

пающего с сырьем и выделившегося при реакции, можно считать постоянным. В связи с этим единственной возможностью стабилизации температуры в реакционной камере является изменение количества тепла, поступающего в камеру с серной кислотой. Это количество зависит от расхода и температуры кислоты.

Изменением расхода кислоты стабилизировать температуру в реакционной камере 15 нецелесообразно, так как при этом изменяется соотношение расходов сырья и кислоты. Единственная возможность для регулирования температуры в реакционной камере — изменение температуры поступающей серной кислоты; регулирующее воздействие при этом осуществляется изменением расхода пара, поступающего в напорный бак. На практике оказалось более целесообразным (из соображений уменьшения запаздывания) стабилизировать температуру не в реакционной камере, а в газоотделителе 14.

Для поддержания материальных балансов отделения по воде и кислоте установлены два узла регулирования уровней в емкостях 9 и 13.

Производство аммиака

Технологическая схема производства. Азотоводородная смесь компримируется до 0,32 МПа поршневым компрессором 1 (рис. 5.3) и подается в масляный фильтр 2, который служит для очистки сжатого газа от смазочного масла. Там же производится очистка непрореагировавшей азотоводородной смеси после компрессора 8. Смесь после фильтра подается в межтрубное пространство конденсационного теплообменника 3. Охлаждение и конденсация части аммиака, содержащегося в смеси, осуществляется встречным потоком холодного газа из аммиачного испарителя 4. Сконденсировавшийся аммиак собирается в емкости 9, а азотоводородная смесь поступает на синтез в ко-

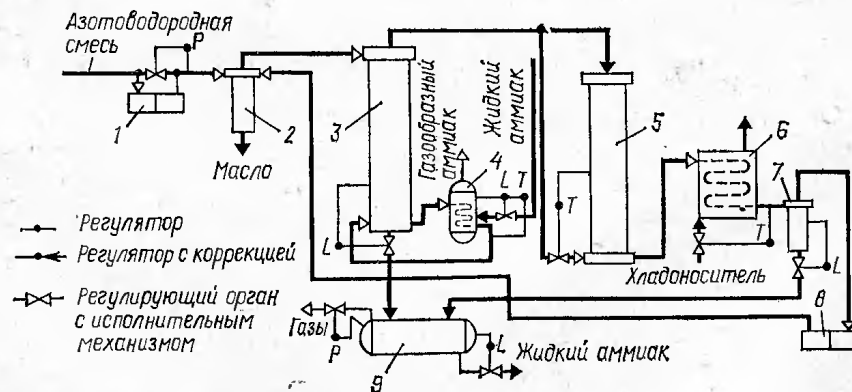
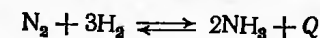


Рис. 5.3. Схема регулирования производства аммиака:

1, 8 — многоступенчатые поршневые компрессоры; 2 — фильтр; 3 — конденсационная колонна; 4 — аммиачный испаритель; 5 — колонна синтеза; 6 — холодильник; 7 — сепаратор; 9 — емкость.

лонну 5. Синтез протекает в присутствии катализатора по следующей схеме:



Реакция образования аммиака обратима и идет с выделением тепла. Обычно реакцию проводят при температуре 500 °С. Выход аммиака в этом случае составляет 12—18%.

Колонна синтеза состоит из катализаторной коробки и трубчатого теплообменника. Исходная азотоводородная смесь перед катализаторной коробкой нагревается в трубчатом теплообменнике (до температуры, необходимой для начала реакции) за счет тепла, выделившегося при синтезе смеси предыдущей порции. Часть исходной смеси может подаваться в нижнюю часть колонны помимо теплообменника, что позволяет осуществлять регулирование температуры.

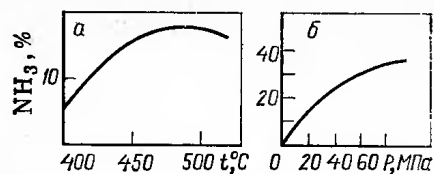
Контактный газ после колонны синтеза поступает в водяной холодильник 6, где охлаждается до 30—35 °С. При этом аммиак, содержащийся в газе, конденсируется. В сепараторе производится отделение жидкого аммиака от непрореагировавшей азотоводородной смеси, которая направляется в линию всасывания циркуляционного компрессора 8, обеспечивающего компенсацию потерь давления в аппаратах 5—7 и возможность возврата смеси в аппарат 2.

Жидкий аммиак дросселируется до 2—2,5 МПа и отводится в емкость 9, где из него выделяются растворенные газы.

Автоматизация производства. Аппаратами производства аммиака необходимо управлять таким образом, чтобы выход аммиака поддерживался на постоянном, максимально возможном для данных условий значении. Выход аммиака определяется температурой и давлением в зоне реакции, свойствами катализатора, составом исходной смеси, а также продолжительностью пребывания газа в зоне катализатора.

Температура и давление в зоне реакции являются факторами, определяющими скорость прямой и обратной реакций в реакторе. Так, понижение температуры и повышение давления приводят к смещению равновесия реакции в левую сторону, т. е. выход аммиака увеличивается. Однако при пониженных температурах в значительной степени уменьшается скорость образования аммиака, что при равных расходах азотоводородной смеси приводит к уменьшению выхода. На рис. 5.4 показаны зависимость выхода аммиака от температуры и давления. Из графиков видно, что для поддержания выхода аммиака на максимально возможном значении температуру и давление нужно стабилизировать. Регулирующие воздействия при этом следует вносить соответственно изменением расхода газа, подаваемого в колонну синтеза 5 (см. рис. 5.3) по байпасной линии, и расхода газа, байпасируемого из выходной магистрали компрессора во входную.

Основным свойством катализатора является его активность, которая в процессе реакции понижается вследствие воздействия на катализатор вредных примесей. К ним относятся сероводород, диоксид и оксид углерода, пары воды и масла. Для очистки азотоводородной смеси от этих компонентов она подвергается тщательной обработке (аппараты очистки на схеме не показаны). В частности, очистка от сероводорода и



оксида углерода осуществляется моноэтаноламином (автоматизацию этого процесса см. на с. 292), от оксида углерода — медноаммиачным раствором и т. д.

Время пребывания газа в контактной зоне определяется расходом азотоводородной смеси. Он поддерживается постоянным на предшествующем участке. То же относится и к составу смеси.

Для качественной сепарации жидкого аммиака от газовой фазы стабилизируется, кроме того, температура охлажденного газового аммиака после испарителя 4 и холодильника 6.

Выделение газов из жидкого аммиака в емкости 9 осуществляется при постоянном давлении; для этого устанавливают регулятор давления, который изменяет соответствующим образом расход выделенных газов.

Материальный баланс в конденсаторе 3, сепараторе 7 и емкостях 9 поддерживается регуляторами уровня путем изменения отбора веществ из этих аппаратов.

Производство аммиачной селитры

Технологическая схема производства. Аммиачная селитра — одно из наиболее распространенных азотных удобрений. Получают ее нейтрализацией разбавленной азотной кислоты (40—50%) газообразным аммиаком.

Азотная кислота из приемной емкости 1 (рис. 5.5) проходит через теплообменник 2 и поступает в нейтрализатор 3. Туда же подается предварительно нагретый в теплообменнике 5 газообразный аммиак. Основное количество аммиака поступает в газообразном состоянии из цеха синтеза аммиака. Дополнительно со склада подается жидкий аммиак, который испаряется в аппарате 4.

В нейтрализаторе 3 при атмосферном давлении и определенной температуре протекает процесс нейтрализации, параллельно с ним происходит частичное упаривание раствора за счет теплоты нейтрализации. Частично упаренный слабокислый раствор аммиачной селитры концентрацией 60—80% (так называемый слабый щелок) поступает в бак с мешалкой — донейтрализатор 6, где окончательно нейтрализуется аммиаком. Пар, образующийся при выпаривании раствора (соковый пар), выводится из верхней части нейтрализатора. При неправильном ведении процесса из нейтрализатора с соковым паром может уноситься часть аммиака и азотной кислоты.

Упаривание слабого щелока до 98,5% NH_4NO_3 осуществляется под вакуумом в две ступени. Первоначально в выпарном аппарате 8 концентрация щелока доводится до 82% NH_4NO_3 , а затем и в выпарном аппарате 12 — до заданной.

Слабый щелок подается в нижнюю часть выпарного аппарата 8. В качестве греющего агента в выпарном аппарате I ступени в основном используют соковый пар. Дополнительно к нему подают водяной пар. По мере увеличения концентрации сокового пара в греющей камере выпарного аппарата накапливаются инертные газы, ухудшающие теплопередачу. Для обеспе-

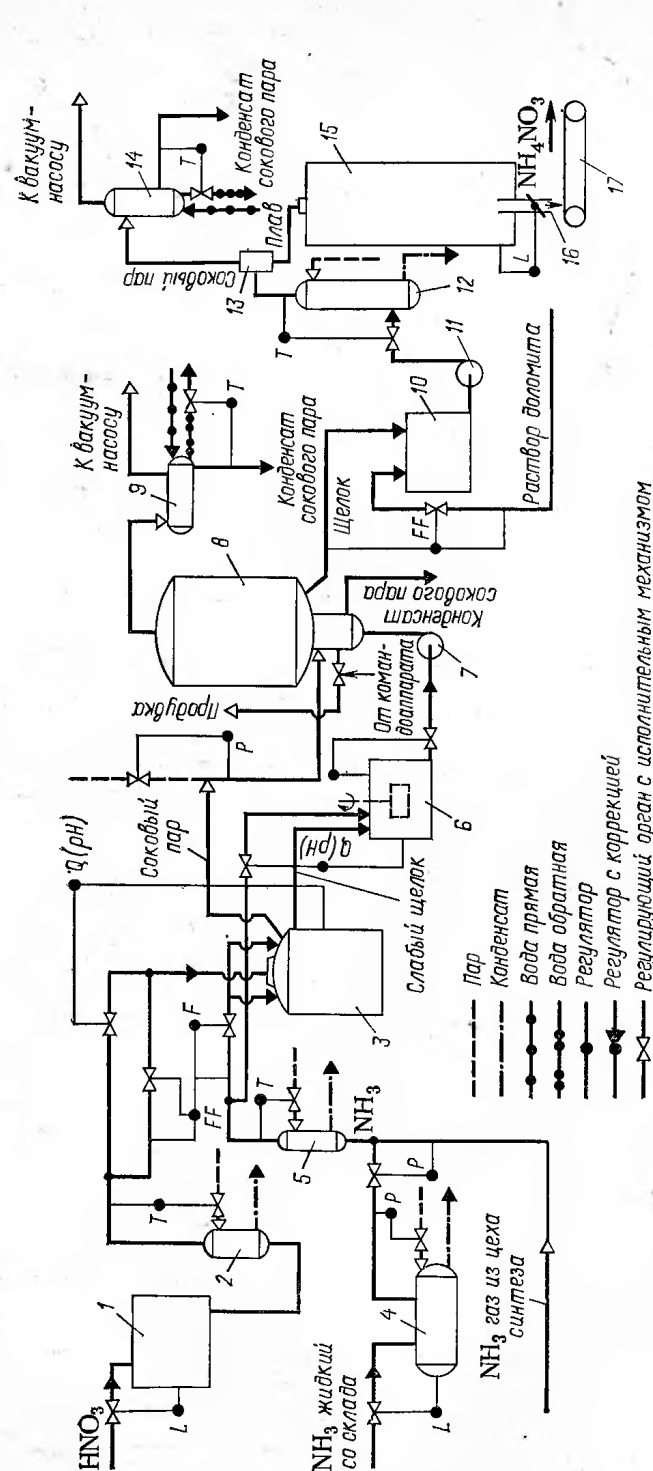


Рис. 5.5. Схема регулирования производства аммиачной селитры:
1 — емкость; 2, 5 — теплообменники; 3 — нейтритализатор; 4 — испаритель; 6 — донейтритализатор; 7, 11 — насосы; 8 — выпарной аппарат I ступени; 9, 14 — барометрические конденсаторы; 10 — сборник; 12 — выпарной аппарат II ступени; 13 — сепаратор; 15 — грануляционная башня; 16 — выходной патрубок; 17 — транспортер.