

ходит максимальное тепловыделение. С учетом торцевой раздачи воздуха в количестве $\alpha = 0,25$ это будет иметь место на относительном удалении от торца $X/l \approx 0,39 \div 0,4$ (см. рис.2).

В работе [2] с помощью позонных тепловых балансов было определено оптимальное расстояние для выхода воздуха для горизонтальной радиационной трубы диаметром 102 мм и длиной рабочей части 1100 мм. Экспериментально подтвержден полученный нами характер зависимости удельного теплосъема от величины α на участке от торцевой части трубы до ее относительной длины $X/l \approx 0,39 \div 0,4$. Однако необходимость в увеличении расхода воздуха после достижения максимума теплосъема на удалении $X/l \approx 0,39$ [2] определена не была, хотя снижение интенсивности теплосъема на конечных участках трубы было замечено. Разработанный принцип расчета радиационной трубы отражает реальный процесс в камере сгорания и позволяет получить равномерный теплосъем. Реализация его при проектировании радиационных труб позволяет в полной мере использовать такие их преимущества, как простота монтажа и замены оборудования, большой срок межремонтного периода, равномерность обогрева топочного пространства. Это позволит расширить область применения радиационных труб в различных отраслях промышленности.

1.Nichols H.H., Buskirk D.O. Van, A Now Concept in Radiant Tubes Desing and Application // Iron and Steel Ingeneer. – 1963. – №6.

2.Барк С.Е., Гаркуша И.С. Разработка и исследование рекуперативных тупиковых радиационных труб // Газовая промышленность. – 1970. – №5.

Получено 15.04.2001

УДК 658.264

О.Б.ВОРОБЬЕВ, канд. техн. наук, А.А.МАРНИЧ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ НА ТЕРМОСИФОНАХ И РЕКУПЕРАТИВНЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Приводится сравнительная характеристика рекуперативных теплоутилизаторов и теплоутилизаторов выхлопных газов на термосифонах. Рассматривается возможность применения последних в системах местного теплоснабжения на компрессорных станциях.

Все возрастающая роль топливно-энергетического комплекса в экономике Украины обуславливает необходимость коренного усовершенствования производства и потребления энергии за счет экономии

топлива, снижения удельной энергоемкости производства, максимального использования вторичных энергоресурсов и нетрадиционных источников энергии, обеспечивающих охрану окружающей среды.

Газовая промышленность располагает разнообразным парком газоперекачивающих агрегатов (ГПА), выхлопные газы которых являются источником вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). КПД газоперекачивающих установок в настоящее время не превышает 28%, что соответствует затратам газа на собственные нужды (топливный газ) до 10% перекачиваемого объема.

Повышение уровня использования ВЭР во многом зависит от наличия специализированного оборудования, реализующего возможность утилизации сбросной энергии выхлопа ГПА. В настоящее время утилизационные теплообменники (УТО) разработаны для всех типов ГПА [1], применяемых на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Конструктивно УТО являются рекуперативными теплообменными аппаратами, поверхности нагрева которых образованы трубами с приварным спирально-ленточным оребрением. Необходимую поверхность нагрева УТО в зависимости от объема выхлопных газов конкретного типа ГПА набирают из унифицированных модулей (трубных пучков) с помощью связующих элементов и переходников.

Утилизация избыточной теплоты продуктов технологических процессов или ее перераспределение по технологической линии является наиболее распространенным способом экономии топливно-энергетических ресурсов в таких энергоемких теплогенерирующих отраслях, как промышленная энергетика, металлургическая и нефтехимическая промышленность. К теплоутилизующим установкам, применяемым для этой цели, предъявляются требования, обусловленные спецификой их работы. Установки должны обладать высокой надежностью при работе с высокотемпературными, агрессивными, коррозионноопасными средами, исключать вероятность утечек и смешивания в соответствии с требованиями техники безопасности, технологии и охраны окружающей среды.

К теплообменникам ГПА в системе утилизации тепла отходящих газов предъявляются как традиционные требования (должны иметь оптимальные энергетические и конструктивные характеристики, обладать минимальной металлоемкостью и трудностью изготовления при заданной теплопроизводительности, иметь широкий диапазон регулирования параметров, в первую очередь теплопроизводительности, обладать высокой степенью надежности и ремонтпригодности), так и требования, обусловленные спецификой эксплуатации в условиях компрессорных станций (КС). Являясь вспомогательным оборудова-

нием, утилизационные теплообменники не должны мешать основному технологическому процессу – транспортировке газа, а поэтому должны иметь минимальное количество технологических и конструктивных связей с ГПА, не оказывать существенного влияния на режим агрегатов, т.е. обладать минимальным аэродинамическим сопротивлением [1].

Проектные организации практикуют в основном два способа компоновки УТО: горизонтальное размещение модулей в вертикально расположенной выхлопной шахте ГТУ и вертикальное расположение модулей в байпасном (обводном) газоходе. В выхлопной шахте устанавливаются УТО ГПА ГТН-6, ГТ-750-6, ГПА-Ц-6,3, ГПА-10. Для УТО ГПА ГТК-10, ГТ-6-750, ГТН-16, ГТН-25 сооружаются байпасные газоходы.

Серийно выпускаемые в настоящее время утилизационные теплообменники имеют ряд недостатков. В большинстве у них узкий диапазон регулирования теплопроизводительности, отсутствуют системы автоматического регулирования режимов работы, управления аварийным сливом теплоносителя, технологического контроля параметров и сигнализации об аварийных или нештатных состояниях УТО. По данным эксплуатации, УТО имеют низкий коэффициент надежности, малую ремонтпригодность, так как через 1-1,5 года работы требуют замены теплообменных модулей, ремонт которых в условиях компрессорных станций невозможен. Эти аппараты обладают также значительными габаритами, металлоемкие, установка их вызывает увеличение гидравлического сопротивления выхлопного тракта газотурбинной установки, что снижает ее эффективную мощность и приводит к “пережегу” топливного газа на преодоление дополнительного сопротивления.

С ростом единичной мощности газоперекачивающих агрегатов необходимость создания высокоэффективных теплопередающих устройств, обладающих большой теплопередающей способностью на единицу массы конструкции, способных работать в различных эксплуатационных условиях и лишенных недостатков серийно выпускаемых УТО, является очевидной. К таким устройствам можно отнести тепловые трубы, работающие по принципу замкнутого испарительно-конденсационного цикла.

Анализ литературных данных [2-4], зарубежного и отечественного опыта по созданию высокоэффективного теплообменного оборудования показал, что наиболее перспективными для использования в системах подготовки и транспорта газа являются теплообменники на тепловых трубах (ТО ТТ), обладающие повышенной в сравнении с

традиционными аппаратами теплопередающей способностью на единицу массы конструкции, которая в десятки раз больше, чем у меди и серебра.

ТО ТТ содержат от нескольких десятков, до сотен (иногда тысяч) ТТ и предназначены чаще всего для охлаждения или нагрева потока газа или жидкости. Наиболее простым вариантом ТО ТТ является пучок вертикальных ТТ, закрепленных в горизонтальной трубной доске с шахматным или коридорным размещением. Трубная доска делит корпус на два канала: для потока горячего газа (жидкости) и для холодного потока.

Применение в качестве теплопередающего элемента теплообменника тепловых труб позволяет благодаря большой эквивалентной теплопроводности трубы создавать высокоразвитую, компактную и эффективную поверхность теплообмена, обуславливающую заметное уменьшение массы и габаритов ТО ТТ в сравнении с традиционными при одинаковых мощностях передаваемого теплового потока. Теплообменники на тепловых трубах в несколько раз меньше традиционных по массе и габаритам и на 20-30% выше по эффективности.

ТО ТТ имеют низкое аэродинамическое (гидравлическое) сопротивление благодаря невысоким местным сопротивлениям и относительно большой площади живого сечения для прохода потоков теплоносителей. Они не подвержены заметным термическим сопротивлениям из-за малого градиента температуры по длине ТТ и возможности их свободного продольного расширения, обеспечивая надежное разделение встречных потоков газов или жидкостей.

Теплообменники с ТТ просты в изготовлении и эксплуатации, удобны в ремонте и надежны в работе, так как состоят из простых, одинаковых, легко заменяемых и очищаемых от загрязнений элементов – ТТ. В случае выхода некоторых тепловых труб из строя работоспособность ТО в целом не нарушается.

Как показывает анализ литературных источников [2-4], наиболее соответствуют требованиям теплоутилизационные установки с двухфазными термосифонами, которые имеют существенные преимущества перед тепловыми трубами с пористой или фитильной структурой.

В энергетике из всех типов ресурсосберегающего оборудования с термосифонами наиболее широкое распространение получили теплообменники для утилизации сбросной теплоты продуктов сгорания, которая может использоваться для теплоснабжения различных объектов. Передача тепла термосифоном осуществляется за принципом замкнутого испарительно-конденсаторного цикла. Тепловой поток от отходящих газов ГТУ, которые омывают зону испарения тер-

мосифона, приводит к испарению промежуточного теплоносителя (дистиллированной воды) во внутренней полости термосифона. Пар под действием градиента давления перемещается к зоне конденсации термосифона, отдавая через стенку свое тепло внешнему потоку воды из системы теплофикации, которая нагревается. Конденсат возвращается в зону испарения под действием гравитационных сил. Полученная таким образом горячая вода идет на обогрев помещений КС, а также может быть использована для внешних потребителей: жилых и общественных зданий, теплично-овощных комбинатов. При использовании утилизатора сбросной теплоты на КС отпадает необходимость в котельной, так как он удовлетворяет все нужды станции в теплофикации.

Таким образом, с учетом кризиса в топливной энергетике Украины применение теплоутилизаторов отходящих газов на термосифонах можно считать одним из вариантов теплоснабжения КС с высокими технико-экономическими показателями.

1. Юрачик И.Л., Глушенко Л.Ф., Маторин А.С. Утилизация теплоты приводных газотурбинных установок. – К.: Техника, 1991. – 198 с.

2. Васильев Л.Л. Теплообменники на тепловых трубах. – Минск.: Наука и техника, 1981. – 143 с.

3. Дан П., Рей Д. Тепловые трубы. – М.: Энергия, 1979. – 271 с.

4. Пиоро Л.С., Пиоро И.Л. Двухфазные термосифоны и их применение в промышленности. – К.: Наукова думка, 1988. – 136 с.

Получено 25.03.2001

УДК 658.264

Н.А.ШУЛЬГА, канд. техн. наук, О.М.ГЕРАСИМОВА,

А.А.АЛЕКСАХИН, канд. техн. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

К ВОПРОСУ О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований потерь теплоты через тепловую изоляцию на тепломагистрали г.Харькова, которые позволяют проанализировать состояние конструкций и сравнить фактические тепловые потери с нормативными.

Повышение эффективности и экономичности теплоснабжения в Украине является актуальной проблемой. Техничко-экономический уровень эксплуатации тепловых сетей оценивается расходом электроэнергии на перекачку сетевой воды, потерями теплоты через тепловую изоляцию и утечкой теплоносителя. Тепловые потери здесь являются основным показателем и в значительной степени влияют на эффектив-