

Industrial Solutions

Технология производства аммиака

Развивайте ваш бизнес с нашими передовыми технологиями производства удобрений



thyssenkrupp



Передовые технологии с 1928 года

Первая установка аммиака, использующая собственную технологию uhde®, была запущена на немецкой угольной шахте еще в 1928 году.

Установка по производству аммиака в комплексе удобрений в Теджене, Туркменистан
 Мощность: 600 т/сутки аммиака
 1050 т/сутки карбамида
 1050 т/сутки гранулированного карбамида



Около 90 лет решений EPC «под ключ» - в соответствии с потребностями наших клиентов

Мощность первой установки по производству аммиака, построенной в 1928 году, составляла 100 т/сутки. Уже первые реакторы синтеза аммиака, спроектированные Uhde, предлагали крайне эффективную технологию, и были оснащены внутренним теплообменником и контуром синтеза аммиака с интегрированным двухступенчатым холодильником. Uhde всегда обращало особое внимание на энергоэффективность, о чем свидетельствует проект завода с энергопотреблением всего 7,8 Гкал/т аммиака, выполненный ещё в 1968 году. Сегодня мы готовы снизить энергопотребление до 6,4 Гкал/т аммиака.

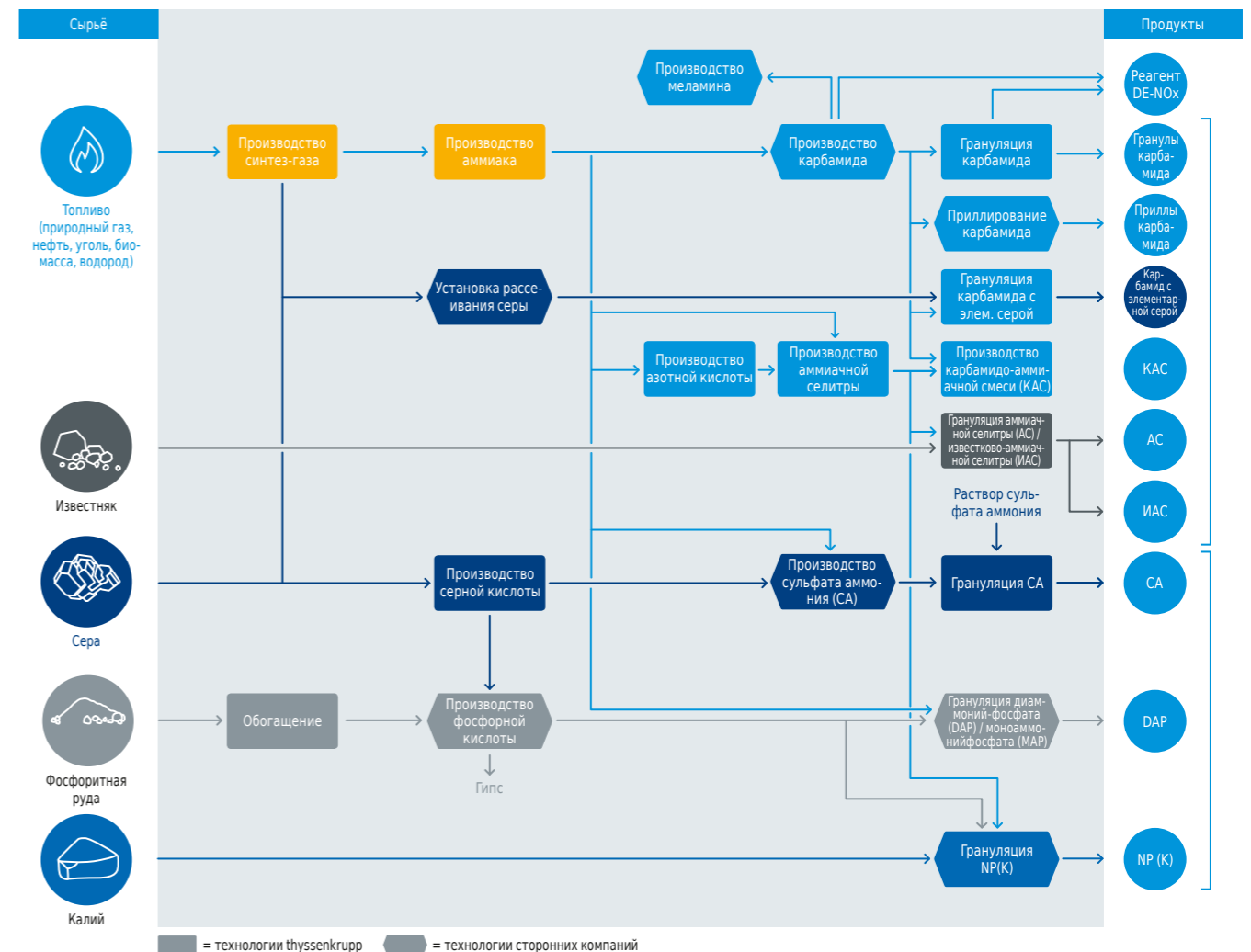
В целях дальнейшего повышения эффективности установок работа компании была направлена на снижение электропотребления, усовершенствование утилизации тепла, минимизацию потерь в дымовых трубах и сокращение энергопотребления на очистку от CO₂. Обладая обширным опытом в девять десятилетий, мы продолжаем совершенствовать энергоэффективность, работоспособность и надежность установок. В числе последних примеров успешного внедрения технологии Uhde можно назвать установки в Аль-Джубайле, Саудовская Аравия, и в Луизиане, США, с производительностью одной технологической линии в 3300 т/сутки.

В этой брошюре рассказывается о современной технологии производства аммиака, которую мы предлагаем клиентам по всему миру и о том, какие выгоды она принесет вам.



100 т/сутки: В 1928 году первая установка аммиака начала работу на месторождении угля Мон-Сени близ города Херне-Зодинген.

thyssenkrupp Industrial Solutions предлагает полную технологическую цепочку производства различных удобрений:



Пионеры в разработке критического оборудования

Хорошей технологии самой по себе недостаточно. Не менее важна проверенная, надежная конструкция критического оборудования. Только в сумме эти слагаемые дадут хорошую установку. thyssenkrupp Industrial Solutions является пионером разработки ключевого оборудования установок по производству аммиака:

- ➔ Печь первичного риформинга с системой холодных выходных коллекторов
- ➔ Реактор вторичного риформинга
- ➔ Система охлаждения технологического газа после реактора вторичного риформинга для генерации и перегрева пара высокого давления
- ➔ Высокоэффективная система конверсии аммиака с тремя слоями с косвенным теплообменом и радиальным потоком
- ➔ Котел-утилизатор отходящего тепла узла синтеза аммиака

Эти инновационные разработки сделали нас одним из лидирующих лицензиаров в данной сфере. Мы владеем рядом патентов на такое оборудование и неоднократно выдавали лицензии на изготовление и продажу оборудования фирмам-изготовителям оборудования и подрядчикам в области химического проектирования.



Реактор вторичного риформинга и система охлаждения технологического газа

Печь первичного риформинга uhde®

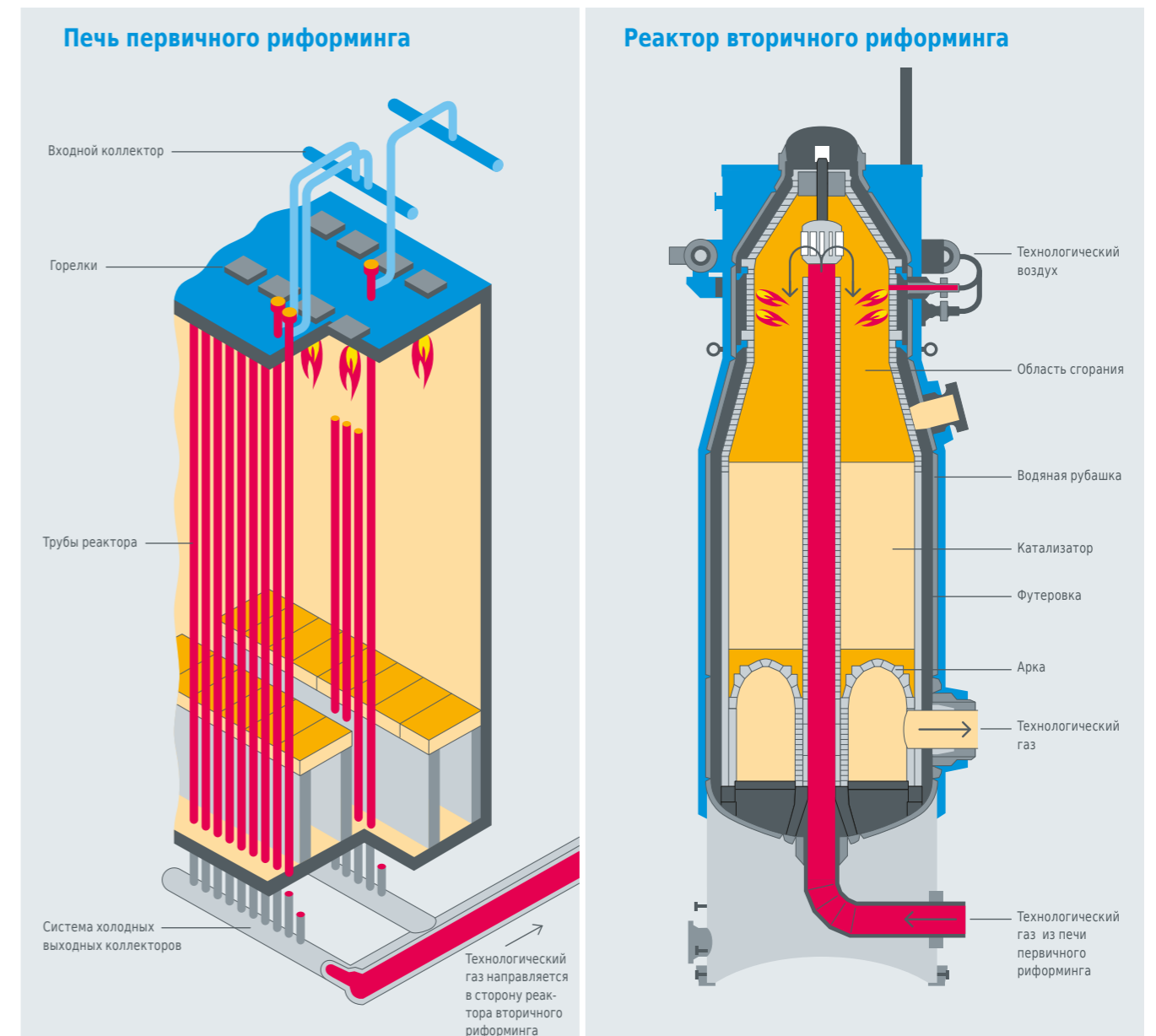
Печь первичного риформинга uhde® содержит множество труб, заполненных катализатором и обогреваемых потолочными горелками. Температура технологического газа на выходе из заполненных катализатором реакционных труб составляет около 800°C при давлении примерно 45 бар. Естественно, срок службы реакционных труб печи риформинга ограничен. Однако трубы чаще всего не только выдерживают ожидаемый срок их службы, но и работают дольше. Газ, выходящий из труб, направляется через систему холодного выпускного коллектора с огнеупорным покрытием на реактор вторичного риформинга.

Реактор вторичного риформинга uhde®

Технологический газ из печи первичного риформинга поступает в нижнюю часть реактора вторичного риформинга. Газ через центральную вертикальную трубу направляется в камеру сгорания в верхней части реактора вторичного риформинга. Технологический воздух поступает в эту камеру через форсунки, равномерно расположенные по периметру камеры в двух рядах. Частично окисленный газ сверху вниз проходит через слой катализатора, который опирается на керамическую арку, и выводится из реактора вторичного риформинга по выходному штуцеру, находящемуся в его нижней части.

Система охлаждения технологического газа

Технологический газ, выходящий из реактора вторичного риформинга с температурой 1000°C, необходимо охладить до регулируемого уровня температуры, подходящего для последующей стадии конверсии CO. Его теплосодержание может быть использовано для выработки и перегрева пара высокого давления. Сложность в проектировании подходящей системы охлаждения – получить схему, которая бы обеспечила соблюдение индивидуальных температурных пределов всех компонентов в зависимости от их допустимой нагрузки и от материала изготовления. Кроме того, оборудование должно иметь конкурентоспособные цены. Уже пятьдесят лет мы используем горизонтальный жаротрубный котел и дополнительный перегреватель пара высокого давления.



Инновационные разработки сделали нас одним из основных лицензиаров в данной сфере.

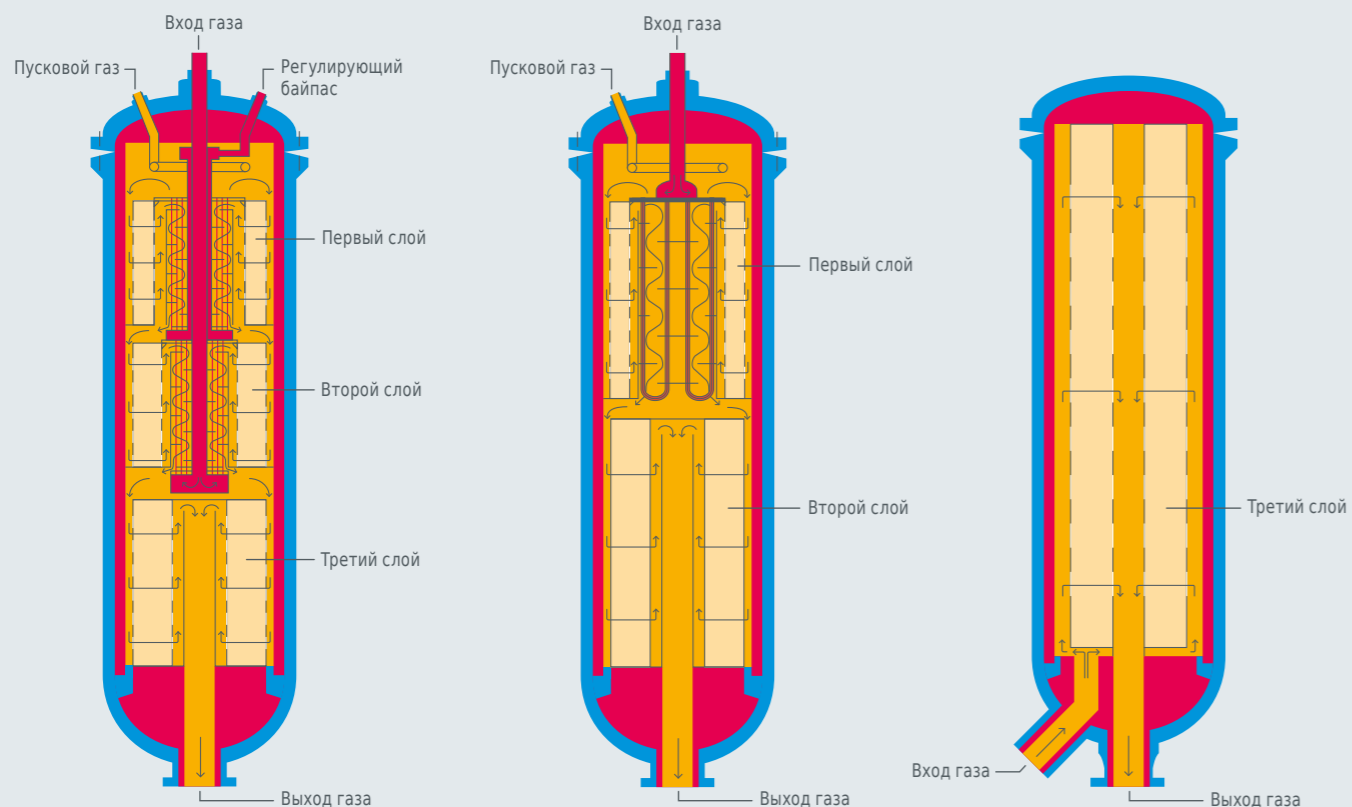
Реактор синтеза аммиака uhde® и утилизация отходящего тепла

Спрос на способы энергосберегающего производства аммиака диктует следующие требования, предъявляемые к конструкции узла синтеза аммиака:

- ➔ **Высокая степень конверсии и, следовательно, большой объем катализатора**
- ➔ **Максимальная утилизация тепла реакции для генерации пара высокого давления**
- ➔ **Низкий перепад давления в контуре синтеза аммиака**

Для выполнения этих требований реактор синтеза аммиака uhde® включает в себя три слоя катализатора радиального типа в одном либо в двух реакторах. Впервые разработав контур синтеза аммиака в 1969 году, мы в thyssenkrupp Industrial Solutions опираемся на многолетний опыт проектирования этого оборудования.

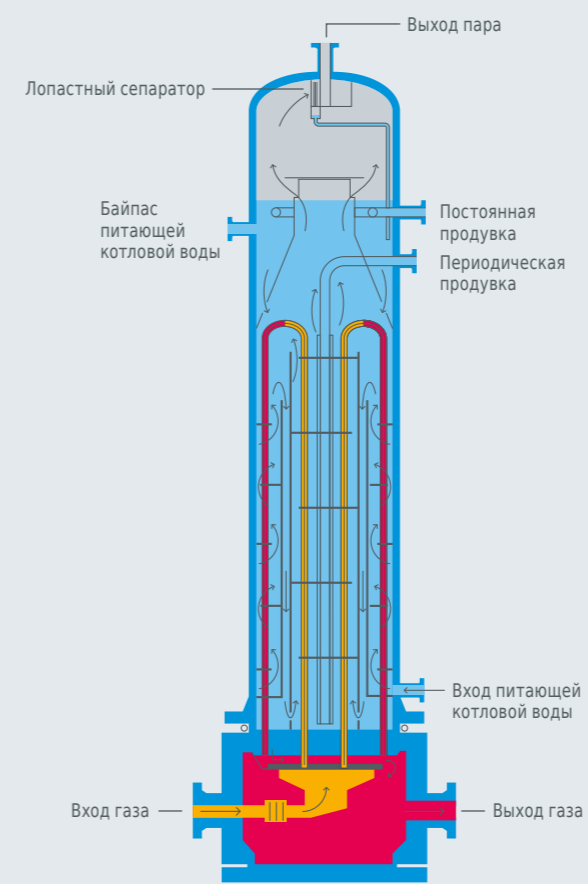
Реактор синтеза аммиака uhde® включает в себя три слоя катализатора радиального типа в одном либо в двух реакторах



Реактор синтеза аммиака радиального типа с тремя слоями

1-ый реактор синтеза аммиака радиального типа, слои 1 и 2

2-ой реактор синтеза аммиака радиального типа, слой 3



Паровой котёл со встроенным подогревателем питающей котловой воды



Увеличенные мощность и энергоэффективность

Мегазаводы - серия А30

Благодаря нашей технологии uhde® с двумя ступенями давления мы - единственный подрядчик на рынке, который может поставить установку мощностью более 3000 т/сутки.

Уже в течение многих лет производительности химических установок значительно растут в связи с тем, что удельные затраты могут быть снижены за счет более экономичных масштабов установок. В большей мере, чем когда бы то ни было прежде, инженеринговые подрядчики стоят перед вызовом воспользоваться этим преимуществом, одновременно продолжая использовать зарекомендовавшие себя технологий и проверенное оборудование. Вместе с поставщиком катализаторов Johnson Matthey мы приняли этот вызов и разработали технологический процесс на основе существующей технологии, по которому - с использованием хорошо зарекомендовавшего себя и протестированного оборудования - могут быть созданы установки мощностью 4000-5000 т/сутки.

Технология uhde® с двумя ступенями давления

Ключевой инновацией технологии uhde® с двумя ступенями давления является внедрение дополнительного однопроходного реактора синтеза аммиака среднего давления, расположенного за традиционным контуром синтеза аммиака высокого давления. Первая промышленная установка, созданная на базе этой технологии, - производство аммиака SAFCO IV в Эль-Джубайле, Саудовская Аравия, мощностью 3300 т/сутки. Установка работает с 2004 года. С тех пор было введено в эксплуатацию ещё три установки аналогичной мощности на базе технологии uhde® с двумя ступенями давления. Производительности всех этих установок - Ma'aden 1 и 2 в Саудовской Аравии и CFI Donaldsonville в США - превышают проектную мощность.

При использовании технологии uhde® с двумя ступенями давления подпиточный газ компримируется в двухступенчатом компрессоре синтез-газа с промежуточным охлаждением, т. е. в корпусе низкого давления (КНД) компрессора. Давление на его выходе составляет ок. 110 бар. При этом давлении в однопроходном реакторе синтеза аммиака с тремя слоями катализатора и промежуточным охлаждением производится одна треть от общей производительности по аммиаку. Смесь синтез-газ/аммиак охлаждается далее по технологической цепочке от реактора синтеза, и большая часть полученного аммиака отделяется от газа в жидком виде.

Остальной синтез-газ затем компримируется до рабочего давления контура синтеза аммиака (до 210 бар) в корпусе высокого давления (КВД) компрессора синтез-газа. Благодаря промежуточному охлаждению синтез-газа температура в КВД намного ниже, чем в традиционном процессе получения аммиака. Остальные две трети общего количества аммиака получаются в традиционном контуре синтеза аммиака.

Какие выгоды она принесет вам эта технология:

- ➔ Становится возможен синтез приблизительно 3300 т/сутки аммиака на надёжном и эффективном оборудовании, используемом в действующих установках мощностью 2000 т/сутки.
- ➔ Во всех стадиях процесса используются проверенные катализаторы на базе магнетита во всех стадиях процесса.
- ➔ Энергоэффективность технологии выше, чем у традиционного процесса
- ➔ В результате высокой степени конверсии и уменьшенной производственной нагрузки в контуре синтеза высокого давления могут быть использованы трубопроводы меньшего диаметра
- ➔ Компрессор синтез-газа установки 3300 т/сутки с двумя ступенями давления по размеру соответствует компрессору установки мощностью 2000 т/сутки.
- ➔ Условия работы существенно не отличаются от уже проверенных традиционных условий

Комплекс по производству удобрений (SAFCO IV) для Saudi Arabian Fertilizer Company в Аль-Джубайле, Саудовская Аравия.
Мощность: 3,300 т/сутки аммиака
3,250 т/сутки карбамида
3,600 т/сутки гранулята

4000 - 5000 т/сутки
Технология подходит и для более крупных установок

Установки с убедительной эффективностью и надежностью

Установки мирового уровня – серия A20

Наш всемирно признанный процесс производства аммиака успешно эксплуатируется нашими клиентами в самых разнообразных климатических условиях. Более того, мы доказали свою компетентность, создав серию A20, включающую перерабатывающие заводы и объекты ОЗХ в полном комплексе услуг EPC с твердой ценой. Все это подчеркивает наш статус ведущего поставщика EPC-решений в аммиачном бизнесе.

В нашей серии A20 мы успешно создали эффективное и высоконадежное производство аммиака. Установки серии A20 эксплуатируются такими клиентами, как BASF в Бельгии, CFI в США, Fertit в ОАЭ, QAFCO в Катаре и Sorfert в Алжире. С 2013 года мы ввели в эксплуатацию четыре таких завода мощностью 2000-2200 тонн в год на трех континентах.

Серия A20, по существу, имеет те же принципиальные решения, что и серия A30 (за исключением одноступенчатого реактора синтеза аммиака) и включает следующие этапы процесса:

- ➔ Паровой риформер метана для получения синтез-газа
- ➔ Вторичный риформинг и конверсия CO
- ➔ Генерация и перегрев пара высокого давления
- ➔ Удаление CO₂ на основе аминного раствора с последующей метанизацией
- ➔ Многоступенчатое компримирование синтез-газа
- ➔ Контур синтеза аммиака с тремя слоями катализатора, расположенными в двух аммиачных конвертерах с радиальным потоком, внутренним теплообменником и двумя котлами-утилизаторами для генерации пара высокого давления
- ➔ Аммиачная система охлаждения

Четыре завода мирового уровня мощностью 2000-2200 тонн в год на трех континентах - с 2013 г.



Комплекс удобрений Sorfert в Арзеве, Алжир
Мощность: 2 x 2,200 т/сутки аммиака | 1 x 3,450 т/сутки карбамида

Исключительный опыт в проектировании экономически эффективных установок

Установки среднего размера - серия A10

Благодаря экономичной конструкции завода серия A10 является одним из наиболее востребованных заводов на рынке аммиака. Излишне говорить, что мы выполнили большинство этих проектов на EPC-основе.

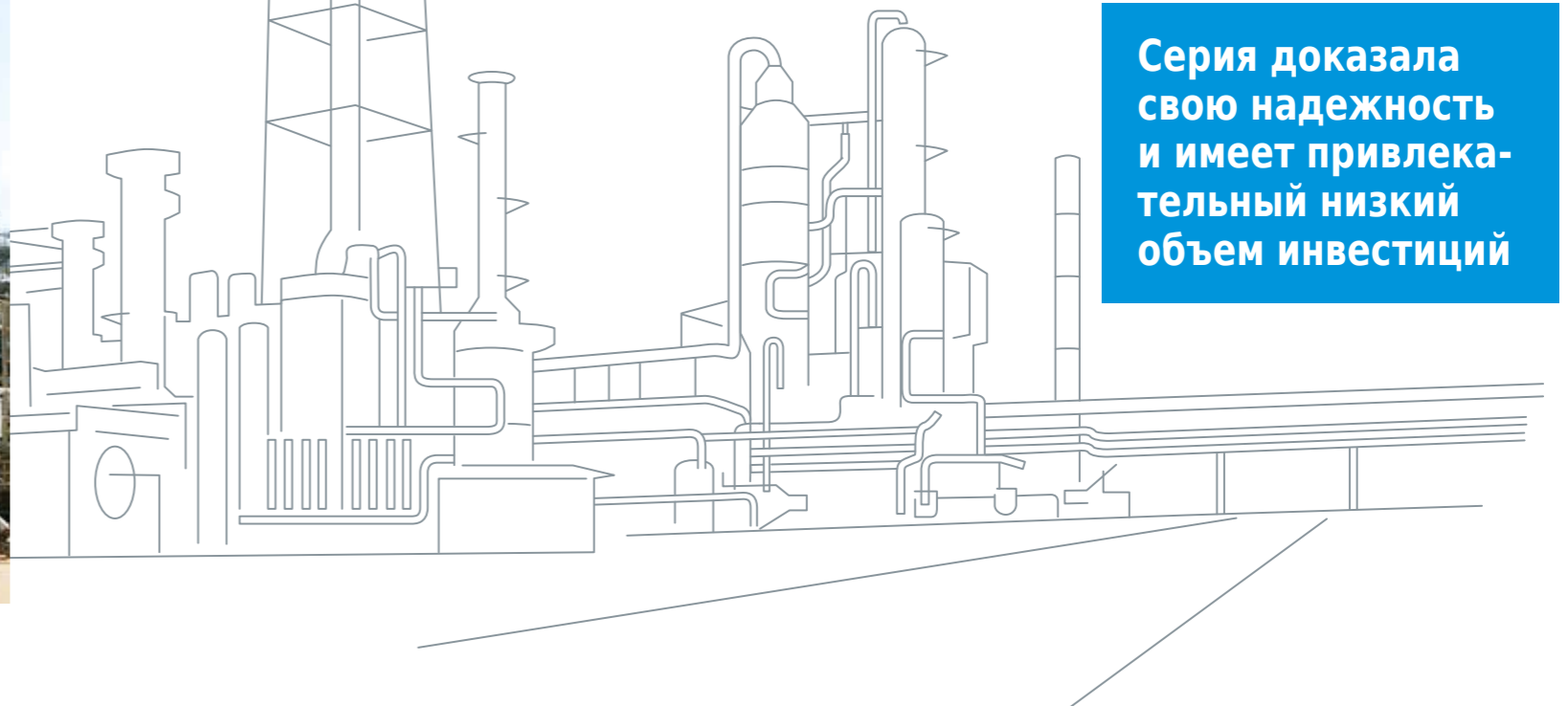
Более двух десятилетий мы совершенствуем нашу концепцию серии A10, экономичной установки аммиака мощностью 1200 тонн в сутки. С 1997 года было построено девять таких производств. Установки серии A10 эксплуатируются такими клиентами, как ABF в Малайзии, AFC, EFC, ENPC / Agrium, Helwan, Морсо в Египте и Тесел в Туркменистане.

В серии A10 в целом реализованы те же самые принципиальные шаги процесса, что и в серии A20. Серия A10 является привлекательным предложением из-за меньшего объема инвестиций, по сравнению с серией A20.

Комплекс производства удобрений ENPC в Дамiette, Египет
Мощность:
2 x 1,200 т/сутки аммиака
2 x 2,000 т/сутки карбамида



Серия доказала свою надежность и имеет привлекательный низкий объем инвестиций



Преимущества уменьшения габаритов

Установки малой мощности - серия A04

Серия A04 идеально подходит для производителей, расположенных в местах с низкой потребностью в аммиаке и высокими транспортными затратами.

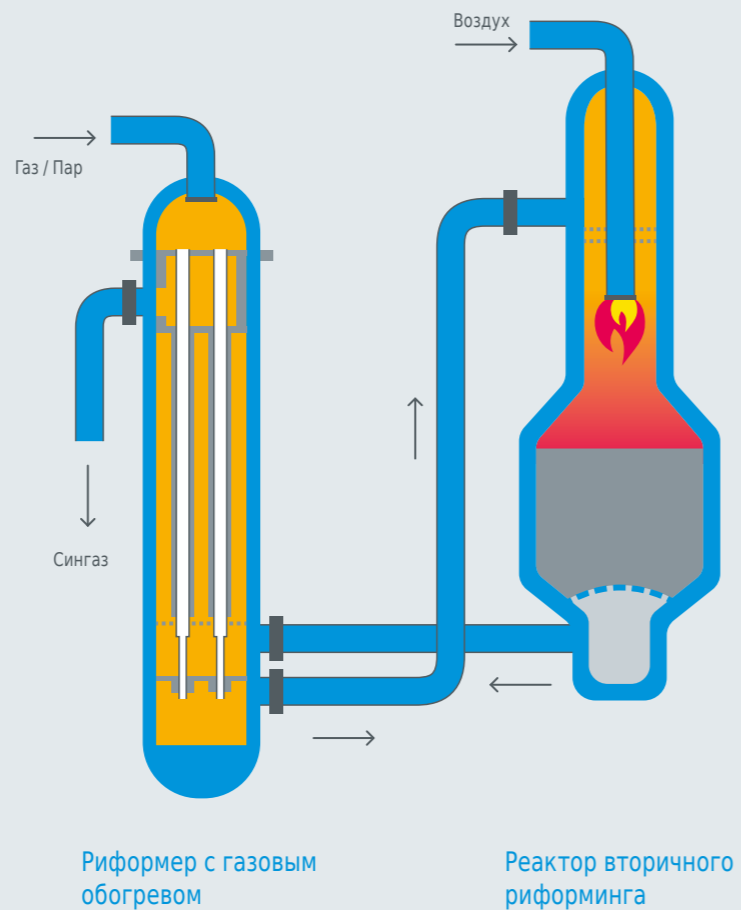
В последние четыре десятилетия химическая промышленность и производства удобрений опирались на крупные производства аммиака большой мощности, поскольку экономия на масштабе способствовала снижению удельных затрат на строительство и производство. Бизнес-модель для таких крупных заводов частично основывалась на том факте, что аммиак, который не потребляется на месте, может быть экспортирован другим пользователям по привлекательным ценам. Вместе с тем растущие проблемы безопасности и охраны, связанные с перевозкой опасных химических веществ, привели к повышению ставок на перевозки и страховых премий за безводный аммиак. Это влияет на большинство мелких потребителей аммиака, которые зависят от его поставок.

Новый концепт производства аммиака мощностью 250-500 т/сутки

Возможной альтернативой является совместное размещение производства аммиака малой мощности и потребляющего объекта и, таким образом, устранение транспортных рисков и затрат. Поскольку традиционные конструкции установок сталкиваются с техническими и экономическими проблемами на заводах мощностью менее 550 млн т / год, мы совместно с Johnson Matthey разработали экономичную схему небольших установок на основе технологии риформера с газовым подогревом (GHR) и системы адсорбции при переменном давлении (PSA) на входе и с контуром синтеза низкого давления uhde® на выходе. И теперь мы можем предложить нашим клиентам установки мощностью 250 - 550 т/сутки.

Конструкция риформера с газовым обогревом

Риформер с газовым нагревом (GHR) Johnson Matthey - это фактически трубчатый теплообменник в оболочке, с катализатором внутри труб. Частично риформированный газ, выходящий из труб GHR, поступает в вторичный риформер, где добавляется технологический воздух, и происходит дальнейший риформинг. Горячие газы, выходящие из вторичного риформера, обеспечивают тепло для реакции в GHR. Конструкция лучше всего подходит для небольших мощностей по аммиаку. Несколько референций уже существуют.



Ваш новый источник аммиака

Микроустановки - серия A01

Производство аммиака без выбросов CO₂, установленное на возобновляемом источнике энергии, с использованием наших проверенных технологий: серия A01 объединяет технологии электролиза воды thyssenkrupp и синтез аммиака uhde®.



Электричество из возобновляемых источников энергии



Электролиз воды thyssenkrupp

Синтез аммиака uhde®

Применение аммиака

С использованием «зелёной» энергии возобновляемых источников, аммиак можно производить буквально из воздуха и воды. Наше крупномасштабное решение для электролиза воды предлагает вам значительные экономические преимущества.

Запатентованные крупные ячейки обеспечивают высокоэффективное производство водорода в промышленных масштабах. Благодаря нашему высококлассному производству аммиака и проверенным на мировом рынке EPC-компетенциям мы можем предложить полную поставку установки по производству аммиака из атмосферного азота и электролитического водорода - без выбросов CO₂. Благодаря проверенным на сотнях химических заводов технологиям вы получаете высокую эффективность и надежность при оптимальной производительности.

Солнце, воздух, вода - новые источники аммиака

Применение аммиака:

- ➔ Применение в удобрениях
- ➔ Очистка от NOx, например, для электростанций
- ➔ Производство меламина
- ➔ Аминирование/ нитрификация, например, для полиуретанов, поликарбонатов
- ➔ Сохранение «зеленой» энергии

Как извлечь выгоду из технологии получения аммиака на основе электролиза:

- ➔ Конструкции, проверенные на действующих установках
- ➔ Синтез низкого давления с центробежным компрессором с использованием аммиачного реактора с радиальным потоком аммиака uhde®
- ➔ Магнетитовый катализатор, промотированный кобальтом, для синтеза низкого давления
- ➔ Снижение сложности и затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание
- ➔ Использование модулей мощностью 50 т/сутки сокращает время строительства и связанные с этим затраты

Гибкость в выборе сырья



При производстве аммиака молекула аммиака синтезируется из смеси водорода и азота. На большинстве обычных аммиачных установок водород образуется путем парового риформинга природного газа.

Другими подходящими источниками водорода для производства аммиака являются:

- ➔ Паровой риформинг нефти
- ➔ Водород, полученный электролизом воды
- ➔ Паровой риформинг биогаза
- ➔ Газификация угля
- ➔ Газификация биомассы
- ➔ Промышленный водород высокой степени очистки
- ➔ Богатые водородом отходящие газы производств метанола или других процессов

Азот обычно подается из сжатого воздуха или в виде азота высокой степени очистки из блока разделения воздуха (ASU). В thyssenkrupp Industrial Solutions мы можем адаптировать нашу технологию производства аммиака для обработки всего вышперечисленного сырья. В зависимости от их происхождения сырье содержит компоненты, которые могут быть вредными для катализаторов или снизить общую эффективность установки. Мы можем внести изменения в этапы процесса для устранения нежелательных веществ, например:

- ➔ Удаление гелия
- ➔ Удаление ртути
- ➔ Удаление хлора
- ➔ Гидрирование
- ➔ Предварительная десульфуризация
- ➔ Глубокая десульфуризация

Конкретное техническое решение будет соответствовать вашим требованиям и потребностям.

Сервис жизненного цикла 360° для ваших установок

Заказчик

на первом месте

В thyssenkrupp Industrial Solutions мы предлагаем комплексный портфель высококачественных сервисных решений, ориентированных на дополнительные преимущества для наших клиентов - на протяжении всего жизненного цикла завода.

Благодаря нашей сети филиалов, охватывающей весь мир, а также первоклассной поддержке нашего головного офиса, мы идеально подготовлены для поддержки наших клиентов в достижении их целей. Мы уделяем особое внимание взаимодействию с нашими клиентами на ранней стадии, чтобы сочетать их ноу-хау и цели с нашим опытом. Если возможно, мы предоставляем потенциальным клиентам возможность посетить действующие предприятия и лично оценить их работоспособность, уровень обслуживания и продолжительность рабочего цикла. Мы всегда стремимся строить наш будущий бизнес на доверительных отношениях с нашими клиентами. Для нас главными приоритетами являются культивирование устойчивых деловых отношений и максимально полное знакомство с задачами наших клиентов. Мы предоставляем весь спектр услуг, который ожидается от EPC-подрядчика - от поставок и управления запасными частями до полевых и сервисных услуг, модернизации и управления активами.

Наш сервис подразумевает регулярное проведение консультаций в целях информирования клиентов о последних разработках или вариантах модернизации. Работая во всем мире по нашим стандартам качества, которые сертифицированы по ISO 9001 / EN 29001, наша политика заключается в обеспечении максимального качества при реализации всех наших проектов. Даже после завершения проекта мы поддерживаем контакты с нашими клиентами, поскольку партнерство лежит в основе философии нашей работы с клиентами. Организуя и поддерживая технические симпозиумы, мы поощряем актив-

ные контакты между клиентами, лицензиарами, партнерами, операторами и нашими собственными специалистами. Таким образом, наши клиенты пользуются новейшими технологиями и имеют доступ к обмену опытом и соответствующей информацией по устранению неполадок.





thyssenkrupp Industrial Solutions - это индивидуальные концепции и международная компетентность. За дополнительной информацией вы можете обратиться в любой офис Thyssenkrupp Industrial Solutions или посетить наш веб-сайт: www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com www.tkisrus.com

Service portfolio

- ➔ Технико-экономическое обоснование / выбор технологии
- ➔ Управление проектами
- ➔ Организация схем финансирования
- ➔ Руководство по финансовым вопросам, основанное на глубоком знании местных законов, правил и налоговых процедур
- ➔ Экологические экспертизы
- ➔ Лицензирование, в т.ч. базовое / детальное проектирование
- ➔ Объекты ОЗХ / инфраструктура
- ➔ Закупки / инспекции / транспортные услуги

Сервисные решения на протяжении всего жизненного цикла вашей установки



-  Управление запасными частями и поставками
-  Обслуживание в процессе эксплуатации
-  Модернизации и ремонт
-  Управление активами

- ➔ Строительные работы и монтаж
- ➔ Введение в эксплуатацию
- ➔ Обучение персонала с использованием тренажера для обучения операторов
- ➔ Поддержка в эксплуатации установки / техническое обслуживание установки
- ➔ Удаленное управление производительностью (RPM)

Industrial Solutions
Технологии удобрений и синтез-газа

ООО «ТиссенКрупп Индастриал Солюшнс (РУС)»

606010, Российская Федерация, Дзержинск,
Проспект Ленина, 48

Тел.: +7 (8313) 350-350
Факс: +7 (8313) 350-334
www.tkirus.com

engineering.tomorrow.together.