

Новый регулирующий клапан для гидроабразивных сред

А.М. Мельцер, (ОАО «Армагус»),
В.А. Ананьевский, И.В. Кириченко, (ООО «НИИЦА»)

На Кирово-Чепецком химическом комбинате им. Константина (КЧХК) и других предприятиях в качестве технологических сред применяются коррозионно-активные гидроабразивные среды с содержанием твердой фазы до 20%.

В таких средах односедельные клапаны регулирующие (КР) импортного производства, изготавливаемые из коррозионностойких сталей и сплавов, выходят из строя за 2-3 месяца. Причина – интенсивное разрушение регулирующих органов (РО) – плунжеров и седел (*Рис. 1*). Это порождает серьезные проблемы у потребителей, которые хотели бы устанавливать в своих системах более долговечные конструкции.

нующее расчет гидравлических характеристик КР (пропускная способность, расходные характеристики, диапазон регулирования и др.) – а именно, сложная структура потока в проточной части клапана. В этом случае практически не применимы существующие в арматуростроении нормы расчетов гидравлических характеристик КР, приведенных только к свойствам «ньютоновских» жидкостей.

На первом этапе решались следующие задачи:

- анализ причин разрушения деталей РО и возможные механизмы их разрушения, в том числе и на металловедческом уровне;

- анализ возможных механо-химических и гидродинамических механизмов разрушения материалов РО;

- анализ гидромеханического потока рабочих сред.

В настоящей статье приводятся основные выводы этих исследований (более подробную информацию можно найти в [3]).

1. Большинство разрушенных материалов – коррозионностойкие нержавеющие стали и сплавы на основе никеля (российские аналоги: 08Х18Н10Т, 06Х16Н28МДТ, ХН77ТЮР соответственно).

2. Максимальное разрушение деталей РО происходит в области дросселирования. Замена направления подачи среды (под или на золотник) не изменяла характер разрушения.

3. Превалирующим механизмом разрушения, по нашему мнению, явилось гидроабразивное изнашивание, интенсивное механо-химическими

процессами, хотя принципиально разрушение может являться следствием кавитации.

В защиту гидроабразивного изнашивания говорят следующие факты: разрушение характеризуется гладкой поверхностью, разрушенные поверхности представляют собой как бы многократно передеформированную массу металла. Они покрыты лунками – впадинами с окружающими их наплывами в виде соприкасающихся между собой валиков с рваными, но выглаженными краями.

Кавитационное же разрушение протекает с длительным инкубационным периодом, измеряемым десятками и со-

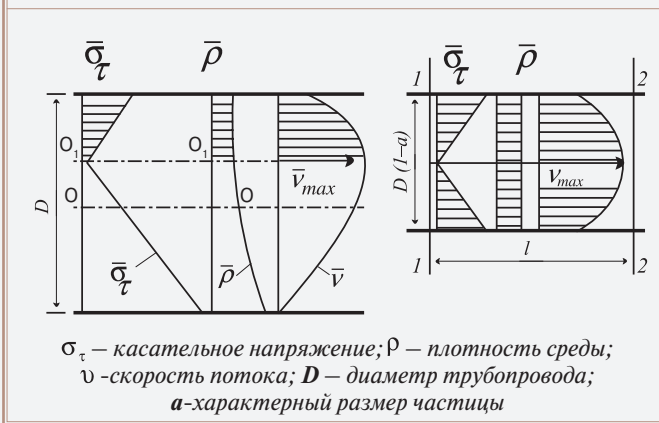
Рис. 1. Разрушенные детали РО плунжера и седла клапанов регулирующих КЧХК



Была поставлена задача создания высоконадежного КР, со значительно большим ресурсом – до 5 лет, и последующей замены всего ряда КР (DN 25, 40, 50, 80, 100). Эту проблему взяли решить совместно ОАО «Армагус», г. Гусь-Хрустальный Владимирской области, ООО «Научно-исследовательский инжиниринговый центр арматуростроения» (ООО «НИИЦА»), г. Киев и ООО НПП «Спецарм», г. Львов.

Казалось бы, задача создания надежного КР сводилась к разработке РО и проточной части, стойких к процессам разрушения. Однако, имело место обстоятельство, затруд-

Рис. 2. Схема для построения осесимметричного смещенного потока, динамически эквивалентного симметричному потоку в трубе



тнями часов, и характеризуется другой картиной разрушения. Поэтому достаточно небольшого содержания в среде абразивных частиц порядка 0,1 – 0,5% по объему, чтобы абразивное изнашивание опережало кавитационное, что и наблюдалось в данном случае (а в нашем случае – объемное содержание твердых частиц составляло до 20%).

Не оказывают кардинального влияния на стойкость к гидроабразивному износу и твердые наплавки. Более значительное уменьшение гидроабразивного износа проявляется при применении металлокерамических сплавов на основе карбидов титана, вольфрама со связующим кобальтом, например, Т5К10, Т15К6, ВК6 и др. Но они, как правило, дорогостоящие и также могут подвергаться разрушению.

Поэтому наиболее приемлемой как с точки зрения высоких механических свойств, высокой стойкости к абразивному изнашиванию, температуре, химической стойкости, так и с экономической точки зрения, является корундовая керамика (Al_2O_3). Эта керамика явилась основным материалом, который был применен в разрабатываемой конструкции КР для деталей проточной части и РО.

Вопросы разработки технологии и проблемы изготовления деталей из указанной керамики были решены совместно ООО «НИИЦА» и ООО «Спецарм».

4. Вопросы влияния структуры потока рабочих сред наиболее полно изложены в работах Б.Ф. Брагина [2] и Р. Кокса и С. Мейсона [3]. Основные выводы этих работ, применительно к исследуемой проблеме, следующие:

- параметры двухфазной среды, включая суспензии («неньютоновские» жидкости), отличаются от классических, для которых рассчитываются гидравлические характеристики, следующими особенностями: гидравлическое

сопротивление становится переменным, зависящим от концентрации твердых частиц и процентного содержания суспензии, проявляется аномальная вязкость, отсутствуют данные, необходимые для расчета расходных характеристик (например, коэффициенты μ) и т.д.;

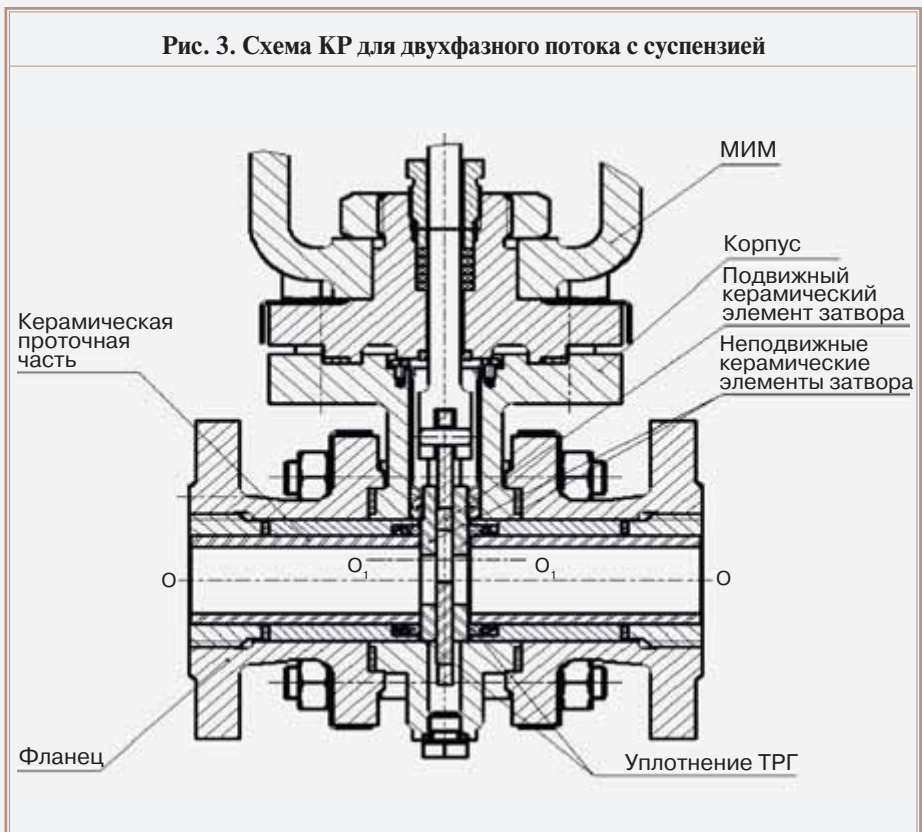
- происходит смещение симметричности потока, для чего вводится понятие смещенного потока, динамически эквивалентного симметричному потоку (См. рис.2);

- при движении по трубопроводу частицы наиболее крупной фракции начинают перемещаться из верхней полуплоскости в нижнюю и в нижней остаются в положении равновесия; в результате чего в верхней части трубы образуется слой с меньшей концентрацией твердой фазы, а в нижней части, наоборот, с более высокой концентрацией. При этом поток теряет осесимметричность относительно трубы.

Таким образом, учитывая вышеописанную структуру потока рабочей среды в трубе, с большой степенью вероятности можно утверждать, что расположение РО в нижней части потока нецелесообразно в связи с большой концентрацией твердых частиц. Также нецелесообразно применять плунжерные КР, т.к. кольцевой зазор работает в еще более жестком режиме, а характер разрушения РО подтверждает вышесказанное – на всех плунжерах наблюдался несимметричный характер разрушения.

Также нецелесообразно размещать РО в верхней части трубы – не существует методик расчета расходных характеристик вязких суспензий («неньютоновских сред»). А так как в указанных средах поток фактически трансформировался в несимметричный поток, ось которого ($O_1 - O_2$) смещалась в верхнюю часть трубы, то, по

Рис. 3. Схема КР для двухфазного потока с суспензией



нашему мнению, РО должен быть расположен соосно с осью $O_I - O_r$.

На основании вышеуказанных выводов была разработана конструкция РК нетрадиционного типа: РО был расположен по оси $O_I - O_r$, где рабочая среда приближалась к классическим ньютоновским жидкостям с минимальным количеством механических частиц.

Сам затвор образовывался двумя неподвижными и одной подвижной керамическими деталями – схему клапана см. на *рис. 3*. Опытный образец КР НЦ60001-015 прошел приемочные испытания. Расходные характеристики расчетные и экспериментальные имеют большую сходимость. В настоящее время готовятся три опытных образца для испытания на рабочих средах, которые будут установлены непосредственно на Кирово-Чепецком химическом комбинате.

К сожалению, здесь не приведено подробное описание конструкции клапана, т.к. в настоящее время проходит процесс патентования в РФ (в Украине имеется решение о выдаче патента на имя авторов А.М. Мельцера, В.А. Ананьевского и А.Л. Никитчука).

Это уже не первая разработка ОАО «Армагус» с ООО «НИИЦА». Гусевские арматуростроители и в дальнейшем планируют выпуск современной трубопроводной арматуры, отвечающей требованиям времени и соответствующей мировым стандартам, опирающейся на глубокую научную проработку.

Эту и другую продукцию вы сможете увидеть на стенде ОАО «Армагус» на предстоящих выставках:

«Нефть. Газ. Технологии – 2006» г. Уфа, 23 – 25 мая

«Нефтегаз – 2006» г. Москва, 19 – 23 июня

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Б.Ф. Брагин. Трубопроводный гидротранспорт твердых материалов. Часть 1 и 2. К:1993
2. Р. Кокс, С. Мейсон. Течение неньютоновских жидкостей по трубам

3. В.А. Ананьевский, А.М. Мельцер. Особенности конструкции регулирующих клапанов для управления потоками сложных двухфазных рабочих сред // Промислова гідроліка та пневматика (Промышленная гидравлика и пневматика). 2006, 2