



ПЕРЕРАБОТКА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

*С.И. Стомпель
В.А. Буков
К.В. Ладыгин
О.М. Епинина*
ЗАО «Безопасные Технологии»

Для современной России в условиях общемировых тенденций перехода экономики на низкоуглеродный и энергоэффективный пути развития особенно важным является рациональное использование попутного нефтяного газа.

Попутный нефтяной газ (ПНГ), содержащий в своём составе метан и другие углеводороды, – ценное сырьё для переработки. Под переработкой, или рациональным использованием, ПНГ понимается его сбор, промысловая подготовка, транспортировка и переработка на промыслах или газоперерабатывающих предприятиях (например, разделение на сухой отбензиненный газ и широкую фракцию лёгких углеводородов) на установках низкотемпературной конденсации и низкотемпературной абсорбции; применение в качестве топлива (например, в специализированных энергетических комплексах с получением тепловой и электрической энергии), а также использование на технологические нужды непосредственно на промыслах при добыче и подготовке нефти или при закачке в пласт для хранения или повышения нефтеотдачи (сайклинг-процесс).

По данным Росприроднадзора, уровень рационального использования ПНГ в 2010–2012 гг. составлял 75–76%. На сегодняшний день ситуация в области использования ПНГ среди крупнейших нефтяных компаний такова: ОАО «НОВАТЭК» – 47%; ОАО АНК «БашНефть», ОАО «НГК "Славнефть"», ОАО НК «РуссНефть», ОАО «Газпром нефть» – на уровне 65–75%; ОАО «ЛУКОЙЛ» – 87,5%; ОАО «ТНК-ВР» – 82,8%; ОАО «Татнефть», ОАО «Сургутнефтегаз» – 95% и более.

При этом, несмотря на все меры по финансовому стимулированию использования ПНГ (включая введение постановления Правительства РФ от 08.11.2012 № 1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа»), абсолютная величина сожжённого и

рассеянного ПНГ растёт (по данным Минэнерго России за 2012 г., она составляет 17 млрд м³ ПНГ).

Наиболее распространённым методом обращения с ПНГ является сжигание в факельных системах, что энергетически неэффективно (не используется энергетический потенциал ПНГ) и экологически небезопасно (с выделением продуктов неполного окисления, т.е. с недожогом).

Основное негативное воздействие на окружающую среду от факельных установок – это выбросы загрязняющих веществ, которые, по данным Росприроднадзора, достигают 12% от общего объёма загрязнений в России. При этом за год от факельных систем поступает около 400 тыс. т загрязняющих веществ, включая вещества I класса опасности.

Косвенное воздействие на окружающую среду, формирующееся в 50–800 м от факельной установки в виде теплового и химического загрязнения токсичными ингредиентами газовых выбросов, может привести к деградации почвенного покрова и растительности, к ущербу животному миру, поверхностным и подземным водам. Кроме этого, последствиями сжигания ПНГ могут быть глобальное потепление, деградация озонового слоя, формирование кислотных осадков и др.

Тенденции роста объёмов сжигания ПНГ в России связаны в первую очередь с вводом в эксплуатацию новых месторождений, удалённых от инфраструктуры по транспортировке и переработке ПНГ. Сложность использования ПНГ на средних и небольших месторождениях объясняется низкой рентабельностью транспортировки и высокими капитальными затратами на габаритные установки по разделению ПНГ. В подобных случаях рекомендуется энергетическое направление использования ПНГ. Рассмотрим одно из таких технологических решений.

КОМПЛЕКСЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Технологическое решение реализуется в специализированных комплексах, ключевым элементом которых является один либо несколько циклонных реакторов (технологических линий) (рис. 1). Производительность технологической линии комплекса составляет от 0,8 до 2,5 тыс. нм³/ч ПНГ.

ПНГ, проходя через тангенциально расположенные горелки, предварительно смешивается с воздухом и подаётся в циклонный реактор на термическую обработку. С учётом конструктивного исполнения реактора создаётся циклонный режим горения и поддерживается равномерный температурный профиль 1150–1200°C во всем объёме камеры реактора, что обеспечивает полноценное окисление всех компонентов ПНГ и одновременное предотвращение синтеза оксидов азота из свободных элементов (азота и кислорода воздуха).

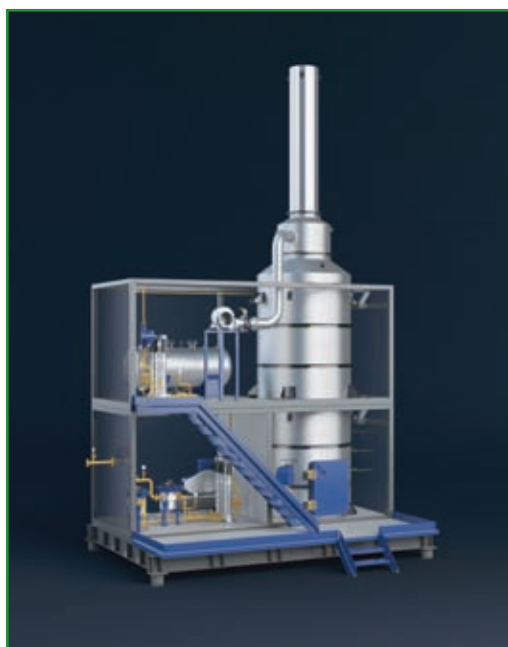


Рис. 1. Конструктивное исполнение комплекса использования ПНГ

Рабочий диапазон комплексов по расходу ПНГ – до 10 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ (до четырёх параллельно объединённых технологических линий), при этом в технологической схеме реализуется система рекуперации тепловой энергии. Используемое в рекуперативном блоке комплекса тепло может использоваться на производственные нужды месторождений (например, для подогрева нефти, пластовой воды, нефтяного флюида), а также для систем горячего водоснабжения, отопления и электроэнергетики (в том числе для сторонних потребителей).

Дополнительной опцией использования подобных комплексов является возможность термической утилизации в циклонном реакторе жидких отходов (хозяйственно-бытовых, ливневых и про-

мышленных стоков). Производительность комплексов по утилизируемым жидким отходам – до $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Данная опция является особенно важной ввиду удалённости большого количества действующих месторождений.

КОМПЛЕКС НАГРЕВА ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

Процесс утилизации жидких отходов и нагрева пластовой (подтоварной) воды включает следующие стадии (рис. 2):

1. Технологические:

- ♦ термическую утилизацию жидких отходов;
- ♦ эжекцию дымовых газов из камеры сжигания циклонного реактора;

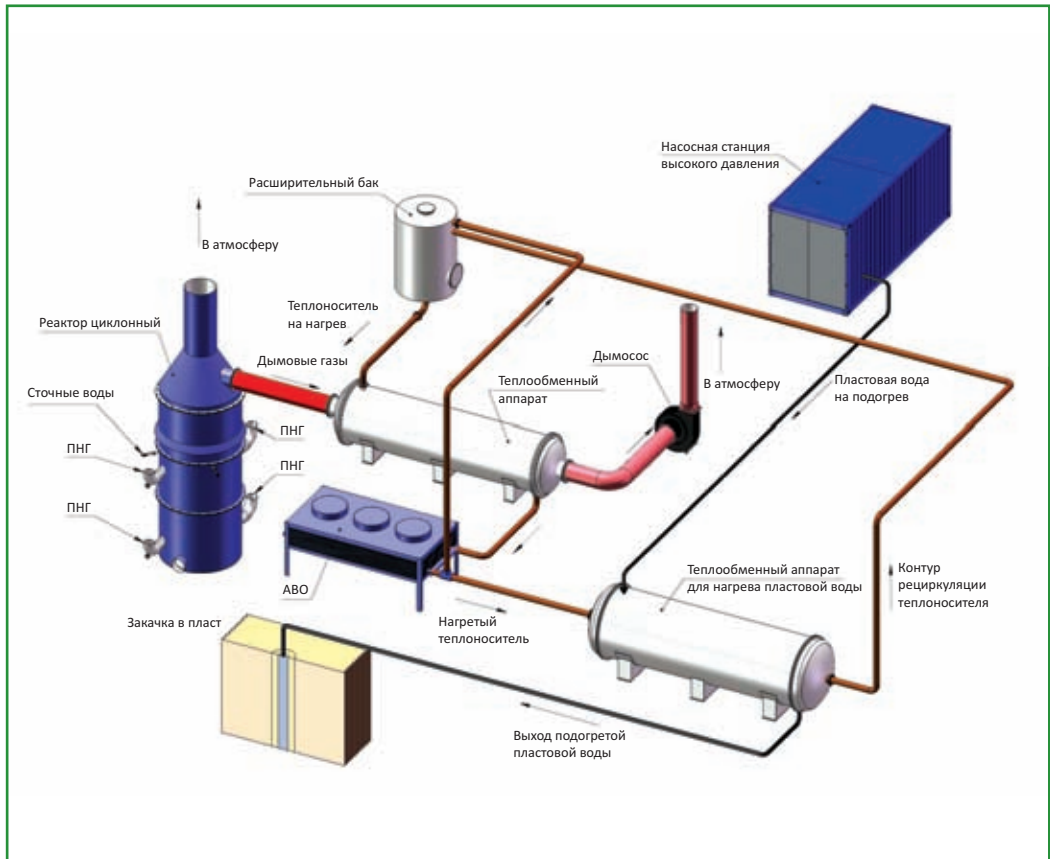


Рис. 2. Комплекс нагрева пластовой воды

- ♦ рекуперацию тепловой энергии (нагрев теплоносителя);
- ♦ нагрев пластовой воды в теплообменном аппарате;
- ♦ удаление избыточного количества дымовых газов (в случае необходимости);
- ♦ подачу тепловой энергии в центральную сеть для дальнейшего использования.

2. Вспомогательные:

- ♦ направление ПНГ в циклонный реактор;
- ♦ подачу жидких отходов в циклонный реактор;
- ♦ подачу воздуха к горелочным устройствам;
- ♦ нагрев подтоварной воды;
- ♦ подачу воздуха для охлаждения дымовых газов.

КОМПЛЕКС НАГРЕВА НЕФТИ

Технологическая схема термообработки ПНГ и жидких отходов аналогич-

на комплексу нагрева пластовой воды. Нагретый в рекуперативном блоке теплоноситель поступает в трубное, а нефть - в межтрубное пространство теплообменного аппарата, расположенного на схеме вдоль контура подогрева нефти (рис. 3, 4). Температурный режим нагрева нефти составляет от 5-10 до 65-70°C.

Эжекция горячих дымовых газов из циклонного реактора регулируется с помощью частотного регулятора, установленного на приводе дымососа.

Аналогичным образом регулируется процесс теплообмена в рекуперативном блоке.

Далее теплоноситель поступает в буферную ёмкость (совместно с маслом из контура рециркуляции), аккумулируется и снова направляется в рекуперативный блок для нагрева.

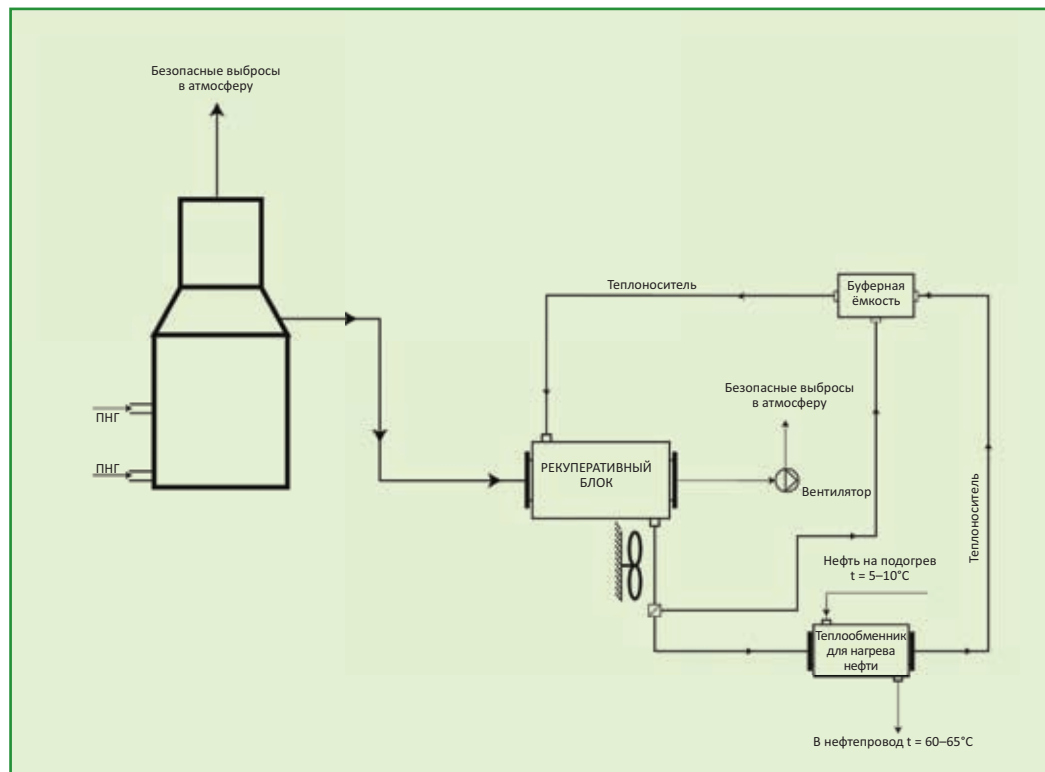


Рис. 3. Схема комплекса нагрева нефти

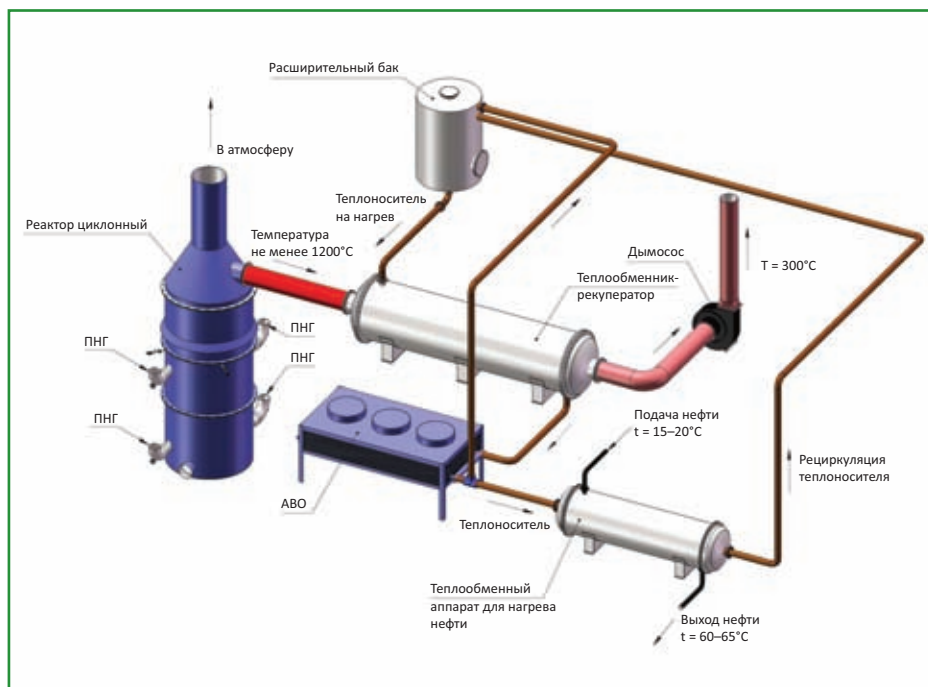


Рис. 4. Комплекс нагрева нефти

Избыточное количество дымовых газов, полученное при термообработке ПНГ, охлаждается воздухом окружающей среды (естественная эжекция) и поступает в атмосферу.

Линия подачи нефти на подогрев включает предохранительный запорный клапан, ручной изолирующий шаровый клапан, байпас линии подачи нефти в теплообменный аппарат, невозвратный клапан, дуплексный фильтр.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЛЕКСОВ

Комплексы использования ПНГ обеспечивают нулевые выбросы в атмосферу сажи, углеводородов, сероводорода, бенз(а)пиренов и минимальные (ниже существующих установленных экологических нормативов) выбросы монооксида

углерода, оксида азота, диоксида серы. Номенклатура и количество загрязняющих веществ в выбросах установлены в соответствии с методиками расчёта выбросов, рекомендованными ОАО «НИИ Атмосфера».

При наличии сероводорода в исходном составе ПНГ могут быть реализованы различные системы очистки, в том числе прямое каталитическое окисление сероводорода в элементарную серу, дополнительная очистка отходящих газов от диоксида серы с использованием скруббера (мокрого, полусухого или сухого) с системой дозирования щелочного реагента.

Для снижения трудоёмкости, обеспечения безопасности и надёжности работы в подобных комплексах применяются автоматизированные системы управления.