

**Металлургические процессы получения сплавов на основе системы Al-Si  
восстановлением легирующего компонента из его соединений**

Студенты: гр. 104111 Котков А.В., Лыхман И.Н., Ковалев А.А.  
гр. 10405112 Прокопчук Д.А., Прахт А.А.  
Научный руководитель – Арабей А.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Известен наиболее распространенный в настоящее время способ производства Al-Si сплава (силумина), при котором алюминий и кремний производят по отдельности, а затем сплавляют в необходимой пропорции. Алюминий в основном производят методом электролиза криолитоглиноземного расплава, а глинозем – из бокситовых руд методом Байера. При электролитическом способе производства алюминия заглаживаются тысячи электролизеров, т.к. производительность одного электролизера сравнительно небольшая. Кристаллический кремний получают в мощных рудотермических электропечах из кварцитов при высоких температурах. При эффективном использовании технологии сплавления алюминия с кристаллическим кремнием необходимо проводить операцию по разделению кристаллического кремния на фракции, так как фракция менее 6 мм плохо усваивается расплавом алюминия, а фракция менее 0,3 мм вовсе не усваивается [1]. Порошки кристаллического кремния, получаемые в процессе дробления и отсева, до настоящего времени не нашли рационального использования в промышленности и лишь частично возвращаются в производство.

В рудотермических электропечах можно также получать Al-Si сплавы из руд, содержащих оксиды алюминия и кремния, в частности из кианитовых руд. Однако этот способ имеет ряд недостатков, среди которых: высокие температуры процесса получения сплава (1800-2200 °С), в результате чего имеет место большой расход электроэнергии на тонну выплавляемого сплава; при использовании рудотермических печей существуют зоны, в которых невозможно создать условия для полной переработки вводимой шихты, отсюда снижается выход годного продукта; получаемый по этим способам газ, составляющий полезную энергетическую составляющую (физическое и химическое тепло), не утилизируется.

Авторами работы [2] Коршунов Е.А. и Третьяков В.С. предлагают способ производства алюминиево-кремниевого сплава из руд, содержащих оксиды алюминия и кремния. Алюминиево-кремниевый (Al-Si) сплав по способу производится из порций концентрата руды, содержащей оксиды алюминия и кремния, в частности из концентрата кианита, который расплавляют и нагревают до температуры выше 2100°С за счет химической энергии, получаемой при окислении расчетным количеством кислорода того продукта, который производится из концентрата. Последующее восстановление сплава из порций расплава кианита осуществляют углеродоводородным восстановителем, причем восстанавливают Al и Si как из расплавленной порции кианита, так и из того расплава, который образовался в результате сжигания расчетного количества сплава. Восстановленный из порции кианита жидкий сплав удаляют из плавильного агрегата, а оставшийся жидкий сплав возвращают для следующей операции сжигания. Реализация способа позволяет снизить энергозатраты на производство продукции, уменьшить эксплуатационные расходы и капитальные затраты. Однако при всех преимуществах предлагаемого способа получения силуминов, указанный способ остается высокотемпературным, а следовательно и энергозатратным.

Наиболее энергетически выгодным для Республики Беларусь с точки зрения использования имеющегося оборудования является способ получения алюминиево-кремниевых сплавов путем восстановления легирующего компонента (кремния) из его оксида алюминием, включающий введением кремнезема в расплавленный алюминий или сплав на основе алюминия. При этом кремнезем вводят в матричный алюминиевый расплав при температуре

интервала его кристаллизации механическим замешиванием, кристаллизуют, расплавляют или вводят полученную лигатуру в расплавленный алюминий, выдерживают расплав при температуре выше линии ликвидус, сливают [3, 4]. Основным преимуществом предлагаемого способа является существенное снижение энергозатрат по сравнению с рудотермическим способом получения силуминов, а также получение сплавов более высокого качества.

#### **Список использованных источников**

1. Альтман, М.Б. Плавка и литье алюминиевых сплавов / М.Б. Альтман. – М.: Металлургия, 1969. – 270 с.
2. Способ производства алюминиево-кремниевого сплава: патент на изобретение РФ № 2148670, МПК С22С1/10, С22С21/02 / Е.А. Коршунов, В.С. Третьяков, заявитель Е.А. Коршунов – подача заявки: 24.03.1999.
3. Способ получения алюминиево-кремниевого сплава : патент 16558 Респ. Беларусь, МПК С 22 С 1/02 , С 22 С 21/02 / И.В. Рафальский, А.В. Арабей ; заявитель Бел. нац. техн. ун-т. – № а20101849 ; заявл. 20.12.10.
4. Способ получения алюминиево-кремниевого сплава : патент 17860 Респ. Беларусь, МПК С 22 С 1/03 , С 22 В 21/06 / И.В. Рафальский, А.В. Арабей ; заявитель Бел. нац. техн. ун-т. – № а20101851 ; заявл. 20.12.10.

УДК 621.745

#### **Безотходная технология переработки Ni - содержащих катализаторов**

Магистрант Комарова Т.Д.  
Научный руководитель – Немененок Б.М.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Для повышения эксплуатационной надежности отливок из сплавов на основе железа широко используется легирование расплавов никелем, хромом, молибденом, ванадием, которые вводятся в плавильные агрегаты в виде ферросплавов. Это приводит к повышению стоимости изделий, учитывая, что все ферросплавы импортируются в Республику Беларусь. Вместе с тем на ряде смежных производств (предприятия нефтепереработки, электроламповая промышленность и т.д.) образуются отходы с высоким содержанием оксидов данных легирующих элементов, которые в настоящее время только частично используются предприятиями с металлургическим производством. Если отходы, содержащие такие оксиды в количествах 25 % и более ещё используются при выплавке чугуна и стали в электродуговых печах, то более бедные отходы не находят применения и зачастую подлежат захоронению с уплатой предприятиями экологического налога. Это связано с тем, что такие катализаторы в качестве наполнителя содержат более 80 % тугоплавкого оксида  $Al_2O_3$ , который в свою очередь тоже может быть использован в производстве. При добавке таких катализаторов непосредственно в плавильный агрегат усложняется процесс плавки за счет высокой вязкости шлаков, что требует дополнительного расхода извести и плавикового шпата. Это приводит к удлинению процесса плавки и снижению производительности плавильных агрегатов, что в ряде случаев делает процесс не рентабельным.

В технической литературе имеется информация о использовании золь-гель метода для извлечения оксида алюминия из промышленных отходов. Реализация такой технологии позволит получать кроме оксида легирующего элемента так же чистый, высокодисперсный оксид алюминия, который можно использовать в составе защитных покрытий, противопожарных красок, негорючей бумаги и т.д. При этом оксиды легирующего элемента в виде концентрата целесообразно использовать для легирования чугуна и стали в различных плавильных агрегатах.