

Установка UFM (полезные советы).

Независимо от стандартного документа по установке врезных датчиков ультразвукового прибора, который тоже помещен на этой страничке, хочу поделиться практическим опытом по установке таких датчиков. Не буду рассказывать где и на какой трубе Вам нужно установить измерение расхода. Потому что я надеюсь, Вы и сами об этом знаете. Не буду также напоминать о необходимости выдерживать длину прямых участков для достаточной точности измерений расхода. Хотя о точности измерений хотелось бы сказать следующее. Если Вам удалось установить прибор и, о чудо, он заработал и стал что-то показывать, то проверьте себя, - а вписываются ли показания прибора в разумные пределы измерений. Существуют таблица Шевелева, больше употребляемые разработчиками водопроводных и прочих сетей для транспортировки жидкостей. Пользоваться ими непосредственно не очень удобно. Для практической прикидки правильности вывода данных на табло прибора проще создать таблицу. В ней в верхней строке указана скорость движения жидкости в м/сек (я считал для воды), а по столбцам — расходы в м³/час, соответствующие этим скоростям с учетом сопротивления по таблицам Шевелева. Этих таблиц две. Конечно, скоростей типа 2,5 м/сек по трубе диаметром 15 мм не бывает, но для того, чтобы заполнить столбцы я их привожу. Настоящая таблица таких значений содержать такие значения не должна...

Таблица расходов(м³/час) в зависимости от диаметра D(мм) и скорости V(м/сек)
(Трубы стальные водогазопроводные ГОСТ 3262-75)

D\ V	0.125	0.250	0.375	0.500	0.625	0.750	0.875	1.000	1.125	1.250	1.375	1.500	1.625	1.750	1.875	2.000	2.125	2.250
6	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
8	0.02	0.04	0.06	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20	0.23	0.25	0.27	0.30	0.32	0.34	0.37	0.39	0.41
10	0.04	0.09	0.14	0.19	0.23	0.28	0.33	0.38	0.42	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.71	0.76	0.80	0.85
15	0.07	0.15	0.22	0.30	0.38	0.45	0.53	0.61	0.68	0.76	0.84	0.91	0.99	1.06	1.14	1.22	1.29	1.37
20	0.14	0.28	0.43	0.57	0.72	0.86	1.00	1.15	1.29	1.44	1.58	1.73	1.87	2.01	2.16	2.30	2.45	2.59
25	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88	3.12	3.37	3.61	3.85	4.09	4.33
32	0.43	0.86	1.29	1.72	2.15	2.58	3.01	3.44	3.87	4.30	4.73	5.16	5.59	6.02	6.45	6.88	7.31	7.74
40	0.56	1.13	1.69	2.26	2.82	3.39	3.95	4.52	5.08	5.65	6.22	6.78	7.35	7.91	8.48	9.04	9.61	10.17
50	0.90	1.90	2.80	3.80	4.70	5.70	6.60	7.60	8.60	9.50	10.50	11.40	12.40	13.30	14.30	15.20	16.20	17.20
65	1.56	3.12	4.68	6.25	7.81	9.37	10.94	12.50	14.06	15.62	17.19	18.75	20.31	21.88	23.44	25.00	26.57	28.13
80	2.23	4.46	6.70	8.93	11.16	13.40	15.63	17.87	20.10	22.33	24.57	26.80	29.03	31.27	33.50	35.74	37.97	40.20
90	3.01	6.02	9.03	12.04	15.05	18.06	21.07	24.08	27.09	30.01	33.12	36.13	39.14	42.15	45.16	48.17	51.18	54.19
100	3.82	7.64	11.46	15.29	19.11	22.93	26.75	30.58	34.40	38.22	42.04	45.87	49.69	53.51	57.34	61.16	64.98	68.80
125	5.90	11.90	17.90	23.80	29.80	35.80	41.80	47.70	53.70	59.70	65.70	71.60	77.60	83.60	89.50	95.50	101.5	107.5
150	8.40	16.90	25.40	33.60	42.40	50.90	59.40	67.90	76.40	84.90	93.40	101.3	110.3	118.8	127.3	135.8	144.3	152.8

Считал Тарасов О.Г. по таблицам Шевелева издания 1984 года

Вся эта таблица Вам не нужна, так как прибор UFM001 устанавливается на трубопроводе диаметром более 50

мм. А продолжение таблицы может очень даже пригодиться. Там вначале таблицы было название, (по-моему следующая таблица относится к трубопроводам другого ГОСТ'а, но если Вам очень интересно какой здесь ГОСТ, то я могу проискать).

D\V	,125	,250	,375	,500	,625	,750	,875	1,000	1,125	1,250	1,375	1,500	1,625	1,750	1,875	2,000	2,125	2,250
50,0	1,4	2,8	4,3	5,7	7,2	8,6	10,1	11,5	13,0	14,4	15,9	17,3	18,8	20,2	21,7	23,1	24,6	26,0
60,0	1,7	3,4	5,1	6,9	8,6	10,3	12,1	13,8	15,5	17,3	19,0	20,7	22,5	24,2	25,9	27,7	29,4	31,1
70,0	2,4	4,8	7,3	9,7	12,1	14,6	17,0	19,4	21,9	24,3	26,7	29,4	31,6	34,0	36,5	38,9	41,3	43,8
80,0	3,1	6,3	9,5	12,7	15,9	19,1	22,3	25,5	28,7	31,8	35,0	38,2	41,4	44,6	47,8	51,0	54,2	57,4
100,0	4,5	9,1	13,7	18,3	22,9	27,5	32,1	36,7	41,3	45,9	50,5	55,1	59,7	64,3	68,8	73,4	78,0	82,6
125,0	6,2	12,5	18,7	25,0	31,2	37,5	43,7	50,0	56,2	62,5	68,7	75,0	81,2	87,5	93,7	100,0	106,2	112,5
150,0	8,8	17,6	26,4	35,2	44,1	52,9	61,7	70,5	79,4	88,2	97,0	105,8	114,6	123,5	132,3	141,1	149,9	158,8
175,0	10,2	20,4	30,6	40,8	51,0	61,2	71,4	81,7	91,9	102,1	112,3	122,5	132,7	142,9	153,2	163,4	173,6	183,8
200,0	15,4	30,8	46,3	61,7	77,1	92,6	108,0	123,5	138,9	154,3	169,8	185,2	200,6	216,1	231,5	247,0	262,4	277,8
250,0	23,8	47,7	71,6	95,5	119,4	143,3	167,2	191,1	215,0	238,9	262,8	286,7	310,5	334,4	358,3	382,2	406,1	430,0
300,0	34,1	68,3	102,5	136,7	170,9	205,1	239,2	273,4	307,6	341,8	376,0	410,2	444,3	478,5	512,7	546,9	581,1	615,3
350,0	46,5	93,1	139,7	186,2	232,8	279,4	325,9	372,5	419,1	465,7	512,2	558,8	605,4	651,9	698,5	745,1	791,7	838,2
400,0	59,9	119,9	179,9	239,9	299,9	359,9	419,9	479,9	539,9	599,9	659,9	719,9	779,9	839,8	899,8	959,8	1 019,8	1 079,8
450,0	76,7	153,4	230,2	306,9	383,7	460,4	537,2	613,9	690,7	767,4	844,2	920,9	997,7	1 074,4	1 151,2	1 227,9	1 304,7	1 381,4
500,0	94,1	188,2	282,3	376,4	470,5	564,6	658,7	752,8	846,9	941,0	1 035,1	1 129,2	1 223,3	1 317,4	1 411,5	1 505,6	1 599,7	1 693,8
600,0	134,1	268,2	402,3	536,4	670,5	804,6	938,7	1 072,8	1 206,9	1 341,1	1 475,2	1 609,3	1 743,4	1 877,5	2 011,6	2 145,7	2 279,8	2 413,9
700,0	176,1	352,3	528,4	704,6	880,8	1 056,9	1 233,1	1 409,2	1 585,4	1 761,6	1 937,7	2 113,9	2 290,1	2 466,2	2 642,4	2 818,4	2 994,7	3 170,9
800,0	228,4	456,9	685,3	913,8	1 142,3	1 370,7	1 599,2	1 827,6	2 056,1	2 284,6	2 513,0	2 741,5	2 970,0	3 198,4	3 426,9	3 655,3	3 883,8	4 112,3
900,0	288,2	577,6	866,4	1 155,3	1 444,1	1 732,9	2 021,7	2 310,6	2 599,4	2 888,2	3 177,1	3 465,9	3 754,7	4 043,5	4 332,4	4 621,2	4 910,0	5 198,8
1 000,0	356,2	712,5	1 068,7	1 425,0	1 781,3	2 137,5	2 493,6	2 850,0	3 206,3	3 562,6	3 918,8	4 275,1	4 631,4	4 987,6	5 343,9	5 700,1	6 056,4	6 412,7
1 200,0	510,6	1 021,2	1 531,9	2 042,5	2 553,1	3 063,8	3 574,4	4 085,0	4 595,7	5 106,3	5 616,9	6 127,6	6 638,2	7 148,9	7 659,5	8 170,1	8 680,8	9 191,4
1 400,0	692,7	1 385,4	2 078,1	2 770,8	3 463,6	4 156,3	4 849,0	5 541,7	6 234,4	6 927,2	7 619,9	8 312,6	9 005,3	9 698,0	10 390,8	11 083,5	11 776,2	12 468,9
1 500,0	795,2	1 590,4	2 385,6	3 180,8	3 976,0	4 771,2	5 566,5	6 361,7	7 156,9	7 952,9	8 747,3	9 542,5	10 337,8	11 133,0	11 928,2	12 723,4	13 518,6	14 313,8
1 600,0	904,7	1 809,5	2 714,3	3 619,1	4 523,8	5 428,6	6 333,4	7 238,2	8 143,0	9 047,7	9 952,3	10 857,3	11 762,9	12 666,6	13 571,4	14 476,4	15 381,2	16 286,0
D\V	,125	,250	,375	,500	,625	,750	,875	1,000	1,125	1,250	1,375	1,500	1,625	1,750	1,875	2,000	2,125	2,250

Считал Тарасов О.Г. по таблицам Шевелева издания 1984

Но как расположить врезные датчики UFM001 на трубопроводе и как выбрать расположение камеры, в которой будут располагаться датчики? Ведь впредь придется их обслуживать. Срок работы приборов до конца их эксплуатации 10 лет. Естественно, что не все приборы выдержат такой срок, хотя есть приборы, выдержавших этот срок и работающие дальше.

Собственно, когда Вы выбрали место для установки прибора, то только тогда можно выбирать какую камеру Вы будете строить. Камеры бывают в плане круглые (для небольших диаметров самого трубопровода, примерно до 200 мм) и прямоугольные (являются универсальными и более технологичны).

Посмотрите на чертежи. Сначала поговорим про прямоугольные в плане камеры. Схема такой камеры на рисунке 1.

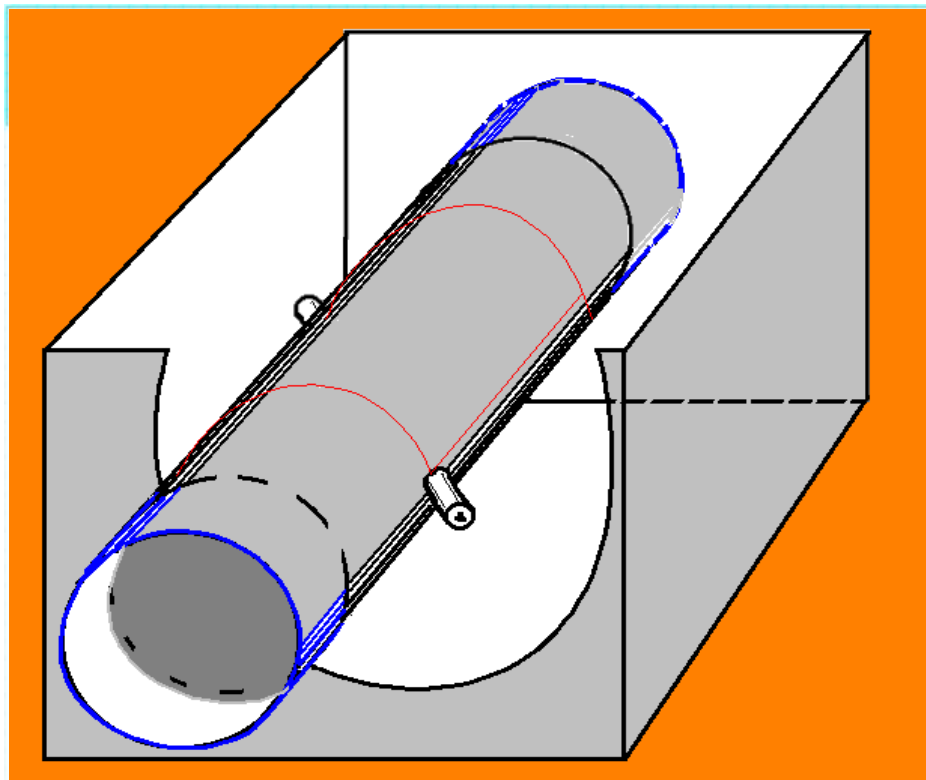


Рис.1

лежат в диапазонах звуковых или близки к звуковым сигналам. Физический смысл измерения расхода вообще-то не очень сложный. Если вы в школе решали задачу про лодку и озеро, то легко поймете, как именно измеряет расход жидкости ультразвуковой прибор. Так вот, если лодка из пункта А плывет в пункт В по озеру, то, понятно, что время, потраченное на этот проплыв будет точно (математически) равно времени проплыва той же лодки обратно из пункта В в пункт А. Ведь движение происходит в стоячей воде. Фактически, все может происходить не так, но мы про идеальный случай. Так вот, если то же самое происходит на реке, то картина резко меняется. В силу вступает движущая среда. Когда пункты А и В находятся не совсем напротив друг друга, а как раз под 45° и на разных берегах, то когда лодка плывет по течению, оно помогает движению и лодка приплывет быстрее, чем в стоячей воде, а когда она же поплывет против течения, то... Вы сами понимаете, что произойдет. Правильно, - время будет больше. И чем больше скорость течения, тем это время будет сильнее

Высота, на которой располагается низ трубопровода от дна камера примерно 30 см. Габариты будущей камеры можно определить таким образом, чтобы после того как мы врежем датчики, нам нужно извлечь из трубопровода направляющую. Весь дальнейший разговор будет иметь смысл, если вы поймете, как собственно происходит врезка датчиков. Если Вы не достаточно внимательно читали инструкцию по установке датчиков, то просмотрите еще раз. Я только напомню, что принцип работы ультразвукового прибора состоит в том, что в жидкости, находящейся в трубопроводе один из датчиков возбуждает сигнал. Скажем так, частотой 5 Мгц. Длительность сигнала всего микросекунды. Второй датчик этот сигнал должен услышать. После того, как второй датчик услышал сигнал первого датчика принял его и отметил время прихода сигнала, этот второй датчик, через определенный (для именно этого диаметра трубы) интервал времени должен сам излучить точно такой же сигнал, для приема его первым датчиком. Вот интервалы между подачами ультразвукового сигнала датчиками уже

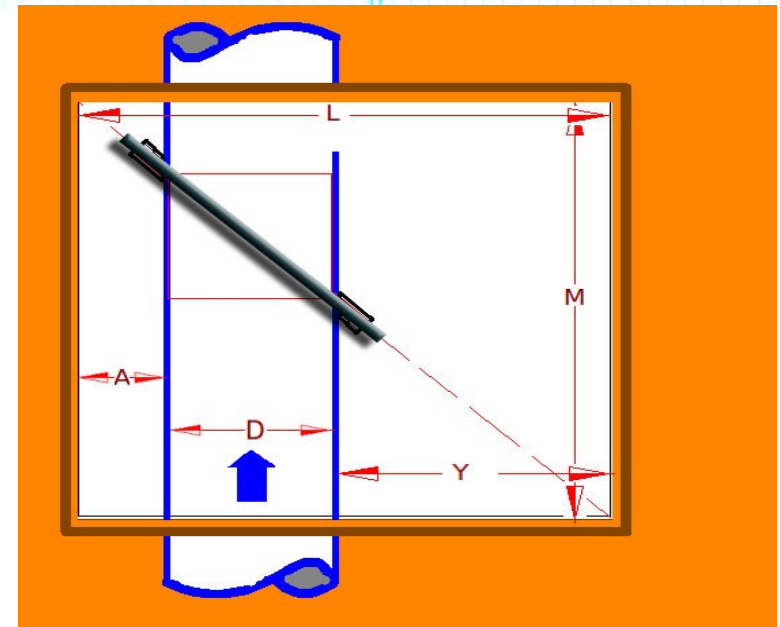
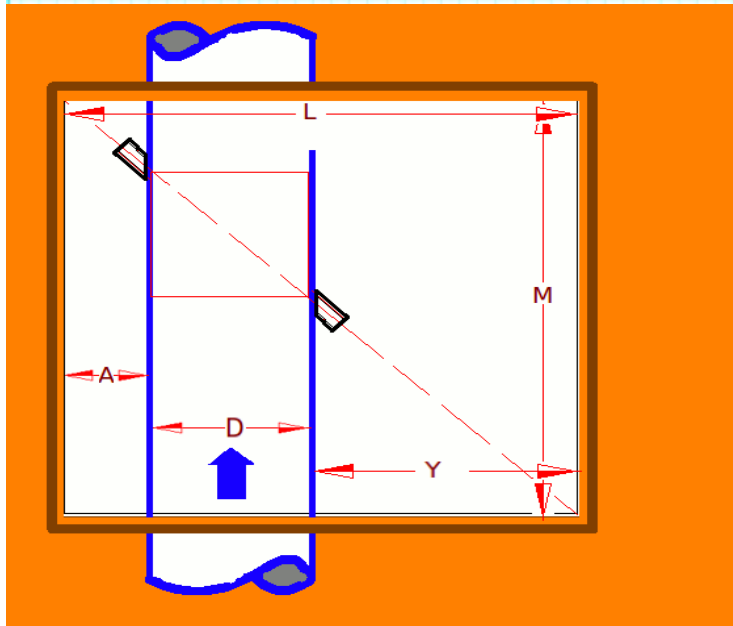
разниться. А теперь можете смело писать уравнения этого процесса, если Вы умеете это делать, ну а если нет, то подсмотрите в «Инструкции пользования...» и не сильно заморачивайтесь.

Так вот, процесс измерения состоит в то, что один из датчиков излучает сигнал, а второй должен соответственно его (этот сигнал) принять. Чтобы это произошло нужно, чтобы датчики могли образовать так называемый «акустический канал». Смысл такого канала в том, что плоскость возбуждения, а имеено плоскость поверхности излучателя датчика должна быть строго параллельна датчику приемника. Конечно, на заводе, где изготавливали датчики, этим проскостям придали достарочно точный профиль. То есть если два датчика с двух сторон засунуть в трубку (ровную и не гнутую), внутренний диаметр которой будет точно соответствовать диаметру датчиков, а потом налить в эту трубку воды, то в этой воде образуется этот самый акустический канал. Ну и не забудьте присоединить датчики к работающему прибору, у него должен загореться зеленый светодиод. Это знак образования «акустического канала». Если Вы приобрели так называемый УПР (устройство преобразования), то в нем ничего делать не нужно. В заводских условиях очень точно в нем врезаны держакки для датчиков. И при установке УПР на трубопровод останется только присоединить датчики к прибору, а дальше - производить измерения расходов жидкости. Кстати не забудьте при остановленном потоке установить нуль прибора. Это делается двойным нажатием на кнопку «→». Не в кое случае не делайте этого пока вы не убедились, что поток остановлен. Прибор примет за нуль скорость этого потока. Ну если это случилось, то снова останавливайте поток, и снова обнуляйте. Как поступить если поток остановить нельзя? Для этого и нужен стенд. Обычно в качестве стенда применяют какой-нибудь УПР, выписанный с завода. Но можно и сами изготовить такой стенд, как я уже говорил их трубки, внутренний диаметр которой равен наружному диаметру датчика. Только поточнее измерьте получившееся расстояние между плоскостями излучателей датчиков. Когда будете программировать прибор, то это значение вам будет нужно ввести для обнуления прибора. Переходя по меню, после обнуления прибора на стенде, найдите байты (режим №7) и запишите их. Ими можно пользоваться для прибора как нулевыми значениями.

Вернемся к установке датчиков (врезке) на произвольную трубу в камеру. О выборе места расположения камеры мы поговорили, о «акустическом канале» сказали. Теперь о том как же его изготовить.

В принципе направляющую для точной установки держателей датчиков можно изготовить специально. Но она во-первых не будет универсальной (для всех возможных диаметров), а во-вторых при установке при заклинивших держателях может случиться катастрофа. Вы не можете эту самую направляющую извлечь. Наверное становится непонятно что и откуда и зачем извлекать при установке. Посмотрите на

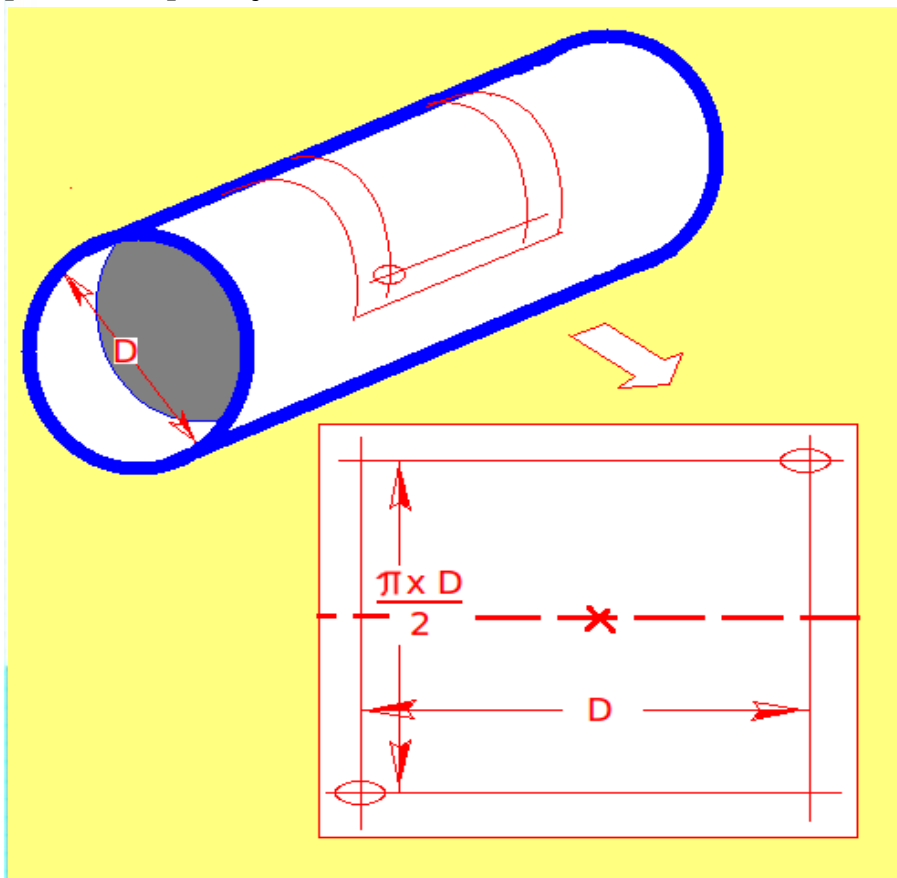
Рис. 2.



Чтобы реально на трубе проделать эту операцию нужно изготовить так называемый «шаблон» для разметки установки датчиков. Это такая разлинованная бумага (лучше всего идет миллиметровая бумага, если не хватает размера, то нужно склеить несколько листов). На этой бумаге нарисуйте точки, в которых Вы будете на реальной трубе прорезать отверстия. На Рис. 3 хорошо видно, как разметить шаблон для наложения на трубопроводе. Ищется центр листа, делением каждой из сторон пополам. На Рис. 3 он обозначен крестиком. На двух противоположных сторонах по заметке, разделяющей лист пополам проводится линия. Вдоль этой линии при наложении шаблона на трубопровод Вы будете ориентировать шаблон. Желательно, чтобы точки этой линии как можно точнее оказались на верхних точках трубопровода. Можно для поиска этих точек на трубопроводе можно применить хороший плотницкий уровень. Выравнивая его на трубопроводе, отыскиваете верхние точки. Когда Вы на трубопроводе найдете верхние точки проведите через них прямую линию так, чтобы

она была длинее, чем Ваш шаблон. Тогда при наложении шаблона меловая линия на трубопроводе будет хорошо видна. По ней можно ориентировать шаблон. На шаблоне вдоль линии от центра отмеряем по радиусу ($D/2$) (наружного) трубопровода. От этих точек проводим перпендикуляры длиной ($\pi \cdot D/4$). Соединяя получившиеся точки, проверим, что мы действительно получили ровный прямоугольник. На достаточно больших диаметрах все действия разметки нужно делать карандашом,

чтобы при ошибках исправить неточности и провести построения более точно. Окончательно в противоположных точках вычерчиваются эллипсы будущих отверстий для державок датчиков. Во всех формулах напомним: $\pi = 3,1415\dots$



ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ

Рис. 3

Удобнее вместо специальной направляющей променить обыкновенную ровную новую полдюймовую трубу. Но Вы возразите — как же ее использовать, если на этой трубе держак болтается? Нужно изготовить из бронзы специальную деталь «вставку» вида, как изображено на

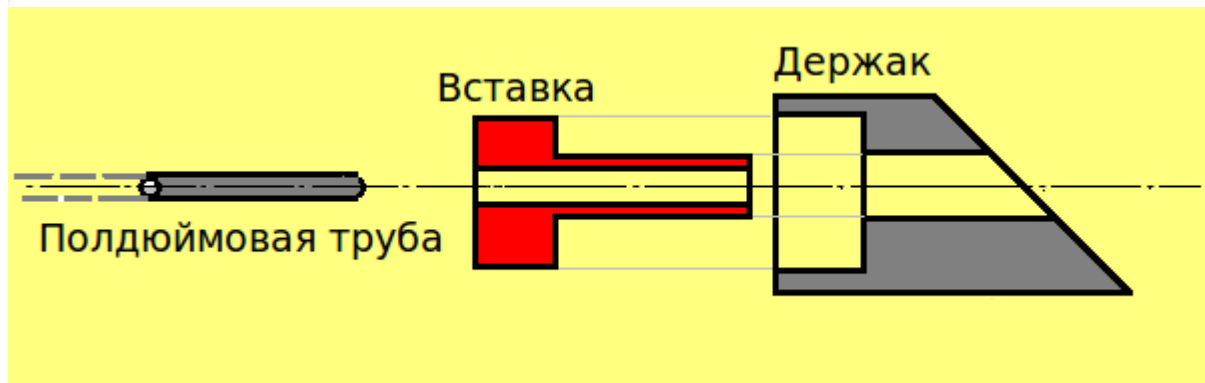
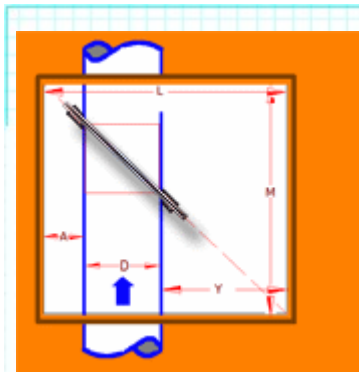


Рис. 4

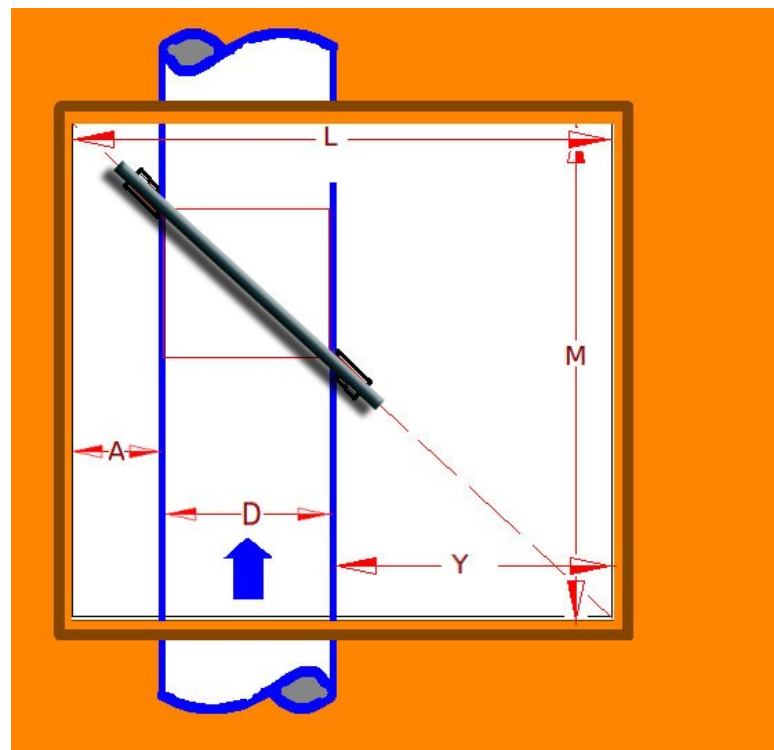
Когда при помощи керны прямо на наложенном шаблоне намечаются отверстия для врезных датчиков, то не перепутайте противоположные стороны прямоугольника. Если Вы все манипуляции с шаблоном проделали правильно, то при проверке расположений отверстий при помощи измерительных инструментов, указанных в методике по установке датчиков, Вы можете убедиться, что отклонения этого метода установки, отличающегося от рекомендованной, не выходят за пределы допустимой погрешности. Прорезаем намеченные отверстия доступным Вам способом. В трубопроводе, конечно, не должно быть жидкости, по крайней мере, до середины трубопровода. Высверливаем, прорезаем газорезом... Подравниваем отверстия, чтобы в них мог быть утоплен держак до совмещения с плоскостью внутренней поверхности трубопровода. Осталось вставить в полученные отверстия направляющую с укрепленными на ней держаклами на вставке. Сварщик должен «прихватить» в тех точках сначала один держак к трубопроводу, затем точно также «прихватить» в трех точках с противоположной стороны второй держак. «Прихватить» — это значит, что сварка произошла на небольшом пространстве равном примерно диаметру электрода. Слегка охлаждаем полученную сварку, ждем минуту. При этом, когда «прихватка» сварки второго держака уже начинает остывать, нужно рукой или каким-либо инструментом начать вращать вставленную направляющую в держаклах. Этим Вы контролируете будущий «акустический канал». Если вращается туго («заедает»), то можно переварить «прихватку» на одном из концов направляющей.

Желательно, чтобы вращение направляющей было свободным. После того как Вы добились свободного



вращения, можно продолжать сварку держака с трубопроводом. Во время всего процесса сварки необходимо производить вращение направляющей, а при заедании вращения сварку прекращать и ждать, пока металл остынет и вращение снова не станет свободным. После окончания процесса сварки необходимо извлечь направляющую из трубопровода. Как это сделать? Подождать пока сварка остынет, затем на направляющей делается надпил (отметка) с обеих сторон держак и ваших вставок. Направляющая извлекается и измеряется расстояние между надпилами. Это будущая база датчиков для программирования прибора, но от этой величины не забудьте вычесть удвоенную длину самих датчиков (у нас их два) и величину наружного ободка вставки (их у нас тоже должно было быть две). Теперь можно вставлять датчики. На датчики нужно поставить уплотняющий прокладки. Не заменяйте заводские прокладки на резиновые. Из-за этого может возникнуть перекося датчиков и неточность в длине «акустического канала». Хорошо смазать резьбу у упорных гаек солидолом или литолом. (Потом их легче выкручивать. Кстати, также можно поступить и с прокладками.)

уплотняющий прокладки. Не заменяйте заводские прокладки на резиновые. Из-за этого может возникнуть перекося датчиков и неточность в длине «акустического канала». Хорошо смазать резьбу у упорных гаек солидолом или литолом. (Потом их легче выкручивать. Кстати, также можно поступить и с прокладками.)



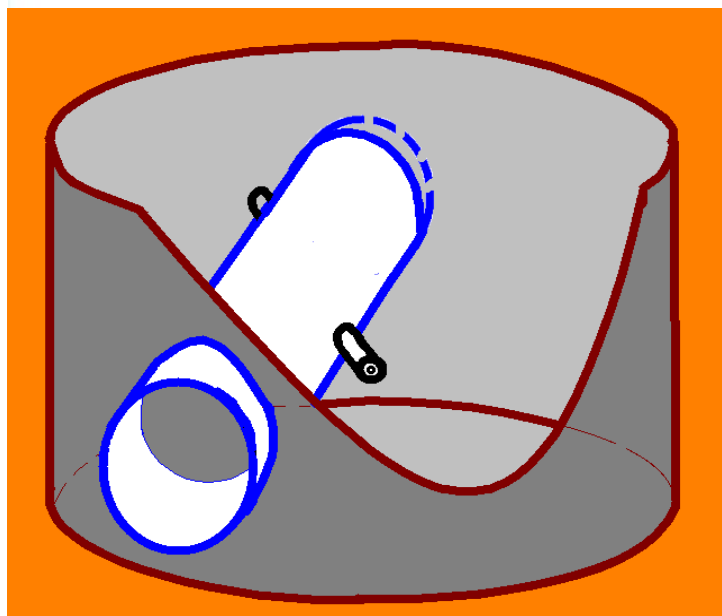
Теперь посмотрим уже вполне осмысленным взглядом на рисунок 2. Зачем там нарисованы какие-то размеры? Если Вы были достаточно внимательны, Вам будет понятен следующий рисунок 5.

Рис. 5

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ

Хорошо видно, что длина штанги такова, что при таких размерах камеры мы не сможем вытащить штангу с целым виде. Если у Вас есть много полдюймовой трубы, то вы, конечно, можете вытащить кусок, обрезать, снова вытащить, и так далее, пока не извлечете всю направляющую штангу. При этом Вы не сможете точно измерить длину «акустического канала». Поэтому есть определенные соотношения между размерами сторон камеры.

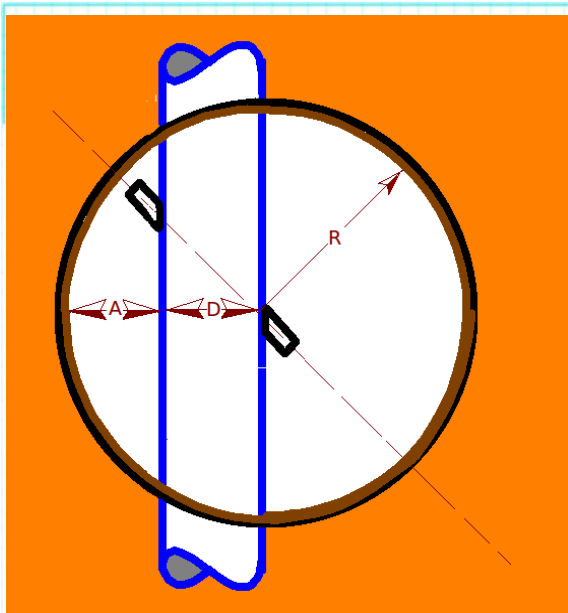
Чтобы узнать соотношение между сторонами камеры повторим для наглядности Рис.2 Величина А примерно 0,6 метра. Эта величина определяется тем, что с этой стороны трубопровода должен поместиться человек и, не просто поместиться, а еще и работать! Сварщик, слесарь КИПиА... D — это диаметр трубопровода. От него и нужно плясать, чтобы вычислить величину Y. Величина L, в принципе равна диаметру D + 0,3 метра. Итого длина всей стороны L равна сумме 0,6 + D + 0,3 метра. Или проще говоря не менее D + 0,9 метра. Вторая сторона прямоугольника должна быть не меньше. В принципе, можно сделать камеру и квадратной, но тогда ваша штанга при извлечении из трубопровода будет упираться прямо в угол. А один из датчиков, Вы сами видите какой, становится, при большом диаметре трубопровода, становится сложнодоступным для обслуживания одновременно двумя рабочими. Поэтому, лучше сделать сторону камеры L, такой как мы ее подсчитали D + 0,9 метра, а сторону M подлиннее на 0,3 .. 0, 4 метра.



Как же быть если Вы вдруг решились строить на небольшом трубопроводе круглую камеру?. Как в этом случае подсчитать длины при установке датчиков без УПР (вставке с заводской установкой держак)? Конечно проще и надежнее выписать с завода эту самую УПР и не будет никакой проблемы. Ну а все таки?

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ

Рис. 6



Так, по идее, должна в разрезе и выглядеть подобная камера. В плане это будет как на Рис 7

Соотношение здесь примерно такое же как и в предыдущем случае. Хотя, даже в случае диаметра трубопровода 200 мм это устройство не так велико и довольно компактно. Величину A можно сделать 0,3 метра. Важно, чтобы точка установки одного из датчиков оказалась в центре такого колодца. Конечно, на него будет капать вода из люка и его придется защищать в процессе эксплуатации от этой воды. Но для монтажа именно это условие, как Вы можете убедиться по рисунку, является наиболее важным. Именно в этом случае извлечение направляющей штанги будет наименее трудоемким.

Есть еще несколько замечаний по установке датчиков, но лучше, чтобы Вы сами на своем опыте набили себе несколько шишек, чтобы впредь быть поумнее и учиться на чужих ошибках, а не на своих собственных.

С рабочим приветом.

OI Tarasov

Рис 7

