



ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ»

Россия, 117218, Москва,
ул. Новочеремушкинская, 21-1-191
Тел./факс: (495) 718-81-96
E-mail: femoscow@mail.ru
www.fe1.ru

**ТЕХНОЛОГИИ ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ» —
ЭТО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, НАДЕЖНОСТЬ,
БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

- Теплообменные аппараты радиально-спирального типа
- Испарители, конденсаторы, аппараты воздушного охлаждения
- Рекуператоры тепла отходящих дымовых газов
- Каталитические реакторы
- Массообменные аппараты
- Установки очистки газовых выбросов
- Беспламенные горелки
- Нефтегазоводоразделители с косвенным подогревом

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

- Компактные установки по производству синтез-газа, в том числе малой производительности
- Установки по производству водорода
- Установки по производству аммиака и продуктов его переработки
- Установки по производству метанола, в том числе с использованием пластового давления скважины
- Установки по производству синтетических жидких углеводородов (в том числе, высококачественных моторных топлив) из природного или попутного нефтяного газа



УДК 661.961

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ИЗ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Д.Л. АСТАНОВСКИЙ, к.т.н., президент фирмы
Л.З. АСТАНОВСКИЙ, вице-президент фирмы
П.В. КУСТОВ, начальник конструкторского отдела
ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ», (Россия, 117218, Москва, ул. Новочеремушкинская 21-1-191). E-mail: femoscow@mail.ru

Представлены традиционные технологии получения водорода паровой каталитической конверсией природного газа с последующей конверсией оксида углерода и выделением водорода требуемой чистоты. Использование каталитических реакторов и теплообменных аппаратов нового поколения – конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ® – для проведения паровой каталитической конверсии природного газа, паровой конверсии СО и теплообменных процессов позволяет значительно снизить капитальные вложения, энергопотребление при эксплуатации и практически исключить вредные выбросы в окружающую среду, а также создавать высокоэффективные производства водорода на требуемую производительность, в том числе минимальную.

Ключевые слова: нефтегазохимия, водород, паровая каталитическая конверсия углеводородов, каталитический реактор, катализатор, теплообменный аппарат.

Введение

Водород широко применяется во многих отраслях промышленности, в том числе для получения аммиака, метанола, синтетических моторных топлив, в процессах гидрогенизационной обработки нефтяного сырья, энергетике, в электрохимических генераторах на топливных элементах и др.

Стоимость водорода оказывает существенное влияние на экономические показатели процессов, связанных с его применением, поэтому снижение стоимости водорода приобретает первостепенное значение. Так, например, удельный вес стоимости водорода в эксплуатационных затратах при гидрогенизационной обработке нефтяного сырья составляет 40–75%. [1]. Высокая стоимость водорода обусловлена большими капитальными вложениями в установки для его получения и эксплуатационными затратами, а также расходами, связанными с транспортировкой, хранением и обеспечением безопасности, так как водород является одним из самых взрывоопасных и пожароопасных веществ.

Более 90% водорода, производимого и используемого в химической промышленности, нефтепереработке и других отраслях промышленности, получают методом паровой и парокислородной конверсии природного газа на крупнотоннажных установках мощностью от 6 до 50 тыс. т/год.

При малых потребностях водород получают путем электролиза воды. Себестоимость водорода, получаемого с помощью электролиза воды, в разы выше себестоимости водорода, получаемого конверсионным способом из природного газа. Однако использовать традиционно применяемое оборудование для получения водорода методом паровой или парокислородной конверсии природного газа в установках малой единичной мощности трудно реализуемо и экономически не эффективно

Традиционные технологии получения водорода методом паровой конверсии природного газа

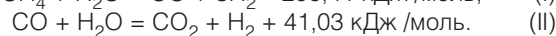
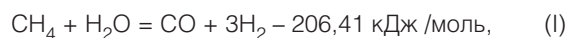
Основными стадиями получения водорода являются очистка природного газа от соединений серы, паровая каталитическая конверсия природного газа, паровая каталитическая конверсия оксида углерода и выделение водорода требуемой концентрации из полученного водородсодержащего газа.

Стадия паровой каталитической конверсии природного газа является наиболее капиталоемкой и энергозатратной, она занимает более 70% всей стоимости производства водорода.

Поэтому совершенствование процесса паровой конверсии природного газа является одним из наиболее важных путей повышения эффективности производства водорода в целом.

Традиционно процесс паровой конверсии природного газа проводят в трубчатых печах или в шахтных реакторах на никелевом катализаторе при давлении 1,0–4,0 МПа и температуре 700–1000 °С [2].

Процесс паровой конверсии природного газа проходит по следующим основным реакциям:



Реакция окисления гомологов метана протекает аналогично:



Равновесный состав получаемого конвертированного газа зависит от температуры, давления и состава исходной парогазовой смеси.

Процесс паровой конверсии оксида углерода проходит по реакции (II).

Обеспечение оптимальных температурных условий проведения каталитических процессов по указанным выше реакциям является одной из важнейших задач.

В трубчатых печах подвод теплоты для проведения эндотермической реакции (I) осуществляется дымовыми газами через стенки реакционных труб за счет сжигания топлива в межтрубном пространстве печи, а в шахтных реакторах – за счет сжигания части углеводородного газа над катализатором путем подачи в реактор кислорода.

Теплота дымовых газов и конвертированного газа после трубчатого реактора используется для подогрева технологических потоков (природного газа, воздуха и др.) и получения технологического водяного пара.

С целью повышения экономичности процесса реализован ряд схем, в которых процесс конверсии в трубчатом реакторе осуществляется частично за счет теплоты газа после шахтного реактора [3, 4].

Трубчатые реакторы имеют ограничения по подводу теплоты в зону реакции, по давлению и температуре проведения процесса, по аэродинамическому сопротивлению зернистого слоя катализатора, по производительности, особенно минимальной.

Проведение процесса конверсии в шахтных реакторах вызывает необходимость использования кислорода. В обоих случаях наблюдаются большие потери давления реакционной среды в слое катализатора, что вызывает необходимость использования катализаторов больших размеров и сложных геометрических форм [5] (рис. 1).

Остаточное содержание метана в конвертированном газе после трубчатого реактора при проведении процесса конверсии под давлением 3,6 МПа составляет около 10% об. при температуре выхода газа из реакционных труб 800–830 °С. Для обеспечения более глубокой конверсии требуется или понижать давление, или повышать температуру процесса, или проводить и то и другое. При этом температура дымовых газов, выходящих из радиантной зоны трубчатой печи, составляет примерно 1000 °С.

Остаточное содержание метана в конвертированном газе после шахтного реактора составляет не более 0,3–0,4% об. за счет высокой температуры процесса конверсии – примерно 980–1000 °С. При этом лобовой слой катализатора работает в экстремальных условиях, температура газа составляет до 1200–1300 °С.

Реакторы паровой каталитической конверсии природного газа, как правило, представляют собой громоздкие, тяжеловесные, дорогостоящие сооружения.

Полученный конвертированный газ с содержанием СО 10–12% об. далее подвергается паровой конверсии оксида углерода. Этот процесс традиционно проводят в две ступени. Первая ступень – на железохромовом катализаторе при температуре 400 °С, вторая ступень – на медьсодержащем катализаторе при температуре 200–220 °С. При проведении процесса двухступенчатой паровой конверсии оксида углерода остаточное содержание оксида углерода составляет 0,2–0,5% об. При этом чем ниже температура

процесса, тем глубже протекает реакция и тем меньше содержание остаточного оксида углерода в конвертированном газе. Увеличить степень конверсии можно также путем повышения соотношения пар/газ в реакционной смеси.

После удаления СО₂ из полученного водородсодержащего газа абсорбционным методом концентрация водорода составляет 93–97%. При необходимости получения водорода концентрацией 99,9–99,999% для удаления из водородсодержащего газа СО₂ и других примесей применяют установки короткоциклового адсорбции (КЦА). При этом значительно увеличиваются капитальные вложения и эксплуатационные затраты, что приводит к увеличению стоимости водорода.

Существующие технологии получения водорода с применением трубчатых печей, шахтных реакторов, с использованием кислорода и др. характеризуются большими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами. Кроме того, установки, работающие по традиционным технологиям, сбрасывают в окружающую среду с отходящим дымовым газом большое количество вредных веществ (СО, NO_x).

Получение водорода по технологии ФАСТ ИНЖИНИРИНГ®

Получение водорода по новой технологии основано на использовании каталитических реакторов [6, 7], теплообменных [8, 9] и массообменных аппаратов [10], беспламенных горелок [11] и другого оборудования нового поколения, а также на применении энергосберегающих технологий получения синтез-газа, водорода, высокоэффективного экологически чистого способа сжигания топлива и др., созданных ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ».

Использование каталитического реактора конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ® обеспечило проведение каталитического процесса при оптимальных температурных условиях во всем объеме катализатора, равномерное распределение реакционной среды по зернистому слою, возможность применения наиболее активного мелкозернистого катализатора (рис. 2) [5] при сохранении низкого гидравлического сопротивления зернистого слоя.

Каталитический реактор конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ® представляет собой цилиндрический корпус, с установленными вдоль оси аппарата спиралеобразными стенками, которые в сечении, перпендикулярном оси аппарата, имеют форму спирали Архимеда. При проведении каталитического процесса в адиабатическом режиме эти стенки выполняются сплошными (рис. 3), а при проведении про-

Рис. 1

Традиционно используемый катализатор для паровой конверсии природного газа



Рис. 2

Катализатор паровой конверсии природного газа КФИ-10



Рис. 3

Схема реактора нового поколения для проведения каталитического процесса в адиабатических условиях

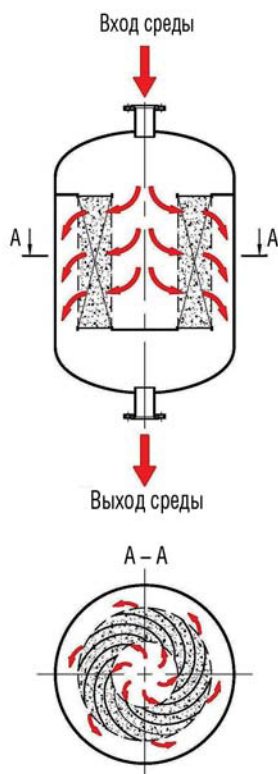
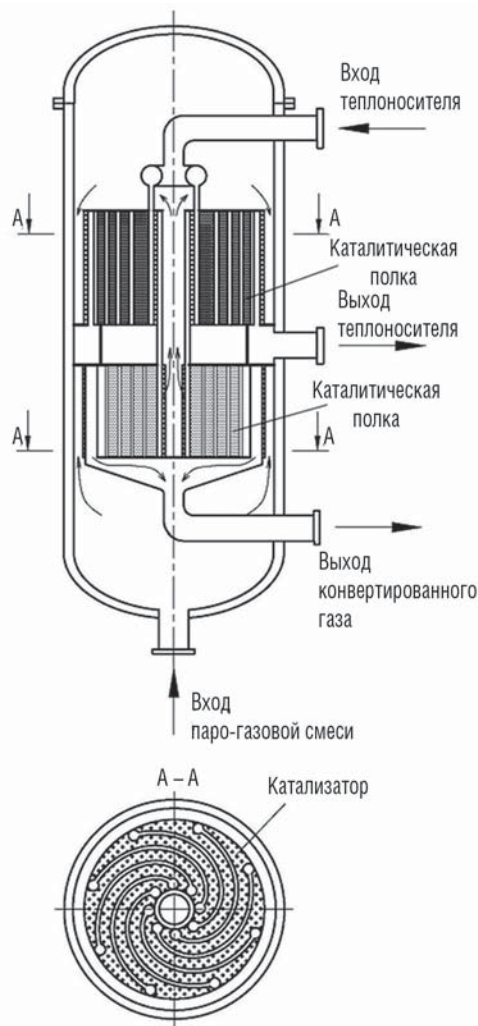


Рис. 4

Схема реактора нового поколения для проведения паровой каталитической конверсии природного газа



цесса с подводом или отводом теплоты – полыми (рис. 4). Через внутренние полости стенок подводится теплота при эндотермических реакциях и отводится при экзотермических реакциях.

Преимущества каталитических реакторов новой конструкции:

- возможность использования наиболее активного мелкозернистого катализатора при сохранении низкого аэродинамического сопротивления зернистого слоя;
- обеспечение подвода необходимого количества теплоты при сильноэндотермических реакциях и отвода необходимого количества теплоты при сильно экзотермических реакциях;
- возможность поддержания оптимальной температуры в узком диапазоне по всему объему зернистого слоя катализатора;
- отсутствие локальных перегревов катализатора как при его восстановлении, так и при эксплуатации;
- равномерное распределение реакционной среды по всему объему катализатора;
- возможность создания реактора на требуемую производительность, в том числе малую;

- обеспечиваются условия для увеличения срока службы катализатора за счет создания благоприятных условий при его эксплуатации;

- возможность проведения каталитического процесса при оптимальном давлении;

- компактность.

Процессы очистки исходного углеводородного сырья от сернистых соединений, паровой каталитической конверсии оксида углерода также проводятся в каталитических реакторах новой конструкции.

Каталитические реакторы нового поколения позволили создавать установки производства водорода на заданную производительность, в том числе малую (например до 1 кг/час), значительно снизить массогабаритные характеристики и, как следствие, уменьшить стоимость таких установок. Применение каталитических реакторов новой конструкции в производстве водорода для проведения процесса паровой конверсии природного газа позволило исключить использование кислорода, уменьшить капитальные вложения, сократить эксплуатационные расходы, а также исключить вредные выбросы в окружающую среду.

Процессы теплообмена технологических и энергетических потоков, генерация технологического водяного пара проводятся в компактных теплообменных аппаратах конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ®.

Теплообменный аппарат конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ® представляет собой цилиндрический корпус, в котором вдоль оси установлены теплообменные блоки с теплообменными поверхностями, сформированными из теплообменных элементов, образующих щелевые каналы для потоков теплообменных сред – радиально-спиральные и аксиальные.

В сечении, перпендикулярном оси аппарата, теплообменные элементы, формирующие теплообменную поверхность, имеют форму спирали Архимеда.

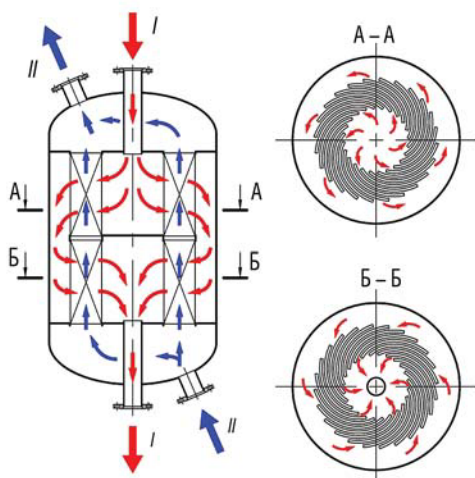
Схема потоков теплообменных сред в теплообменном аппарате нового поколения представлена на рис. 5, а на рис. 6 представлен блок теплообменных элементов теплообменного аппарата новой конструкции.

Преимущества теплообменных аппаратов новой конструкции:

- компактность, максимальная удельная поверхность теплообмена в единице объема цилиндрического аппарата;
- равномерное распределение теплообменных сред по теплообменным поверхностям;
- возможность проведения теплообмена требуемого количества теплообменных сред в одном аппарате;
- возможность проведения процесса теплообмена в широком диапазоне температур (от $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$) и давлений (до 30 МПа и выше);
- возможность проведения процесса теплообмена при заданных перепадах давлений и температур теплообменных сред;

Рис. 5

Схема потоков теплообменных сред в теплообменном аппарате конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ®



- возможность использования в качестве нагревателей, охладителей, испарителей, конденсаторов, аппаратов воздушного охлаждения;
- возможность проведения процесса теплообмена жидких и газообразных, нейтральных и агрессивных сред;
- возможность обеспечения допустимой потери давления теплообменных сред;
- низкая металлоемкость;
- высокий коэффициент теплопередачи;
- возможность проведения процесса теплообмена среды, содержащей твердые частицы.

Теплообменные элементы аппаратов новой конструкции полностью исключают проблемы, связанные с термическим расширением материала, из которого изготовлены теплообменные поверхности, не имеют местных концентраций напряжений ни в основном металле, ни в сварных швах и могут успешно использоваться при требуемом перепаде давлений и температур теплообменных сред, при глубоком вакууме и высоком давлении, в широком диапазоне температур. Температура применения зависит только от материалов, используемых для изготовления теплообменных элементов и корпуса аппарата. Отсутствие концентраций напряжений в элементах конструкции теплообменного аппарата значительно замедляет скорость коррозии основного металла и сварных швов, что повышает надежность эксплуатации аппарата в коррозионных средах.

Рис. 6

Блок теплообменных элементов теплообменного аппарата новой конструкции



По сравнению с традиционно применяемыми аппаратами, такие аппараты имеют практически идеальное равномерное распределение теплообменных сред по щелевым каналам и отсутствие застойных зон. Благодаря этому, как показал многолетний опыт их эксплуатации, исключено отложение солей жесткости (накипи) и твердых частиц на теплообменных поверхностях. Теплообменные аппараты нового поколения также могут успешно использоваться в качестве паровых и водогрейных котлов, рекуператоров тепла дымовых газов для подогрева воздуха, подаваемого в горелки и т.д.

Для подвода необходимого количества теплоты в зону реакции при проведении эндотермической реакции паровой конверсии природного газа используется разработанная ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ» технология эффективного экологически чистого сжигания топлива в беспламенной горелке с поддержанием заданной адиабатической температуры горения.

На рис. 7 представлена принципиальная технологическая схема способа эффективного сжигания топлива. В горелку подается топливо и предварительно смешанный с частью отходящего дымового газа воздух. Обедненный кислородом окислитель (воздух) обеспечивает возможность поддерживать заданную адиабатическую температуру горения топлива, что создает условия для устойчивого поддержания требуемой температуры продуктов сгорания, используемых в качестве теплоносителя. Чем больше отходящего дымового газа дозируется в воздух, тем ниже адиабатическая температура горения топлива.

Смесь воздуха и отходящего дымового газа, а также, при необходимости, топлива перед подачей в горелку подогревается в компактных теплообменных аппаратах конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ® за счет теплоты отходящего дымового газа после реактора. Это позволяет значительно повысить полезное использование теплоты, получаемой от сжигания топлива. При поддержании адиабатической температуры горения топлива не выше 1100–1200 °С в отходящем дымовом газе, сбрасываемом в атмосферу, практически полностью отсутствуют СО и NO_x. Устойчивое поддержание заданной температуры продуктов сгорания топлива по всему объему, равномерное их распределение по полостям реактора паровой конверсии природного газа

Рис. 7

Принципиальная технологическая схема способа эффективного сжигания топлива

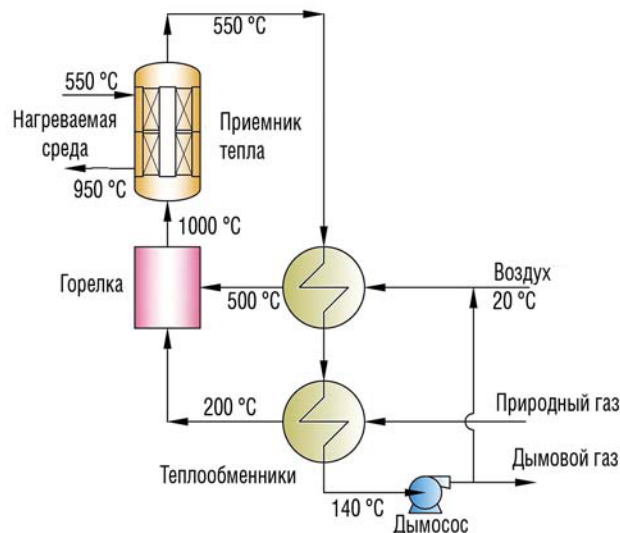


Рис. 8

Принципиальная технологическая схема получения водорода по технологии ФАСТ ИНЖИНИРИНГ®

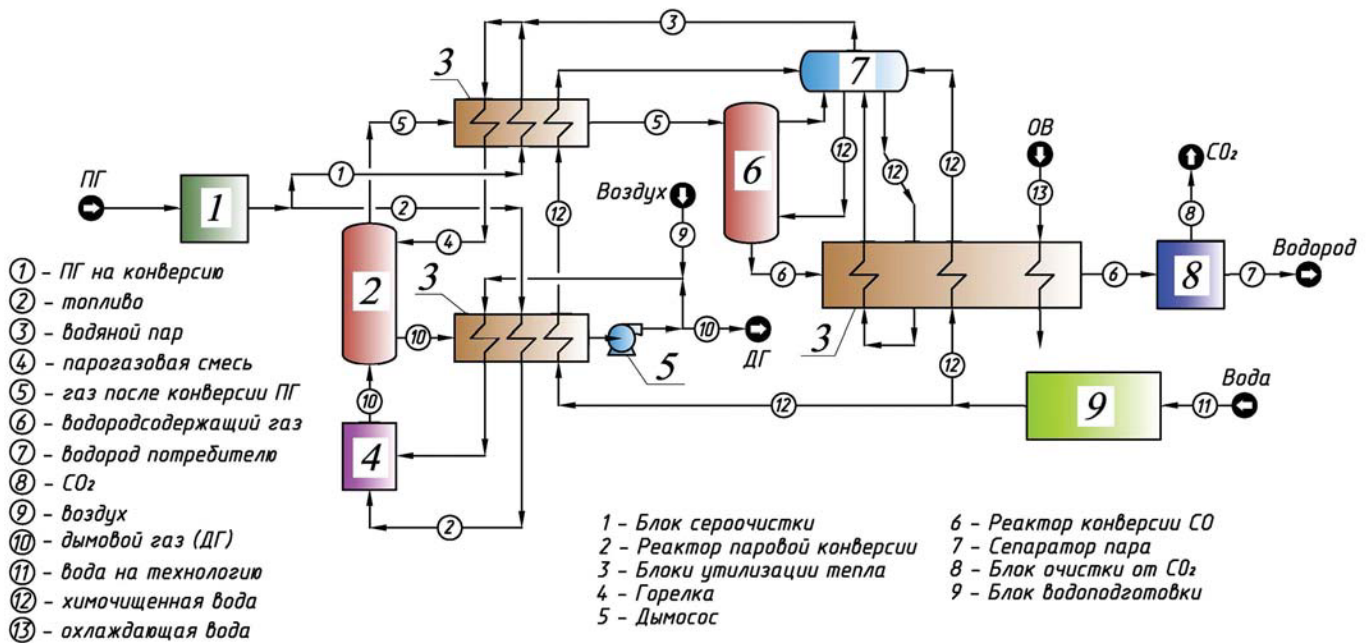


Рис. 9

Реактор для проведения паровой конверсии CO в изотермических условиях



Рис. 10

Катализатор паровой конверсии CO



создает одинаковые благоприятные условия для работы катализатора при проведении процесса конверсии, а также способствует повышению надежности и долговечности эксплуатации реактора.

На рис. 8 представлена принципиальная технологическая схема установки получения водорода методом паровой конверсии природного газа по технологии ФАСТ ИНЖИНИРИНГ®. Природный газ после глубокой очистки от соединений серы разделяется на два потока. Один поток после подогрева смешивается с водяным паром, после чего парогазовая смесь поступает в реактор паровой конверсии природного газа. Второй поток направляется в качестве

топлива в горелку. Адиабатическая температура горения поддерживается не выше 1000–1050 °С за счет подачи в горелку воздуха, смешанного с частью отходящего дымового газа. Конвертированный газ после реактора паровой конверсии природного газа и утилизации теплоты проходит реактор паровой конверсии оксида углерода (рис. 9), в котором на мелкозернистом катализаторе (рис. 10) в изотермических условиях проводится паровая конверсия CO, и после охлаждения поступает в блок очистки от диоксида углерода, откуда водород концентрацией 95–97% направляется потребителю.

В состав установки получения водорода входят также блоки утилизации теплоты технологических и энергетических потоков, блоки водоподготовки и генерации технологического водяного пара, системы КИП и А, пульт управления и др. Технология получения водорода с использованием оборудования нового поколения позволяет создавать эффективные стационарные и мобильные установки на малую производительность (1–200 кг в час). При этом сырьем для производства водорода могут быть как углеводородные газы и вода, так и жидкие углеводороды и вода. Лучшим сырьем для мобильных установок получения водорода могут быть синтетические жидкие углеводороды, полученные из природного или попутного нефтяного газа [12].

При использовании в качестве сырья жидких углеводородов в технологической схеме исключается компрессорное оборудование.

Использование оборудования нового поколения позволяет получить водород требуемого давления, исключив при этом необходимость его компримирования.

По сравнению с традиционными технологиями новая технология примерно в 2–3 раза сокращает удельные капитальные вложения (в зависимости от мощности установки), а также снижает удельное потребление природного газа на получение 1 кг водорода примерно на 20–30%.

На рис. 11, 12 представлены пилотные установки и на рис. 13 – лабораторная установка получения синтез-газа методом паровой каталитической конверсии природного газа с использованием каталитических реакторов и теплообменных аппаратов новой конструкции, испытание которых подтвердили правильность выбранной концепции.

Каталитические реакторы и теплообменные аппараты нового поколения успешно эксплуатируются в различных отраслях промышленности как в России, так и за рубежом. Производство каталитических реакторов и теплообменных аппаратов нового поколения по лицензии

Рис. 11

Пилотная установка получения синтез-газа под давлением 1,2 МПа



Рис. 12

Пилотная установка получения синтез-газа под давлением 6,4 МПа



ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ» освоено рядом машиностроительных заводов Российской Федерации.

Заключение

Исследования, проведенные на созданных ООО «ФАСТ ИНЖИНИРИНГ» пилотных установках получения синтез-газа методом паровой конверсии природного газа, эффективного сжигания топлива на беспламенных горелках и др., показали высокую эффективность новой технологии получения водорода, подтвердили работоспособность и надежность применяемого оборудования нового поколения, а также эффективность использования отечественных мелкозернистых катализаторов для отдельных технологических процессов.

Использование инновационного оборудования для получения водорода позволило значительно снизить капитальные вложения, эксплуатационные затраты и сократить вредные выбросы в окружающую среду.

Преимущества новой технологии производства водорода методом паровой конверсии природного газа или другого углеводородного сырья:

Рис. 13

Лабораторная установка получения синтез-газа под давлением 1,0 МПа



- возможность создания эффективных установок на заданную производительность, в том числе малую;
 - исключение использования кислорода;
 - глубокая утилизация теплоты газовых и жидкостных потоков;
 - компактность;
 - практически полное исключение вредных выбросов (CO и NO_x) в окружающую среду;
 - снижение стоимости водорода за счет сокращения капитальных вложений и эксплуатационных затрат;
 - возможность создания эффективных как стационарных, так и мобильных установок;
 - возможность создания установок, использующих в качестве сырья как газообразные, так и жидкие углеводороды;
 - возможность получить водород требуемого давления, исключив при этом необходимость его компримирования.
- Создание эффективных установок получения водорода методом паровой конверсии природного газа (или другого углеводородного сырья) на требуемую производительность, в том числе малую, в количестве, необходимом для его последующего потребления, исключает необходимость в высокочастотных стадиях его компримирования, транспортировки и хранения. В качестве сырья для стационарных установок получения водорода может быть использован природный или попутный нефтяной газ. Для мобильных установок в качестве сырья могут быть использованы синтетические жидкие углеводороды, керосин, нефть и др. [HFX](#)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты. М.: Техника, 2001. 384 с., ил.
2. Справочник азотчика: Физико-химические свойства газов и жидкостей. Производство технологических газов. Очистка технологических газов. Синтез аммиака. 2-е изд. М.: Химия, 1986. 512 с., ил.
3. Evans T. Least cost approaches to ammonia plant efficiency, *Nitrogen*, 232, pp. 41–52 (March–April 1998).
4. Патент РФ № 784148, Способ двухступенчатой каталитической конверсии углеводородного сырья / Сосна М.Х., Харламов В.В., Семенов В.П., Кондращенко В.Д., Алексеев А.М. 17.02.93 г.
5. Астановский Д.Л., Фадеева Т.В., Семенова Т.А. Влияние форм и размеров гранул на активность экструзионного катализатора паровой конверсии природного газа // *Химическая промышленность*, 1998. № 9. С.15.
6. Astanovsky D.L. and Astanovsky L.Z. Revolutionary reactor, *Nitrogen*, 232, pp. 33–39 (March–April 1998).
7. Астановский Д.Л., Астановский Л.З. Реактор новой конструкции для проведения каталитических процессов. Катализ в промышленности. 2004. № 3. С. 37–43.
8. Астановский Д.Л., Астановский Л.З. Новая конструкция теплообменного аппарата // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2003. № 4. С.13.
9. Астановский Д.Л., Астановский Л.З. Теплообменные аппараты радиально-спирального типа конструкции ФАСТ ИНЖИНИРИНГ® // *Химагрегаты*. 2015. № 4 (32). С. 22–25.
10. Астановский Д.Л., Астановский Л.З. Высокоэффективный аппарат для очистки газа // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2003. № 8. С. 36.
11. Астановский Д.Л., Астановский Л.З., Кустов П.В. Использование беспламенных горелок и теплообменных аппаратов новой конструкции для эффективного сжигания топлива // *Энергобезопасность и энергосбережение*. 2013. № 1. С. 11–16.
12. Астановский Д.Л., Астановский Л.З. Производство водорода из жидких углеводородов на борту транспортных средств // *Тр. III Международного симпозиума по водородной энергетике*. М., 1–2 дек. 2009 г. М.: Изд. МЭИ, 2009. С. 90–92.

ENERGY SAVING, ENVIRONMENTALLY FRIENDLY HYDROGEN PRODUCTION OF HYDROCARBONS

Astanovsky D.L., Cand. Sci. (Tech.), President

Astanovsky L.Z., Vice President

Kustov P.V., Head of Design Department

FAST ENGINEERING Ltd., (Novocheremushkinskaya 21-1-191, Moscow, 117218, Russia). E-mail: femoscow@mail.ru

ABSTRACT

Traditional processes for hydrogen production by steam catalytic natural gas conversion with the follow shift conversion and evolution of hydrogen of required purity are presented. The using of catalytic reactors and heat exchanger apparatuses of a new generation – FAST ENGINEERING® design – for carry out steam catalytic natural gas conversion, shift conversion and heat exchanger processes allows to reduce much capital investment, energy consumption under operation and practically to exclude polluting emissions to environment as well as to create hydrogen production units for required capacity including small ones.

Keywords: oil and gas chemistry, hydrogen, steam catalytic hydrocarbon conversion, catalytic reactor, catalyst, heat exchanger apparatus.

REFERENCES

1. Kaminskiy E.F., Havkin V.A. *Glubokaya pererabotka nefiti: tekhnologicheskii i ekologicheskii aspekti* [Hydrocarbons deep conversion: process and ecological aspects]. Moscow, Tekhnika Publ., 2001. 384 p.
2. *Fiziko-khimicheskiye svoystva gazov i zhidkostey. Proizvodstvo tekhnologicheskikh gazov. Ochistka tekhnologicheskikh gazov. Sintez ammiaka* [Process of gases production. The process gases cleaning. Ammonia synthesis]. Moscow, Khimiya Publ., 1986. 512 p.
3. Evans T. Least cost approaches to ammonia plant efficiency. *Nitrogen*, 1998, no. 232, pp. 41–52.
4. Sosna M.H., Harlamov V.V., Semenov V.P., Kondrashenko V.D., Alekseev A.M. *Sposob dvukhstupenchatoy kataliticheskoy konversii uglevodorodnogo syr'ya* [The two stage process of catalytic hydrocarbons conversion]. Patent RF, no. 784148, 1993.
5. Astanovsky D.L., Fadeeva T.V., Semenova T. A. Influence of the forms and sizes on activity of the extrusion natural gas catalyst. *Khimicheskaya promyshlennost'*, 1998, no. 9, pp. 543–547 (In Russian).
6. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z. Revolutionary reactor. *Nitrogen*, 1998, no. 232, pp. 33–39.
7. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z. Reactor of a new design for carry out catalytic processes. *Kataliz v promyshlennosti*, 2004, no. 3, pp. 37–43 (In Russian).
8. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z. A New Design of Heat Exchanger. *Khimicheskoye i neftegazovoye mashinostroyeniye*, 2003, vol. 39, no. 3–4, pp. 205–208 (In Russian).
9. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z. Heat exchanger of a radial-spiral type of FAST ENGINEERING® design. *KHIMAGREGATY*, 2015, no. 32, pp. 22–25 (In Russian).
10. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z. High effective apparatus for gas cleaning. *Khimicheskoye i neftegazovoye mashinostroyeniye*, 2003, no. 8, p. 36 (In Russian).
11. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z., Kustov P.V. The using of flameless burner and heat exchanger apparatuses of a new design for effective fuel burning. *Energobezopasnost' i energosberezheniye*, 2013, no. 1, pp. 11–16 (In Russian).
12. Astanovsky D.L., Astanovsky L.Z. Proizvodstvo vodoroda iz zhidkikh uglevodorodov na bortu transportnykh sredstv [Hydrogen production from liquid hydrocarbons on the vehicle board]. *Trudy III Mezhdunarodnogo simpoziuma po vodorodnoy energetike* [Proc. 3-d International symposium for hydrogen energy]. Moscow, 2009, pp. 90–92.