

прижогов» и сопровождается потемнением обработанного участка, в отдельных случаях обнаруживается визуально. Структурные превращения в этих местах приводят к локальным объемным изменениям, вызывающим рост внутренних напряжений разного знака. Если напряжения превышают временное сопротивление металла, происходит разрыв поверхностного слоя в центре или на границах участка «прижога», как в точке наибольшей концентрации. Возникновение микротрещин на поверхности резко снижает сопротивление усталости изделия. В таблице приведены результаты качества прядильных колец

Выводы: в результате проведенных испытаний установлено, что применение MAO как финишной операции позволяет получить на сложно-профильной поверхности прядильных колец в местах их рабочего контакта с нитью пряжи шероховатость, $R_{a1}=0,01-0,02$ мкм. Данные показатели шероховатости обеспечивает снижение обрывности нити пряжи до 25%, что повышает эффективность прядильного производства.

Таблица 1 - Показатели производительности шлифования и MAO прядильных колец

Шероховатость поверхности, R_{a2} , мкм	
Шлифование	MAO
0,1-0,4 мкм	0,01-0,02 мкм



а



б

Рисунок 1 - Топография поверхности прядильного кольца после а) шлифование, ($\times 150$) б) MAO, ($\times 150$)

УДК 622.691.4.052.012

РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛА КАК ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРАНЫ

О.Н. Махов, В.И. Субботин, Р.Ш. Корובהа

*Российский университет кооперации,
Ивановский филиал, Россия*

В последние годы в газовой промышленности сложилась ситуация, выдвинувшая проблему энергосбережения на первый план. Это связано с тем, что развитие газовой промышленности в прошлом столетии осуществлялось форсированными темпами. Ежегодно вводились в действие более 10 тыс. км газопроводов и компрессорные станции мощностью 2,0 млн. кВт. Ежегодная добыча газа в России превышала 50 млрд. м³

Такие успехи в развитии газовой промышленности в значительной мере были обусловлены тем, что в стране был создан необходимый научно-производственный потенциал, мощная база строительной индустрии, высокими темпами велась разведка запасов природного газа.

Широкомасштабная газификация народного хозяйства резко повысила производительность труда во многих отраслях промышленности, благодаря чему были обеспечены высокие темпы экономического роста.

В условиях отставания отечественного компрессоростроительного комплекса приходилось устанавливать на компрессорных станциях газоперекачивающие агрегаты (ГПА) с низким (по сравнению с зарубежными аналогами) коэффициентом полезного действия. Существующий парк газоперекачивающих агрегатов имеет средний КПД примерно равный 28%, тогда как современные агрегаты на уровне 36%, что обуславливает перерасход топливного газа на 15-20%. Однако удельный расход топливно-энергетических ресурсов (газ и электроэнергия) на привод газоперекачивающих агрегатов в течение многих лет постоянно снижается. Основная причина снижения связана с вынужденной разгрузкой газотранспортной сети.

Газопроводы, вводимые в эксплуатацию в период интенсифицированной перекачки газа, зачастую не были оснащены системами телемеханики, а из-за вознившего дефицита запорной арматуры ее установка велась с увеличенным шагом, из-за чего в настоящее время при проведении ремонтных работ приходится стравливать огромное количество газа в атмосферу. В то же время на зарубежных станциях, при проведении ремонтных работ, весь газ стравливается в специальные емкости, откуда в дальнейшем отбирается на нужды станции или направляется потребителям. Кроме того, из-за отсутствия современной системы учета и контроля газа, а также из-за использования морально и физически устаревшего оборудования на большинстве газоперекачивающих станций, имеют место потери природного газа. Постоянный рост потерь природного газа при перекачке связан со значительным износом трубопроводного и перекачивающего оборудования. Большая доля потерь природного газа приходится на коммерческие потери, которые в газовых хозяйствах определяются, исходя из относительной погрешности приборов учета 2,5-5% (при мировой практике 0,25%). В общем по России потери газа могут составлять более 1 млрд. м³/год.

Кризисная ситуация в экономике страны также оказала негативное влияние на развитие и функционирование топливно-энергетического комплекса и газовой промышленности. Прежде всего, следует отметить уменьшение добычи угля и нефти и повышение в 1,5 - 3,0 раза их цены по сравнению с природным газом. Это не только не стимулировало газосбережение, но сделало природный газ более предпочтительным для потребителей по сравнению с другими видами топлива.

Из-за нехватки финансовых средств на ремонт и реконструкцию возрастает старение и износ основных производственных фондов, ухудшается техническое состояние газоперекачивающего парка и линейной части магистральных газопроводов.

За последние годы прошлого века значительно снизилась добыча газа, что связано с падением добычи газа на большинстве имеющихся месторождений. Поиск, разработка и ввод новых месторождений расположенных в неосвоенных районах со сложными природно-климатическими условиями и слабо развитой инфраструктурой, требует огромных финансовых затрат и связан с ростом себестоимости добычи и транспортировки газа.

Следует отметить, что до недавнего времени в газоперекачивающей отрасли из-за огромных запасов дешевого газообразного топлива целесообразность использования в ГТУ регенерации тепла уходящих газов ставилась под сомнение.

Однако, в настоящее время, во всей газоперекачивающей промышленности ведется энергосберегающая политика, основой которой является повышение эффективности работы основного оборудования, а также снижение удельного расхода топлива и увеличение КПД привода.

Одним из методов, позволяющим повысить эффективность работы газоперекачивающего агрегата, является регенерация тепла. Регенерация тепла уходящих газов позволяет значительно повысить экономичность ГТУ за счет уменьшения количества тепла, подведенного в цикле. Коэффициент полезного действия ГТУ увеличивается с

ростом степени регенерации. Степень регенерации зависит от типа регенератора, а также от рабочих параметров агрегата на котором установлен регенератор.

В настоящее время существует множество конструкций регенераторов. Однако наибольшее распространение получили пластинчатые и трубчатые.

Известно, что одной из основных причин падения характеристик газотурбинного привода ГПА является разрушение теплообменной матрицы пластинчатых регенераторов. Мощность ГТУ при этом снижается на 30-50% по сравнению с паспортной. Поэтому эксплуатация пластинчатых регенеративных воздухоподогревателей с большим числом отработанных часов приводит к снижению эффективности работы агрегата, а также повышает вероятность разрушения матрицы пластинчатого регенератора в газоходе агрегата.

Нами были проведены исследования по оценке эффективности работы газоперекачивающего агрегата типа ГТ-10-2. В газоходе агрегата был установлен пластинчатый регенератор.

Установленный пластинчатый регенератор должен обеспечивать коэффициент регенерации 0,65, что соответствует паспортному показателю подогревателям данного типа. Так как число часов работы регенераторов соответствует наработке агрегата, то среднее число отработанных часов составляет 42 тысячи.

Двигатель ГТК-10-2 имеет паспортный КПД 27%, а фактически КПД машины не превышал 21+22%. Установленный в газоходе ГПА пластинчатый регенеративный воздухоподогреватель обеспечивал коэффициент регенерации 0,54 (паспортный 0,65). Все данные замеров и расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные и расчетные данные инструментального обследования ГТ-10-2

№п/п	Параметр	Единица измерения	ГТ-10-2
1	Температура уходящих газов за ТНД	°С	501
2	Температура уходящих газов за регенератором	°С	313,6
3	Температура воздуха за компрессором	°С	153,1
4	Степень регенерации	-	0,54

Из информации завода изготовителя установлено, что пластинчатый теплообменник, которым оснащен агрегат, не обладает ресурсом, равным ресурсу ГПА. Фактически после 40 тыс.ч. наработки он имеет утечки циклового воздуха свыше 5-10%, делающие агрегат практически неработоспособным. В нашем случае наработка регенераторов составляет более 40 тыс.ч.

Как было сказано ранее, одной из основных причин падения характеристик газотурбинного привода ГПА является разрушение теплообменной матрицы пластинчатых регенераторов. Мощность ГТУ при этом снижается на 30-50% по сравнению с паспортной.

Эффект от ремонта пластинчатых воздухоподогревателей путем заварки трещин сохраняется не более, чем на 1000-1500 ч, причем полностью устранить утечки даже на этот период не удается.

В связи с этим, эксплуатация ГТ-10-2 с пластинчатыми регенераторами, имеющими низкий коэффициент регенерации не соответствует паспортным значениям эксплуатации данного вида теплообменного аппарата, а эксплуатация вызывает перерасход топливного газа.

Снижение расхода топливного газа ГПА и увеличение КПД ГПА возможно за счет замены старых пластинчатых регенеративных воздухоподогревателей новыми, более надежными, трубчатыми.

Трубчатые регенераторы имеют существенно большие массу и габариты, чем пластинчатые. Однако они менее чувствительны к термическим нагрузкам, возникающим при пуске, останове и переходных режимах работы ГТУ, а также способны обеспечить надежную работу регенератора при высоких температурах и давлениях рабочих сред.

В обзоре различных конструкций воздухоподогревателей ГТУ убедительно показано, что возможности улучшения массогабаритных характеристик трубчатых регенераторов далеко не исчерпаны. За счет применения тонких стальных труб малых диаметров, интенсификации теплообмена в трактах регенератора его масса может быть снижена более, чем вдвое.

Результаты оценки замены пластинчатых регенераторов на трубчатые приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Параметр	Размерность	Значение
1.	Расход топливного газа	тыс. м ³ /год	13368
2.	Эффективная мощность турбины	кВт	7612
3.	Наработка агрегата	ч	3491
4.	Степень регенерации пластинчатого регенератора	-	0,54
5.	Степень регенерации трубчатого регенератора	-	0,8
6.	Снижение расхода топливного газа после установки трубчатых регенераторов	м ³ /ч	391,87

При стоимости природного газа 1 руб./м³ экономия топливного газа от применения трубчатого регенератора составит:

$$\Delta S = Q \cdot n \cdot C = 391,87 \cdot 3491 \cdot 1 = 1368,018$$

где Q - расход топливного газа за 2005 год работы станции тыс.м³; n - наработка агрегатов за 2005 год; C - стоимость природного газа, руб.

Замена пластинчатого регенератора на трубчатый позволит снизить расход топливного газа на 17%, а также увеличить КПД ГПА на 19% за счет повышения эффективности использования тепла уходящих газов.

УДК 685.34 : 674.8.036.6 : 66.02

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ШНЕКОВОГО ЭКСТРУЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
ПЕРЕРАБОТКИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ
УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Ю.А. Милющенко, С.В. Бровка, В.В. Пятов,
К.С. Матвеев**

*УО «Витебский государственный технологический
университет», г. Витебск, Беларусь*

Вопросы повышения качественных показателей выпускаемой продукции, являются в настоящее время приоритетными для любого предприятия, независимо от отрасли промышленности. Одним из путей решения указанной задачи, является снижение дефектности изделий, которая достигается, в том числе и улучшением сохраняемости