

**Общество с ограниченной ответственностью
«ЭНЕРГОХИМКОМПЛЕКТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «ЭХК»



Белошицкий Д. А.

**ИЗДЕЛИЯ СТАЛЬНЫЕ
С ИЗНОСОСТОЙКИМ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТУ 197257-002-12606601-2024

Дата введения:
12.09.2024 г.

Настоящие технические условия распространяются на изделия стальные с износостойким металлокерамическим покрытием (трубы, отводы, тройники и крестовины), в дальнейшем - изделия, предназначенными для пневмотранспорта абразивных материалов фракцией до 5 мм и скоростью движения до 18 м/с.

1. ОБОЗНАЧЕНИЕ

Примеры условного обозначения изделий:

- 1) **Т 273×237 Б ТУ 197257-002-12606601-2016**, где
Т – труба с износостойким металлокерамическим покрытием;
273 – наружный диаметр трубы, мм;
237 – внутренний диаметр трубы, мм;
Б – бандажный вид соединения труб (Ф - фланцевый).
- 2) **О 273×237×1000×60° Ф ТУ 197257-002-12606601-2016**, где
О – отвод с износостойким металлокерамическим покрытием;
273 – наружный диаметр отвода, мм;
237 – внутренний диаметр отвода, мм;
1000 – радиус изгиба, мм;
60° - угол изгиба, градусы
Ф – фланцевый вид соединения труб (Б - бандажный).
- 3) **Тр 273×237-133×101×60° Ф ТУ 197257-002-12606601-2016**, где
Тр – тройник с износостойким металлокерамическим покрытием;
273×237 – наружный и внутренний диаметр корпуса, мм;
133×101 – наружный и внутренний диаметр штуцера, мм;
60° - угол наклона штуцера;
Ф – фланцевый вид соединения труб (Б - бандажный).
- 4) **Кр 273×237 Ф ТУ 197257-002-12606601-2016**, где
Кр – крестовина проходная с износостойким металлокерамическим покрытием;
273×237 – наружный и внутренний диаметр трубы, мм;
Ф – фланцевый вид соединения труб (Б - бандажный).
Кр 273×237-133×101 Ф ТУ 197257-002-12606601-2016, где
Кр – крестовина переходная с износостойким металлокерамическим покрытием;
273×237 – наружный и внутренний диаметр трубы, мм;
133×101 – наружный и внутренний диаметр переходной трубы;
Ф – фланцевый вид соединения труб (Б - бандажный).
Кр 273×237-133×101-127×95 Ф ТУ 197257-002-12606601-2016, где
Кр – крестовина переходная с износостойким металлокерамическим покрытием;
273×237 – наружный и внутренний диаметр трубы, мм;
133×101 – наружный и внутренний диаметр переходной трубы 1;
127×95 – наружный и внутренний диаметр переходной трубы 2;
Ф – фланцевый вид соединения труб (Б - бандажный).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Изделия должны изготавливаться в климатическом исполнении О, категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

2.2. Трубы с износостойким металлокерамическим покрытием (далее металлокерамическим покрытием) должны изготавливаться из труб стальных бесшовных горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 согласно табл. 1.

Таблица 1¹⁾

Внешний диаметр, мм	89; 95; 102.	108; 114; 121; 127; 133; 140; 146; 152; 159; 168; 180; 194; 203.	219; 245; 273; 299; 325.	351; 377; 402; 426; 450; 480; 500; 530.
Толщина стенки, мм	5	8	10	12

¹⁾ По согласованию с заказчиком толщина стенки трубы может быть изменена.

2.3. Трубы с металлокерамическим покрытием должны изготавливаться длиной 2000 мм, их внешний, внутренний диаметры и масса должна соответствовать данным табл. 2. По согласованию с заказчиком трубы с металлокерамическим покрытием могут изготавливаться длиной менее 2000 мм.

Таблица 2²⁾

№ п.п.	Наименование трубы	Внешний диаметр трубы, мм	Средний внутренний диаметр трубы ³⁾ , мм	Приблизительная масса 1 м трубы, кг
1.	Т 89×65	89	65	15,0
2.	Т 95×71	95	71	16,0
3.	Т 102×78	102	78	17,0
4.	Т 108×76	108	76	28,0
5.	Т 114×82	114	82	29,0
6.	Т 121×85	121	85	31,0
7.	Т 127×95	127	95	33,0
8.	Т 133×101	133	101	35,0
9.	Т 140×108	140	108	36,0
10.	Т 146×114	146	114	38,0
11.	Т 152×120	152	120	40,0
12.	Т 159×127	159	127	42,0
13.	Т 168×136	168	136	44,0
14.	Т 180×148	180	148	48,0
15.	Т 194×162	194	162	51,0
16.	Т 203×171	203	171	54,0
17.	Т 219×183	219	183	72,0
18.	Т 245×209	245	209	81,0
19.	Т 273×237	273	237	91,0
20.	Т 299×263	299	263	100,0
21.	Т 325×289	325	289	109,0
22.	Т 351×311	351	311	140,0
23.	Т 377×337	377	337	151,0
24.	Т 402×362	402	362	162,0
25.	Т 426×386	426	386	172,0
26.	Т 480×440	480	440	194,0
27.	Т 500×460	500	460	202,0
28.	Т 530×490	530	490	215,0

²⁾ При толщине стенки трубы, указанной в таблице 1.

³⁾ Размер для справки

2.4. Предельные отклонения и требования к геометрическим характеристикам труб с металлокерамическим покрытием должны соответствовать указанным в табл. 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Допустимые отклонения
	из труб по ГОСТ 8732-78
Наружный диаметр, не более	для труб с внешн. диаметром 89...219 мм: $\pm 1,5\%$ для труб с внешн. диаметром свыше 219 мм: $\pm 2,0\%$
Допуск длины трубы	± 3 мм
Толщина металлокерамического покрытия	6-12 мм
Неперпендикулярность торца трубы относительно образующей поверхности, не более	1 мм
Смещение плоскости торца металлокерамического покрытия относительно плоскости торца стальной трубы для: труб, соединяемых фланцами и труб, соединяемых бандажми, не более	± 2 мм
Наличие трещин	допускается наличие отдельных трещин шириной и глубиной не более 1 мм
Допустимые дефекты покрытий	1. Корольки металла и керамики на внутренней поверхности трубы, диаметром не более 5 мм. 2. Местные углубления (русла) глубиной, не превышающие половины толщины покрытия, не более трех на одну трубу. 3. Наличие неровностей (гофры) внутренней поверхности с толщиной перепада не более половины толщины покрытия

Толщина металлокерамического покрытия складывается из толщины металлического подслоя- промежуточного слоя между стенкой трубы и керамическим покрытием и внутреннего керамического покрытия. Толщина металлокерамического покрытия, указанная в таблице 3 – сумма промежуточного и керамического слоя.

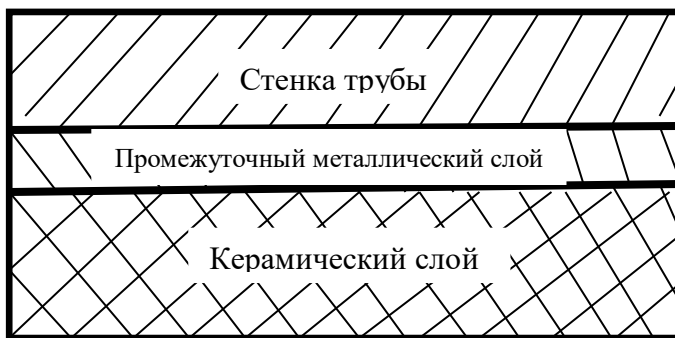


Рисунок 1. Схема расположения слоев металлокерамического покрытия.

2.5. Для соединения изделий с металлокерамическим покрытием предусмотрены два вида соединения: 1) разъемное болтовое при помощи фланцев (рис. 2) и 2) неразъемное на сварку при помощи бандажей (рис. 3).

Вариант присоединения изделий к трубопроводам без покрытия показан на рис. 4. По согласованию с заказчиком допускаются другие виды соединений.

При эксплуатации изделий при температурах перемещаемой среды от -50 до $+80^{\circ}\text{C}$ для изготовления прокладок используется пластина резиновая 1Ф-1-ТМКЩ-Т₂ толщиной не менее 3 мм по ГОСТ 7338-90; при температурах от $+80$ до $+300$ используется пластина паронитовая ПОН толщиной не менее 3 мм по ГОСТ 481-80.

2.6. Отводы с металлокерамическим покрытием изготавливаются путем сварки сегментов из труб, перечисленных в табл. 2.

Типоразмер отводов (диаметр трубы, угол и радиус изгиба) определяется заказчиком.

2.7. Тройники и крестовины с металлокерамическим покрытием изготавливаются путем сварки сегментов из труб, перечисленных в табл. 2.

Типоразмер изделий определяется заказчиком (диаметр и длина труб, угол наклона).

2.8. На внутреннюю поверхность трубных изделий со стороны торцов допускается наносить износостойкое керамополимерное покрытие толщиной 1...3 мм для механической защиты металлокерамического покрытия со стороны торцов (в случае нерегламентированного воздействия крюков, вилок погрузчика и ударов изнутри при транспортировке и монтаже трубных изделий).

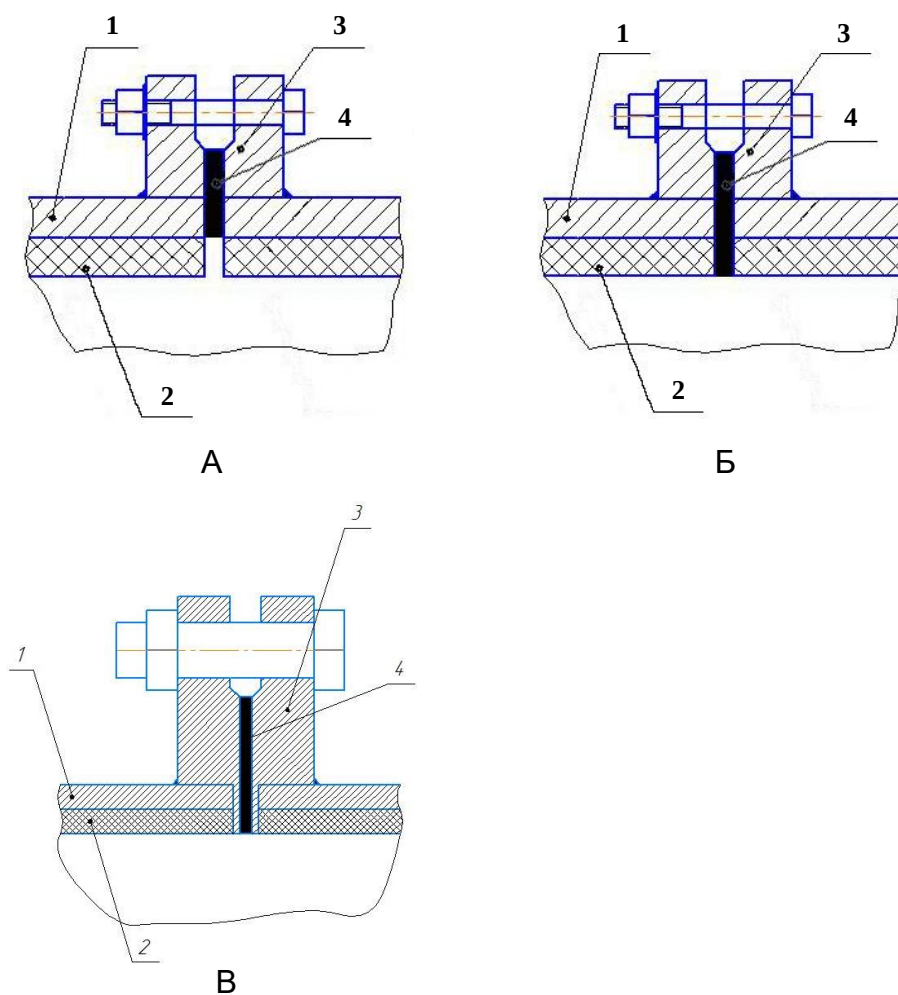


Рис. 2. Разъемное болтовое соединение труб с металлокерамическим покрытием при помощи фланцев:

А – для пневмотранспорта;

Б – для гидротранспорта;

В – с защитой торцов металлокерамического покрытия фланцами (от повреждений при транспортировке и монтаже изделий).

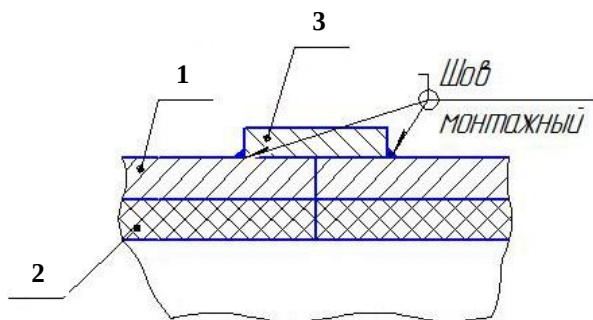


Рис. 3. Неразъемное соединение труб с металлокерамическим покрытием при помощи бандажей.

1 – труба; 2 – металлокерамическое покрытие; 3 – бандаж.

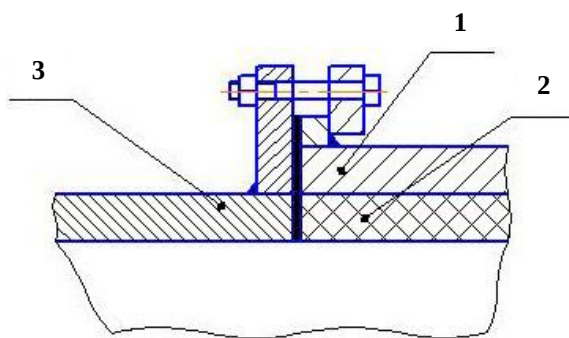


Рис. 4. Вариант присоединения трубы с металлокерамическим покрытием к трубе без покрытия.

1 – труба с металлокерамическим покрытием; 2 – металлокерамическое покрытие; 3 – труба без металлокерамического покрытия.

2.9. Физико-химические свойства металлокерамического покрытия (МКП) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 4.

Таблица 4.

Параметр	МКП	Каменное литье	Серый чугун СЧ 12-28
Плотность, г/см ³	2,9	3,0	7,2
Водопоглощение, %	0,1	0,13	не опр.
Предел прочности на сжатие, МПа	300-340	250-500	500
Предел прочности при изгибе, МПа	70-110	30-50	280
Ударная вязкость, КДж/м ²	1,5	1,25	3,0
Износостойкость (абразивное истирание), гр/см ²	0,06	0,30	0,79
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	2,1	1,52	51
Содержание Al ₂ O ₃	50-95%	-	-

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Изделия поставляются партиями.

3.2. Объем партии определяется договором.

3.3. Партией считается каждая поставка, отправляемая в один адрес и сопровождаемая одним документом.

3.4. В комплект поставки входят:

- изделие
- упаковка
- сопроводительные документы (накладная, счет-фактура, паспорт качества на партию).

3.4.1. Сопроводительный документ должен содержать:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- условное обозначение изделия;
- количество изделий каждого типоразмера в поставляемой партии, установленной договором или заказ-нарядом;
- наименование и адрес предприятия-заказчика.

Сопроводительный документ должен иметь подпись и штамп ОТК.

4. УПАКОВКА

4.1. Изделия поставляются на деревянных поддонах или в деревянных ящиках, изготовленных по конструкторской документации предприятия-изготовителя. По согласованию с заказчиком изделия допускается поставлять без упаковки.

5. МАРКИРОВКА

5.1. Каждое изделие маркируется эмалью белого (светлого) цвета по трафарету.

Маркировка должна содержать:

- сокращенное наименование предприятия-изготовителя;
- номер ТУ;
- условное обозначение изделия;
- номер партии;
- дату изготовления

6. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

6.1. Приёмочный контроль и испытания изделий проводятся предприятием-изготовителем.

6.2. Устанавливаются следующие виды контроля и испытаний: приёмочный, включающий приёмо-сдаточные испытания и периодические испытания.

6.3. Приёмо-сдаточным испытаниям подвергается каждое изделие.

6.4. Изделия, не прошедшие приёмо-сдаточные испытания, бракуются.

6.5. Периодическим испытаниям изделия подвергаются один раз в год. Для периодических испытаний отбирается 1% изделий от поставляемой партии.

6.6. В процессе приёмо-сдаточных и периодических испытаний необходимо контролировать параметры и показатели качества, приведённые в табл. 4.

Таблица 4.

Наименование показателей	Вид испытаний	
	Приемо-сдаточные	Периодические
Геометрические характеристики и их предельные отклонения по п. 2.4	+	+

Износостойкость п.2.9	-	+
Химический состав покрытия	-	+
Комплектность по п. 3	+	-
Упаковка по п. 4	+	+
Маркировка по п. 5	+	+

6.7. Результаты контроля и испытаний заносятся в технический паспорт изделия и заверяются подписью и штампом ОТК предприятия-изготовителя.

7. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

7.1. Габаритные размеры изделий измеряют металлической линейкой ГОСТ 427-75 с погрешностью до 1 мм или рулеткой ГОСТ 7502-89 третьего класса точности с погрешностью до 1 мм.

7.2. Толщину стенок изделий измеряют штангенциркулем второго класса точности по ГОСТ 166-89.

7.3. Смещение плоскости торца металлокерамического покрытия относительно плоскости торца стальной трубы измеряют глубиномером штангенциркуля второго класса точности по ГОСТ 166-89.

7.4. Допуск перпендикулярности торца относительно оси изделия определяют измерением металлической линейкой ГОСТ 427-75 размера наибольшего зазора между каждым из торцов изделия, уложенного на поверочную плиту третьего класса точности ГОСТ 10905-86 и стороной прикладываемого к изделию угольника ГОСТ 3749-77.

7.5. Допуск прямолинейности образующей поверхности изделия определяют измерением металлической линейкой по ГОСТ 427-75 размера наибольшего зазора между поверхностью и ребром приложенной к ней на всю длину изделия поверочной линейки второго класса точности по ГОСТ 8026.

7.6. Контроль содержания окиси алюминия Al_2O_3 в керамическом слое металлокерамического покрытия производится по ГОСТ 2642.4-97 на образцах-свидетелях.

7.7. Определение предела прочности при сжатии производится по ГОСТ 473.6-81, при изгибе – по ГОСТ 473.8-81 на образцах-свидетелях или образцах, вырезанных из готового изделия.

7.8. Термостойкость металлокерамического покрытия определяют на трех образцах трубы длиной $200 \pm 5,0$ мм. Электропечь нагревают до температуры 800°C , помещают в нее образец и выдерживают 30 мин. Затем образец вынимают из печи и помещают в сосуд с водой, имеющей температуру $20 \pm 1,0^\circ\text{C}$ и выдерживают в ней не менее 1 мин. После этого образец вынимают из сосуда, просушивают и вновь загружают в печь.

Нагревание и охлаждение образца проводят до тех пор, пока не разрушится металлокерамическое покрытие.

Число теплосмен, выдерживаемых материалом, определяется как среднее арифметическое для трех образцов, округленное до целого числа.

7.9. Испытание изделий на износостойкость.

7.9.1. Подготовка образцов.

Испытания проводятся на трех образцах, вырезанных из готового изделия методом гидроабразивной резки. Образцы промываются и высушиваются.

7.9.2. Методика проведения испытаний.

Испытания проводились по схеме трения «ролик-колодка» в следующем порядке:

1. На вал машины трения ИИ-5018 установлен абразивный круг с наружным диаметром 91 мм, изготовленный из белого корунда.

2. Фрагмент образца испытуемого керамического материала закреплен на колодке и прижат к поверхности абразивного круга с усилием 100Н.
3. Время истирания 180 сек.
4. После каждого испытания взвешивали образцы, определяли потерю массы и номинальную площадь касания.

7.10. Комплектность, упаковку, маркировку и показатели внешнего вида определяют визуально.

8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1. Изделия транспортируются автомобильным, железнодорожным, водным, воздушным видами транспорта в соответствии с действующими правилами перевозки грузов на каждом виде транспорта с учетом требований п. 8.2.

8.2. При погрузке, транспортировании, выгрузке, должны быть приняты меры, обеспечивающие их сохранность от механических повреждений. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ изделия запрещается сбрасывать с любой высоты, а также вставлять внутрь изделий крюки и вилы погрузчика.

8.3. Условия хранения 7(Ж 1) по ГОСТ 15150-69.

8.4. Срок хранения изделий не ограничен.

9. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.1. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ изделия запрещается сбрасывать с любой высоты. При монтаже необходимо обеспечить условия, исключающие механические повреждения изделий; запрещается вставлять внутрь изделий крюки и вилы погрузчика.

9.2. Климатические условия эксплуатации изделий должны соответствовать требованиям п. 2.1. Температура перемещаемой среды в изделиях может составлять от минус 50° С до плюс 300° С.

9.3. Дата ввода в эксплуатацию, учет и контроль условий эксплуатации должны фиксироваться обслуживающим персоналом предприятия заказчика письменно в паспорте по установленной форме.

9.4. При монтаже поставляемых изделий на месте эксплуатации они соединяются между собой на сварку при помощи бандажей или на болтовые соединения при помощи фланцев согласно требованиям п. 2.5.

9.5. Возникающие в процессе эксплуатации в поставляемых изделиях «пробки» допускается устранять только направленной струей сжатого воздуха или струей несущей среды. Запрещается производить удары по стенкам металлическими предметами.

9.6. Запрещается производить работы с применением газовой резки, приварки к стальной трубе изделий, в том числе и с целью монтажа другого технологического оборудования и конструкций. По согласованию с производителем с изделиями возможно производить определенные сварочные работы.

9.7. Для пневматического транспорта абразивных материалов рекомендуется применять изделия с отношением радиуса поворота к диаметру условного прохода $R:Dy=10$.

9.8. Для гидравлического транспорта абразивных материалов предпочтительно применение изделий с отношением $R:Dy=3$.

Приложение 1

Перечень документов, на которые даны ссылки

Обозначение	Наименование документа	Номер пункта, в котором дается ссылка на документ
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	2.1; 8.3
ГОСТ 8732-78	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент	2.2
ГОСТ 7338-90	Пластины резиновые и резинотканевые. Технические условия	2.5
ГОСТ 481-80	Паронит и прокладки из него. Технические условия	2.5
ГОСТ 473.1— 2023	Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения кислотостойкости	7.9
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия	7.1; 7.4; 7.5
ГОСТ 7502-89	Рулетки измерительные металлические. Технические условия	7.1
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия	7.2; 7.3; 7.10.3
ГОСТ 10905-86	Плиты поверочные и разметочные. Технические условия	7.4
ГОСТ 3749-77	Угольники поверочные 90°. Технические условия	7.4
ГОСТ 8026-92	Линейки поверочные. Технические условия	7.5
ГОСТ 2642.4-97	Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида алюминия	7.6
ГОСТ 473.6-81	Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения предела прочности при сжатии	7.7
ГОСТ 473.8-81	Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения предела прочности при статическом изгибе	7.7