

**АЛЮМИНИЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ХИМИЯ МЕТАЛЛОВ»**

**Фомин Д.А., Шпильков А.В.
Научный руководитель – доцент Дубова И.В.**

Сибирский федеральный университет

Алюминий – 13-й элемент периодической системы Д.И. Менделеева. Алюминий является самым распространенным металлическим элементом в земной коре (его содержание составляет около 8 масс. %).

Сегодня алюминий занял лидирующее положение в мире среди конструкционных материалов и данная ситуация сохранится в будущем, подтверждением этого служат: уникальные свойства алюминия; применение в новых технологиях, упаковка пищевых продуктов; алюминиевый автомобиль; обеспеченность качественным сырьем на долговременную перспективу; возможность значительного снижения издержек его производства.

Преимущества алюминия перед другими конструкционными материалами выражается в следующем: сравнительно низкий для металлов удельный вес ($d = 2,6989 \text{ г/см}^3$); высокая коррозионная стойкость благодаря оксидной пленке Al_2O_3 ; легкость формования и обработки; способность к стопроцентной вторичной переработке (при этом экономия энергии 95%); огнестойкость; высокая электропроводность; стойкость к низким температурам (при низких температурах он обладает даже более высокой прочностью, пластичностью и вязкостью). Конструкции из алюминия требуют более низких затрат в течение срока службы и практически не требуют ремонта. Обладая хорошей гибкостью, алюминиевые конструкции эффективно несут нагрузки и значительно снижают затраты на сооружение фундаментов и опор. Это позволяет в сжатые сроки производить модернизацию строительных сооружений, мостов, путепроводов и т.п. Во всех видах транспорта присутствие алюминия обеспечивает повышение скорости и безопасности движения, экономию энергии. Применение алюминия в транспорте и тараупаковке, быту и т.п. и практически полная возможность его рециркуляции способствуют улучшению экологии окружающей среды.

Мировое производство алюминия по данным Международного института алюминия (International Aluminium Institute, IAI) в 2010 г. увеличилось на 11,2% по сравнению с 2009 г. — до 40,426 млн. т, в 2011 за январь-февраль 2011 составляет 6,672 млн. тонн, что на 3,3% больше, чем за этот период в 2010 г.

Доля России в мировом производстве шести основных видов цветных металлов (алюминий, никель, медь, цинк, свинец, олово) составляет около 8,5%. Объем производства алюминия является наибольшим среди цветных металлов.

ОК «Русал» является мировым лидером в производстве алюминия.

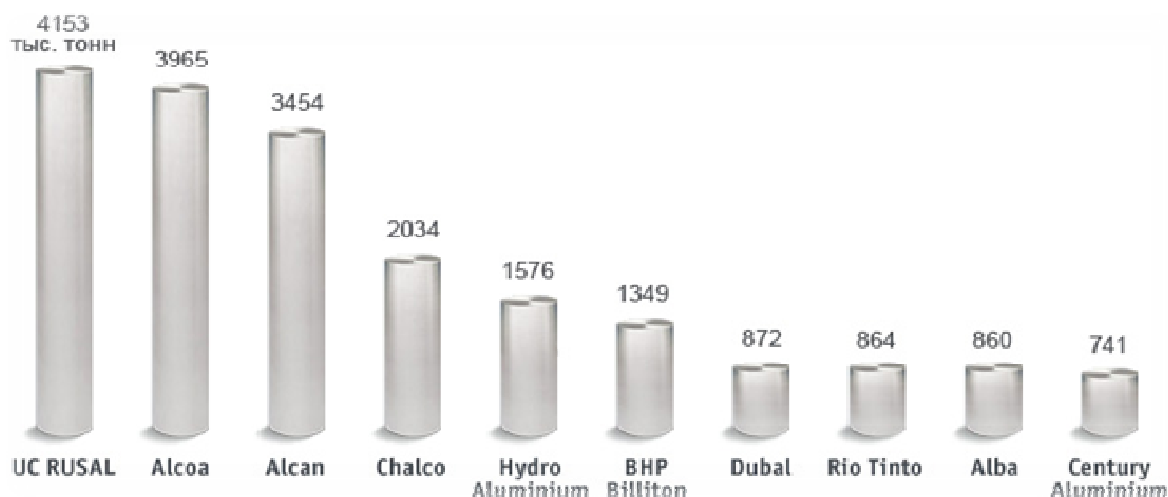


Рис. 1. Данные по мировому производству алюминия.

Россия является одним из лидеров в мировом производстве алюминия и занимает вторую позицию после Китая. В то же время наша страна — самый крупный экспортер алюминия на мировом рынке.

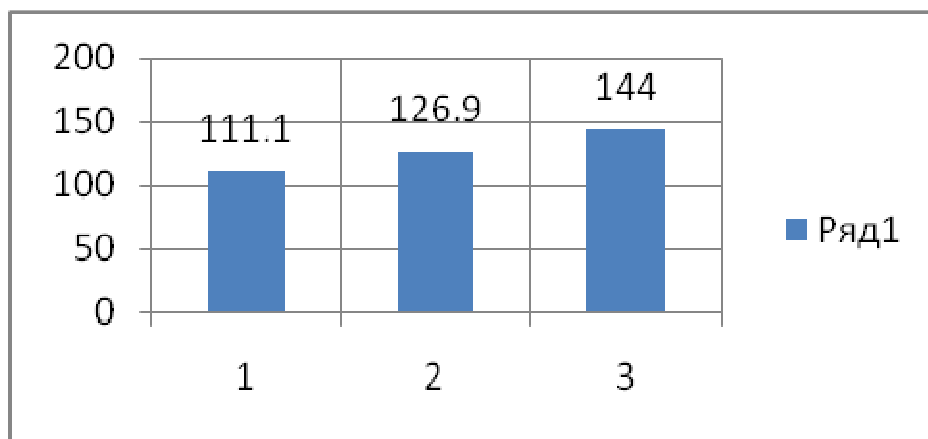


Рис.2. Рост производства первичного алюминия в России (тыс.тонн) (1-2000, 2-2005, 3-2010 гг.)

В настоящее время в России действуют 11 алюминиевых заводов, построенных по проектам отраслевого института "ВАМИ". 4 находятся в Восточной Сибири - это самый крупный Братский, потом Красноярский, Саянский и Иркутский алюминиевый заводы. Также в Западной Сибири Новокузнецкий алюминиевый завод.

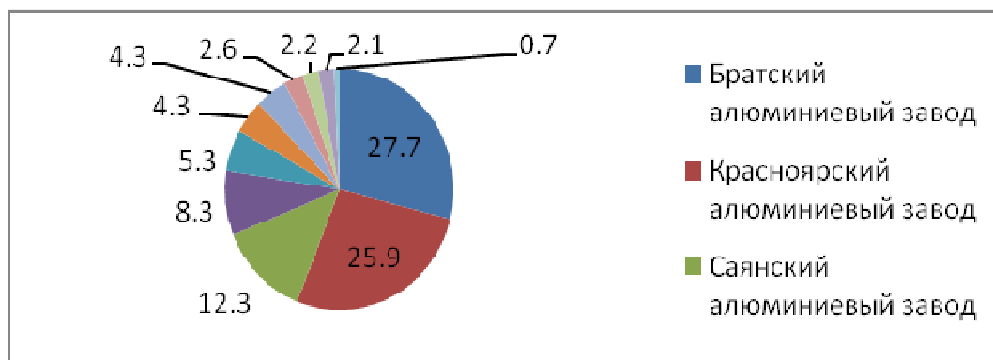


Рис.3. Доля предприятий в общероссийском производстве первичного алюминия, %

Удельный вес Красноярского края в промышленности Российской Федерации составляет 4%, а Восточно-Сибирского экономического района - 40%.

В «Концепции промышленной политики Красноярского края на период до 2020 года» отмечается, что цветная металлургия является традиционной отраслью специализации Красноярского края. В настоящее время цветная металлургия обеспечивает более половины объема промышленного производства края, почти 4/5 регионального экспорта и 30% налоговых поступлений в краевой бюджет. На регион около четверти производимого первичного алюминия в России (3% мирового производства). Около 90% производимой на предприятиях цветной металлургии региона продукции идет на экспорт. Наличие значительных запасов тяжелых цветных металлов, огромный гидроэнергетический потенциал, рентабельность производства даже при высоких транспортных затратах на доставку продукции на основные рынки сбыта обусловили доминирующее положение этой отрасли в структуре региональной экономики.

Крупнейшие металлургические предприятия алюминиевой промышленности Красноярского края:

- Красноярский алюминиевый завод (КрАЗ)
- Ачинский глиноземный комбинат (АГК)
- Красноярский металлургический завод (КрАМЗ)
- Строящееся предприятие - Богучанский алюминиевый завод мощностью 588 тыс. тонн в год (Проект реализуется совместно РУСАЛом и «РусГидро». Первая очередь БоАЗа мощностью 147 тыс. тонн в год будет введена в строй в 2013 году.)

На предприятиях цветной металлургии (добыча и переработка) занято порядка 40 тыс. человек, что составляет около 4% работников, занятых в экономике края. Предприятия цветной металлургии Красноярского края являются конкурентоспособными, причем не только среди предприятий-аналогов, но и среди предприятий других производств.

Предприятия Красноярского края ориентированы на производство первичных металлов и их экспортные поставки, что позволяет им получать сверхдоходы в периоды благоприятной конъюнктуры рынка цветных металлов. По результатам исследований стратегической группы по разработке концепции выявлено, что из региона вывозятся необработанные металлы (первичные), а ввозятся готовые изделия из них. Кроме того, произведенный в регионе металл практически не потребляется на территории края. Цветная металлургия Красноярского края в перспективе до 2015 г. будет относиться к добывающим отраслям с невысокой долей переработки продукции и будет находиться

в зависимости от конъюнктуры мировых рынков металлов. В долгосрочной перспективе до 2020-30 гг. освоение рудной базы цветной металлургии позволит Красноярскому краю позиционироваться как федеральному центру добычи и переработки цветных металлов (в частности, алюминия и др.).

Крупнейший представитель металлургического производства ОАО «РУСАЛ Красноярск» — занимает 4 место в рейтинге 400 крупнейших по объему реализации компаний Сибири. Красноярский алюминиевый завод был введен в эксплуатацию в 1964 году. По объему выпуска продукции КрАЗ является вторым алюминиевым заводом мира: в 2008 году он выплавил более 1 млн тонн первичного алюминия.

На долю Красноярского завода приходится 24% всего производимого в России алюминия и 2,5% мирового производства. Завод расположен рядом с Красноярской ГЭС и потребляет около 70% от общего объема производимой станцией электроэнергии. На предприятии работают 4 700 человек.

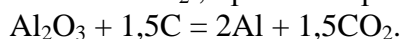
Важнейшими факторами, определяющими технический уровень, экономику и экологию электролитического получения алюминия, являются мощность и степень совершенства применяемых в промышленности металлургических агрегатов - алюминиевых электролизеров. В отечественной алюминиевой промышленности, так же как и в мировой металлургии алюминия, применяются три типа алюминиевых электролизеров: с предварительно обожженными анодами (ОА) и с самообжигающимся анодом с верхним (ВТ) и боковым (БТ) токоподводом.

По «Плану развития металлургической промышленности России до 2010 года» отмечено, что в производстве алюминия долю металла, полученного в усовершенствованных электролизерах с предварительно обожженными анодами и по технологии "сухой" и "полусухой" анод, планировалось довести до 75-80%.

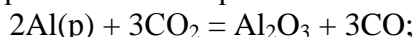
Производство алюминия на электролизерах с самообжигающимся анодом типа ВТ и БТ связано со сравнительно высоким уровнем выбросов в окружающую среду вредных веществ, в частности, фторидов и смолистых погонов, ряд компонентов которых обладают канцерогенной опасностью.

При электролизе алюминия выделяется большое количество твердых и газообразных соединений, являющихся продуктами протекающих химических реакций. Дипломниками кафедры теплотехники и техногенной безопасности под руководством Гронь В.А. в течение ряда лет проводились исследования в области экологической безопасности производства. Твердые материалы, выходящие из электролизёра, включают угольную пыль, глинозём, криолит, хиолит, фторид алюминия, фторид кальция и конденсированные углеводороды. Газовыми составляющими являются диоксид углерода, оксид углерода, диоксид серы и фторид водорода, хотя можно установить наличие в газах C_2F_6 , SiF_4 , сероводорода, дисульфида углерода, воды и газообразных углеводородов.

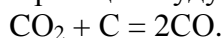
Первичным газом, то есть газом, образующимся в первичных пузырьках на аноде, является CO_2 , при этом происходит реакция:



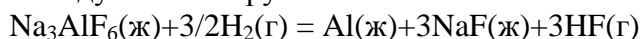
Оксид углерода образуется в результате вторичных реакций: взаимодействие растворённого в электролите металла с углекислым газом:



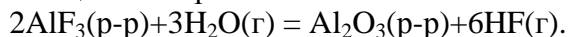
и реакции Будуара:



Источниками образования фторида водорода может быть углерод анода, влага из воздуха или загружаемого глинозёма.



Превалирующей реакцией является реакция с водой (проходящей с глинозёмом, или электрохимически образованной на аноде), в которую могут быть вовлечены составляющие электролита:



Эксплуатация электролизёров приводит к загрязнению атмосферы полициклическими ароматическими углеводородами. Их выделение происходит на стадии монтажа подины электролизёра и при формировании анода из анодной массы. При нагреве свыше 120°C из анодной массы начинают интенсивно выделяться смолистые вещества, состоящие из лёгких углеводородов. Ряд химических составляющих, выявленных в выбросах электролизёров с верхним токоподводом, включает следующие полициклические ароматические углеводороды: нафталин, дифенил, пирен, карбозоль, фенантрен, перилен и др. При попадании в организм бенз(а)пирена, содержащегося в смолистых веществах, могут возникнуть доброкачественные и злокачественные опухоли.

Диоксид серы образуется путём взаимодействия содержащейся в сырье серы с компонентами электролита. Сера поступает в электролит с глинозёмом, фторидами (в виде сульфатов) и с анодной массой (сульфиды). В среднем образуется газообразного SO₂ от 5 до 50 кг/т Al. Основным источником образования диоксида серы является материал анода, на долю которого приходится более 95% содержания серы в сырье.

Во время протекания анодного эффекта идёт образование фторида углерода и при этом содержание CF₄ в анодных газах достигает 30%, а C₂F₆ – 1-2%, причём содержание CF₄ на ваннах с верхним токоподводом на порядок больше, чем на ваннах с обожжёнными анодами.

Красноярский алюминиевый завод в сентябре 2009 года завершил программу модернизации, направленную на снижение экологической нагрузки алюминиевого производства на окружающую среду. Модернизация позволила сократить удельные выбросы предприятия: выбросы фтористого водорода были снижены в 1,5 раза, смолистых веществ – в 2,7 раза, бензо(а)пирена – в 2,5 раза. КрАЗ стал первым российским предприятием с технологией Содерберга, который полностью оснащен системами автоматического питания глинозёмом (АПП). Новая система позволяет сделать электролизер более герметичным. Внедрение АПП сокращает количество выбросов фтористых соединений на 10%, смолистых веществ на 3%, пыли на 30%. Использование новой системы подачи сырья обеспечивает снижение частоты анодных эффектов и, как следствие, существенно сокращает выбросы парниковых газов.

В 2007 году на КрАЗе известным ученым в области изменения климата Джерри Марксом (Jerry Marks) консультантом Международного института алюминия (International Aluminium Institute) был проведен мониторинг выбросов. По полученным результатам, абсолютные выбросы перфторуглеродов (ПФУ) на КрАЗе в 2007 году сократились на 78% по сравнению с 1990 годом, удельные (на тонну алюминия) – на 82%. Таким образом, КрАЗ выполнил добровольную цель Международного института алюминия по снижению удельных выбросов ПФУ к 2010 году на 80%.