

Повышение эффективности расходования энергоресурсов и энергосбережение являются высшим приоритетом энергетической стратегии России до 2020 года. ОАО «Газпром» занимает второе место в стране по объемам энергопотребления, в его отраслевой структуре 83% потребления топливно-энергетических ресурсов приходится на подотрасль «транспорт газа». Поэтому даже относительно небольшое снижение расхода газа на собственные нужды (ГСН) позволит высвободить ресурсы газа для подачи его потребителям в РФ и на экспорт, снизит эксплуатационные издержки за счет энергетической составляющей, снизит выбросы вредных веществ в атмосферу.

# ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

## ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

### НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ В УСЛОВИЯХ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

#### МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Т.А. БАКИЕВ

исполняющий обязанности начальника | г. Уфа  
ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Уфа»

В качестве топлива для газоперекачивающих агрегатов (ГПА) используется тот же перекачиваемый природный газ, расход которого на 1 тысячу  $\text{nm}^3$  перекачиваемого

газа в среднем составляет 2,95-3,95  $\text{nm}^3$ . Подогрев топливного импульсного газа перед подачей в газотурбинную установку осуществляется подогревателями газа

различных типов за счет сжигания природного газа.

В то же время на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов (МГ) имеется избыточное количество вторичных энергоресурсов. Предлагаемая технология позволит эффективнее утилизировать и использовать вторичные энергоресурсы по следующим направлениям (рис. 1):

1. система тепловодоснабжения;
2. подогрев воздуха, подаваемого в камеру сгорания газотурбинной установки;
3. подогрев топливного и пускового газа;
4. подогрев воздуха для отопления производственных помещений;

Самостоятельным направлением для использования предлагаемой технологии является охлаждение природного газа на выходе из компрессорной станции.

Для решения указанных задач предлагается использовать высокоэффективное тепловое оборудование на базе замкнутых двухфазных термосифонов (ЗДТ), позволяющих переносить большие тепловые потоки за счет скрытой теплоты фазового перехода (кипение и конденсация) промежуточного теплоносителя.

ЗДТ представляют собой герметично закрытую полость 1, частично заполненную промежуточным теплоносителем 2 (рис. 2). Внутри полости ЗДТ происходят фазовые превращения, в результате которых образуются две фазы: паровая и жидкая. При работе в полости протекают три процесса: кипение (испарение), конденсация и свободно-конвективный ►

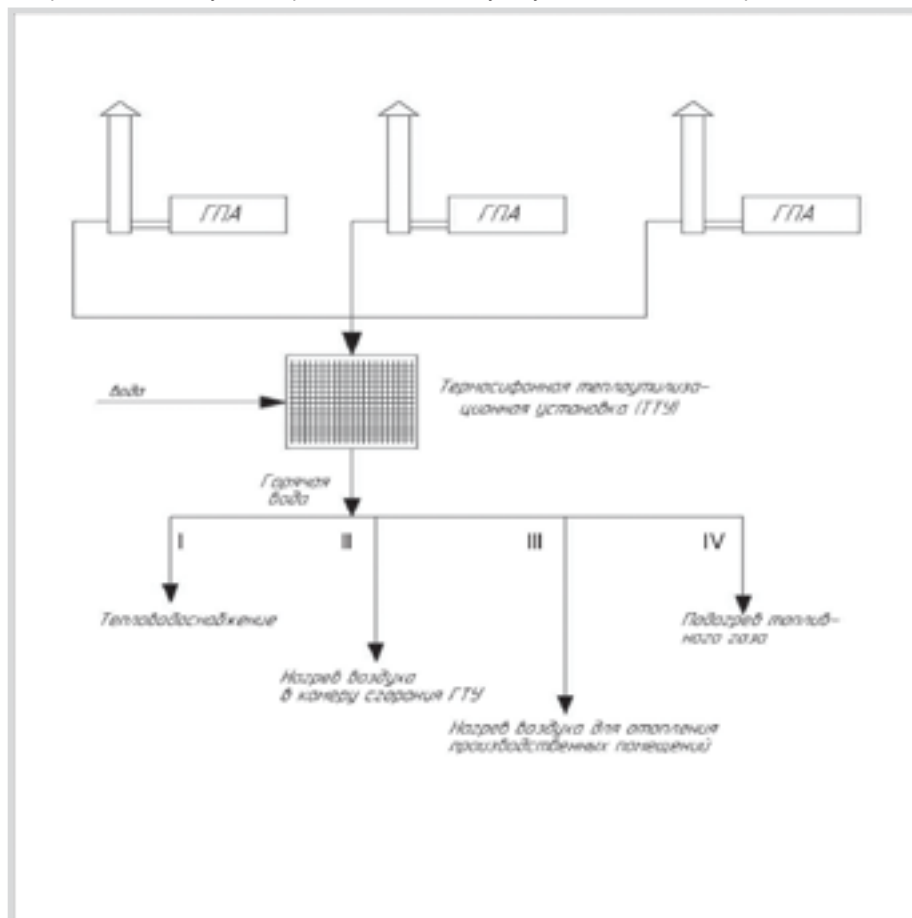


Рис. 1 Схема утилизации тепла отходящих газов ГТУ

теплообмен между участками кипения и конденсации. Можно выделить три зоны: зону нагрева (испаритель) 3, транспортную зону 4, и зону конденсации (конденсатор) 5. Деление на эти зоны условно, так как перенос жидкости происходит во всех зонах.

Таким образом, если отказаться от сжигания газа, например, при подогреве топливного и пускового газа, а нагрев осуществлять за счет утилизированной теплоты отходящих дымовых газов, это приведет к значительному снижению потребления природного газа на собственные нужды.

Теплофикационная вода, нагретая утилизированным теплом дымовых газов, является доступным, дешевым, безопасным носителем низкопотенциальной энергии.

Проведенные расчеты позволяют сделать следующий вывод: количество утилизированной теплоты в утилизаторах достаточно для использования его не только в качестве горячего водоснабжения, но и для других целей, в том числе для подогрева топливного, импульсного и пускового газа.

На компрессорных станциях магистральных газопроводов технологическая схема системы подготовки топливного и пускового газа содержит последовательно расположенные блок очистки, подогреватель газа, блоки редуцирования топливного и пускового газа, сепаратор повторной очистки.

Объектом исследования является подогреватель топливного газа. Суть модернизации заключается в исключении использования природного газа путем замены камеры сгорания на блок термосифонных труб и использовании для нагрева топливного газа утилизированной низкопотенциальной теплоты теплофикационной воды [2].

Важную роль в обеспечении работоспособности аппарата играет качество внутренних поверхностей замкнутых двухфазных термосифонов. Наличие загрязнений в твердом, жидком или в газообразном состоянии оказывает вредное влияние на рабочие характеристики термосифона. Неконденсирующиеся газы (НКГ) могут накапливаться в зоне конденсации, снижая теплопередающую способность.

Вместо классического способа химической очистки предлагаемый авторами метод очистки внутренних поверхностей термосифонных труб основывается на использовании разрядно-импульсных технологий (РИТ), а именно на использовании эффекта ударной волны, возникающей при высоковольтном разряде в жидкости и получившем название электрогидравлического эффекта (эффекта Юткина) [1].

Термосифонная труба очищается продвижением кабель-электрода в трубе. Затем труба водой промывается от разрушенных отложений. После проведения очистных работ вода полностью сливается. Внутреннюю и наружную поверхность трубы необходимо осушить

воздухом. Воздух должен быть сухим. Концы трубы закрываются пробками.

Данный метод обеспечивает надлежащее качество внутренних поверхностей заготовок термосифонных труб, при этом затраты на осуществление процесса очистки уменьшаются в несколько десятков раз по сравнению с химическим методом очистки.

Трубная доска является одним из основных узлов термосифонного теплообменника. Этот узел выполняет роль несущей рамы, на которую приходится вся нагрузка от веса термосифонов. Кроме того, трубная доска является разделительной стенкой между двумя теплоносителями, смешивание которых, как правило, не допускается.

Основной трудностью является крепление термосифонных труб к трубной доске. Здесь должны быть учтены такие факторы, как технологичность сборки, обеспечение плотности в соединении термосифон – трубная доска. Известные решения с применением «песчаного затвора» при малых перепадах давления или резьбового соединения для гладких труб в нашем случае использования оребренных труб со значительным перепадом давления между средами ( $\approx 7$  МПа) неприемлемы.

На рис. 4 и рис. 5 показаны соединения двух оребренных труб для теплообменника типа «газ-газ».

На рис. 6 одна трубка оребренная, другая гладкая. Такой тип соединения ▶

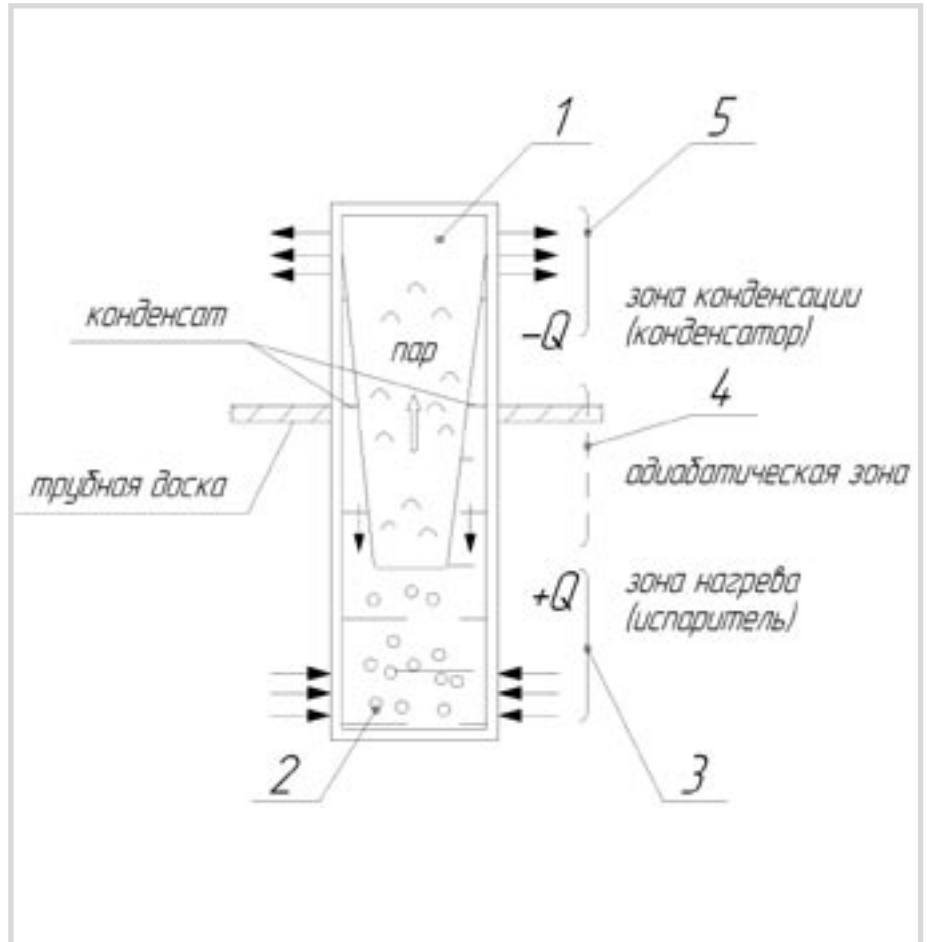


Рис. 2 Схема замкнутого двухфазного термосифона

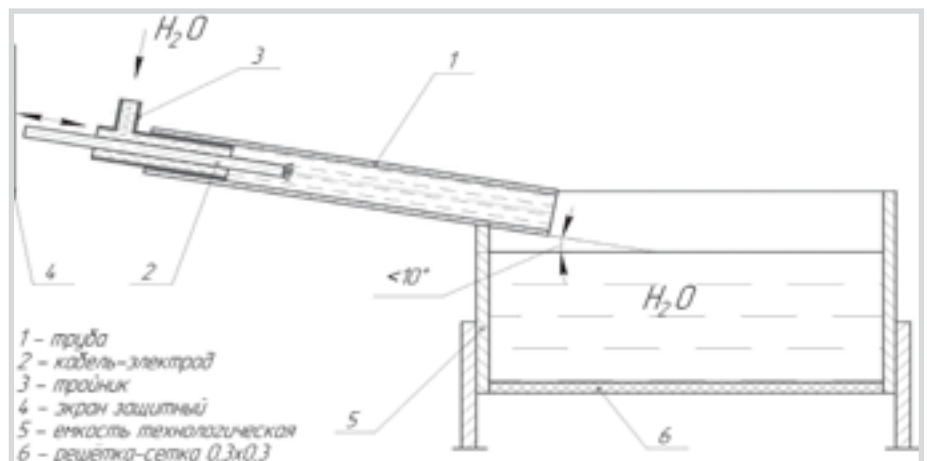


Рис. 3 Схема установки очистки термосифонных труб.

## ТРУБОПРОВОД / ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

может применяться при наличии теплоносителей двух видов – газа и жидкости.

Предлагаемая конструкция позволяет надежно обеспечить отсутствие переток между теплоносителями, а также допускает значительную разницу давлений теплоносителей, которая может иметь место в условиях компрессорных станций газотранспортного предприятия.

Одной из ответственных технологических операций при изготовлении термосифонов является операция вакуумирования и последующего заполнения трубок промежуточным теплоносителем. В литературных источниках эта операция рассмотрена лишь в принципиальном виде. Появилась необходимость разработки промышленной установки, позволяющей поставить на поток производство термосифонов.

Схема такого изготовленного стенда приведена на рис. 6. [3]

## ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВКИ

Откачка воздуха из трубы термосифона (5) производится вакуумным насосом (1). Уровень вакуума контролируется вакуумметром (4). При достижении необходимой величины вакуума насос перекрывается цапковым вентиляем (2). В мерник (3) заранее заливается необходимое количество промежуточного теплоносителя. После закрытия вентиля (9) открывается вентиль 2 и происходит заполнение термосифона (5) за счет «всасывания» промежуточного теплоносителя. Уровень вакуума контролируется с помощью вакуумметра (4). Вентиль (2) закрывается, термосифон (2) герметизируется с помощью обжимного устройства (8).

Перед заполнением и вакуумированием труба термосифона (5) проверяется на герметичность в водяной ванне (7) закачкой азота из баллона (6).

Внедрение данной технологии подогрева пускового и топливного газа позволит получить значительный экономический, экологический эффект за счет отказа от сжигания природного газа. Имеется разработанная технология изготовления подобных аппаратов. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бакиев Т.А., Юсупов С.Т. Использование разрядно-импульсных технологий при изготовлении двухфазных термосифонов // Сварка. Контроль. Реновация – 2004: Труды четвертой научно-технической конференции. – Уфа: Гилем, 2004. – С. 8-9.
2. Бакиев Т.А., Пашин С.Т., Юсупов С.Т. Система подготовки топливного и пускового газа. Патент на полезную модель № 57421. РФ, 2006.
3. Бакиев Т.А., Пашин С.Т., Юсупов С.Т. Стенд для заправки тепловой трубы теплоносителем. Патент на полезную модель № 58682. РФ, 2006.

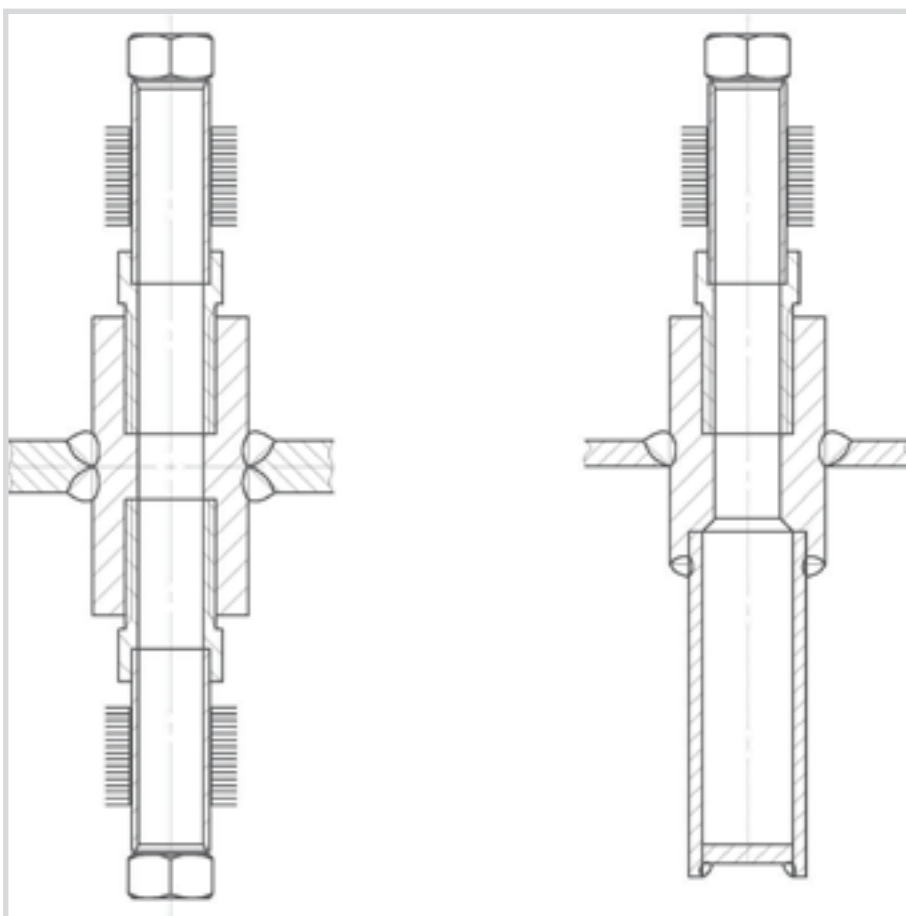


Рис. 4

Рис. 5

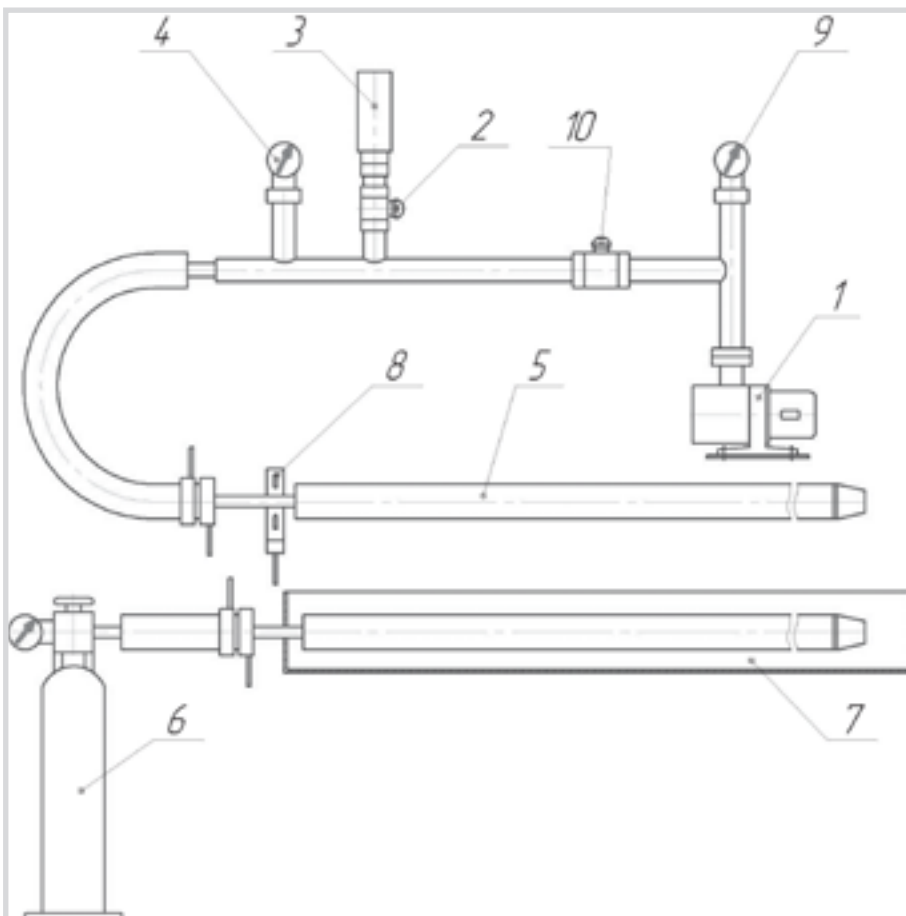


Рис. 6

1 – вакуумный насос, 2, 9 – вентиль цапковый, 3 – мерник, 4 – вакуумметр, 5 – труба термосифонная, 6 – баллон с азотом, 7 – ванна водяная, 8 – устройство обжимное