

металлическому трубопроводу с условным диаметром 75 мм. К одному из свободных концов спирали было приложено направленное по оси Z усилие, равное 1 Н (соответствует осевому напряжению равному 1,15 кПа). Абсолютное удлинение спирали в том случае составило 18 мм (28,1% относительного удлинения).

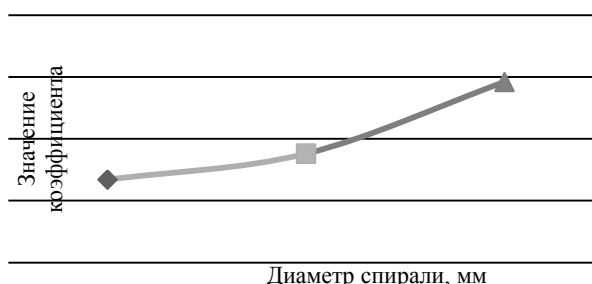


Рис. 2 Зависимость значения коэффициента соответствия от диаметра спирали

Отсюда следует, что модуль упругости гипотетического материала по оси Z пренебрежительно мал, поэтому при задании его анизотропных свойств можно использовать модуль Юнга равный 1 кПа. Подобное допущение оправдано практически, так как в реальной гибкой полимерно-металлической трубе спиральный проволоочный бандаж работает лишь на радиальные нагрузки, а для противодействия осевым нагрузкам предназначены слои полипропиленовых повивов.

Следует заметить, что в проведенных экспериментах максимальное напряжение составило 22% от предела текучести выбранной стали, что свидетельствует о наличии лишь упругих деформация во всех случаях.

Таким образом, в настоящей статье описан алгоритм оптимизации моделирования конструкций, подобных рассмотренному гибкому полимерно-металлическому трубопроводу. Полученные значения механических свойств по осям гипотетического анизотропного материала были применены к цилиндрическим моделям, после чего те под воздействием нагрузок стали вести себя аналогично спиральным конструкциям из стальной проволоки.

Литература

1. ТУ 2248-007-54031385-12 Трубы гибкие полимерно-металлические «Поликорд-Флекс». – Отрадный, 2012. – 12 с.
2. Инструкция по сборке ГПМТ в цехе №2. – Отрадный, 2004. – 17 с.
3. ГОСТ 7372 Проволока стальная канатная. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003, – 17 с.
4. ГОСТ 14959-79 Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. – М.: Стандартинформ, 2006, – 14 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СХЕМЫ ГРС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРУБОДЕТАНДЕРА

Титов И.И.

Научный руководитель профессор Хижняков В.И.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

На фоне общего развития производства энергии который за последние 30 лет в мире увеличился на 60%, газовая промышленность получила огромное развитие. Добыча углеводородных газов(природного газа, нефтяного газа) возросла на 140%, добыча нефти возросла на 30%, угля на – 45%.

Трубопроводный транспорт, будучи одним из главных способов доставки газа потребителям, не в состоянии по технико-экономическим причинам полностью обеспечить доставку газа от мест добычи. Кроме того, доставка низконапорного газа от мест добычи потребителям по трубопроводам не целесообразен.

Альтернативой дорогостоящей трубопроводной транспортировке газа на значительные расстояния, требующие строительства трубопроводов высокого давления и дожимных компрессорных станций большей мощности, стало создание комплексов, базирующихся на технологиях перевода газа в жидкости (сжижение газа, производство синтетического топлива) и безтрубопроводности транспорта жидких углеводородов.

С точки зрения энергосбережения в газотранспортной системе на сегодня весьма перспективной является утилизация энергии избыточного давления природного газа в турбодетандере. Турбодетандером называется утилизационная (т.е. не потребляющая топлива) расширительная турбина, механически связанная с потребителем ее мощности, например электрогенератором, компрессором и т.п.

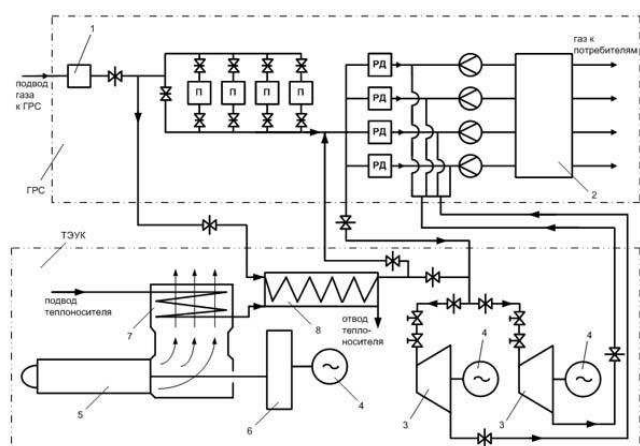


Рис. 1 Тепловая схема турбодетандерного энергоутилизационного комплекса на ГРС

ГРС : 1 – установка очистки газа; 2 – блок отключающих устройств; П – подогреватель газа; РД – регулятор давления. ТЭУК-14 : 3 – турбодетандер; 4 – электрогенератор; 5 – газотурбинный двигатель; 6 – редуктор; 7 – котел-утилизатор; 8 – теплообменник.

В соответствии с рисунком 2, ТЭУК-14 устанавливается параллельно технологическому оборудованию ГРС. Турбодетандеры 3 своими газопроводами подсоединяются к входным – к входному коллектору газоредуцирующих устройств ГРС (после существующих на ГРС подогревателей газа) и выходными – к выходным (после блока редуцирования) газопроводам ГРС.

В процессе работы турбодетандерных агрегатов 3-4, одна часть (до 80 %) общего расхода газа направляется в турбодетандеры 3, а вторая (по обычной

схеме) – в агрегаты редуцирования ГРС. Объединенные за блоками редуцирования потоки газа направляются потребителям.

В газовой промышленности турбодетандеры используются для:

- 1) пуска газотурбинной установки газоперекачивающего агрегата, а также для проворачивания ее ротора при остановке (с целью его охлаждения); при этом турбодетандер работает на транспортируемом газе с выпуском его после турбины в атмосферу.
- 2) охлаждения природного газа (при его расширении в турбине) в установках его сжижения.
- 3) охлаждения природного газа в установках его «промысловой» подготовки для транспорта по трубопроводной системе (удаление влаги путем ее вымораживания и т.п.).
- 4) привода компрессора высокого давления с целью подачи газа в пиковые хранилища.
- 5) выработки электроэнергии на газораспределительных станциях (ГРС) системы транспорта природного газа к его потребителям с использованием в турбине перепада давлений газа между трубопроводами высокого и низкого давления.

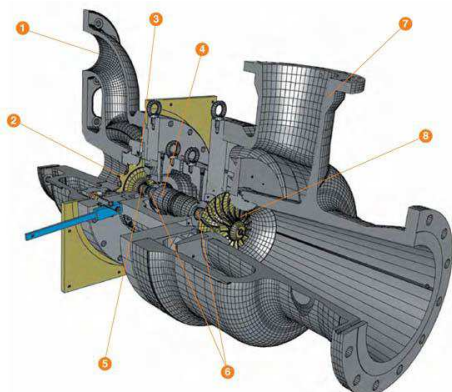


Рис.2 Пример схемы детандера

1. Корпус турбодетандера; 2. Рабочее колесо турбодетандера; 3. Входные направляющие лопатки; 4. Вал; 5. Лабиринтное уплотнение; 6. Подшипники; 7. Корпус компрессора; 8. Рабочее колесо компрессора. Если коэффициент теплопередачи в теплообменнике принять равным $\kappa=0,2 \text{ кВт/м}^2 \text{ К}$, а среднюю разность температур 5 К , то дополнительная поверхность теплообменника составит:

$$\Delta F = \frac{Q}{\kappa \Delta T} = \frac{217}{0,2 \cdot 5} = 217 \text{ м}^2$$

Удельная стоимость теплообменной поверхности по данным завода «Гамбовский комсомолец» составляет $s = 6000 \text{ рублей / м}^2$

Тогда стоимость дополнительной поверхности равна:

$$C_{то} = s \cdot \Delta F = 6000 \cdot 217 = 1302000 \text{ рублей.}$$

При температуре перед детандером 234 К допустимое содержание CO_2 в газе составит 4000 ррт. При этом стоимость системы очистки для однопоточной схемы равно около 17400000 рублей, а для двухпоточной – около 300000 рублей. Экономический эффект от двухпоточной схемы составит 14400000 рублей, что намного превышает увеличение стоимости теплообменной поверхности.

Литература

1. Агабабов В.С. Получение экологически чистой электроэнергии при утилизации давления транспортируемого газа/ В.С. Агабабов, А.В.Корягин, Ю.Ю.Хаммер // Энергосбережение и водоподготовка. -2000. -№1.
2. Мальханов В.П. О рациональном использовании энергии избыточного перепада давления топливного газа КС. // «Энергосбережение и водоподготовка», 2003г. № 3.
3. Люгай С.В. Повышение эффективности сжижения природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов: диссертация кад. тех. наук: защищена 28.04.2010/ Люгай Станислав Владимирович. – Москва 2010.

4. Твердохлебов В.И.; В.П. Мальханов. Утилизационные турбодетандерные установки для ГРС и КС. // «Газовая промышленность», 1985г., № 7.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С ПОМОЩЬЮ НАПЛАВКИ

С.А. Усолецев

Научный руководитель доцент А.В. Веревкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с возрастающими требованиями к новой технике, интенсивной работой механизмов в условиях низких и высоких удельных давлений и скоростей, решение проблемы износостойкости и долговечности деталей машин становится одной из главных задач современной науки. Если учесть, что в машинах и механизмах до 80 % аварий и отказов связано с износом, то актуальность применения технологий, обеспечивающих эффективное восстановление изношенных поверхностей деталей, не вызывает сомнений. В сфере транспорта нефти проблема износа рабочих органов центробежных насосов вызывает потребность в развитии технологий, позволяющих не только восстанавливать изношенные поверхности деталей, но и улучшать их механические характеристики. Наиболее остро эта проблема касается износа валов центробежных насосов, т.к. стоимость изготовления нового вала во много раз превосходит стоимости его ремонта. Для восстановления работоспособности изношенной поверхности вала требуется в 5–8 раз [1] меньше технологических операций по сравнению с его изготовлением. Кроме того, создание в процессе восстановления покрытия вала с повышенной износостойкостью, позволяет продлить его срок службы, увеличить межремонтный период, улучшить эксплуатационные параметры узла.

Вал насоса вращается в двух шарикоподшипниковых опорах, установленных в подшипниковом кронштейне. Поэтому износу вал центробежного насоса подвергается в местах контакта вала с подшипниками, а также в местах уплотнений. Для восстановления изношенной поверхности предлагается применение наплавки. Валы насосов изготавливаются из низколегированных углеродистых сталей (сталь 40Х), следовательно, в процессе наплавки очень высок риск образования холодных трещин. Самым распространенным методом предотвращения образования трещин при наплавке считается предварительный и сопутствующий подогрев и последующий отпуск. Если подогрев невозможен, для наплавки используют аустенитные электродные материалы.

Отечественными производителями предложен новый принцип легирования материалов ферритного класса для наплавки деталей из высокоуглеродистых сталей без подогрева. Разработана порошковая проволока проволока ферритного класса ПП-Нп-ТЗСГМ, которая обеспечивает отсутствие в наплавленном металле и зоне термического воздействия трещин, в том числе и отколов, в широком диапазоне режимов наплавки. Еще одним достоинством порошковой проволоки ПП-Нп-ТЗСГМ, является отсутствие дефицитных и дорогостоящих легирующих элементов и цена ее невысока. Механические свойства металла, наплавленного проволокой ПП-Нп-ТЗСГМ, говорят о достаточно высоком их уровне (табл. 1).

Таблица 1

Механические свойства наплавляемого металла и металла, наплавленного порошковой проволокой ферритного класса ПП-Нп-ТЗСГМ

Марка	Механические свойства наплавленного металла					
	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	НВ	НВ
ПП-Нп-ТЗСГМ	393	638	18,5	24,5	–	400
Сталь 40Х	315	590	17	40	174–217	–

Чтобы максимально автоматизировать процесс восстановления изношенной поверхности вала предлагается использовать автоматическую дуговую наплавку в среде аргона. В настоящее время для восстановления изношенных деталей используется в основном оборудование, оставшееся со времен СССР. Это объясняется, прежде всего, резким сокращением доли восстанавливаемых деталей. Несмотря на эффективность использования процессов восстановления изношенных деталей машин при ремонте агрегатов, например, при ремонте гидрораспределителей, компрессоров, насосов и других узлов, они используются довольно редко. Это связано, прежде всего, с дефицитом квалифицированных кадров, высокой стоимостью оборудования и его разнообразием, т.е. для каждой группы деталей необходимо использовать соответствующее оборудование, однако, учитывая широкую номенклатуру типоразмеров деталей, приобретение нескольких установок для восстановления экономически не оправдано.

Учитывая, что объемы восстановления изношенных деталей валов машин на сегодняшний день незначительны, было бы целесообразно иметь одну установку для различных типоразмеров деталей, так как любое ремонтное предприятие старается охватить более широкую номенклатуру деталей, чтобы на одном и том же вращателе можно было бы установить различные устройства, например, наплавочную установку и установку для электроконтактной приварки. Установка должна иметь блочно-модульный принцип для возможности ее модернизации, а также обработки широкой номенклатуры восстанавливаемых деталей, охлаждения зоны наплавки, сбора сыпучих материалов, оперативной переналадки приспособлений и устройств.