Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 1

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

С. И. РЕМПЕЛЬ и Р. Б. ПОПОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА ПО ТОКУ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ

(Представлено академиком А. Н. Фрумкиным 1 IV 1955)

В настоящее время в алюминиевой промышленности для определения выхода по току в действующих электролизерах приходится прибегать к учету количества электричества и количества вылитого из электролизера металла как средних величин за длительный срок. В настоящем сообщении излагаются результаты работы, начатой еще в конце 1951 г. и приведшей к положительному решению поставленной задачи путем использования добавок в алюминий искусственно-радиоактивных индикаторов.

В алюминиевую ванну вводится взвешенная порция заранее приготовленного сплава (лигатуры) алюминия с радиоактивным металлическим искусственным изотопом, дающим γ-излучение (например, с Co^{60}, Zr^{95} и др.). Степень уменьшения удельной активности пробы металла, взятой из ванны, по сравнению с удельной активностью введенной в нее лигатуры служит мерой разбавления этой лигатуры чистым алюминием, находящимся в ванне.

При известном весе введенной в ванну лигатуры $Q_л$-количество металла в ванне $Q_м$ можно вычислить по формуле

$$Q_м = Q_л \frac{n_л}{n_м}, \qquad (1)$$

где $n_л$ — удельная активность лигатуры, $n_м$ — удельная активность пробы металла из ванны после распределения в ней лигатуры.

Путем стабилизации условий измерения удельной активности лигатуры и проб алюминия из ванн удалось добиться прямой пропорциональности между концентрацией радиоактивного изотопа в лигатуре и в металле, с одной стороны, и их удельной активностью, с другой, что сделало возможным применение формулы (1). Как показал статистический анализ, принятые условия измерения удельной активности проб лигатуры и металла из ванн приводят к вероятной погрешности определения, не превышающей $\pm 0{,}92\%$, при условии совершенно равномерного распределения радиоактивной лигатуры в металле ванны. Экспериментальная проверка в лабораторных и в заводских условиях показала, что точность метода определения количества металла (а следовательно, и выхода по току) в действующих алюминиевых электролизерах зависит от того, насколько равномерно распределился радиоактивный индикатор в массе металла в момент взятия его пробы. Практические приемы для обеспечения равномерности распределения индикатора в металле (которая достигается через 0,5 часа) удалось разработать после преодоления ряда специфических технологических трудностей.

Прямыми опытами установлено, что ни Co^{60}, ни Zr^{95}, вводимые в металл в количестве 1—2 милликюри на ванну, не переходит из него

ни в электролит, ни в угольную футеровку, ни в анод, ни в анодные газы.

Техника приготовления проб металла из ванны и последующего их радиометрирования заключается в следующем. Пробы металла из ванны отливают в форме полых цилиндров стандартных размеров, внутренний диаметр и высота которых соответствуют размерам ионизационных счетчиков, вкладываемых внутрь пробы. Пробы радиоактивной лигатуры готовят также в форме полых цилиндров тех же диаметров, но несколько меньшей высоты. Остальную часть высоты цилиндров лигатуры наращивают при радиометрических измерениях цилиндрами из чистого алюминия. Сравнительное измерение удельной активности лигатуры и металла из ванны позволяет вычислить количество алюминия в ней. Точность разработанного метода определения количества металла в электролизной ванне неоднократно проверялась различными методами. Наиболее простым и доступным является метод повторного определения количества металла в ванне путем введения в нее второй порции радиоактивной лигатуры. Количество металла в ванне $Q_{м_2}$ в этом случае может быть вычислено по формуле:

$$Q_{м_2} = Q_л \frac{n_л}{n_{м_2} - n_{м_1}} - tQ_i \frac{n_{м_1}}{n_{м_2} - n_{м_1}}, \qquad (2)$$

где $n_{м_1}$ и $n_{м_2}$ — соответственно, удельная активность алюминия после первого и вторичного введения лигатуры; t — промежуток времени между отбором проб алюминия после первого и второго введения лигатуры; Q_i — количество металла, выделившееся в ванне в результате электролиза за 1 час.

Более трудоемким, но зато более надежным оказался способ проверки с частичной заменой металла в подконтрольной ванне. Количество металла в ванне в этом случае может быть определено по формуле

$$Q_{м_3} = \frac{n_{м_1} Q_а + n_{м_3} (Q_б - Q_а + tQ_i)}{n_{м_1} - n_{м_3}}, \qquad (3)$$

где $Q_{м_3}$ — количество металла в ванне до частичной замены в ней металла; $Q_а$ — количество вылитого из ванны металла; $Q_б$ — количество влитого в ванну чистого металла; $n_{м_1}$ — удельная активность металла в ванне до частичной замены в ней металла; $n_{м_3}$ — удельная активность металла в ванне после частичной замены в ней металла; tQ_i — количество металла, выделившееся в ванне в результате электролиза за время между взятиями проб до и после замены металла.

Проверка повторяемости результатов в опытах по определению количества металла в ваннах с повторным введением лигатуры или с частичной заменой металла и в ковшах показала, что погрешность определений не превышает $\pm 1\%$ (обычно значительно ниже). Можно показать, что для определения выхода по току с точностью до 1% обычно требуется 15 суток. Удлинение подконтрольного периода соответственно увеличивает точность определения.

Произведенные на одном из алюминиевых заводов опыты определения выхода по току в промышленных электролизерах за период от 15 дней и более показали возможность применения описанного метода как для исследования технологических режимов электролизеров, так и для промышленного контроля.

Поступило
18 II 1955