

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НАТРИЯ ИЗ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ.

Артемьев С.Р., Дворецкий Д.С., Шапорев В.П.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

61002, Харьков, ул. Фрунзе, 21

This paper describes the process receive of the metallic nitrous electrification the salt. The basic principles of characteristics this process were reviewed first. Show, than this process of the receive metallic nitrous have been shown to offer many advantages over. The given setting confirms most of the practical results on the production.

Первые опыты по получению натрия электролизом расплавленной поваренной соли были проведены еще Фарадеем в 1833 году. Поэтому после открытия натрия и изучения его свойств, стали разрабатываться способы его получения путем химического восстановления его соединений (едкого натра, соды, поваренной соли) действием углерода или расплавленного чугуна при высокой температуре.

Так, промышленное производство натрия было начато в 1856 г. Сен – Клэр – Девиллем, когда им стал применяться натрий вместо калия для получения металлического алюминия из двойной соли $3\text{NaCl} - \text{AlCl}_3$. В течение 30 лет по способу Девилля вырабатывалось 5 – 6 тонн натрия в год и было выпущено в общей сложности около 200 тонн натрия.

В 1890 г. Кастнер разработал и стал применять способ получения натрия электролизом расплавленного едкого натра. Именно Кастнеру с самого начала удалось разработать совершенную, простую и удобную аппаратуру, а также удачно подобрать условия ведения процесса. Вследствие этого предложенный Кастнером щелочной способ с некоторыми усовершенствованиями в течение 30 – 35 лет был единственным способом промышленного получения натрия и до настоящего времени сохранил свое значение в ряде стран.

Однако основное сырье для щелочного способа – едкий натр, который получают из поваренной соли, является дорогим продуктом. Поэтому, наряду со щелочным способом, с середины XIX в. изучалась возможность получения натрия непосредственно электролизом расплавленной поваренной соли (солевой способ). Этот способ технически гораздо сложнее.

Первые промышленные установки для получения натрия электролизом расплавленной поваренной соли появились в 1910 г., а в период 1915 – 1925 гг. солевой способ постепенно начал получать распространение.

Динамика перехода к способу получения натрия электролизом из поваренной соли следующая:

- середина 19 века – в основе производств применяется исключительно щелочной способ, получение натрия непосредственно электролизом расплавленного хлорида натрия считается в то время технически сложным;

- 1910 г.– появляются первые промышленные установки для получения натрия электролизом из поваренной соли;

- до 1925 г.– получение натрия проводится исключительно электролизом расплавленной каустической соды;

- 1930 г.– применяются оба способа приблизительно в равных пропорциях;

- 1952 г. – на 90 – 95% применяется способ получения натрия электролизом из поваренной соли;

Следует отметить, что достаточно широко рассматривался вопрос производства и получения металлического натрия в СССР в 40 – 80 – е годы прошлого столетия. На Украине, в современных условиях, ввиду отсутствия подобного рода производств данная проблема является нерешенной и характеризуется рядом существенных экологических проблем.

Если провести сравнительный анализ основных характеристик проведения процесса получения металлического натрия различными способами, то получим следующие результаты:

Щелочной способ

Теоретически на 1 тонну натрия должно расходоваться:

$$40:23 = 1,74 \text{ тонны едкого натра}$$

где: 40 – молекулярный вес NaOH; 23 – атомный вес натрия.

Практически этот расход выше по ряду следующих причин. Технический едкий натр содержит 95 – 96% NaOH. В процессе подготовки электролита, при доливке ванн имеют место потери (проливы, разбрызгивание, рассыпание , т. п.). Частично каустик теряется также с вычерпываемым из ванн металлом. Все это увеличивает общий расход каустика на 15 – 25%.

Кроме того, на замену электролита в ваннах при их текущем ремонте (в среднем один раз в месяц) расходуется дополнительное количество каустика. Общий его расход на 1 тонну натрия составляет практически 2,7 – 2,9 т.

При замене электролита расходуется также сода в количестве до 0,09 – 0,1 т. на тонну металла. Все это теряется практически безвозвратно.

Таким образом, в результате смены электролита в ваннах образуются отходы в количестве 0,8 – 0,9 т. на 1 тонну натрия в виде отработанного электролита, содержащего 66 – 73% NaOH, 17 – 19% соды, 3,5% NaCl и небольшие примеси железа, кремния и т. д.

Для защиты натрия от окисления при его рафинировке, выгрузке из ванн и при разливке в тару применяется минеральное масло, обычно трансформаторное. При этом дополнительно расходуется от 30 до 40 кг масла на тонну продукта.

Солевой способ

Теоретически на 1 тонну натрия необходимо израсходовать около 2,5 тонн хлористого натрия, так как из 58,5 тонн поваренной соли должно получиться около 23 тонн металлического натрия.

Но на практике имеют место потери поваренной соли (со шламом из печей и из ванн, на замену электролита, др.), поэтому расход соли на тонну натрия увеличивается до 20 % и составляет около 3 тонн.

Солевые добавки также теряются в производстве со шламом и расходуются на замену электролита. Для фтористого натрия этот расход может быть принят на основании производственных данных в 250 – 300 кг на 1 тонну натрия.

Расход технического расплавленного хлористого кальция (67% CaCl₂) равен 400 – 450 кг на тонну металла. Графитовых анодов расходуется около 30 – 40 на тонну металла.

Расход трансформаторного масла составляет от 30 до 40 кг на тонну натрия. Кроме натрия при солевом способе на 1 тонну металла получают дополнительно около 1,5 тонн хлора (считая на 100% – ный) с концентрацией 40 – 60%, что является немаловажным фактором.

Проведя анализ сравнения характеристик щелочного и солевого способов получения натрия, можно сказать что, не смотря на динамику изменений в пользу солевого способа получения металлического натрия, в последние 15 – 20 лет продолжают применяться оба способа.

Их конкуренция заключается, в основном, в вопросах экономики производства, стоимости исходного сырья и стоимости электроэнергии. Капитальные затраты на рабочую силу и организацию производства в обоих случаях приблизительно одинаковы.

Если принять стоимость тонны натрия, получаемого из едкого натра за 100%, а затраты на производственные помещения, оборудование, рабочую силу и организацию производства равными при обоих методах, то сравнительная стоимость металла в процентах при одинаковых масштабах производства будет следующая:

Таблица 1

Сравнительная стоимость натрия, полученного разными способами

Расходы	Стоимость натрия	
	при щелочном способе (в %)	при солевом способе (в %)
1. Сырье	45	15
2. Электроэнергия и топливо	20	25
3. Прочие расходы	35	35
И т о г о :	100	75

Таким образом, после проведения анализа видно, что основным недостатком щелочного способа получения натрия является дорогое исходное сырье – едкий натр. Достоинствами щелочного способа являются относительная простота технологического процесса, несложность устройства электролизеров и их надежная работа.

Основными препятствиями развития солевого способа получения натрия в свое время были связаны с трудностями, связанными с подбором низкоплавкого электролита, отсутствием материалов, стойких одновременно и к хлору, и к натрию при одинаково высоких температурах. Однако данные препятствия сейчас в основном преодолены, и металлический натрий получают, в основном, именно из поваренной соли.

Организация производства натрия из едкого натра выгодна только в том случае, когда исходное сырьё, т. е. расплавленный или твердый каустик, производится на том же заводе. Как правило, это не крупные производства, и часть металла потребляется на месте его получения. Заводы, производящие натрий из поваренной соли, имеют обычно большую производительность и выпускают товарный продукт, используя на месте хлор – газ.

Проведенный анализ литературных источников показал, что в современном производстве существуют различные способы получения металлического натрия. Однако, учитывая основные показатели проведенных расчетов, способ получения металлического натрия электролизом поваренной соли в современных условиях наиболее востребован.

Литература: 1. Алабышев А.Ф. Производство натрия. М., Госхимиздат, 1943-60 с. 2. Алабышев А.Ф. Прикладная электрохимия (Учебное пособие для хим. технол. специальностей Вузов). Под ред. проф. А.Л.Ротинян. изд. 3-е перераб. Л., «Химия», Ленинградское отд, 1974-536 с. 3. Алабышев А.Ф. и др. Натрий и калий. Л.: Госхимиздат (Ленинградское отделение), 1959. 4. М.П. Федотьев., А.Ф. Алабышев., А.Л. Ротинян., П.М. Вячеславов., и др., Прикладная электрохимия. Л., Госхимиздат. Ленинградское отд.,1962-640 с. 5. Ситтинг М. Натрий, его производство, свойства и применение. М.:Госатомиздат.