

Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для переработки природного газа

Введение

Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП)¹ как общего характера, так и относящиеся к конкретным отраслям. Если в реализации проекта участвует один член Группы организаций Всемирного банка или более, применение настоящего Руководства осуществляется в соответствии с принятыми в этих странах стандартами и политикой. Такие Руководства по ОСЗТ для различных отраслей промышленности следует применять в сочетании с **Общим руководством по ОСЗТ** – документом, в котором пользователи могут найти указания по общим вопросам ОСЗТ, потенциально применимым ко всем отраслям промышленности. При осуществлении комплексных проектов может возникнуть необходимость в использовании нескольких Руководств, касающихся различных отраслей промышленности. С полным перечнем Руководств для отраслей промышленности можно ознакомиться по адресу: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

¹ Определяется как применение профессиональных навыков и проявление старательности, благоразумия и предусмотрительности, чего следует с достаточным на то основанием ожидать от квалифицированного и опытного специалиста, занятого аналогичным видом деятельности в таких же или сходных условиях в любом регионе мира. При оценке применяемых в ходе реализации проекта способов предупреждения и предотвращения загрязнения окружающей среды квалифицированный и опытный специалист может выявить обстоятельства, такие, например, как различные уровни экологической деградации и ассимилирующей способности окружающей среды, а также различные уровни финансовой и технической осуществимости.

В Руководствах по ОСЗТ приводятся такие уровни и параметры эффективности, которые, как правило, считаются достижимыми на вновь введенных в эксплуатацию объектах при современном уровне технологии и приемлемых затратах. Применение положений Руководств по ОСЗТ к уже существующим объектам может потребовать разработки особых целевых показателей для каждого объекта и соответствующего графика их достижения.

Применение Руководства по ОСЗТ следует увязывать с факторами опасности и риска, определенными для каждого проекта на основе результатов экологической оценки, в ходе которой принимаются во внимание конкретные для каждого объекта переменные, такие, как особенности страны реализации проекта, ассимилирующая способность окружающей среды и прочие факторы, связанные с намечаемой деятельностью. Порядок применения конкретных технических рекомендаций следует разрабатывать на основе экспертного мнения квалифицированных и опытных специалистов.

Если нормативные акты в стране реализации проекта предусматривают уровни и параметры, отличные от содержащихся в Руководствах по ОСЗТ, то при реализации проекта надлежит в каждом случае руководствоваться более жестким из имеющихся вариантов. Если в силу особых условий реализации конкретного проекта целесообразно применение менее жестких уровней или параметров, нежели те, что представлены в настоящем Руководстве по ОСЗТ, в рамках экологической оценки по

конкретному объекту надлежит представить подробное и исчерпывающее обоснование любых предлагаемых альтернатив. Такое обоснование должно продемонстрировать, что выбор любого из альтернативных уровней результативности обеспечит охрану здоровья населения и окружающей среды.

Применение

Руководство по ОСЗТ для переработки природного газа относится к предприятиям по конверсии природного газа в жидкие углеводороды (КГЖ), в том числе по производству метанола, а также по производству общего для этой отрасли полуфабриката – синтетического газа, известного под названием «синтез-газ», – смеси водорода и монооксида углерода. Описание видов деятельности,

относящихся к данной отрасли, содержится в Приложении А. Информация по вопросам ОСЗТ, относящимся к резервуарным паркам, содержится в Руководстве по ОСЗТ для терминалов по перевалке сырой нефти и нефтепродуктов.

Настоящий документ состоит из следующих разделов:

- Раздел 1.0 – Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними
- Раздел 2.0 – Показатели эффективности и мониторинг
- Раздел 3.0 – Справочная литература и дополнительные источники информации
- Приложение А – Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

1.0 Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними

В данном разделе приводится обзор проблем ОСЗТ, возникающих в сфере переработки природного газа на этапе эксплуатации предприятий отрасли, и содержатся рекомендации по их решению. Рекомендации по решению проблем ОСЗТ, характерных для большинства крупных промышленных предприятий на этапах их строительства и вывода из эксплуатации, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.1 Охрана окружающей среды

К числу аспектов переработки природного газа, способных оказать воздействие на окружающую среду, относятся:

- Выбросы в атмосферу
- Сточные воды
- Опасные материалы
- Отходы
- Шум

Выбросы в атмосферу

Неорганизованные выбросы

Неорганизованные выбросы на предприятиях по переработке природного газа могут быть связаны с утечками в трубопроводном хозяйстве, клапанами, соединениями, фланцами, сальниками, линиями с открытыми торцами, резервуарами-хранилищами с плавающей крышей, уплотнениями насосов и компрессоров, газотранспортными системами, предохранительными клапанами, резервуарами или амбарами / ёмкостями, а также с операциями погрузки и разгрузки углеводородов.

К числу основных вызывающих озабоченность источников выбросов в атмосферу и загрязнителей относятся выбросы ЛОС из резервуаров-хранилищ при их загрузке и за счет их дыхания, через уплотнения плавающей крыши резервуаров-хранилищ с плавающей крышей, из установок очистки сточных вод, установок синтеза Фишера-Тропша, установок синтеза метанола и установок разгонки. К другим источникам неорганизованных выбросов в атмосферу относятся выбросы азота с примесью паров метанола из хранилищ метанола, а также выбросы метана (CH₄), монооксида углерода (CO) и водорода из установок по производству синтез-газа, а также установок синтеза Фишера-Тропша или установок синтеза метанола.

Рекомендации по предотвращению и ограничению неорганизованных выбросов в атмосферу включают следующее:

- В приоритетном порядке организовать с помощью устройств детектирования паров постоянный мониторинг неорганизованных выбросов из труб, клапанов, уплотнений, резервуаров и других узлов инфраструктуры с последующим техническим обслуживанием или заменой узлов, если это необходимо;
- Поддерживать стабильное давление и паровоздушное пространство в резервуарах за счет:
 - Координации графика заполнения и откачки, а также уравнивания давления в резервуарах (процесс, при котором пары, вытесняемые при заполнении резервуара, перепускаются в паровоздушное пространство опорожняемого резервуара, или в иную ёмкость в порядке подготовки к рекуперации паров);
 - Использования краски белого или иного цвета с низкой теплопоглощающей способностью для

окраски внешней поверхности резервуаров – хранилищ более легких фракций, таких, как бензин, этанол и метанол, в целях уменьшения поглощения тепла. Следует учитывать возможное зрительное воздействие света, отражаемого резервуарами;

- Подбирать и проектировать резервуары-хранилища в соответствии с принятыми международными стандартами в целях минимизации потерь при хранении и производственных потерь, с учетом, например, ёмкости хранилища и упругости паров хранимого продукта²;
- Использовать при погрузке-разгрузке транспортных средств системы подачи и отвода, шланги сбора резервуарных паров и паронепроницаемые автомобильные, железнодорожные цистерны и танкерные резервуары.

- Использовать систему налива автомобильных / железнодорожных цистерн с наливом снизу; а также
- В случае если выбросы паров способствуют или приводят к ухудшению качества атмосферного воздуха по сравнению с нормативами, разработанными исходя из принципов охраны здоровья, оборудовать объект вторичными средствами ограничения выбросов, такими, как установки конденсации и рекуперации паров, каталитические окислительные установки, установки сжигания паров или средства адсорбции газа.

Парниковые газы (ПГ)

Образование значительных объемов диоксида углерода (CO₂) возможно в процессе производства синтез-газа – главным образом, во время отмытки от CO₂, – а также при любых процессах горения (например, при производстве электроэнергии и сжигании побочных продуктов). Рекомендации по экономии энергии и ограничению выбросов парниковых газов рассмотрены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Владельцам комплексных предприятий следует рассмотреть возможность применения в рамках таких предприятий общего подхода к процессу выбора производственных технологий и инженерных сетей.

Отходящие газы

Выброс в атмосферу отходящих газов, происходящий при сгорании газа или иного углеводородного топлива в турбинах, котлах, компрессорах, насосах и других двигателях для производства электроэнергии и тепла, является существенным источником выбросов в атмосферу от предприятий по переработке природного газа. Кроме того, при сжигании кислородсодержащих побочных продуктов на предприятиях КГЖ также имеют место выбросы CO₂ и оксидов азота (NO_x).

² Среди примеров: Стандарт Американского нефтяного института (API) 620 «Проектирование и производство сварных резервуаров-хранилищ низкого давления большой вместимости» (API Standard 620: Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks, 2002); Стандарт API 650 «Сварные стальные резервуары для хранения нефти» (API Standard 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage, 1998) и Европейский стандарт (EN) 12285-2:2005 Европейского Союза (ЕС) «Стальные резервуары промышленного производства для наземного хранения горючих и негорючих жидкостей, вызывающих загрязнение воды» (European Standard (EN) 12285-2:2005, Workshop fabricated steel tanks for the aboveground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids, 2005). Например, согласно Стандарту API 650 «Сварные стальные резервуары для хранения нефти» (1998), новые, модифицированные или реконструированные резервуары объемом не менее 40 000 галлонов (151 450 л), в которых хранятся жидкости с давлением пара от 0.75 фунта на квадратный дюйм (5,17 кПа) до 11,1 фунта на квадратный дюйм (76,53 кПа), либо объемом не менее 20 000 галлонов (75 725 л), в которых хранятся жидкости с давлением пара от 4 фунтов на квадратный дюйм (27,58 кПа) до 11,1 фунта на квадратный дюйм (76,53 кПа), должны быть снабжены: стационарной крышей в сочетании с внутренней плавающей крышей, снабженной механическим башмачным первичным затвором, контактирующим с продуктом, либо внешней плавающей крышей, снабженной механическим башмачным первичным затвором, контактирующим с продуктом, сплошным вторичным затвором, смонтированным на верху стенки резервуара (причем оба затвора должны удовлетворять определенным минимальным требованиям к величине зазора) и кожухами с уплотнением на патрубках крыши, либо системой закрытой продувки и контрольным устройством с эффективностью 95 %. См. также Стандарт API 2610 «Проектирование, сооружение, эксплуатация и обслуживание терминалов и нефтебаз» (API Standard 2610: Design, Construction, Operation, and Maintenance of Terminal and Tank Facilities, 2005).

Указания по ограничению выбросов из малых источников горения, предназначенных для генерации электрической или механической энергии, пара, тепла или любого их сочетания, независимо от вида топлива, с совокупной номинальной тепловой мощностью до 50 мегаватт тепловой энергии (МВт тепл.) приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Указания, касающиеся источников горения мощностью более 50 МВт тепл., содержатся в **Руководстве по ОСЗТ для тепловых электростанций**.

Выбросы, связанные с эксплуатацией энергоустановок, следует сводить к минимуму посредством реализации комплексной стратегии, предусматривающей сокращение потребностей в энергии, использование более экологически чистых видов топлива и, в необходимых случаях, - применение методов ограничения выбросов. Рекомендации по рациональному использованию энергии приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Выпуск и факельное сжигание

Выпуск и факельное сжигание являются важными эксплуатационными мерами и мерами обеспечения безопасности. Они применяются на объектах переработки природного газа для обеспечения безопасного сброса газа и других углеводородов при аварийных ситуациях, отключении питания и отказе оборудования или возникновении других нештатных условий на установке. Кроме того, посредством выпуска и факельного сжигания осуществляется удаление непрореагировавших исходных материалов и горючих газов – побочных продуктов технологического процесса. Избыток газа не следует выбрасывать в атмосферу, вместо этого его следует направлять для уничтожения в эффективную систему факельного сжигания.

С целью сведения выпуска и факельного сжигания газа к минимуму рекомендуется, в частности:

- Оптимизировать систему управления установкой с целью повысить степень конверсии природного газа;
- Возвращать непрореагировавшие исходные материалы и горючие газы, образовавшиеся как побочные продукты, в технологический процесс, либо, по возможности, использовать эти газы для выработки электроэнергии или рекуперации тепла;
- В целях обеспечения максимальной практически достижимой надежности установки предусмотреть дублирование систем; а также
- Размещать установку факельного сжигания на безопасном расстоянии от жилых районов либо иных потенциальных реципиентов, и организовать её техническое обслуживание для обеспечения высокой эффективности её работы.

Аварийный выпуск приемлем только при особых условиях, когда факельное сжигание потока газа нецелесообразно. Так, в процессе КГЖ возможно образование потоков газа с высоким содержанием диоксида углерода, которые, в случае их направления в систему факельного сжигания, способны потушить «свечу»; приемлемым решением является выпуск таких потоков в атмосферу в безопасном месте. Для анализа таких ситуаций следует использовать стандартные методики оценки рисков. Обоснование того, почему не используется система факельного сжигания газа, должно быть полностью документировано до того, как будет рассматриваться вопрос о сооружении установки аварийного выброса газа в атмосферу.

Сточные воды

Технологические сточные воды

Технологические и иные сточные воды, которые могут содержать растворенные углеводороды, кислородсодержащие соединения и иные загрязнители, следует очищать на заводской установке очистки сточных

вод (УОСВ). В число рекомендуемых способов нейтрализации воздействия технологических сточных вод входят:

- Предотвращение и ограничение случайных сбросов жидкости с помощью регулярных проверок и технического обслуживания систем хранения и транспортировки, включая сальники насосов и другие точки возможной утечки, а также введение планов реагирования на разливы;
- Обеспечение достаточной мощности оборудования по восстановлению технологических жидкостей для максимального возвращения в технологический процесс и исключения массового сброса технологических жидкостей в дренажные системы для нефтесодержащих вод;
- Проектирование и строительство огражденных бассейнов с непроницаемыми поверхностями для хранения сточных вод и опасных материалов, чтобы избежать проникновения загрязненной воды в почву и подземные воды.

В число рекомендуемых к рассмотрению конкретных мер по нейтрализации воздействия определенных видов сточных вод входят:

- В случае утечки аминов из системы выщелачивания диоксида углерода, следующей в технологической цепочке за установкой газификации, амины следует отводить в специальную закрытую дренажную систему и направлять после фильтрации на повторное использование в технологическом процессе, при условии, что в процессе разлива и сбора они не подверглись загрязнению;
- Сточные воды из отгонной колонны блока синтеза Фишера-Тропша, содержащие растворенные углеводороды и кислородсодержащие соединения, в

том числе, спирты, органические кислоты и небольшое количество кетонов, следует подвергнуть рециркуляции внутри блока синтеза Фишера-Тропша, чтобы извлечь из этих вод углеводороды и кислородсодержащие соединения;

- Кислые и щелочные стоки с подготовки деминерализованной воды, образование которых зависит от качества потребляемой предприятием сырой воды, необходимо нейтрализовать перед сбросом в заводскую систему очистки сточных вод;
- При частичном сбросе оборотной воды из систем производства пара и градирен охлаждать её перед сбросом. Если же охлаждающая вода содержит биоциды или иные присадки, это может также потребовать изменения дозировки или очистки в заводской системе очистки сточных вод перед сбросом; а также
- Загрязненную углеводородами воду с процессов регламентной промывки при плановом профилактическом ремонте (промывка обычно проводится ежегодно и продолжается несколько недель), содержащие углеводороды стоки от технологических утечек, а также содержащие тяжелые металлы стоки от реакторов с фиксированным слоем и с псевдоожиженным слоем следует обрабатывать на заводской установке очистки сточных вод.

Очистка технологических сточных вод

Методы очистки технологических сточных вод в этой отрасли включают разделение источников и предварительную обработку концентрированных потоков сточных вод. Типовые стадии очистки сточных вод включают маслоуловители, средства сбора поверхностной пленки, флотацию растворенным воздухом или водомасляные сепараторы для разделения нефтепродуктов и плавающих твердых частиц; фильтрацию для отделения

фильтруемых твердых веществ; усреднение расходов и нагрузок; осаждение для уменьшения содержания взвешенных веществ с помощью осветлителей; биологическую очистку, типовую аэробную обработку для снижения уровня растворимых органических веществ (БПК); химическое или биологическое удаление биогенных веществ для снижения уровня азота и фосфора; хлорирование стоков, если требуется дезинфекция; обезвоживание и размещение осадка на специальных полигонах для опасных отходов. Могут потребоваться дополнительные технические меры для i) сбора и очистки летучих органических соединений, отогнанных при работе различных установок в системе очистки сточных вод; ii) дополнительного удаления металлов с помощью мембранной фильтрации или других физико-химических методов очистки; iii) удаления стойких органических веществ и не подверженных биологическому разложению веществ, создающих повышенный уровень ХПК, с помощью активированного угля или дополнительного химического окисления; iv) снижения токсичности стоков с помощью подходящих методов (типа обратного осмоса, ионного обмена, активированного угля и т.п.); и v) изоляции и нейтрализации неприятных запахов.

Вопросы отведения и очистки промышленных сточных вод и примеры подходов к такой очистке рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Благодаря использованию таких технологий и передовой практики в области отведения и очистки сточных вод предприятия могут достичь нормативных показателей по сбросу сточных вод, которые приведены в соответствующей таблице раздела 2 настоящего документа для данной отрасли промышленности. Рекомендации по сокращению потребления воды, особенно если она является ограниченным природным ресурсом, приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Прочие виды сточных вод и потребление воды

Указания по отведению и очистке незагрязненных сточных вод, образующихся в процессе функционирования инженерных сетей, незагрязненных дождевых стоков и хозяйственно-бытовых стоков, приведены в Общем руководстве по ОСЗТ. Загрязненные стоки следует направлять в систему очистки технологических сточных вод. Дополнительные указания по конкретным видам сточных вод приводятся ниже.

Ливневые стоки. Ливневые стоки могут оказаться загрязненными вследствие попадания в них технологических жидкостей. Предприятиям по переработке природного газа следует обеспечить защитное обвалование участков, где ведутся работы с жидкостями, отделять загрязненные ливневые стоки от незагрязненных, реализовывать планы борьбы с разливами и направлять ливневые стоки с производственных участков в установку очистки сточных вод.

Вода для охлаждения. Использование воды для охлаждения может привести к её повышенному потреблению, а также возможному сбросу горячей воды, остатков биоцидов, а также остатков других средств, применяемых для борьбы с обрастанием в системах охлаждения. Рекомендуемые стратегии рационального водопользования для целей охлаждения включают следующие меры:

- Внедрение изложенной в **Общем руководстве по ОСЗТ** практики экономичного водопотребления используемыми на предприятиях системами охлаждения;
- Применение методов утилизации тепла (одновременно повышающих эффективность использования энергии) или иных методов охлаждения для снижения температуры нагретой воды перед ее сбросом таким

образом, чтобы температура на границе определенной научными методами (с учетом качества природной воды, вида водопользования, ассимилирующей способности водоприемника и т.д.) зоны смешивания не превышала температуру окружающей среды более чем на 3°C;

- Сведение к минимуму применения средств против биологического обрастания и ингибиторов коррозии за счет: установления соответствующей глубины водозабора и использования решетчатых фильтров; подбора наименее опасных вариантов с точки зрения возможной токсичности, способности к биологическому разложению, биодоступности и биоаккумуляции; обеспечения соответствия дозировки этих средств местным нормативным требованиям и рекомендациям изготовителя; а также
- Проведение анализов воды для охлаждения на остаточное присутствие биоцидов и других вызывающих озабоченность загрязнителей с целью определения необходимости изменения дозировки или очистки воды перед ее сбросом.

Вода гидростатических испытаний. Гидростатические испытания оборудования и трубопроводов включают испытания под давлением с помощью воды (обычно отфильтрованной неочищенной воды) для проверки их целостности и выявления возможных утечек. К воде могут быть добавлены химические присадки (например, ингибиторы коррозии, антиоксиданты и красители). Рациональное использование воды гидростатических испытаний требует принятия приведенных ниже мер предотвращения и ограничения ее загрязнения:

- многократное использование воды для нескольких гидростатических испытаний в целях её экономии и

сведения к минимуму объемов потенциально загрязненных стоков;

- снижение применения ингибиторов коррозии и других химикатов, сведение к минимуму времени выдержки воды для испытаний в оборудовании или в трубопроводе; а также
- подбор наименее опасных химикатов с точки зрения возможной токсичности, способности к биологическому разложению, биодоступности и биоаккумуляции, и обеспечение соответствия дозировки этих средств местным нормативным требованиям и рекомендациям изготовителя.

Если единственный возможный вариант удаления состоит в сбросе воды гидростатических испытаний в море или поверхностные воды, то необходимо подготовить план выпуска воды для гидростатических испытаний с учетом точки сброса, скорости сброса, использования любых химикатов, дисперсии, риска для окружающей среды и требуемого мониторинга. Следует избегать сброса воды гидростатических испытаний в мелководные прибрежные зоны.

Опасные материалы

Предприятия по переработке природного газа потребляют и производят значительные количества опасных материалов, включая сырье, промежуточные и конечные продукты, а также побочные продукты. В целях предотвращения или минимизации воздействия этих опасных материалов на окружающую среду следует надлежащим образом организовать их погрузку/разгрузку, хранение и транспортировку. Практические рекомендации по обращению с опасными материалами, включая погрузку/разгрузку, хранение и транспортировку, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Отходы

Безопасные отходы

Основными видами безопасных производственных отходов являются отработанные молекулярные сита из установок сжижения воздуха и хозяйственно-бытовые отходы. К другим безопасным отходам могут относиться канцелярские и упаковочные отходы, строительный мусор и металлолом. Общие рекомендации по обращению с безопасными отходами, включая их хранение и удаление, приведены в

Общем руководстве по ОСЗТ.

Опасные отходы

Опасные отходы следует определять исходя из свойств и происхождения отходов, а также классификации, предусмотренной действующими нормативными актами. На предприятиях КГЖ к числу опасных отходов могут относиться: осадок очистных сооружений биологической очистки, отработанные катализаторы, отработанные масла, растворители и фильтры (например, фильтры с активированным углем и загрязненный нефтью шлам с водомасляных сепараторов), использованные ёмкости и загрязненные маслом тряпки, уайт-спирит и другие растворители, отработанные нейтрализующие агенты, отработанные амины для удаления CO₂, а также отходы лабораторий. Общие рекомендации по обращению с опасными отходами приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Характерные для данной отрасли методики удаления и обезвреживания опасных отходов описаны ниже.

Отработанные катализаторы: Источником отработанных катализаторов на предприятиях КГЖ является плановая замена катализаторов в установках обессеривания природного газа, реакторах и печах для риформинга, реакторах Фишера-Тропша и установках легкого гидрокрекинга. В зависимости от процесса, отработанные

катализаторы могут содержать цинк, никель, железо, кобальт, платину, палладий и медь. Применительно к отработанным катализаторам рекомендованные методики удаления и обезвреживания опасных отходов включают следующее:

- Правильное обращение на месте эксплуатации, включая погружение отработанного пиррофорного катализатора в воду при временном хранении и транспортировке, вплоть до достижения конечного пункта переработки, во избежание неконтролируемой экзотермической реакции;
- Возврат отработанного катализатора изготовителю для регенерации; а также
- Обработка за пределами предприятия силами специализированных компаний, способных извлечь из отходов тяжелые или драгоценные металлы путем их рекуперации и вторичного использования, если это возможно, либо иным образом удалять отработанные катализаторы или их неизвлекаемые компоненты в соответствии с рекомендациями по обращению с опасными и безопасными отходами, приведенными в Общем руководстве по ОСЗТ. Катализаторы, содержащие палладий и платину, следует направлять на предприятие по утилизации благородных металлов.

Тяжелые фракции: Тяжелые фракции, удаляемые в блоке очистки установки синтеза метанола, обычно сжигаются в паровом котле, оснащенный специальной горелкой.

Шум

К основным источникам шума на предприятиях по переработке природного газа относятся крупные ротационные машины (например, компрессоры, турбины, насосы, электродвигатели, аппараты воздушного охлаждения и нагреватели). При аварийном сбросе

давления может создаваться высокий уровень шума за счет подачи в факел газов под высоким давлением и/или выпуска пара в атмосферу. Общие рекомендации по нейтрализации воздействия шума приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.2 Охрана труда и техника безопасности

Конкретные проблемы охраны труда и техники безопасности для предприятия должны определяться в процессе анализа безопасности на рабочем месте или комплексной оценки опасных факторов либо факторов риска с помощью принятых методик, таких, как исследование с целью выявления опасных факторов [HAZID], исследование опасных факторов и работоспособности [HAZOP] либо оценка рисков на основе различных вариантов развития событий.

В качестве общего подхода планирование организационной деятельности в области охраны труда и техники безопасности должно включать принятие описанного в **Общем руководстве по ОСЗТ** (раздел «Охрана труда и техника безопасности») системного и структурированного подхода к предотвращению и ограничению воздействия физических, химических и биологических опасных и вредных производственных факторов.

Наиболее существенные вредные и опасные производственные факторы возникают на этапе эксплуатации предприятия по переработке природного газа и, в первую очередь, включают:

- Безопасность производственного процесса
- Выбросы газа, обогащённого кислородом
- Атмосферу с недостатком кислорода
- Химические опасные факторы

Безопасность производственного процесса

Принимая во внимание специфику отрасли, в том числе сложные химические реакции, использование опасных материалов (например, токсичных, химически активных, горючих и взрывоопасных веществ) и многоступенчатые реакции, следует внедрить программы обеспечения безопасности технологического процесса. Обеспечение безопасности технологического процесса включает следующие мероприятия:

- Анализ физической опасности материалов и реакций;
- Исследования по анализу опасных факторов для рассмотрения химических основ технологического процесса и технических приемов, включая термодинамику и кинетику;
- Проверка профилактического технического обслуживания и поддержания механической целостности технологического оборудования и инженерных сетей;
- Обучение работников; а также
- Разработка инструкций по эксплуатации и порядку аварийного реагирования.

Выбросы газа, обогащённого кислородом

Утечки обогащённого кислородом газа из воздуходелительных установок создают риск возникновения пожара. В обогащённой кислородом атмосфере материалы, волосы и одежда могут пропитаться кислородом, который при воспламенении может вызвать интенсивное горение. К числу мер профилактики и контроля, направленных на снижение риска воздействия обогащенной кислородом среды на территории предприятия и за его пределами, входят:

- Установка автоматизированной системы аварийного отключения, способной обнаруживать неконтролируемое выделение кислорода и предупреждать о нем (включая наличие обогащенной кислородом атмосферы на рабочих местах³), а также инициировать процесс отключения, сводя, таким образом, к минимуму продолжительность выбросов и устраняя потенциальные источники возгорания;
- Проектирование объектов и компонентов в соответствии с действующими отраслевыми стандартами техники безопасности, недопущение размещения кислородных трубопроводов в замкнутом пространстве, применение искробезопасных электроустановок и системы кислородной вентиляции в масштабе объекта, спроектированных с надлежащим учетом потенциального воздействия отводимого газа;
- Внедрение порядка производства огневых работ и разрешительного порядка входа в замкнутое пространство, с обязательным учетом потенциальной возможности выброса кислорода;
- Внедрение эффективных методов административно-хозяйственной деятельности, позволяющих избежать накопления легковоспламеняющихся материалов;
- Разработка и внедрение Планов готовности к аварийным ситуациям и мер реагирования, предусматривающих конкретный порядок борьбы с неконтролируемыми выбросами кислорода; а также
- Обеспечение предприятия надлежащими средствами предупреждения и тушения пожаров, как описано ниже (Риск пожара и взрыва).

³ Рабочие зоны, в которых может возникать атмосфера с избытком кислорода, следует оснастить системами мониторинга, способными выявлять такие условия. Работников также следует снабдить индивидуальными приборами мониторинга. Оба типа систем мониторинга должны подавать предупредительный сигнал тревоги при концентрации O₂ в воздухе 23,5%.

Атмосфера с недостатком кислорода

Возможность выделения и накопления газообразного азота на рабочих местах может привести к возникновению душливой атмосферы за счет вытеснения кислорода. Меры предотвращения и контроля для снижения риска выделения душливого газа включают:

- Проектирование и установку системы вентиляции азота в соответствии с отраслевыми стандартами;
- Установку автоматизированной системы аварийного отключения, способной обнаруживать неконтролируемое выделение азота и предупреждать о нем (включая наличие атмосферы с недостатком кислорода на рабочих местах⁴), включать принудительную вентиляцию и сводить к минимуму продолжительность выделения; а также
- Внедрение порядка входа в ограниченное пространство, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**, с учетом опасных производственных факторов на конкретном предприятии.

Химические опасные факторы

Воздействие химических веществ на предприятиях по переработке природного газа связано, главным образом, с выбросами монооксида углерода и метанола. Проблемы возможного воздействия выбросов химических веществ на органы дыхания работников в процессе штатной эксплуатации предприятия следует решать на основе результатов анализа безопасности на рабочем месте и исследований по промышленной гигиене в соответствии с указаниями по охране труда и технике безопасности, приведенными в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Меры

⁴ Рабочие зоны, в которых может возникать атмосфера с недостатком кислорода, следует оснастить системами мониторинга, способными выявлять такие условия. Работников также следует снабдить индивидуальными приборами мониторинга. Оба типа систем мониторинга должны подавать предупредительный сигнал тревоги при концентрации O₂ в воздухе 19,5%.

защиты включают обучение работников, систему разрешения на проведение работ, использование индивидуальных средств защиты (ИСЗ) и систем обнаружения токсичных газов с тревожной сигнализацией.

Пожары и взрывы

Риски пожара и взрыва, возникающие в связи с технологическим процессом, включают риск аварийного выброса синтез-газа (содержащего монооксид углерода и водород), кислорода и метанола. Выброс синтез-газа под высоким давлением может привести к струйному горению или вызвать взрыв облака паров, образование «огненного шара» или вспышку, в зависимости от количества участвующего горючего материала и степени локализации облака. Водород, метан и монооксид углерода могут возгораться даже в отсутствии источника возгорания, если их температура становится выше температуры самовозгорания, составляющей соответственно 500°C, 580°C и 609°C. Разлив горючей жидкости может вызвать пожар пролива.

В число рекомендуемых мер предотвращения и ограничения рисков пожара и взрыва в связи с технологическим процессом входят:

- Обеспечение раннего обнаружения выброса, например, внедрение контроля давления в системах подачи газа и жидкостей в дополнение к тепловым и дымовым датчикам пожарной сигнализации;
- Ограничение запасов легковоспламеняющихся веществ на случай аварийного выброса путем изоляции крупных хранилищ от технологических операций на предприятии;
- Исключение возможных источников возгорания (например, прокладывая трубопроводы таким образом,

чтобы разлив не мог произойти на горячую трубу, оборудование и/или ротационные машины);

- Ограничение возможного воздействия пожаров и взрывов за счет изоляции производственных помещений, хранилищ, инженерных сетей и безопасных участков путем их проектирования, строительства и эксплуатации в соответствии с международными стандартами⁵ предотвращения и ограничения пожаро- и взрывоопасности, включая обеспечение надлежащего расстояния между резервуарами на территории предприятия и от предприятия до близлежащих строений, дополнительных запасов воды для охлаждения соседних резервуаров, а также принятие иных мер по управлению рисками⁶; а также
- Ограничение участков, на которых может происходить аварийный разлив, следующими способами:
 - определение пожароопасных участков и оборудование их на случай аварийных разливов дренажной системой для сбора горючих жидкостей и их отвода на безопасный огражденный участок, включая обеспечение резервуаров-хранилищ вторичной защитной оболочкой;
 - установка пожарных и взрывных перегородок на участках, где невозможно соблюсти соответствующее необходимое безопасное расстояние;

⁵ Дополнительные инструкции по сведению к минимуму воздействия электростатических зарядов и молний приведены в практических рекомендациях API 2003 «Защита от возгорания под действием электростатического разряда, молнии и тока утечки» (API Recommended Practice: Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents) (1998).

⁶ Безопасное расстояние можно также определить на основании стандартов, разработанных отраслевыми и профессиональными объединениями, сведений страховых компаний и конкретного анализа безопасности.

- проектирование системы канализации для загрязненных нефтью стоков так, чтобы избежать распространения пламени.

1.3 Охрана здоровья и обеспечение безопасности местного населения

Наибольшая опасность для здоровья и безопасности местного населения в связи с предприятиями по переработке природного газа возникает на стадии их эксплуатации, включая угрозу крупных аварий в связи с упомянутыми выше пожарами и взрывами на сооружениях, а также возможным случайным сбросом сырья или готовой продукции во время транспортировки за пределами перерабатывающего предприятия. Указания по решению этих проблем приведены в разделе «Основные опасные факторы» ниже и в соответствующих разделах **Общего руководства по ОСЗТ**, в частности, «Безопасность дорожного движения», «Транспортировка опасных материалов» и «Готовность к чрезвычайным ситуациям и аварийное реагирование».

Соответствующие дополнительные указания, касающиеся морских и железнодорожных перевозок, а также береговых сооружений, можно найти в Руководствах по ОСЗТ для судоходства, для железных дорог, для портов и гаваней и для терминалов по перевалке сырой нефти и нефтепродуктов.

2.0 Показатели эффективности и мониторинг

2.1 Охрана окружающей среды

Нормативы выбросов и сбросов

Значения нормативов выбросов и сбросов для данной отрасли приводятся в Таблицах 1 и 2. Значения нормативов для сточных вод, образующихся при технологических процессах в данной отрасли, отражают надлежащую международную отраслевую практику, отраженную в соответствующих стандартах стран с пользующейся признанием нормативной базой. Эти нормативы представляются достижимыми при нормальных условиях эксплуатации на надлежащим образом спроектированных и эксплуатируемых объектах с применением методов предупреждения и ограничения загрязнения окружающей среды, рассмотренных в предшествующих разделах настоящего документа. Нормативы выбросов из источников сгорания, связанных с производством пара и электроэнергии установками мощностью не выше 50 МВт тепл., приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**, а выбросов из более мощных установок – в **Руководстве по ОСЗТ для тепловых электростанций**. Указания по вопросам охраны окружающей среды с учетом совокупного объема выброшенных в окружающую среду загрязнителей содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Нормативы сбросов применяются к очищенным стокам, сбрасываемым непосредственно в поверхностные водотоки для общего водопользования. В зависимости от наличия и условий использования коммунальных систем канализации и очистки сточных вод, а в случае сброса непосредственно в поверхностные водные объекты – в зависимости от вида пользования водоприемником в соответствии с классификацией, приводимой в **Общем руководстве по**

ОСЗТ, для конкретных объектов могут вводиться особые нормативы по сбрасываемым стокам. Эти нормативы следует обеспечивать, без дальнейшего разбавления, по меньшей мере, в течение 95 процентов времени работы предприятия (исходя из общей продолжительности его работы в течение года). Отклонение от этого уровня ввиду специфических для данного проекта местных условий следует обосновать в экологической оценке.

Мониторинг состояния окружающей среды

Программы мониторинга состояния окружающей среды для данной отрасли следует выстраивать с учетом необходимости охвата всех видов деятельности, у которых выявлен потенциал существенного воздействия на состояние окружающей среды, как в нормальном, так и в нештатном режиме. Мониторинг состояния окружающей среды следует вести по прямым или косвенным показателям выбросов, сбросов и использования ресурсов, применимым к данному проекту.

Таблица 1. Нормативы выбросов в атмосферу для предприятий по переработке природного газа^а

Загрязнитель	Единицы	Рекомендуемое значение
NO _x	мг/нм ³	150 ^b 50 ^c
SO ₂	мг/нм ³	75
Твердые частицы (ТЧ10)	мг/нм ³	10
ЛОС	мг/нм ³	150
СО	мг/нм ³	100

а. Сухой газ с содержанием кислорода 15%
 б. Норматив выбросов NO_x в 150 мг/нм³ применяется к предприятиям с совокупной номинальной тепловой мощностью до 300 МВт тепл.
 в. Норматив выбросов NO_x в 50 мг/нм³ применяется к предприятиям с совокупной номинальной тепловой мощностью свыше 300 МВт тепл.

Частота проведения мониторинга должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по параметру, мониторинг которого проводится. Мониторинг должен осуществляться специально подготовленными лицами, в соответствии с процедурами мониторинга и учета данных, и с использованием должным образом поверенного и исправного оборудования. Данные мониторинга следует регулярно анализировать и изучать, сопоставляя их с действующими стандартами в целях принятия, при необходимости, мер по исправлению ситуации. Дополнительные указания по применимым методикам забора проб и анализа выбросов и стоков содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Таблица 2. Нормативы сбросов для предприятий по переработке природного газа

Загрязнитель	Единицы	Рекомендуемое значение
pH	--	6-9
БПК ₅	мг/л	50
ХПК	мг/л	150
ОСВВ	мг/л	50
Нефтепродукты	мг/л	10
Кадмий	мг/л	0,1
Остаточное содержание хлора	мг/л	0,2
Хром, общее содержание	мг/л	0,5
Медь	мг/л	0,5
Железо	мг/л	3
Цинк	мг/л	1
Цианид Свободный Общее содержание	мг/л	0,1 1
Свинец	мг/л	0,1
Никель	мг/л	1,5
Общее содержание тяжелых металлов	мг/л	5
Фенол	мг/л	0,5
Азот	мг/л	40
Фосфор	мг/л	3

2.2 Охрана труда и техника безопасности

Указания по охране труда и технике безопасности

Соблюдение норм охраны труда и техники безопасности следует оценивать на основании опубликованных международных рекомендаций по показателям воздействия вредных производственных факторов, примерами которых являются, в частности, указания по значениям пороговых пределов (TLV®) воздействия на рабочем месте и показателям биологического воздействия (BEIS®), публикуемые Американской конференцией государственных специалистов по гигиене труда (ACGIH)⁷, Карманный справочник по источникам химической опасности, публикуемый Национальным исследовательским институтом техники безопасности и охраны труда (NIOSH) Соединенных Штатов Америки⁸, показатели допустимых уровней воздействия (ДУВ), публикуемые Управлением охраны труда (OSHA) Соединенных Штатов Америки⁹, индикативные показатели предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, публикуемые странами – членами Европейского союза¹⁰, или данные из иных аналогичных источников.

Показатели травматизма и частота несчастных случаев со смертельным исходом

Исполнителям проектов следует стремиться к полному искоренению несчастных случаев на производстве с участием занятых в проекте работников (нанятых непосредственно исполнителями проекта либо субподрядчиками), особенно несчастных случаев, способных привести к потере рабочего времени,

⁷ См. <http://www.acgih.org/TLV/>

⁸ См. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

⁹ См. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992

¹⁰ См. http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

инвалидности различной степени тяжести или даже смертельному исходу. Показатели частоты несчастных случаев на объекте можно сопоставлять с опубликованными показателями предприятий данной отрасли в развитых странах, которые можно получить из таких источников, как, например, Бюро трудовой статистики США и Инспекция по промышленной гигиене и охране труда Соединенного Королевства¹¹.

Мониторинг соблюдения норм охраны труда и техники безопасности

Следует вести мониторинг рабочей среды на наличие вредных производственных факторов, характерных для данного проекта. Процесс мониторинга должны разрабатывать и осуществлять уполномоченные специалисты¹² в рамках программы мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также опасных ситуаций и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

¹¹ См. <http://www.bls.gov/iif/> и <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

¹² К таким уполномоченным специалистам могут относиться сертифицированные специалисты по промышленной гигиене, дипломированные специалисты по гигиене труда, сертифицированные специалисты по охране труда или специалисты аналогичной квалификации.

3.0 **Справочная литература и дополнительные источники информации**

Compressed Gas Association Inc. (CGA). 2001. CGA G-4.6, Oxygen Compressor Installation and Operation Guide. First Edition. Arlington, VA: CGA. Available at <http://www.cganet.com/>

European Commission. 2003. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). BAT Techniques Reference (BREF) Document on Mineral Oil and Gas Refineries. EIPPCB: Sevilla, Spain. Available at <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Industrial Gases Association (EIGA). 2002. Oxygen Pipeline Systems. IGC Document 13/02/E. Brussels: EIGA.

European Industrial Gases Association. 2001 Centrifugal Compressor for Oxygen Service. Code of Practice. IGC Document 27/01/E. Brussels: EIGA.

European Industrial Gases Association (EIGA). 1999. Safe Operation of Reboilers/Condensers in Air Separation Units. IGC Document 65/99/EFD. Brussels: EIGA.

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) of 17. June 2004. Berlin: BMU. Available at <http://www.bmu.de/english/publication/current/publ/5258.php>

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining to the Federal Emission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Berlin: BMU. Available at http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php

Schmidt, W.P., K.S. Winegardner, M. Dennehy and H. Casle-Smith. 2001. Safe Design and Operation of a Cryogenic Air Separation Unit. Process Safety Progress (Vol. 20. No.4) pages 269-278, December 2001.

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 1987. 40 CFR Part 60. Standards of Performance for New Stationary Sources. Subpart Kb—Standards of Performance for Volatile Organic Liquid Storage Vessels (Including Petroleum Liquid Storage Vessels) for Which Construction, Reconstruction, or Modification Commenced after July 23, 1984. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 60. Standards of Performance for New Stationary Sources. Subpart QQQ—Standards of Performance for VOC Emissions From Petroleum Refinery Wastewater Systems. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 63. National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants. Subpart CC—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Petroleum Refineries. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 63. . National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants. Subpart HHH—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From Natural Gas Transmission and Storage Facilities. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 63. . National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants. Subpart VV—National Emission Standards for Oil-Water Separators and Organic-Water Separators. Washington, DC: US EPA.

World Bank Group. 2004. A Voluntary Standard for Global Gas Flaring and Venting Reduction. Global Gas Flaring Reduction (GGFR) Public-Private Partnership, Report No. 4. Washington, DC: World Bank. Available at <http://siteresources.worldbank.org/INTGGFR/Resources/gfrmethodologyno6revision.pdf>

Приложение А: Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

Для целей настоящего Руководства по ОСЗТ под переработкой природного газа понимается производство жидких продуктов из природного газа. Первоначально на соответствующем оборудовании путем переработки природного газа вырабатывается синтез-газ. Затем синтез-газ преобразуется в жидкие нефтепродукты (продукты конверсии газ-жидкость – КГЖ), к числу которых относятся лигроин, газолин, керосин, дизельное топливо, парафины и смазочные масла, или путем синтеза метанола в метанол.

Как правило, на газоочистных сооружениях природный газ проходит очистку (например, обессеривание), и от него отделяются тяжелые углеводороды. Об этом шла речь в Руководствах по ОСЗТ для разработки нефтегазовых месторождений на суше и для разработки морских нефтегазовых месторождений. Газоперерабатывающие предприятия требуют больших капиталовложений, и их, как правило, размещают в районах добычи природного газа. Как правило, мощность таких предприятий составляет от 20 000 до 30 000 баррелей продуктов КГЖ в сутки. В настоящее время изучается возможность создания предприятий мощностью от 50 000 до 100 000 баррелей в сутки. Производительность действующих на сегодняшний день предприятий по производству метанола составляет 5 000 метрических тонн в день, и изучаются возможности создания заводов большей мощности (рассчитанных на производство 7 500 – 10 000 метрических тонн в день).

Производство КГЖ

Предприятия по производству КГЖ, как правило, имеют следующие производственные подразделения:

- Блок по производству синтез-газа
- Блок синтеза Фишера-Тропша

- Блок разгонки продукта
- Установка сжижения воздуха

Блок по производству синтез-газа

Природный газ проходит очистку, в ходе которой из него удаляются остаточные количества серы (например, путем пропускания через слой оксида цинка) и затем направляется в цех по производству синтетического газа (синтез-газа). Обычно газ проходит сначала установку для риформинга, а затем – установку регенерации тепла.

На участке риформинга действует установка предварительного риформинга и реактор автотермального риформинга. Чтобы предупредить образование сажи в реакторе автотермального риформинга, в установке предварительного риформинга для конверсии более тяжелых углеводородов (например, этана или пропана) в водород и монооксид углерода используется реакция паровой конверсии. В реакторе автотермального риформинга метан вступает в реакцию с паром и кислородом при температуре примерно 950°C и давлении 30-40 бар в присутствии никелевого катализатора, в результате чего получается смесь монооксида углерода и водорода в заданном молярном соотношении.

В установке регенерации тепла тепло, выделяемое в ходе реакции в реакторе автотермального риформинга, используется повторно для предварительного нагрева пара, а также для выработки пара высокого давления, используемого в паровых турбинах и в реакторах предварительного и автотермального риформинга. Охлажденный газ из установки регенерации тепла проходит процесс отделения диоксида углерода, для чего обычно применяется регенеративное выщелачивание, а затем газ

поступает в блок синтеза Фишера-Тропша. Источником кислорода является установка сжижения воздуха, которая, кроме того, обеспечивает предприятие необходимым для технологического процесса азотом.

Блок синтеза Фишера-Тропша

Синтез-газ из блока по производству синтез-газа поступает в блок синтеза Фишера-Тропша, в состав которого входят реакторный блок, блок стабилизации и блок рециркуляции газа.

В реакторном блоке монооксид углерода и водород в рамках синтеза Фишера-Тропша вступают в реакцию при температуре около 250°C и давлении 20-25 бар в присутствии железного или кобальтового катализатора, и продуктами этой реакции являются длинноцепочечные углеводороды, вода, кислородсодержащие соединения (в основном, спирты), органические кислоты и небольшое количество кетонов. В промышленных условиях применяются реакторы Фишера-Тропша двух типов: трубчатые с фиксированным слоем и с псевдооживленным слоем (суспензионные). В блоке стабилизации не вступивший в реакцию газ и легкие фракции отделяются, и такой газ вновь поступает в блок синтеза Фишера-Тропша.

Стабилизированный продукт синтеза Фишера-Тропша поступает в блок разгонки продукта, как правило, на установку легкого гидрокрекинга, где длинноцепочечные углеводороды в присутствии платинового или палладиевого катализатора преобразуются в необходимые конечные продукты (например, лигроин, газолин, керосин, дизельное топливо, парафины и смазочные масла). Водород, используемый в установке легкого гидрокрекинга, вырабатывается специально на установке парового риформинга природного газа.

Для работы предприятия обычно необходимы электроэнергия, пар и вода для охлаждения. Азот производится на установке сжижения воздуха. Предприятия оборудуются установкой продувки и факелом. На предприятиях, как правило, имеются большие резервуары для хранения продуктов, а также системы загрузки продукции на суда или в трубопроводы для их отправки на нефтеперерабатывающие заводы или другие предприятия нефтепереработки. Более подробную информацию см. в Руководстве по ОСЗТ для терминалов по перевалке сырой нефти и нефтепродуктов.

Производство метанола

На предприятиях по производству метанола действуют установки по производству синтез-газа, по синтезу метанола и по сжижению воздуха.

Установка по производству синтез-газа

Эта установка аналогична описанным выше установкам, действующим на предприятиях по производству продуктов КГЖ. Если производительность установки превышает 5 000 метрических тонн в сутки, то здесь, как правило, применяется только реактор автотермального риформинга. Действующие ныне предприятия производительностью до 5 000 метрических тонн в сутки используют комбинированный риформинг. При комбинированном риформинге применяется реактор предварительного риформинга, а затем – паровая печь для риформинга и, наконец, реактор автотермального риформинга. Реакторы предварительного и автотермального риформинга выполняют те же функции, что и на предприятиях КГЖ. В паровой печи для риформинга газ вступает в реакцию с паром при температуре около 800°C и давлении 40-50 бар в присутствии никелевого катализатора. В установке регенерации тепла тепло, выделяемое при реакции в реакторе автотермального риформинга, используется для

предварительного нагрева пара и для выработки пара высокого давления, применяемого в паровых турбинах и во всех реакторах риформинга. Кислород вырабатывается специальной установкой сжигания воздуха, которая, кроме того, производит необходимый для технологического процесса азот.

Установка синтеза метанола

Основными составляющими установки синтеза метанола являются реактор, установка рециркуляции газа и установка по очистке метанола.

В реакторе монооксид углерода и водород вступают в реакцию при температуре около 250°C и давлении 50-80 бар в присутствии медного катализатора, в результате чего получается метанол. В промышленных условиях применяются реакторы двух типов: трубчатые с фиксированным слоем и адиабатические с несколькими слоями катализатора. По выходе из реактора метанол конденсируется, а не вступивший в реакцию газ вновь поступает на установку по производству синтез-газа.

Установка очистки состоит из двух ректификационных колонн, где из готового метанола удаляются легкие и тяжелые фракции (высокомолекулярные спирты). Легкие фракции, как правило, используются в качестве топливного газа, а тяжелые обычно сжигаются в паровом котле, оснащенный специальной горелкой. Инженерные сети, необходимые для функционирования предприятий по производству метанола, аналогичны имеющимся на предприятиях по производству КГЖ. Предприятия оборудуются установкой продувки и факелом, и здесь, как правило, имеются большие резервуары для хранения метанола.