

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ  
И ТРУБОПРОВОДОВ,  
ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ  
СЕРОВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ СРЕД»**



**23–26 ноября 2010 года  
г. Оренбург**



## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПРУЖИННЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ (ППК) ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОВ, СОДЕРЖАЩИХ СЕРОВОДОРОД, С УЧЕТОМ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ.

**А.Н.Бессонный**, президент, канд.техн. наук,  
**Е.А.Бессонный**, генеральный директор, канд.техн. наук,  
**А.В. Козаченко**, научный сотрудник лаборатории МПУиСи, канд.техн. наук,  
**С.В.Минин**, зам.начальника конструкторского отдела  
по промышленной безопасности, канд. Техн. Наук  
(Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт химического  
машиностроения ОО «ЛенНИИхиммаш»)

Опыт эксплуатации ППК в составе систем защиты технологических аппаратов и трубопроводов установок переработки нефти и газа от несанкционированного роста давления убедительно свидетельствует об определяющем влиянии состава перерабатываемой среды на ресурс и надежность функционирования этого оборудования.

Коррозионный износ основных элементов (пружина, седло клапана) в углеводородной среде, содержащей сероводород, приводит к охрупчиванию, возможности закоксовывания, повышению уровня негерметичности вследствие коррозии уплотняющих элементов клапана - таков далеко не полный перечень последствий длительного контакта рабочей среды с проточной частью ППК. Кроме того, повышается давление срабатывания клапана до недопустимых значений.

Единственной, получившей по-настоящему широкое распространение в отечественной практике мерой борьбы с этими негативными последствиями взаимодействия рабочего вещества с конструкционными материалами ППК, является жесткое ограничение межремонтного пробега клапана до очередной ревизии и перенастройки.

При этом, в общероссийских нормативно-технических документах явно прослеживается тенденция к сокращению и без того незначительной по

продолжительности эксплуатации ППК до величины 6 и менее месяцев.

Одним из путей решения данной проблемы является установка МПУ (мембранных предохранительных устройств).

Более пяти лет назад между ООО «Киришинефтеоргсинтез» в составе ОАО «Сургутнефтегаз», которое обеспечивает продуктами нефтепереработки северо-западный регион Российской Федерации, и ООО «ГК «ЛЕННИИХИММАШ» была намечена и все эти годы успешно реализовывалась программа совместных работ, направленных на создание МПУ длительного срока службы с назначенным ресурсом работы не менее 3 лет.

Основными стратегическими направлениями программы являлись:

- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке коррозионно-стойких покрытий рабочих элементов (мембран) МПУ;
- опробование головных образцов МПУ при работе в составе систем защиты установки товарно-сырьевых баз и газофракционирующей установки (ГФУ) нефтеперерабатывающего предприятия.

В рамках программы совместных работ ООО «ЛЕННИИХИММАШ» были изготовлены для ООО «КИНЕФ» головные образцы МПУ, которые были установлены

Перед штатными предохранительными клапанами 48 образцов Ду = 80 и Ру 17,5 на ёмкостях сырьевого парка установки ГФУ (состав среды в равновесном состоянии после связывания сероводорода: 0,22% меркаптана; 14% NaOH; 2 – 4 % (Na<sub>2</sub>S, NaHS) в водном растворе, сжиженный углеводородный газ (пропан, бутан или пентан)).

После двух лет эксплуатации мембранные узлы были демонтированы, а рабочие элементы мембран подвергнуты тщательному анализу.

На мембране не выявлено коррозионного воздействия рабочей среды на покрытие нитрида титана, присутствуют только соляные отложения.

При участии ООО «ЛЕННИИХИММАШ» и ОАО «ВНИКТИнефтехимоборудование» (г.Волгоград), под эгидой Совета главных механиков предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России была разработана инструкция «ИПКМ-2005» «Порядок эксплуатации и ремонта пружинных предохранительных клапанов, мембранных предохранительных устройств нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий Минпромэнерго России», согласованная с Ростехнадзором. Данная инструкция выпущена взамен устаревшего руководящего документа РУПК-78 «Руководящие указания по эксплуатации, ревизии и ремонту пружинных предохранительных клапанов».

В соответствии с данной инструкцией установка МПУ перед ППК позволяет увеличить сроки периодической ревизии ППК, как одного из компенсирующих мероприятий, позволяющих увеличить межремонтный пробег установок, до 48 месяцев.

Требования существующей в настоящее время НТД (ПБ 03-585-03, ИПКМ-2005 и т.д.) позволяют для реализации указанного срока устанавливать МПУ перед ППК, что, на первый взгляд, вполне обосновано. Однако

практика на примере эксплуатации установки ГФУ в ООО «КИНЕФ» показала, что иногда бывает недостаточно установить МПУ перед ППК.

За период трехлетнего пробега у большинства ППК установки ГФУ выявлен (в основном на пружинах и седлах) значительный осадок отложений (содержащий, в том числе, сероводород), что может привести к существенному снижению срока службы ППК.

Данный факт можно объяснить близостью факельной линии к установкам первичной переработки нефти. В тех же случаях, когда ППК были защищены с обеих сторон, их состояние при последующей ревизии практически не требовало ремонта. То есть, устанавливаемая после ППК дополнительная мембрана исключает влияние колебаний давления сбросной системы и защищает детали клапана от вредного воздействия коррозионно-активной среды факельной линии.

Кроме того, экспериментально было установлено, что дополнительная мембрана должна монтироваться во фланцевом соединении непосредственно сразу после ППК ввиду недопустимости увеличения объема свободного пространства между ППК и мембраной.

Установка дополнительной мембраны на полноподъемные пружинные клапаны не оказывает влияние на установочное давление, так как именно они обеспечивают надежное срабатывание мембраны, установленной за ППК, благодаря хлопку.

Для так называемых «шипящих» клапанов необходимо обеспечить следующее условие:

$$P_{расч.} \geq P_{уст.} + P_{пр.} + P_{мембр.}$$

где:

$P_{расч.}$  – расчетное давление защищаемого аппарата;

$P_{уст.}$  – установочное давление клапана;

$P_{пр.}$  – давление противодействия факельной линии;

Р<sub>мембр.</sub> – максимальное давление срабатывания мембраны, устанавливаемой за ППК.

Основной объем научно-исследовательской работы (НИР) выполнен по оценке коррозионной стойкости мембран из стали 12Х18Н10Т с покрытием из нитрида титана в средах-имитаторах рабочей среды установки ГФУ.

Выполненные на основе этих результатов расчетные оценки свидетельствуют о том, что созданные с покрытием нитридом титана мембраны могут обеспечить срок службы - три года и более.

На срок службы мембраны влияет не только коррозионная активность среды, но степень напряженного состояния материала мембраны.

Срок службы разрывной мембраны рассчитывается в соответствии с руководящими техническими материалами РТМ –6-28-009-82:

где:  $\eta$  – отношение рабочего давления в аппарате к давлению срабатывания мембраны;

$s$  – скорость коррозии материала мембраны в данной среде при температуре 20°С, мм/год;

$\Delta_0$  – толщина проката, из которого изготовлена мембрана, мм;

$\alpha$  – показатель ползучести материала мембраны, 1/год;

$t$  – температура среды в месте установки мембраны, °С;

$t_m$  – предельно допустимая температура для мембран из данного материала, °С;

При обеспечении условия отсутствия коррозии основным фактором, определяющим срок службы разрывной мембраны, является отношение рабочего давления в аппарате к давлению срабатывания мембраны. Основываясь на

проведенных исследованиях, для обеспечения эксплуатации разрывной мембраны не менее трех лет необходимо, чтобы рабочее давление в защищаемом

аппарате было на 20-30% меньше давления срабатывания мембраны.

На основе накопленного положительного опыта в настоящее время ООО «ЛЕННИИХИММАШ» с использованием современных технологий (лазерная насечка локальных ослаблений тела мембраны, сверхточная прошивка сквозных отверстий и т.д.) освоено производство мембран с защитным антикоррозионным покрытием на следующие технологические параметры:

- диаметр проходного сечения от 8 до 600 мм;

- давление срабатывания от 0,05 до 40 МПа;

- точность срабатывания  $\pm 5\%$ .

Производство заготовок осуществляется на современном высокопроизводительном лазерном комплексе, позволяющем производить резку, маркировку и несквозное ослабление заданной глубины в координатах X, Y, Z.

Для повышения производительности применяется стендовое оборудование, оснащенное гидравликой.

Таким образом, создан и опробован в главном механизм по продлению межремонтного пробега оборудования.