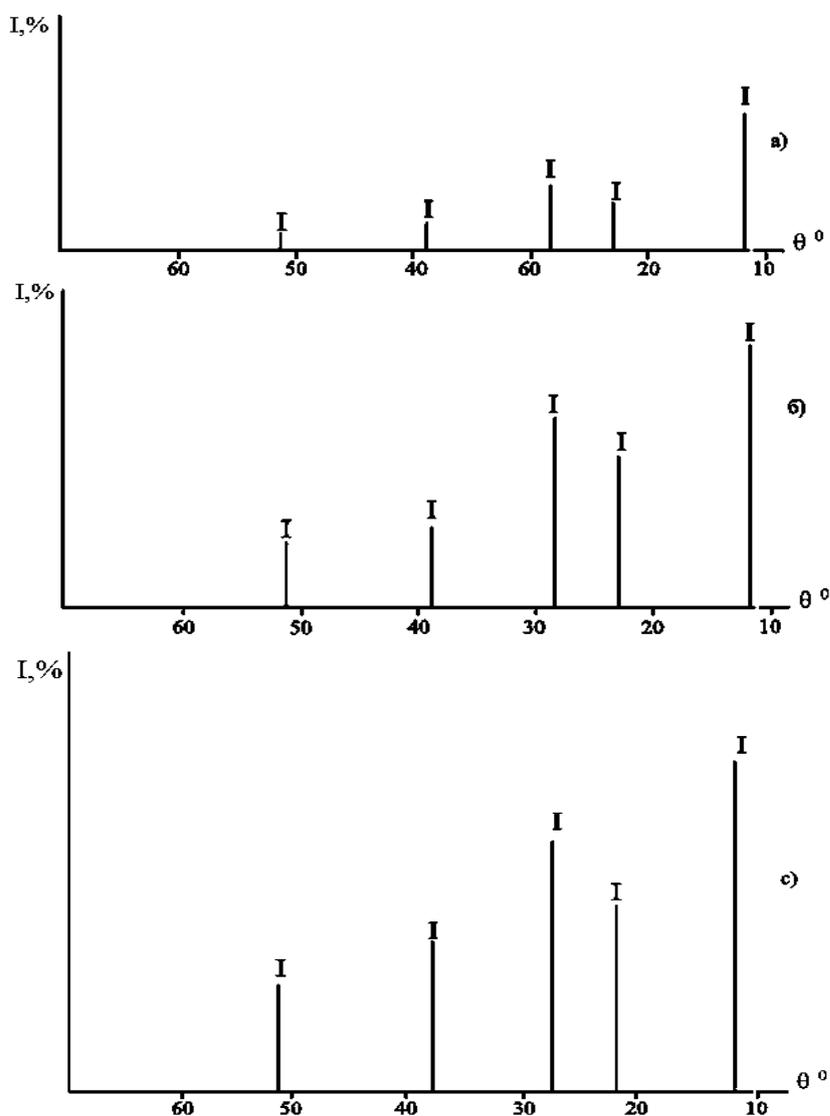


Расми 2 – Дериватограммаи антрацити кони Назарайлок:
 1 – суръати тағйирёбии ҳарорат; 2 – суръати талафи массаи антрацит;
 3 – суръати талафи массаи Al₂O₃; 4 – талафи массаи антрацит

Ҳамин тарик, таҷзияи термикии антрацитҳои Назарайлок аз 330 °С оғоз ёфта, дар 800-900 °С ба марҳилаи ниҳии нобудшавии сохтори ибтидоии молекулавӣ оварда мерасонад. Дар ҳарорати баландтар аз 1300°С, таҷдиди он ба амал меояд, ки инро рушди 2-юми экзоэффект нишон медиҳад (расми 2) ва ташаккули муллит аз қисми минералии ангишт Al_2O_3 ва SiO_2 ба амал меояд.

Дар расми 3 шакли хаттии рентгении антрасити аслӣ (хом), антрасити калсинатсияшуда дар ҳарорати 1200 °С (б) ва 1400 °С, (с) нишон дода шудааст ва натиҷаҳои ҳисоб дар ҷадвали 1 оварда шуда ба дигар қонҳои антрасит муқоиса карда шудаанд.

Дар спектри ИС-и антраситҳои хоми қони Назарайлок фурубари спектриҳои 1100-1200; 1450 - 1500; 2200-2350; 3300-3400; 3650-3750 cm^{-1} , ба назар мерасад, ки мутаносибан ба гурӯҳҳои функционали C – O; NH; C ≡ C; C - H; O - H, мувофиқат мекунанд, ки дар хатти қач қулаҳоро ба вуҷуд овардаанд (бо расми 4 ва хатти қачи 1 нигаред).



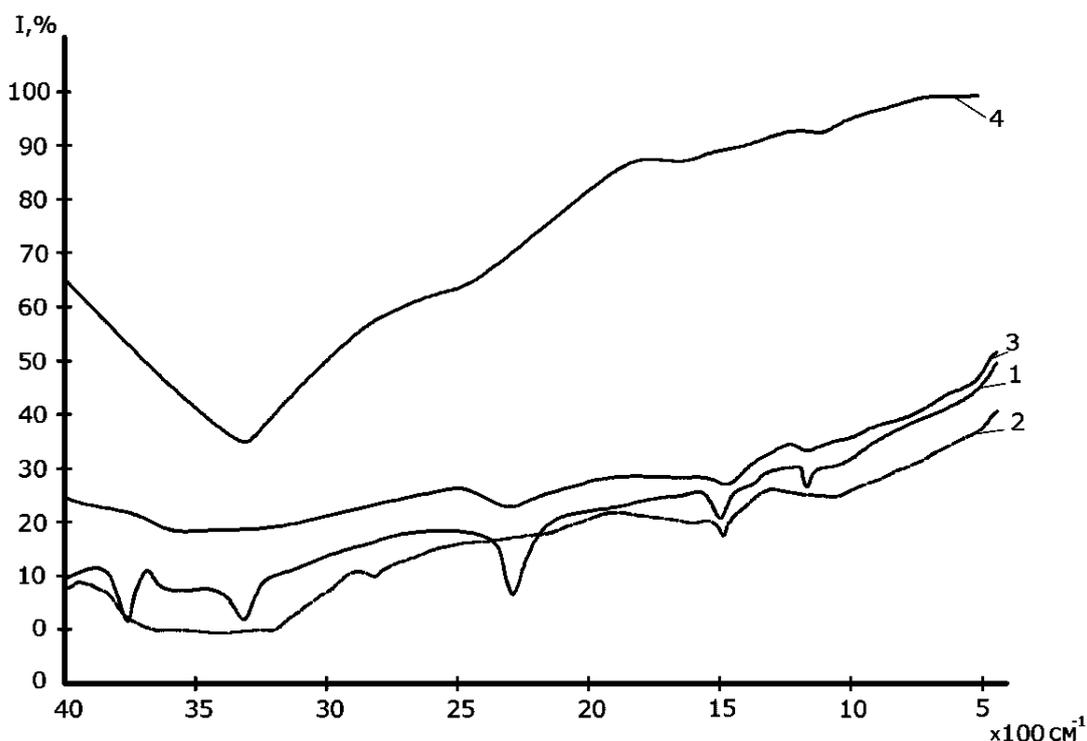
Расми 3 - Штрихрентгенограммаҳо: а) антрасити хом; б) антрасит пас аз тафсондан (дар ҳарорати 1200 °С); в) антрасит пас аз тафсондан (дар ҳарорати 1400 °С)

Тавре ки аз расми 4 дида мешавад, дар ҳарорати 1000-1400 °С дар спектрҳои ИС, ҳамворшавии қуллаҳо ба назар мерасад, ки аз байн рафтани ҷузъҳои органикӣ, алалхусус дар $t = 1400$ °С (қачии 4) мебошад. Дар ин ҳарорат карбонизатсияи антрацит ба амал меояд, ки карбони ҳосилшуда мавҷи электромагнитиро то 95% (масса) ба худ мегирад. Спектри фурубурдашудаи 3500-3000 см^{-1} (минимум дар хатти 4), эҳтимол ба ташаккули пайванди гидрогенӣ рост меояд.

Ҷадвали 1 - Тавсифи муқоисавии антрацитҳои конҳои гуногун то ва баъди коркарди ҳароратӣ

№ бт	Антрацит	Зичии қисми органикӣ, кг/м^3	Таснифоти сохти рентгенӣ, нм			Индекс $L_a \cdot L_c$
			d_{002}	L_a	L_c	
	1	2	3	4	5	6
1	Ҳавзаи Донецк (шахтаи №№66-67)	1660	0,3507	35,70	15,20	542,64
2	Донбасси Россия (шахтаи ба номи 60-солагии комсомоли Ленинӣ)	1500	0,3550	9,00	3,00	27,00
3	Ха-Ту (Ветнам, метаморфизми контактӣ)	1420	0,3518	27,70	19,70	545,69
4	Назарайлоқ (Тоҷикистон, қитъаи «Шикорхона»)	1420	0,3560	27,90	20,10	560,79
5	Ҳавзаи Горловск (антрацити Коливанск типии фюзенит)	1690	0,3517	33,50	15,60	522,60
Пас аз коркарди ҳароратӣ (1000 °С)						
1	Ҳавзаи Донецк (шахтаи №№66-67)	2200	0,3361	46,00	20,30	933,8
2	Донбасси Россия (шахтаи ба номи 60-солагии комсомоли Ленинӣ)	1900	0,3460	15,60	3,80	59,28
3	Ха-Ту (Ветнам, метаморфизми контактӣ)	2130	0,3360	45,00	19,50	877,50
4	Назарайлоқ (Тоҷикистон, қитъаи «Шикорхона»)	1750	0,3520	40,50	17,25	698,62
5	Ҳавзаи Горловск (антрацити Коливанск типии фюзенит)	2030	0,3362	33,80	19,20	648,96
Пас аз коркарди ҳароратӣ (1200 °С)						
1	Ҳавзаи Донецк (шахтаи №№66-67)					

	1	2	3	4	5	6
2	Донбасси Россия (шахтаи ба номи 60-солагии комсомоли Ленинӣ)					
3	Ха-Ту (Ветнам, метаморфизми контактӣ)					
4	Назарайлоқ (Тоҷикистон, қитъаи «Шикорхона»)		0,343			
5	Ҳавзаи Горловск (антрасити Коливанск типӣ фюзенит)					
Пас аз коркарди ҳароратӣ (1400 °С)						
1	Ҳавзаи Донецк (шахтаи №№66-67)					
2	Донбасси Россия (шахтаи ба номи 60-солагии комсомоли Ленинӣ)					
3	Ха-Ту (Ветнам, метаморфизми контактӣ)					
4	Назарайлоқ (Тоҷикистон, қитъаи «Шикорхона»)		0,340			
5	Ҳавзаи Горловск (антрасити Коливанск типӣ фюзенит)					



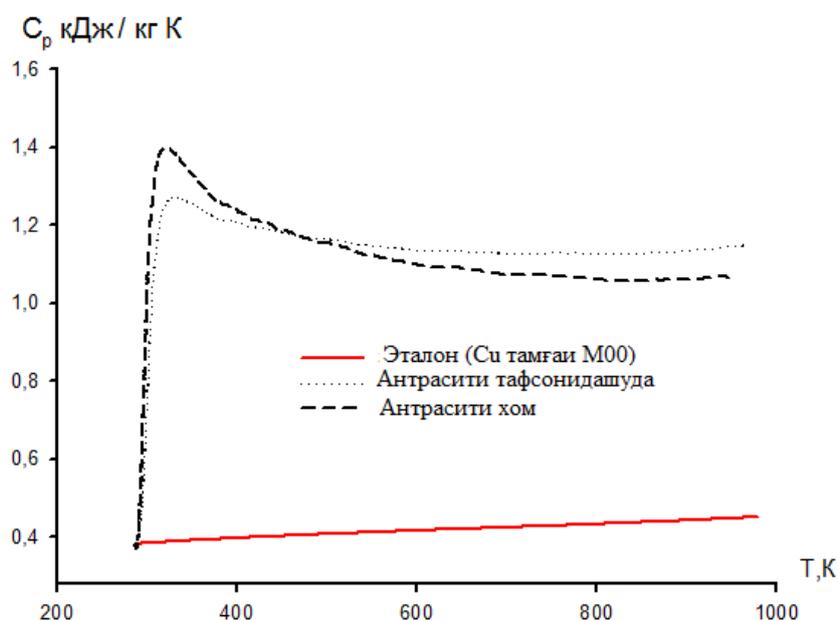
Расми 4 – Спектрҳои ИС-и антрасити хом ва баъди коркарди гармии кони Назарайлоқ (қабати №4): 1 – антрасити хом; 2 - коркарди гармӣ дар ҳароратӣ 1000⁰С; 3- коркарди гармӣ дар ҳароратӣ 1200⁰С; 4 - коркарди гармӣ дар ҳароратӣ 1400⁰С

Омӯзиши гармиғунҷоиш яке аз усулҳои асосии омӯхтани тағиротҳои сохтории ҳам ҷисмҳои изотропӣ ва ҳам анизотропӣ мебошад. Ба ҷисмҳои анизотропӣ антрацитҳо ва дигар ангиштҳо дохил мешаванд.

Таҳлили адабиётҳо нишон медиҳад, ки усули беҳтарини омӯзиши гармиғунҷоиш усули муқоисаи суръати “сардшавии” ду намуна ҳисобида мешавад: яке аз таҳқиқшуда ва як истинод - тибқи қонуни “сардшавии” Нютон-Рихман.

Омӯзиши вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши антрацит дар режими “хунуккунӣ” бо истифодаи технологияи компютерӣ ва барномаи Sigma Plot гузаронида шуд. Ба сифати эталон миси тамғаи МОО истифода шуд. Ҳамзамон, параметрҳои дар боло нишондодашуда барои антрацити пеш аз тафсонидашуда ва дар ҳарорати 1100 ± 25 °С дар танӯрҳои гардишхурандаи саноатии ҚСҚ «ШАТ» омӯхта шуда буданд.

Дар расми 5 вобастагии гармиғунҷоиши хос аз ҳарорати намунаҳо нишон дода шудааст.



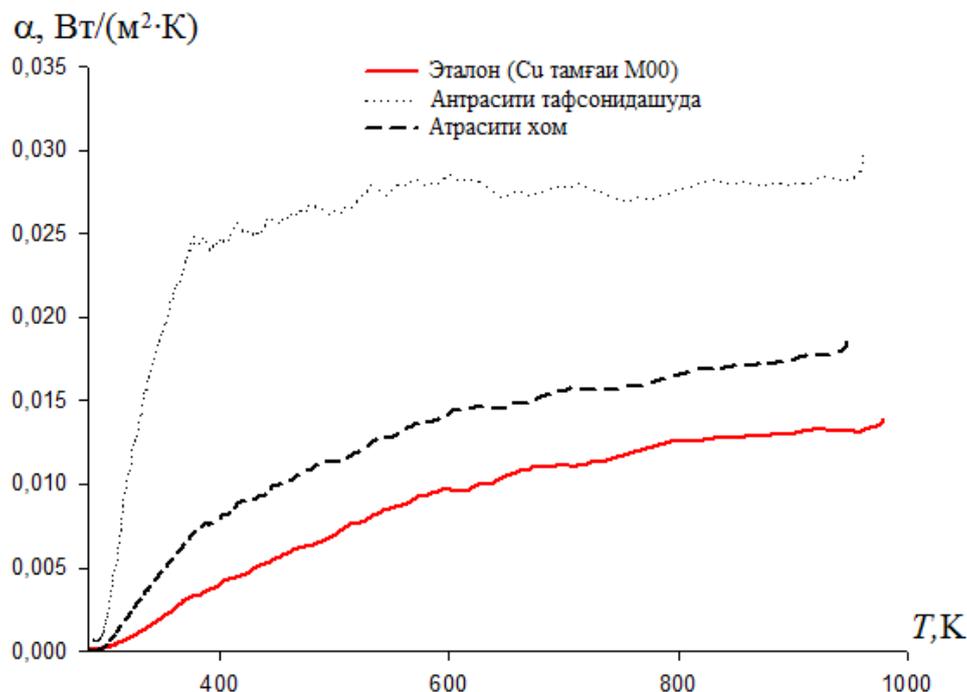
Расми 5 – Вобастагии гармиғунҷоиши хоси эталон ва антрацит аз ҳарорат

Тавре ки аз расми 5 мушоҳида мешавад, дар ҳарорати 320 К, қобилияти гармиғунҷоиши хоси антрацити хом нисбат ба антрацити пешакӣ коркарди гармӣ кардашуда ($1,27$ кДж / кг · К) зиёдтар буда ба ($1,40$ кДж / кг · К) баробар аст. Фарқият $0,13$ кДж / кг · К мебошад, ки бо мавҷудияти намии адсорбсия шуда дар антрацити хом алоқаманд аст. Ғайр аз он, ҳангоми баланд шудани ҳарорат, ки намӣ бухор мешавад гармиғунҷоиши хос дар ҳарорати 500 К бо ҳам барорбар шуда қиммати $1,165$ кДж/кг·К мегирад. Дар ҳарорати 1000 К гармиғунҷоиши хоси антраците, ки ба кокс мубадал мешавад ба $1,065$ кДж/кг·К баробар мешавад дар ҳоле, ки барои антрацити пеш аз коркарди гармӣ $1,135$ кДж / кг · К мебошад.

Ҳамин тавр, барои тартиб додани баланси гармии электролизерҳои алюминий, ки блокҳои катодии онҳо аз антрацити кони Назарайлок сохта шудаанд, бояд C_p миёнаи $1,950$ кДж / кг · К дар доираи ҳарорати (973 - 1173) К

истифода бурдан лозим аст. Дар асл, барои истеҳсоли блокҳои катодӣ дар шароити истеҳсоли, антрацит бояд дар ҳарорати 1200-1250 °С (1473-1523 К) тафсонида шавад.

Дар расми 6 вобастагии коэффисиенти гармидиҳи (α) аз ҳарорат (T) барои намунаи стандартӣ ва антрацитҳои омӯхташуда нишон дода шудааст.



Расми 6 –Вобастагии коэффисиенти гармидиҳи эталон ва антрацит аз ҳарорат

Чи тавре ки аз расми 6 дида мешавад, коэффитсиенти гармидиҳи антраците, ки қаблан тафсонидашуда гирифта шудааст, нисбат ба антрацити хом хеле баланд аст. Масалан, дар ҳарорати 800 К, коэффитсиенти гармидиҳи антрацити пешаки коркарди гармӣ шуда ба 0,027Вт/м² · К, ва антраците, ки комилан коркард нашудааст - 0,012 В/м² · К мебошад. Тавре ки аллақай қайд карда шуд, дар истеҳсоли блокҳои карбонграфитӣ, ки барои бутабандӣ истифода мешавад бояд дар ҳарорати 1473-1523 К коркард карда шавад. Дар ҳудуди ҳарорати 600-1000 К α қариб ки доимӣ мемонад ва дар ҳудуди 0,026-0,028 Вт / м² · К тағйир меёбад. Барои ҳисобҳои амалӣ, метавонанд қимати α -ро ба 0,027 Вт / м² · К қабул намоянд.

Омӯзиши гармиғунҷоиши антрацитҳо бо истифода аз барномаи махсуси Sigma-plot функцияҳои термодинамикиро дар ҳароратҳои гуногун дод. Вобастагии энталпия ΔH^0 (кҶ / кг), энтропия ΔS^0 (кҶ / кг · К) ва энергияи Гиббс ΔG^0 (кҶ / кг) аз ҳарорат барои антрацитҳои хом ва қаблан тафсонидашуда дар ҷадвали 2 оварда шудаанд. Функцияҳои термодинамикии ҳисобкардашуда истеъмоли энергияро барои десорбсияи об, ҷудошавии моддаҳои бухоршаванда

ва ба антрацит сохтори муайяно баҳо дода, инчунин дараҷаи метаморфизми ангиштро нишон медиҳанд.

Ҷадвали 2 – Вобастагии тағйирёбии функсияҳои термодинамикии антрацит ва эталон аз ҳарорат

Номгуинаму наҳо	$H^0(T) - H^0(T_0)$ кДж / кг						
	Т.К						
	300	400	500	600	700	800	900
1	2	3	4	5	6	7	8
Эталон (Cu тамғаи МОО)	0,711986322	39,8675	80,16671	121,419	163,519	206,4466	250,2666
Антрацити тафсонада	0,001865116	0,096525	0,179061	0,249816	0,249816	0,359947	0,402605
Антрацити ҳом	0,002005741	0,104269	0,193355	0,268379	0,329426	0,377555	0,414795
$S^0(T) - S^0(T_0)$ кДж / кг·К							
Эталон (Cu тамғаи МОО)	-0,01033279	0,102223	0,192105	0,267293	0,332174	0,389483	0,441085
Антрацити тафсонада	0,000006296	0,000279	0,00064	0,000593	0,000686	0,000753	0,000803
Антрацити ҳом	0,000006717	0,000302	0,000502	0,00064	0,000735	0,0008	0,000845
$G^0(T) - G^0(T_0)$ кДж / кг·К							
Эталон (Cu тамғаи МОО)	3,811822	-1,02179	-15,886	-38,9567	-69,0027	-105,14	-146,71
Антрацити тафсонада	-0,000005	-0,01523	-0,05297	-0,10621	-0,17043	-0,24254	-0,32048
Антрацити ҳом	-0,00009	-0,01667	-0,05778	-0,15564	-0,18505	-0,26244	-0,34529

**БОБИ 3. ОМУЗИШИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВӢ-ХИМИЯВӢ ВА
ФИЗИКАВӢ-МЕХАНИКӢ, ИНТИХОБИ РЕСЕПТУРА ВА КОРКАРДИ
ТЕХНОЛОГИЯИ ИСТЕҲСОЛИ САНОАТИИ МАССАИ ХУНУКИ
СУМБАШАВАНДАИ ФАРШӢ ДАР АСОСИ АНТРАСИТИ
КОНИ НАЗАРАЙЛОҚ**

Пас аз омӯхтани сохтор ва хосиятҳои антрацитҳои кони Назарайлоқ, имконпазирии ба даст овардани маҳсулоти электродҳо барои бутабандии электрлизерҳои алюминӣ, хусусан ба роҳ мондани истеҳсоли МХСФ мебошад.

Ҳангоми гузарондани таҳқиқоти лабораторӣ ва таҷрибавӣ-саноатӣ барои истеҳсоли МХСФ, пайвастандандаи ангишти, ки хусусиятҳои гуногуни реологӣ дорад, истифода бурда шуд ва массаи фаршӣ тибқи дастури технологии ТИ 48-0128-50-60-40 “Омодасозии массаи хунуккардашуда” омода карда шуд.

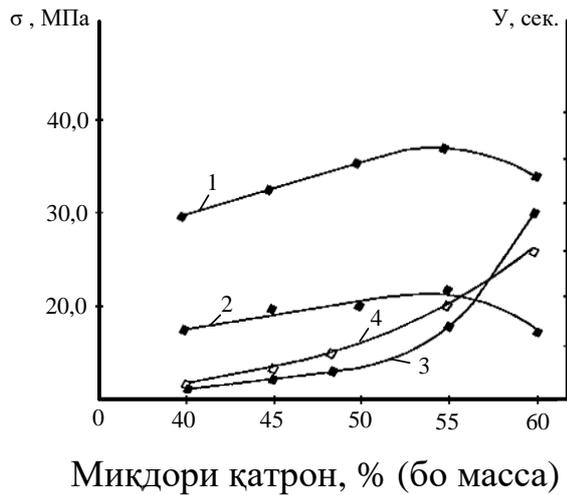
Бо мақсади интихоби таркиби оптималии МХСФ бо нишондиҳандаҳои беҳтаркардашуда, вобастагии қобилияти ниҳии мустаҳкамӣ (σ , кгс/см²), зичкунӣ (уплотняемость) (U , сек), ковокӣ (Π ,%), зичии зоҳирӣ (d_z , кг/м³) аз миқдори қатрон дар пайвастанданда омӯхта шуданд, инчунин таҳияи худи пайвастандандро дар шихта дида шуд. Шихта чунин таркиби гранулометрӣ дошт, %: (-12 + 5) мм -15, (-5 + 1) мм-34, (-1 + 0.15) мм-20, (-0.15 + 0.074) мм-31. Барои муқоиса нишондиҳандаҳои сифатии МХСФ, ки аз антрацити вилояти Днетск (Украина) гирифта шудаанд, оварда шудаанд.

Тасвирҳои 7 ва 8 вобастагии σ , U , Π , d_k -ро аз миқдори қатрон дар пайвастанданда нишон медиҳанд. Тавре ки аз расми 7 мушоҳида мешавад, бо зиёд шудани миқдори қатрон то ба дараҷаи муайян, σ меафзояд ва қимати максималиро дар миқдори қатрон 55% (бо масса) будан ба амал меояд ва сипас кам мешавад (каҷҳои 1, 2). Бояд қайд кард, ки қимати σ барои антрацити Назарайлок назар ба антрацити Украина баландтар аст (каҷии 2). Нисбат ба сумбашавӣ бошад, вай бо зиёд шудани миқдори қатрон афзоиш меёбад (каҷҳои 3,4). Миқдори зиёди қатрон дар таркиби пайвастанданда ба зиёдшавии “равғаннокии калон”, часпакӣ ва вақти калони сумбашавиро ба амал меорад. Маълум карда шудааст, ки ҳар ду антрацит якхела хосият доранд. Нишондиҳандаҳои беҳтарини пайвастанданда ба таркиби қатрон ба андозаи 55% (масса) ва боқимонда 45% (масса) равғани фурубаранда мебошанд.

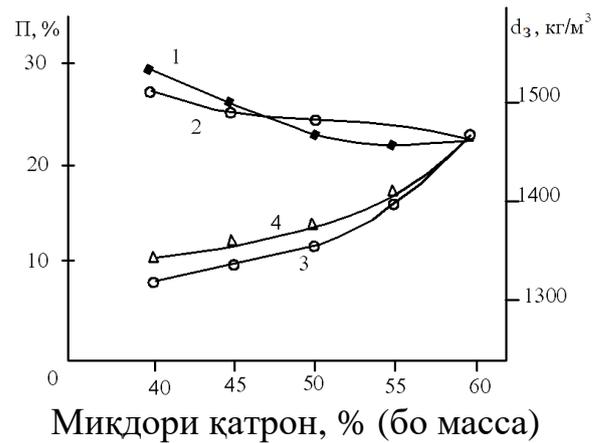
Тасвирҳои 9 ва 10 вобастагии σ , U , Π , d_z барои МХСФ аз таркиби пайвастандандро дар таркиби шихта нишон медиҳанд. Тавре ки аз расми 9 мушоҳида мешавад, бо афзудани миқдори пайвастанданда σ афзоиш меёбад ва ба ҳадди максималӣ мерасад (каҷии 1) дар консентратсияи 12,5% (масса) мувофиқат мекунад. Афзоиши минбаъдаи пайвастанданда ба кам шудани σ оварда мерасонад. Барои антрацити украинӣ (каҷии 3) ҳадди ниҳии σ мушоҳида намешавад. Дар мавриди мутобиқати (Y), бо зиёд шудани консентратсияи пайвастанданда, мутобиқати МХСФ ҳангоми истифодаи антрацитҳо тақрибан баробар зиёд мешавад (каҷҳои 2.4).

Ҳангоми миқдори пайвастанданда ба 12,5% (масса) баробар будан худуди мустаҳкамии МХСФ дар натиҷаи фишурдан ба 34 МПа (340 кгк/см²) баробар мешавад, сумбашавӣ бошад ба 6 сон.(антрацити Назарайлок). Барои антрацити Украина бузургҳои мазкур ба 17,5 МПа (175 кгк/см²) ва 8,5 сон.,баробаранд.

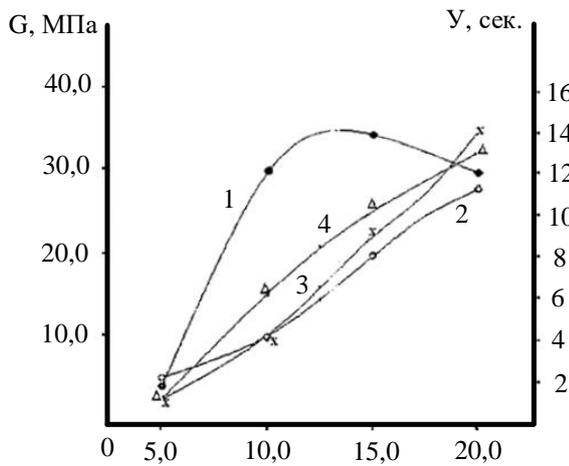
Ҳамин тариқ, дар асоси таҳқиқотҳо барои тайёр намудани пайвастанданда таносуби зеринро гирифтани мумкин аст: қатрон 53-55%, равғани фурубаранда 45-47% (масса). Барои тайёр намудани МХСФ ба шихта миқдори пайвастанданда 12-13 % (масса) бояд ташкил кунад.



Расми 7 - Вобастагии мустаҳкамии механикӣ (σ), сумбакунӣ (U) МХСФаз микдори пек дар пайваस्तкунанда: 1 – σ (Назарайлок); 2 – σ (Запорожье); 3- U (Запорожье); 4- U (Назарайлок)

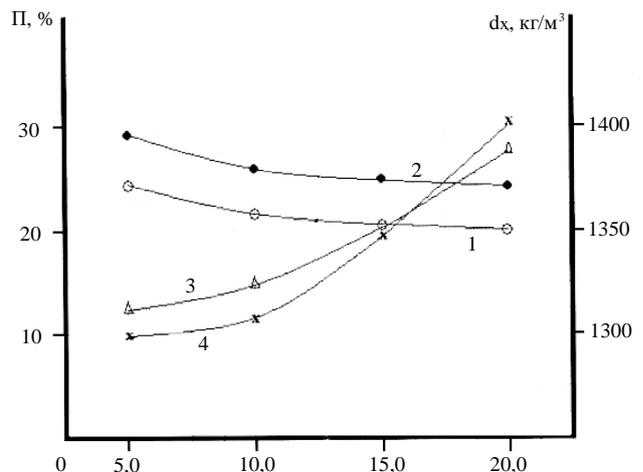


Расми 8 - Вобастагии ковоқӣ (P) ва зичии зоҳирӣ (d_3) МХСФаз микдори пек дар пайваस्तкунанда: 1- P (Назарайлок); 2 – P (Запорожье); 3- d_3 (Запорожье); 4- d_3 (Назарайлок)



Микдори қатрон, % (бо масса)

Расми 9 - Вобастагии ҳудуди мустаҳкамӣ МХСФ аз фишурдакунӣ (G) ва сумбакунӣ (U) дар микдори пайваस्तкунанда: 1,2 - ҳудуди мустаҳкамӣ масса аз фишурдакунӣ ва сумбакунӣ дар асоси антрацити Назарайлока; 3,4 – айнан инчунин, мувофиқ дар асоси антрацити Украина



Микдори қатрон, % (бо масса)

Расми 10 - Вобастагии ковоқунӣ (P) ва зичии ҳақиқӣ (d_x) МХСФ аз микдори пайваस्तкунанда: 1,4 - ковоқунӣ ва зичии ҳақиқии масса дар асоси антрацити Назарайлок; 2,3 - айнан инчунин, мувофиқ дар асоси антрацити Украина

Ғайр аз он, дар асоси оптимизатсияи миқдори пайвастунаки ҷорӣ, мутобиқи ТИ 48-0126-50-60 -04 ресептураи шихта (пуркунанда) интихоб карда шуд. Рақамҳои ресептура ва нишондиҳандаҳои сифатии МХСФ ба даст овардашуда дар ҷадвали 3 оварда шудаанд. Тавре ки аз ҷадвали 3 дида мешавад, нишондиҳандаҳои беҳтарини сифати МХСФ ба ресептураҳои 3 ва 4 мувофиқат доранд. Рақамҳои ресептура ба миқдори гуногуни таркиби фраксияи шихта мувофиқ аст.

Ҷадвали 3 - Нишондодҳои сифати намунаҳои МХСФ

Нишондоди сифат	Рақами ресептураҳо					
	1	2	3	4	5	6
Мустаҳкамии механикӣ ҳангоми фишурдан, кг/см ²	200	250	368	321	260	220
Зичии ҳаҷмӣ, кг/м ³	1300	1330	1390	1400	1380	1360
Зичии ҳақиқӣ, кг/м ³	1700	1730	1760	1750	1750	1740
Сумбакунӣ, сон	1.0	2.0	3.0	6.0	10.0	15.0
Ковокӣ (умумӣ), %	26.0	24.0	20.5	21.5	24.0	25.0
Тағйирёбии ҳаҷмӣ, %	0,92	1,52	1,68	2,45	3,00	2,64
Хокистарнокӣ, мас.%	3.6	3.5	3.2	3.3	3.4	3,5
Шиштан (усадка), %	- *	0.08	0.10	0.12	0.16	0.18
Коэффисиенти мустаҳкамӣ (K_M)	4.0	5.2	6.0	6.5	5.2	4.8
<i>*Тез парахашавӣ ҳангоми фишурдакунӣ ба амал меояд</i>						

Бо мақсади гузаронидани таҳқиқот дар миқёси саноатӣ, антрацити хоми аз қабати №4 гирифташуда ба миқдори 200 тонна гирифта шуд. Коркарди гармӣ дар кӯраи тафсондашудаи даврзананда ҶСК “ШАТ” бо суръати ҳархелаи гардиш 0.70; 1.06; 1.4; 2.10 гардиш/дақиқа гузаронида шуд.

Ҷадвали 4 таркиби химиявӣ, муқовимати хоси барқ (МХБ) ва зичии ҳақиқии антрацити калсинатсияшударо вобаста ба суръати гардиши кӯраи мазкур нишон медиҳад. Бор кардани антрацит ба оташдон 5,5-6,0 тонна / соатро ташкил дод. Аз ҷадвали 4 дида мешавад, ки пас аз калсинатсия, антрацит - диэлектрик ба маводи барқгузаранда мубаддал мешавад. Муқовимати хоси он ба ҳисоби миёна 1216 Ом · мм² / м-ро ташкил медиҳад.

Ҳангоми борнокунӣ бо антрацит нишондиҳандаҳои беҳтарини сифати антрацити бо гармӣ коркардшуда бо суръати 1,06 гардиш/дақ. ва ҳарорати 1300⁰С таъмин карда мешавад. Дар амал, нигоҳ доштани ҳарорат дар оташдон 1300⁰С ва зиёда аз он боиси вайроншавии босуръати бутабандӣ мегардад. Бинобар ин мӯҳлати хизмати оташдонро кам мекунад. Барои ба даст овардани МХСФ тавсия дода мешавад, ки ҳарорати калсинатсияи антрацит дар оташдонҳои саноатӣ дар ҳудуди 1000-1100 ⁰С гузаронида шавад.

Ҷадвали 4 - Нишондодҳои сифатии антрацити тафсонидашудаи кони Назарайлок бо речаҳои кори гуногуни кӯра

Суръати кардиши кӯра, гар/дак	Худуди ҳарорати гармшавии оташдон, °С	Ҳарорати баромади газҳо, °С	МХЭ, Ом мм ² /м	Ҳоки стар, мас.%	Боқимонд аҳои маводҳои хоричшаванда., %	сулфур, мас.%	Зичии ҳақиқӣ кг/м ³
1,06	1280-1310	770-780	1150,0	4,50	1,56	0,16	1740
1,40	1250-1290	760-780	1200,0	3,52	2,24	0,18	1720
2,1	1250-1300	770-780	1350,0	3,22	2,56	0,27	1700
Қиммати миёна:			1237	3,71	2,10	0,195	1727
Мувофиқи ТИ -48-0126-50-37-01			На зиёд аз 1300,0	На зиёд аз 6,00	Бе меъёр	На зиёд аз 1,000	На кам аз 1749

Қаблан дар ҶСК “ШАТ” МХСФ аз антрацити Украина (Запорожье) харидорӣ мешуд ва аз соли 2003 инҷониб. дар асоси ин технология, МХСФ бо истифодаи антрацит аз кони Назарайлок, тибқи дастури технологии ТИ 48-0126-50-06-04 “Омодасозии массаи хуноки антрацит” коркард шудааст. Бо ин мақсад таҷҳизот ва хатҳои технологӣ, ки барои истеҳсоли анодҳо (ПА) -и ҶСК “ШАТ” пешбинӣ шудаанд, истифода шуданд.

Таркиби оптималии шихта ва миқдори иловаҳои пайвастанданда чунин буд: % (бо масса) (-12 + 5) мм-14 ± 2; (-5 + 1) мм-34 ± 2; (-1 + 0.15) мм-19 ± 2; (-0.15 + 0.074) мм-32 ± 1, аз ҷумла <0.074 мм - 23 ± 0.00

Таркиби пайвастанданда (12-13)% иборат аз: қатрон - (53 ± 2)%; рағани ҷаббанда - (47 ± 2)%.

Ҳисоби дебетии шихтаи хушк дар истеҳсолоти саноатии МХСФ дар ҷадвали 5 нишон дода шудааст. 200 тонна МХСФ ба даст оварда шуд, ки ҳар кадоми он 2,5 тонна дар контейнерҳо ҷойгир карда шуд. Таҳлили сифати МХСФ дар ҳар як контейнер гузаронида шуд. Натиҷаҳои ҳисобҳо дар ҷадвали 6 нишон дода шудаанд.

МХСФ (ҷадвали 6), ки дар баъзе контейнерҳо пур шудаанд аз ҷиҳати устуворӣ ва фишурдасозӣ, ба стандарти ТИ-48-0126-50-06-04 ва “Нишондиҳандаҳои физикӣ ва механикӣ сифати массаи хунокумбашаванда” мутобиқ нестанд.

Мувофиқи ТУ-48-0136-06-92, аз МХСФ-и омодашуда қабатҳои басташавии блокҳо пур карда шуда, «болиштҳо» -и 300 электролизер низ ғелонда шудаанд.

Ҷадвали 5 – Ҳисоби дебетӣ омехтаи хушк барои идоракунии таркиби фраксионӣ

Андозаи зарачаҳо, мм	Басомади фраксионӣ, %								Дебетӣ омехтаи додашуда, %				Дебетӣ омехтаи гирифта шуда, %
	96,5		89,8		69		50		12±3	35±2	13±4	40±3	
	г	%	г	%	г	%	г	%					
12-10	110	35,4	25	9,4					11.6	3.3			14.9
4,7	190	61,1											
1,65	11	35	180	67.4	3.0	1.0			0.4	23.6	0.1		34.4
0,83										7.9	2.4		
0,3										0.2	6.4	1.2	17.3
0,15											2.4	6.8	
0,074											1.0	8.0	33.4
-0,074											0.4	24.0	

Параметрҳои технологӣ ва нишондиҳандаҳои техникую иқтисодии баъзе электролизерҳо ҳангоми истифодаи МХСФ-и худӣ истехсолшуда дар ҷадвали 7 оварда шудаанд.

Маълумоти дар ҷадвали 7 даровардашуда, батафсонӣ ва ба кор даровардани электролизерҳои алюминий ба стандартҳои дар дастурҳои технологӣ қабулшуда, ки бо қувваҳои ҷараёни 160 ва 175 кА бо анодҳои пухта кор мекунанд, мувофиқанд.

Ҷадвали 6 – Динамикаи истехсол ва таҳлили МХСФ - и дар асоси антрацити Назарайлоқ ҳосил кардашуда

№ контейнер	Мустақами механикӣ, кгс/см ² , на кам аз 230	Ковокӣ, 20-25%	сумбакуни, с 1- 10	Ғубор, на > 8%	Тағирёбии ҳаҷмӣ, 0,5-3,5%	хокистар На > 6,0%	Зичии зоҳирӣ, кг/м ³ , На < 1350	Зичии ҳақиқӣ, кг/м ³ , На < 1750
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	259	22,2	5				1400	1800
216	274	21,3	12				1400	1780
172	220	20,0	6				1440	1800
71	201	24,0	7				1390	1830

Давоми ҷадвали 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
56	232	21,9	4	10,10	2,07	12,63	1390	1780
28	288	21,8	3				1400	1790
234	254	23,5	10				1370	1790
51	258	22,7	11				1390	1800
156	271	21,2	6				1410	1790
76	255	21,8	5	7,30	1,47	7,41	1400	1790
122	250	21,2	4				1410	1790
152	213	26,7	18				1340	1830
55	250	24,1	8				1380	1820
21	176	25,9	9				1400	1890
105	268	22,9	10	5,99	3,19	9,53	1380	1790

Ҷадвали 7 - Параметрҳои технологӣ ва нишондодҳои техникаю-иқтисодии электролизёрҳои ки шифташон бо МХСФ-и аз антрацити кони Назарайлоқ сумба карда шудаанд

Рақами ванна	Мӯҳлати хизматрасонӣ, моҳ.	Қувваи ҷараён, кА	Шиддат дар ванна, В	Афтиши шиддат дар шифти ванна, В	Баромад аз рӯи ҷараён, %	Сатҳ, см		Самараноӣ кг/шабаона рӯз
						Металл	Электролит	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101	10,7	173,0	4,20	0,350	86,54	34,0	16,0	1206,7
111	4,2		4,18	0,345	89,71	35,0	16,5	1250,9
108	6,6		4,15	0,342	87,56	33,5	16,8	1220,9
202	3,6	173,0	4,18	0,340	88,63	34,2	16,3	1235,8
211	11,3		4,21	0,350	87,92	33,8	17,6	1225,7
294	6,4		4,20	0,346	86,48	34,0	17,0	1205,8
398	3,5	172,8	4,21	0,350	85,15	33,5	18,8	1185,9
323	4,6		4,22	0,352	86,00	34,5	16,5	1197,8
311	2,4		4,20	0,355	85,65	33,6	17,2	1193,0
404	6,4	172,8	4,18	0,348	90,15	34,0	16,5	1253,5
427	3,2		4,15	0,345	89,25	33,5	17,0	1243,0
482	12,0		4,21	0,351	88,55	34,0	18,7	1233,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
592	7,1	158,0	4,20	0,350	88,00	33,5	17,2	1120,7
518	5,1		4,16	0,348	86,05	33,8	18,9	1095,2
517	6,7		4,22	0,340	87,15	34,0	16,0	1109,2
609	7,1	158,0	4,17	0,346	88,83	34,2	16,3	1148,0
611	5,1		4,25	0,352	90,15	34,5	16,5	1147,4
683	6,7		4,19	0,348	87,56	34,7	17,8	1114,3
790	3,0	157,8	4,22	0,350	89,40	32,8	17,5	1137,0
792	6,9		4,25	0,345	87,45	33,2	16,4	1111,6

Тавре ки аз ҷадвали 7 дида мешавад, пастшавии шиддат дар шифти ваннаҳо бояд одатан аз 350 мВ зиёд набошад, аммо дар асл барои баъзе электролизерҳои таҷрибавӣ аз 2 то 10 мВ зиёд аст. Фарқи 2-10 мВ бо дақиқии ченкунӣ алоқаманд аст ва дар доираи имконпазири ± 10.0 мВ ҷойгир аст.

БОБИ 4. ТАҲҚИҚОТ ВА ИНТИХОБИ НАМУНАҲО БАРОИ БЛОКҲОИ ПАҲЛУЌ, ФАРШЌ ВА БЛОКҲОИ АНОДИИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРИ АЛЮМИНИЙ

Антрасити табиӣ (хом) амалан барои истеҳсоли маводи карбон-графит истифода намешавад. Барои истеҳсоли намунаҳои электродҳо, дар оташдонҳои саноатӣ ҳам дар оташдонҳои кубурӣ ва ҳам дар кӯраҳои пӯлоди гардишӣ, дар шароити муайян калсинатсия кардан лозим аст.

Ҳангоми таҳқиқот ашёи хоми антрасити истифодашуда аз қони антрасити қабати №4 ба миқдори 350 тонна гирифта шуда аз миқдори зерини гранулометрӣ ва таркиби химиявӣ иборат аст, % (масса): $\emptyset > 150$ мм - 11.5; \emptyset (160-110) мм - 13.0; \emptyset (27-55) мм - 14.0; \emptyset (15 - 23) мм - 17.0; \emptyset (1.0 - 14.0) мм - 36.5; $\emptyset < 1,0$ мм - 8.5. С - 92.0; Н - 3,6; N - 1.0; маводҳои зудбухор - 8.5; хокистар - 2.8.

Баъд дар оташдон дар ҳарорати 1200-1250°C коркарди ҳароратӣ гузаронидашуда, зарраҳои шакли сферикӣ гирифта бо таркиби гранулометрии зерин ноил шудем, % \emptyset (-12 + 5) мм - 48.5; \emptyset (-5 + 1) мм - 33,0; \emptyset (-1 + 0.0) мм - 18.50.

Ба навҳо ҷудокунии фраксияҳои антрасити коркарди ҳароратӣ шуда дар истеҳсолоти майда ва навъбандикунии анодҳои ҚСҚ “ШАТ” сурат гирифт.

Андозаҳои фраксия (-12 + 5); (-5 + 1); (1 + 0.15) ва (0.15 + 0.0) мм дар зарфҳои мувофиқ ҷамъ карда шуданд. Фраксияи хурдтарин бо андозаи 0,074 мм кафолати ба даст овардани катодаи баландсифат (пахлӯй, фаршӣ), блокҳои анод мебошад, ки дар осеби сақоғӣ ба даст оварда мешавад. Ба туфайли қитъаи майдакунӣ-навъҷудокунии дар ҚСҚ “ШАТ” мавҷудбуда, тақсимооти андозаи зарраҳо ба даст оварда шуд, %: (-12 + 5) мм - 13.0; (-5 + 1) мм - 33,0; (1 + 0.15) мм -

20,0; (0.15 + 0.0) мм -34.0. Барои тайёр намудани партияи озмоишии намунаҳои лабораторӣ блокҳои паҳлуӣ 5 кг массаи “сабз” гирифта шуд, ки милли баландиаш 200 мм ва диаметри 36 мм доштаро ҳосил намуда шуд.

Намунаҳои лаборатории омодашуда, дар як вибропресси озмоишгоҳи махсус бо сарбории муайян, амплитудайи ларзиш ва вақти нигоҳдорӣ пахш карда шуданд.

Тавре ки маълум аст, ба даст овардани нишондиҳандаҳои баландсифати техникийи ҳама гуна маҳсулоти карбон-графит аз интихоби дуруст (таркиби оптималии массаи «сабз»), таркиби шихта (пуркунанда) ва сифати пайвастунандаи (қатрон) истифодакардашуда вобаста аст.

Бо ин мақсад, вобастагии хусусиятҳои физико-химиявӣ ва тавсифи устувории (σ_f , МПа), ($\sigma_{кад}$, МПа), (П,%), (d_3 , кг / м³), (d_x , кг / м³) ва муқовимати хос аз миқдори пайвастунанда дар таркиби шихта, дида шуд.

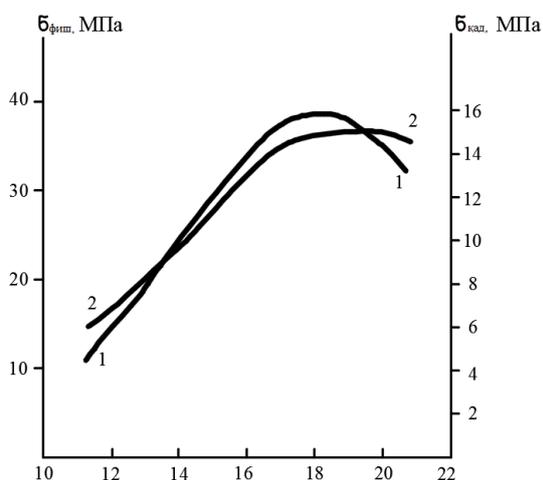
Вобастагии хусусиятҳои техникий аз миқдори пайвастунанда дар таркиби шихта дар расмҳои 11, 12 ва 13 нишон дода шудааст. Ҳангоми зиёд шудани миқдори пайвастунанда $\sigma_{фи}$ ва $\sigma_{кад}$ ба қимати муайян меафзоянд, пас коҳиш меёбанд (ба расми 11 нигаред). Вақте ки миқдори қатрон ба 18,0% (аз рӯи масса) мерасад, қимати максималии худудии устуворӣ ва фишурдашавиро таъмин менамояд. Чунин манзара бо тағйирёбии $\sigma_{кад}$ мушоҳида мешавад. Бо зиёдшавии миқдори пайвастунанда (аз 20% зиёд) дар таркиби шихта ба камшавии $\sigma_{фи}$ ва $\sigma_{кад}$, афзоиши шиддати дохилӣ ва чандирӣ гум мешавад. Ҳамаи ин ба бад шудани хусусиятҳои техникийи маҳсулоти электродӣ оварда мерасонад.

Дар расми 12 вобастагии d_3 , ковокии умумӣ (П) аз миқдори қатрон нишон дода шудааст. Тавре ки аз расм дида мешавад, афзоиши миқдори қатрон ба коҳиши ковокии умумӣ оварда мерасонад, вале зичии хос, баръакс, меафзояд. Афзудани миқдори қатрон ба пур шудани ковокиҳои байни зарраҳои шихта кумак мекунад. Чи тавре ки аз расмҳои овардашуда дида мешавад, хосиятҳои хуби физикӣ ва механикий намунаҳо ҳангоми миқдори қатрон ба 17-19% (масса) ба даст оварда мешаванд.

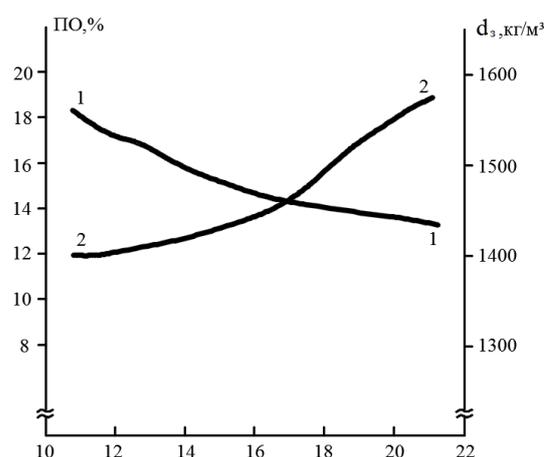
Дар расми 13 вобастагии муқовимати хоси электрикӣ (МХЭ) ва зичии ҳақиқии (d_x) намунаҳо аз таркиби пайвастунанда нишон дода шудааст. Тавре ки аз расми 13 дида мешавад, бо зиёд шудани таркиби қатрон, МХЭ кам шуда зичии ҳақиқӣ меафзояд. Бо зиёд шудани миқдори пайвастунанда ҳам ковокиҳои умумӣ ва ҳам ковокиҳои кушод кам мешаванд. Қатрон, ба ковокиҳо ворид шуда, устувории намунаҳоро таъмин мекунад.

Афзоиши ковокиҳо ноқилияти электрикийи блокҳои паҳлуиро паст мекунад. Барои блокҳои паҳлуӣ ковокӣ дар худуди 18-20% муқаррар карда шудааст.

Чӣ тавре ки таҷрибаҳои гузаронидашуда нишон медиҳанд, миқдори оптималии қатрон 18% (аз рӯи масса) - ро ташкил медиҳад ва мо ин қиматро то охири озмоишгоҳи нигоҳ доштем, аммо рецепти шихтаи хушк интихоб карда шуд ва таркиби фраксия иваз карда шуд.



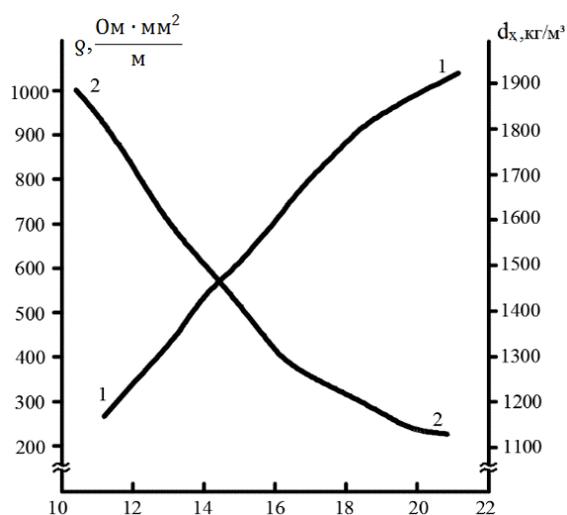
Микдори қатрон, % (бо масса)



Микдори қатрон, % (бо масса)

Расми 11 - Вобастагии ҳудуди мустаҳкамии фишурдашавӣ ($b_{\text{фиш}}$) ва ҳудуди мустаҳкамии қадшавӣ ($b_{\text{кад}}$) аз микдори қатрони иловашуда: 1- ҳудуди мустаҳкамии фишурдашавӣ; 2- ҳудуди мустаҳкамии қадшавӣ

Расми 12 - Вобастагии ковокии умумӣ (ПО) ва зичии зоҳирӣ (d_3) аз микдори қатрони иловашуда: 1- тағйирёбии ковокии умумӣ; 2 - тағйирёбии зичии зоҳирӣ



Микдори қатрон, % (бо масса)

Расми 13 – Вобастагии муқовимати ҳос ва зичии ҳақиқии намунаҳо аз микдори қатрон: 1 – тағйирёбии зичии ҳақиқӣ; 2 – тағйирёбии муқовимати ҳос

Дебети коркардшудаи шихтаи хушк, таркиби зарраҳо ва нишондиҳандаҳои сифатии намунаҳои озмоиши блокҳои паҳлӯӣ дар ҷадвали 8 оварда шудаанд.

Нишондиҳандаҳои беҳтарини сифат ба рецептҳои № 10,12 мувофиқат мекунанд. Ин таркибро барои истеҳсоли саноатии блокҳои паҳлӯӣ тавсия кардан мумкин аст.

Дастури № 12 (ҷадвали 8) барои истеҳсоли якдафои таҷрибавии блокҳои паҳлӯӣ қабул карда шудааст. Партияхои таҷрибавӣ дар дастгоҳҳои таҷрибавӣ ҳосил карда шуданд. Таркиби оптималии шихтаи сунъӣ ва микдори

пайвастандандаи иловагӣ инҳоянд, % (аз рӯи масса): (-10 + 5) мм -10.0 ± 2; (-5 + 1) мм -35 ± 2; (-1 + 0.15) мм; -25 ± 1; (-0.15 + 0) мм -30.0 ± 2, қатрон 18%. Партияҳои таҷрибавӣ дар таҷҳизоти сеҳӣ омехта – фишурдакунӣ ва пухтани анодҳои ҚСҚ “ШАТ” истехсол карда шуданд.

Ҷадвали 8 - Нишондиҳандаҳои сифати намунаҳои озмоишии блокҳои паҳлӯӣ вобаста аз таркиби гранулометрӣ ва дебити омехтаи хушк

№ б. т	Дебити омехтаи хушк ва таркиби гранулометрӣ				Зичии ҳаҷми, d_k , кг/м ³ (1,45-1,55)	Зичии ҳақикӣ, d_u , кг/м ³ (1,82-1,85)	Ковокиҳои умумӣ, ПО, % (17-20)	Ковокиҳои қушода, П, % (14-16)	Мустваҳкамӣ дар фишурдашавӣ, б _{фш} , МПа (38-50)	Мустваҳкамӣ дар қадшавӣ, б _{қад} , МПа (13-15)	КВТ·10 ⁻⁶ , 1/°C (2,5-3,5)	λ, Вт/М·К (9-12)
	(12+5) мм, %	(5+1) мм, %	(1+0,15) мм, %	(0,15+0) мм, %								
1	8,00	37,0	23,0	32,0	1420	1910	20,4	13,2	25,0	13,2	2,2	8,4
2	10,0	35,0	23,0	32,0	1480	1930	21,6	14,2	30,3	12,1	2,0	9,2
3	12,0	33,0	23,0	32,0	1440	1860	22,0	15,3	24,0	12,2	1,8	9,0
4	14,0	31,0	23,0	32,0	1420	1810	22,3	16,2	23,4	12,0	1,7	8,6
5	16,0	29,0	23,0	32,0	1400	1805	23,0	16,5	22,6	11,3	1,7	8,4
6	18,0	27,0	23,0	32,0	1350	1755	24,2	17,6	20,2	10,2	1,9	8,7
7	10,0	40,0	20,0	30,0	1380	1796	22,1	17,2	25,6	10,5	2,1	9,0
8	10,0	40,0	25,0	25,0	1400	1825	19,2	16,6	28,0	11,6	2,4	9,2
9	10,0	40,0	27,0	23,0	1420	1900	17,3	14,6	30,0	12,5	2,8	9,6
10	10,0	25,0	30	35,0	1520	1960	18,2	15,7	32,0	13,6	3,0	10,3
11	15,0	30,0	25	30	1480	1920	17,1	14,3	29,2	14,2	2,8	10,4
	(10+5) мм, %	(5+1) мм, %	(1+0,15) мм, %	(0,15+0) мм, %								
12	10,0	35,0	25,0	30,0	1550	2000	18,5	15,5	42,0	14,4	2,82	10,7
13	12,0	33,0	25,0	30,0	1480	1995	17,4	14,8	40,0	14,6	2,74	10,5
14	14,0	31	25,0	30,0	1490	1990	17,2	15,1	38,0	14,1	2,69	10,4
15	16,0	29	20,0	35	1495	1985	19,1	16,4	35,0	13,7	3,05	9,8
16	18,0	26	28	28	1392	1970	20,5	17,2	26,4	12,3	3,24	9,5

Эзоҳ: КВТ – коэффисиенти васеъшавиши термикӣ 1/°C (дар ҳароратҳои 20-520 °C чен карда мешавад).

λ – коэффисиенти гармигузаронӣ, дар ҳарорати 293 °K чен карда мешавад.

Ин усул барои истехсоли 12 адад блокҳои паҳлӯӣ истифода шудааст. Пас аз ин, аз ҳар як блок бо бурриши махсус милҳои бо диаметраш 36 мм ва дарозии 200 мм бурида шуданд (бе вайрон кардани бутунии блок) ва параметрҳои физикию механикӣ муайян карда шуданд (Ҷадвали 9). Барои муқоиса, нишондиҳандаҳои блокҳои паҳлӯии Руссиягӣ ва ҚСҚ "Укрграфит" (Украина) оварда шудаанд.

Тавре ки аз ҷадвали 9 дида мешавад, нишондиҳандаҳои намунаҳои прототипҳои мо дар ҳамаи параметрҳо тақрибан бо воҳидҳои блокҳои паҳлӯии ҚСҚ «Укрграфит» рост меоянд.

Бо мақсади муайян кардани мутобиқати антрацити кони Назарайлок барои истехсоли блокҳои фаршӣ, пеш аз ҳама бо истифодаи усулҳо, олотҳо ва технологияҳои замонавӣ омӯзиши амиқи лабораторӣ гузаронида мешавад.

Ҷадвали 9 – Нишондиҳандаҳои сифати углеграфитии блокҳои паҳлуии истеҳсолкунандаҳои гуногун

Нишондоди сифат	Ченаки ченкунӣ	Нишондод, миёна		
		Тоҷи- кистон	Украина	Россия
Зичии ҳаҷмӣ	т/м ³	1,50	1,58	1,53
Зичии ҳақиқӣ	т/м ³	1,9	1,92	1,90
Ковокии умумӣ	%	19,0	18,5	22,0
Ковокии кушода	%	16,0	15,0	-
Мустаҳкамии фишурдашавӣ	МПа	35,0	40,0	24,0
Мустаҳкамии қадшавӣ	МПа	10,5	-	12,0
Дарозшавии нисбӣ	%	-	0,70	0,60
Миқдори хокистарнокӣ	%	4,05	3,25	-
Коэффисиенти термикӣ $10^{-6}(20-520\text{ }^{\circ}\text{C})$ васеъшавии	1/ ⁰ С	3,5	3,0	3,5
Коэффисиенти ҳангоми 293 ⁰ К гармигузаронӣ	Вт/м · К	11,0	10,5	10,0

Таҷҳизот ва технологияе, ки дар сеҳи омехтаю -фишурдакунӣ ва истеҳсоли анодҳо (ИА) – и ҶСК “ШАТ” мавҷуданд, ба талаботи оптимизатсияи гранулометрии таркиби шихта (пуркунанда) ва қатрони пайвасткунанда комилан ҷавобгӯ нестанд. Зарурияти истифодаи фраксияҳои мобайнӣ бо фоизи муайян ба миён меояд. Дебети шихтаи хушк барои истеҳсоли блокҳои паҳлуӣ аз дебети шихтаи хушк барои истеҳсоли блокҳои фаршӣ фарқ мекунад.

Барои истеҳсоли блокҳои фаршӣ фраксияҳо, мм: 10, 8, 6, 4, 3, 2, 1, 0.5, 0.15, 0.074 ва камтар аз 0.074. истифода мешаванд.

Дар муқоиса бо блокҳои паҳлуӣ талаботи техникӣ ба блокҳои фаршӣ хеле баланд аст.

Бояд қайд кард, ки ба таркиби шихтаи хушк, ки аз антрацит иборат аст, графити сунӣ бояд илова карда шавад яъне графит ба баланд шудани қобилияти электрогузарони блокҳои фаршӣ мусоидат мекунад, ки ниҳоят муҳим аст.

Дар асоси ин, як қатор таҳқиқоти лабораторӣ оид ба истифодаи графит ҳамчун иловаи таркибӣ дар истеҳсоли блокҳои фаршӣ гузаронида шуданд. Технологияи ба даст овардани графит аз “партови” -и блокҳои катодӣ аз ҷониби кормандони МД ПИТМ ҶСК “ШАТ” таҳти роҳбарии академик Х.Сафиев таҳия шудааст.

Таркиби графит дар шихтаи аввал 15-25% (масса) ташкил медиҳад. Намунанҳо дар қуттиҳои пӯлодӣ ҷойгир карда, дар танӯрҳои анодпазии саноатӣ дар ҳарорати 1250 °С обутаб дода шуданд.

Ҷадвали 10 хосиятҳои миёнаи физикию химиявӣ ва механикии намунаҳое, ки бо иловаҳои графит ба даст оварда шудаанд, нишон дода шудаанд.

Тавре ки аз ҷадвали 10 дида мешавад, хосиятҳои физикию-химиявӣ ва механикии намунаҳои, ки бо иловаҳои графит сохта шудаанд, ба нишондиҳандаҳои блокҳои фаршӣ саноатӣ мувофиқанд, яъне графит, ки аз партовҳои блокҳои фаршӣ ба даст оварда шудааст, метавонад ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли маҳсулоти электродҳо истифода шавад.

Барои истеҳсоли намунаҳои лаборатории блокҳои фаршӣ аз ин мавод 4 таркиб интихоб карда шуданд, %:

1. Термоантратит - 80,0; қатрон -20,0.
2. Термоантратит - 66,6; графит - 16,7; қатрон -16,7.
3. Термоантратит - 58,3; графит - 26,0; қатрон-16,7.
4. Термоантратит - 41,7; графит - 41,7; қатрон -16,6.

Тавре, ки аз ҷадвали 11 бармеояд, чунин нишондиҳандаҳои стандартӣ ба монанди зичии зоҳирӣ ва воқеӣ, хокистарнокӣ, ковоқӣ ва устувории механикии намунаҳои таҷрибавӣ, ки аз омехтаи термоантратит бо графит сохта шудаанд, дар маҷмӯъ ба нишондиҳандаҳои стандартии блокҳои фаршии саноатӣ мувофиқанд. Ҳамзамон, тамоюли беҳтар гардидани ин нишондиҳандаҳо бо афзоиши миқдори графит дар таркиби шихта ба назар мерасад.

Дар айни замон, бисёр корхонаҳои алюминий блокҳои фарширо аз термоантратит бо иловаҳои гуногуни графит (30-70%) ҳангоми васл кардан ва гузоштани фарши электролизерҳо васеъ истифода мекунанд. Блоки фаршӣ аз антратити тоза калсинатсияшуда бо сабаби муқовимати баландтар доштани амалан истеҳсол намешаванд.

Ҷадвали 10 – Нишондодҳои физикию – химиявӣ ва механикии блокҳои фаршии саноатӣ ва намунаҳои блокҳои озмоишӣ

Номгуи блокҳо		Хокистар-нокӣ, мас.%	МЭХ, Ом мм ² /м	Муст. механикӣ. кгс/см ²	Зичии зоҳирӣ, г/см ³	Зичии ҳақиқӣ, г/см ³	Ковоқӣ, %	Миқдори ғашҳо, мас, %			Ҳиссаи маводҳои углеграфитӣ дар омехта, мас, %
								Fe	Si	V	
Блоки фаршӣ	Озмоиши	5,01	80	225	1,54	1,96	21,4	0,428	0,346	0,004	30
	Саноати	2-6	25-44	190-330	1,53-1,61	1,85-1,95	15-21	Бе низомнома			30

Ҷадвали 11 – Нишондодҳои физикию – химиявӣ каламчаҳои (стержень) таҷрибавӣ

Номгуи намунаҳо	Зичии зоҳирӣ, г/см ³	Зичии ҳақиқӣ, г/см ³	Ҳокистарн окӣ, мас.%	Ковокӣ, %	Муст. механ, кгс/см ²	МХЭ, Ом·мм ² /м
Омехта №1	1,40	1,75	4,15	18,3	185	75
Омехта №2	1,56	1,83	4,06	16,6	178	68
Омехта №3	1,59	1,84	3,78	15,2	187	66
Омехта №4	1,64	1,90	3,33	15,3	182	60
Нишондоди меъёрӣ	1,52-1,58	1,84-1,88	4,0-6,0	15,0-19,0	180-330	36-55

Таркиби гранулометрии шихтаи хушк ва нишондиҳандаҳои сифатии намунаҳои лаборатории блокҳои фаршӣ дар ҷадвалҳои 12 ва 13 нишон дода шудаанд. Тавре ки аз ҷадвали 14 дида мешавад, коэффисиенти гармигузаронии намунаҳои лабораторӣ аз антрасити мо ба коэффисиенти гармигузаронии намунаҳои Хитой наздик аст. Ин қимат барои равандҳои мубодилаи гармӣ байни деворҳои электролизер ва муҳити атроф муҳим аст. Ин бузургӣ чӣ қадаре қалон бошад, ҳамон қадар беҳтар аст. Ин ҳолат барои фароҳам овардани як қабати муҳофизатии настил ва инчунин ташаққули фазои корӣ (ТФК) дар дохили электролизер (шахта) шароити мусоид фароҳам меорад. Аммо, аз нигоҳи коэффисиенти тавсеаи ҳаттии гармӣ, намунаҳои мо аз намунаҳои хориҷӣ камтаранд. Барои блокҳои баландсифати фаршӣ қимати мазкур бояд камтар бошад.

Эҳтимол, ин вазъ бо сифат ва миқдори графити сунъии иловашуда алоқаманд аст. Таркиби № 5-ро ба сифати асос (ҷадвали 12.) гирифта, графит ба миқдори 40 ва 50% (масс) илова карда шуд (ба ҷадвали 14 нигаред).

Чи тавре ки аз ҷадвали 13 дида мешавад, таркиби омехтаи № 5 ва 10 аз ҷиҳати хусусиятҳои техниकी онҳо ба ширкатҳои (истеҳсолкунандагон) хориҷӣ наздиктар ё баробаранд. Дар оянда, ин ресептураҳо барои истеҳсоли блокҳои фаршӣ дар асоси саноатӣ барои ҶСК “ШАТ” тавсия дода мешаванд.

Баъдан мо хосиятҳои физикию химиявӣ ва механиकी намунаҳои лаборатории блокҳои фарширо аз рӯи миқдори графит омӯхта шуд (нигаред ба Ҷадвали 14).

Афзоиши миқдори графит (зиёда аз 40%) боиси паст шудани хосиятҳои коэффисиентҳои гармигузаронӣ ва механикӣ мегардад (нигаред ба ҷадвали 14). Дар асоси гуфтаҳои боло, миқдори минбаъдаи графит (зиёда аз 40%) дар таркиби шихта қобили татбиқ нест.

Ғайр аз он, масъалаи истеҳсол ва озмоиши намунаи пилотӣ - саноатии блокҳои анод бо истифодаи антрасит аз кони Назарайлок баррасӣ шуд.

Мини-анодҳои композитсияҳои гуногун дар шароити лабораторӣ пешакӣ тайёр карда шуда буданд ва таҳқиқоти зарурӣ дар онҳо гузаронида шудааст.

Параметрҳои физикию-химиявии мини анодҳои коркардшуда дар ҷадвали 15 нишон дода шудаанд.

Нишондиҳандаҳои физикию химиявии анодҳои хурд (ҷадвали 15), ки дар ин таркибҳо ва таносубҳо ба даст оварда шудаанд, аммо бо миқдори ками хокистар дар антрацит 2,5-4,0%, инчунин миқдори хокистар то 1,6% дар омехта (кокси нафт + Графитҳои тозашуда дар таносуби 80:20) нисбат ба талаботҳои аноди пухта тибқи дастурҳои технологияи ТИ - 097 0113 наздик буданд.

Ғайр аз ин, аз намунаи №8 (нигаред ба ҷадвали 15), анодҳои таҷрибавии истеҳсоли тибқи технологияи маъмул дар истеҳсоли анодҳо ҶСК "ШАТ" сохта шудаанд ва дар электролизерҳо насб карда шудаанд.

Дар анодҳои таҷрибавӣ бо истифодаи антрацитҳо аз кони Назарайлок, ки дар электролизери №222 насб шудааст, ченкуниҳои тағирёбии шиддат ва тағирот дар таркиби химиявии алюминийи аввалия гузаронида шуд (ҷадвали 16).

Ҷадвали 12 - Таркиби гранулометрии омехтаи хушк барои сохтани намунаи блокҳои фаршӣ - озмоишӣ

1	Андозаи зарачаҳо, мм										Сумма бо %-масса	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	10	8	6	4	2	1	0,5	0,15	0,075	-0,075		
Таркиби №1	1,0	30	40	20	-	5,0	2,0	-	-	2,0	100	Дар ҳама ҳолат миқдори пек 18,0 % аст
Таркиби №2	2,0	28	30	15	5,0	10	2,0	5,0	-	3,0	100	
Таркиби №3	3,0	27	20	15	5,0	5,0	5,0	10	5,0	5,0	100	
Таркиби №4	4,0	20	16	25	10	-	5,0	10	5	5	100	
Таркиби №5	5,0	15	12	3,0	20	10	10	15	10	-	100	
Таркиби №6	-	15	25	30	-	-	20	3	3	4	100	
Таркиби №7	-	10	30	20	10	10	10	4	6	-	100	
Таркиби №8	15	5,0	25	15	15	5,0	-	-	10	10	100	
Таркиби №9	-	10	10	10	20	20	15	5	3	7	100	
Таркиби №10	-	12	8,0	35	5,0	10	10	10	10	-	100	

Ҷадвали 13 – Нишондодҳои физикию – химиявӣ ва физикию – механикии намунаҳои озмоишии блокҳои фаршӣ, ки аз таркиби гуногуни омехта ҳосил шудаанд

Нишон- дод Таркиб	Ҳокистарн оқӣ %	ρ , $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$b_{\text{фиш}}$, МПа	$b_{\text{қад}}$, МПа	d_z , г/см ³	d_x , г/см ³	КВГХ $\cdot 10^{-6}$, 1/С	Коэфф. гармигуз., Вт/м \cdot К
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Таркиби №1	3,5	38,0	28,5	7,4	1,50	1,80	5,2	13,1
Таркиби №2	3,6	40,0	26,2	6,8	1,53	1,82	5,5	13,5
Таркиби №3	3,4	42,2	25,4	7,0	1,55	1,83	5,0	14,0
Таркиби №4	3,7	37,3	28,7	8,5	1,56	1,85	4,5	14,4
Таркиби №5	3,5	35,5	30,6	9,2	1,58	1,90	3,0	15,4
Таркиби №6	3,8	39,7	27,2	8,1	1,54	1,83	4,2	14,2
Таркиби №7	3,9	42,3	25,0	7,5	1,52	1,80	4,6	14,0
Таркиби №8	3,6	45,0	22,1	7,0	1,50	1,82	4,5	13,2
Таркиби №9	3,9	48,2	23,3	7,2	1,51	1,80	4,7	13,0
Таркиби №10	4,0	35,0	31,1	9,0	1,58	1,88	3,2	15,0
Меъёри ҚХХ	3,5- 4,0	30-35	30- 40	10-12	1,58- 1,60	1,95- 1,98	2,7- 3,0	15-16
Меъёри ҚСК «Укрграфит»	2,0- 3,0	26-35	30- 45	9-11	1,57- 1,60	1,90- 1,93	2,5	9,0-11,0
Меъёри Россия-и ҚДММ «НовЭЗ»	1,5- 2,5	30-40	35- 50	-	1,55- 1,58	1,89- 1,92	3,1- 3,4	8,0-10,0

Эзоҳ: меъёрҳо аз адабиётҳо гирифта шудаанд

Таблица 14 – Нишондодҳои физикию – химиявӣ ва физикию – механикии намунаҳои озмоишии блокҳои фаршӣ бо миқдори иловаи графит

Нишон- дод Таркиб, %	Ҳокистарн ноқӣ %	ρ , $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$b_{\text{фиш}}$, МПа	$b_{\text{қад}}$, МПа	d_z , г/см ³	d_x , г/см ³	КВГХ $\cdot 10^{-6}$, 1/С	Коэфф. грм.гуз., Вт/м \cdot К
Термоантрасит - 42, графит -40, пек - 18	3,5	35,2	30,0	9,0	1,5 5	1,8 3	4,0	15,0
Термоантрасит - 32, графит - 50, пек - 18	3,5	35,0	29,0	8,8	1,5 6	1,8 2	3,6	15,5

Тавре ки аз ҷадвали 16 дида мешавад, шиддати иртиботи аноди ниппел (U(n-a)) ва дар бадани худи анод (U(a-a)) ҳам дар серия ва ҳам дар анодҳои таҷрибавӣ аз меъёр ду маротиба зиёдтар аст. Ин аз он вобаста аст, ки алоқаи заиф байни бадани чуян ва - ҷисми анод аз як тараф ва аз тарафи дигар, таркиби чуян ба стандартҳо мувофиқат намекунад. Дар бораи мақоми анод, он аз сифати анод вобаста аст. Таркиби Si ва Fe дар алюминий ба дараҷаи анодҳои пухта мувофиқат мекунад. Анодҳои, ки бо илова кардани антрацит сохта шудаанд, дар ваннаҳо тавсия дода мешаванд, ки алюминийи дараҷаи пастро ба даст оранд.

Ҷадвали 15 – Таркиби омехта ва нишондодҳои физикию-химиявӣ анодҳои-хурд

№	Компонентҳои ибтидоӣ	№ мини-анод	Ҳаносуби компонентҳо, %	Нишондодҳои физикию-химиявӣ анодҳои-хурд				
				A ^d , %	D _з , г/см ³	D _х , г/см ³	МХЭ, Ом*мм ² /м	Муст. механикӣ, кгс/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Кокси нефти: Антрацит (A ^d = 2.8 – 4%)	1	10 : 90	3.96	1.49	1.79	93	291
		2	20 : 80	3.82	1.39	1.79	87	233
		3	30 : 70	3.26	1.38	1.79	87	221
		4	40 : 60	3.43	1.42	1.84	88	243
		5	50 : 50	2.80	1.48	1.83	78	233
2	Термоантрацит (A ^d = 9.5%) : кокси нефтяной	1	20 : 80	2.17	1.45	1.83	72	357
		2	20 : 80	2.32	1.51	1.83	82	357
		3	20 : 80	2.40	1.50	1.80	83	369
3	Термоантрацит (A ^d = 9.5%) : кокси нефти:	1	50 : 50	5.68	1.49	1.77	79	260
		2	50 : 50	4.14	1.54	1.76	73	330
		3	50 : 50	4.81	1.44	1.75	100	270
4	Кокси нефти: ангиштреза обутоб. (A ^d = 14%)	1	100 : 00	0.98	1.51	1.88	87	295
		2	80 : 20	3.52	1.47	2.02	89	314
		3	50 : 50	8.23	1.47	1.87	105	347
5	Кокси нефти: блоки катод. б/у кор.об. A ^d =3.8%	1	80 : 20	3.82	1.51	2.02	82	163
		2	80 : 20	3.82	1.50	2.02	105	185
6	Кокси нефти: <u>Қатрон/ангишт:</u> <u>Равғанҳои ангишт</u>	1	83 : 8.5 : 8.5	0.99	1.47	1.86	141	--
		2	83 : 17	0.99	1.44	1.86	135	--
7	Антрацит : Графитишусташу да (A ^d ≈ 6%)	1	90 : 10	5.83	1.58	1.91	85	225
		2	80 : 20	6.10	1.49	1.88	97.5	240
		3	70 : 30	6.37	1.49	1.88	93.5	230
8	Кокси нефти: Графитишусташу да (A ^d ≤ 1.6%)	4	80 : 20	1.56	1.50	2.02	70	242

Ҷадвали 16 - Таҳлили параметрҳои асосии анодҳои таҷрибавӣ дар электролизёри №222 гузошташуда

№ анод	Муҳлати истифода-барии умумии анод, шабонарӯз	Санаи ченкуӣ - 18.07.2014						Санаи ченкуӣ - 22.07.2014						Санаи ченкуӣ - 24.07.2014					
		Муҳлати истифода-барии анод то ченкуӣ	Афтиши шиддат, мВ			Таркиби химиявӣ, %		Муҳлати истифода-барии анод то ченкуӣ	Афтиши шиддат, мВ			Таркиби химиявӣ, %		Муҳлати истифода-барии анод то ченкуӣ	Афтиши шиддат, мВ			Таркиби химиявӣ, %	
			Ut/p	Un-a	Ua-a	Fe	Si		Ut/p	Un-a	Ua-a	Fe	Si		Ut/p	Un-a	Ua-a	Fe	Si
2	21	3	3.3	350	190	0.6	0.55	7	4.7	358	260	0.46	0.68	9	-	-	-	0.43	0.57
10	18	1	2.5	320	200	0.6	0.55	5	4.5	488	250	0.46	0.68	7	-	-	-	0.43	0.57
20	20	1	3.5	275	220	0.6	0.55	5	4.8	323	140	0.46	0.68	7	9.2	450	230	0.43	0.57
3	27	-	-	-	-	-	-	3	3.2	303	180	0.46	0.68	5	-	-	-	0.43	0.57
13	7	-	-	-	-	-	-	2	3.5	313	180	0.46	0.68	4	4.2	413	170	0.43	0.57
24	16	-	-	-	-	-	-	2	3.4	350	110	0.46	0.68	4	3.3	420	200	0.43	0.57
7	21	-	-	-	-	-	-	1	3.4	318	100	0.46	0.68	3				0.43	0.57
17	6	-	-	-	-	-	-	2	3.0	233	90	0.46	0.68	4	3.7	280	100	0.43	0.57
11	13	-	-	-	-	-	-	1	2.0	500	100	0.46	0.68	3	3.0	376	120	0.43	0.57
14	19	-	-	-	-	-	-	1	3.0	445	210	0.46	0.68	3	3.9	370	210	0.43	0.57
			Санаи ченкуӣ - 26.07.2014						Санаи ченкуӣ - 31.07.2014						Санаи ченкуӣ - 04.08.2014				
2	21	10	6.0	320	80	0.43	0.44	16	6.1	453	150	0.43	0.44	20				-	-
10	18	8	5.3	430	110	0.43	0.44	14	4.9	455	100	0.43	0.44	18				-	-
20	20	8	5.8	383	250	0.43	0.44	14	6.5	813	80	0.43	0.44	18	1.5	1088	-	-	-
3	27	6	3.8	223	150	0.43	0.44	12	4.0	238	170	0.43	0.44	16	4.9	133	-	-	-
13	7	5	4.5	368	120	0.43	0.44										-	-	-
24	16	5	6.0	400	280	0.43	0.44	11	6.2	560	220	0.43	0.44	15				-	-
7	21	4	5.5	425	210	0.43	0.44	10	5.2	513	150	0.43	0.44	14	3.2	478	-	-	-
17	6	9				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	13	4	3.0	378	170	-	-	10	4.7	850	150	0.43	0.44	-				-	-
14	19	4	3.6	420	170	-	-	10	5.1	533	150	0.43	0.44	14	3.2	478	-	-	-

БОБИ 5. ИСТИФОДАИ АНГИШТҲОИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ИСТЕҲСОЛИ ГАЗҲОИ СИНТЕЗӢ ВА КОРКАРДИ ПАРТОВҲОИ САХТИ КАРБОНДОР

Дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон амалан ҳамаи конҳои ангишт мавҷуданд; аз антрацити дараҷаи олий то навъҳои оддии камсифат, ки онҳоро метавон дар соҳаҳои гуногуни технологӣ ва ҳатто барои истеҳсоли кокс истифода кард (махсусан кони Фон-Яғноб).

Ангиштҳое, ки дар истеҳсоли гази синтезӣ истифода мешаванд, бояд мустаҳкамии муайяне дошта бошанд. Мустаҳкамии онҳо дар истихроҷ, коркард, интиқол, ниғаҳдорӣ ва махсусан вақте ки дар генераторҳои гази барои истеҳсоли гази синтезӣ (гази генератори) истифода мешавад, хеле муҳим аст.

Таъминкунандаи асосии ангишт “ТАЛКО Ресурс” мебошад. Ин ширкат ангиштро аз кони Фон-Яғноб аз мавзёҳои Канте ва Ҷичикрут таъмин мекунад.

Пас аз майдакунӣ, ғалбелкунӣ ва навъбандӣ баромади маҳсулот 40-50% (масса)-ро ташкил медиҳад. Дар коркарди механикӣ пораҳои ангишт хеле майда мешаванд. Аз ин рӯ, савол дар бораи муайян кардани хусусиятҳои устувории ангиштҳои ҳарду қитъаи кони Фон-Яғноб дар ноҳияи Айнӣ ба миён омад. Устувории андозаи пораҳои ангишт дар газификатор ҳангоми борнокшавӣ, инчунин гардиши косаи хокистарӣ вобаста аст.

Барои муайян кардани мустаҳкамии механикӣ усули Сысков К.И. "Усули муайян кардани устувории масолеҳи пора" (Институти канданиҳои фойданоки Академияи илмҳои ИҶШС). Дар ҷадвали 17 хусусиятҳои пешгӯиҳои ангишти таъминшуда нишон дода шудаанд.

Тавре ки аз ҷадвали 17 дида мешавад, ангиштсангҳои мавзёҳои Канте ва Ҷичикрут нисбат ба ангиштсангҳои кони Бабаевск (Россия) устувории нисбатан паст доранд. Ин муқоиса комилан дуруст нест, зеро ангишти кони Фон-Яғноб кокс-шаванда буда, таркиби химиявӣ ва дараҷаи метаморфизми баландро доро мебошад.

То имрӯз дар Ҷумҳурии Тоҷикистон 6 истгоҳи истихроҷи газ вучуд дорад, ки аз ангишти кони Фон-Яғноб гази синтезӣ истеҳсол мекунад. Бо назардошти дурнамои рушди истеҳсоли гази синтезӣ дар ҷумҳурӣ ва зарурати тавсеаи заминаи ашёи он, силсилаи таҳқиқот дар бораи таркиб ва хосиятҳои соҳаҳои алоҳида гузаронида шуд.

Тавре ки аз ҷадвали 18 дида мешавад, ангиштсангҳои конҳои умдабахш дар маҷмӯъ ба талаботи меъёрии ашёи хом барои истеҳсоли гази синтезӣ ҷавобгӯ мебошанд, ба чунин талабот конҳои “Фон-Яғноб”, “Тошкутан”, “Сайёд” ва “Зиддӣ” низ ҷавобгӯ ҳастанд.

Ба инобат гирифт, ки қариб ҳама ашёҳои хоми карбондорро барои тавлиди гази синтезӣ истифода бурдан мумкин аст, барои ба даст овардани гази синтезӣ аз ангиштҳое, ки ба талаботи стандартҳо пурра ҷавобгӯ нестанд, як силсила тадқиқотҳо гузаронида шуд аз ҷумла ангиштсанги конҳои “Тошкутан”, “Сайёд” ва “Зиддӣ”. Натиҷаҳои таҳқиқот оид ба таркиби химиявии гази синтезӣ дар ҷадвали 19 оварда шудаанд.

Ҷадвали 17 – Мустаҳқами қитъаҳои ангишти «Канте» ва «Джизукрут» кони Фон-Ягноб

Намунаи ангишт	Андозаи лӯнда, мм				Сатҳи болоӣ, см ²	Мустаҳқамӣ, г/см
	5-25	3-5	1-3	0-1		
Қитъаи «Канте»	6,42	7,00	7,10	4,25	854	398
Қитъаи «Джизукрут»	6,90	7,45	6,25	4,80	858	396
Ангишти оддӣ (маъдани Бабаевский), Россия	7,58	7,86	5,81	3,64	762	453
Ангишти нимкокси Бабаевский (Россия)	-	5,25	11,09	8,54	1441	224
Кокс аз ангишти Байдаевский (Россия)	1,60	1,10	0,50	1,67	318	1380

Ҷадвали 18 – Таркиб ва хосиятҳои ангиштҳои алоҳидаи конҳои ҚТ

Параметрҳо	Меъёрҳо	Номгуи конҳо				
		«Фон-Ягноб»	«Зидди»	«Сайёд»	«Тошқутан»	
Карбони доимӣ, мас.%	>55	75-85	<60-81	<67,1	<80,5	
Моддаҳои бухоршаванда, мас.%	<25	28,62	30	39,4	35	
Намнокӣ, мас.%	<10	2	5	4,9	5	
Ҳокистарнокӣ, мас.%	≤18	3,21	6,4-31	<32,3	<28	
Миқдори сулфур, мас.%	<2	0,13	0,6-15	-	<2,4	
Калорияноки	кҶ/кг	27170	<33415	<32700	<28257	<29044,5
	Ккал/кг	6500	<7986	<7822	<6760	<6948,5

Ҷадвали 19 – Нишондодҳои физикию – химиявии гази синтезӣ аз конҳои ангиштҳои Тоҷикистон

Номгуй	Миқдори компонентҳо, % (ҳаҷм)						Ғарми сӯзиши газ, Q _H	
	CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	ккал/м ³	мҶ/м ³
Миқдори меъёрҳо	<7	<0,8	20-32	2-4	15-20	45-50	1119-1636	4,6-6,8
«Фон-Ягноб»	4,7	0,3	24,5	4,9	14,7	50,8	1538	6,4
«Зидди»	5	0,5	19	4,6	13,1	57,8	1305	5,4
«Сайёд»	6,4	0,5	16,9	3,6	10,0	62,6	1076	4,5
«Тошқутан»	5,4	0,5	21,9	2,6	12,5	57,1	1206	5,04

Маълумоти қадвали 19 нишон медиҳад, ки гармии сӯзиши гази синтезие, ки аз ангиштҳои омӯхташуда ба даст оварда шудааст (ба истиснои ангишти кони Сайёд) ба талаботҳои меъёрии истеҳсоли гази синтез ҷавобгӯ мебошад. Бинобар ин, гармии сӯзиши гази синтезие, ки аз ангиштсанги кони “Фон-Яғноб” ба даст оварда шудааст, назар ба гармии сӯзиши гази синтезии конҳои “Зиддӣ” ва “Тошқутан” 1,3 маротиба ва нисбат ба гази синтезии кони “Сайёд” аз 1,43 маротиба зиёдтар аст.

Раванди газификатсия аз сифати ангишт, хосиятҳои бухори об, таносуби ҳаво ба буғи об, инчунин баландии оташе, ки дар газогенератор нигоҳ дошта мешавад, вобаста аст. Дар генераторҳои истифодашуда баландии оташ аз 200 то 300 мм пешбинӣ шудааст. Таҷриба нишон медиҳад, ки барои баланд бардоштани дараҷаи газификатсия, таҷдиди назар кардани рӯҳи кории технологияи генераторҳои газӣ, алалхусус генераторҳои гази ширкати “HUAN Tai”, ки дар ҚДММ “ТАЛКО Кемикал” насб карда шудааст ва бо ангишт аз маҳалли “Ҷичукрут” кор мекунад, зарур аст. Дар таҷрибаи худ, мо ба тағйирёбии баландии оташ ва суръати ҷараёни омехтаи ҳаво бо буғи сери об, ки ба газификатсияи ангишт дода мешавад, таъҷиб кардем. Ғайр аз ин, хосиятҳои буғи серро ба назар гирифтани зарур аст. Натиҷаҳои таҷрибаҳо бо назардошти истифодаи хосиятҳои буғи сер дар қадвали 20 оварда шудаанд.

Қадвали 20 – Дараҷаи газификатсияи қитъаи ангишти «Ҷичукрут» бо истифодабарии бухори оби сершуда

Ҳарорати сершавӣ, °С	Фишори муғлақи буғ, кПа	Ҳаҷми хоси буғи сер, м ³ /кг	Фишори ҳаво, Р _в , кПа	Миқдори ҳаво, м ³ /соат	Таркиби газ, %						Гармигузаронӣ, ккал/нм ³
					CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	
50	0,1258	12,054	2,0	1300	4,0	0,2	27,35	3,7	18,35	46,4	1624
50	0,1258	12,054	2,0	1400	3,5	0,2	26,85	3,55	18,0	47,9	1587
50	0,1258	12,054	2,0	1500	5,4	0,2	27,4	5,0	20,1	41,9	1783
55	0,1605	9,589	2,0	1300	5,2	0,2	26,3	4,8	16,5	47,0	1639
55	0,1605	9,589	2,0	1400	4,0	0,4	26,6	5,2	19,8	44,0	1767
55	0,1605	9,589	2,0	1500	3,2	0,4	25,4	6,0	20,6	44,4	1819
60	0,2031	7,687	2,0	1300	4,4	0,2	27,4	3,8	16,2	48,0	1579
60	0,2031	7,687	2,0	1400	4,6	0,2	27,4	3,36	17,28	47,16	1569
60	0,2031	7,687	2,0	1500	5,1	0,2	27,0	3,2	15,2	49,3	1490
65	0,255	6,209	2,0	1300	6,0	0,2	27,4	3,3	14,6	48,5	1495
65	0,255	6,209	2,0	1400	4,8	0,2	26,8	3,2	17,1	47,9	1532
65	0,255	6,209	2,0	1500	4,8	0,2	27,2	5,08	18,87	43,13	1451

Тавре ки аз қадвали 20 дида мешавад, гармигузаронии баландтарин ба ҳарорати сершавӣ 55 °С ва ҳаҷми хоси буғи сер 9.589 нм³/кг мувофиқ аст, яъне. 1 кг чунин буғ тақрибан ба 9,6 м³ баробар аст. Барои ба даст овардан масалан,

дар як соат 3000 нм^3 гази синтезӣ, буғро ба миқдори 171 кг дар як соат ва $1400\text{-}1500 \text{ нм}^3/\text{соат}$ ҳаво додан лозим аст. Бояд қайд кард, ки ангишти аз конҳо воридшуда бисёр ҷузъҳои ғайри сӯзанда дорад.

Барои ҳар як тонна ангишти ба газогенератор воридшуда, то 500 кг компонентҳои (сӯзонандаҳои) ғайри сӯзанда ворид мешаванд ва аз ин ҷо мо наметавонем аз як генератори гази 6000 нм^3 гази синтезӣ гирем (мувофиқи лоиҳа). Дар асл, мо дар як соат ба ҳисоби миёна $3000\text{-}3500 \text{ нм}^3$ гази синтезӣ мегирем. Барои ноил шудан ба ҳадафҳои лоиҳақашӣ, ангишти тоза $90\text{-}95\%$ лозим аст. Ин метавонад самаранокии генераторҳои газро таъмин ва нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодиро беҳтар созад.

Ҳамин тариқ, бо истифодаи хусусиятҳои буғҳои сери об, мутаносибан, миқдори зарурии ҳавои атмосфера, бе истифодаи ангишти бойкардашуда тавоноии хоси генераторҳои газиро баланд бардошта ва сифати баланди гази синтезӣ ба даст омадаро имконпазир менамояд.

Соҳаи дигари кор истифодаи партовҳои саҳти карбондор дар истеҳсоли ҳулаи аввалияи алюминий ҷой дорад.

Ҷадвали 21–Таркиби химиявӣ ва минералогии ашёи аввалия ва концентрати гилхокукриолит

№	Номгуи компонентҳо	Таркиби химиявӣ, масс.%	
		Партов	КГК
11.	Al	12.99	25,3
12.	Na	17.88	21,76
13.	F	16.21	19,27
14.	SO_4^{2-}	5.67	1,89
15.	CO_3^{2-}	2.45	-
16.	HCO_3	1.45	-
17.	C	27.3	1,1
18.	Fe	0.56	0,84
19.	Si	0.32	0,51
20.	H_2O	2.5	-
таркиби минералогӣ, % (масса)			
1.	Al_2O_3	18.2	41,2
2.	Na_3AlF_6	26.7	28,5
3.	Na_2SO_4	8.4	2,8
4.	$\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{NaHCO}_3$	6.1	-
5.	C	27.3	1,1
6.	NaF	3.8	8,4
7.	SiO_2	0.7	1,1
8.	Fe_2O_3	0.8	1,2
9.	Na_2O	-	9,3
10.	H_2O	2.5	-

Партовҳои дорои глиноземи фтордори истеҳсолоти алюминий дорои миқдори зиёди чунин компонентаҳои арзишманд ба монанди криолит ва гилхокро мебошанд. Истифодаи ин партовҳо дар истеҳсоли алюминий бо сабаби

ба миқдори зиёди карбон, оҳан ва силитсий доштан, ба сифати алюминийи аввалия истехсолшуда таъсири манфӣ мерасонад. Аз тарафи дигар, концентрати гилхокукриолит (КГК) ба истехсоли хӯлаи аввалия бевосита дар электролизер мусоидат мекунад, ки маълумотҳои ин усул ояндадор мебошанд.

Тавре ки аз ҷадвали 21 дида мешавад, дар натиҷаи суختан, ҷудошавии пурраи карбонатҳо ва бикарбонатҳо, қисман ҷудо кардани сулфатҳо, сӯзиши қариб пурраи карбон ва пайдоиши оксиди натрий (алюминати натрий) ба амал меоянд.

Ҷадвали 22 – Тағйирёби миқдори силитсий ва оҳан дар метали катодӣ ҳангоми дар электролит дохил намудани КГК

п. шаб она рӯз	m _{КГК} =300кг/ шабонарӯз				m _{КГК} =600кг/шабонарӯз			
	C _{si} ⁿ , %		C _{Fe} ⁿ , %		C _{si} ⁿ , %		C _{Fe} ⁿ , %	
	ҳисоб.	факт	ҳисоб.	факт	ҳисоб.	факт	ҳисоб.	факт
0	0,22		0,27	0,27	0,22	0,22	0,27	0,27
1	0,23	0,25	0,27	0,30	0,25	0,27	0,28	0,30
2	0,25	0,27	0,27	0,29	0,29	0,30	0,28	0,30
3	0,26	0,24	0,27	0,27	0,32	0,34	0,29	0,32
4	0,27	0,26	0,28	0,31	0,35	0,36	0,30	0,35
5	0,28	0,27	0,28	0,33	0,37	0,37	0,30	0,38
6	0,29	0,31	0,28	0,34	0,40	0,46	0,31	0,45
7	0,30	0,32	0,28	0,33	0,43	0,44	0,32	0,35
8	0,35	0,34	0,29	0,31	0,45	0,47	0,32	0,37
9	0,32	0,37	0,29	0,32	0,47	0,46	0,32	0,35
10	0,33	0,34	0,29	0,30	0,49	0,44	0,33	0,37
11	0,34	0,36	0,29	0,29	0,52	0,46	0,33	0,35
12	0,35	0,39	0,29	0,32	0,54	0,49	0,34	0,32
13	0,36	0,40	0,29	0,32	0,56	0,60	0,34	0,35
14	0,36	0,43	0,29	0,31	0,57	0,66	0,34	0,38
15	0,37	0,41	0,29	0,29	0,58	0,64	0,35	0,36
16	0,38	0,40	0,29	0,27	0,60	0,66	0,35	0,36
17	0,38	0,40	0,29	0,30	0,62	0,68	0,35	0,38
18	0,39	0,42	0,29	0,31	0,63	0,72	0,35	0,36
19	0,39	0,41	0,29	0,29	0,65	0,76	0,36	0,39
20	0,40	0,41	0,29	0,30	0,66	0,78	0,36	0,36
21	0,41	0,41	0,30	0,32	0,67	0,76	0,36	0,38
22	0,41	0,44	0,30	0,32	0,68	0,75	0,36	0,40
23	0,41	0,43	0,30	0,31	0,69	0,72	0,37	0,41
24	0,42	0,42	0,30	0,30	0,70	0,74	0,37	0,39
25	0,42	0,42	0,30	0,30	0,71	0,74	0,37	0,38
26	0,43	0,44	0,30	0,33	0,72	0,75	0,37	0,39
27	0,43	0,45	0,30	0,32	0,73	0,76	0,38	0,40
28	0,44	0,45	0,30	0,32	0,74	0,78	0,38	0,42
29	0,44	0,44	0,30	0,31	0,74	0,77	0,38	0,40
30	0,44	0,45	0,30	0,31	0,75	0,77	0,38	0,41

Таркиби миёнаи компонентҳо дар маҳсулоти ҳосилшуда иборат, %: гилҳок - 41,2; криолит - 28,5; фториди натрий - 8,4; оксиди оҳан - 1,2; оксиди силитсий - 1,1; карбон - 1,1 мебошад, яъне аз ҷиҳати таркиби сифатии он, КГК бо электролит шабеҳ аст ва метавонад ҳамчун ашёи хом барои санҷиш, оғоз ва пас аз оғози кор, инчунин маводи барои пушонидани анодҳо дар истеҳсолоти электролизӣ истифода шавад.

Усули иҷрошавӣ чунин аст. Концентрати гилхокукриолити дорои 3-4 % (масса) SiO_2 ва 1-2% (масса) Fe_2O_3 ҳар рӯз ба электролизер ба миқдори 1,2-2,5% ба электролит ворид карда мешавад. Ворид кардани КГК ба электролит яқоя бо ашёи хоми асосӣ - гилҳок, миқдори оксиди алюминий ва намакҳои фторро дар он қисман пурра намуда, раванди гузариши муътадили электролизерро таъмин менамояд ва дар натиҷаи дар катод алюминий, силитсий ва оҳан ҷудошуда, ҳӯлаи аввалини алюминий ҳосил мешавад (ниг. ҷадвали 22).

ХУЛОСАҲО

Асосҳои илмии натиҷаҳои таҳқиқот:

1. Дар асоси маҷмӯи таҳқиқоти мураккаби физикию-химиявӣ ва физикию-механикӣ, муайян карда шуд, ки антрацити кони Назарайлок (қитъаҳои “Шикорхона” ва “Кафтархона”) пайдоиши яхелаи геологӣ, таркиби петрографӣ, сохтори молекулавӣ дошта ва маъданҳои мазкур тақрибан ба ҳам монанданд.

Бори аввал нишондиҳандаҳои нави сифат (то 1700°C) барои антрацити кони Назарайлок таҳия карда шуданд, масалан: масофаи байни ҳамвории қабатҳо $d_{002} = 0.340$ нм, текстура (70%), муқовимати хоси барқ-700 Ом·мм²/м, қобилияти анизотропияи инъикосӣ (12 %), ки метавонанд параметрҳои боэътимоди таснифот барои интиҳоби роҳҳои истифодаи технологияи онҳо дар истеҳсоли маҳсулоти электродҳои карбон-графитӣ хизмат кунанд [1, 6, 20, 25-М].

2. Таҳлили термогравиметрӣ якто эндоэффект дар ҳарорати паст (110°C) ва якто эндоэффект дар ҳарорати баланд (620°C) муайян намуда шуд. Ин эффектҳои мазкур дорои энергияи ғаёл буда мувофиқан ба 14,66 ва 60,60 кҶ/мол баробаранд, ки мутаносибан ба талафоти намӣ ва нобудшавии компонентҳои вазнини органикӣ алоқаманданд. Ғайр аз он, боз ду эффекти дигар экзотермӣ дар ҳарорати 410 ва 700°C ёфт шуданд. Эффекти экзотермии якум дорои энергияи ғаёли 18,50 кҶ/мол ва дуумаш - 99,24 кҶ / мол ташкил дод. Ин экзoeffектҳо аз таркиби антрацит баромадани газҳои CO , CO_2 , H_2 , H_2S , CH_4 -ро нишон дода бо ҳамин аз таркиби антрацит тарк намудани ҳамаи моддаҳои органикӣ шаҳодат медиҳад.

Мувофиқи суръати тағирёбии масса, муайян карда шуд, ки массаи умумии антрацит 35,0-38,6% (масса) кам мешавад. Ин нишондиҳанда барои муайян кардани ҳосили маҳсулоти мувофиқ ҳангоми калсинатсияи антрацит дар шароити саноатӣ хеле муҳим аст. Ҳосилнокии маҳсулоти мувофиқ (антрацит) ҳангоми дар танӯраи гардишхӯрандаи ҶСК “ШАТ” тақрибан 62,0% (масса)-ро ташкил дод [3, 6, 9, 10-М].

3. Дар спектрҳои ИС-и антрацити хом бо фурӯбарии мавҷҳои 1100-1200; 1450-1500; 2200-2350; 3300-3400; 3650-3750 см^{-1} мушоҳида шуданд, ки ба мавҷудияти гурӯҳҳои функционалии C - O, NH, C \equiv C; C-H; O-H шаҳодат медиҳад. Ҳангоми коркарди гармӣ (то 1400 $^{\circ}$ C) қуллаҳои дар хати қачи спектрҳои ИС тадриҷан ҳамвор гардиданд - қариб ҳамаи ҷузъҳои органикӣ аз байн мераванд. Хусусан дар ҳарорати 1400 $^{\circ}$ C карбонизатсияи антрацит ба амал меояд ва карбон дар натиҷаи фурӯбарии мавҷҳои электромагнитӣ дар басомадҳои 1000-500 см^{-1} тақрибан 95% -ро ташкил медиҳад [7-М].

4. Дар шароити озмоишгоҳӣ, параметрҳои оптималии ба даст овардани массаи хуноки сумбашавандаи фаршӣ (МХСФ) барои сумба намудани қабатҳои байни блокҳои фаршии электролизерҳои алюминӣ, ки ба талаботи ТУ-48-0124-50-06-04 "Массаи хуноки сумбашавандаи фаршӣ" ҷавобгӯ мебошанд, муқаррар карда шудаанд. Таркиби оптималии гранулометрии термоантрацит (пуркунанда) ва пайваस्तкунанда бо %-и масса чунин аст: $\phi(12-5)$ мм - 14 ± 2 ; $\phi(5-1)$ мм - 34 ± 2 ; $\phi(1-0.15)$ мм - 19 ± 2 ; $\phi(0.15-0.074)$ мм - 32 ± 1 ; $\phi 0.074$ мм - 23 ± 0.5 ; миқдори пайваस्तкунанда- (12-13).

Дар асоси таҳқиқоти лабораторӣ аз антрацити калсинатсияшуда дар миқёси саноатӣ 200 тонна МХСФ истеҳсол карда шуд, ки дар контейнерҳои ҳаҷмашон ҳар кадоме 2,5 тонна гирифта шуд. Таҳлили МХСФ-и ҳар як контейнер нишон дод, ки аз ҷиҳати хусусиятҳои физикӣ ва механикӣ он сифати массаи мазкури ба даст омада ба талаботи ТУ-48-0126-50-06-04 ҷавобгӯ мебошад. Озмоиши МХСФ-и ба даст омада дар 20 электролизере, ки бо анодҳои пухта бо ҷараёни барқи 160-175 кА кор мекунанд, нишон дод, ки параметрҳои технологӣ ва нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодии электролизерҳо ба талаботи меъёрӣ пурра ҷавобгӯ мебошад [5, 24, 23-М].

5. Самараи иқтисодӣ барои таъмири як электролизери ҚСК "ШАТ" аз истифодаи МХСФ дар асоси антрацитҳои калсинатсияшудаи кони Назарайлок 14783 сомони ро ташкил дод. Аз рӯи лоиҳа бояд 960 дона электролизерҳои амалкунанда бошанд. Ба ҳисоби миёна дар як моҳ 30 электролизер таъмир карда мешавад (дар ҳар бино 100 электролизер мавҷуд аст, шумораи биноҳо 10 адад аст). Самараи солонаи иқтисодӣ метавонад $30 \times 12 \times 14783 = 5321880$ сомони ро ташкил диҳад [15-М].

6. Дар шароити лабораторӣ ресептураи шихтаи хушк ва таносуби қатронҳои ангишт ба антрацитҳои кони Назарайлок таҳия карда шуданд, ки блокҳои паҳлӯӣ истеҳсол карда шаванд, ки талаботи ТУ-1913-109-014-99 "Блокҳои паҳлӯӣ барои электролизерҳои алюминӣ" ҷавобгӯ бошанд. Миқдори қатрон $18 \pm 1\%$ (аз рӯи масса), таркиби гранулометрӣ, % (аз рӯи масса): $\phi(10-5)$ мм-10; $\phi(5-1)$ мм-35, $\phi(1-0,15)$ мм-25, $\phi(0,15-0)$ мм-30.

Дар шароити лабораторӣ барои ҳосил намудани блокҳои фаршӣ таркиби гранулометрии шихта (пуркунанда) ва миқдори қатрони илова шуда имкон медиҳад, ки блокҳои фаршӣ ба талаботҳои ТУ-1913-109-021-2003 "Блокҳои фаршии электролизерҳои алюминӣ" мувофиқат кунанд; тақсимооти андозаи зарраҳо, бо % (аз рӯи масса) чунин аст: (%): $\phi 8,0$ мм-12, $\phi 6,0$ мм-8, $\phi 4,0$ мм-35, $\phi 2,0$ мм-5, $\phi 1,0$ мм-10, $\phi 0,5$ мм-10, $\phi 0,15$ мм-10, $\phi 0,074$ мм-10; Аз чунин

таркиби шихта термоантрасит-42%, графит-40%, катрон-18% (бо масса) гирифташ лозим аст [10, 16, 26-30-М].

7. Намунаҳои лаборатории (мини-анодҳо) ва анодҳои саноатӣ, ки дар асоси кокси нафтӣ бо илова намудани термоантрасити кони Назарайлок дар таркиби шихта тартиб дода шудааст нишондиҳандаҳои физикию-химиявӣ ва физико-механикии қаноатбахшро ба даст оварда ба дастури технологии ТИ-0970113 “Талабот барои анодҳои пухта” мувофиқат мекунад. Таркиби шихта чунин буд, % (масса): \emptyset (-12,0+5,0 мм)-13±2; \emptyset (-5,0+1,0 мм)-30±3; \emptyset (-1,0+0,15 мм)-19,0±2; \emptyset (-0,15 мм)-33±3. Миқдори катрон 15,5-16,0 % (масса) буд. Термоантрасит дар байни фраксияҳои додашуда тақсим карда шуд [19-М].

8. Вобастагии сарфи хоси карбон (m_c) дар истеҳсоли алюминий аз таркиби гази анод, ки бо муодилаи $m_c=4\text{-NCO}_2/6+3\text{NCO}_2$ ифода ёфтааст, ки дар ин ҷо NCO_2 ҳиссаи молии CO_2 дар таркиби гази анод аст. Муодила имкон медиҳад, ки ҳангоми зичии ҷараёни анод ва ҳарорати электролит, таркиби гази анод ва истеъмоли хоси карбон пешгуи карда, ҷустуҷӯи мақсадноки кам кардани сарфи анодҳо дар истеҳсоли алюминий мебошад [17-М].

9. ҚСҚ “ШАТ” истеҳсоли КГК-ро аз партовҳои саҳти карбондошта ташкил намуда, дар истеҳсоли электролиз сарф намудааст. Бо ин мақсад 10 ваннаи таҷрибавӣ интихоб карда шуда ва натиҷаҳо бо электролизерҳои оддӣ муқоиса карда шуданд. То ба электролизерҳо ворид кардани КГК ва пас аз он ҳамаи параметрҳои технологӣ, инчунин нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодӣ (ТЭП) гирифта шуданд. Баромад аз рӯи ҷараён, ки яке аз нишондиҳандаҳои муҳими электролизер ба шумор меравад, бо ваннаҳои амалкунанда муқоиса карда шуд ва он ба ҳисоби миёна 87%-ро ташкил дод [18, 23-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо:

- натиҷаҳои кор барои муҳандисон ва техникҳои дар корхонаҳои кимиёвӣ ва металлургӣ коркунанда, инчунин ташкилотҳои лоиҳакашӣ ва муҳандисӣ дар тарроҳии заводҳои истеҳсоли маҳсулоти электрод, маводҳои гуногуни карбон-графитӣ, ки пуркунандаи он антрасит мебошанд, коркарди партовҳои саҳти дорой карбон бо мақсади ба даст овардани алюминийи электролитӣ, инчунин қисми экологии лоиҳа тавсия дода мешавад;

- баъзе натиҷаҳоро ба донишҷӯёни мактабҳои миёна ва олий, ки дар самтҳои “Металлургияи металлҳои ранга” ва “Истеҳсоли электрод” таҳсил мекунанд, тавсия додан мумкин аст.

ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ ДОВТАЛАБИ ДАРАҶАИ ИЛМӢ АЗ РӢИ МАВЗӢИ ДИССЕРТАТСИЯ

Монография:

[1-М]. Ёров, З.Ё. Минерально –сырьевая база химико – металлургической промышленности Таджикистана / З.Ё. Ёров, Ш.О. Кабиров, А. Муродиён, Н.М. Сироджев.- Издательство: “Мега Басым”, Стамбул, Турция. – 413 с.

*Мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои илмии тавсиянамудаи КОА-и назди
Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр шудаанд:*

[2-М]. **Муродиён, А.** Влияние коксовой пересыпки на качество обжига алюминиевых электролизёров с обожжёнными анодами /А. Муродиён, М. Додхудоев, В.Б. Шарифзода, Н.М. Сироджиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2002, –Т. XLV, №11-12. – С. 56 – 60.

[3-М]. Вохидов, М.М. Сравнительная характеристика антрацитов различных месторождений и изменения их свойств при термической обработке / М.М. Вохидов, **А. Муродиён**, Б.С. Азизов, П. Муродиён, А.Г Сафаров // Доклады АН Республики Таджикистан, 2012, – Т.55, №4. – С.322–326.

[4-М]. Вохидов, М.М.Изучение ЭПР-спектроскопических свойств антрацита месторождения Назарайлок до и послетермической обработке/ М.М.Вохидов, **А.Муродиён**, И.Х.Юсупов, А.Г.Сафаров, Б.С.Азизов, Х.Сафиев //Доклады АН Республики Таджикистан. –2014, –Т. 57, №3, –С.225–229.

[5-М]. Вохидов, М.М. Свойства холодно набивной подовой массы алюминиевых электролизёров / М.М. Вохидов, **А. Муродиён**, Б.С. Азизов, П. Муродиён // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. –2013. –№3, (152). – С.70–77.

[6-М]. Джамолзода, Б.С. Рентгенографическое и термографическое исследования антрацита месторождения Назарайлок до и после термообработки / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2014. – Т. 57, №7. – С. 594 – 598.

[7-М]. Джамолзода, Б.С. ИК-спектры антрацита месторождения Назарайлок до и после термической обработки / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, Т. Шукуров, А.Г. Сафаров, Х.С. Сафиев // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2015. – №1 (158). – С. 121 – 126.

[8-М]. Джамолзода, Б.С. Минеральные примеси в антраците месторождения Назарайлок / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, А.Г. Сафаров, Х.Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, №4. – С. 326 – 330.

[9-М]. Джамолзода, Б.С. Исследование потери массы антрацита месторождения Назарайлок термогравиметрическими методами. Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, Б.С. Азизов, Д.С. Кучакшоев, А.Г. Сафаров, Х.С. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, №8. – С. 726 – 732.

[10-М]. Джамолзода, Б.С. Исследование антрацита месторождения Назарайлок как сырья для производства электродного термоантрацита / Б.С. Джамолзода, **А. Муродиён**, К. Кабутов, Б.С. Азизов, А.Г. Сафаров, Х.А. Мирпочаев, Х.С. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, №10. – С. 929 – 935.

[11-М]. Кабиров, Ш.О. Электролизеры с обожженными анодами на силу тока 320 кА / Ш.О.Кабиров, А.**Муродиён**, Н.М. Сироджев// Вестник ТГУ имени акад. М.С.Осими. – 2013.–№4 (24). –С.51–56.

[12-М]. Азизов, Б.С.Влияние плотности тока и температуры электролита на состав анодных газов и удельный расход углерода при производстве алюминия/ Б.С.Азизов, А.**Муродиён**, Х.А.Мирпочаев, Ш.О.Кабиров, Х.Сафиев//Доклады АН Республики Таджикистан.–2015. –Т. 58, №12. – С.1134 – 1139.

[13-М]. Сафиев, Х.Основные направления использования местных минеральных ресурсов в производстве алюминия / Х. Сафиев, Ю.Я. Валиев, Ш.О. Кабиров, Б.С. Азизов, А. **Муродиён**, Х.А. Мирпочаев и др., // Горный журнал. Специальный выпуск, Республика Таджикистан–25лет по пути независимости.–2016. –С.49–53.

[14-М]. **Муродиён А.** Физико-химические и термодинамические характеристики антрацитов месторождения Назарайлок Республики Таджикистан / А.Муродиён, А.Г.Сафаров, К.Кабутов, К.Ботуров, Х.Сафиев // Вестник технологического университета, г.Казань. –2019. –Т.22, №8. –С.71–79.

Ихтироот:

[15-М].Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 802, МПК: С25С 3/00. Способ получения холодноабивной подовой массы / Ш.О. Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, А. **Муродиён**, Х. Сафиев, Б.С. Азизов, Х.А. Мирпочаев, М.М. Вохидов и др. /1601037; заявл. 06.05.2016; опубл. 28.10.2016, Бюл.122,2016. –2с.

[16-А].Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 871, МПК: С 01 В 31/04. Вибропресс лабораторный для получения углеграфитовой продукции / Ш. Кабир; заявитель и патентообладатель: Ш. Кабир, Х. Сафиев, А. **Муродиён**, Б.С. Джамолзода, Х.А. Мирпочаев, Х.Э. Бобоев, Н.П. Мухамедиев /1701153; заявл. 17.10.2017; опубл. 19.01.2018, Бюл.133, 2017.–2с.

[17-М]. Малый патент РТ, №ТЈ 832, МПК: С25С3/06. Способ определения удельного расхода углерода / Ш.О. Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, Б.С. Азизов, Х. Сафиев, А. **Муродиён**, Х.А. Мирпочаев, Н.П.Мухамедиев /1601076; заявл. 01.12.16; опубл. 28.03.2017, Бюл.126, 2017.

[18-М]. Малый патент РТ, №ТЈ 703, МПК: С01F 7/38. Ш.О. Способ комплексной переработки глинозем-углеродсодержащего минерального сырья Раштской долины / Ш.О. Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, А. **Муродиён**, Х. Сафиев, Б.С. Азизов, Х.А. Мирпочаев, Х.Э. Бобоев и др., /1500950; заявл. 08.05.15; опубл.08.05.2015, Бюл.108, 2015. –2с.

[19-М]. Малый патент РТ, №ТЈ 826, МПК: С25С 3/00. Ш.О. Х. Способ получения первичного алюминиевого сплава / Ш.О. Кабиров; заявитель и патентообладатель: Ш.О. Кабиров, Б.С. Азизов, Х. Сафиев, А. **Муродиён**, А. Х. Сафиев, Н.П. Мухамедиев / 1601055; заявл. 04.07.16; опубл.07.02.2017, Бюл.124, 2017. –2с.

Мақолаҳои дар маводи конфронсияҳои илмӣ нашршуда:

[20-М]. Ёров, З.Ё. Сопостовительная характеристика антрацита угольного месторождения Назарайлок и иных антрацитов некоторых зарубежных стран /З.Ё. Ёров, А. Муродиён, Н.М. Сироджев, М.М. Вохидов// Материалы республиканской конференции «Геология и геоэкологические проблемы использования горючих полезных ископаемых Таджикистана», ТНУ, –Душанбе. –2011. – С. 78 – 82.

[21-М]. Муродиён, А. Изменения свойств антрацита Назарайлокского месторождения при термической обработке / А.Муродиён, М.М. Вохидов, П.Муродиён, Б.С.Азизов // материалы V-ой Международной научно – практич.конф. «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ» ТТУ им.акад. М.С.Осими, –Душанбе. –2011, ч.I, –С.272–275.

[22-М]. Муродиён, А. Ведущие страны производители алюминия. Сб. материалов V- международной научно – практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ. Часть-1ТТУ, –Душанбе. –2011. – С.351–355.

[23-М]. Сафиев, Х. Использование полученного из шлама криолитглиноземного концентрата в производстве алюминия / Х. Сафиев,Ш.О.Кабилов, Б.С. Азизов,Х. Мирпочоев, Дж. Р. Рузиев, Н. Мухамадиев, А. Муродиён // Сб. материалов V- международной научно – практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в ВУЗ-ах стран СНГ. Часть-1ТТУ, –Душанбе. –2011. – С.333–338.

[24-М].Муродиён, А. Физические характеристики холодноабивной подовой массы изготовленной на основе антрацита месторождения Назарайлок / А.Муродиён, М.М.Вохидов, Б.С.Азизов, П.Муродиён // Республиканская научно-практ. конф. «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии. ТТУ, –Душанбе. – 2011. –С.23–24.

[25-М]. Джамолзода, Б.С. Изменение структуры антрацита месторождения Назарайлока при термической обработке / Б.С. Джамолзода, Х.А. Мирпочаев, А. Муродиён, К. Кабутов, А.Г. Сафаров // Матер. респуб. научно-практ. конф. «Технология комплексной переработки полезных ископаемых Таджикистана», посвященная 25-ти летию Государственной независимости РТ и 10–ти летию. ГМИТ, – Чкалов, ГМИТ. – 2016. – С. 34 – 36.

[26-М].Джамолзода, Б.С. Катодные блоки для алюминиевых электролизеров / Б.С. Джамолзода, Х.А. Мирпочаев, А. Муродиён, Б.С. Азизов, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Сб. материалов «Достижения химической науки за 25 лет Государственной Независимости Республики Таджикистан, посвященные 70 летию образования института химии им. В.И. Никитина АН РТ, – Душанбе. – 2016. – С. 85 – 86.

[27-А]. Муродиён, А. Антрацит месторождения Назарайлока – сырьевая база для производства углеродных материалов / А. Муродиён, Б.С. Джамолзода,

А.Г. Сафаров, К. Кабутов, Ф.Р. Одинаев // Сб. материалов «Достижения химической науки за 25 лет Государственной Независимости Республики Таджикистан, посвященные 70 летию образования института химии им. В.И. Никитина АН РТ, – Душанбе. – 2016. – С. 103 – 104.

[28-М]. Джамолзода, Б.С. Влияние концентрации связующего и гранулометрического состава шихты на качественные показатели лабораторных образцов подовых блоков / Б.С. Джамолзода, А. Муродиён, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Сб. материалов XIV Нумановские чтения «Вклад молодых учёных в развитие химической науки», – Душанбе. – 2017. – С. 52 – 54.

[29-М]. Муродиён, А. Антрациты месторождения Назарайлока – сырьё для производства углеродных материалов / А. Муродиён, А.Г.Сафаров, Н.Ю.Пулодов, Б.С.Азизов, Х.Сафиев, Б.С Джамолзода// Материалы респуб. научно-практ.конф.(с международным участием) на тему «Применение инновационных технологий в преподавании естественных дисциплин среднеобразовательных школах и ВУЗ-ах», посвященной 150-летию период. Таблицы химических элементов Д.И.Менделеева (11-12 октября 2019 г). ТНУ, – Душанбе. –2019. –С.139– 145.

[30-М]. Муродиён, А. Разработка технологии получения лабораторных образцов подовых блоков алюминиевых электролизеров/А.Муродиён, А.Г.Сафаров, Сафиев Х. // Материалы VI- ой международной конференции «Современные проблемы физики, посвященной 110-летию акад. АН РТ С.У.Умарова и 90-летию акад. АН РТ А.А.Адхамова. – Душанбе. – 2018. – С. 235 – 237.

[31-М]. Муродиён, А. Физические характеристики антрацитов месторождения Назарайлок / А.Муродиён, А.Г. Сафаров, К.К. Кабутов, К. Ботуров, Х. Сафиев // Сб. материалов международной научно – практической конференции «Ускоренная индустриализация -Основной фактор развития Таджикистана», ИЭТ, Хатлонская область район Кушониён. – 2019. – С.16 – 21.

АННОТАТСИЯИ

диссертатсияи Асрори Муродиён “Асосҳои илмӣ-амалии коркард ва истифодаи ашёи маҳаллии карбондор дар истеҳсоли алюминий” барои дарёфти дараҷаи илмии доктори илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.02.01-Маводшиносӣ (дар металлургия)

Калимаҳои калидӣ. антрацит, массаи фаршӣ, деги электролизӣ, блокҳои паҳлӯӣ ва фаршӣ, коркарди гармӣ, кинетика, зичии зоҳирӣ ва аслӣ, мустаҳкамии механикӣ, термография, рентгенография, ИК-спектроскопия, гармиғунҷоиш.

Мавод ва усулҳои таҳқиқот, дастгоҳҳои истифодашуда. Таркиби химиявии хокистар дар антрацит бо усули химиявӣ мувофиқи ГОСТ 10438-87 муайян карда шудааст. Элементҳо-ғашҳои таркиби хокистар бо спектрометри намуди «СПЕКТРОСКАН Макс GV» муайян карда шудааст. Таҳқиқоти термографӣ ва рентгенографии антрацит дар конструксияи термографии сохтаи муаллиф ва асбоби ДРОН-2 гузаронида шудааст. Массаи хунук сумбашавандаи фаршӣ дар шароити озмоишгоҳ дар таҷҳизоте, ки дар ҶСК «ШАТ» кор карда баромадаанд, тайёр карда шудааст.

Мақсади таҳқиқот. Мақсади таҳқиқот ин таҳия намудани асосҳои илмӣ, амалӣ ва технологияи истифодаи ашёи хоми маҳаллии дорои карбон - антрацит, ангишт ва партовҳои саноатии дорои карбон дар истеҳсоли маҳсулотҳои электродӣ, инчунин истеҳсоли электролитии алюминий мебошад.

Натиҷаҳои ҳосилнамуда ва навгониҳои онҳо. Хусусиятҳои физикӣ-химиявӣ ва физикӣ-механикии ҳамаҷониба коркардшудаи антрацити кони Назарайлок дар ҳарорати паст, миёна ва баланд (250-1700⁰С), инчунин бо истифодаи спектроскопияи ИС, термогравиметрӣ, ЭПР ва рентгенографӣ, тағирёбии структуравии он ошкор карда шуданд; тағирёбии гармиғунҷоиши он аз ҳарорат муайян карда шудааст. Антрацити кони Назарайлок ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли анодҳо, МХСФ, блокҳои паҳлӯӣ ва фаршӣ, инчунин маводи пуркунанда барои тафсонидани фарши электролизерҳои алюминий баҳо дода шуд. Таркиби шихта ва пайваस्तкунанда (таносуби қатрони ангишт ва рағғани фурӯбаранда) барои истеҳсоли МХСФ, таносуби миқдори термоантрацит ва қатрони (пек) ангишт барои истеҳсоли анод, блокҳои паҳлӯгӣ ва фаршӣ пешниҳод карда мешаванд. Дар шароити истеҳсолии ҶСК «ШАТ» маҷмӯҳои саноатии МХСФ, анодҳо ва блокҳои паҳлӯгӣ истеҳсол шудаанд, ки ба талаботҳои техникии ТУ 1913-109-014-99 “Блокҳои паҳлӯгӣ барои электролизерҳои алюминий”, инчунин ТУ 48-0128-50- 60-04 “Омодасозии массаи хунуксумбашуда” мувофиқат менамоянд. Устувории антрацити кони Назарайлок, дар ҳарорати 1400⁰С муайян карда шуда, қобилияти он барои истеҳсоли маҳсулотҳои электродӣ исбот шуд. Имконияти ба даст овардани ҳўлаи аввалия бо истифода аз концентрати гилхокукриолитӣ, ки аз партови саҳти карбондор дар ҶСК «ШАТ» маҳфузбуда ба даст омада муайян карда шуд. Ба ҷои гази табиӣ дар технологияи истеҳсоли маҳсулоти электродҳо ва маҳсулоти кимиёвӣ истифодаи гази синтези аз антрацит ва дигар ангиштҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ба даст оварда шуд.

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо:

- натиҷаҳои кор барои муҳандисон ва техникҳои дар корхонаҳои кимиёвӣ ва металлургӣ коркунанда, инчунин ташкилотҳои лоихакашӣ ва муҳандисӣ дар тарроҳии заводҳои истеҳсоли маҳсулоти электрод, маводҳои гуногуни карбон-графитӣ, ки пуркунандаи он антрацит мебошанд, коркарди партовҳои саҳти дорои карбон бо мақсади ба даст овардани алюминийи электролитӣ, инчунин қисми экологии лоиха тавсия дода мешавад;

- баъзе натиҷаҳоро ба донишҷӯёни мактабҳои миёна ва олий, ки дар самтҳои “Металлургияи металлҳои ранга” ва “Истеҳсоли электрод” таҳсил мекунанд, тавсия додан мумкин аст.

Соҳаи истифодабарӣ: саноати металлургия.

АННОТАЦИЯ

диссертации Асрори Муродиён «Научно–практические основы переработки и использования местного углеродсодержащего сырья в производстве алюминия», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в металлургии)

Ключевые слова: антрацит, подовая масса, электролизер, бортовые и подовые блоки, аноды, термообработка, кинетика, кажущаяся плотность, истинная плотность, мехпрочность, термография, рентгенография, ЭПР, ИК-спектроскопия, теплоемкость.

Объекты и методы исследования, использованная аппаратура. Химический состав золы в антраците определялся химическими методами согласно ГОСТ 10438-87. Элементы-примеси в золе определялись спектрометром типа «СПЕКТРОСКАН Макс GV». Термографические и рентгенографические исследования антрацита осуществлялось на термографе авторской конструкции и установке ДРОН–2. Холоднонабивная подовая масса в лабораторных условиях приготавливалась на установке, разработанной в ОАО «ТАЛКО».

Цель работы. Целью работы является разработка научно-практических и технологических основ использования местного углеродсодержащего сырья-антрацита, каменного угля и углеродсодержащих промышленных отходов в выпуске электродной продукции, а также для электролитического производства алюминия.

Полученные результаты и их новизна. Впервые комплексно определены физико-химические и физико-механические характеристики антрацита месторождения Назарайлок при низких, средних и высоких температурах термообработки (250-1700⁰С), а также ИК-спектроскопией, термогравиметрией, ЭПР и рентгенографией выявлены его возможные структурные превращения, определены изменения его теплоемкости от температуры. Впервые дана оценка антрацита месторождения Назарайлок как сырья для производства анодов, ХНПМ, бортовых и подовых блоков, а также в качестве пересыпочногo материала для обжига подины алюминиевых электролизеров. Впервые в производственных условиях ОАО «ТАЛКО» получены промышленные партии ХНПМ, анодов и бортовых блоков из отечественного антрацита, отвечающих требованиям технических условий ТУ 1913 -109-021-2003 «Блоки подовые для алюминиевых электролизеров», а также ТУ 48-0128-50-60-04 «Приготовление массы холоднонабивной». Впервые установлена устойчивость термообработанного до температуры 1400⁰С антрацита месторождения Назарайлок и доказана его пригодность для производства электродных изделий. Впервые установлена возможность получения первичного электролитического алюминиевого сплава в электролизерах, работающих на криолитоглиноземном концентрате, полученном из углеродсодержащих твердых отходов ОАО«ТАЛКО». Установлена возможность использования синтез-газа, полученного из антрацита и других углей Республики Таджикистан, вместо природного газа в технологии производства электродных изделий и химических продуктов.

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- результаты работ рекомендуется инженерно-техническим работникам работающие на химических и металлургических предприятиях, а также проектно-конструкторским организациям при проектировании заводов по производству электродных изделий, различных углеграфитовых материалов наполнителем которых является антрацит, переработкой углеродсодержащих твердых отходов с целью получения электролитического алюминия, также экологической частью проекта;
- часть результатов можно рекомендовать студентам средних и высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Металлургия цветных металлов» и «Электродного производства».

Область применения: металлургическая промышленность.

ANNOTATION

on dissertation Asrori Murodiyov "Scientific and practical bases of processing and use of local carbonaceous raw materials in the production of aluminum", submitted for the degree of Doctor of technical sciences, specialty 05.02.01 - Materials Science (in metallurgy)

Key words. anthracite, bottom mass, electrolyzer, side and bottom blocks, anodes, heat treatment, kinetics, apparent density, true density, mechanical strength, thermography, X-ray diffraction, EPR, IR spectroscopy, heat capacity.

Objects and research methods, equipment used. The chemical composition of ash in anthracite was determined by chemical methods according to GOST 10438-87. Impurity elements in the ash were determined by a spectrometer of the "SPECTROSCAN Max GV" type. Thermographic and X-ray studies of anthracite were carried out using a thermograph of the author's design and a DRON-2 installation. Cold-rammed hearth mass in laboratory conditions was prepared on a unit developed at State Unitary Enterprise "Talko".

Objective. The aim of the work is to develop scientific, practical and technological foundations for the use of local carbon-containing raw materials - anthracite, coal and carbon-containing industrial waste in the production of electrode products, as well as for the electrolytic production of aluminum.

The results obtained and their novelty. For the first time, the physicochemical and physicomechanical characteristics of anthracite from the Nazarailok deposit at low, medium and high temperatures of heat treatment (250-1700⁰ C) have been comprehensively determined, as well as IR spectroscopy, thermogravimetry, EPR and X-ray diffraction, its possible structural transformations have been revealed, the changes in its heat capacity from temperature are determined. For the first time, an assessment of anthracite from the Nazarailok deposit is given as a raw material for the production of anodes, KhNPM, side and bottom blocks, as well as a filling material for firing the hearth of aluminum electrolyzers. For the first time in the production conditions of OJSC TALCO, industrial batches of KhNPM, anodes and side blocks from domestic anthracite were obtained that meet the requirements of technical specifications TU 1913-109-021-2003 "Bottom blocks for aluminum electrolyzers", as well as TU 48-0128-50- 60-04 "Preparation of cold-rammed mass". For the first time, the stability of anthracite from the Nazarailok deposit heat-treated to a temperature of 1400⁰ C was established and its suitability for the production of electrode products was proved. For the first time, the possibility of obtaining a primary electrolytic aluminum alloy in electrolytic cells operating on cryolite-alumina concentrate obtained from the carbon-containing solid waste of JSC TALCO has been established. The possibility of using synthesis gas obtained from anthracite and other coals of the Republic of Tajikistan instead of natural gas in the production technology of electrode products and chemical products has been established.

Recommendations for the practical use of the results:

- the results of the work are recommended for engineering and technical workers working at chemical and metallurgical enterprises, as well as design organizations in the design of factories for the production of electrode products, various carbon-graphite materials the filler of which is anthracite, the processing of carbon-containing solid waste in order to obtain electrolytic aluminum, also an environmental part project;
- some of the results can be recommended to students of secondary and higher educational institutions studying in the direction of "Metallurgy of non-ferrous metals" and "Electrode production".

Application: metallurgical industry.

Разрешено в печать 16.09.2020г.
Подписано в печать 18.09.2020г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,68. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии «Донишварон».
734063, г. Душанбе, ул. Амоналная, 3/1
Тел.: 915-14-45-45. E-mail: donishvaron@mail.ru