

УДК 677.057

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
СТЫКОВКИ ПАТРУБКА КОНТРОЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ
С ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ СОСУДОВ**

**THE STUDY AND CALCULATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS
DOCK PIPE TEST PROBES
WITH EXTERNAL SURFACE INDUSTRIAL VESSELS**

В.В. СМЕЛЬСКИЙ, А.С. РАЗУМОВ
V.V. SMELSKI, A.S. RAZUMOV

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: valer.smelsky@yandex.ru

В статье рассмотрен технологический процесс стыковки геометрических размеров патрубков для крепления адаптеров датчиков контроля с обечайкой промышленных сосудов, работающих под давлением при их изготовлении. Расчетно-графическим способом выбираются рациональные размеры величины зазоров при стыковке монтажного конуса с изогнутой наружной поверхностью и предлагается унификация типоразмеров монтажных конусов для всего диапазона диаметров выпускаемых предприятием промышленных сосудов.

In this article, we examine the technological process of connection of geometrical sizes of fittings for mounting of the adapters of controlling sensors with the industrial tank shell rings, which are operating under high pressure. We use calculations and graphics to choose the rational sizes of gaps, which occur during the connection of mounting cone with the curved external surface. We also propose a unification of dimension types of mounting cones for all available diameters of industrial tanks.

Ключевые слова: аппараты, промышленные сосуды, контроль технологического процесса, датчик контроля, адаптер, контрольные точки, типы датчиков, диаметр обечайки сосудов, размеры монтажного конуса, герме-

тичность соединения, сектор изгиба обечайки, параметры стыковки с обечайкой, наружная тепловая изоляция, унификация типоразмеров конуса.

Keywords: devices, industrial tank, controlling of technological process, controlling sensor, adapter, test points, sensor types, tank shell ring diameter, mounting cone size, connection hermeticity, shell ring curving sector, parameters of connection with shell ring, external heat isolation, mounting cones dimension types unification.

В текстильной промышленности широкое распространение получили аппараты (сосуды с герметическим исполнением) периодического действия, предназначенные для химической обработки под давлением льняной ровницы и пряжи (типа АКДН), аппараты для сушки пряжи под давлением (типа СКД), машины эжекторные для промывки, беления, крашения ткани в жгуте под давлением (типа ЭКБ). Аппараты, работающие под давлением, широко используются в пищевой, химической, медицинской и парфюмерно-косметологической промышленности [1].

Ход технологического процесса в головных аппаратах контролируется системой датчиков с креплением в адаптерах, которые устанавливаются в контрольных точках аппарата и в системах трубопроводов. Например, широко используются вибрационные датчики предельного уровня жидкостей в аппаратах или трубопроводах, в том числе и во взрывоопасных зонах при работе в пищевой и фармацевтической промышленности. Для крепления адаптеров в стенках головного аппарата вырезается отверстие и в него вваривается патрубок (монтажный конус), размеры которого зависят от наружного диаметра обечайки аппарата и диаметра фланца адаптера.

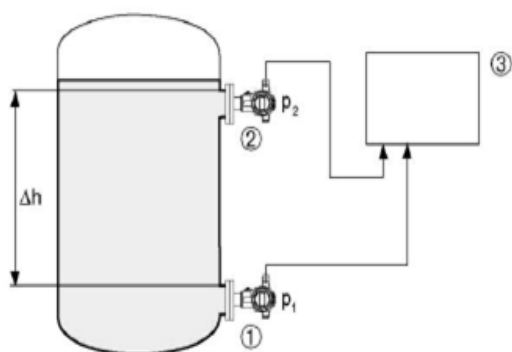


Рис. 1

На рис.1 (схема расположения контрольных точек для измерения и регулирования плотности рабочего раствора: 1 и 2 – нижняя и верхняя контрольные точки, 3 – модуль обработки сигналов) представлена схема точек монтажа датчиков в контрольных зонах рабочей емкости для замера плотности рабочего раствора. Плотность вычисляется модулем 3 обработки сигналов (PLC) на основе измеряемой разности давлений между двумя контролируемыми точками 1 (p_1) и 2 (p_2) и известного расстояния по высоте Δh .

Наиболее используемым типом датчика является датчик гидростатического давления Deltapilot S FMB70, представленный на рис. 2. Датчик предназначен для измерения гидростатического давления в жидких и пастообразных средах в любых технологических областях, с любыми технологиями измерения параметров процессов, в фармацевтической и пищевой промышленности, а также для измерения уровня, объема и массы жидкостей [2].

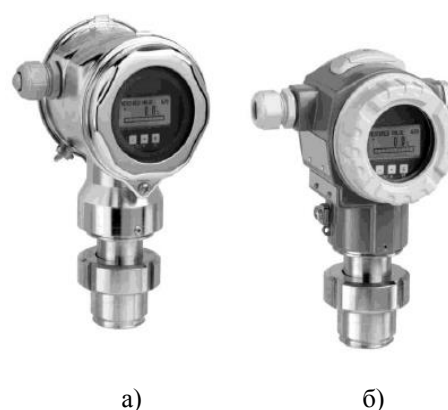


Рис. 2

Герметичность монтажного соединения данного датчика с работающим под давлением аппаратом, обеспечивается сле-

дующими типами адаптеров, выполненных в виде приварного патрубка (бобышка с диаметром фланца $d=60$ мм и $d=52$ мм) или фланца DRD DN50 (диаметром 125 мм).



а) б)

Рис. 3

На рис. 3 представлены наиболее часто используемые типы адаптеров: а) – бобышка G1 (диаметр $d=60$ мм) и RD52 (диаметр $d=52$ мм); б) – приварной фланец DRD DN50 (диаметр 125 мм) (Deltapilot S FMB70): а) – для монтажа в стенках сосудов, б) – для монтажа в системах трубопроводов.

Размеры монтажного конуса, ввариваемого в стенки сосудов для стыковки с приварным фланцем, напрямую зависит от диаметра (рис. 3-а) привариваемого к нему адаптера, а применение промышленных сосудов с наружными диаметрами от наименьшего до наибольшего размера вызывает изменение сектора дугового изгиба обечайки. Кроме того, геометрические размеры монтажного конуса по его высоте H в месте соединения с обечайкой сосуда связаны с необходимостью обеспечения тепловой изоляции внешней поверхности сосуда.

Накатка секторной дуги монтажного конуса для всего типоразмера аппаратов является затратной операцией, и требуется унификация и сокращение их типоразмеров. В табл. 1 даны геометрические параметры диаметров сосудов, монтажного конуса и наружной тепловой изоляции.

Т а б л и ц а 1

Диаметр корпуса сосуда, мм	Внутренний диаметр монтажного конуса, мм	Наружный диаметр монтажного конуса, мм	Толщина изоляции, мм
1060	150	190	50
1554	150	180	50
2410	200	260	50
2610	150	200	50
1200	150	200	80
1400	150	200	80
2300	150	200	80
2445	150	205	80
1615	194	250	100
1710	150	200	100
2000	150	250	100
2110	200	250	100

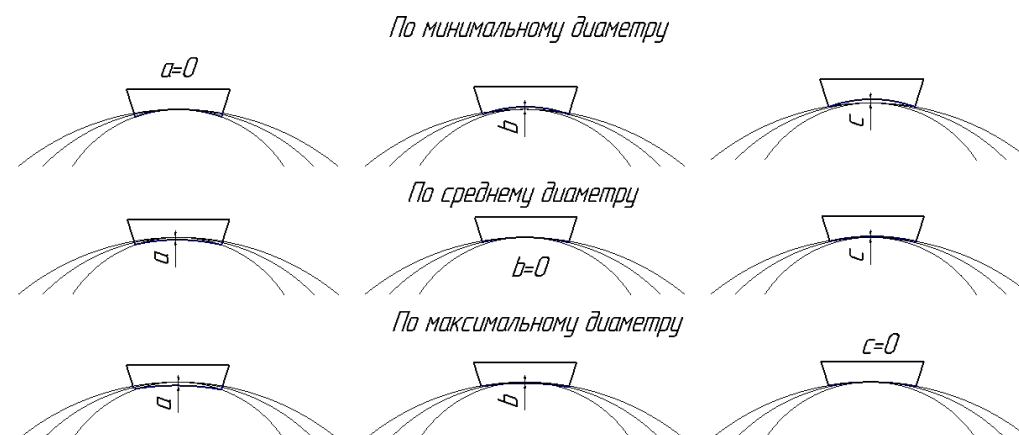


Рис. 4

С использованием программы "Mathcad" были просчитаны геометрические параметры стыковки конуса с наружной поверхностью всех типоразмеров сосудов и исследованы зазоры монтажных конусов в зависимости от радиуса округления (минимальному, среднему, максимальному диаметру корпуса) каждой группы в программе "КОМПАС 3D".

На схеме расчетов геометрических параметров (рис. 4) приняты следующие обозначения: а – зазор по минимальному диаметру, b – зазор по среднему диаметру, с – зазор по максимальному диаметру [3]. Самым наилучшим вариантом является скругление внутреннего диаметра монтажного конуса по среднему диаметру (b=0), так как зазоры не превышают допустимого значения. Осуществлены расчеты величины зазора по следующим формулам:

$$h = r - \sqrt{r^2 - \frac{d^2}{4}},$$

где r – радиус корпуса; d – внутренний диаметр монтажного конуса. Значения величины зазоров в пределах максимальной и минимальной величин определяются как разность:

$$\Delta_{\max} = h_1 - h_2,$$

$$\Delta_{\min} = h_2 - h_3.$$

Пример. Проведем расчет для группы №3 и полученные результаты сведем в табл. 2.

Группа №3.

Внутренний диаметр монтажного конуса d=175 мм.

Диаметр корпуса 1500 мм: h₁ = 5,122 мм,

Диаметр корпуса 1750 мм: h₂ = 4,386 мм,

Диаметр корпуса 2000 мм: h₃ = 3,836 мм.

Расчетная величина максимальной величины и минимальной величины зазоров составляет следующие значения: Δ_{max} = 0,74 мм и Δ_{min} = -0,55 мм.

Полученные в результате расчета величины зазора сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ группы	Диапазон наружного диаметра обечайки, мм	Скругление внутреннего диаметра конуса, мм	Расчетная величина зазора, мм	
			Δ _{max}	Δ _{min}
1	1000-1125-1250	1125	0,87	-0,69
2	1250-1375-1500	1375	0,56	-0,47
3	1500-1750-2000	1750	0,74	-0,55
4	2000-2250-2500	2250	0,43	-0,34
5	2500-2750-3000	2750	0,28	-0,23

Для оборудования, работающего под давлением, любые зазоры недопустимы [4]. При помощи сварки монтажный конус проваривается по всему периметру. Как видно из табл. 2, зазоры не превышают 1 мм, что соответствует ГОСТ 14771–76 [5, с.11, табл. 9].

На рис. 5 (расчетная схема соединения монтажного конуса с наружной поверхностью сосуда: 1 – обечайка; 2 – монтажный конус; 3 – кожух изолирующий; 4 – наружная тепловая изоляция) представлена схема соединения монтажного конуса с сосудом и представлены обозначения диаметров конуса и зазоров в месте стыковки, расчетные значения которых позволяют выбрать варианты унификации их типоразмеров. В целях сокращения типоразмеров проведена

унификация геометрических параметров монтажных конусов.

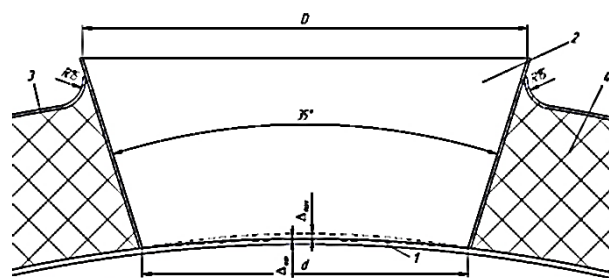


Рис. 5

Конструктивное решение геометрических параметров стыковки монтажного конуса с наружной поверхностью обечайки обосновано в соответствии с ГОСТ Р 52630–2012 п.6.9.6 "Сосуды и аппараты

стальные сварные". Установлено: Расстояние между краем шва приварки внутренних и внешних устройств и деталей, краем ближайшего шва корпуса должно быть не менее толщины стенки корпуса, но

не менее 20 мм.

В табл. 3 сведены унифицированные геометрические параметры монтажных конусов.

Т а б л и ц а 3

№ группы	Толщина наружной тепловой изоляции, мм					
	50		80		100	
	D, мм	H, мм	D, мм	H, мм	D, мм	H, мм
1	220,5	66	238,7	94	250,6	112
2	220,7	67	239,0	96	251,0	115
3	221,0	69	239,4	98	251,6	116
4	221,2	70	239,9	100	252,1	119
5	221,4	71	240,0	101	252,2	120

Предложено техническое обозначение унифицированных монтажных конусов:

КМД – 3 – 1375 – 80, где КМД – аббревиатура: конус монтажный датчика; 3 – номер группы, 1375 – диаметр скругления конуса, мм; 80 – толщина наружной тепловой изоляции, мм.

ВЫВОДЫ

1. Для упрощения процесса изготовления и сокращения себестоимости проведены исследования и расчет параметров рабочих конусов для монтажа датчиков в сосудах, работающих под давлением, в диапазоне всех выпускаемых типоразмеров.

2. Расчетные параметры соединения подтверждают надежность сварного крепления сосуда для обеспечения требований надежности соединения при выполнении технологических операций под давлением при цикличности действующих нагрузок в процессе изменения давления технологических процессов.

3. Рекомендованы 5 групп унифицированных монтажных конусов с учетом каждой из толщин наружной тепловой изоляции рабочих типоразмеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. О производстве ОАО "Цвет". Оборудование для текстильной продукции. Сайт предприятия: donishki.cwet.ru»o-kompanii.html.

2. Техническое описание Deltapilot S FMB70. Гидростатическое измерение уровня. Датчик давления с измерительной ячейкой CONTITETM. www.endress.nt – rt.ru.

3. Журных Б.Г., Серёгин В.И., Шарикян Ю.Э. Начертательная геометрия / Под общ. ред. В.И.Серегина – 1-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.

4. Документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр: ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

5. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1,2,3) – Взамен ГОСТ 14771–69. Введен с 01.07.77. – М.: Стандартинформ, 2007.

REFERENCES

1. O proizvodstve OAO "Cvet". Oborudovanie dlya tekstilnoj produkcii. Sajt predpriyatiya: donishki.cwet.ru»o-kompanii.html.

2. Tehnicheskoe opisanie Deltapilot S FMB70. Hidrostaticheskoe izmerenie urovnya. Datchik davleniya s izmeritelnoj yachejkoj CONTITETM. www.endress.nt – rt.ru.

3. Zhirnyh B.G., Seryogin V.I., Sharikyan Yu.E. Nachertatel'naya geometriya / Pod obsh. red. V.I.Seregina – 1-e izd. – M. : Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2015.

4. Dokumenty mezhotraslevogo primeneniya po voprosam promyshlennoj bezopasnosti i ohrany nedr: PB 03-576-03. Pravila ustrojstva i bezopasnoj ekspluatatsii sudosov, rabotayushih pod davleniem.

5. GOST 14771–76. Dugovaya svarka v zashitnom gaze. Soedineniya svarnye. Osnovnye tipy, konstruktivnye elementy i razmery (s Izmeneniyami № 1,2,3) – Vzamen GOST 14771–69. Vveden s 01.07.77. – M.: Standartinform, 2007.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 14.10.16.