КАУСТИЧЕСКАЯ СОДА

производство

План:

1. Применение каустической соды и сырье для ее получения

2. Способы производства

3. Лабораторные методы

3.1. Известковый способ

3.2. Ферритный способ

4. Электрохимические – промышленные методы

4.1. Диафрагменный

4.2. С рудным катодом

4.3. С ионообменной мембраной

5. Сравнительный анализ

6. Вопросы и тесты для самоконтроля

Применение:

- Каустическая сода применяется в газовой, химической, металлургической, нефтяной промышленности.
- Применение на разных спектрах, но в основном на химической промышленности.
- В нефтяной промышленности она применяется для очистки нефтепродуктов.
- В металлургии употребляется в производстве алюминия.
- В автомобильной промышленности её используют в производстве аккумуляторов.
- Транспортировка производится как автомобильным, железнодорожным, так и водным транспортом.

Сырье

- кальцинированная сода Na_2CO_3, которая в виде содового раствора каустифицируется известковым молоком;
- твердая и подземные соли в растворе с H_2O;
- электролизом водных растворов NaCl.

Способы получения каустической соды

Известковый метод получения каустической соды. Концентрирование слабых щелоков, отделение выпарки

Ферритный метод получения каустической соды. Физико-химические основы процесса

Электрохимические методы получения каустической соды

Лабораторные способы

Известковый способ

Ферритный способ

Известковый способ Суть процесса:

- *Известковый способ основан на каустификации карбоната натрия известью или известковым молоком:*

$$Na_2CO_{3(P)} + Ca(OH)_{2(T)} \rightarrow 2\ NaOH_{(p)} + CaCO_{3(T)} + Q$$

- *Процесс каустификации ведут при T = 80-100°C, t=3часа. Это обеспечивает высокую скорость протекания процесса, образование крупнокристаллического осадка $CaCO_3$, что улучшает отделение шлака от щелочных растворов, при дальнейшей его дикантации и повышает скорость его осаждения ($CaCO_3$) за счет снижения вязкости раствора.*

Принципиальная схема

Схема 1. Принципиальная схема производства каустической соды известковым способом.

Основные стадии способа:

- приготовление содового раствора из жидкости декорбонатора, промывных вод и раствора солей выпарки;
- обработка содовога раствора известью;
- отделение шлама;
- обработка полученным шламом части жидкости декорбанатора;
- промывка шлама;
- упарка раствора NaOH в вакуум-выпарных аппаратах;
- фильтрация упаренного щелока;
- упарка щелока до конценрации = 6140 г/дм^2;
- дальнейшая упарка щелока;
- окончательная упарка и плавка каустической соды;
- осветление и слив (разлив в барабаны) расплавненого едкого натра.

Ферритный способ
Суть процесса:

- *Ферритный способ получения каустической соды основан на сплавлении кальцинированной соды и окиси железа с получением феррита натрия:*

$$Na_2CO_3 + Fe_2O_3 = Na_2O * Fe_2O_3 + CO_2$$

- *При разложении феррита натрия водой образуется раствор едкого натра:*

$$Na_2O * Fe_2O_3 + H_2O = 2NaOH + Fe_2O_3$$

- *Раствор упаривают и получают твердый едкий натр – каустическую соду, а окись железа возвращается в производственный цикл. По стехиометрическому расчету на 1000 кг 92% - ного каустика расходуется 1283 кг 95% - ной кальцинированной соды; однако из – за потерь в производстве расход Na_2CO_3 колеблется в пределах 1350 – 1400 кг. Выход NaOH составляет %.*

Принципиальная схема

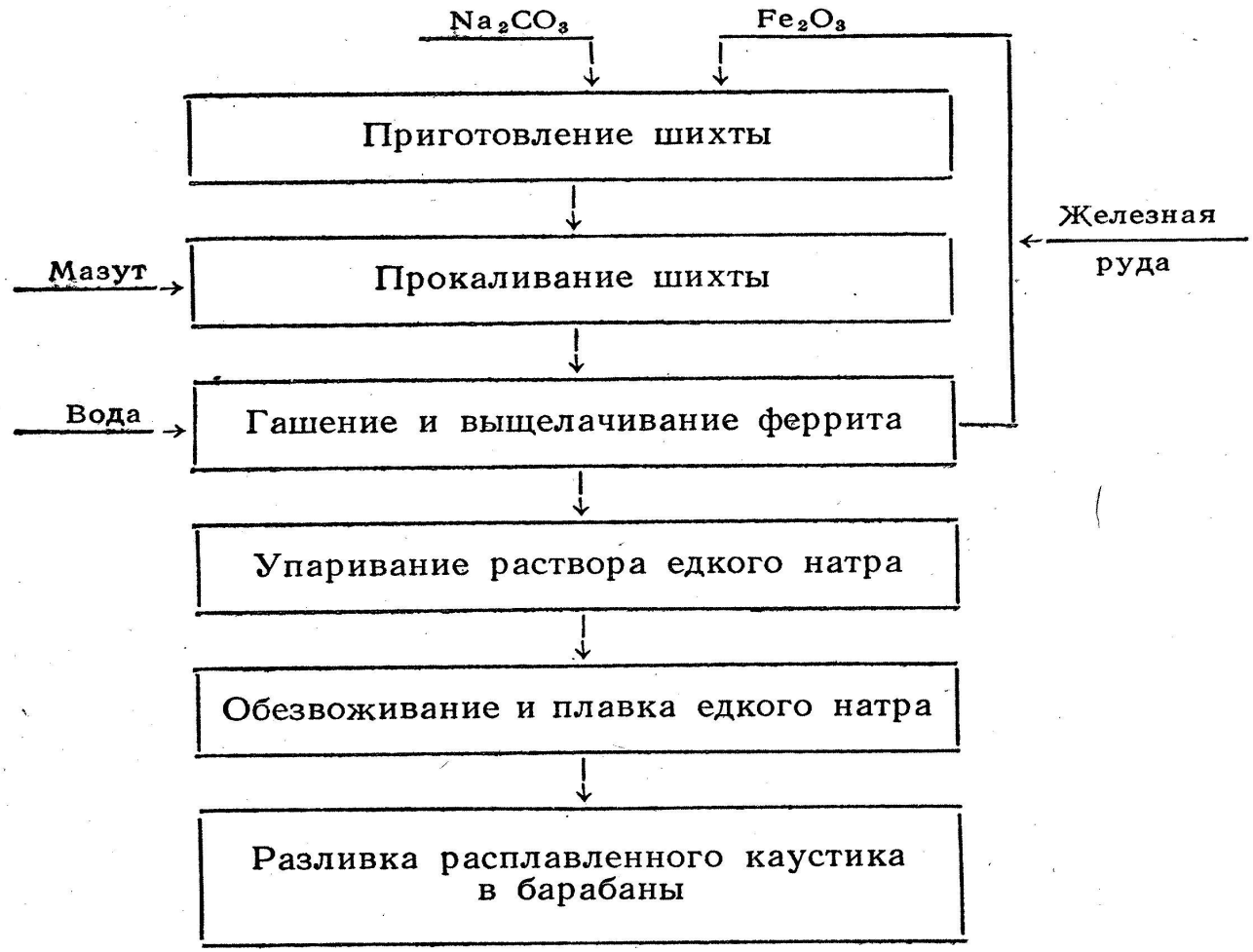

Схема 2. Принципиальная схема производства каустической соды ферритным способом.

стадии:

- приготовление шихты - смеси кальцинированной соды и окиси железа;
- получение феррита прокаливанием смеси;
- гашение и выщелачивание феррита;
- упаривание раствора едкого натра и кристаллизация солей;
- фильтрация упаренного щелока;
- репульпация и центрифугирование отдельного осадка солей;
- дальнейшее упаривание щелока;
- окончательное упаривание и плавка каустической соды;
- осветление и слив расплавного едкого натра.

Электрохимические методы

- Диафрагменный
- С рудным катодом
- С ионообменной мембраной

Диафрагменный метод Суть процесса:

- *В диафрагменном способе на твердом катоде происходит разряд ионов водорода с образованием в электролите щелочи, содержащей остаточное количество поваренной соли. В анодное пространство подается горячий очищенный раствор и образуется хлор-газ. Движение раствора из анодного пространства в катодное происходит за счет разности уровней анолита и католита.*

Катодный процесс:

$2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$

Анодный процесс:

$2Cl^- + 2e \rightarrow Cl_2$

побочные реакции:

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HClO + HCl$$

$$Cl_2 + OH^- \leftrightarrow HClO + Cl^-$$

$$HClO + NaOH \leftrightarrow NaClO + H_2O \leftrightarrow ClO^- + Na^+ + H_2O$$

$$Cl_2 + 2OH^- \leftrightarrow ClO^- + Cl^- + H_2O$$

$$ClO^- + HClO \leftrightarrow ClO_3^- + 2HCl$$

- Выход по току зависит от тщательности разделения катодных и анодных продуктов, от концентрации едкого натра в католите, от растворимости хлора в анолите (чем выше концентрация поваренной соли в анолите, тем ниже растворимость хлора) процесс ведут при 80-95°С, тогда выход по току составит А=92-96%.

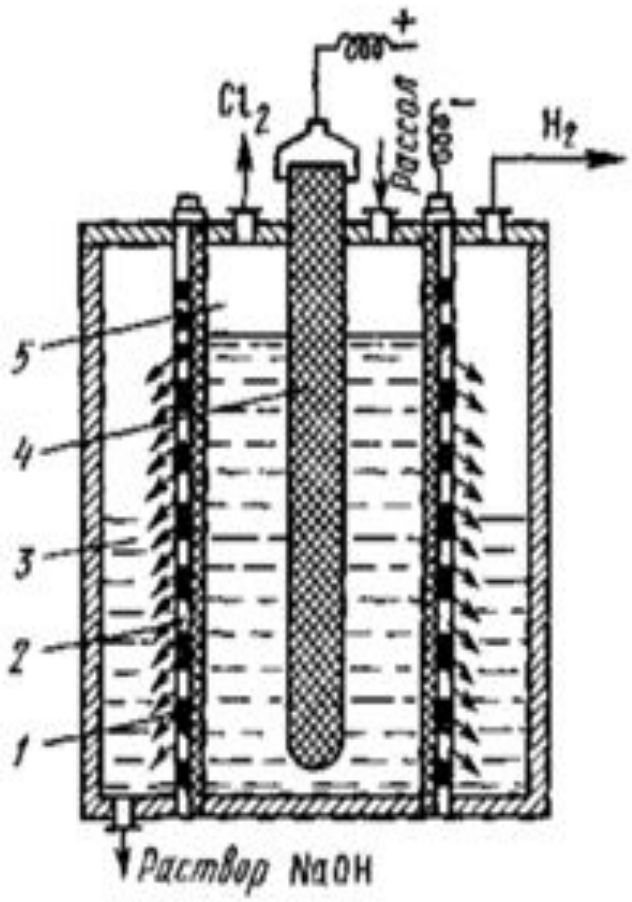

Рис. 1 Схема электролизера с фильтрующей диафрагмой:

1 — пористая асбестовая диафрагма; 2 — перфорированный стальной катод; 3 — катодное пространство; 4 — графитовый анод; 5 — анодное пространство

Суть процесса

Процесс основан на образовании амальгамы натрия в электролизере при действии постоянного электрического тока на раствор поваренной соли.

$$2NaCl + 2nHg \rightarrow Cl_2 + 2NaHg_n$$

Затем образовавшаяся амальгама разлагается водой в специальном аппарате с образованием каустической соды и водорода, а регенерированная ртуть насосом перекачивается в электролизер

$$2NaHg_n + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 + 2nHg$$

Электролиз с ртутным катодом Суть процесса:

- с передней стороны в электролизер подаютрассол,содержащий 310 г/л NaCi. Часть поваренной соли разлагается с образованием хлора и амальгамы натрия. Хлор отводят через крышку ванны, а аммальгаму Na, содерж 0,3% Na, разлогают чистой горячей водой в разлогателе. Образующийся водород удаляется в цеховой коллектор, а чистая 50%-ная каустическая сода выводится как готовый продукт.

Электролиз с ртудным катодом

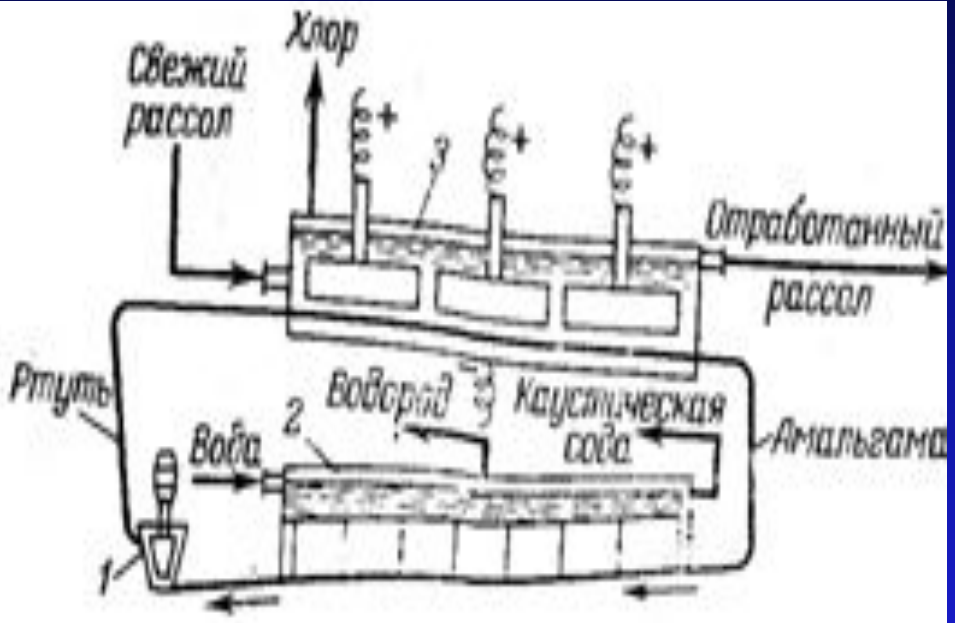

Рис. 2 Электролизер с ртутным катодом:

1 — насос для перекачивания ртути; 2 — ртутный (жидкий) катод; 3 — графитовый анод.

Электролиз с ионообменной мембраной
Суть процесса:

- Мембранный метод производства гидроксида натрия наиболее энергоэффективен, однако сложен в организации и эксплуатации. С точки зрения электрохимических процессов мембранный метод подобен диафрагменному, но анодное и катодное пространства полностью разделены непроницаемой для анионов катионообменной мембраной. Благодаря этому свойству становится возможным получение более чистых, чем в случае с диафрагменного метода, щелоков. Поэтому в мембранном электролизере, в отличии от диафрагменного, не один поток, а два. В анодное пространство поступает, как и в диафрагменном методе, поток раствора соли. А в катодное - деионизированная вода. Из катодного пространства вытекает поток обедненного анолита, содержащего так же примеси гипохлорит- и хлорат-ионов и хлор, а из анодного - щелока и водород, практически не содержащие примесей и близкие к товарной концентрации, что уменьшает затраты энергии на их упаривание и очистку.

Суть процесса

- Щелочь, получаемая с помощью мембранного электролиза, практически не уступает по качеству получаемой при помощи метода с использованием ртутного катода и постепенно заменяет щелочь, получаемую ртутным методом. Однако, питающий раствор соли (как свежий так и оборотный) и вода предварительно максимально очищается от любых примесей. Такая тщательная очистка определяется высокой стоимость полимерных катионообменных мембран и их уязвимость к примесям в питающем растворе. Кроме того, ограниченная геометрическая форма а так же низкая механическая прочность и термическая стойкость ионообменных мембран во многом определяют сравнительно сложные конструкции установок мембранного электролиза. По той же причине мембранные установки требуют наиболее сложных систем автоматического контроля и управления.

Мембранный электролизер

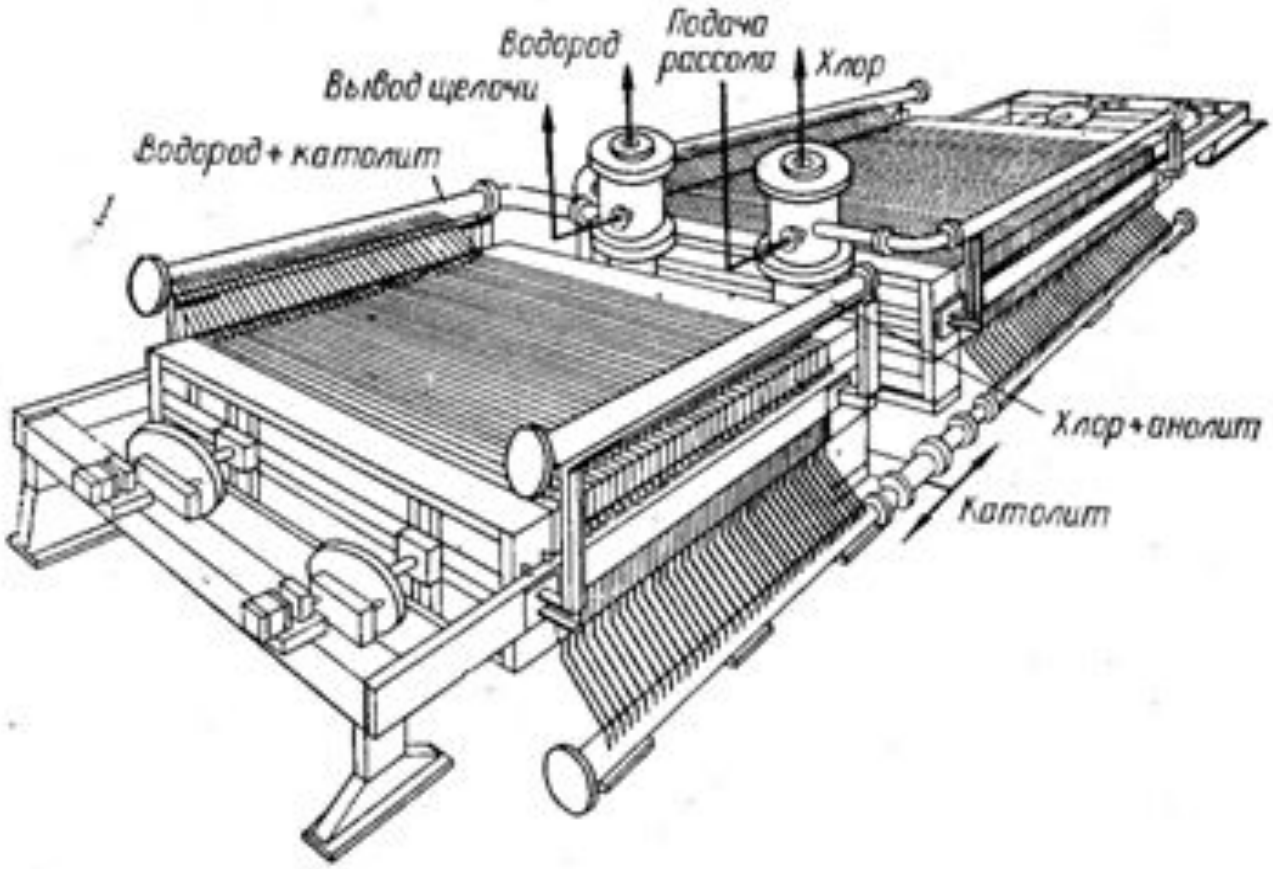

Рис. 3 Мембранный электролизер.

5
сравнительный анализ

Сравнительный анализ

Способ	Известковый	Ферритный	Электрохимический		
			Диафрагменный	С ртудным катодом	С ионообменной мембраной
Достоинства	Максимальная концентрация NaOH в выпарных установках составляет около 92% NaOH, непрерывный процесс.	Выход NaOH составляет 92%, непрерывный процесс.	Применение дешевых подземных рассолов, max конц. NaOH - 12%	Очень чистая щелочь, max конц. NaOH - 50%	Чистая сода, без применения ртути, что исключает загрязнение окруж. среды; удобные конструкции, max конц. NaOH - 35%
Недостатки	Способ производства используется только в лаборат., неудобства в обслуживании оборудования.	Способ производства используется только в лаборат., большие потери в производстве, расход Na_2CO_3, увеличивается, экономически дорого.	Щелочь загрязнена поваренной солью (2-4 %).	Применяется только твердая соль, а подземные используют только после выпаривания и выделения кристаллической соли.	Дорогостоящие мембраны.

Сравнительный анализ

- Результаты анализа используемых на предприятиях СНГ технологий промышленного получения каустической соды свидетельствуют о наиболее широком применении ртутного и диафрагменного способов выработки продукции, а самый экологически чистый способ производства каустической соды это мембранный, так как в в этом способе не используется ртуть, что исключает загрязнение окружающей среды. В настоящее время мембранный способ является самым современным и распростроненым среди промышленных способов получения каустической соды.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные методы получения каустической соды?

2. На чем основан известняковый способ получения каустической соды?

3. Опишите схему получения каустической соды известковым способом?

4. Назовите 3 способа получения каустической соды в известняковом методе?

5. Суть диафрагменного способа получения каустической соды?

Тест:

1. Методы получения каустической соды:

А) известковый, ферритный, электрохимический

В) известковый, ферритный, каустический

С) известковый, ферритный, мембранный

Д) известковый, электрохимический, каустический

Е) ферритный, электрохимический, каустический

2. Найдите основной недостаток мембранного способа при производстве каустической соды:

А) применяется только твердая соль, а подземные используют только после выпаривания и выделения кристаллической соли

В) применяется только растворы соли, а подземные используют только после выделения кристаллической соли

С) применяется твердые соли

Д) применяется только кальцинированная сода Na_2CO_3, а подземные используют только после выпаривания и выделения кристаллической соли

Е) применяются только подземные соли в растворе с H_2O

3.Ферритный способ получения каустической соды основан на

А) сплавлении кальцинированной соды и окиси железа с получением феррита натрия

В) сплавлении каустической соды и окиси железа с получением феррита натрия

С) сплавлении каустической соды и окиси железа с получением феррита магния

Д) сплавлении каустической соды и окиси алюминия с получением феррита натрия

Е) сплавлении каустической соды и окиси меди с получением феррита натрия

4. Принципиальная схема производства каустической соды ферритным способом:

А) приготовление шихты→прокаливание шихты→гашение и выщелачивание феррита→упаривание раствора едкого натра→обезвоживание и плавка едкого натра→разливка расплавленного каустика в барабаны

В) прокаливание шихты → приготовление шихты →гашение и выщелачивание феррита→упаривание раствора едкого натра→обезвоживание и плавка едкого натра→разливка расплавленного каустика в барабаны

С) приготовление шихты→прокаливание шихты→гашение и выщелачивание феррита→упаривание раствора едкого натра→ разливка расплавленного каустика в барабаны → обезвоживание и плавка едкого натра

Д) приготовление шихты→прокаливание шихты→гашение и выщелачивание феррита→ обезвоживание и плавка едкого натра → упаривание раствора едкого натра →разливка расплавленного каустика в барабаны

Е) приготовление шихты→прокаливание шихты→ обезвоживание и плавка едкого натра →упаривание раствора едкого натра→ гашение и выщелачивание феррита →разливка расплавленного каустика в барабаны

5)Максимальная степень выхода NaOH ртутным и диафрагменным способом:

A)50%,12%

B)85%,50%

C)98%,28%

Д)28%,12%

E)40%,50%

Спасибо за внимание!