

УДК 621.6.036

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОПАДАНИЯ КРУПНЫХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ОБОРУДОВАНИЕ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

Усачев А.П.¹, Шурайц А.П., Густов А.П.

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов, e-mail: ¹ usachev-ap@mail.ru*

Аннотация. В статье приведены методические положения по предотвращению попадания крупных твердых частиц в оборудование газорегуляторных пунктов. Предложено предусматривать установку устройств по очистке природного газа перед каждой группой газового оборудования, если в подводящих к ним газ газопроводах возможно образование твердых частиц. Предложено также встраивать дополнительные фильтрующие элементы в конструкцию регулирующей арматуры и узлов учета газа, если между ними и установкой очистки расположены соединительные трубопроводы, в которых возможно образование твердых частиц.

Получена целевая функция, устанавливающая требования к максимальному размеру ячейки фильтрующего элемента, выполненного из плетеной металлической сетки. Расчеты, проведенные согласно предложенной целевой функции, показывают, что при максимальном размере твердых частиц, равном 0,12 мм, максимальный размер ячейки для сетки высокой точности составляет 0,08 мм.

Ключевые слова: природный газ, крупные твердые частицы, система грубой очистки, регулирующая, защитная и предохранительная арматура, газорегуляторный пункт, целевая функция, плетеная металлическая сетка, фильтрующий элемент, методические положения

В настоящее время, в результате реализации концепции ОАО «Газпром» [1] стремительно возрастает общее количество находящихся в эксплуатации газорегуляторных пунктов (ГРП) с пропускной способностью вплоть до 500 тыс. м³/ч и индивидуальных ГРП малой пропускной способности для жилых домов. Большинство вновь построенных ГРП представляют собой конструкцию шкафного или блочного типов, оснащенную узлом учета расхода природного газа (ПГ), который должен устанавливаться, согласно рекомендациям ОАО «Межрегионгаз», сразу после установки очистки (УО).

Расширение масштабов применения ГРП в настоящее время обуславливает увеличение количества инцидентов и аварийных ситуаций, связанных с нарушением герметичности затворов регулирующей (РА), защитной (ЗА), предохранительной (ПА), запорно-регулирующей (ЗПА) арматуры и выходом из строя узлов учета расхода газа (УУРГ). Установлено [2], что наиболее опасные воздействия, связанные с нарушением герметичности УО, оказывают крупные твердые частицы (ТЧ).

Согласно правилам безопасности ПБ 12-529-03 [3], затворы РА должны соответствовать классу «А» по ГОСТ 9544 [4], то есть, не должны иметь видимых протечек газа. Однако в правилах [3] не указан срок, в течение которого затворы

РА должны иметь такой класс герметичности. С целью конкретизации временных границ, в течение которых должны выполняться требования, заложенные в правилах [3], ОАО «Газпром газораспределение» выпустило стандарт [5], в котором установлено, что замена уплотнительных материалов РА, ЗА, ПА, ЗПА должна осуществляться не чаще одного раза в 5 лет. Детализация этих требований означает, что установленный правилами [3] класс герметичности «А» для затворов регулирующей, предохранительной и защитной арматуры должен сохраняться в течение периода времени не менее 5 лет без замены уплотнительных элементов.

По данным газораспределительных организаций нередко случаи, когда после одно- и двухлетней эксплуатации затворы РА, ЗА, ПА и ЗПА перестают соответствовать классу герметичности «А», установленному [4]. Согласно проведенным обследованиям, основной причиной низкого уровня герметичности указанного оборудования является неудовлетворительная работа установок очистки ПГ от крупных твердых частиц с фильтрующими элементами (ФЭ), которые в соответствии с [6] рекомендуется выполнять из плетеной металлической сетки по ГОСТ 6613-86 [7].

В настоящее время окончательно не выявлены все источники возникновения твердых частиц в системах газораспределения, не установлены максимальные размеры крупных ТЧ, оказывающие опасное воздействие на РА, ЗА, ПА, ЗПА и УУРГ, нет рекомендаций по выбору мест расположения и количеству установок очистки в системах газораспределения.

В этой связи является *актуальной* разработка методических положений по предотвращению попадания в газовое оборудование крупных ТЧ и, в том числе решение, следующих вопросов.

А. Определение мест образования крупных твердых частиц в многоступенчатой системе газораспределения и выбор, в зависимости от этого, мест расположения и количества установок грубой очистки природного газа.

Б. Определение максимального размера ячейки фильтрующего элемента, выполненного из плетеной металлической сетки, учитывающего максимально допустимый размер крупных твердых частиц, эрозионный износ проволоки фильтрующей сетки в течение срока службы фильтрующего элемента и фактические отклонения размера ячейки от его номинального значения.

В результате исследований, выполненных в этом направлении, получены следующие результаты.

А. Определение мест образования крупных твердых частиц в многоступенчатой системе газораспределения и выбор в зависимости от этого мест расположения и количества установок грубой очистки природного газа

Проведенные испытания и опыт эксплуатации показывают, что для ГРП, оснащенных высокочувствительными РА, ЗА, ПА и УУРГ, обеспечение требуе-

мого уровня очистки ПГ по ГОСТ 5542-87 [8], поступающего из распределительных газопроводов, достигается за счет комплексного использования установок грубой и тонкой очистки.

Твердые частицы, попадающие в РА, ЗА, ПА и УУРГ, являются разнородными по природе, месту возникновения, различными по размерам, составу и включают: абразивные частицы, чешуйки и мелкодисперсные частицы окислов железа, окалину, заусенцы после механической обработки, отслоения и остатки от литья деталей, закристаллизовавшиеся капли металла и флюса после сварки. Места образования твердых частиц в процессе монтажа и эксплуатации системы газораспределения существенным образом зависят от ее конструктивного устройства [9]. В общем случае, применительно к многоступенчатой системе газораспределения, начиная от газораспределительной станции и заканчивая потребителем, источниками и местами образования твердых частиц являются:

1. природный газ, поступающий от газораспределительных станций;
2. внутренние поверхности стальных распределительных газопроводов и арматуры, расположенных между газораспределительной станцией и головным ГРП;
3. внутренние поверхности деталей и узлов, соединительных трубопроводов, расположенных между установкой очистки и газовым оборудованием в процессе их монтажа и эксплуатации;
4. внутренние поверхности распределительных газопроводов высокого или среднего давления, расположенных между головным ГРП и ГРП отдельных потребителей;
5. внутренние поверхности распределительных газопроводов низкого давления, расположенных между ГРП и газогорелочными устройствами отдельных потребителей.

Опасное воздействие твердых частиц на регулирующую, защитную, предохранительную арматуру и узлы учета расхода газа ГРП заключается в истирании уплотнительных поверхностей герметизирующих элементов и седел. Крупные твердые частицы, такие как заусенцы после механической обработки, отслоения и остатки от литья деталей, закристаллизовавшиеся капли металла и флюса после сварки, абразивные частицы, попадая в зазор между седлом и герметизирующим элементом, препятствуют полному закрытию затворов РА, ЗА, ПА, ЗПА и инициируют протечку газа в сеть. Попадание твердых частиц в различные элементы УУРГ может привести к выходу их из строя и погрешности показаний.

В результате исследования мест возникновения ТЧ в многоступенчатой системе газораспределения [9] предложены следующие технические решения.

1. Установка устройств по очистке природного газа перед каждой группой газового оборудования, если в подводящих к ней газ газопроводах возможно образование крупных твердых частиц. Применительно к многоступенчатой системе

газораспределения рекомендуется устанавливать устройства по очистке газа перед газовым оборудованием: 1) головного ГРП; 2) шкафного или стационарного ГРП, обслуживающего одного или группу потребителей; 3) газогорелочными устройствами отдельных потребителей газового топлива.

2. Встраивание дополнительных фильтрующих элементов в конструкцию регулирующей арматуры и узлов учета газа, если между ними и установкой очистки расположены соединительные трубопроводы [10] или переходники, в которых возможно образование твердых частиц (рис. 1).

3. Использование полиэтиленовых подземных газопроводов, предотвращающее появление ТЧ на их внутренней поверхности, вследствие отсутствия коррозии материала таких трубопроводов. Расширение масштабов использования полимерных труб позволит существенно уменьшить фильтрующую поверхность и материалоемкость установок очистки.

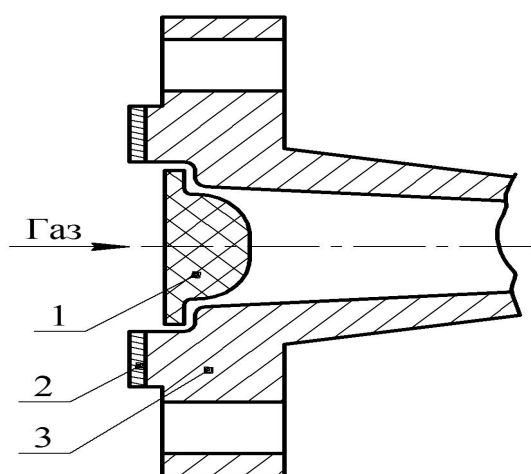


Рис.1. Входной фланец (резьбовой штуцер) РА, ЗА, ПА и УУРГ со встроенным в него фильтрующим элементом:

- 1 – фильтрующий элемент;
- 2 – уплотнительная прокладка;
- 3 – входной фланец

Б. Определение максимального размера ячейки фильтрующего элемента, выполненного из плетеной металлической сетки

Б.1. Одним из основных эксплуатационных параметров ФЭ является максимальный размер ячейки, при котором все ТЧ большего размера улавливаются установкой очистки в течение срока ее службы. Целевая функция по определению максимального размера ячейки фильтрующего элемента, выполненного из плетеной металлической сетки, при котором не оказывается опасного воздействия на элементы j -го типа газового оборудования (РА, ЗА, ПА, ЗПА и УУРГ) в течение срока его службы, с учетом опыта эксплуатации и согласно результатам проведенных исследований [11], записывается следующим образом:

$$a_{\max} = a_{j,\max} - 2 \Delta d_{np} [\tau_{cl}, v_{\max}, C_{\max}(P)] - \Delta a(n)_{\max}, \quad (1)$$

где $a_{j,\max}$ – максимально допустимый размер твердых частиц, при котором не оказывается опасного воздействия на элементы j -го типа газового оборудования ГРП, мм;

$\Delta d_{np}[\tau_{cl}, v_{max}, C_{max}(P)]$ – максимальное уменьшение диаметра проволоки фильтрующей сетки вследствие эрозионного износа в течение срока службы фильтрующего элемента, мм;

τ_{cl} – срок службы фильтрующего элемента на основе плетеной металлической сетки, ч;

v_{max} – максимальная скорость природного газа в живом сечении сетки ФЭ, м/с;

$C_{max}(P)$ – максимальная концентрация твердых частиц в ПГ соответствующего давления, кг/м³;

P – давление газа в газораспределительной сети, МПа;

$\Delta a(n)_{max}$ – максимальное отклонение размера стороны ячейки в большую сторону от номинального a_n (табл.1), мм;

n – параметр, учитывающий допускаемое число ячеек сетки с максимальными отклонениями размеров сторон от номинального размера a_n , в процентах от общего числа ячеек в рулоне.

Таблица 1. Выборочные размеры для металлических сеток нормальной точности, Н (высокой точности, В), мм [7]

Номер сетки	Диаметр проволоки		Номинальный размер стороны ячейки в свету, a_n	Предельное отклонение среднего арифметического размера стороны ячейки от номинального	Максимальное отклонение Δa размера стороны ячейки от номинального a_n	Допускаемое число ячеек n с максимальным отклонением размеров сторон от a_n , %
	Номинал., d_n	Пред. откл.				
004	0,030	$\pm 0,004$ (+0,003)	0,040	$\pm 0,004$ (+0,004)	+0,028 (+0,021)	8 (5)
0045	0,036	+0,004 (+0,003)	0,045	$\pm 0,005$ (+0,004)	+0,031(+0,023)	8 (5)
005	0,036	+0,004 (+0,003)	0,050	+0,006 (+0,005)	+0,034 (+0,025)	8 (5)
0056	0,040	+0,004 (+0,003)	0,056	$\pm 0,006$ (+0,005)	+0,038(+0,028)	8 (5)
0063	0,040	+0,004 (+0,003)	0,063	$\pm 0,007$ (+0,005)	+0,041(+0,028)	8 (5)
008	0,055	+0,004 (+0,003)	0,080	+0,008 (+0,006)	+0,050 (+0,032)	8 (5)
009	0,060	+0,006 (+0,004)	0,090	+0,009 (+0,007)	+0,055 (+0,036)	8 (5)
0125	0,080	+0,006 (+0,004)	0,125	+0,011 (+0,009)	+0,074 (+0,044)	8 (5)
025	0,120	+0,01 (+0,005)	0,250	+0,020 (+0,015)	+0,125 (+0,068)	8 (5)
05	0,250	+0,015 (+0,008)	0,500	+0,040 (+0,03)	+0,210 (+0,011)	8 (5)

Примечание: в скобках приведены отклонения от номинального размера (колонки 3, 5, 6 и 7) для металлических сеток высокой точности (В).

Целевая функция (1) составлена в предположении, что фильтрующие ячейки будут иметь максимальные размеры в конце срока эксплуатации, равного для ФЭ сетчатого типа $\tau_{cl} = 25$ лет.

Б.2. Определение значения параметра $a_{j,max}$ в целевой функции (1) для j -го типа газового оборудования ГРП.

В общем случае в ГРП устанавливается j -ое количество типов газового оборудования (1, 2, 3, ..., J):

$j = 1$ – регулирующая арматура (рабочие, контрольные и резервные регуляторы давления);

$j = 2$ – защитная арматура (рабочие и резервные предохранительные запорные клапаны);

$j = 3$ – предохранительная арматура (рабочие и резервные предохранительные сбросные клапаны);

$j = 4$ – узлы учета расхода газа (ротационные, турбинные и другие типы газовых счетчиков).

Проведенное сравнение различных типов газового оборудования, устанавливаемого в ГРП, показывает, что наиболее чувствительными к воздействию ГЧ являются регулирующая арматура ($j = 1$) и узлы учета расхода газа ($j = 4$).

Для затвора регулирующей арматуры ($j = 1$) в режиме её эксплуатации с переменным расходом от максимального до нулевого, высота зазора между уплотнительным элементом клапана и седлом в ночной и полуденный периоды времени может уменьшаться до 0,12 мм. В этом случае, твердые частицы размером выше 0,12 мм, попадая в зазор между уплотнительным элементом и седлом, застревают в нем и препятствуют полному закрытию затвора РА. Воздействуя на мягкие поверхности уплотнительного элемента при закрытии клапана, твердые частицы образуют в них вмятины, царапины и порезы, что приводит к потере герметичности затвора.

К защитной и предохранительной арматуре ($j = 2$ и $j = 3$) предъявляются менее жесткие требования по сравнению с регулирующей арматурой ($j = 1$), позволяющие увеличить максимальный размер твердых частиц свыше 0,12 мм, поскольку их рабочий клапан имеет только два рабочих положения: «полностью открыто» и «полностью закрыто», и, переходит из одного положения в другое резко, рывком, с ударом клапана о седло.

Для узлов учета расхода газа ($j = 4$) наличие твердых частиц размером выше 0,12 мм может привести к выходу их из строя и погрешности показаний, особенно для УУРГ камерного, ротационного и турбинного типов, широко применяемых в ГРП, средней и высокой пропускной способности. Например, попадая в зазор между корпусом и прямоугольными площадками ротационного счетчика, расположенными на концах роторов наибольших диаметров, твердые частицы приводят к заеданию вращающихся деталей и постепенной потере работоспособности УУРГ. В связи с

этим, максимальный размер твердых частиц, применительно к ротационным счетчикам различных марок: Delta Actaris Gaszahlezbau GmbH, ОАО «Сигнал», ООО Эльстер Газэлектроника», ОАО «Промприбор» и ряда других, согласно инструкциям по монтажу и эксплуатации, должен составлять 0,12 мм.

Таким образом, в качестве максимально допустимого размера твердых частиц, при котором не оказывается опасного воздействия на элементы j -го типа газового оборудования ГРП, примем $a(j=4)_{\max} = 0,12$ мм.

Б.3. Определение значения функционала $\Delta d_{np}[\tau_{cl}, v_{\max}, C_{\max}(P)]$ в целевой функции (1), выражающего собой максимальное уменьшение диаметра проволоки фильтрующей сетки вследствие эрозионного износа в конце срока службы ФЭ, осуществляется по формуле [12, 13]:

$$\Delta d_{np} = 3600 \cdot \tau_{cl} \cdot v_{\max}^3 \cdot C_{\max}(P) \cdot K_a \cdot E(P) / g. \quad (2)$$

Здесь E – вероятность удара твердых частиц о стенку уплотнительного элемента или ФЭ, принимается, согласно [12, 13] $E = 0,6$; K_a – коэффициент износостойкости материала металлической сетки фильтрующего элемента, принимается, согласно [12] $K_a = (1 \div 2) \cdot 10^{-11}$ м²/кг; g – ускорение свободного падения, м/с².

Коэффициент износостойкости K_a вычисляется с учетом результатов испытаний образца материала металлической сетки фильтрующего элемента, согласно [12], по формуле:

$$K_a = A \cdot \Delta G, \quad (3)$$

где A – постоянный параметр прибора, характеризующий его конструкцию и условия проведения испытаний, м²/кг²; ΔG – уменьшение массы образца материала в процессе испытания, кг.

Значение коэффициента износостойкости материала уплотнительного или фильтрующего элемента в зависимости от состава и формы ТЧ, дисперсности и других факторов находится в диапазоне $K_a = (1 \div 2) \cdot 10^{-11}$ м²/кг [12].

Результаты анализа формулы (2) показывают, что уменьшение диаметра Δd_{np} материала в месте эрозионного износа существенно зависит от:

1) значения скорости ПГ, входящего в расчетную зависимость (2) в третьей степени v_{\max}^3 ; 2) концентрации твердых частиц $C_{\max}(P)$ в потоке ПГ.

В целях количественного определения значения Δd_{np} в результате эрозионного износа в течение 25 лет были проведены соответствующие расчеты для металлической сетки ФЭ номером 008 (табл. 1) с диаметром проволоки $d_{np} = 0,055$ мм при следующих исходных данных: $\tau_{cl} = 25$ лет [14]; $P = 1,2$ МПа [15]; $v_{\max} = 25$ м/с [15]; $C_{\max}(P) = 10^{-6}$ кг/м³ [8]; $K_a = 10^{-11}$ м²/кг [12]; $E = 0,5$ [12, 13]; $g = 9,8$ м/с².

Результаты расчетов, проведенных по формуле (2), показывают, что величина максимального уменьшения диаметра проволоки фильтрующей сетки в конце срока службы ФЭ составляет $\Delta d_{np} = [\tau_{cl} \cdot v_{\max}^3 \cdot C_{\max}(P)] = 0,004$ мм.

Полученные результаты указывают на заметное увеличение размера ячейки сетки с величины $a_n = 0,08$ мм в начале срока эксплуатации $\tau_{cl} = 0$, до значения $a_n + 2 \cdot \Delta d_{np} = 0,08 + 2 \cdot 0,004 = 0,088$ мм в конце назначенного срока службы $\tau_{cl} = 25$ лет (рис. 2).

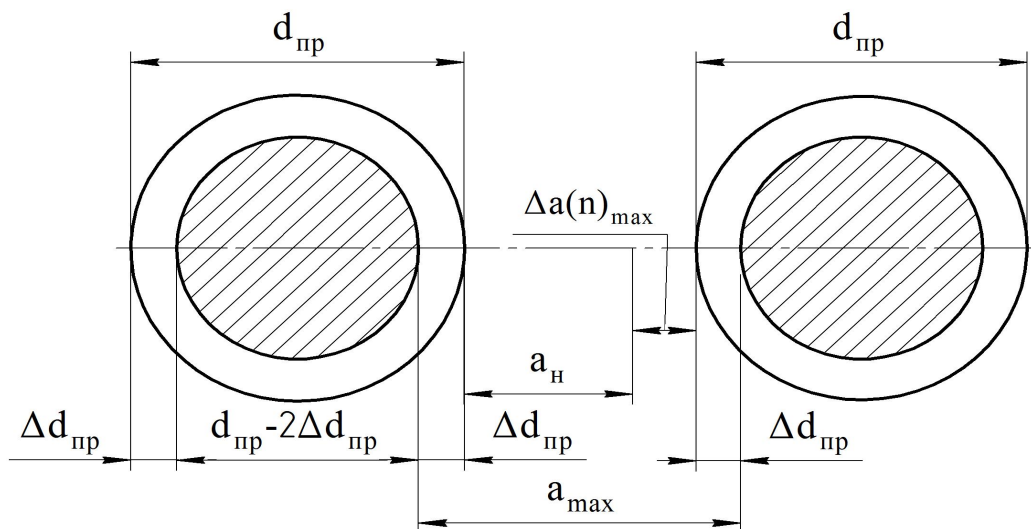


Рис. 2. Геометрические характеристики сетки:

– в начальный период эксплуатации:

диаметр проволоки d_{np} ; максимальный размер ячейки $a_n + \Delta a(n)_{max}$;

– в конце назначенного срока службы с учетом эрозионного износа
и максимального отклонения размера ячейки в большую сторону:

диаметр проволоки $d_{np} - 2\Delta d_{np}$; максимальный размер ячейки $a_n + 2 \cdot \Delta d_{np} + \Delta a(n)_{max}$

На рис. 2 сечение проволоки в конце назначенного срока службы ($\tau_{cl} = 25$ лет) заштриховано.

Б.4. Определение значения функционала $\Delta a(n)_{max}$ в целевой функции (1), выражающего собой максимальное отклонение размера стороны ячейки в большую сторону от номинального a_n , мм. Максимальное отклонение размера квадратной ячейки $\Delta a(n)_{max}$ принимается в зависимости от параметра n , учитывающего возможности технологии при изготовлении плетеной металлической сетки по ГОСТ 6613-88 [7]. Значения параметра n , учитывающего допусковое число ячеек с предельными отклонениями размеров сторон от номинального размера a_n в процентах от общего числа ячеек в рулоне, приведены в табл. 1.

Номинальный размер стороны ячейки в свету a_n плетеной металлической сетки, серийно выпускаемой отечественной промышленностью, принимается по ГОСТ 6613-88 для сеток нормальной, высокой точности и для контрольных сеток.

Анализ [7] показывает, что максимальное отклонение размера стороны ячейки $\Delta a(n)_{max}$ в большую сторону от номинального размера a_n наблюдается для достаточно большого числа ячеек, равного:

- 8 % от общего числа ячеек в рулоне для сеток нормальной точности;
- 5 % – для сеток высокой точности и для контрольных сеток.

Из данных [7] следует, что ячейки с максимальными отклонениями $\Delta a(n)_{\max}$ имеют размеры $a_n + \Delta a(n)_{\max}$, что значительно превышает номинальные размеры a_n .

Поскольку в ГОСТ 6613-88 не оговорен характер расположения ячеек с максимальным отклонением, рассмотрим наиболее неблагоприятный случай, когда ячейки с максимальным отклонением $\Delta a(n)_{\max}$ равномерно рассредоточены в рулоне фильтрующей сетки. Такой характер отклонения не подлежит исправлению, является наиболее опасным, и поэтому его следует считать расчетным. Для полного предотвращения проникновения твердых частиц с максимальным размером $a_{j,\max} = 0,12$ мм, согласно [7], необходимо принять к применению сетку высокой точности с номинальным размером ячейки, равным $a_n = 0,08$ мм и величиной $\Delta a(n)_{\max} = 0,032$ мм. Тогда размер ячейки с максимальными отклонениями составляет $a_n + \Delta a(n)_{\max} = 0,08 + 0,032 = 0,112$ мм, что приводит к выполнению условия: $a_{j=4,\max} > a_n + \Delta a(n)_{\max}$, или $0,120 > 0,112$ мм.

Б.5 Определение значения максимального размера ячейки в конце срока службы ФЭ с учетом эрозионного износа и максимального отклонения размера ячейки $\Delta a(n)_{\max}$. В целях количественного определения значения максимального размера ячейки a_{\max} в конце срока службы ФЭ были проведены соответствующие расчеты для ГРП с входным давлением $P = 1,2$ МПа, включающего в себя регулируемую, защитную, предохранительную арматуру и узел учета расхода газа, при следующих исходных данных:

сетка высокой точности по ГОСТ 6613-88 [7]; $\tau_{cl} = 25$ лет [14]; $v_{\max} = 25$ м/с [15]; $C_{\max}(P) = 10^{-6}$ кг/м³ [8]; $a_{j,\max} = 0,12$ мм (см. подраздел Б.2 данной статьи); $\Delta d_{np}[\tau_{cl}, v_{\max}, C_{\max}(P)] = 0,004$ мм (см. подраздел Б.3 данной статьи).

Решение.

1. Определяем максимальный размер ячейки сетки, в конце срока службы ФЭ без учета параметра $\Delta a(n)_{\max}$, то есть, только с учетом эрозионного износа:

$$a_{j,\max} - 2 \cdot \Delta d_{np}[\tau_{cl}, v_{\max}, C_{\max}(P)] = 0,12 - 2 \cdot 0,004 = 0,112 \text{ мм.}$$

2. Поскольку, учет величины $\Delta a(n)_{\max}$ также уменьшит размер ячейки, ориентировочно принимаем сетку с уменьшенным номинальным размером ячейки, равным $a_n = 0,08$ мм. В этом случае, величина максимального отклонения размера стороны ячейки в большую сторону от номинального для сетки номера 008 высокой точности составит $\Delta a(n)_{\max} = 0,032$ мм (табл. 1).

3. Определяем максимальный размер ячейки в конце срока службы ФЭ с учетом всех составляющих параметров формулы (1)

$$\begin{aligned} a_{\max} &= a_{j,\max} - 2 \cdot \Delta d_{np}[\tau_{cl}, v_{\max}, C_{\max}(P)] - \Delta a(n)_{\max} = \\ &= 0,12 - 2 \cdot 0,004 - 0,032 = 0,08 \text{ мм.} \end{aligned}$$

4. Окончательно принимаем сетку с ближайшим номинальным размером ячейки, равным максимальному, то есть $a_n = a_{\max}$ или $0,08 = 0,08$ мм.

Результаты расчетов, проведенных на основании целевой функции (1), показывают, что при максимально допустимом размере частиц не более 0,12 мм максимальный размер ячейки для сетки высокой точности (В) по ГОСТ 6613 -86 принимается не более 0,08 мм.

Выводы

1. Выявлено, что применительно к многоступенчатой системе газораспределения источниками образования твердых частиц являются:

- природный газ, поступающий от газораспределительных станций;
- внутренние поверхности стальных распределительных газопроводов, расположенных между газораспределительной станцией и головным ГРП, между головным ГРП и ГРП потребителей, а также между ГРП потребителей и газогорелочными устройствами;
- внутренние поверхности соединительных трубопроводов, расположенных между установкой очистки и газовым оборудованием.

2. Предложено предусматривать установку устройств по очистке природного газа перед каждой группой газового оборудования, если в подводящих к ней газ газопроводах возможно образование твердых частиц. Применительно к многоступенчатой системе газораспределения следует устанавливать устройства по очистке газа перед газовым оборудованием: 1) головного ГРП; 2) шкафного или стационарного ГРП для одного или группы потребителей; 3) газогорелочными устройствами потребителей газового топлива.

3. Предложено встраивать дополнительные фильтрующие элементы в конструкцию регулирующей арматуры и узлов учета газа, если между ними и установкой очистки расположены соединительные трубопроводы, в которых возможно образование крупных твердых частиц.

4. Получена целевая функция (1), устанавливающая требования к максимальному размеру ячейки фильтрующего элемента, выполненного из плетеной металлической сетки, при котором не оказывается опасного воздействия крупных твердых частиц на регулирующую, защитную, предохранительную арматуру и узлы учета расхода газа ГРП. Расчеты, проведенные согласно предложенной целевой функции, показывают, что при максимально допустимом размере твердых частиц, равном 0,12 мм, максимальный размер ячейки для сетки высокой точности по ГОСТ 6613-86 составляет не более 0,08 мм.

Литература

1. Концепция участия ОАО «Газпром» в газификации регионов Российской Федерации» / Утверждена постановлением Правления ОАО «Газпром» от 30 ноября 2009 г. № 57. М., 2010. 24 с.

2. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Густов С.В., Желанов В.П. Анализ опасных воздействий на герметизирующие элементы затворов регулирующей, предохрани-

тельной, защитной арматуры и контрольных регуляторов давления газорегуляторных пунктов природного газа // Нефтегазовое дело. Уфа, 2010. Том 8. № 1. С. 81 - 85.

3. ПБ 12-529-03. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления. М.: ГУП НТЦ ПБ Госгортехнадзора России, 2003. 200 с.

4. ГОСТ 9544-2005. Классы и нормы герметичности затворов. М.: Стандартиформ, 2008. 12с.

5. СТО Газпромрегионгаз 7.1-2011. Технические требования к материалам, оборудованию и технологическим схемам блочных газорегуляторных пунктов, шкафных пунктов редуцирования газа. Система стандартизации ОАО «Газпромрегионгаз». Санкт-Петербург: ОАО «Газпромрегионгаз», 2011. 33с.

6. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Густов С.В., Желанов В.П. Обоснование типа системы очистки природного газа, устанавливаемой перед регулирующей, предохранительной, защитной арматурой и узлами учета газорегуляторных пунктов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, 2011. Вып. 1 (83). С. 159 - 167.

7. ГОСТ 6613-86. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. М.: Изд. стандартов, 1988. 12 с.

8. ГОСТ 5542-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. М., 1994. 5 с.

9. Густов С.В. Источники возникновения и размеры взвешенных в природном газе твердых частиц // Нефтегазовое дело. 2011. Том 9. № 4. С. 98 - 101.

10. Патент на полезную модель № RU 114870 U1. Установка очистки природного газа от твердых частиц / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, С.В. Густов. Опубликовано 20.04.2012 г. Бюл. №11. 4 с.

11. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Густов С.В., Желанов В.П. Целевая функция, устанавливающая требования по предотвращению попадания крупных твердых частиц в оборудование газорегуляторных пунктов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. Вып. 2 (84). С. 133 - 141.

12. Справочник по пыле- и золоулавливанию/ М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312с.

13. Биргер М.И., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И., Падва В.Ю., Русанов А.А., Урбах И.И. Справочник по пыле- и золоулавливанию. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312 с.

14. Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрыбин Г.М. Очистка газов и воздуха от пыли в химической промышленности. СПб.: Химия, 1993. 320 с.

15. Промышленное газовое оборудование: справочник. Изд. 5-е перераб. и доп. Саратов: Газовик, 2010. 992 с.

16. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. М.: Минрегион России, 2010. 66 с.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL POSITIONS ON PREVENTION OF HIT LARGE HARD PARTICLES IN EQUIPMENT OF GAS REGULATING POSTS

A.P. Usachev¹, A.L. Shuraitis, S.V. Gustov

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia
e-mail: ¹usachev-ap@mail.ru

Abstract. *Methodical positions are brought in article on prevention of hit of large hard particles in equipment of gas regulating posts. It is offered to provide installation a device on clearing natural gas before each group of gas equipment if in leading to him gas gasmain possible forming hard particles. It is offered also to build in additional filtering elements in design adjusting armature and nodes of account of gas if between them and installation peelings are located connecting pipe lines, in which possible forming hard particles.*

It is received target function, installing requirements to maximum size of cell filtering element, executed from braided metallic net. Calculations called on according to offered target function, show that under maximum size of hard particles, equal 0.12 mm, approximate maximum size of cell for net of pinpoint accuracy forms 0.08 mm.

Keywords: *natural gas, large hard particles, system rough peelings, control, safety and protective accessories, gas regulating post, target function, braided metallic net, filtering element, methodical positions*

References

1. Kontsepsiya uchastiya OAO "Gazprom" v gazifikatsii regionov Rossiiskoi Federatsii (The concept of participation of OAO "Gazprom" in the gasification of regions of the Russian Federation). Moscow, 2010. 24 p.
2. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Gustov S.V., Zhelanov V.P. Analiz opasnykh vozdeistvii na germetiziruyushchie elementy zatvorov reguliruyushchei, predokhranitel'noi, zashchitnoi armatury i kontrol'nykh regulyatorov davleniya gazoregulyatornykh punktov prirodnogo gaza (Analysis dangerous influence on compacting elements valve adjusting, preventative, defensive armature and checking regulator of pressure of gazregulative points natural gas), *Nefegazovoe delo - Oil and Gas Business*, 2010, Vol. 8, Issue 1, pp. 81 -85.
3. PB 12-529-03. Pravila bezopasnosti sistem gazoraspredeleniya i gazopotreb- leniya (Safety rules for gas distribution and gas consumption systems). M., 2003. 200 p.
4. GOST 9544-2005. Klassy i normy germetichnosti zatvorov (Pipeline gate val- ves. Classes and rates of gates sealibility). Moscow, Standartinform, 2008. 12 p.
5. STO Gazpromregiongaz 7.1-2011. Tekhnicheskie trebovaniya k materialam, oborudovaniyu i tekhnologicheskim skhemam blochnykh gazoregulyatornykh punktov, shkafnykh punktov redutsirovaniya gaza (Specificationses to material, equipment and technological scheme for block gas regulating posts, closet gas regulating posts). SPb., Gazpromregiongaz, 2011. 33 p.

6. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Gustov S.V., Zhelanov V.P. Obosnovanie tipa sistemy ochistki prirodnogo gaza, ustanavlivaemoi pered reguliruyushchei, predokhranitel'noi, zashchitnoi armaturoi i uzlami ucheta gazoregulyatornykh punktov (Substantiation of the type of natural gas purification system installed before control and safety valves and metering stations of gas control units), *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov - Problems of gathering, treatment and transportation of oil and oil products*, 2011, Issue 1 (83), pp. 159 - 167.

7. GOST 6613-86. Setki provolochnye tkanye s kvadratnymi yacheikami (Square meshed woven wire cloth. Specifications). Moscow, 1988. 12 p.

8. GOST 5542-87. Gazy goryuchie prirodnye dlya promyshlennogo i kommunal'no-bytovogo naznacheniya. Tekhnicheskie usloviya (Natural gases for commercial and domestic use. Specifications). Moscow, 1994. 5 p.

9. Gustov S.V. Istochniki vozniknoveniya i razmery vzveshennykh v prirodnom gaze tverdykh chastits (Sources of origin and sizes weighted in natural gas of hard particles), *Nefegazovoe delo - Oil and Gas Business*, 2011, Vol. 9, Issue 4, pp. 98 - 101.

10. Utility model patent № RU114870 U1. Ustanovka ochistki prirodnogo gaza ot tverdykh chastits (Unit for cleaning natural gas from solid particles) /A.P. Usachev, A.L. Shuraitis, S.V. Gustov. Publ. 20.04.2012.

11. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Gustov S.V., Zhelanov V.P. Tselevaya funktsiya, ustanavlivayushchaya trebovaniya po predotvrashcheniyu popadaniya krupnykh tverdykh chastits v oborudovanie gazoregulyatornykh punktov (Effectiveness function setting requirements for prevention of big solid particles getting into the equipment of gas control stations), *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefiti i nefteproduktov Problems of gathering, treatment and transportation of oil and oil products*, 2011, Issue 2 (84), pp. 133 - 141.

12. Birger M.I., Val'dberg A.Yu., Myagkov B.I., Padva V.Yu., Rusanov A.A., Urbakh I.I. Spravochnik po pyle- i zoloulavlivaniyu (Handbook of dust and ash entrapment). 2 ed. Moscow, Energoatomizdat, 1983. 312 p.

13. Kouzov P.A., Mal'gin A.D., Skryabin G.M. Ochistka gazov i vozdukha ot pyli v khimicheskoi promyshlennosti (Air and gas purification from dust in chemical industry). SPb., Khimiya, 1993. 320 p.

14. Promyshlennoe gazovoe oborudovanie: Spravochnik (Industrial gas equipment: Reference book). 5 ed. Saratov, Gazovik, 2010. 992 p.

15. SP 62.13330.2011. Gas distribution system. Re-actualized daktsiya SNIP 42-01-2002. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2010. 66.