

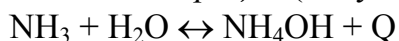
Задача 4. (автор Белых З.Д.)

1. Сырье: NaCl (рассол), известняк, аммиак, отсутствие в рассоле ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , т.к. наличие солей этих ионов в ходе процесса может привести к образованию CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и т.д., способствующих забивке аппаратуры (1 балл).

2. Принципиальная схема производства приведена на рисунке (1.5 балла за принципиальную схему; 1,25 балла за стадии; 0,25 за топологию; итого – 3 балла):

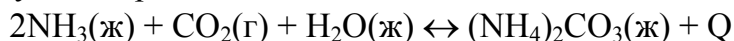
3. Уравнения реакций, протекающих при различных стадиях (0.3 балла за каждое уравнение в стадии процесса, итого – 3,9 балла, условия – 0,1 балла, итого – 4 балла).

1. *Абсорбция* (получение аммонизированного рассола):

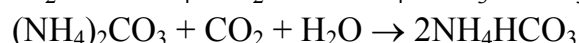
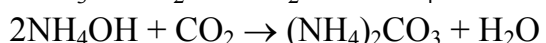
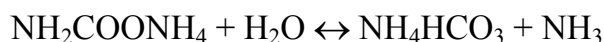
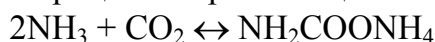


Аммиак в содовом производстве служит для накопления в рассоле бикарбонат ионов, необходимых для осаждения бикарбоната натрия.

2. *Карбонизация*. Растворимость диоксида углерода в воде и в рассоле очень мала, наличие аммиака в рассоле повышает его растворимость, т.к. при взаимодействии с аммиаком образуется карбонат аммония:



в процессе карбонизации:



Суммарный процесс – основной на содовом производстве:

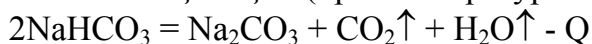


Ионы хлора доставляются поваренной солью, а бикарбонат-ионы – бикарбонатом аммония, образующимся в вышеприведенных процессах.

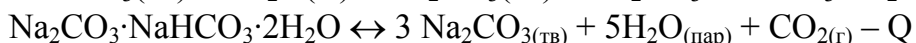
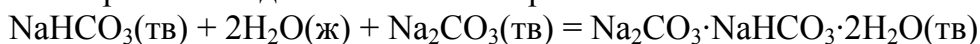
При температуре 40-50°C в средней части колонны карбонизации формируются крупные хорошо фильтрующиеся кристаллы NaHCO_3 .

3. *Фильтрация* – отделение кристаллов NaHCO_3 от раствора NH_4Cl .

4. *Кальцинация* (при температуре 160-180°C):

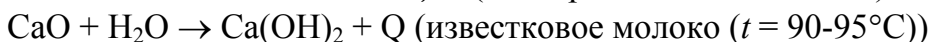


возможно образование двойной соли – «троны»:

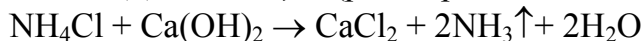


5. *Обжиг известняка* ($t \approx 900^\circ\text{C}$). $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow - \text{Q}$

6. *Гашение оксида кальция* (подогретой водой 60-65°C).



7. *Дистилляция* (регенерация аммиака).



4. Наличие вблизи завода по производству соды завода по получению синтетического аммиака решает ряд проблем:

1) отпадает необходимость в доставке, добыче известняка, т.к. углекислый газ может быть использован из отходов конвертирования природного газа с целью получения водорода для синтеза аммиака;

2) отпадает необходимость в цехе обжига;

3) отпадает необходимость стадии гашения;

4) нет необходимости в стадии регенерации аммиака;

5) нет отходов CaCl_2 , NH_4Cl – можно использовать как азотное удобрение, хотя качество его хуже, чем NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. (2 балла)

