



4700 тонн аммиака в сутки

Клаус Ноэлькер, Кристоф Майснер, ThyssenKrupp Industrial Solutions AG

10 лет назад, когда по заказу Saudi Arabian Fertilizer Company компания ThyssenKrupp запускала первую аммиачную установку с единичной мощностью 3300 тонн в сутки, мощность предыдущих установок не превышала 2200 тонн в сутки.

В 2011 году в Рас-Аль-Хайр (Саудовская Аравия) компания Ma'aden Phosphate Company ввела в эксплуатацию установку с такой же номинальной производительностью, как и у компании SAFCO в 2006 году. В последнее время обе установки превысили показатель производительности в 3400 т/сутки. Еще две такие же установки находятся сейчас на этапе ввода в эксплуатацию (CF, Доналдсонвилл (США) и Ma'aden 2 (Саудовская Аравия)).

Сегодня ThyssenKrupp Industrial Solutions готова поставить линию производительностью 4700 тонн в сутки.

Благодаря новой технологии получения аммиака с двумя степенями давления часть критически важного оборудования размещается в меньшем пространстве, чем при масштабировании.

Технология позволила снизить стоимость готовой продукции. Это каса-

ется как инвестиционных затрат на крупный производственный объект, каковым является аммиачная установка, так и эксплуатационных затрат.

Тенденция к увеличению производительности подтверждается наличием других аммиачных установок, производительность которых превышает 2200 т/сутки: Kaltim-5 компании Pupuk Kalimantan Timur (Индонезия) – 2500 т/сутки и EuroChem (Кингисепп, Россия) – 2700 т/сутки. Данные проекты были переданы на подряд компаниям, предлагающим технологию получения аммиака KBR, то есть не использующим технологию с двумя степенями давления.

Отличием технологии ThyssenKrupp от процессов предыдущего поколения является также то, что для снижения рисков в системе добавлена одна колонна синтеза аммиака и связанная с ней секция охлаждения. Тем не менее, в результате исключения дополнительного оборудования и совмещения его

функций процесс в целом оказывается дешевле, чем в приведенных только что примерах.

Как это было

В ходе разработки технологии ставилась цель повысить мощность отдельных ступеней, масштабируя их там, где не возникают риски и меняя схему там, где риски масштабирования высоки.

Анализ показал, что, в частности, стадии сжатия синтез-газа и контура синтеза, являются участками с высоким риском масштабирования. В данном случае было принято решение добавить прямоточный синтез аммиака перед контуром синтеза, работающего при выходном давлении части низкого давления, а затем отделять производимый аммиак и отправлять оставшийся синтез-газ в традиционный контур синтеза (см. рис. 1).

Поскольку производство аммиака осуществляется на двух ступенях

давления (прямоточный и контур), этот процесс называется технологией с двумя ступенями давления. Принцип такого масштабирования показан на рис. 2 (верхняя часть).

Синтез аммиака

Самые значительные изменения коснулись контура синтеза аммиака, который необходимо увеличить приблизительно до 50% относительно референтных установок.

Наиболее подходящим решением оказалось распределение катализатора на четыре слоя в двух колоннах. Обе колонны синтеза аммиака имеют два слоя катализатора и внутренний теплообменник для регулирования температуры на входе в слой.

Сжатие синтез-газа

Преобразование установки с двумя ступенями давления (рис. 1) в установку одного давления (традиционную) с контуром синтеза следующие последствия:

- Мощность на валу увеличивается, поскольку весь объем синтез-газа следует сжать до выкида третьей ступени, и расход рециклового газа увеличивается.
- Увеличение расхода на третьей ступени компрессора приводит к увеличению расстояния между подшипниками, что повышает чувствительность машины к вибрациям.
- Увеличение потребляемой мощности на валу может потребовать установки турбины большего размера с более низкой скоростью.

В отличие от большинства традиционных установок производительностью 2200 т/сутки, блок осушки синтез-газа добавлен в технологическую схему.

Блок осушки позволяет подавать газ в контур синтеза непосредственно перед колонной синтеза аммиака, что приводит к снижению концентрации аммиака на входе в колонну.

Другие блоки

В большинстве традиционных установок для регенерации водорода используется мембранная установка. Хотя, как правило, эта установка отличается экономичностью и надежностью, ее недостаток заключается в том, что оба ее выходных потока имеют неблагоприятное давление.

Установка регенерации криогенного водорода (такая используется на существующих аммиачных установках производительностью 3300 т/сутки), наоборот, возвращает оба потока с приемлемыми значениями давления. Это позволяет избежать перегрузки на первых ступенях компрессора синтез-газа.

Применение технологии с двумя ступенями давления

Следующим логическим шагом к увеличению производительности является сочетание контура синтеза производительностью 3300 т/сутки с прямоточным синтезом, располагаемым перед контуром. Это может обеспечить повышение производительности более чем до 4000 т/сутки.

Выходное давление установки риформинга было увеличено на 5 бар по сравнению с установкой производительностью 3300 т/сутки.

Объем подогревателя питательной котловой воды перед низкотемпературной конверсией оксида углерода значительно увеличивается.

Для очистки от CO₂ был выбран процесс OASE white® (ранее известный как aMDEA) компании BASF.

Для обеспечения циркуляции полюбедненного раствора предусмотрены три насоса с электродвигателями, номинальная производительность которых составляет 60% от полного расхода, два из них поддерживаются расширительными турбинами, установленными на потоке обогащенного раствора из абсорбера.

Итоги и заключение

Десять лет назад технология синтеза аммиака при двух ступенях давления, компании ThyssenKrupp, сделала возможным производство более 1 000 000 т/год. Повторные проекты такого масштаба показывают, что имеется потребность в столь высоких производственных показателях.

Достигнутые усовершенствования, по результатам исследований, следующие:

- За счет исключения прямоточного синтеза и, соответственного увеличения размера контура синтеза, установка производительностью 3300 т/сутки потребует меньшего количества оборудования, чем работающие референтные установки. Это снижает инвестиционные затраты, не увеличивая риски.
 - Для достижения большей производительности к данному типу установки можно добавить прямоточный синтез. Это позволит увеличить производительность до 4700 т/сутки.
- Переговоры с поставщиками оборудования и инженерами компании подтвердили, что препятствия для использования обоих типов установок отсутствуют, а сравнительный анализ демонстрирует очевидные преимущества по затратам.

Рис. 1. Упрощенная схема синтеза аммиака с двумя ступенями давления от компании ThyssenKrupp

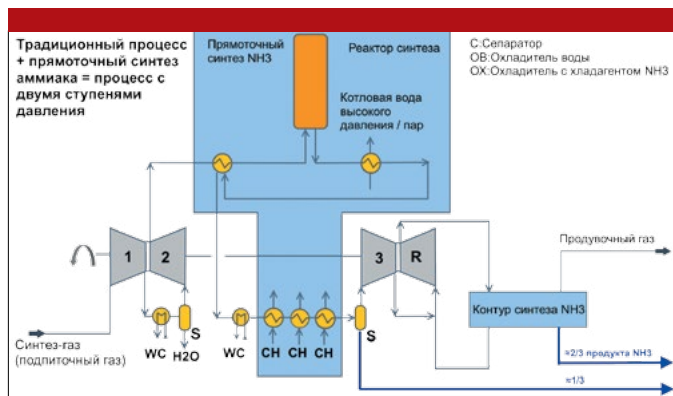


Рис. 2. Стратегия по минимизации рисков масштабирования посредством применения прямоточного синтеза. Верхний ряд: прошлые реализованные проекты. Нижний ряд: новые разработки, описываемые в настоящей статье

