



**Тензопреобразователи
избыточного давления
серий HPL, HPL-P и TM
Руководство по эксплуатации
МВЕР.408854.007 РЭ**

Руководство по эксплуатации содержит технические данные, описание принципа действия и устройства, а также сведения необходимые для правильной эксплуатации тензопреобразователей избыточного давления серии HPL, HPL-P, ТМ (далее - тензопреобразователи).

К работе с тензопреобразователями допускается обслуживающий персонал, обученный обращению с электрическими приборами и оборудованием, с образцовыми манометрами и другими приспособлениями, прошедший инструктаж по технике безопасности.

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на все перечисленные в нем исполнения тензопреобразователей.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Тензопреобразователи предназначены для непрерывного пропорционального преобразования избыточного давления жидких и газообразных сред (далее - давления) в электрический сигнал.

1.1.2 Тензопреобразователи применяются в регулирующих устройствах, в измерительных преобразователях давления с электрическими унифицированными аналоговыми и цифровыми выходными сигналами, а также в преобразователях других величин, функционально связанных с давлением.

Тензопреобразователи поставляются на внутренний рынок и на экспорт.

1.1.3 По эксплуатационной законченности тензопреобразователи относятся к изделиям второго порядка по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.4 Диапазон преобразуемого тензопреобразователями давления от 0 до 150 МПа, 18 поддиапазонов от 0-0,06 до 0-150 МПа.

1.1.5 Вид климатического исполнения тензопреобразователей УХЛ4 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре:

1 исполнение - от минус 45 до плюс 125 °С;

2 исполнение - от минус 45 до плюс 155 °С;

3 исполнение - от минус 45 до плюс 200 °С.

1.1.6 Степень защиты IP40 - для серии HPL и ТМ; IP54 - для серии HPL-P по ГОСТ 14254-2015.

1.1.7 Обозначение тензопреобразователей при их заказе и в документации другой продукции должно содержать:

- наименование;
- условное обозначение тензопреобразователя;
- обозначение технических условий.

Структура условного обозначения:

	XXXX	XXX	-	X	X	-	XXX	-	X
Серия									
HPL (0 – 0,06 МПа ... 0 – 150 МПа); HPL-P (0 – 0,06 МПа ... 0 – 150 МПа); TM (0 – 0,1 МПа ... 0 – 100 МПа)									
Верхний предел преобразуемого давления									
0,06; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 150 МПа									
Рабочий диапазон температур окружающей среды									
1 исполнение - от минус 45 до плюс 125 °С; 2 исполнение - от минус 45 до плюс 155 °С; 3 исполнение – от минус 45 до плюс 200 °С									
Вид схемы									
0- схема "замкнутый мост"; 1- схема "разорванный мост"									
Код резьбовой присоединительной части									
для HPL, HPL-P: K – K1/4"; MFA – M14x1,5-8g, форма A; GFA – G1/4-A, форма A; MFE – M14x1,5-8g, форма E; GFE – G1/4-A, форма E; MK1 – M12x1,25-8g; GK1 – G1/4-A; MA1 – M12x1,25-8g, с уплотнением на торце; GA1 – G1/4-A, с уплотнением на торце; MT1 – M12x1,25-8g, с уплотнением по конусу; GT1 – G1/4-A, с уплотнением по конусу для TM: M – M20x1,5-8g; G – G1/2-A									
Код соединения с внешними электрическими цепями									
L – гибкий вывод - провод длиной 80 мм (для HPL и TM) или гибкий кабель длиной 500 мм (для HPL-P); P – жесткий вывод – ламель высотой 4,5 мм (для HPL и TM)									

Примеры записи обозначения тензопреобразователя при заказе:

Тензопреобразователь серии HPL для преобразования избыточного давления от 0 до 40 МПа в электрический сигнал, для работы в диапазоне температур от минус 45 до плюс 125 °С, со схемой "замкнутый мост", с резьбой G1/4-A, с уплотнением по конусу, с гибким проводом длиной 80 мм, имеет условное обозначение:

Тензопреобразователь HPL 40-10-GT1-L ТУ 26.51.66-006-37400562-2023.

Тензопреобразователь серии ТМ для преобразования избыточного давления от 0 до 40 МПа в электрический сигнал, для работы в диапазоне температур от минус 45 до плюс 150 °С, со схемой "замкнутый мост", с резьбой M20x1,5-8g, с жестким выводом, имеет условное обозначение:

Тензопреобразователь ТМ 40-20-M-P ТУ 26.51.66-006-37400562-2023.

Тензопреобразователь серии HPL-P для преобразования избыточного давления от 0 до 1,6 МПа в электрический сигнал, для работы в диапазоне температур от минус 45 до плюс 200 °С, со схемой "разомкнутый мост", с резьбой K1/4", с гибким кабелем длиной 500 мм, имеет условное обозначение:

Тензопреобразователь HPL-P 1,6-31-K-L ТУ 26.51.66-006-37400562-2023.

Примечания

1. Длина проводов (стандартная – 80 мм) или длина кабеля (стандартная - 500 мм) может быть изменена при согласовании заказчика с предприятием-изготовителем, при этом в заказе должно стоять численное значение длины проводов или кабеля, например:

Тензопреобразователь HPL 40-10-GT1-L100 ТУ 26.51.66-006-37400562-2023.

2. Типоразмер резьбы может быть изменен при согласовании заказчика с предприятием-изготовителем, при этом в заказе должно стоять обозначение резьбы, например:

Тензопреобразователь ТМ 40-10-M10x1-8g-P ТУ 26.51.66-006-37400562-2023.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Обозначение документации, условное обозначение тензопреобразователя указаны в таблице 1

Таблица 1

Обозначение документации	Условное обозначение	Номинальные значения давления, МПа	Предельные давления перегрузки, МПа	Давление продавливания, более, МПа
МВЕР.408854.035	HPL 0,06-...	0 - 0,06	-0,1 - 0,12	0,18
	HPL 0,1-...	0 - 0,1	-0,1 - 0,2	0,3
	HPL 0,16-...	0 - 0,16	-0,1 - 0,32	0,48
	HPL 0,25-...	0 - 0,25	-0,1 - 0,5	0,75
	HPL 0,4-...	0 - 0,4	-0,1 - 0,8	1,2
	HPL 0,6-....	0 - 0,6	-0,1 - 1,2	1,8
	HPL 1-...	0 – 1	-0,1 - 2	3
МВЕР.408854.007	HPL 1,6-...	0 - 1,6	-0,1 - 3,2	4,8
	HPL 2,5-...	0 - 2,5	-0,1 - 5	7,5
	HPL 4-...	0 - 4	-0,1 - 8	12
	HPL 6-...	0 - 6	-0,1 - 12	18
	HPL 10-...	0 - 10	-0,1 - 20	30
	HPL 16-...	0 - 16	-0,1 - 32	48
	HPL 25-...	0 - 25	-0,1 - 50	75
	HPL 40-...	0 - 40	-0,1 - 80	120
	HPL 60-...	0 - 60	-0,1 - 120	180
	HPL 100-...	0 - 100	-0,1 - 150	250
	HPL 150-...	0 - 150	-0,1 - 165	300

Продолжение таблицы 1

Обозначение документации	Условное обозначение	Номинальные значения давления, МПа	Пределные давления перегрузки, МПа	Давление продавливания, более, МПа
МБЕР.408854.138	HPL-P 0,06-...	0 - 0,06	-0,1 - 0,12	0,18
	HPL-P 0,1-...	0 - 0,1	-0,1 - 0,2	0,3
	HPL-P 0,16-...	0 - 0,16	-0,1 - 0,32	0,48
	HPL-P 0,25-...	0 - 0,25	-0,1 - 0,5	0,75
	HPL-P 0,4-...	0 - 0,4	-0,1 - 0,8	1,2
	HPL-P 0,6-....	0 - 0,6	-0,1 - 1,2	1,8
	HPL-P 1-...	0 - 1	-0,1 - 2	3
МБЕР.408854.100	HPL-P 1,6-...	0 - 1,6	-0,1 - 3,2	4,8
	HPL-P 2,5-...	0 - 2,5	-0,1 - 5	7,5
	HPL-P 4-...	0 - 4	-0,1 - 8	12
	HPL-P 6-...	0 - 6	-0,1 - 12	18
	HPL-P 10-...	0 - 10	-0,1 - 20	30
	HPL-P 16-...	0 - 16	-0,1 - 32	48
	HPL-P 25-...	0 - 25	-0,1 - 50	75
	HPL-P 40-...	0 - 40	-0,1 - 80	120
	HPL-P 60-...	0 - 60	-0,1 - 120	180
	HPL-P 100-...	0 - 100	-0,1 - 150	250
	HPL-P 150-...	0 - 150	-0,1 - 165	300
МБЕР.408854.021	TM 0,1-...	0 - 0,1	- 0,1 - 0,2	0,3
	TM 0,16-...	0 - 0,16	- 0,1 - 0,32	0,48
	TM 0,25-...	0 - 0,25	-0,1 - 0,5	0,75
	TM 0,4-...	0 - 0,4	-0,1 - 0,8	1,2
	TM 0,6-....	0 - 0,6	-0,1 - 1,2	1,8
	TM 1-...	0 - 1	-0,1 - 2	3

Продолжение таблицы 1

Обозначение документации	Условное обозначение	Номинальные значения давления, МПа	Предельные давления перегрузки, МПа	Давление продавливания, более, МПа
МВЕР.408854.033	ТМ 1,6-...	0 - 1,6	-0,1 - 3,2	4,8
	ТМ 2,5-...	0 - 2,5	-0,1 - 5	7,5
	ТМ 4-...	0 - 4	-0,1 - 8	12
	ТМ 6-...	0 - 6	-0,1 - 12	18
	ТМ 10-...	0 - 10	-0,1 - 20	30
	ТМ 16-...	0 - 16	-0,1 - 32	48
	ТМ 25-...	0 - 25	-0,1 - 50	75
	ТМ 40-...	0 - 40	-0,1 - 80	120
	ТМ 60-...	0 - 60	-0,1 - 120	180
	ТМ 100-...	0 - 100	-0,1 - 150	250

1.2.2 Начальное значение выходного сигнала при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$, соответствующее нулевому значению преобразуемого давления, не должно превышать по абсолютной величине 10 мВ.

1.2.3 Диапазон выходного сигнала при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$, соответствующий верхнему номинальному значению преобразуемого давления, должен находиться в пределах 100-200 мВ, для рабочего давления 0-0,06 МПа, 0-0,1 МПа, 0-0,16 МПа, 0-0,25 МПа 65-135 мВ.

1.2.4 Сопротивление моста при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ должно быть в пределах 3,4 - 4,85 кОм.

1.2.5 Нелинейность выходного сигнала, выраженная в процентах от диапазона выходного сигнала, не должна превышать по абсолютной величине 0,15, для рабочего диапазона от 0-0,06 МПа до 0-1,6 МПа 0,2.

1.2.6 Вариация выходного сигнала, выраженная в процентах от диапазона выходного сигнала, по абсолютной величине не должна превышать 0,05.

1.2.7 Повторяемость выходного сигнала, выраженная в процентах от диапазона выходного сигнала, по абсолютной величине не должна превышать 0,05.

1.2.8 Разрешающая способность, выраженная в процентах от верхнего номинального значения давления, не превышает 0,01.

1.2.9 Тензопреобразователи должны быть устойчивы к воздействию рабочих температур окружающей среды:

1 исполнение - от минус 45 до плюс 125 °С;

2 исполнение - от минус 45 до плюс 155 °С;

3 исполнение - от минус 45 до плюс 200 °С.

Изменение начального значения выходного сигнала после воздействия рабочих температур, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала при температуре (23 ± 5) °С, не должно превышать по абсолютной величине 0,3.

1.2.10 Изменение начального значения выходного сигнала при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур на 1 °С, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала при температуре (23 ± 5) °С, должно быть в пределах $\pm 0,05$.

1.2.11 Изменение диапазона выходного сигнала при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур на 1 °С, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала при температуре (23 ± 5) °С, должно быть в пределах:

от минус 45 до плюс 125 °С $\pm 0,05$;

от плюс 125 до плюс 200 °С $-0,05 \pm 0,025$.

1.2.12 Температурный коэффициент электрического сопротивления тензометрического моста должен быть $(1,75 \pm 0,1) \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

1.2.13 Тензопреобразователи должны выдерживать воздействие предельных значений давления в соответствии с таблицей 1.

После воздействия предельных давлений изменение, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала, не должно превышать по абсолютной величине:

- начального значения выходного сигнала 0,2;
- диапазона выходного сигнала 0,05.

1.2.14 Тензопреобразователи должны выдерживать воздействие 1000000 циклов переменного давления, изменяющегося от 20-30 до 70-80 процентов от верхнего номинального значения давления, с частотой не более 1 Гц.

После воздействия циклической нагрузки изменение, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала, не должно превышать по абсолютной величине:

- начального значения выходного сигнала 0,5
- для рабочего давления от 0-0,06 МПа до 0-1 МПа 1
- диапазона выходного сигнала 0,15.

1.2.15 Тензопреобразователи должны быть устойчивыми к воздействию синусоидальных вибраций группы исполнения G3 – для серий HPL и TM; F3 – для серий HPL-P по ГОСТ Р 52931-2008.

В результате воздействия синусоидальной вибрации изменение начального значения выходного сигнала, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала не должно превышать по абсолютной величине 0,05.

1.2.16 Тензопреобразователи должны быть прочными к воздействию многократных механических ударов со значением пикового ускорения 1000 м/с^2 для серий HPL и TM, 100 м/с^2 – для серии HPL-P, длительностью ударного импульса 2-5 мс, общим числом ударов не менее 1000.

Изменение начального значения выходного сигнала в результате воздействия ударов, выраженное в процентах от диапазона выходного сигнала при температуре $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, не должно превышать по абсолютной величине 0,05.

1.2.17 По защищенности от проникновения внутрь внешних твердых частиц тензопреобразователи должны быть выполнены в следующих исполнениях по ГОСТ 14254-2015: IP40 – для серий HPL и TM; IP54 – для серий HPL-P.

1.2.18 Тензопреобразователи должны быть прочными и герметичными при воздействии предельных давлений в соответствии с таблицей 1.

1.2.19 Тензопреобразователи должны выдерживать нагрузку без потери герметичности при воздействии давления продавливания в соответствии с таблицей 1.

1.2.20 Тензопреобразователи в транспортной (потребительской) таре должны быть прочными к воздействию ударов со значением пикового ударного ускорения 98 м/с^2 , длительностью ударного импульса 16 мс; числом ударов 1000 ± 10 для каждого из трех взаимоперпендикулярных направлений.

После воздействия нагрузок значения начального выходного сигнала и сопротивления моста должны соответствовать пунктам 1.2.2 и 1.2.4.

1.2.21 Тензопреобразователи в транспортной (потребительской) таре должны быть ударопрочными при свободном падении с высоты 1000 мм.

После воздействия нагрузок значения начального выходного сигнала и сопротивления моста соответствуют пунктам 1.2.2 и 1.2.4.

1.2.22 Электрическое питание тензопреобразователей осуществляется напряжением постоянного тока 1-10 В.

Нормирование характеристик производится при напряжении 10 В.

1.2.23 Схема соединения тензопреобразователя с внешними электрическими цепями должна соответствовать указанной в приложении А.

1.2.24 Габаритные и присоединительные размеры тензопреобразователей должны соответствовать указанным в приложении Б.

1.2.25 Масса тензопреобразователей должна быть для серии НРЛ не более 35 г, для серии ТМ не более 50 г, для серии НРЛ-Р не более 55 г.

1.2.26 На корпусе тензопреобразователей не допускаются раковины, заусенцы, трещины; допускаются цвета побежалости и потемнение металла. Крышка и коллектор могут иметь различные оттенки цвета, царапины на поверхности суммарной длиной не более 5 мм, сколы размером не более 1 мм в соответствии с ОСТ 107.460053.001-2003.

1.2.27 Требования по надежности

1.2.27.1 Средний срок службы тензопреобразователей - не менее 15 лет.

Показатель устанавливается для условий эксплуатации.

1.2.27.2 Тензопреобразователи являются невосстанавливаемыми, неремонтируемыми, одноканальными, однофункциональными изделиями.

1.3 Комплектность

1.3.1 Комплект поставки тензопреобразователей должен соответствовать указанному в таблице 2.

Таблица 2

Обозначение документа	Наименование	Кол. шт.	Примечание
В соответствии с таблицей 1	Тензопреобразователь	1	В соответствии с договором (контрактом) на поставку
МВЕР.408854.007 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	1 экз. в один адрес на партию тензопреобразователей
МВЕР.408854.007 ЭТ или	Этикетка	1	На партию тензопреобразователей
МВЕР.408854.007-01 ЭТ	Этикетка	1	На один тензопреобразователь

1.3.2 Эксплуатационная документация тензопреобразователей должна отправляться на русском языке, если иное не указано в контракте.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Тензопреобразователи серий НРЛ и ТМ с номинальными значениями давления 0,06; 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1 (приложение В, рисунок В.1) состоят из двухслойной мембраны поз.1, корпуса поз.2, штока поз.3, мембраны поз.4, тензорезисторов тензочувствительной полупроводниковой схемы R1, R2, R3, R4 поз.5, крышки поз.6, коллектора поз.7; с номинальными значениями давления 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 150 (приложение В, рисунок В.2) состоят из двухслойной мембраны поз.1, корпуса поз.2, тензорезисторов тензочувствительной полупроводниковой схемы R1, R2, R3, R4 поз.3, крышки поз. 4, коллектора поз. 5.

Тензопреобразователи серий HPL-P с номинальными значениями давления 0,06; 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1 (приложение В, рисунок В.3) состоят из двухслойной мембраны поз.1, корпуса поз.2, штока поз.3, мембраны поз.4, тензорезисторов тензочувствительной полупроводниковой схемы R1, R2, R3, R4 поз.5, крышки поз.6, коллектора поз.7; крышки-втулки поз.8, резистора поз.9; с номинальными значениями давления 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 150 (приложение В, рисунок В.4) состоят из двухслойной мембраны поз.1, корпуса поз.2, тензорезисторов тензочувствительной полупроводниковой схемы R1, R2, R3, R4 поз.3, крышки поз. 4, коллектора поз. 5, крышки-втулки поз.6, резистора поз.7.

1.4.2 Двухслойная мембрана состоит из сапфира и титана, жестко соединенных между собой по всей плоскости. На сапфировой мембране расположена тензочувствительная схема, состоящая из четырех кремниевых тензорезисторов, соединенных в замкнутый или разорванный мост Уитстона.

1.4.3 Принцип действия тензопреобразователей основан на использовании тензоэффекта в полупроводниках. Тензорезисторы расположены на сапфировой составляющей двухслойной мембраны в зонах с максимальной деформацией. Тензорезисторы соединены с поверхностью сапфира способом гетероэпитаксии. Под действием давления P двухслойная мембрана деформируется, вызывая изменение сопротивления тензорезисторов. Изменение сопротивления тензорезисторов преобразуется в электрический сигнал, пропорциональный преобразуемому давлению (P).

1.5 Маркировка

1.5.1 Маркировка на корпусе тензопреобразователей должна содержать:

- сокращенное условное обозначение (без кода соединения с внешними электрическими цепями);
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя.

Примечание – Допускается маркировка по требованию заказчика.

Маркировка должна быть выполнена гравированием или другим способом, обеспечивающим сохранность текста в течение всего периода хранения и эксплуатации.

1.5.2 На потребительскую тару должен быть наклеен ярлык, содержащий:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение тензопреобразователей;
- количество тензопреобразователей;
- дату упаковывания;
- реквизиты предприятия-изготовителя.

1.5.3 Транспортная маркировка должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192-96, содержать основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционный знак "Беречь от влаги".

1.5.4 При поставках на экспорт маркировка потребительской и транспортной тары, ярлыки должны быть выполнены на русском языке, если иное не указано в контракте.

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковывание следует производить в закрытых вентилируемых помещениях при температуре воздуха не ниже 15 °С, относительной влажности до 80%, в отсутствии агрессивных примесей.

1.6.2 Упаковка должна соответствовать конструкторской документации МВЕР.305649.001 и обеспечивать сохранность тензопреобразователей при транспортировании и хранении согласно разделам 4 и 5 настоящего руководства по эксплуатации.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Контролируемые среды: азот, кислород, углекислый газ, вода, морская вода и их пары; бензин, толуол, фенол, формальдегид и их смеси; органические и неорганические масла.

2.1.2 Контролируемая среда не должна содержать примесей, вызывающих коррозию деталей тензопреобразователя.

2.1.3 Полость, воспринимающая давление контролируемой среды изготов-

лена из титанового сплава с содержанием титана 87%.

2.1.4 Предпочтительными материалами для присоединения к ответным частям могут быть титан или алюминий и их сплавы, в том числе оксидированные.

2.1.5 При использовании тензопреобразователей исключить гидравлический удар, возникающий в результате резкого изменения давления, вызванного крайне быстрым изменением скорости потока жидкости в трубопроводе, для чего в нем предусмотреть устройства, предохраняющие от гидроудара при эксплуатации.

2.1.6 В процессе монтажа и испытаний тензопреобразователи разрешается брать только за корпус. При закручивании тензопреобразователей использовать динамометрический ключ.

2.1.7 ВНИМАНИЕ! НЕ ДОПУСКАЕТСЯ:

- приложение усилия к крышке и к коллектору при закручивании тензопреобразователя в процессе его монтажа и эксплуатации;
- чистка внутренней полости тензопреобразователя во избежание повреждения и разрушения мембраны чувствительного элемента;
- механические повреждения и попадания на электрическую схему грязи, воды, агрессивных сред;
- эксплуатация тензопреобразователей в системах с давлением, превышающим предельные значения давления;
- уплотнение тензопреобразователей по резьбе, во избежание их порчи, кроме конической резьбы (для серий HPL, HPL-P). Уплотнение тензопреобразователей должно производиться конусом по кромке (для серий HPL, HPL-P) и прокладкой по уплотнительной канавке (для серии HPL, HPL-P и TM).

2.1.8 Тензопреобразователи должны быть защищены от накопления и замерзания конденсата на тензочувствительной полупроводниковой схеме и во внутренней полости при его эксплуатации в диапазоне минусовых температур.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 В зимнее время тару с тензопреобразователями распаковывают в отапливаемом помещении не ранее, чем через 6 часов после внесения их в помещение.

2.2.2 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие тензопреобразователей следующим требованиям:

- тензопреобразователи не должны иметь повреждений, препятствующих их применению;
- маркировка должна соответствовать данным в этикетке.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Порядок действия обслуживающего персонала

2.3.1.1 Тензопреобразователи монтируются в любом положении в пространстве.

2.3.1.2 Включение тензопреобразователей в работу производится согласно схеме приложения А.

2.3.1.3 Установка тензопреобразователей в соответствии с приложением Г.

Герметичность соединения обеспечивается уплотнением конической поверхности Б тензопреобразователя серий HPL, HPL-P по кромке В сопряженной детали или прокладкой по уплотнительной канавке для серий HPL, HPL-P и ТМ.

2.3.1.4 Крутящий момент при установке тензопреобразователя.

2.3.1.4.1 Для серий HPL, HPL-P крутящий момент приведен в таблице 3.

Таблица 3

Рабочее давление, МПа	Код резьбовой присоединительной части	
	MFA, GFA, ¹⁾ MK1, GK1	K, MFE, GFE, ¹⁾ MA1, GA, MT1, GT1
0,06 - 10	30 – 35 Н·м	30 – 35 Н·м
16 - 40	50 – 60 Н·м	
60 - 150	80 – 100 Н·м	
¹⁾ Код резьбовой присоединительной части		

2.3.1.4.2 Для серии ТМ 0,1 ... ТМ 10

30 – 35 Н·м

2.3.1.4.3 Для серии ТМ 16 ... ТМ 100

50 – 60 Н·м

2.3.1.5 После окончания монтажа тензопреобразователей проверить места соединений на герметичность при верхнем значении номинального давления путем контроля за спадом давления.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 В процессе монтажа и испытаний тензопреобразователи разрешается брать только за корпус.

3.1.2 Тензопреобразователи при эксплуатации должны использоваться в диапазоне температур согласно 1.1.5, если исключена конденсация влаги на электрическую схему и обмерзание при включенном питании.

3.1.3 Гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца, включая гарантийный срок хранения, с даты отгрузки при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, указанных настоящим руководством по эксплуатации.

3.1.4 При нарушении условий 3.1.3 гарантийные обязательства предприятия-изготовителя прекращаются.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током тензопреобразователи относятся к классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.2 Не допускается эксплуатация тензопреобразователей в системах, давление в которых может превышать соответствующие предельные значения давлений, указанные в таблице 1.

3.2.3 Присоединение и отсоединение тензопреобразователей от магистрали должно производиться при отсутствии давления и электрического питания.

3.2.4 Не допускается работа обслуживающего персонала без проведения инструктажа по технике безопасности при работе с электроизмерительными приборами и оборудованием, с образцовыми манометрами с верхними пределами измерения от 10 до 250 МПа (от 100 до 2500 кгс/см²).

3.2.5 Требования к электрической прочности и сопротивлению изоляции.

3.2.5.1 Изоляция электрических цепей относительно корпуса тензопреобразователя в нормальных условиях должна выдерживать в течение 1 минуты действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой (50 ± 2) Гц величиной 700 В, для серии НРЛ-Р – 500 В.

3.2.5.2 Электрическое сопротивление изоляции между проводами и корпусом тензопреобразователя при температуре окружающего воздуха (23 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 % должно быть не менее 100 МОм.

3.2.5.3 Электрическое сопротивление изоляции между проводами и корпусом тензопреобразователя при верхнем значении рабочего диапазона температур окружающего воздуха должно быть не менее 20 МОм.

3.2.5.4 При проверке электрической прочности и электрического сопротивления изоляции тензопреобразователя (по 3.2.5.1, 3.2.5.2, 3.2.5.3) в процессе измерения не прикасаться к соединительным проводам и токоведущим элементам проверяемого прибора.

4 Хранение

4.1 Хранение тензопреобразователей в упаковке предприятия изготовителя должно соответствовать условиям хранения 1 по ГОСТ 15150-69.

5 Транспортирование

5.1 Условия транспортирования тензопреобразователей должны соответствовать условиям хранения 1 ГОСТ 15150-69.

5.2 Тензопреобразователи в упаковке транспортируются всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах, авиационным в отапливаемых герметизированных отсеках.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования тара не должна подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

Способ укладки тары на транспортирующее средство должен исключать их перемещение.

5.3 При транспортировании тензопреобразователей железнодорожным транспортом вид отправки - мелкая или малотоннажная.

5.4 Срок пребывания тензопреобразователей в условиях транспортирования не более 1 месяца.

6 Утилизация

6.1 Утилизацию тензопреобразователей после окончания срока службы (эксплуатации) проводить в порядке, принятом на предприятии-потребителе.

7 Гарантия изготовителя

7.1 Изготовитель гарантирует соответствие тензопреобразователей требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, указанных настоящими техническими условиями.

7.2 Гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца, включая гарантийный срок хранения, с даты отгрузки.

7.3 При нарушении условий п.7.1 гарантийные обязательства предприятия-изготовителя прекращаются.

Приложение А
(обязательное)

Схема соединения тензопреобразователя
с внешними электрическими цепями

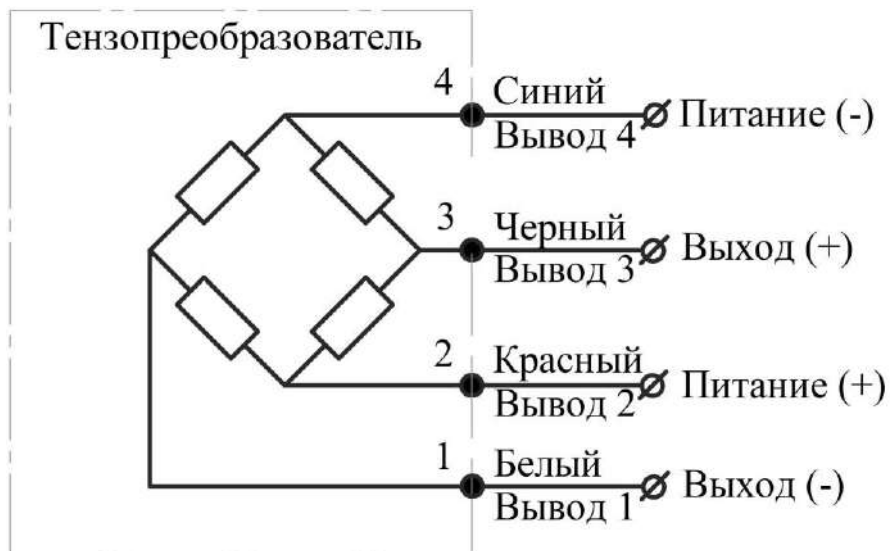


Рисунок А.1 - Схема “Замкнутый мост”

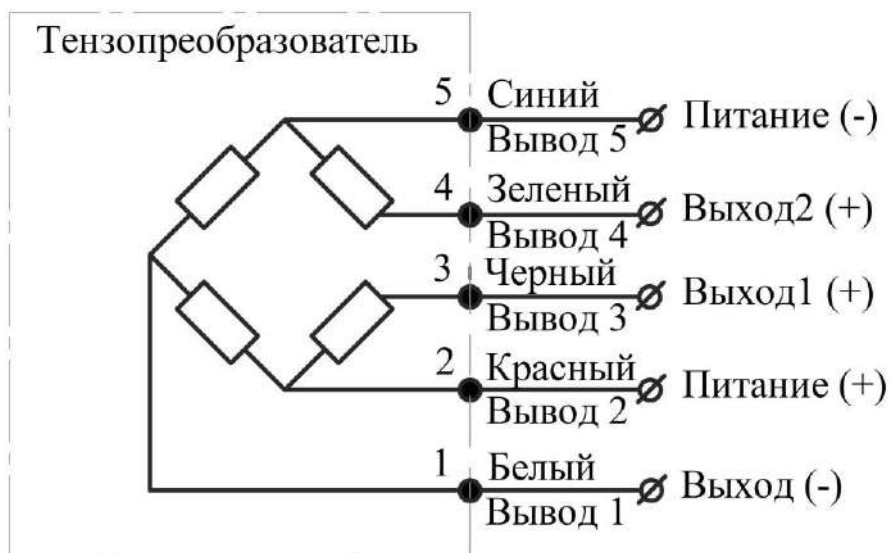


Рисунок А.2 - Схема “Разорванный мост”

Приложение Б
(обязательное)
Габаритные и присоединительные размеры

Таблица Б.1

Условное обозначение	D, мм	Рисунок	L, мм	l, мм
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-МК1-Р	M12x1,25-8g	Б.1	43,6	39,1
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GК1-Р	G1/4-A	Б.1	43,6	39,1
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-К-Р	K1/4" ГОСТ 6111-52	Б.1 и Б.9	44,6	40,1
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-МА1-Р	M12x1,25-8g	Б.1 и Б.10	45,1	40,6
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GA1-Р	G1/4-A			
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-MT1-Р	M12x1,25-8g	Б.1 и Б.11	45,1	40,6
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GT1-Р	G1/4-A			
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-MFA-Р	M14x1,5-8g	Б.1 и Б.12	43,6	39,1
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-MFE-Р		Б.1 и Б.13		
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GFA-Р	G1/4-A	Б.1 и Б.12		
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GFE-Р		Б.1 и Б.13		
HPL 0,25(0,4...1)-...-МК1-Р	M12x1,25-8g	Б.2	43,6	39,1
HPL 0,25(0,4...1)-...-GК1-Р	G1/4-A	Б.2	43,6	39,1
HPL 0,25(0,4...1)-...-К-Р	K1/4" ГОСТ 6111-52	Б.2 и Б.9	44,6	40,1
HPL 0,25(0,4...1)-...-МА1-Р	M12x1,25-8g	Б.2 и Б.10	45,1	40,6
HPL 0,25(0,4...1)-...-GA1-Р	G1/4-A			
HPL 0,25(0,4...1)-...-MT1-Р	M12x1,25-8g	Б.2 и Б.11	45,1	40,6
HPL 0,25(0,4...1)-...-GT1-Р	G1/4-A			
HPL 0,25(0,4...1)-...-MFA-Р	M14x1,5-8g	Б.2 и Б.12	43,6	39,1
HPL 0,25(0,4...1)-...-MFE-Р		Б.2 и Б.13		
HPL 0,25(0,4...1)-...-GFA-Р	G1/4-A	Б.2 и Б.12		
HPL 0,25(0,4...1)-...-GFE-Р		Б.2 и Б.13		

Продолжение таблицы Б.1

Условное обозначение	D, мм	Рисунок	L, мм	l, мм
HPL 1,6(2,5...100)-...-МК1-Р	M12x1,25-8g	Б.3	43,6	39,1
HPL 1,6(2,5...100)-...-GK1-Р	G1/4-A	Б.3	43,6	39,1
HPL 1,6(2,5...100)-...-К-Р	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.3 и Б.9	44,6	40,1
HPL 1,6(2,5...150)-...-МА1-Р	M12x1,25-8g	Б.3 и Б.10	45,1	40,6
HPL 1,6(2,5...150)-...-GA1-Р	G1/4-A			
HPL 1,6(2,5...150)-...-MT1-Р	M12x1,25-8g	Б.3 и Б.11	45,1	40,6
HPL 1,6(2,5...150)-...-GT1-Р	G1/4-A			
HPL 1,6(2,5...100)-...-MFA-Р	M14x1,5-8g	Б.3 и Б.12	43,6	39,1
HPL 1,6(2,5...100)-...-MFE-Р		Б.3 и Б.13		
HPL 1,6(2,5...100)-...-GFA-Р	G1/4-A	Б.3 и Б.12		
HPL 1,6(2,5...100)-...-GFE-Р		Б.3 и Б.13		
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-МК1-L	M12x1,25-8g	Б.6	40,8	-
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GK1-L	G1/4-A	Б.6	40,8	
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-К-L	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.6 и Б.9	41,8	
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-МА1-L	M12x1,25-8g	Б.6 и Б.10	42,3	
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GA1-L	G1/4-A			
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-MT1-L	M12x1,25-8g	Б.6 и Б.11	42,3	
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GT1-L	G1/4-A			
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-MFA-L	M14x1,5-8g	Б.6 и Б.12	40,8	
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-MFE-L		Б.6 и Б.13		
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GFA-L	G1/4-A	Б.6 и Б.12		
HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-GFE-L		Б.6 и Б.13		

Продолжение таблицы Б.1

Условное обозначение	D, мм	Рисунок	L, мм	l, мм
HPL 0,25(0,4...1)-...-МК1-L	M12x1,25-8g	Б.7	40,8	-
HPL 0,25(0,4...1)-...-GK1-L	G1/4-A	Б.7	40,8	
HPL 0,25(0,4...1)-...-K-L	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.7 и Б.9	41,8	
HPL 0,25(0,4...1)-...-MA1-L	M12x1,25-8g	Б.7 и Б.10	42,3	
HPL 0,25(0,4...1)-...-GA1-L	G1/4-A			
HPL 0,25(0,4...1)-...-MT1-L	M12x1,25-8g	Б.7 и Б.11	42,3	
HPL 0,25(0,4...1)-...-GT1-L	G1/4-A			
HPL 0,25(0,4...1)-...-MFA-L	M14x1,5-8g	Б.7 и Б.12	40,8	
HPL 0,25(0,4...1)-...-MFE-L		Б.7 и Б.13		
HPL 0,25(0,4...1)-...-GFA-L	G1/4-A	Б.7 и Б.12		
HPL 0,25(0,4...1)-...-GFE-L		Б.7 и Б.13		
HPL 1,6(2,5...100)-...-МК1-L	M12x1,25-8g	Б.8	40,8	-
HPL 1,6(2,5...100)-...-GK1-L	G1/4-A	Б.8	40,8	
HPL 1,6(2,5...100)-...-K-L	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.8 и Б.9	41,8	
HPL 1,6(2,5...150)-...-MA1-L	M12x1,25-8g	Б.8 и Б.10	42,3	
HPL 1,6(2,5...150)-...-GA1-L	G1/4-A			
HPL 1,6(2,5...150)-...-MT1-L	M12x1,25-8g	Б.8 и Б.11	42,3	
HPL 1,6(2,5...150)-...-GT1-L	G1/4-A			
HPL 1,6(2,5...100)-...-MFA-L	M14x1,5-8g	Б.8 и Б.12	40,8	
HPL 1,6(2,5...100)-...-MFE-L		Б.8 и Б.13		
HPL 1,6(2,5...100)-...-GFA-L	G1/4-A	Б.8 и Б.12		
HPL 1,6(2,5...100)-...-GFE-L		Б.8 и Б.13		

Продолжение таблицы Б.1

Условное обозначение	D, мм	Рисунок	L, мм	l, мм
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-МК1-L	M12x1,25-8g	Б.22	49	-
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-GК1-L	G1/4-A	Б.22	49	
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-К-L	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.22 и Б.9	50	
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-МА1-L	M12x1,25-8g	Б.22 и Б.10	50,5	
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-GA1-L	G1/4-A			
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-MT1-L	M12x1,25-8g	Б.22 и Б.11	50,5	
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-GT1-L	G1/4-A			
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-MFA-L	M14x1,5-8g	Б.22 и Б.12	49	
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-MFE-L		Б.22 и Б.13		
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-GFA-L	G1/4-A	Б.22 и Б.12		
HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-GFE-L		Б.22 и Б.13		
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-МК1-L	M12x1,25-8g	Б.23	49	-
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-GК1-L	G1/4-A	Б.23	49	
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-К-L	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.23 и Б.9	50	
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-МА1-L	M12x1,25-8g	Б.23 и Б.10	50,5	
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-GA1-L	G1/4-A			
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-MT1-L	M12x1,25-8g	Б.23 и Б.11	49	
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-GT1-L	G1/4-A			
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-MFA-L	M14x1,5-8g	Б.23 и Б.12	49	
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-MFE-L		Б.23 и Б.13		
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-GFA-L	G1/4-A	Б.23 и Б.12		
HPL-P 0,25(0,4...1)-...-GFE-L		Б.23 и Б.13		
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-МК1-L	M12x1,25-8g	Б.24	44	-
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-GК1-L	G1/4-A	Б.24	44	
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-К-L	K1/4” ГОСТ 6111-52	Б.24 и Б.9	45	
HPL-P 1,6(2,5...150)-...-МА1-L	M12x1,25-8g	Б.24 и Б.10	45,5	
HPL-P 1,6(2,5...150)-...-GA1-L	G1/4-A			
HPL-P 1,6(2,5...150)-...-MT1-L	M12x1,25-8g	Б.24 и Б.11	45,5	
HPL-P 1,6(2,5...150)-...-GT1-L	G1/4-A			
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-MFA-L	M14x1,5-8g	Б.24 и Б.12	44	
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-MFE-L		Б.24 и Б.13		
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-GFA-L	G1/4-A	Б.24 и Б.12		
HPL-P 1,6(2,5...100)-...-GFE-L		Б.24 и Б.13		

Таблица Б.2

Условное обозначение	Рисунок	Условное обозначение	Рисунок
HPL 0,06(0,1; 0,16)-1(2,3)0-Р	Б.1 и Б.4	HPL 0,06(0,1; 0,16)-1(2,3)1-Р	Б.1 и Б.5
HPL 0,25(0,4...1)-1(2,3)0-Р	Б.2 и Б.4	HPL 0,25(0,4...1)-1(2,3)1-Р	Б.2 и Б.5
HPL 1,6(2,5...150)-1(2,3)0-Р	Б.3 и Б.4	HPL 1,6(2,5...150)-1(2,3)1-Р	Б.3 и Б.5

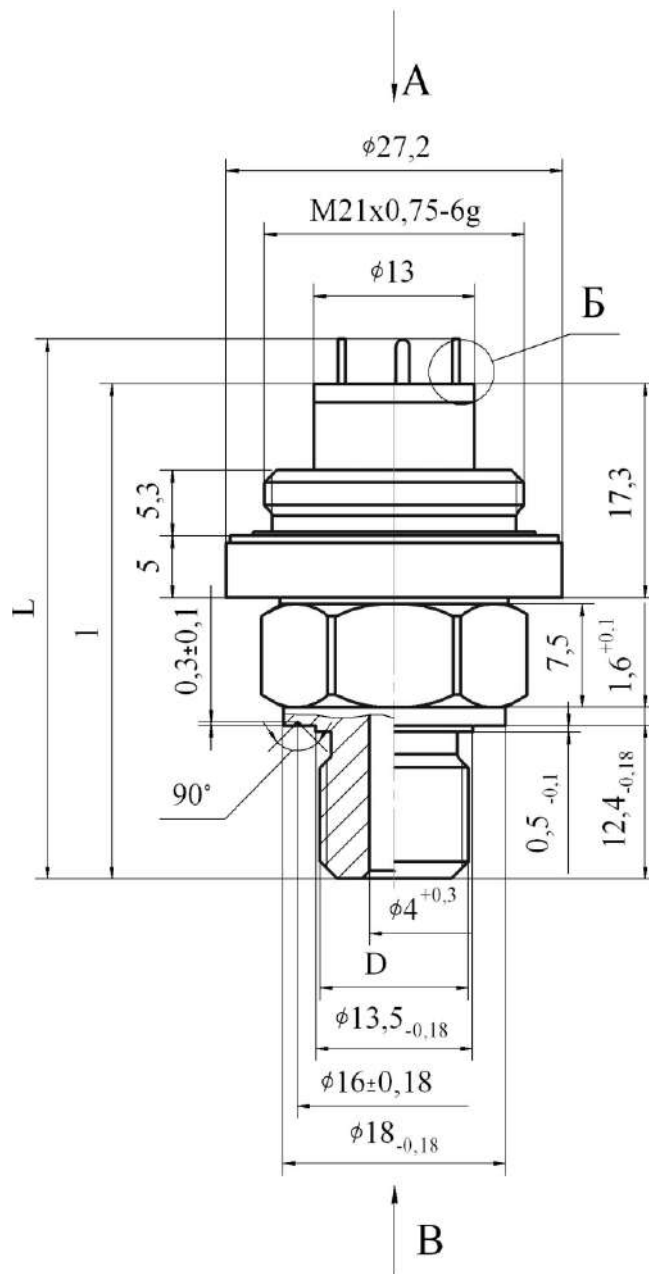


Рисунок Б.1 – HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-Р

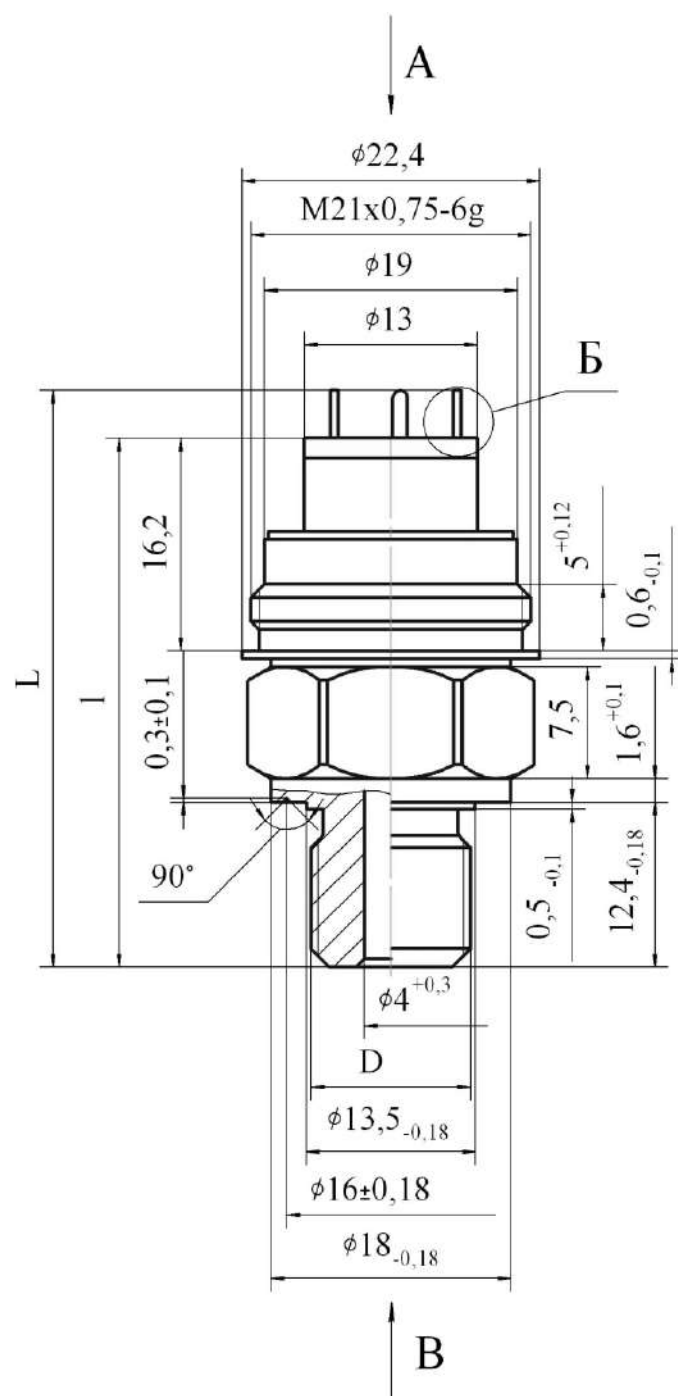
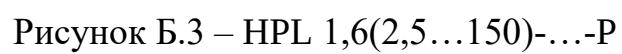


Рисунок Б.2 – HPL 0,25(0,4...1)-...-P



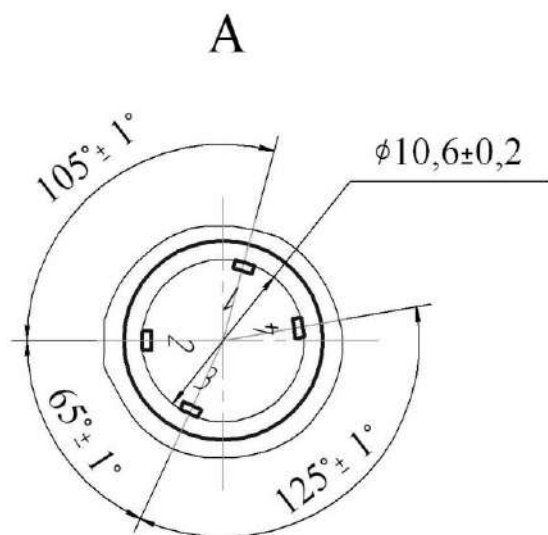


Рисунок Б.4

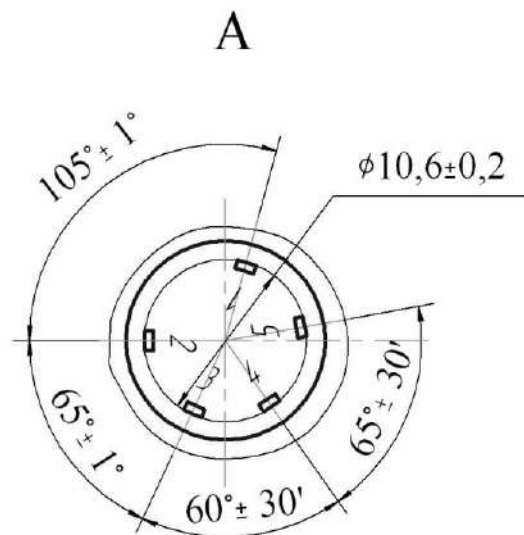
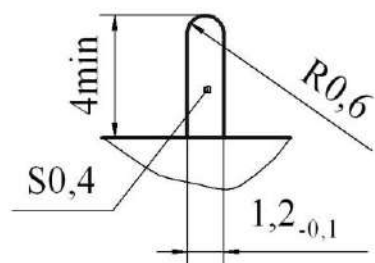
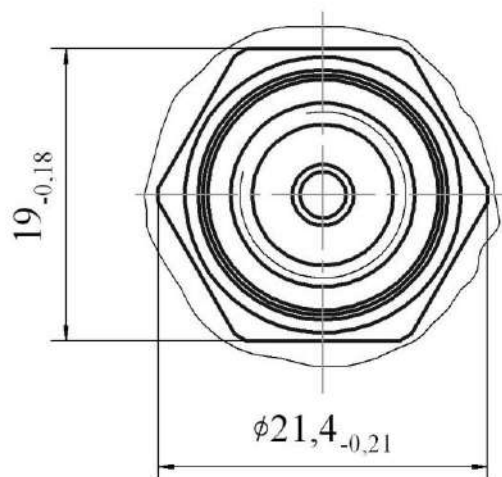


Рисунок Б.5

Б (5:1)



В



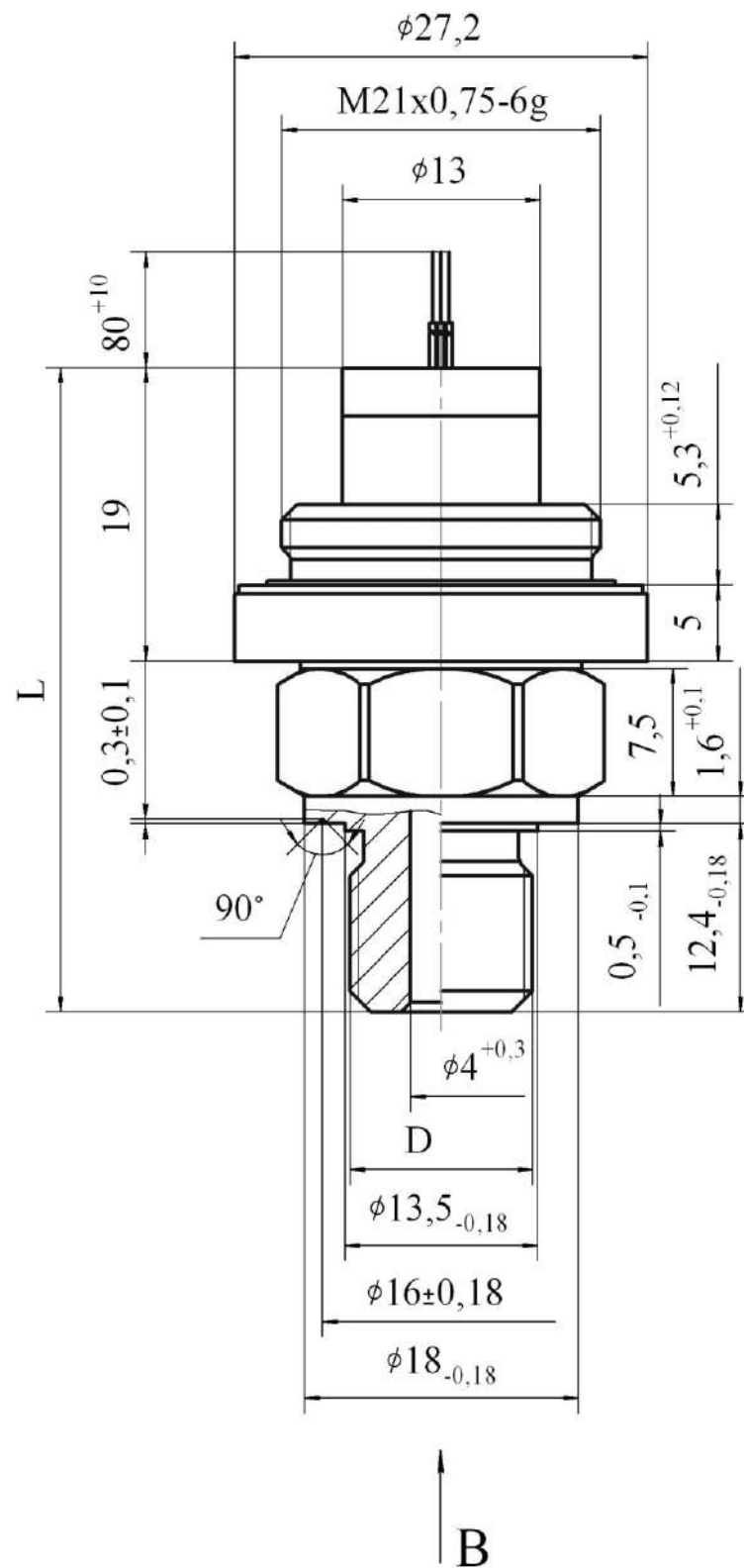


Рисунок Б.6 – HPL 0,06(0,1; 0,16)-...-L

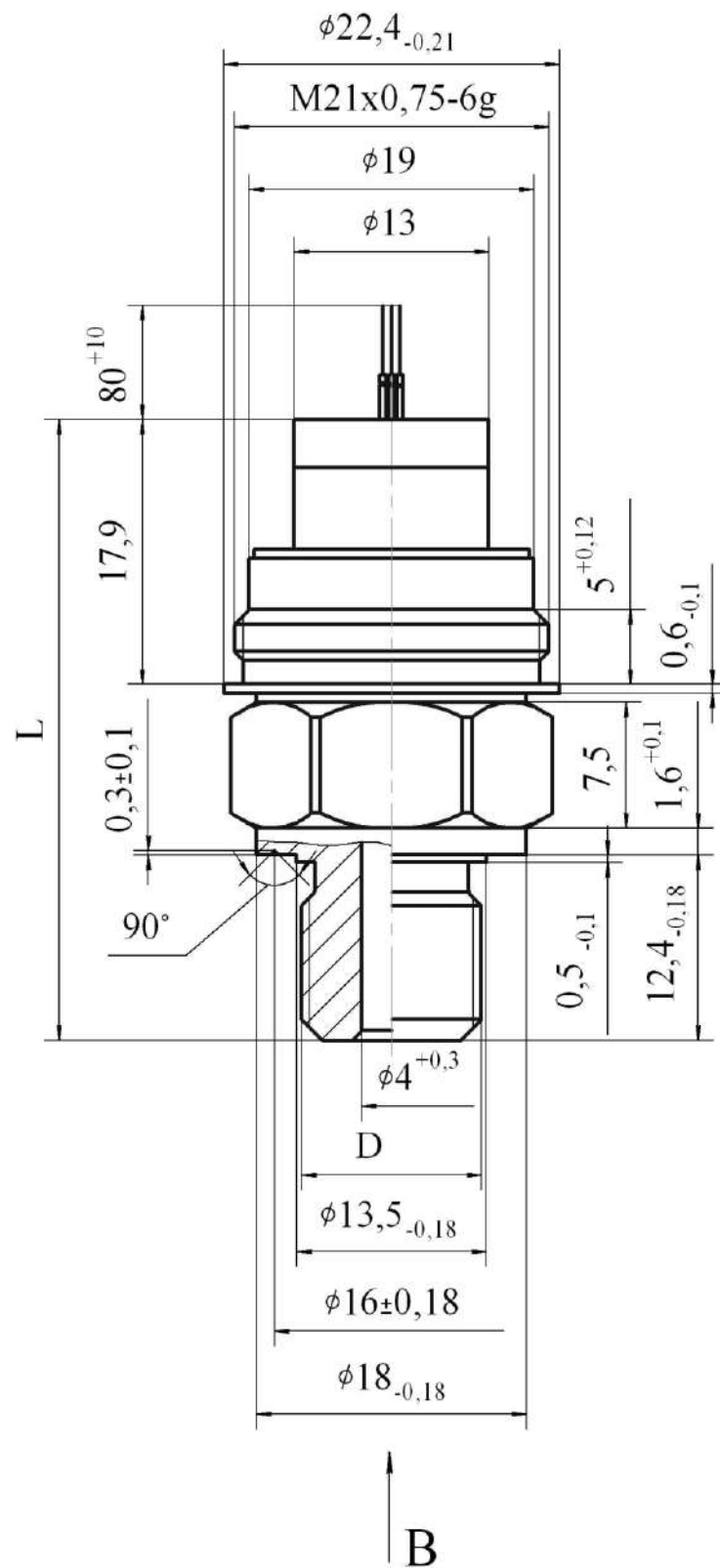


Рисунок Б.7 – HPL 0,25(0,4...1)-...-L

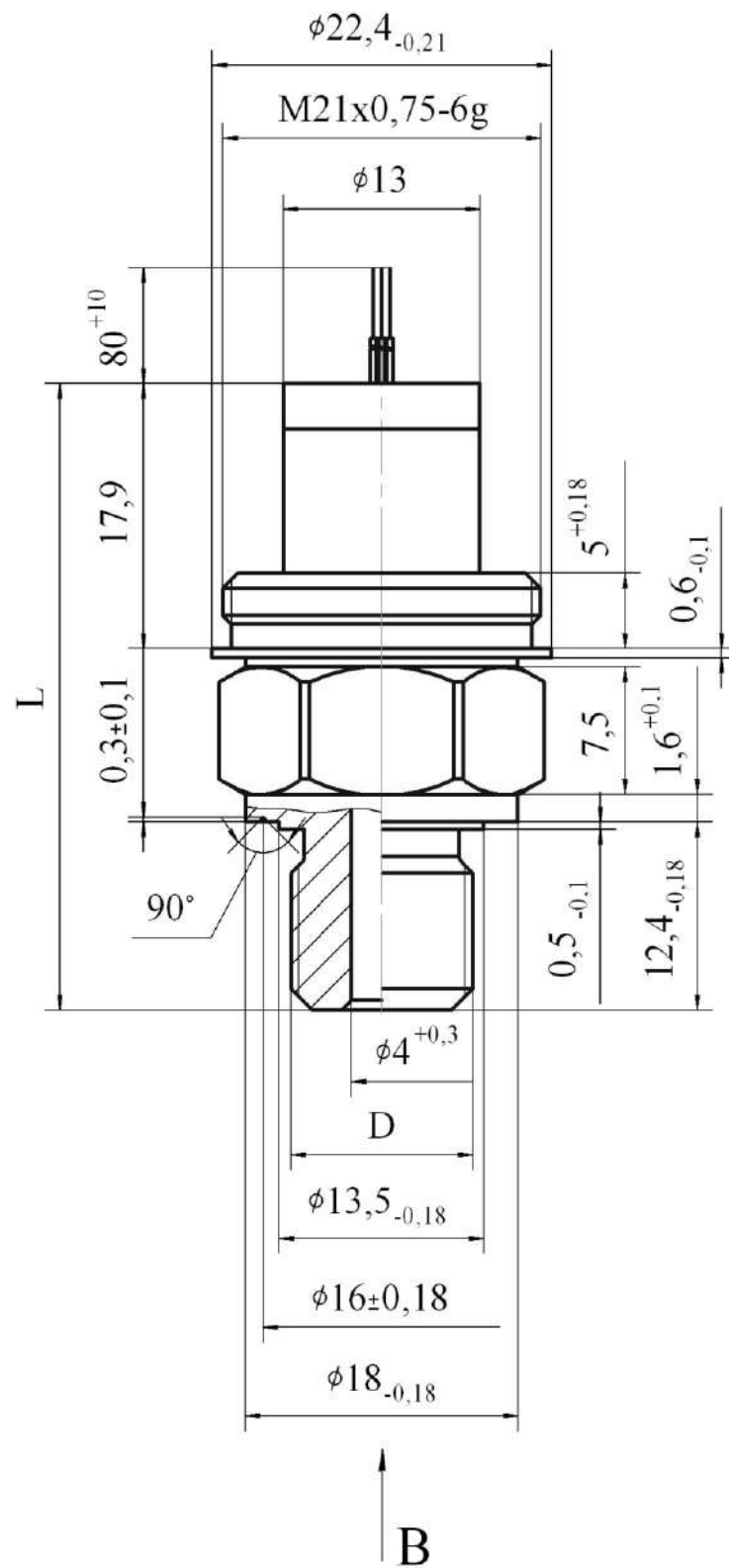


Рисунок Б.8 – HPL 1,6(2,5...150)-...-L

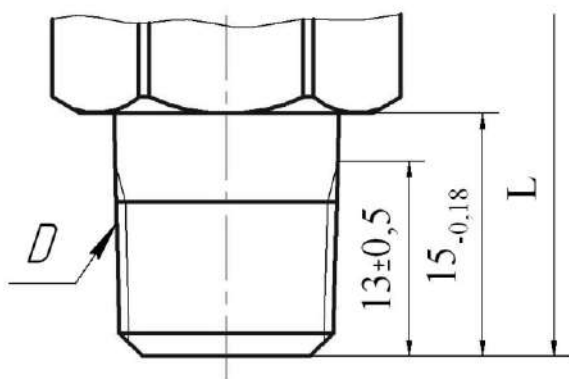


Рисунок Б.9

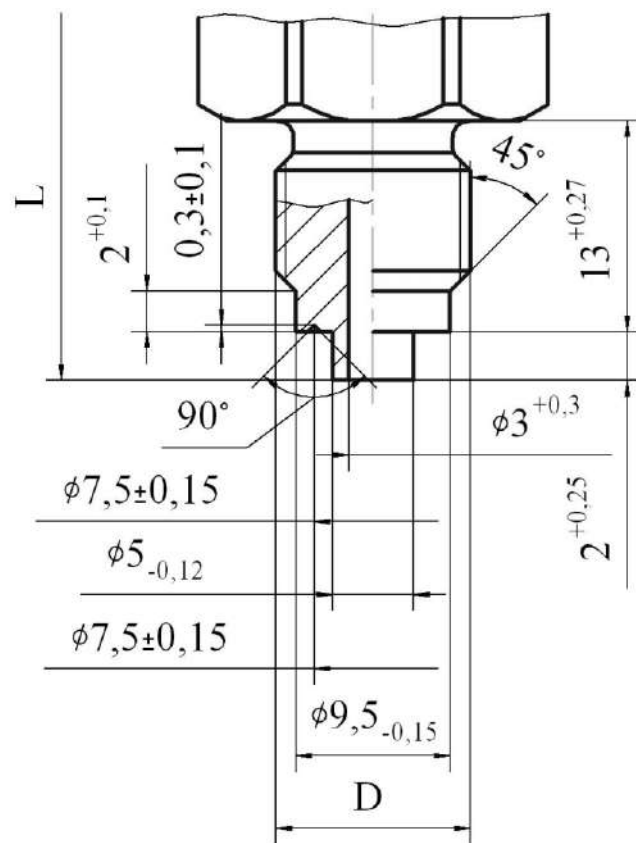


Рисунок Б.10

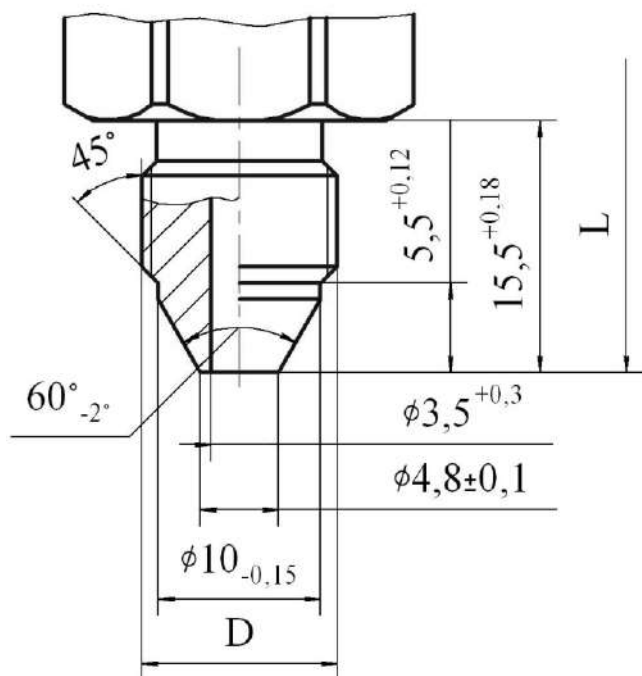


Рисунок Б.11

Таблица Б.3

Резьба, мм	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
G1/4-A	$13,4_{-0,3}$	$18_{-0,18}$	$11,2_{-0,2}$	$11,2_{-0,2}$	11,446 min
M14x1,5-8g	$14,4_{-0,11}$	$18,8_{-0,13}$	$11,7_{-0,2}$	$12,1_{-0,18}$	12,376 min

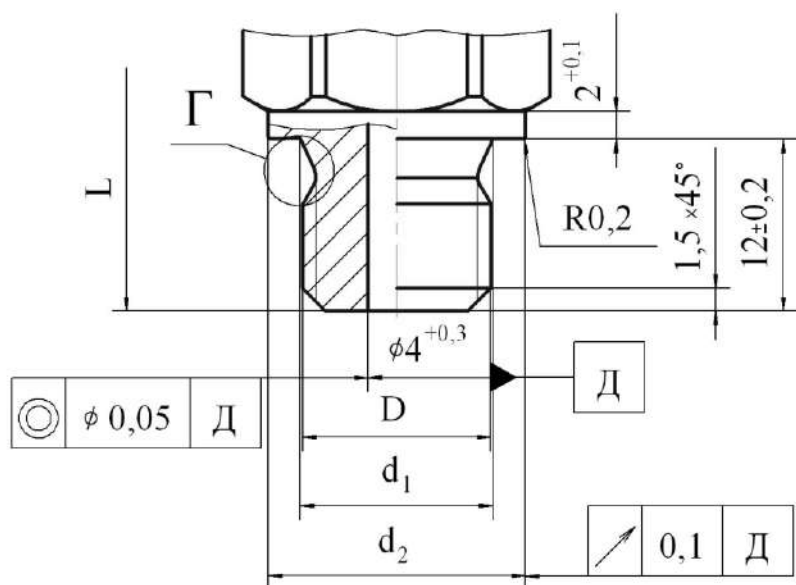


Рисунок Б.12

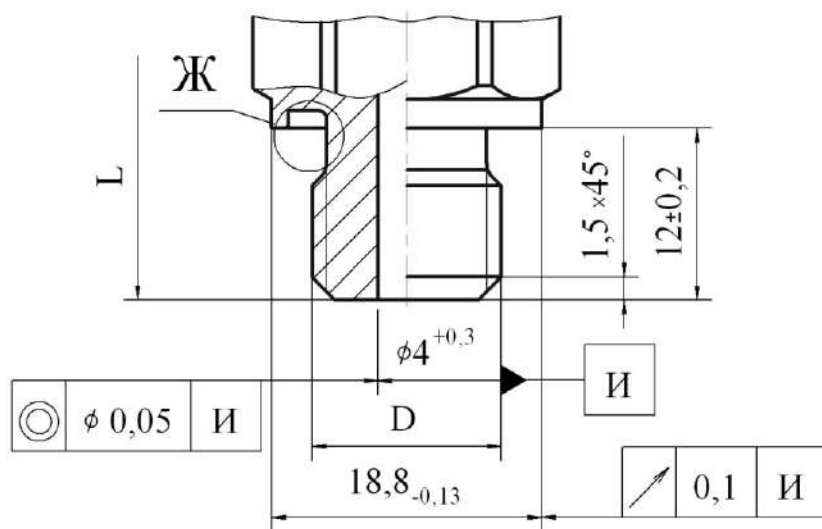
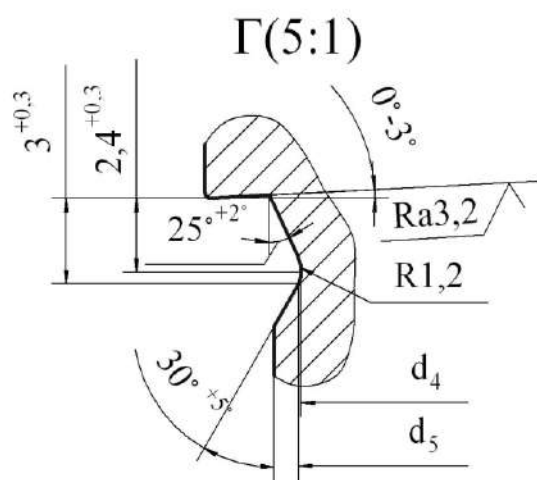


Рисунок Б.13

Ж (5:1)



Г(5:1)

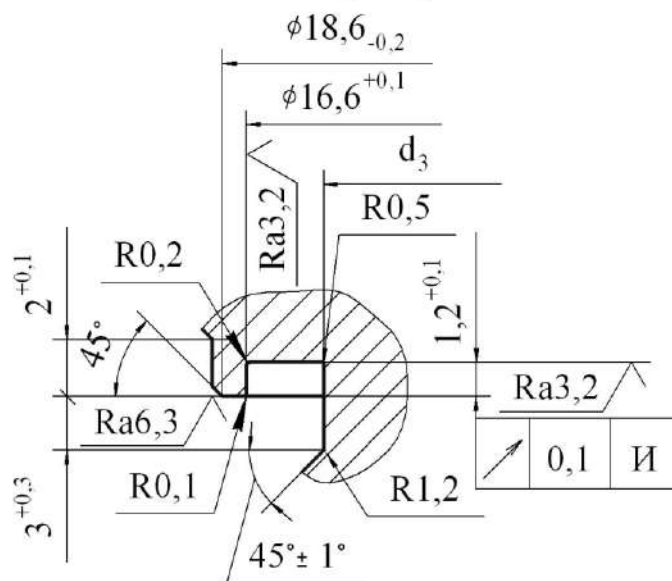


Таблица Б.4

Условное обозначение	Рисунок
ТМ 0,1(0,16)-1(2,3)0-Р	Б.14 и Б.17
ТМ 0,25(0,4...1)-1(2,3)0-Р	Б.15 и Б.17
ТМ 1,6(2,5...100)-1(2,3)0-Р	Б.16 и Б.17
ТМ 0,1(0,16)-1(2,3)1-Р	Б.14 и Б.18
ТМ 0,25(0,4...1)-1(2,3)1-Р	Б.15 и Б.18
ТМ 1,6(2,5...100)-1(2,3)1-Р	Б.116 и Б.18

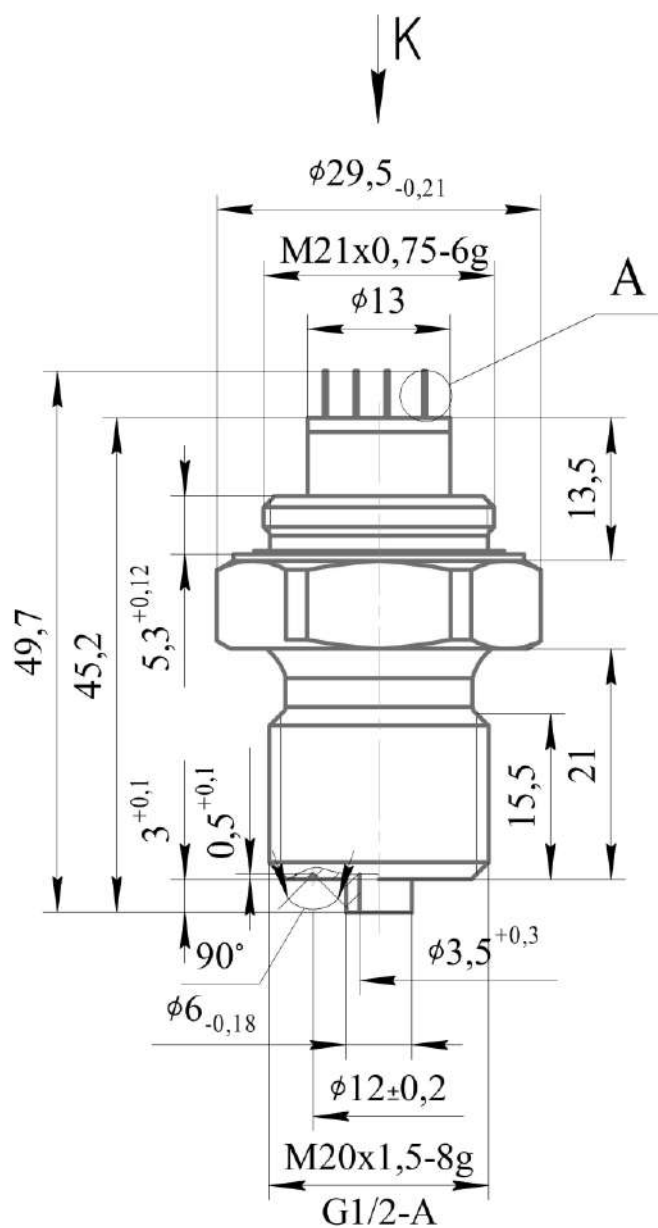


Рисунок Б.14 – ТМ 0,1(0,16)-...-Р

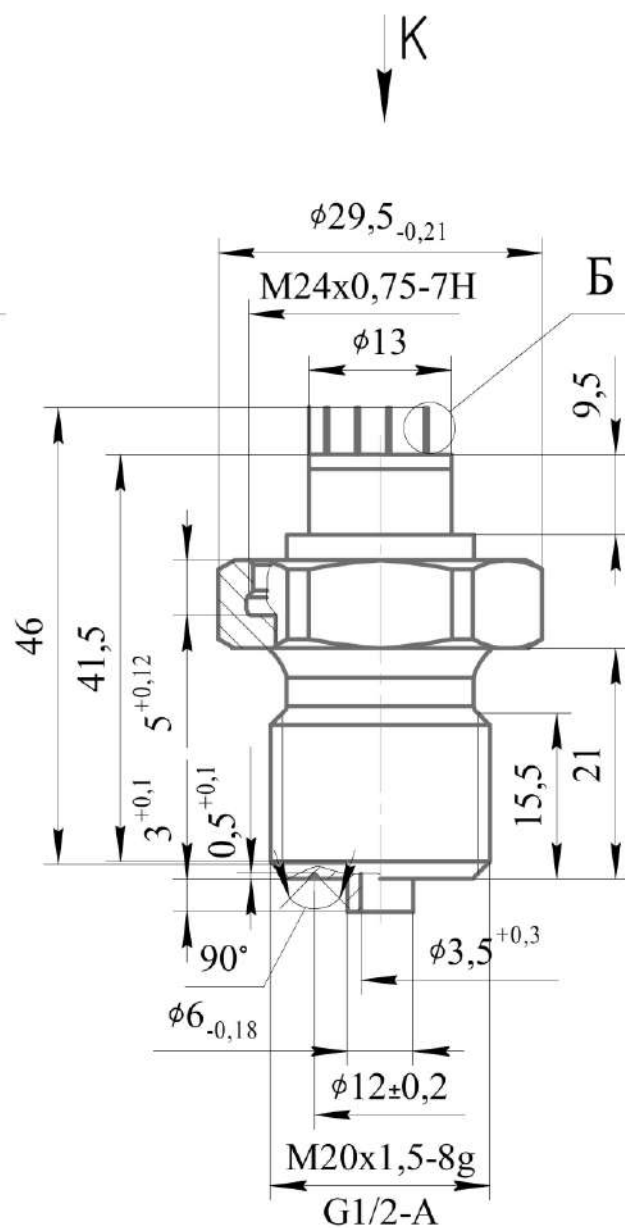


Рисунок Б.15 – ТМ 0,25(0,4...1)-...-Р

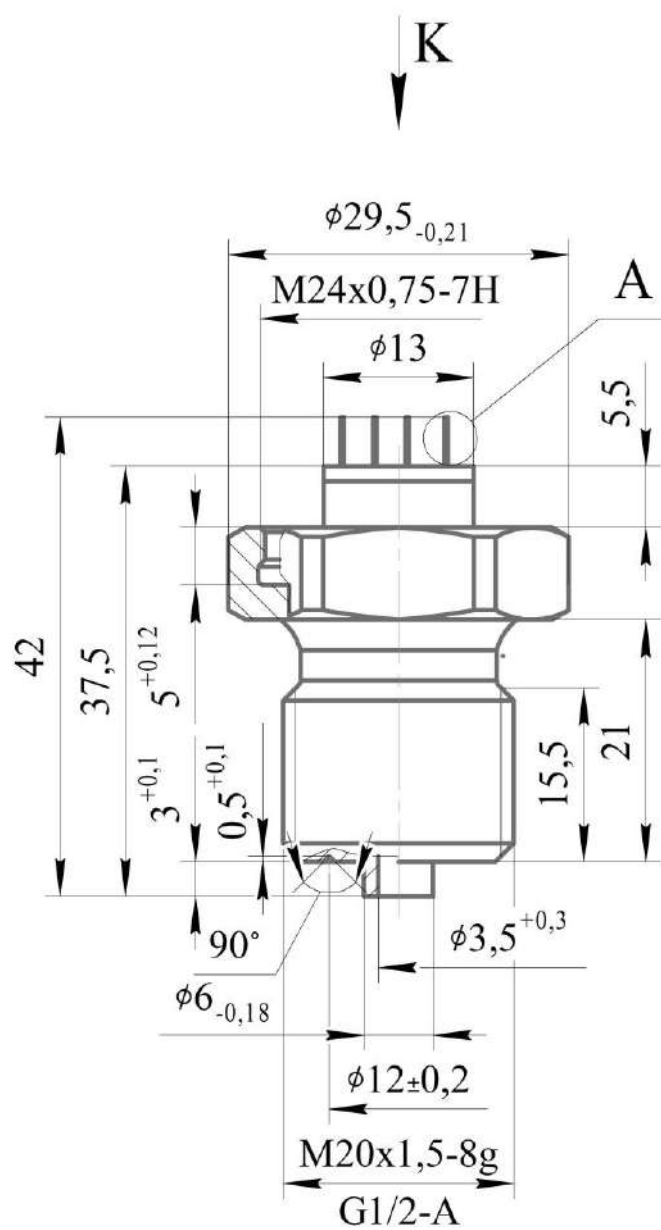


Рисунок Б.16 – ТМ 1,6(2,5...100)-...-Р

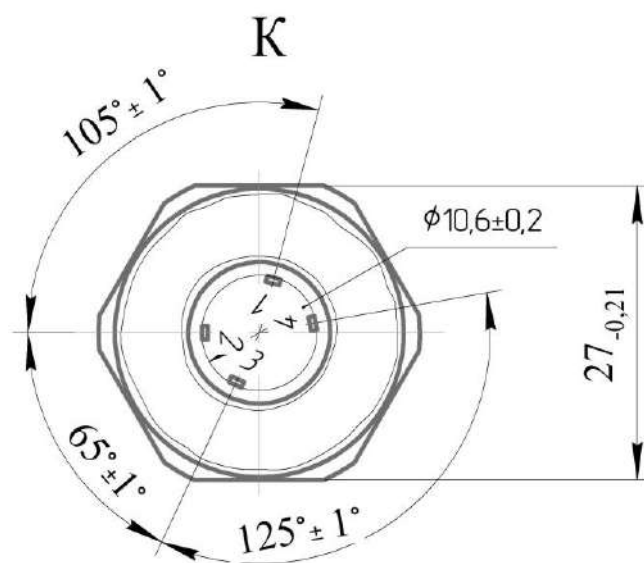


Рисунок Б.17

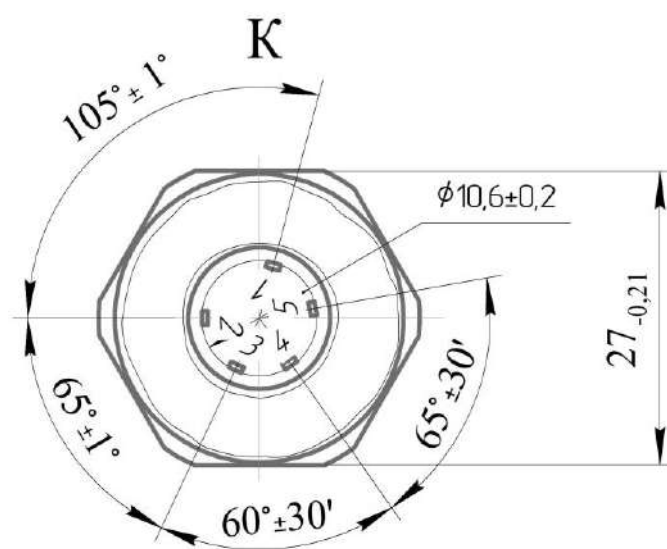


Рисунок Б.18

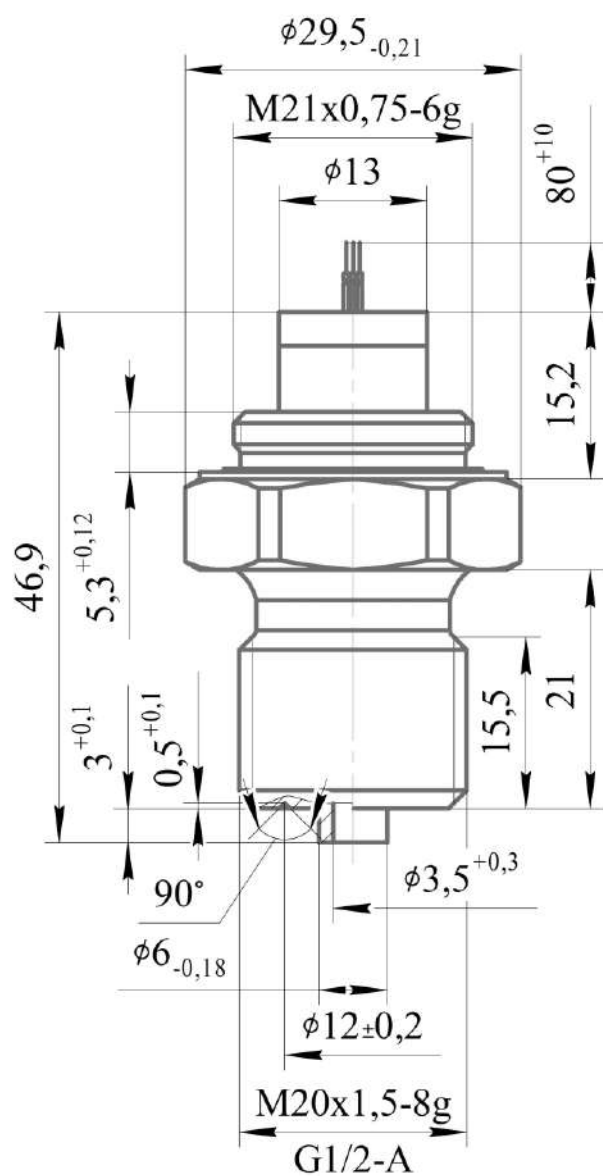


Рисунок Б.19 – ТМ 0,1(0,16)-...-L

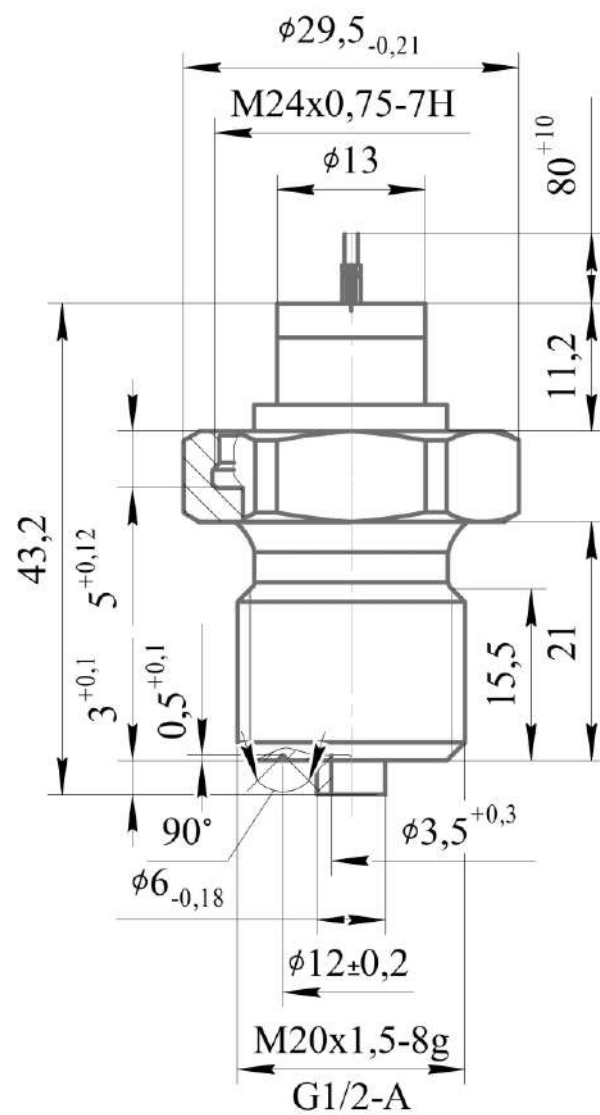


Рисунок Б.20 – ТМ 0,25(0,4...1)-...-L

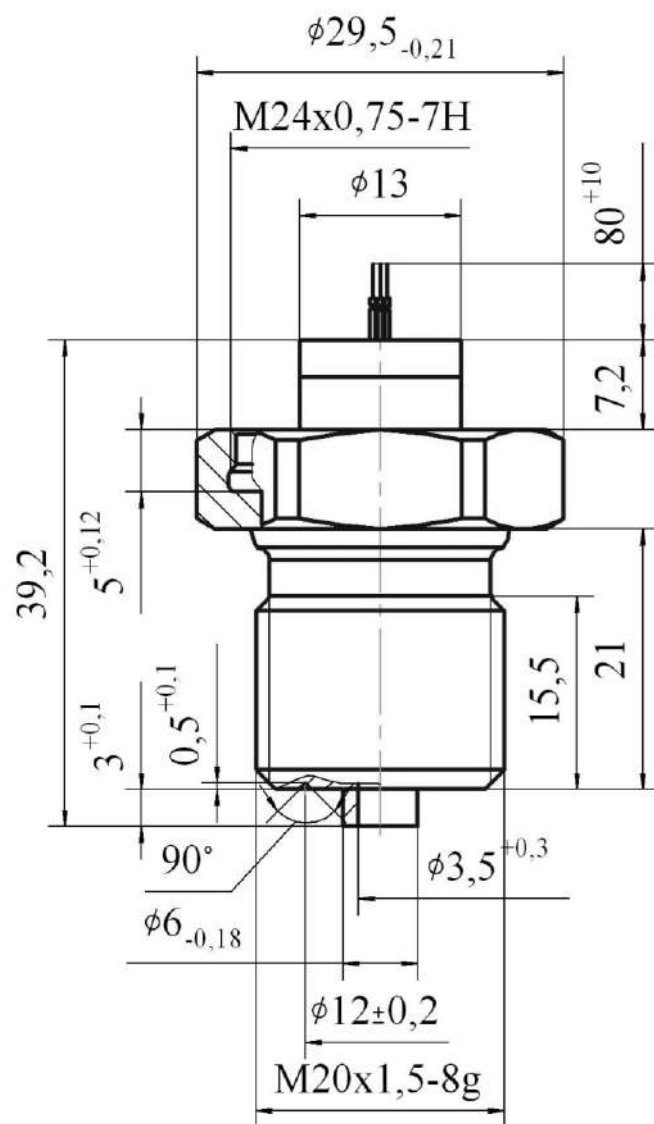


Рисунок Б.21 – ТМ 1,6(2,5...100)-...-L

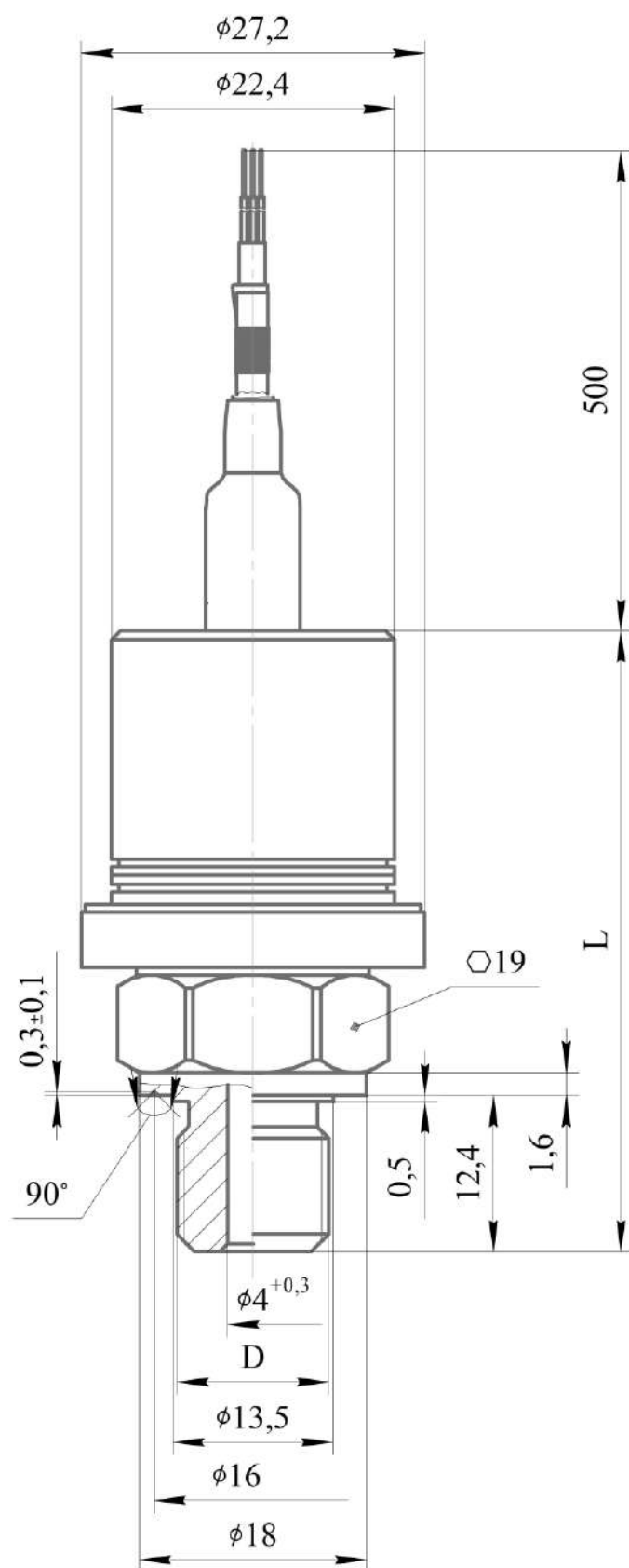


Рисунок Б.22 – HPL-P 0,06(0,1; 0,16)-...-L

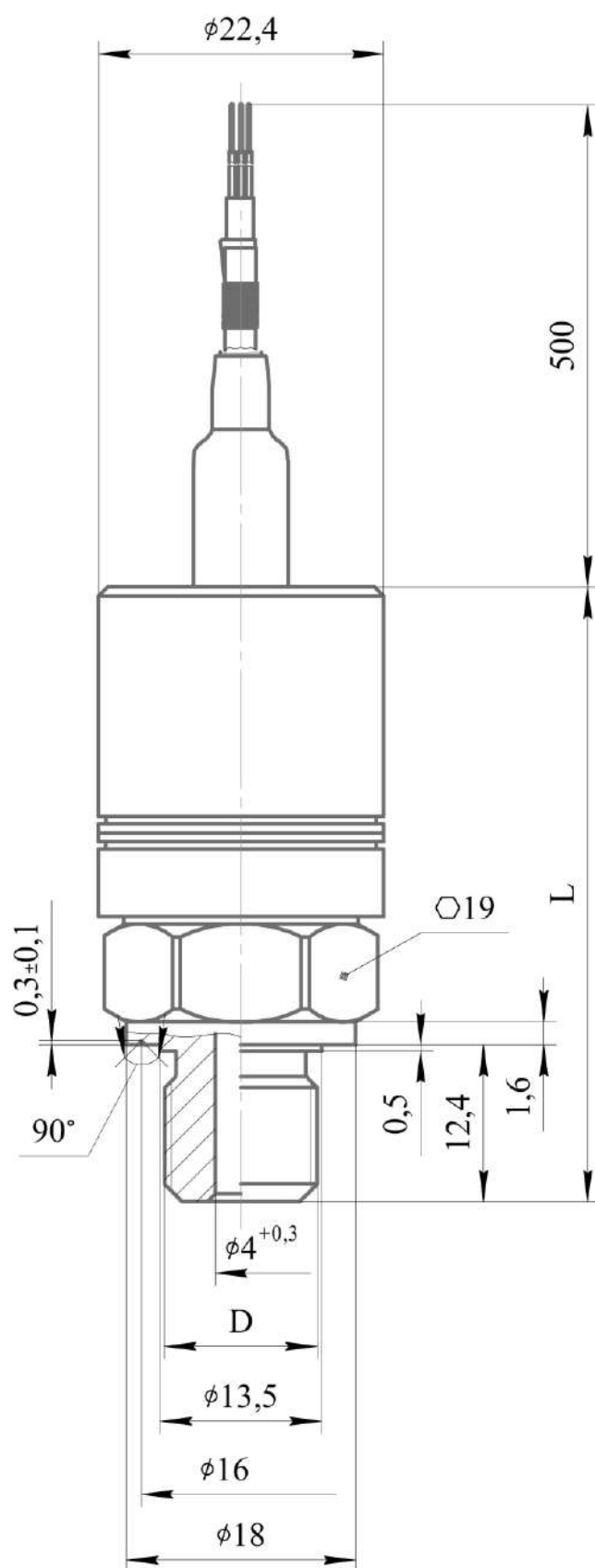


Рисунок Б.23 – HPL-P 0,25(0,4...1)-...-L

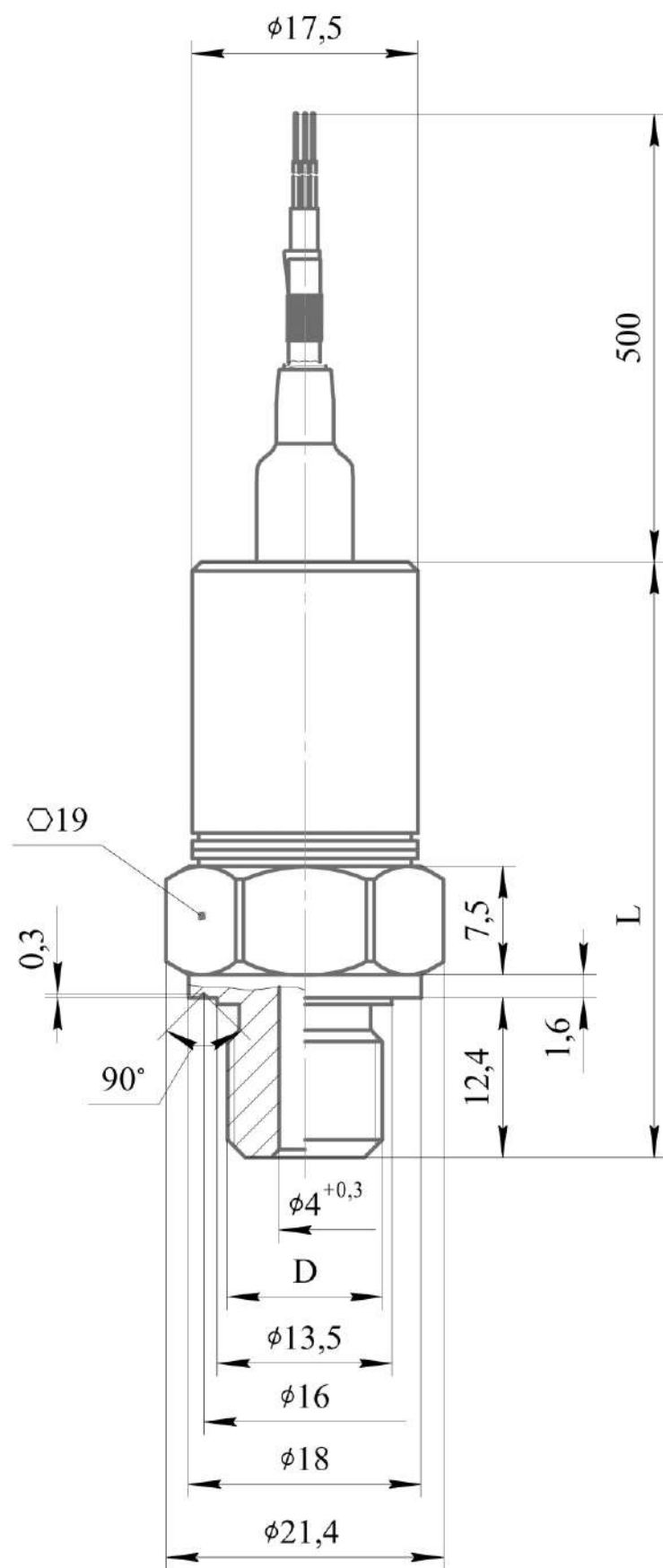
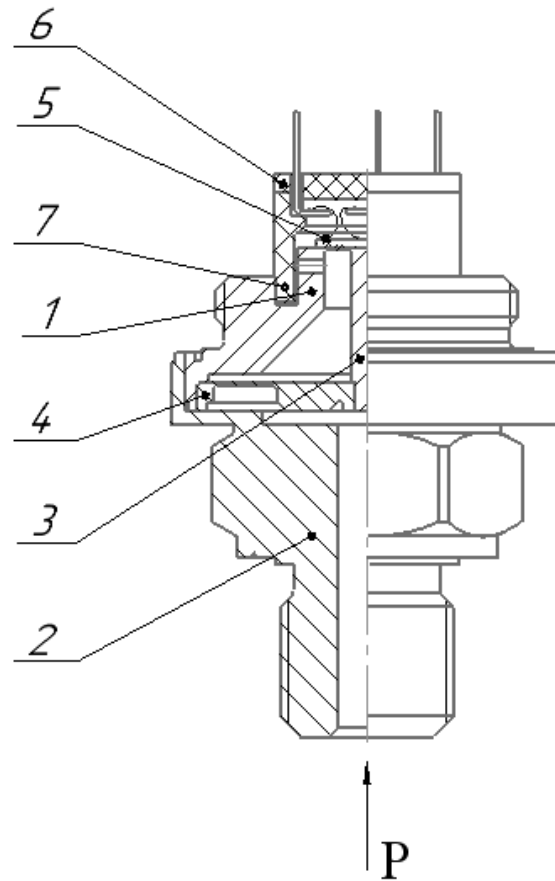


Рисунок Б.24 – HPL-P 1,6(2,5...150)-...-L

Приложение В
(справочное)

Конструктивные схемы тензопреобразователей



1- двухслойная мембрана

2 - корпус

3 - шток

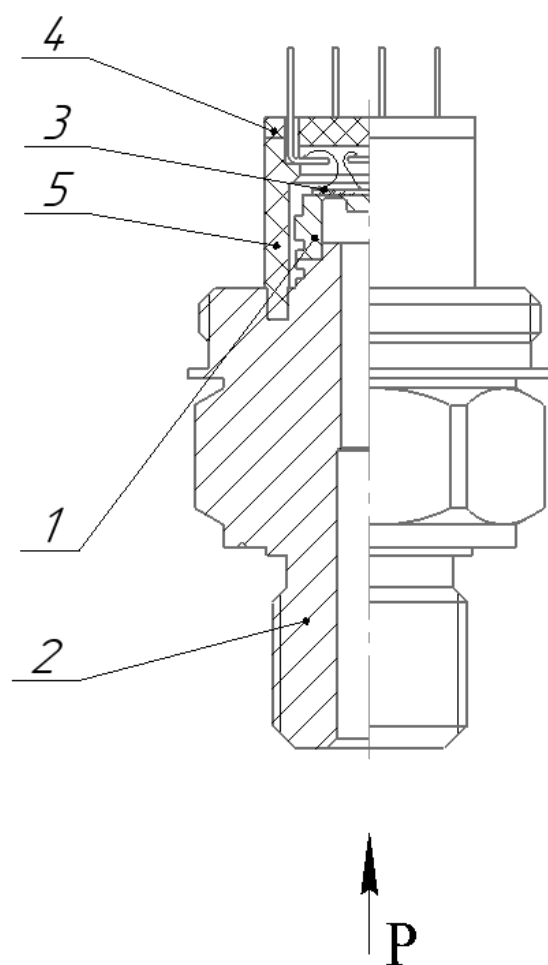
4 - мембрана

5 - тензорезисторы R1, R2, R3, R4

6 - крышка

7 - коллектор

Рисунок В.1 Тензопреобразователи с номинальными значениями давления
0,06...1 МПа



1- двухслойная мембрана

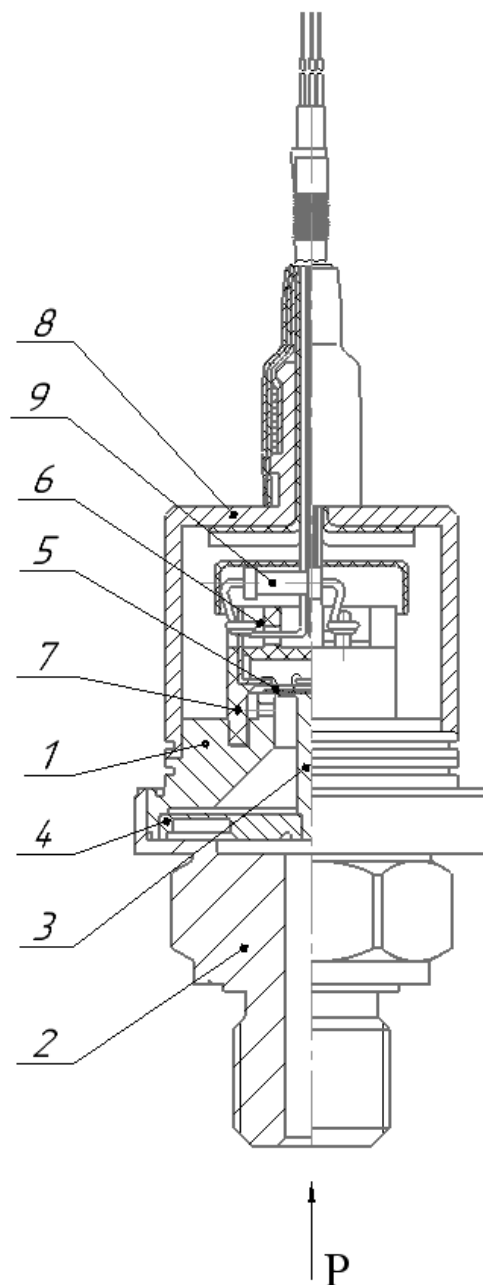
2 - корпус

3 - тензорезисторы R1, R2, R3, R4

4 - крышка

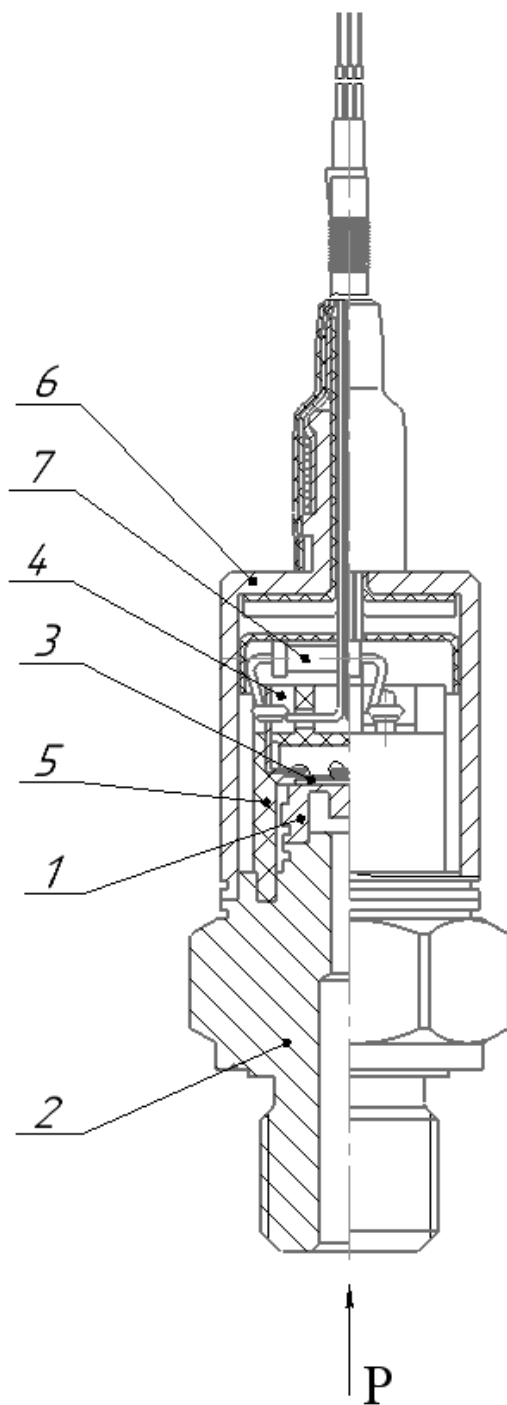
5 - коллектор

Рисунок В.2 Тензопреобразователи с номинальными значениями давления
1,6...150 МПа



- 1- двухслойная мембрана
- 2 - корпус
- 3 - шток
- 4 - мембрана
- 5 - тензорезисторы R1, R2, R3, R4
- 6 - крышка
- 7 – коллектор
- 8 – крышка-втулка
- 9 – резистор

Рисунок В.3 Тензопреобразователи НРЛ-Р с номинальными значениями давления 0,06...1 МПа



- 1- двухслойная мембрана
- 2 - корпус
- 3 - тензорезисторы R1, R2, R3, R4
- 4 - крышка
- 5 – коллектор
- 6 – крышка-штулка
- 7 – резистор

Рисунок В.4 Тензопреобразователи HPL-P с номинальными значениями давления 1,6...150 МПа

Приложение Г
(обязательное)

Схемы монтажа

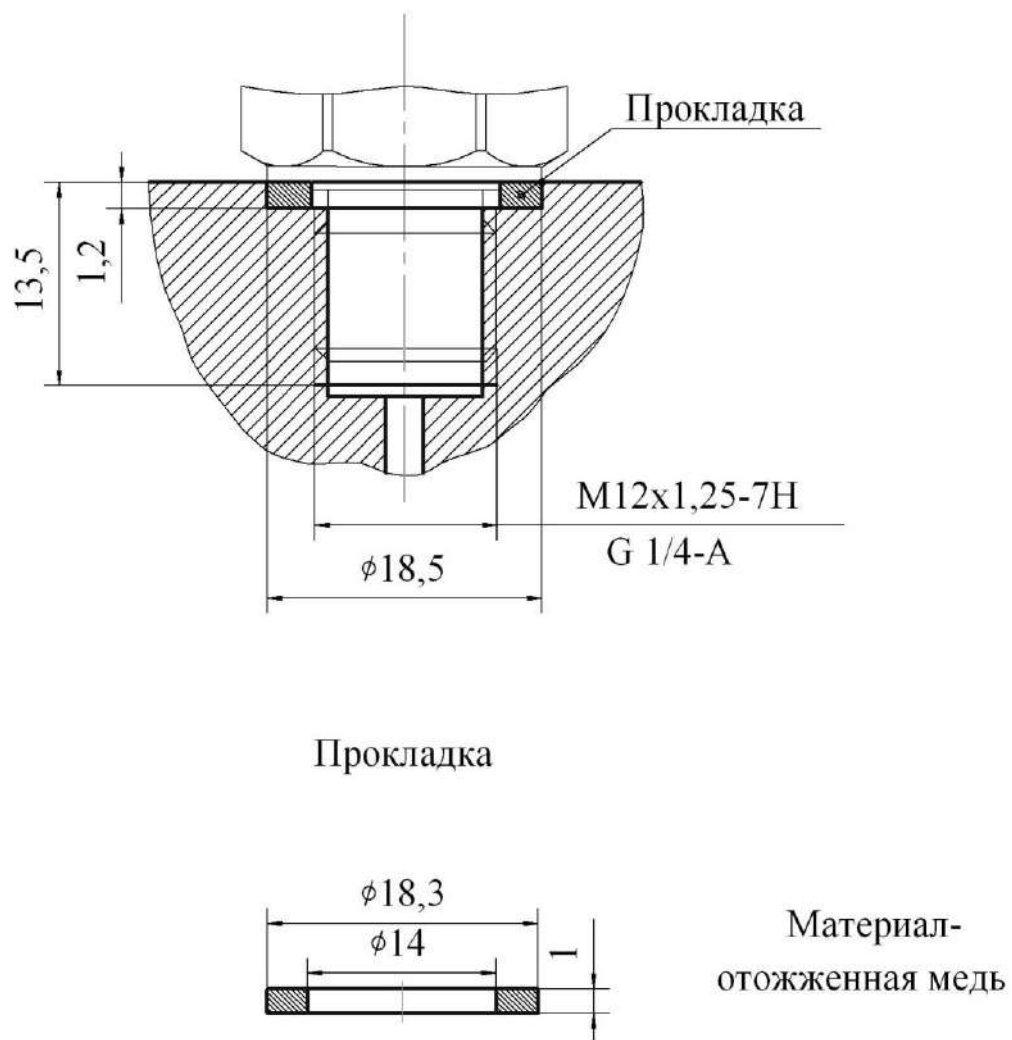
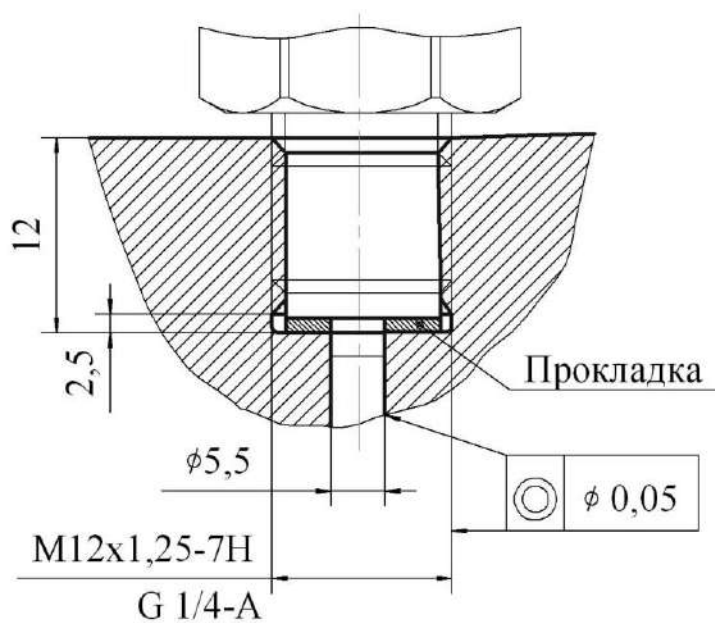
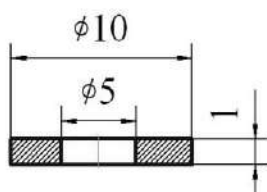


Рисунок Г.1 – НРЛ (НРЛ-Р) 0,06(0,1...100)-...-МК1(ГК1)-...



Прокладка



Материал-
отожженная медь

Рисунок Г.2 – НРЛ (НРЛ-Р) 0,06(0,1...150)-...-МА1(ГА1)-...

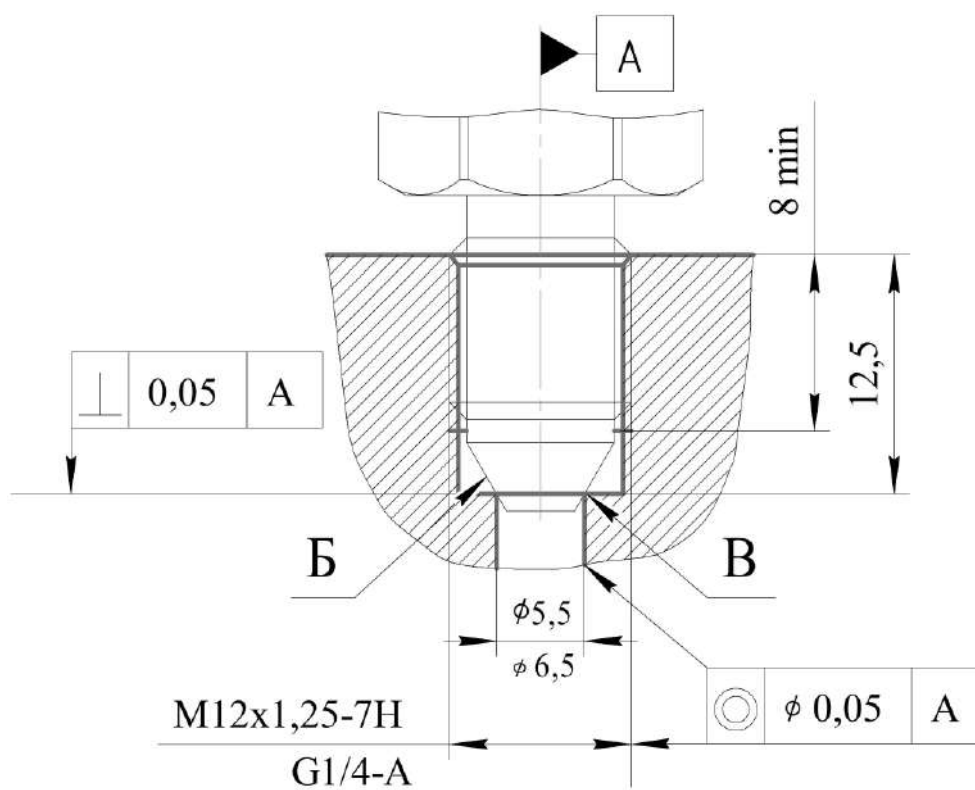


Рисунок Г.3 – HPL (HPL-P) 0,06(0,1...150)-...-MT1(GT1)-...

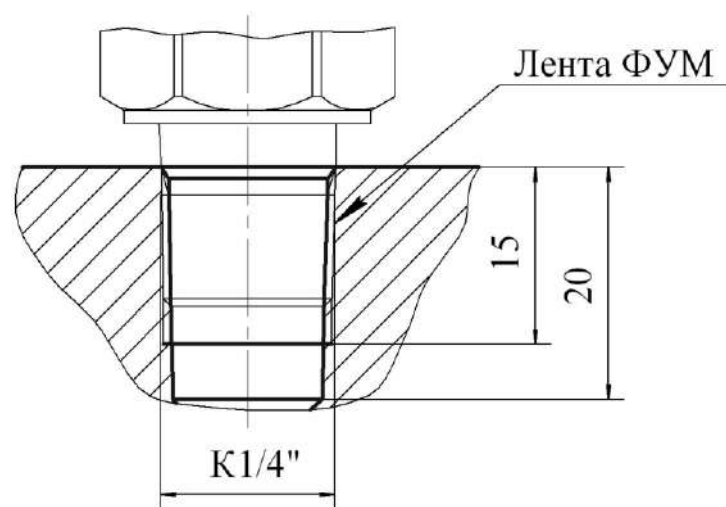


Рисунок Г.4 – HPL (HPL-P) 0,06(0,1...100)-...-K-...

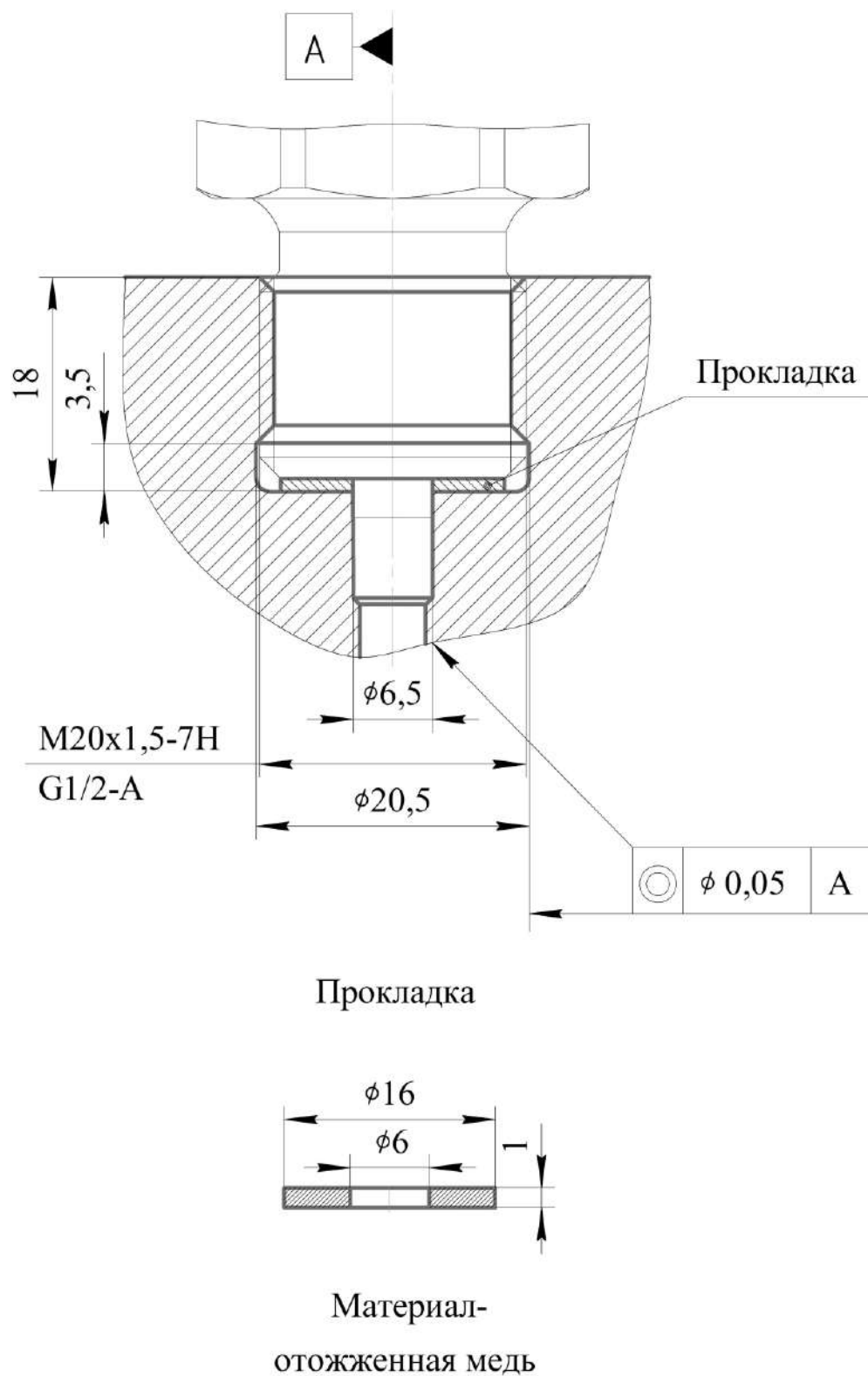


Рисунок Г.5 – ТМ 0,1(0,16...100)-...