

На правах рукописи

РГБ ОД

- 6 СЕН 2000

Тюменцев  
Валерий Михайлович



ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА, ДИСПЕРСНОСТИ И ХИМИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ КОМПОНЕНТОВ РЕЦЕПТУР АНОДНОЙ  
МАССЫ

Специальность 02.00.18 – химия и физика поверхности

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Санкт-Петербург

2000

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете) и в ОАО Сибирский научно-исследовательский, конструкторский и проектный институт алюминиевой и электродной промышленности (СибВАМИ).

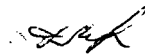
|                        |   |
|------------------------|---|
| Научный руководитель:  | доктор химических наук, профессор<br>Ивахнюк Григорий Константинович  |
| Научный консультант:   | кандидат технических наук<br>Лазарев Валерий Дмитриевич   |
| Официальные оппоненты: | доктор технических наук, профессор,<br>Семина Евгений Геннадиевич;<br>доктор технических наук,<br>Бабкин Олег Эдуардович. |
| Ведущая организация:   | АО Всероссийский алюминиево-магниевый институт (ВАМИ)   |

Защита состоится «55» июня 2000 г. в 14.30 часов на заседании диссертационного совета Д 063.25.13 в Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете) по адресу: 198013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

Автореферат разослан «05» июня 2000 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 063.25.13



Малков А. А.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы.

В настоящее время большая часть отечественного алюминия производится на крупнейших в мире Сибирских алюминиевых заводах, производящих анодную массу для собственных нужд. Производство анодной массы на этих заводах велико, и ни один производитель пека в России не может закрыть их полную потребность в электродном пеке. Как правило, сибирские алюминиевые заводы получают пеки от 5-10 поставщиков и альтернативы этому пока нет. Аналогичная ситуация сложилась и с поставками коксов (6-12 поставщиков).

Большое количество поставщиков компонентов анодной массы обуславливает нестабильность их свойств, а, следовательно, и характеристик анодной массы. В конечном итоге это отрицательно сказывается на технологии самообжигающихся анодов и технологии электролиза и является одной из причин высокого удельного расхода анодной массы (570-590 кг/т алюминия).

Радикальным решением является переход на производство и применение «сухой» анодной массы. Однако переход на новую технологию требует технического перевооружения со значительными затратами и переобучения обслуживающего персонала. Поэтому для действующего производства Братского алюминиевого завода (БрАЗ) актуальным является оптимизация состава, дисперсности и химических свойств поверхности компонентов рецептур анодной массы. Совершенствование технологии позволит снизить дозировку связующего с сохранением текучести массы и ее высоких потребительских свойств для технологии самообжигающегося анода с верхним токоподводом.

Значимость обсуждаемых проблем кроме прочего обусловлена также и значительным объемом производства анодной массы на БрАЗе - 480-490 тыс. т/год.

### Цель и задачи исследования.

Основной целью работы является оптимизация физико-химических свойств компонентов анодной массы для технологии самообжигающегося анода с верхним токоподводом, используемой Братским алюминиевым заводом. Это позволит снизить расход пека на производство анодной массы и повысить ее качество. При этом снижение содержания пека, а значит и летучих веществ в массе, должно обеспечить также уменьшение удельного расхода углерода и сокращение выбросов смолистых веществ в атмосферу.

В соответствии с целью исследований в диссертационной работе определены следующие задачи исследования:

- исследовать влияние физико-химических свойств каменноугольных пеков на качество анодной массы;
- исследовать влияние состава и свойств смесей каменноугольного и нефтяного пеков на характеристики анодной массы;
- изучить влияние физико-химических свойств нефтяных коксов на качество анодной массы;
- проанализировать влияние физико-химических свойств «суммарного» кокса на свойства анодной массы.

На защиту выносятся следующие основные положения, составляющие научную новизну:

- осуществлена научно-обоснованная классификация коксов по структурно-пористым характеристикам, обеспечивающая их рациональную шихтовку;
- обоснована температура процесса прокали «суммарных» коксов, учитывающая особенности их структурной перестройки и обеспечивающая исключение явления селективного окисления и усадки анода;
- выявлены оптимальные технологические параметры процесса смешения рецептур на основе каменноугольных и нефтяных пеков, обеспечивающие минимальное значение коэффициента неоднородности и

максимальную прочность адсорбционно-сольватных слоев;

-экспериментально исследован механизм регулирования и управления качественными показателями анодной массы путем шихтовки пеков;

-экспериментально обоснован метод повышения качества анодной массы путем химического модифицирования поверхности ее компонентов.

#### Практическая ценность работы.

Все практические рекомендации, полученные в результате проведенных исследований, использованы в технологическом процессе производства анодной массы на БрАЗе:

-результаты работы используются при формировании сырьевой базы БрАЗа;

-установлено оптимальное сочетание смесей разнородных каменноугольных пеков, различающихся по групповому составу и спекающей способности, дисперсности коксов, технологических параметров для получения анодной массы со стабильными свойствами;

-установлены диапазоны параметров, позволяющих использовать нефтяные пеки в смесях каменноугольного и нефтяного пека для получения качественной анодной массы;

-проанализированы свойства «суммарных» коксов, поступающих на БрАЗ;

-определены оптимальные показатели термоподготовки коксов.

#### Апробация материалов диссертации проведена на:

-9-ом международном конгрессе «Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи» г. Уфа, 8-11 июля 1999г.;

- международной научно-практической конференции «Технологические и экологические аспекты комплексной переработки минерального сырья». Иркутский Государственный технический университет, Иркутск, 1998 г.;

- научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития алюминиевой промышленности», АО «Сибирский научно-исследовательский, конструкторский и проектный институт алюминиевой и электродной промышленности», Иркутск, 8-10 апреля 1999г.;

- международной научно-технической конференции молодых специалистов и ученых алюминиевой, магниевой и электродной промышленности» АО ВАМИ. С-Петербург, 22-23 ноября 1999 г.

#### Публикации.

По теме диссертации опубликовано 14 статей. По результатам работы получено 3 патента.

#### Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из восьми разделов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 174 страницах машинописного текста, содержит 16 рисунков, 46 таблиц и список использованных литературных источников из 61 наименования.

Во введении рассмотрены основные проблемы технологии анодной массы для самообжигающегося анода с верхним токоподводом, используемой Братским алюминиевым заводом.

Во второй главе в форме аналитического обзора рассмотрены физико-химические свойства коксопечковых композиций анодной массы.

Создание реологической модели углеродистых порошковых смесей со связующим чрезвычайно усложнено. Трудно учесть реологические свойства связующих без добавок порошка, что связано с чувствительностью деформаций к температуре, времени, составу, степени полимеризации входящих компонентов, способностью образовывать мономолекулярные химические связи в структуре.

Лиофобно-лиофильная мозаичность поверхности определяет процесс формирования структур, представляющих собой сочетание коагуляционных структур частичек и структуры связующего. Частички в структуре

контактируют через лиофобные участки, а связующее ориентировано на лиофильных участках. В такой структуре связующее претерпевает изменения, которые отличаются от изменений, происходящих в скоплениях связующего, не связанного с образующейся структурой. Изменение соотношения лиофильных и лиофобных участков на поверхности частичек приводит к изменению прочности смесей.

Возникновение хемосорбционного взаимодействия между поверхностью порошковых углеродистых частичек и связующим весьма важно не только с точки зрения изменения когезионной прочности, но и, определяет структурно-механические свойства углеграфитовых материалов. В связи с этим регулирование количества и вида активных химических групп на поверхности коксовых частичек, т.е. их химическое модифицирование, оказывает большое влияние на формирование структуры и свойств углеграфитовых материалов. Заметим, что изменяя свойства поверхности коксовых частичек путем их газового или жидкого окисления или вибропомолом, можно регулировать формирование структуры и свойств материала.

Изменением физико-химических свойств связующего можно также добиться получения заданных параметров материалов. Взаимодействие связующего с поверхностью порошков на всех стадиях технологического процесса, во многих случаях сопровождается образованием химических связей между этими компонентами.

Важным различием между каменноугольными и нефтяными пеками является образование на поверхности мезофазных сферолитов из каменноугольного пека тонкодисперсных частичек нерегулярного строения. Эти частички полностью отсутствуют на сферолитах нефтяного иска. Их удаление фильтрацией приводит к одинаковой микроструктуре сферолитов, полученных из каменноугольного и нефтяного пеков. Другим важным отличием нефтяных пеков от каменноугольных является меньшее отношение

С/Н, которое зависит от содержания тиофеновых соединений, а также отсутствие веществ, нерастворимых в бензоле и хинолине. Смеси каменноугольного и нефтяного пеков имеют повышенную смачивающую способность и пластичность.

В третьей главе анализируются физико-химические характеристики каменноугольных пеков и их влияние на свойства анодной массы.

Качество массы на основе каменноугольных пеков, поставляемых на БрАЗ (см. табл. 1), существенно различается по основным показателям. Значительный разбег в качественных показателях массы на основе пеков разных поставщиков обуславливается различием их по составу и свойствам. В первую очередь к этому следует отнести различие по содержанию  $\alpha$ -фракции, выходу летучих, плотности и коксовому остатку. При этом пеки с содержанием  $\alpha$ -фракции (27-28)% и выходом летучих менее 62% позволяют получить массу с более высокой прочностью и более низким показателем удельного электросопротивления (УЭС). Однако эти пеки, как правило, имеют более высокое содержание  $\alpha_1$ -фракции, золы и хуже смачивают кокс и поэтому показатель разрушаемости массы в  $\text{CO}_2$  для этих пеков несколько выше, чем у массы на основе более легких пеков.

Таблица I

Физико-химические свойства пеков, поставляемых на БрАЗ.

| Показатели                            | Новокузнецкий | Днепропетровский | Магнитогорский | Китайский |
|---------------------------------------|---------------|------------------|----------------|-----------|
| Температура размягчения, °С           | 74            | 75               | 75,5           | 76,5      |
| Содержание золы, %                    | 0,13          | 0,25             | 0,10           | 0,08      |
| Содержание летучих, %                 | 61,9          | 59,1             | 63,7           | 62,2      |
| Истинная плотность, г/см <sup>3</sup> | 1,321         | 1,311            | 1,295          | 1,314     |
| Коксовый остаток, %                   | 53,9          | 54,8             | 51,8           | 53,3      |
| Нерастворимые в толуоле, %            | 27,1          | 28,8             | 25,9           | 26,9      |
| Нерастворимые в хинолине, %           | 9,5           | 9,4              | 4,6            | 5,2       |
| Отгон до 360°С, %                     | 10,96         | 9,68             | 11,68          | 9,2       |

Как следует из полученных результатов исследования смесей пеков



физико-химические свойства смесей пеков в основном коррелируют со средневзвешенными значениями индивидуальных свойств смешиваемых пеков. При этом при изменении соотношения тяжелых и легких пеков свойства смеси пеков сдвигаются в сторону тяжелых и легких пеков в соответствии с их дозировкой.

Отсюда следует, что для получения желаемых свойств смеси пеков, шихтовку их можно определить расчетом средневзвешенных показателей, исходя из индивидуальных свойств имеющихся в наличии разнородных пеков. Тем самым создаются условия для целенаправленного регулирования и управления качественными показателями анодной массы.

В четвертой главе рассматривается влияние состава и свойств смесей каменноугольного и нефтяного пеков на характеристики анодной массы.

По своим физико-химическим свойствам и структуре нефтяные пеки существенно отличаются от каменноугольных. Как правило, нефтяные пеки имеют более низкую плотность и характеризуются недостаточным количеством коксообразующей и спекающей  $\alpha$ -фракции. Структурный анализ пеков показывает, что по сравнению с каменноугольным пеком нефтяные пеки, как правило, содержат в составе нафтено-ароматические соединения с меньшей степенью конденсации, с большим числом и более длинными углеводородными цепочками. Все это накладывает отпечаток как на физико-механические свойства массы на его основе, так и на технологию ее изготовления и использования.

В данной главе проанализировано влияние основных технологических параметров и состава анодной массы, приготовленной на смеси каменноугольного и нефтяного пеков при доле последнего 10, 25, 40 и 55%, на ее качественные показатели. Результаты этих исследований позволяют повысить эффективность использования нефтяного пека и увеличить долю его переработки.

Для всех составов исследуемых масс с повышением температуры смешивания отмечается снижение ее пластических свойств за счет более интенсивного протекания таких процессов, как пропитка кокса-наполнителя

связующим, изменения вязкости пека в процессе нагрева, структурирования и окисления кислородом воздуха.

При повышении доли нефтяного пека в смеси до 25; 40 и 55% зависимость коэффициента текучести  $K_t$  от температуры носит экстремальный характер, что соответствует представлениям о формировании физико-химических свойств пеко-коксовых композиций на стадии их приготовления. При этом оптимальные значения температур снижаются до 130-170°C. Масса этих составов, полученная при более высоких температурах, характеризуется повышенными значениями  $\Delta K_t$ , т.е. имеет склонность к дальнейшему существенному изменению пластических свойств в жидкой фазе анода. Это обусловлено существенным изменением группового состава пека в прослойках в процессе его структурирования при повышенных температурах в сторону увеличения в них легких фракций.

Из данных технологического опробования анодной массы с долей нефтяного пека 25 и 55% следует, что более интенсивно процесс их взаимодействия с улучшением качественных показателей массы протекает при температуре 150-190°C, в том числе 150-170°C для высокой доли нефтяного пека (55% и выше) и 170-190°C для более низкой доли нефтяного пека.

При использовании виброизмельченного кокса получена масса с высокими качественными показателями. Связано это с тем, что при виброизмельчении наряду с увеличением дисперсности кокса происходит значительное изменение его поверхностных свойств и способности к взаимодействию со связующим, что обусловлено увеличением дефектов структуры и возрастанием поверхностных кислородсодержащих функциональных групп.

По результатам лабораторных и промышленных исследований по технологии производства анодной массы на смеси каменноугольного и нефтяного пеков можно сделать выводы о том, что наиболее эффективным фактором, позволяющим повысить долю нефтяного пека в смеси является

состав коксовой шихты, в том числе содержание и тонина помола пыли. При обеспечении тонины шарового помола пыли в пределах не менее 65% доля нефтяного пека в смеси может быть повышена до 50% с получением массы, отвечающей по своим качественным показателям установленным требованиям.

В пятой главе рассмотрено влияние физико-химических свойств нефтяных коксов на качество анодной массы.

В работе проанализированы физико-химические свойства 12 видов нефтяных коксов, используемых в производстве анодной массы. Свойства сырых коксов даны в таблице 2.

По содержанию летучих веществ четыре кокса не удовлетворяют требованиям ГОСТ 22898-78 (волгоградский 1, красноводский, новобакинский и китайский). С точки зрения технологии получения коксов это свидетельствует о низкотемпературном режиме коксования, использовании низкоароматических нефтяных остатков, а также большом содержании мелочи, которая в основном содержит низкокачественный кокс из вспененной, недококсованной верхней части пирога. Для потребителя это в первую очередь означает повышенные потери кокса при прокатке за счет утара.

В таблице 2 представлены также данные по содержанию зольных примесей регламентированных требованиями ГОСТ 22898-78 на электродные коксы для производства анодной массы. Все эти примеси ухудшают свойства алюминия, кроме того, железо является катализатором окислительных реакций углерода, а ванадий снижает выход по току при электролизе. Следует отметить, что газообразные соединения серы регламентируются как вредные с экологической точки зрения ингредиенты. Также сера интенсифицирует коррозию токоподводящих штырей, что отрицательно сказывается на сортности металла и расходе электроэнергии.

Физико-химические свойства сырых нефтяных коксов, поставляемых  
на БРАЗ

| Наименование кокса | Массовая доля влаги, % | Выход летучих веществ, % | Зольность, % | Массовая доля серы, % | Содержание зольных примесей, % |        |         |
|--------------------|------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------------|--------|---------|
|                    |                        |                          |              |                       | кремний                        | железо | ванадий |
| Волгоградский I    | 1,9                    | 14,2                     | 1,7          | 0,45                  | 0,086                          | 0,067  | 0,009   |
| Волгоградский II   | 0,41                   | 7,0                      | 0,39         | 1,40                  | 0,035                          | 0,033  | 0,016   |
| Волгоградский III  | 0,54                   | 11,18                    | 0,04         | 1,61                  | 0,009                          | 0,02   | 0,0017  |
| Ферганский         | 0,59                   | 8,54                     | 0,25         | 2,06                  | 0,03                           | н/обн  | 0,012   |
| Новокубышевский    | 0,13                   | 8,88                     | 0,21         | 2,01                  | 0,09                           | 0,01   | 0,029   |
| Красноводский      | 0,54                   | 11,41                    | 0,35         | 0,54                  | 0,054                          | 0,029  | 0,007   |
| Омский I           | 0,43                   | 8,78                     | 5,82         | 1,60                  | 0,087                          | 3,57   | 0,037   |
| Омский II          | 0,32                   | 7,82                     | 0,83         | 1,71                  | 0,087                          | 0,047  | 0,022   |
| Гурьевский         | 0,22                   | 6,53                     | 0,20         | 1,75                  | 0,046                          | 0,041  | 0,0046  |
| Китайский I        | 0,44                   | 11,89                    | 0,42         | 0,55                  | 0,033                          | 0,043  | 0,0076  |
| Китайский II       | 0,56                   | 10,76                    | 0,15         | 0,47                  | 0,022                          | 0,024  | 0,0017  |
| Новоуфимский       | 0,22                   | 6,95                     | 0,15         | 1,86                  | 0,035                          | н/обн  | 0,024   |
| Ангарский          | 0,48                   | 7,02                     | 0,30         | 1,40                  | 0,043                          | н/обн  | 0,01    |
| Пермский           | 0,01                   | 7,97                     | 0,36         | 2,75                  | 0,022                          | 0,019  | 0,054   |
| Павлодарский       | 0,01                   | 7,62                     | 0,45         | 1,53                  | 0,01                           | 0,068  | 0,02    |
| Новобакшинский     | 0,24                   | 12,15                    | 0,22         | 0,55                  | 0,02                           | 0,032  | 0,0029  |

Известно, что свойства анодной массы до обжига и после во многом зависят от природы кокса, их пористой структуры и прочностных характеристик. Бессистемная переработка коксов с разными структурно-прочностными характеристиками, естественно, будет дестабилизировать технологический процесс приготовления анодной массы и ее качественные показатели. Поэтому проведено исследование основных физико-химических свойств прокаленных коксов: насыпной и объемной плотности, пористости, прочности, удельной поверхности.

Проведены рентгеноструктурные исследования коксов. По их результатам выделены три группы коксов.

- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 1. Коксы с высокой         | красноводский     |
| упорядоченностью структуры | ангарский         |
|                            | китайский         |
| 2. Коксы со средней        | омский            |
| упорядоченностью структуры | ферганский        |
|                            | гурьевский        |
|                            | ново-уфимский     |
|                            | пермский          |
|                            | павлодарский      |
|                            | волгоградский     |
| 3. Коксы с низкой          | ново-куйбышевский |
| упорядоченностью структуры |                   |

По результатам экспериментальных и аналитических исследований рекомендовано смешивание коксов с разными свойствами в определенном соотношении для улучшения качества анодной массы при получении коксов от большого количества поставщиков. Сделан вывод о необходимости оптимизации гранулометрического состава коксовой шихты из высокопористых коксов. Целесообразно оценивать структурно-пористые характеристики коксов после прокалики и постепенно снижать закупки

высокопористых коксов. Тем самым будет обеспечено повышение однородности коксового сырья и повышение его качества в целом.

В главе шесть проанализированы результаты исследования влияния физико-химических показателей «суммарного» кокса на свойства анодной массы.

По качеству ситового состава в порядке ухудшения все коксы, поступающие на БрАЗ можно разбить на следующие группы:

I группа: волгоградский (крупнокусковой)

II группа: павлодарский, ангарский (суммарные)

III группа: китайский, омский (суммарные)

IV группа: гурьевский (суммарный).

Исследования суммарных коксов по фракциям показали, что крупные фракции всех коксов имеют пониженное содержание золы, летучих и отличаются повышенной, по сравнению с мелкой фракцией, действительной плотностью. Лучшие показатели по золе и летучим у крупных фракций суммарных коксов являются положительными факторами с точки зрения качества анодной массы и потерь при прокатке. Прокатка же мелочи (-8мм) во вращающихся печах может быть связана как с повышенным пылеуносом, так и повышенными потерями с летучими веществами. Также установлено, что крупные фракции кокса имеют большую пористость.

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее информативными из изученных показателей термоподготовки коксов являются действительная плотность, пористость, удельная поверхность и реакционная способность. По этим показателям прокатенные крупная и мелкая части суммарных коксов, поставляемых на БрАЗ, существенно отличаются. Если ориентироваться на пределы действительной плотности по ТИ, то в большинстве случаев совместную прокатку крупной и мелкой фракции одного кокса можно проводить в довольно узких температурных интервалах: китайский (1190-1212°C), ангарский (1185-1207°C),

волгоградский (1230-1245°C), омский (1212-1227°C). При этом не для всех коксов эти интервалы совмещаются. То есть, для прокалки суммарных коксов требуется разделить их как минимум на две группы. Однако и в этом случае возможно колебание  $d_{\text{и}}$  прокаленных коксов в пределах 2,02-2,05 г/см<sup>3</sup>. Соответственно будут изменяться степень уплотнения структуры прокаленного кокса и его свойства.

Результаты данной работы можно считать одной из первых стадий оценки коксов, поставляемых на БрАЗ, как сырья для производства анодной массы.

В седьмой главе рассмотрены вопросы химической модификации поверхности ингредиентов анодной массы.

Теоретически, одним из вероятных химических механизмов регулирования пористости и механической прочности анодной массы, а, следовательно, и ее реакционной способности могут служить реакции поликонденсации поверхностных кислородсодержащих группировок (основных и кислых окислов), присущих как наполнителю - коксу, так и связующему - пеку.

Целью данной исследовательской работы было увеличение прочности анодной массы, применяемой в производстве алюминия. На основе анализа литературы, посвященной данной теме, было сделано предположение о том, что прочность анодной массы может увеличиться в результате реакций поликонденсации между кислотными группировками на поверхности пека и основными окислами на поверхности кокса.

Для решения задачи было определено содержание кислых и основных окислов на поверхности углеродистых материалов (табл. 3)

Окисляя кокс в термошкафу при 240°C и 950°C, констатировали уменьшение количества основных окислов на его поверхности.

Таблица 3.

Количество основных окислов на поверхности исходных и окисленных при различных температурах коксов

| Образец | Фракция, мм | Количество основных окислов, мг-экв/г |                                   |       |
|---------|-------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|
|         |             | Исходные коксы                        | Коксы, окисленные при температуре |       |
|         |             |                                       | 240°C                             | 950°C |
| №1      | -8+4        | 0.166                                 | 0.329                             | 0.149 |
| №2      | -4+2        | 0.083                                 | 0.329                             | 0.100 |
| №3      | -2+0.08     | 0.013                                 | 0.322                             | 0.100 |

Далее из исходных и окисленных при 240°C образцов кокса с разной долей связующего были спрессованы таблетки. Полученные данные представлены в табл.4.

Таблица 4.

Предел прочности на сжатие образцов анодной массы

| Содержание пека, % | Фракционный состав кокса, мм | Предел прочности на сжатие, МПа |            | Разрушаемость в CO <sub>2</sub> , мг/см <sup>2</sup> *час. | Эффект, % |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|--|-----------|
|                    |                              | Вид кокса                       |            |  |           |
|                    |                              | Исходный                        | Окисленный |  |           |
| 28                 | -8+4                         | 46.1                            | 69.1       | 47,5   | +49,8     |
|                    | -4+2                         | 39.0                            | 55.6       | 50,1   | +42,5     |
|                    | -2+0.08                      | 42.0                            | 53.7       | 52,3   | +27,8     |
|                    | -0.08                        | 65.5                            | —          | —  | —         |
| 31                 | -8+4                         | —                               | —          | —  | —         |
|                    | -4+2                         | 40.9                            | 38.2       | 36,1   | -6,5      |
|                    | -2+0.08                      | 69.7                            | 51.8       | 36,5   | -25,7     |
|                    | -0.08                        | 47.5                            | 34.8       | 40,7   | -26,6     |

Установлено, что окисление кокса положительно влияет на прочность анодной массы, но это справедливо только при низком содержании связующего в рецептуре анодной массы (28%). При увеличении содержания связующего до 31% эффект противоположный, и мы можем говорить лишь об общем уменьшении прочности образцов анодной массы по всем фракциям.

#### Выводы по работе:

1. В работе исследован механизм регулирования и управления



качественными показателями анодной массы путем шихтовки пеков, поскольку поставляемые на БрАЗ пеки существенно различаются по групповому составу и спекающей способности, что может являться дестабилизирующим фактором в технологии производства анодной массы и самообжигающихся анодов. Изменение дозировки связующего и температуры смешивания массы не позволяет в достаточной степени сблизить свойства анодной массы на основе разнородных пеков. Степень помола пылевой фракции действует разнонаправлено на качество анодной массы на основе тяжелых и легких пеков. При температуре порядка 170°C пеки после механического перемешивания образуют устойчивые смеси со средневзвешенными для данной смеси свойствами.

2. Наиболее эффективным фактором, позволяющим повысить долю нефтяного пека в смеси является состав коксовой шихты, в том числе содержание и тонна помола пыли. При обеспечении тонны шарового помола пыли в пределах не менее 65% доля нефтяного пека в смеси может быть повышена до 50% с получением массы, отвечающей по своим качественным показателям установленным требованиям.

3. Оптимальными технологическими параметрами процесса смешения рецептур на основе каменноугольных и нефтяных пеков, обеспечивающими минимальное значение коэффициента неоднородности и максимальную прочность адсорбционно-сольватных слоев для смесильных установок являются - при 25% смеси производительность 11-12 т/ч; температура смешивания 110-190°C; (предпочтительно 150-190°C); при 50% смеси и выше - производительность 10-15 т/ч; температура смешивания 150-170°C.

4. Целесообразно оценивать параметры коксов на основе их классификации по структурно-пористым характеристикам и постепенно снижать использование высокопористых коксов. Тем самым будет обеспечено повышение однородности коксового сырья и повышение его качества в целом.

5. При выборе температуры прокатки «суммарных» коксов для исключения явлений селективного окисления и усадки анода необходимо учитывать особенности их структурной перестройки.

6. Химическая модификация поверхности ингредиентов анодной массы позволяет управлять ее основными эксплуатационными характеристиками. При низком содержании связующего в рецептуре анодной массы (28%) окисление кокса положительно влияет на прочность анодной массы, при увеличении содержания связующего до 31% эффект меняет знак, и можно говорить лишь об общем изменении прочности образцов анодной массы по всем фракциям.

#### СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Лазарев В.Д., Маркелова Л.И., Бессонов Г.Л., Тюменцев В.М. Пути улучшения качества анодной массы, изготовленной на основе нестандартных каменноугольных пеков // Цветные металлы № 6, 1996-с. 27-32.

2. Лазарев В.Д., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р. Роль пеков-связующих в формировании пластических свойств анодной массы.//Цветные металлы, №3, 1999-с.44-48.

3. Лазарев В.Д., Чалых В.И., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р. Влияние источника кокса на формирование и стабильность свойств анодной массы.//Цветные металлы, № 12, 1999-с.25-30.

4. Ахметов М.М., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р., Борзилова В.В., Карпинская Н.Н. Пути снижения расхода кокса в производстве алюминия// Химия и технология топлива и масел, №4 1999- с.10-11.

5. Тюменцев В.М., Ахметов М.М., Богатырев В.Р. Влияние условий подачи воздуха на технологию прокаливания в барабанных печах// Материалы 9-го Международного конгресса «Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи». г.Уфа, 1999- с.76.

6. Тюменцев В.М., Ахметов М.М. Исследование влияния числа оборотов барабанной печи на технологические характеристики работы

установки прокаливания нефтяных коксов// Материалы 9-го Международного конгресса «Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи». г.Уфа, 1999г. с.

7. Ахметов М.М., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р., Борзилова В.В., Карпинская Н.Н. Реакционная способность нефтяных коксов с различных нефтеперерабатывающих заводов// Материалы 9-го Международного конгресса «Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи». г.Уфа, 1999- с.98.

8. Ахметов М.М., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р., Борзилова В.В., Карпинская Н.Н. Реакционная способность коксов из пеков от различных поставщиков // Материалы 9-го Международного конгресса «Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи». г. Уфа, 1999- с.126.

9. Ахметов М.М., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р., Борзилова В.В., Карпинская Н.Н. Реакционная способность нефтяных коксов и коксов из пеков - важнейший фактор их потребительских свойств // Материалы 9-го Международного конгресса «Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи». г.Уфа, 1999- с.128.

10. Ахметов М.М., Тюменцев В.М., Богатырев В.Р., Борзилова В.В., Карпинская Н.Н. Контроль и оптимизация реакционной способности нефтяных коксов и коксов из пеков - резерв снижения расхода кокса в производстве алюминия // Материалы международной научно-практической конференции «Технологические и экологические аспекты комплексной переработки минерального сырья», Иркутск, 1998-с.342.

11. Чалых В.И, Лазарев В. Д., Тюменцев В.М, Богатырев В.Р Пути повышения производительности вращающихся печей при прокатке суммарного нефтяного кокса//Материалы научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития алюминиевой промышленности», Иркутск, 1999-с.211.

12. Лазарев В.Д., Тюменцев В.М, Богатырев В.Р. Некоторые проблемы применения нефтяного кокса в производстве анодной массы//Материалы международной научно-технической конференции молодых специалистов и ученых алюминиевой, магниевой и электродной промышленности, С-Петербург, 1999-с.277.

13. Тюменцев В.М, Кужель В.С Лазарев В. Д. Опыт внедрения результатов научно-исследовательских работ в производство анодной массы на Братском алюминиевом заводе//Материалы международной научно-технической конференции молодых специалистов и ученых алюминиевой, магниевой и электродной промышленности, С-Петербург, 1999-с.349.

14. Крюковский В.А, Кужель В.С, Ласенко Э.П., Тюменцев В.М. Опыт освоения технологии полусухого анода на Братском алюминиевом заводе//Материалы международной научно-технической конференции молодых специалистов и ученых алюминиевой, магниевой и электродной промышленности, С-Петербург, 1999-с.350.

15. Патент РФ 2064483 МКИ 6 С 10 В 39/10. Барабанный холодильник для охлаждения кокса / Ахметов М.М., Юсупов Э.А., Тюменцев В.М.-№93052988/26; заявлено 23.11.93; опубл. Б.И.№21, 1998.-с.194.

16. Патент РФ 2080418 С1 МКИ С 25 С 3/12 Способ производства анодной массы алюминиевых электролизеров / Лазарев В.Д., Махалова Н.П., Тюменцев В.М.-№93025933/02; заявлено 30.04.93; опубл. Б.И. № 15, 1997.-с. 131.

17. Патент РФ 2128246 С1 МКИ 6 С 25 С 3/12 Способ подготовки коксов разных поставщиков перед прокалкой для производства анодной массы / Лазарев В.Д., Баранцев А.Г., Тюменцев В.М.-№97120677/02; заявлено 02.12.97; опубл. Б.И. № 9, 1999.-с. 359.