



1. ПРОЦЕСС STAR ФИРМЫ UHDE (ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЛЕГКИХ ПАРАФИНОВ В ОЛЕФИНЫ)

Назначение процесса. В процессе STAR (steam active reforming – реформинг, активированный паром) можно получить: а) пропилен для переработки в полипропилен, окись пропилена, кумол, акрилонитрил или другие производные пропилена; б) бутены для переработки в МТБЭ, алкилат, изооктан, полибутены или другие производные бутенов.

Сырье. Сжиженный нефтяной газ с газовых и газоконденсатных месторождений, с НПЗ.

Продукт. Пропилен (чистой «для полимеризации» или «для синтеза»), изобутен, н-бутены; в качестве побочного продукта может быть получен водород высокой чистоты.

Описание процесса. Свежее парафиновое сырье смешивают с возвратным парафином и водяным паром, выработанным на этой же установке. После подогрева смесь направляют в реакторную секцию. В составе этой секции – трубчатая печь с неподвижным катализатором (конвертер Uhde), за которой следует адиабатический реактор окисления с неподвижным катализатором (аналог вторичного конвертера). В трубах печи протекает эндотермическое дегидрирование на запатентованном катализаторе, содержащем благородный металл.

В адиабатическом реакторе окисления часть водорода, содержащегося в смеси, селективно реагирует с кислородом, превращаясь в пар. Параллельно с этим протекает дальнейшее дегидрирование на том же катализаторе. Экзотермическое превращение водорода способствует повышению выхода олефина и поставляет теплоту, необходимую для проведения дальнейшего эндотермического дегидрирования. Реакция протекает при температуре 500–600 °С и давлении 0,4–0,6 МПа.

Конвертер Uhde снабжен потолочными горелками и имеет запатентованную «холодную» выходную гребенку, благодаря которой повышается его надежность. За счет рекуперации тепла вырабатывается пар высокого давления, подогревается сырье и кипятильники колонн в секции фракционирования.

После охлаждения и сепарации конденсата продукт компримируют, отделяют легкие фракции и в секции фракционирования разделяют олефин и непрореагировавшие парафины.

Кроме легких фракций, используемых на этой же установке в качестве топливного газа, олефин является единственным продуктом. При необходимости из легких фракций можно выделить водород высокой чистоты.

Экономические показатели. Типичные расходные показатели (при получении пропилена полимеризационной чистоты) в расчете на 1 т пропилена:

Пропан, кг	1200
Топливный газ, ГДж	6,4
Охлаждающая вода, м ³	220
Электроэнергия, кВт·ч	180

Промышленные установки. В США и Аргентине пущены две промышленные установки дегидрирования изобутана в изобутен по технологии STAR. Более 60 первичных и 25 вторичных конвертеров Uhde сооружены в разных странах.

Лит. источники. Heinritz-Adrian, M., «Advanced technology for C₃/C₄ dehydrogenation», First Russian & CIS Gas Technology Conference, Moscow, Russia, September, 2004.

Heinritz-Adrian, M., N. Thiagarajan, S. Wenzel and H. Gehrke, «STAR – Uhde's dehydrogenation technology (an alternative route to C₃- and C₄-olefins)», ERTC Petrochemical 2003, Paris, France, March 2003.

Thiagarajan, N., U. Ranke and F. Ennenbach, «Propane/butane dehydrogenation by steam active reforming», Achema 2000, Frankfurt, Germany, May 2000.

Лицензиар. Uhde GmbH.

2. ПРОЦЕСС ADAPT (ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ГАЗА И СНИЖЕНИЕ ТОЧКИ РОСЫ УГЛЕВОДОРОДОВ)

Назначение процесса. Обезвоживание газов высокого давления, удаление из них паров жидких углеводородов, в частности ароматических, удаление метанола, меркаптанов и CO₂. Процесс ADAPT можно применять на приемных терминалах природного газа, на сооружениях подземного хранения газа (например, соляные пещеры, водоносные горизонты и выработанные месторождения), а также перед сжижением природного газа. Процесс пригоден для предварительной очистки газа и для защиты систем мембранного разделения газа.

Описание процесса. Природный газ высокого давления очищается одновременно от паров жидких углеводородов и воды в неподвижном слое твердого поглотителя (1). Адсорбенты, приспособленные к требованиям заказчика, селективно удаляют из газа некоторые компоненты; управляя их проскоком в очищенный газ, получают продукт, отвечающий спецификациям. Аппарат с насыщенным адсорбентом переводят в режим регенерации, а на очистку подключают аппарат с регенерированным адсорбентом (2). Гибкость процесса обеспечивается наличием большого числа адсорбентов: в этом случае установки имеют очень высокую производительность. Для регенерации адсорбента применяют подогретый (3) исходный газ или очищенный газ, выбор варианта зависит от условий применения или экономических условий. Температура регенерации зависит от природы удаляемых компонентов, но обычно находится в пределах 200–300 °С. Газ регенерации, обогащенный десорбированными компонентами, охлаждают (4), получая товарный углеводородный конденсат. Холодный газ, отделенный от конденсата, возвращают в адсорберы. Некоторые преимущества технологии ADAPT перед конкурирующими процессами:

- Компактность установки
- Быстрый пуск и остановка
- Нет необходимости в «горячем» резерве
- Возможность работы на малых нагрузках (10 % проектной)
- Высокая надежность и малые затраты на текущий ремонт
- Длительный срок службы адсорбента.

Условия процесса. Обычное рабочее давление – 3–12 МПа, температура исходного газа – до 45 °С. Установки могут быть изготовлены в виде блоков на салазках или модулей, благодаря чему возможно постепенное наращивание мощности. Нагрузки по исходному газу – от 0,28 до более чем 42 млн м³/сут.

Экономические показатели. Капиталовложения зависят от масштаба и назначения установки, но обычно изменяются от 2 млн ф. ст. для мощности 5,6 млн м³/сут до 9 млн ф. ст. для мощности 42 млн м³/сут.

Промышленные установки. Работают или находятся в стадии строительства установки в Европе, Африке и Азии. Суммарная мощность установок, применяющих технологию ADAPT, составляет в настоящее время около 250 млн м³/сут.

Лит. источник. Metters, S.D. «An adaptable solution», Hydrocarbon Engineering, March 2000.

Лицензиар. Advantica Ltd.