**28.05.2020**

**Изучить лекцию по технологическим схемам производства азотной кислоты - самостоятельно (краткий конспект прилагается), а также учебник Мельников Е.Я стр 146-148 . Вопросы по этой теме будут направлены следующей лекцией, после изучения всех технологических схем получения азотной кислоты. Пока ничего присылать не надо. Не все прислали расчет теплового баланса получения аммиачной селитры – прошу направить, это заключительная контрольная по теме «Минеральные соли»- прошу не тянуть .** [Ruzich-Irina@yandex.ru](mailto:Ruzich-Irina@yandex.ru), указываем дату, тему, группу, фамилию всем необходимо получить аттестацию за май.

**У рок 4/56**

**Технологические схемы производства неконцентрированной азотной кислоты**

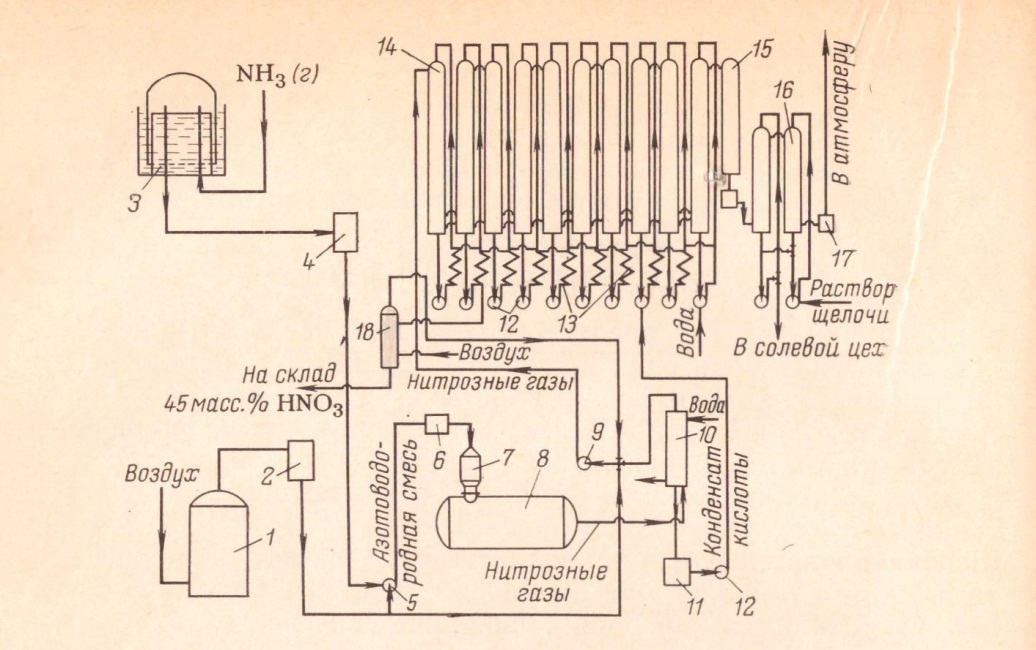
Технологические схемы производства неконцентрированной азотной кислоты в зависимости от применяемого давления разделяются на **три** группы:

**1) системы**, работающие при **атмосферным давлении (Р = 0,1 МПа)**, характеризуются **низкой** производительностью и **большими** объёмами поглотительной аппаратуры;

**2) системы**, работающие при **высоком давлении (Р > 0,1 МПа)**, характеризуются большими **потерями платины**;

**3) комбинированные системы**, в которых **окисление *аммиака*** проводят при более **низком** давлении **(Р = 0,1 МПа)**, а **переработку *оксидов азота*** - при боле **высоком давлении (Р > 0,1 МПа)**.

**1 Технологическая схема производства азотной кислоты при атмосферном давлении**



1 – сруббер:

2 – рукавный фильтр;

3 – газгольдер для аммиака;

4, 6 –фильтры;

5 – аммиачно – воздушный вентилятор;

7 – конвертор;

8 - котел –утилизатор;

9 – вентилятор нитрозных газов;

10 - водяной холодильник;

11 - сборник кислого конденсата;

12- -насосы;

13- - кислотные холодильники;

14 – башни кислой абсорбции;

15 – окислительная башня;

16 – башни щелочной абсорбции

17 – брызгоуловитель;

18 – отбелочная башня.

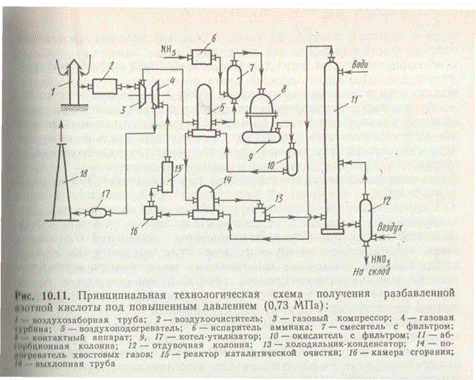
Воздух (загрязненный пылью и, газами), очищается в скруббере (1), орошаемом водой или щелочными растворами. От пыли он очищается в фильтре (2) . Газообразный аммиак фильтруют через матерчатые фильтры (4,6). После очистки аммиак и воздух смешиваются в вентиляторе (5) с образованием аммиачно – воздушной смеси (10,5 -11,5 % аммиака). Смесь через фильтр поступает в контактный аппарат (7). В нем на платиновых сетках при температуре 750-850 С протекает окисление аммиака до оксида азота. Газы, содержащие **NO, О2,**  **N2** и водяные пары, а также не окисливший аммиак поступают далее в котел утилизатор (8), где охлаждается до температуры 160-170 С. При этом образуется пар давлением до 4 Мпа и температурой 450 С. Затем, пройдя холодильник (10) и сборник кислого конденсата (11), нитрозные газы при температуре 40С вентилятором (9) подаются на абсорбцию в систему башен (14). В холодильнике (10) при охлаждении газа происходит частичное окисление **NO в NO2** и образование кислого конденсата, содержащего 2-3 мас % **НNO3**, а в холодильнике (11) конденсата, содержащего 25-30 % **НNO3.** Конденсат насосом (12) подают в башню (14), где протекают два процесса- окисление **NO в NO2** и поглощение **NO2** водой с образованием азотной кислоты. Поглощение оксидов азота водой осуществляется по принципу противотока, причем в последнюю башню подается вода, остальные башни орошаются кислотой соответствующей концентрации. Образующая в последней башне очень разбавленная кислота перетекает из башни в башню и, встречая на своем пути более концентрированные нитрозные газы поглощает их При этом образуется кислота **45-48 %**. Кислоту, орошающую башню охлаждают в холодильнике (13). Отбелочная башня (18) необходима для удаления растворенных оксидов. Несмотря на меньшие расходы платины, системы производства кислоты под атмосферным давлением в настоящее вре­мя не применяются из-за малой производительности, громоздко­сти аппаратуры и соответственно больших капитальных вложе­ний, существенных потерь аммиака и необходимости применения дорогостоящей и не слишком эффективной щелочной очистки от­ходящих газов от оксидов азота

**Технологические схемы производства азотной кислоты под повышенным давлением**

Современные установки, работающие под повышенным давлением (от 0,2 до 1 МПа), и комбинированные разработаны по принципу энерготехнологических систем, в кото­рых энергия отходящих газов (связанная с их высокой темпера­турой и давлением) и теплота реакции окисления аммиака ис­пользуются для сжатия воздуха и нитрозных газов, а также полу­чения технологического пара. Этими же схемами предусмотрено возможно более полное использование низкопотенциальной теп­лоты.

Принципиальная технологическая схема получения разбавлен­ной азотной кислоты под повышенным давлением приведена на рисунке

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | |  | |



Атмосферный воздух после соответствующей очистки поступа­ет в компрессор (*3),*приводимый в движение газовой турбиной (*4).*В компрессоре воздух сжимается до давления 0,73 МПа, нагре­ваясь при этом до 135°С, и поступает далее в подогреватели воз­духа (*5),*где его температура поднимается до 250°С за счет теп­лоты выходящих из окислителя (*10)*нитрозных газов. В смесите­ле (7) воздух смешивается с газообразным аммиаком, который по­ступает сюда из испарителя аммиака( *6).*Образовавшаяся аммиачновоздушная смесь далее поступает в контактный аппарат (*8),*где при температуре около 900°С на Pt—Rh—Pd-катализаторе про­исходит окисление аммиака. Нитрозные газы, содержащие 9,0—9,5% NO, поступают в котел-утилизатор (*9),*в котором происходит охлаждение до необходимой температуры и образование пара. Далее газы поступают в окислитель (*10),*в котором окисляются до диоксида азота. Охлажденные в подогревателе воздуха (*5),*подо­гревателе хвостовых газов (*13)*и холодильнике-конденсаторе (*12)*до температуры около 45°С нитрозные газы поступают в абсорбци­онную колонну (*11),*орошаемую противоточно водой. Поскольку абсорбция **NO2** водой экзотермична, абсорбционные тарелки снаб­жены змеевиковыми холодильниками, в которых циркулирует охлаждающая вода (на схеме не показано). Полученная азотная кислота самотеком поступает в отдувочную колонну (*12),*где с помощью горячего воздуха из готовой азотной кислоты происходит отдувка растворенных в ней нитрозных газов, которые подаются в абсорбционную колонну. Хвостовые газы, пройдя систему каталитической очистки от оксидов азота восстановлением их аммиа­ком до элементного азота, выбрасываются в атмосферу.

В установках такого типа степень превращения аммиака в азотную кислоту достигает 98—99%, а **концентрация кислоты — 60—62%.** Однако при окислении аммиака под давлением увели­чиваются потери платинового катализатора.