



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

454136, г. Челябинск, пр. Победы 303, Строение 2, оф. 8  
Тел./факс: (351) 233-96-94, 233-97-90, E-mail: [flow@flowkom.ru](mailto:flow@flowkom.ru)  
ИНН/КПП 7447155960/744701001  
р/с 40702810290700011324 в ОАО «ЧЕЛЯБИНВЕСТБАНК»  
г. Челябинск, к/с 30101810400000000779, БИК 047501779

## **РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ПОГРУЖНЫЕ**

### **ВИХРЕВЫЕ PRO-V M23**

#### **Инструкция по монтажу**

2010

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция по монтажу погружных расходомеров-счетчиков вихревого типа (далее по тексту - расходомеров) производства VorTek Instruments предназначена для изучения порядка и особенностей монтажа расходомеров.

Обратите внимание на следующие положения:

- 1) соответствует ли пределы измерения расхода и диаметр трубопровода спецификации заказа;
- 2) в измеряемой среде не должно быть пузырьков воздуха при измерении расхода воды и конденсата при измерении расхода пара и газа;
- 3) при монтаже расходомера необходимо обеспечивать выполнение следующих требований:
  - наличие прямолинейных участков трубопровода длиной не менее  $10 \cdot D_y$  до и  $5 \cdot D_y$  после точки измерения;
  - в рабочих условиях весь объем трубы расходомера должен быть заполнен измеряемой средой;
- 4) монтаж электрических цепей следует производить в строгом соответствии со схемой электрических соединений;
- 5) после проведения монтажа узлы и блоки расходомера должны быть опломбированы;
- 6) не допускайте прокладки силовых и сигнальных кабелей совместно в одной трубе или кабелепроводе (металлорукаве, кабельном канале и т.п.)

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Погружные расходомеры вихревого типа используются для измерения объемного расхода и объема жидкости, газа и пара. Возможность измерения расходов загрязненных сред делают вихревые расходомеры универсальным инструментом для применения в различных отраслях промышленности, коммунального и сельского хозяйства, а высокие метрологические параметры позволяют использовать вихревые расходомеры для коммерческих расчетов в системах тепло-, водо-, паро- и газоснабжения.

## 2 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 В расходомерах имеющих электронный блок с питанием от сети переменного тока 220 В, 50 Гц имеется опасное для жизни напряжение. Запрещается осуществлять разборку такого электронного блока, находящегося под напряжением. Расходомеры других моделей не имеют напряжений опасных для жизни.

2.2 В электронном блоке расходомера предусмотрен зажим, отмеченные знаком "Заземление" для присоединения заземляющего проводника.

2.3 Сетевой блок питания 220 В, 50 Гц имеет проводник зеленого цвета предназначенный для защитного заземления.

2.4 При монтаже расходомера и пуско-наладочных работах необходимо соблюдать "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" для электроустановок напряжением до 1000 В.

2.5 Не допускается устранять дефекты расходомера неизвлекаемых моделей, не убедившись в отсутствии давления в трубопроводе.

2.6 Монтаж расходомера должен производиться обученным персоналом.

2.7 Проведение монтажа расходомеров в системах водяного или парового теплоснабжения, газового хозяйства, сосудов под давлением, а также с применением технологии "горячей врезки" (т.е. без перекрытия трубопровода) должно производиться организациями, имеющими соответствующие лицензии.

### 3 МОНТАЖ РАСХОДОМЕРА

#### 3.1 Распаковка

3.1.1 При получении расходомера проверьте сохранность тары. В зимнее время вскрытие ящиков производите только после выдержки их в течение 12 часов в теплом помещении.

3.1.2 После вскрытия ящика освободите расходомер от упаковочного материала и протрите.

3.1.3 Проверьте комплектность на соответствие заказной ведомости.

#### 3.2 Установка первичного преобразователя расходомера

**ВНИМАНИЕ! КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ НА ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ УСТАНОВЛЕННОМ РАСХОДОМЕРЕ БЕЗ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПОСЛЕДНЕГО ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЕГО В КАЧЕСТВЕ МОНТАЖНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ.**

3.2.1 Датчик расходомера может быть установлен на горизонтальном, вертикальном, а также наклонном трубопроводе.

3.2.2 При измерении расхода жидкости трубопровод должен быть полностью заполнен, поэтому первичный преобразователь целесообразно устанавливать в наиболее низкой части трубопровода или устанавливать воздухоотделители.

3.2.3 При измерении расхода газа или пара первичный преобразователь целесообразно устанавливать в наиболее высокой части трубопровода и, при необходимости, оборудовать точку измерения конденсатоотводчиком или сепаратором.

3.2.4 Необходимо обеспечить прямолинейные участки трубопроводов без местных гидравлических сопротивлений и арматуры до и после точки измерения в соответствии с требованиями соответствующего технического описания и инструкции по эксплуатации, а также соблюдать рекомендации приведенные ниже. В случае невозможности обеспечения требуемой протяженности прямолинейных участков необходимо использовать струевыпрямитель.

3.2.5 Штанга первичного преобразователя должна быть направлена по диаметру поперечного сечения трубопровода, проходящего через точку врезки (см.рис.1 прило-

жения). При этом ось штанги может иметь угол  $\gamma$  в пределах  $\pm 90^\circ$  от вертикали, т.е. штанга может быть установлена как вертикально ( $\angle\gamma=0^\circ$ ), так и горизонтально ( $\angle\gamma=90^\circ$ ). Установка штанги под углом большим  $90^\circ$  от вертикали без применения специальных мер по герметизации кабельных вводов, нежелательна, т.к. возможно натекание жидкости или конденсата в электронный блок расходомера.

3.2.6 Углы между осью штанги расходомера и диаметром, проходящим через точку врезки как в поперечной ( $\angle\beta$  - “крен”), так и продольной ( $\angle\alpha$  - “тангаж”, “глубина”) плоскостях сечения трубопровода не должны превышать  $\pm 5^\circ$ .

3.2.7 Угол между осью трубы первичного преобразователя и осью трубопровода ( $\angle\theta$  - угловое позиционирование, “рыскание”, “курс”) не должен превышать  $\pm 10^\circ$ .

3.2.8 Отклонение от расчетной глубины погружения первичного преобразователя ( $\Delta$  - радиальное позиционирование) должно быть не более  $10^{-2} \cdot D_y$  при установке трубы первичного преобразователя по оси трубопровода (все вихревые расходомеры для  $50 \leq D_y \leq 254$  мм) и  $2 \cdot 10^{-3} \cdot D_y$  при установке в критической области (вихревые расходомеры для  $255 \leq D_y \leq 1800$  мм).

**ВНИМАНИЕ!** Необходимо следить, чтобы материал используемый для уплотнения соединений (паронит, лента ФУМ и т.д.) не перекрывал просвет трубопровода в месте установки расходомера. Направление потока рабочей среды в трубопроводе должно совпадать со стрелкой, обозначенной на электронном блоке или штанге расходомера.

3.2.9 Измерение параметров трубопровода.

3.2.9.1 Измерение наружного диаметра трубопровода.

Рулеткой типа ЗПК2-10 АТН-1 по ГОСТ 7502 в сечении трубопровода в месте установки переходного патрубка не менее 3 раз измеряется длина окружности трубопровода и вычисляется средняя длина окружности  $L_n$ , мм, и среднее значение наружного диаметра по формуле:

$$D'_n = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{L_{ni}}{3.1416}}{n}$$

**ПРИМЕЧАНИЕ:** В зоне измерения длины окружности поверхность трубопровода должна быть очищена.

3.2.9.2 Измерение толщины стенки трубопровода.

В сечении трубопровода в месте установки переходного патрубка не менее чем в 3-х точках не менее 3 раз ультразвуковым толщиномером типа УТ-65М с диапазоном измерения S от 1,0 до 20,0 мм и основной погрешностью  $\pm(0,01 \text{ мм} + 0,005 \cdot S)$  с ценой единицы наименьшего разряда – 0,01 мм или штангенциркулем типа ЩЦ-111-400-0,1 по Гост 166 с ценой деления 0,05 мм измеряется толщина стенки трубопровода и вычисляется ее среднее арифметическое значение для каждой точки. Вычисляется среднее значение  $S'_T$  толщины стенки трубопровода.

### 3.2.9.3 Измерение внутреннего диаметра трубопровода.

Внутренний диаметра трубопровода измеряется нутромером типа НМ1250, соответствующего ГОСТ 10, с диапазоном измерения от 50 до 1600 мм по двум взаимно-перпендикулярным направлениям I-I и II-II в сечении трубопровода в месте установки переходного патрубка. По каждому из направлений выполняют 10 – 16 измерений и вычисляют среднее арифметическое значение внутреннего диаметра:

$$D'_n = 0,5 \cdot \left( \frac{1}{n} \cdot \sum^n D_{li} + \frac{1}{n} \cdot \sum^n D_{lii} \right) \quad (1)$$

Вычисленное значение  $D'_n$  заносят в протокол поверки.

При монтаже расходомеров-счетчиков в реальный трубопровод по такой же методике измеряют внутренний диаметр трубопровода  $D_T$  (с учетом отложений) и вычисляют его среднее значение  $D'_T$  в соответствии с формулой (1).

После проведения измерений производят проверку условия:

$$|D'_T - D'_n| \leq 0,05 \cdot D'_T \quad (2)$$

Условие (2) должно выполняться в месте установки переходного патрубка и на прямолинейном участке  $10D_y$  до и  $5D_y$  после него.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если в месте установки переходного патрубка не имеется возможности измерить внутренний диаметр трубопровода при помощи нутромера, его значение можно вычислить как разность величины наружного диаметра трубопровода и двух толщин стенки трубопровода:

$$D'_T = D'_n - 2 \cdot S'_T$$

3.2.10 После уплотнения соединения расходомера и отводящего патрубка, сенсор с помощью установочной штанги опускается на требуемую глубину, фиксируется и пломбируется.

3.2.11 При использовании технологии “горячей врезки” сначала к трубопроводу приваривается отводящий патрубок с фланцем или внутренней конической резьбой, затем к нему приворачивается лубрикатор, состоящий из изолирующего клапана с

диаметром условного прохода 2”, кессона (шлюзовой камеры) и специального инструмента (“балеринки”, инструмента Веллера и т.д.), представляющего собой кольцевую фрезу с аксиально расположенным сверлом (см. рис.1). После уплотнения кессона, изолирующий клапан открывают и сверлом сверлят отверстие для выравнивания давлений в шлюзовой камере и трубопроводе. На конце сверла имеется приспособление, например, подпружиненный шарик, для захвата вырезаемого из трубопровода диска (“пяточка”). Затем фрезой прорезают требуемое отверстие (диаметром около 50 мм), при этом вырезаемый диск захватывается и извлекается инструментом. Затем клапан закрывается и вместо кессона монтируется расходомер.

**ВНИМАНИЕ!** Установку расходомеров по технологии “горячей врезки” должны осуществлять специализированные организации, имеющие лицензию на проведение соответствующих работ.

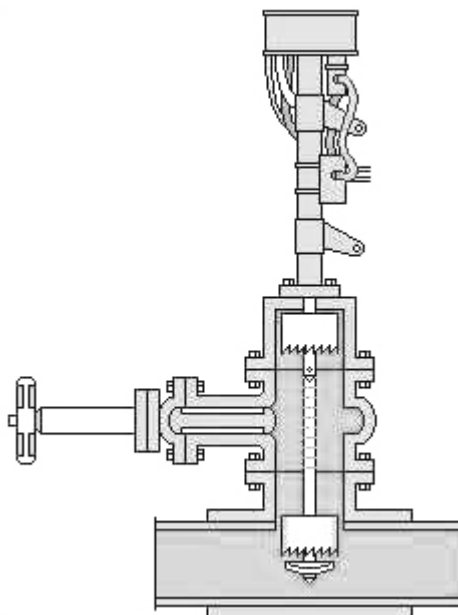


Рис.1

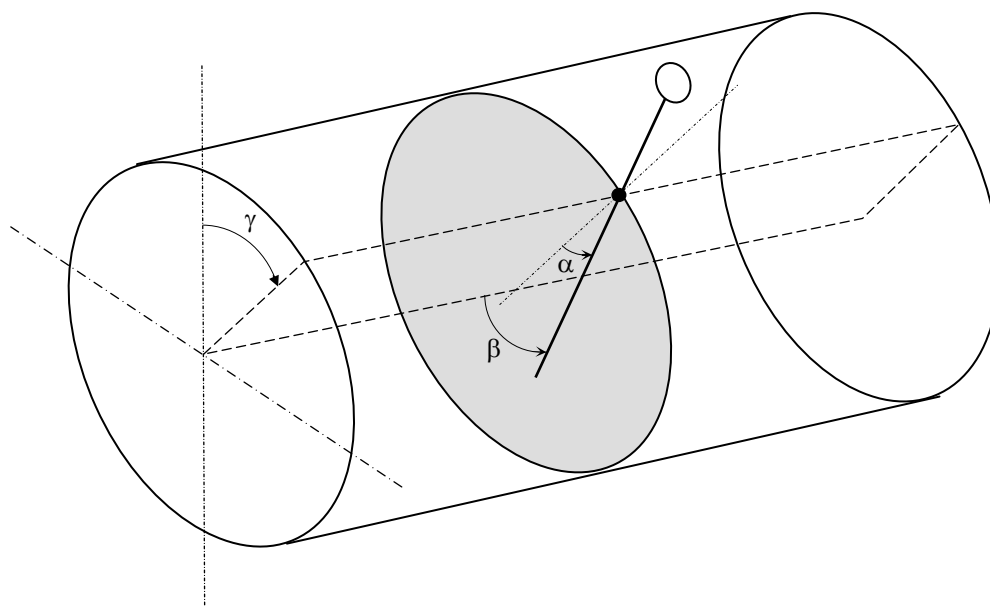


### 3.3 Подключение электронного блока

3.3.1. Подключение электронного блока к первичному преобразователю расхода осуществляется с помощью специального кабеля (витая пара в экране), поставляемого вместе с расходомером. Максимальная длина связи между первичным преобразователем и электронным блоком расходомеров составляет 17 м. В случае моноблочного исполнения расходомера электронный блок установлен непосредственно на первичном преобразователе расхода.

3.3.2 Подключение электронного блока к внешним устройствам (самопишущим, показывающим, регистрирующим вторичным приборам, вычислителям, электронным и электромеханическим счетчикам и т.п.) осуществляется с помощью экранированного двухпроводного (для токового выхода) или трехпроводного (для частотного или импульсного выхода) кабеля с сечением, определяемым длиной линии связи. Например, при длине линии связи до 100 м возможно использование кабеля с сечением жил по меди не менее  $0,5 \text{ мм}^2$ , при длине линии связи до 300 м - не менее  $1,5 \text{ мм}^2$ , при длине линии связи до 600 м - не менее  $2,5 \text{ мм}^2$ . Кабель электрических соединений должен быть проложен в металлорукаве, металлической трубе или специальном кабельном канале (лотке), исключаящем несанкционированное вмешательство в линию связи. Не допускается прокладка линий связи совместно с силовыми цепями. Штуцеры кабельных вводов (сальники) в электронном блоке для подсоединения кабеля выполнены по стандарту  $3/4"$  NPT (дюймовая коническая резьба  $K^{3/4}"$  с углом профиля  $60^\circ$  по ГОСТ 6111-52). Схемы соединений приведены в соответствующих технических описаниях и инструкциях по эксплуатации.

### ТРЕБОВАНИЯ К ВРЕЗКЕ



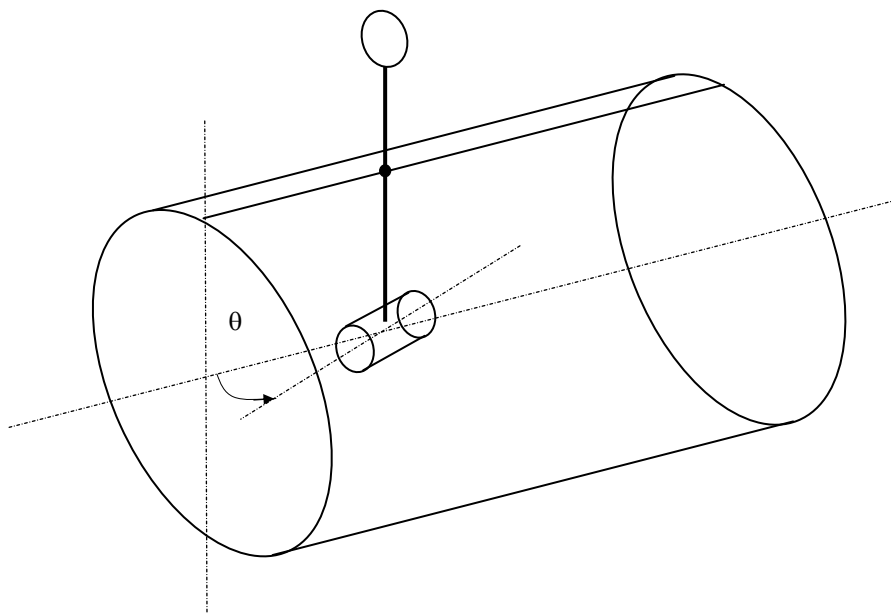
$\angle\gamma$  - угол врезки штанги по радиус-вектору, «наклон»  $-90^\circ \leq \angle\gamma \leq 90^\circ$

$\angle\alpha$  - наклон штанги в продольной плоскости, «тангаж»,  $-5^\circ \leq \angle\alpha \leq 5^\circ$

$\angle\beta$  - наклон штанги в поперечной плоскости, «крен»,  $-5^\circ \leq \angle\beta \leq 5^\circ$

Рис.1

ТРЕБОВАНИЯ К УГЛОВОМУ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЮ



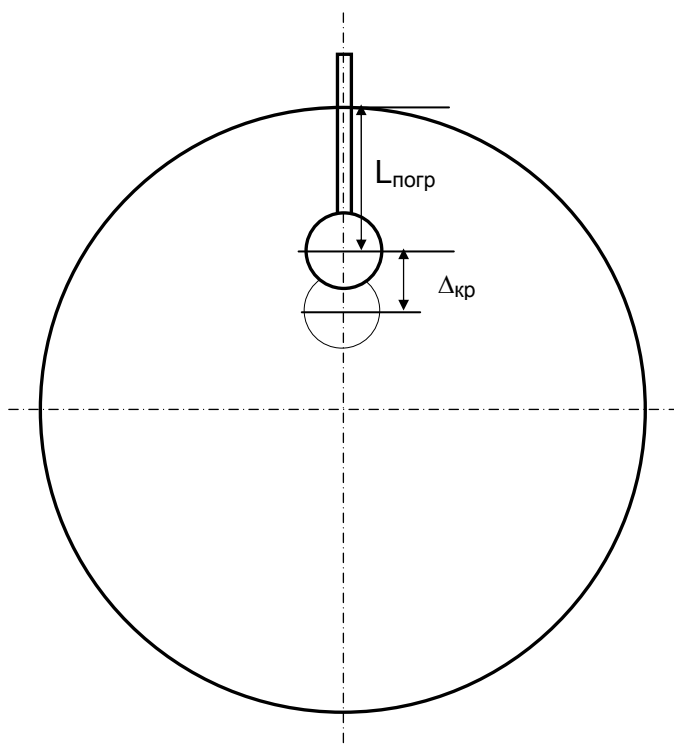
$\angle\theta$  – угол между осью трубопровода и осью трубы датчика, «рыскание»

$$- 10^{\circ} \leq \angle\theta \leq 10^{\circ}$$

Рис.2

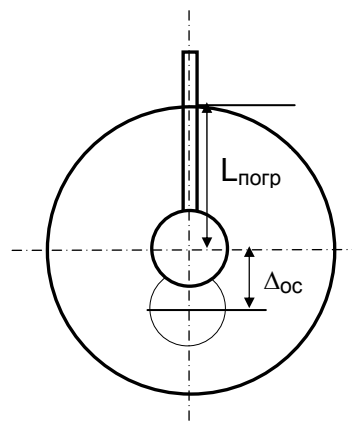
### ТРЕБОВАНИЯ К РАДИАЛЬНОМУ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЮ

Критическое расположение



$$\pm \Delta_{кр} \leq 2 \cdot 10^{-3} \cdot D_y$$

Осевое расположение



$$\pm \Delta_{ос} \leq 10^{-2} \cdot D_y$$

Рис.3

## РАЗМЕТКА ТРУБОПРОВОДА И ПРОВЕРКА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

1. Используя данные из технических условий на проектирование узла учета расхода, вычислить с помощью пакета «Mathcad 7.0 Pro» или графически все контрольные размеры (расстояние контрольной точки от точки врезки DB, допустимые отклонения размеров AB и EB, GB и FB). Контрольные размеры можно вычислить по формулам:

$$\text{а) } FB^0 = GB^0 = \sqrt{DF^2 + DB^2} = \sqrt{DG^2 + DB^2}, \text{ при } \Delta_{\text{танг}}^0 = 0$$

$$\text{б) } AB^0 = EB^0 = \sqrt{DB^2 + 2R_n \cdot (DB + R_n) \cdot (1 - \cos \varphi)}, \text{ при } \Delta_{\text{крен}}^0 = 0$$

2. Очистить трубопровод от теплоизоляции или иного покрытия в месте предполагаемой врезки расходомера.

3. С помощью рулетки или соответствующей металлической ленты достаточной длины произвести отметки на трубопроводе (точки D, A, E, F и G), при этом, длины дуг AD и DE не должны превышать значения, при котором угол  $\varphi > 60^\circ$ . Величину угла  $\varphi$  можно проверить по следующей формуле:

$$\varphi = \frac{180 \cdot AD}{\pi \cdot R_n} = \frac{180 \cdot ED}{\pi \cdot R_n}, \text{ где}$$

$\pi$  - число ПИ;  $R_n$  - радиус наружного диаметра трубопровода.

4. Установить в отводящий патрубок приспособление для проверки правильности позиционирования (штангу). Минимальная рекомендуемая длина измерительной штанги 500 мм.

5. Проверка правильности установки отводящего патрубка.

5.1. Установить отводящий патрубок на трубопровод так, чтобы расстояния от точек F и G до его диаметрально противоположных стенок были равны. Предварительно зафиксировав положение отводящего патрубка в одной точке (приварив) на отрезке FG, измерить с помощью рулетки или натянутой металлической проволоки расстояния FB', GB'. Убедиться в том, что все контрольные размеры соответствуют требованиям расчета.

Предельные отклонения размеров FB', GB' от требований расчета п. 1. можно рассчитать по формуле:

$$\Delta_{\text{танг}} = \pm |FB' - FB|, \text{ где}$$

$$FB' = \sqrt{DF^2 + DB'^2 + 0,17431 \cdot DF \cdot DB'}$$

$DB' = DB$  – длина штанги с отводящим патрубком, мм

Если хотя бы одна разность между контрольными размерами не соответствует требованиям расчета по п. 1 более, чем на величину  $\Delta$ , необходимо изменить положение отводящего патрубка в сторону компенсации отклонения.

Повторить измерения по п. 5.1. до соответствия величины отклонений требованиям расчета по п. 1.

Проверить расчетом угол «тангажа» ( $\alpha \leq 5^\circ$ ) по формуле:

$$\alpha = \arccos \frac{FD^2 + DB'^2 - FB'_{\text{факт}}^2}{2 \cdot FD \cdot DB'} - 90^\circ \quad \text{или}$$

$$\alpha = 90^\circ - \arccos \frac{FD^2 + DB'^2 - FB'_{\text{факт}}^2}{2 \cdot FD \cdot DB'}$$

После завершения операции вторично закрепить отводящий патрубок в диаметрально противоположной точке на оси FG.

5.2. Измерить с помощью рулетки или натянутой металлической проволоки расстояния  $AB'$ ,  $EB'$ . Убедиться в том, что все контрольные размеры соответствуют требованиям расчета.

Предельные отклонения размеров  $AB'$ ,  $EB'$  от требований расчета п. 1. можно рассчитать по формуле:

$$\Delta_{\text{крена}} = \pm |AB' - AB^0|, \text{ где максимально допустимое значение}$$

$$AB' = \sqrt{2 \cdot R_n^2 \cdot (1 - \cos \varphi) + DB'^2 - 4 \cdot R_n \cdot DB' \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \frac{190 + \varphi}{2}}$$

Если хотя бы одна разность между контрольными размерами не соответствует требованиям расчета по п. 1 более, чем на величину  $\Delta$ , необходимо изменить положение отводящего патрубка в сторону компенсации отклонения.

Повторить измерения по п. 5.2. до соответствия величины отклонений требованиям расчета по п. 1.

Проверить расчетом угол «крена» ( $\beta \leq 5^\circ$ ) по формуле:

$$\beta = \arccos \frac{2 \cdot R_n^2 \cdot (1 - \cos \varphi) + DB'^2 - AB'_{\text{факт}}^2}{4 \cdot R_n \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot DB'} - 90^\circ - \frac{\varphi}{2} \quad \text{или}$$

$$\beta = 90^\circ + \frac{\varphi}{2} - \arccos \frac{2 \cdot R_n^2 \cdot (1 - \cos \varphi) + DB'^2 - AB'_{\text{факт}}^2}{4 \cdot R_n \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot DB'}$$

Закрепить отводящий патрубок в диаметрально противоположных точках на оси АЕ.

6. Обварить отводящий патрубок по всему диаметру.

РАЗМЕТКА ТРУБОПРОВОДА

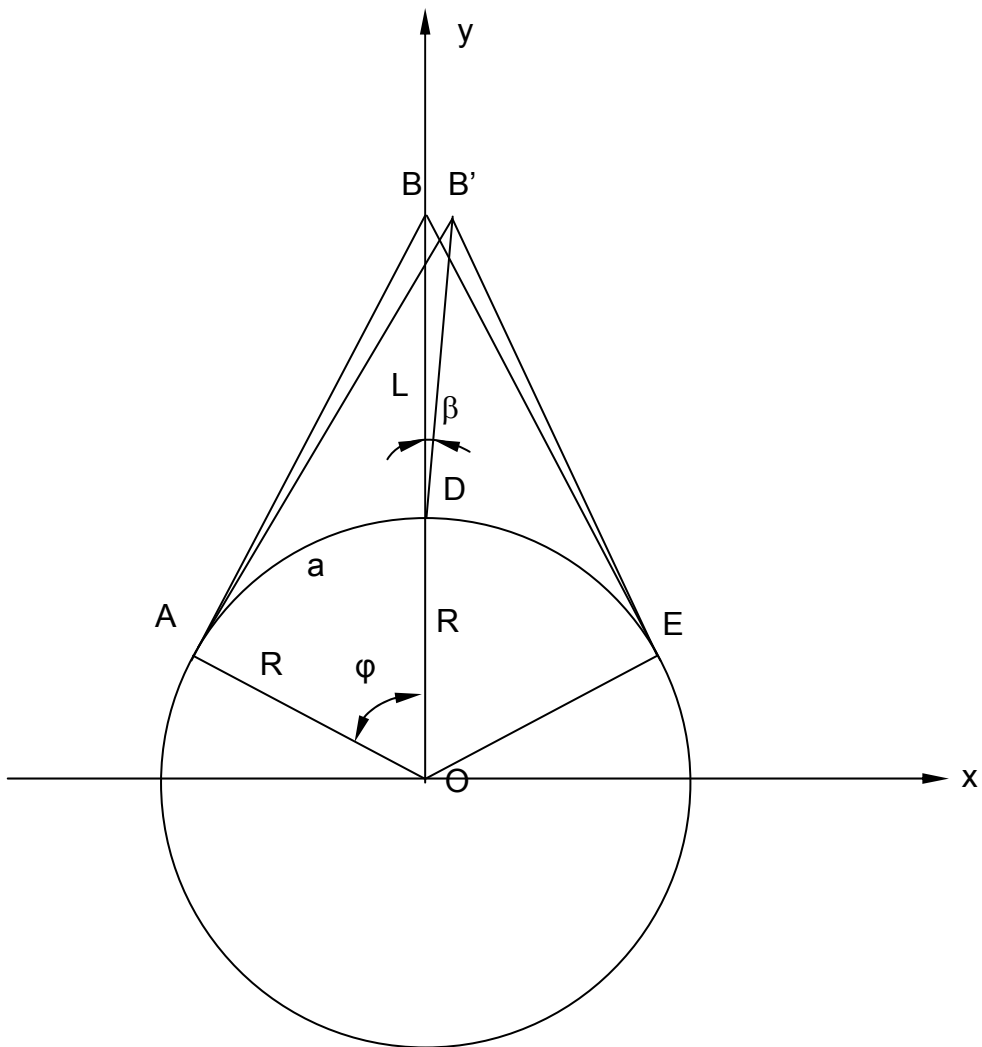


Рис.1

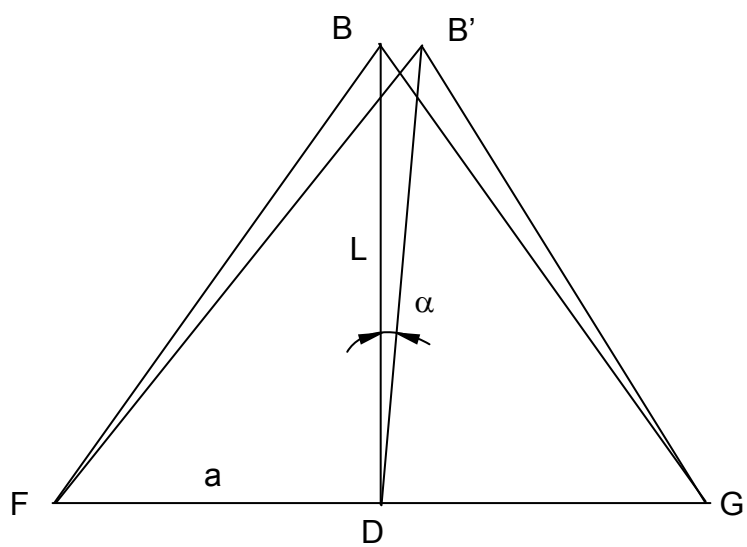


Рис.2

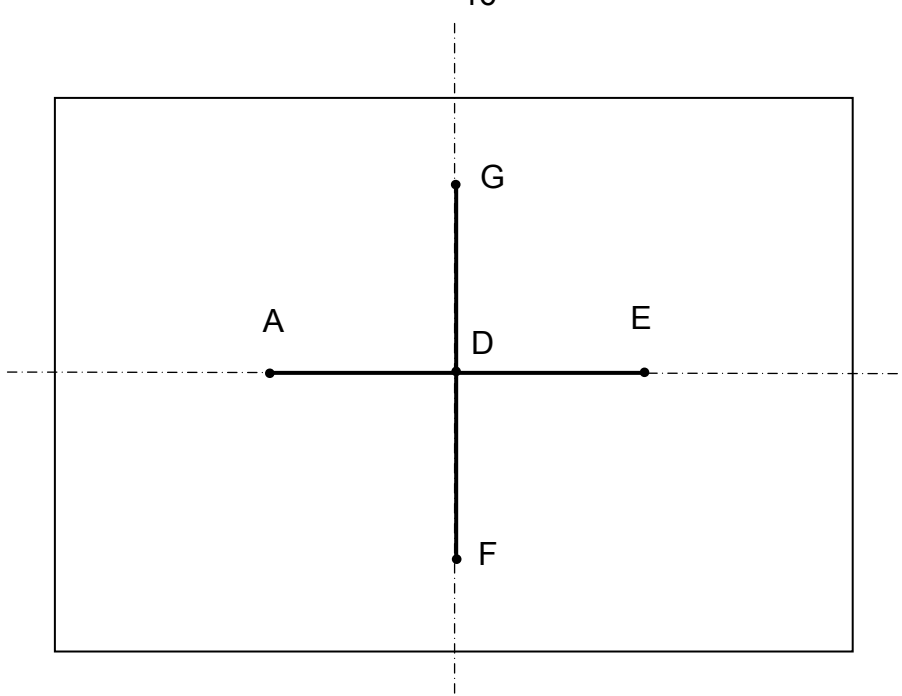


Рис.3

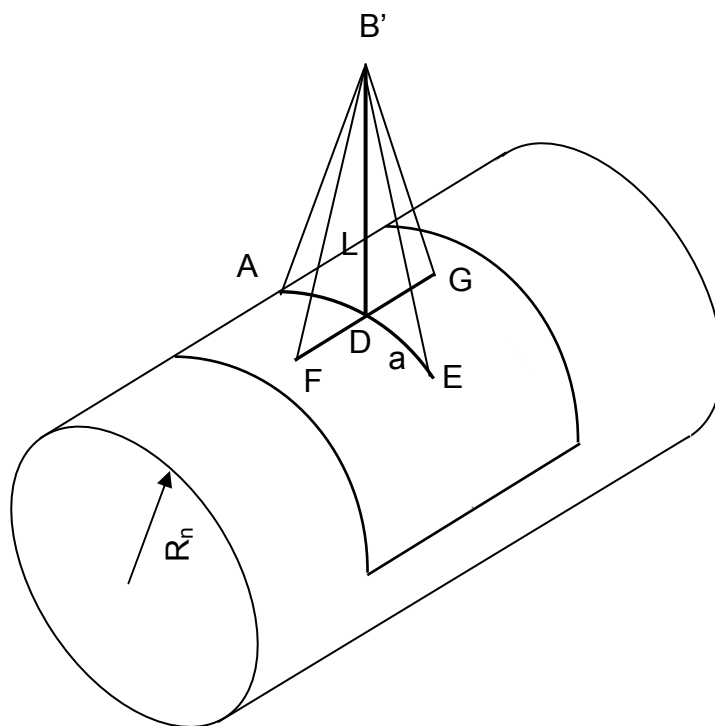
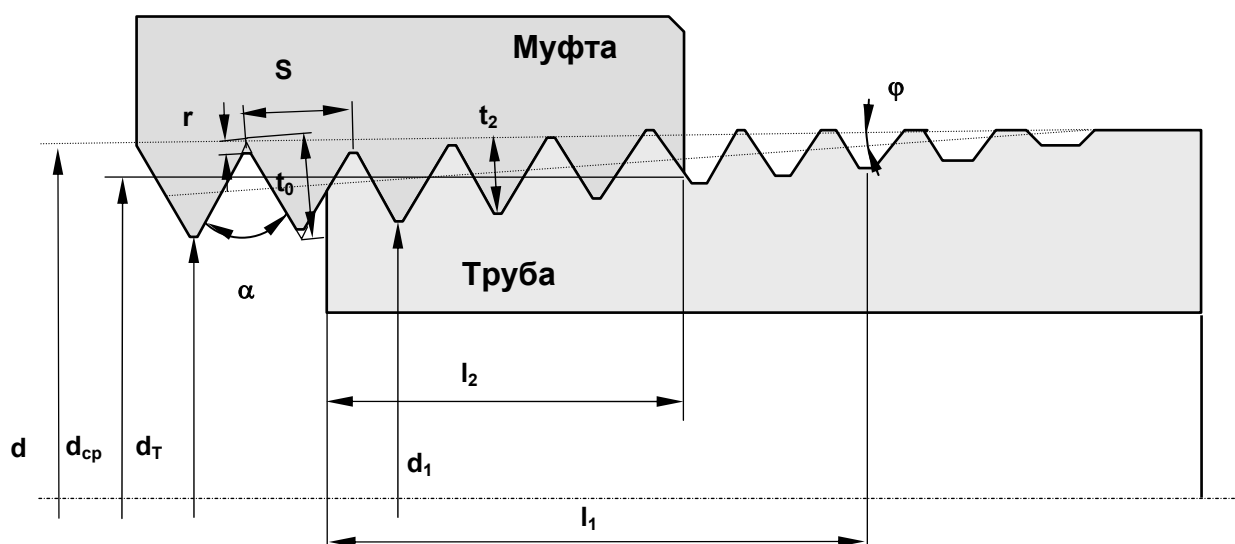


Рис.4



**РЕЗЬБА КОНИЧЕСКАЯ ДЮЙМОВАЯ С УГЛОМ ПРОФИЛЯ 60° ПО ГОСТ 6111-52  
AMERICAN NATIONAL STANDARD PIPE THREAD (NPT) ANSI B1.20.1-1983**



$\alpha=60^\circ$

$2 \cdot \operatorname{tg} \varphi=1:16, \varphi=1^\circ 47' 24''$

$r=0,033 \cdot S$

$t_0=0,886 \cdot S$

$t_2=0,8 \cdot S$

Ду, дюймы	Днар, мм	п, НИТОК на дюйм	s, шаг резьбы, мм	Длина резьбы		d <sub>сп</sub> , мм	t <sub>2</sub> , мм	d <sub>Т</sub> , мм
				l <sub>1</sub> , мм	l <sub>2</sub> , мм			
1/4"	13,7	18	1,411	10,21	5,79	12,49	1,129	11,00
3/4"	26,7	14	1,814	13,86	8,61	25,12	1,451	23,13
1"	33,4	11 1/2	2,209	17,34	10,16	31,46	1,767	29,06
1 1/2"	48,3	11 1/2	2,209	18,38	10,92	46,29	1,767	43,85
2"	60,3	11 1/2	2,209	19,06	11,07	58,33	1,767	55,87

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**ДИАПАЗОНЫ ДАВЛЕНИЙ ДЛЯ ФЛАНЦЕВ ANSI**

по ASME/ANSI B16.5 - 1988

Класс фланцев (#) в фунтах (Lbs)

Максимальные давления, МПа

Температура, °C	#150 Lbs	#300 Lbs	#600 Lbs	#900 Lbs	#1500 Lbs
37	1,89	4,96	9,92	14,89	24,82
93	1,65	4,27	8,54	12,82	21,33
148	1,48	3,86	7,72	11,58	19,27
204	1,34	3,55	7,10	10,61	17,71
260	1,17	3,30	6,58	9,89	16,47
315	0,96	3,10	6,23	9,34	15,54
343	0,86	3,06	6,13	9,17	15,30
371	0,75	2,96	5,96	8,92	14,89
398	0,65	2,93	5,82	8,75	14,54

