

Общая техническая информация

Проектирование	486
Подбор материалов	487
Падение давления в трубах	490
Падение давления в отводах, соединениях, и т.д.	491
Расход масла при максимальных рекомендуемых скоростях потока	492
Рекомендуемая технология соединения – 50 бар.	493
Рекомендуемая технология соединения – 210 бар.	494
Рекомендуемая технология соединения – 280 бар.	495
Рекомендуемая технология соединения – 350 бар.	496
Рекомендуемая технология соединения – 420 бар.	497
Номограмма для выбора размера РВД.	498
Падение давления в РВД.	499
Расчет изгибов для РВД	500
Выбор шага между зажимами.	501
Линейное расширение стальных труб.	502
Идентификация резьбы.	503

Данная техническая информация предоставляется как общее руководство по проектированию гидравлического трубопровода. При проектировании систем трубопроводов в каждом конкретном случае необходимо учитывать правила, нормы, законы; в том числе и местные нормы, пожелания клиента и воздействие на окружающую среду.



Проектирование

Введение – Процесс проектирования

Гидравлические системы проектируют с учетом рабочего давления и прочих сил, напряжений и нагрузок. Гидравлическое оборудование и компоненты гидравлических систем спроектированы так, что они могут работать при рабочем давлении, превышающем на 15% заданное давление. Выбор компонентов гидравлической системы должен осуществляться, исходя из того, что рабочие параметры (давление, расход жидкости и т.д.) не выходят за рамки возможного увеличения рабочего давления.

Все параметры проектирования должны быть учтены в соответствии с каждым отдельным случаем, учитывая пожелания заказчиков так же, как местные правила, нормы и законы.

Трубы подбираются таким образом, чтобы потери давления в системе не выходили за границы максимально допустимых значений давления при максимальном (или проектировочном) значении расхода. Потери давления в системе зависят от скорости потока в квадрате ($p \sim v^2$). Таким образом, первоначальное проектирование обычно берет за основу значение потока. Потери давления в системах не должны превышать максимально допустимых потерь (а также максимальное допустимое рабочее давление трубопровода)

Номограммы падения давления приведены в **Приложении 1**.



Скорость потока масла

Рекомендации GS-Hydro относительно скоростей потока масла необходимые для первоначального выбора размеров труб:

а) Всасывающие линии

Вязкость ν [мм ² /с = cSt]	Максимальная скорость v [м/с]
150	0.6
100	0.75
50	1.2
30	1.3

Размер всасывающих линий обычно принимают таким, чтобы скорость потока не превышала **1.3 м/с**.

б) Напорные линии

Давление p [бар]	Максимальная скорость расход < 10 л/мин v [м/с]	Максимальная скорость расход < 10 л/мин v [м/с]
25	1—2	2.5—3
50	1—2	3.5—4
100	1—2	4.5—5
200	2—3	5—(6)
> 200	2—3	5—(6)

Размер всасывающих линий обычно принимают таким, чтобы скорость потока не превышала **5 м/с**.

в) Возвратные линии

Рекомендуемая скорость возвратной линии 1...3 м/с. Размер всасывающих линий обычно принимают таким, чтобы скорость потока не превышала **3 м/с**.

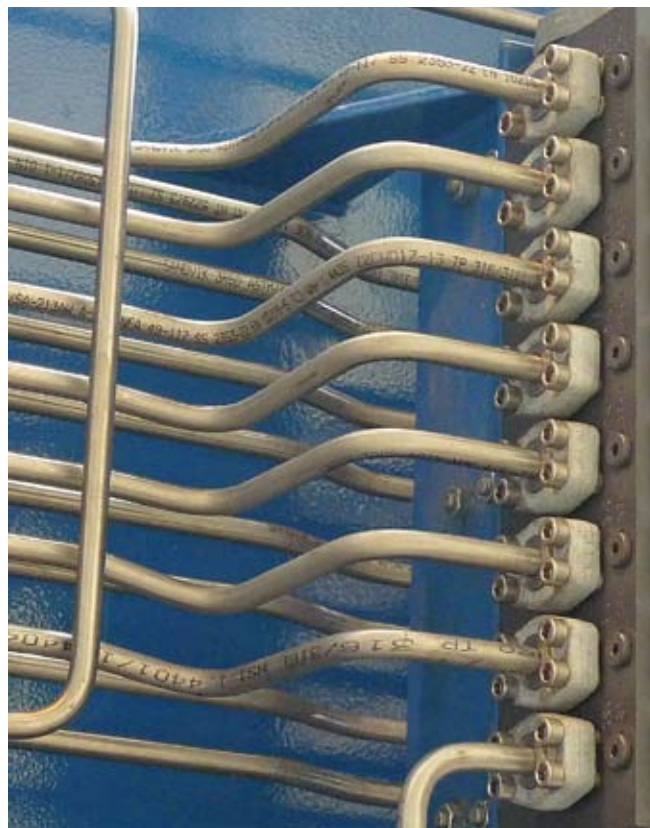
Расходы жидкостей при рекомендованных скоростях представлены в **Приложении 2**.

Проектирование

Введение – Подбор материалов

При проектировании трубопровода учитывают следующее:

- материал труб
- технология соединений: фитинги, фланцы, сварка
- РВД и фитинги для них
- зажимы



Материал труб

GS-Hydro рекомендует использовать холоднотянутые, бесшовные, калиброванные трубы из углеродистой стали (St37.4 NBK и St52.4 NBK) или аустенитной нержавеющей стали (AISI316L), т.к. они обладают высоким качеством (прецизионность в размерах и форме) и чистотой (нет окалины).

Как сравнение, горячекатаные трубы всегда будут иметь окалину снаружи и внутри трубы, которая образуется в процессе производства; при холодном формировании окалина на трубе не образуется.

Рекомендация по выбору материалов труб для гидравлических трубопроводов:

	Углеродистая сталь	
Спецификация материала	DIN 1630	–
Производственные допуски	DIN 2391-1	EN 10305-4
Технические условия поставки	DIN 2391-2/C	EN 10305-4
	Нержавеющая сталь(мм)	Нержавеющая сталь (sch)
Спецификация материала	ASTM A269/A213 (A.W.)	ASTM A312
Производственные допуски	ASTM A269	ASTM A530

GS-Hydro рекомендует использовать холоднотянутые бесшовные трубы с высоким пределом текучести в соответствии со стандартом DIN 2391C ST52.4 NBK (E 355N), так как высокий предел текучести позволяет использовать трубы при высоком рабочем давлении и небольшой толщине стенки трубы, что ведет к уменьшению веса системы и упрощает системы крепления трубопровода.

Труба по стандарту DIN 2391C ST37.4 NBK (E 235N) – также рекомендуемый материал, приводящий к увеличению стенок трубы и, соответственно, весу, а также общей стоимости трубопровода. Окончательный выбор между материалами St.37.4 и St 52.4 - экономическое решение.

Проектирование

Фитинги и фланцы

В гидравлических и других трубопроводных системах с высокими требованиями эксплуатации GS-Hydro рекомендует использовать бессварные соединения (фитинги, фланцы и т.д.) для всех труб, по причине их надежности и чистоты. Выбор типа технологии соединения основан на рабочем давлении и размерах трубы. Выбор материала обусловлен свойствами окружающей среды и пожеланиями заказчика.

Для труб, диаметр которых выше или равен 25 мм GS-Hydro рекомендует использовать фланцевое соединение GS -37° и(или) GS -упорное кольцо. Для труб, диаметр которых меньше 25 мм GS-Hydro рекомендует использовать различные штуцерные соединения, 37° JIC соединения и соединения с врезным кольцом в зависимости от требований проектирования.

Рекомендуемые технологии соединений для различных диаметров труб и классов давлений показаны в **Приложении 3.**

Выбор типа соединений

Для выбора типа соединений (фитинги, фланцы и т.д.) необходимы следующие основные данные:

- Рабочее давление, бар [W.P]
- Материал трубы
- Размеры трубы (OD x s)
- Другие условия, такие как возможные скачки давления в системе, внешние силы, свойства окружающей среды (тепловые изменения, коррозия и т.д.) и вибрация.

Приложенные таблицы содержат общие рекомендации по выбору различных материалов и размеров труб. Используйте данные этих таблиц следующим образом:

1. Выберите соответствующую таблицу в зависимости от материала трубы и максимального рабочего давления:

- 50 бар, углеродистая сталь/нержавеющая сталь
- 210 бар, углеродистая сталь/нержавеющая сталь
- 280 бар, углеродистая сталь/нержавеющая сталь
- 350 бар, углеродистая сталь/нержавеющая сталь
- 420 бар, углеродистая сталь/нержавеющая сталь
- 690 бар, дуплекс

2. Выберите тип соединений в зависимости от размера трубы (или расхода масла)

Внимание! Другие типы соединений, которые не отображены в таблицах также возможны. Прежде чем сделать окончательный выбор труб, соединений и т.д., необходимо выявить отсутствие разногласий с прочими критериями проектирования, а также с регулирующими нормативами.



Проектирование



РВД и соединения РВД

РВД находят широкое применение в гидравлических системах. Размеры, эксплуатационные качества, конструкции и характеристики являются важными параметрами при подборе гидравлических шлангов.

При выборе РВД имеют значение следующие размеры: внутренний диаметр, наружный диаметр, минимальный радиус изгиба. Внутренний диаметр шлангов зависит от внутреннего диаметра всего трубопровода. Внешний диаметр часто определяется конструкцией самого РВД.

Минимальный радиус изгиба зависит от подверженности деформации всех слоев РВД.

При выборе РВД и соединений для них необходимо учитывать следующие параметры: область применения, рабочая среда, рабочее давление и температура. Рабочее давление – это максимальное давление закладываемое при проектировании. Температурные характеристики должны учитываться как для рабочей среды, так и для окружающей среды. См. **Приложение 4**.

Крепление трубопровода

При проектировании креплений трубопровода необходимо учитывать следующее:

- Трубы не должны служить опорой другим трубам или другим компонентам.
- Необходимо избегать и минимизировать распространение вибрации от оборудования к трубопроводу.
- Тепловые расширения также необходимо учитывать при проектировании системы крепления.
- Необходимо крепить трубу в местах изгиба, чем ближе к этим местам, тем лучше. (когда это необходимо, с двух сторон трубопровода)
- При соединении трубы с РВД, труба должна быть закреплена максимально близко к соединению.

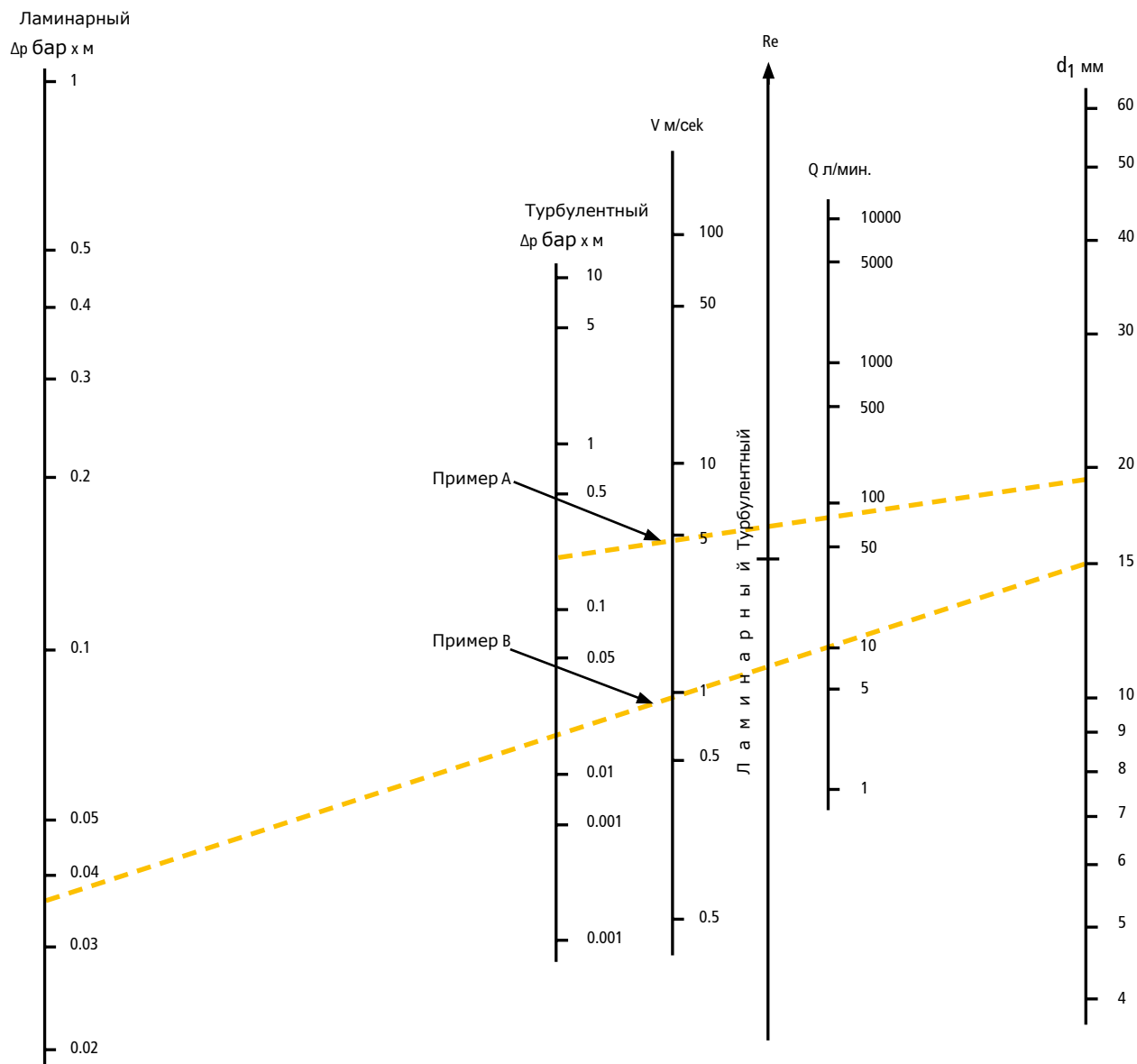
Подвески для труб должны изготавливаться из шумопоглощающего и износостойкого материала. Необходимо применять подвески по стандарту DIN 3015-1...3.

Рекомендуемые максимальные расстояния между подвесками для морской и наземной промышленности приведены в **Приложении 5**. Окончательный выбор расстояния между подвесками зависит от специфики каждой конкретной системы.

Существует большое разнообразие температурных условий в гидравлических системах, особенно в морской и оффшорной промышленности. В большинстве случаев температуры могут колебаться от -40°C в течении зимнего периода до $+40^{\circ}\text{C}$ летом. Температурные колебания служат причиной термического расширения труб. Например, при колебании температуры в 80°C , длина трубопровода может меняться на 1 мм на каждый метр трубопровода. Линейное расширение стальных труб представлено в **Приложении 6**.

Приложения

Приложение 1а. Падение давления в трубах



$Q = 80$ л/мин., труба 22/19

Падение давления на одном метре трубы:

Пример А: проведём линию от трубы $d_1 = 19$ мм через $Q = 80$ л/мин.

Она пересекает линию Re в турбулентной зоне и следовательно, результат нужно смотреть на линии в турбулентной зоне $\Delta p = 0.23$ бар·м

Пример В: проведём линию от трубы $d_1 = 15$ мм через $Q = 10$ л/мин.

Она пересекает линию Re в ламинарной зоне и следовательно, результат нужно смотреть на линии в ламинарной зоне $\Delta p = 0.038$ бар·м

Номограмма соответствует вязкости $25 \text{ cSt} \approx 3.5^\circ E$ и плотности 900 кг/м^3

При других значениях вязкости необходимо сделать следующую коррекцию:

$$\Delta p \approx \sqrt{\frac{\nu}{\nu_{\text{номогр.}}}} \times \Delta p_{\text{номогр.}}$$

$$\Delta p = \frac{\nu \nu}{\nu_{\text{номогр.}}} \times \Delta p_{\text{номогр.}}$$

ν = вязкость масла в cSt .

При других значениях вязкости необходимо сделать следующую коррекцию:

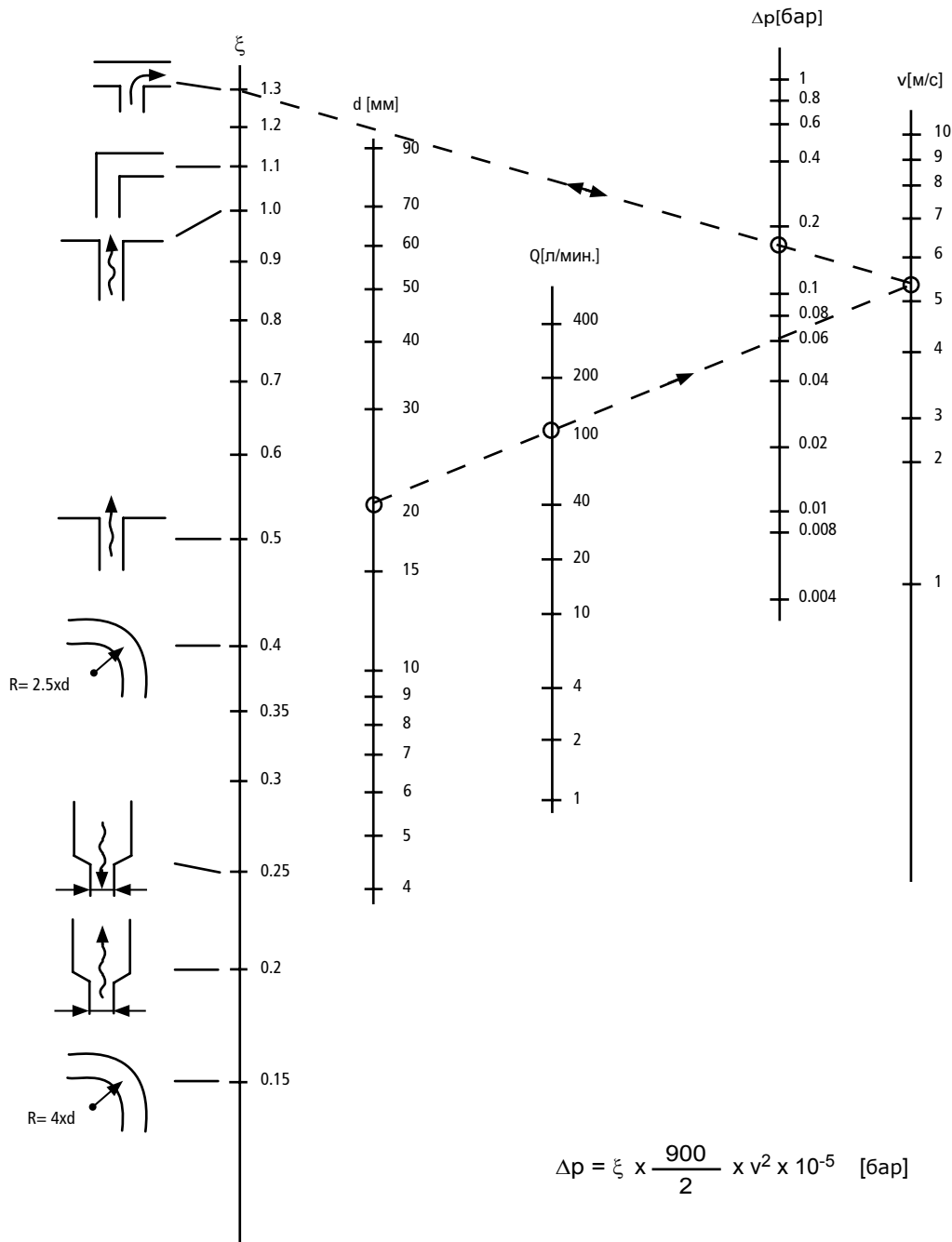
$$\Delta p \approx \sqrt{\frac{\zeta}{\zeta_{\text{номогр.}}}} \times \Delta p_{\text{номогр.}}$$

ζ = плотность масла кг/м^3 .

Приложения

Приложение 1b. Падение давления на изгибах, соединениях и т.д.

Номограмма соответствует турбулентному потоку и плотности жидкости 900 кг/м³.



$$\Delta p = \xi \times \frac{900}{2} \times v^2 \times 10^{-5} \quad [\text{бар}]$$

$Q = 100$ л/мин. и внутренний диаметр трубы $d = \text{Ø}20$ мм.

При скорости потока $v = 5.4$ м/с.

Для Т-соединения при коэффициенте сопротивления $\xi = 1.3$ падение давления будет $\Delta p = 0.17$ бар.

Приложения

Приложение 2. Расход масла при рекомендуемых максимальных скоростях

Внешний диаметр X толщина стенки	Расход масла(л/мин.)		
	Всасыв. линия v= 1.3 м/с	Напорная линия v= 5 м/с	Возврат. линия v= 3 м/с
6 x 1.0	1	4	2
6 x 1.5	1	2	1
8 x 1.0	2	9	5
8 x 1.5	2	6	4
8 x 2.0	1	3	2
8 x 2.5	1	2	1
10 x 1.0	4	15	9
10 x 1.5	3	12	7
10 x 2.0	2	9	5
10 x 2.5	2	6	4
12 x 1.5	5	19	11
12 x 2.0	4	15	9
12 x 2.5	3	12	7
14 x 1.5	7	29	17
14 x 2.0	6	24	14
15 x 1.5	9	34	20
15 x 2.0	7	29	17
16 x 1.5	10	40	24
16 x 2.0	9	34	20
16 x 2.5	7	29	17
16 x 3.0	6	24	14
18 x 1.5	14	53	32
18 x 2.0	12	46	28
20 x 2.0	16	60	36
20 x 2.5	14	53	32
20 x 3.0	12	46	28
20 x 4.0	9	34	20
22 x 1.5	22	85	51
22 x 2.0	20	76	46
22 x 2.5	18	68	41
25 x 2.0	27	104	63
25 x 2.5	25	94	57
25 x 3.0	22	85	51
25 x 4.0	18	68	41

Внешний диаметр X толщина стенки	Расход масла(л/мин.)		
	Всасыв. линия v= 1.3 м/с	Напорная линия v= 5 м/с	Возврат. линия v= 3 м/с
28 x 2.0	35	136	81
28 x 2.5	32	125	75
28 x 3.0	30	114	68
30 x 2.0	41	159	96
30 x 3.0	35	136	81
30 x 4.0	30	114	68
35 x 2.0	59	226	136
35 x 3.0	52	198	119
38 x 2.5	67	257	154
38 x 3.0	63	241	145
38 x 4.0	55	212	127
38 x 5.0	48	185	111
42 x 2.0	88	340	204
42 x 3.0	79	305	183
42 x 4.0	71	272	163
50 x 3.0	119	456	274
50 x 5.0	98	377	226
56 x 8.5	93	358	215
60 x 3.0	179	687	412
60 x 5.0	153	589	353
65 x 8.5	141	543	326
66 x 8.5	147	565	339
73 x 3.0	275	1058	635
73 x 5.0	243	935	561
73 x 7.0	213	820	492
80 x 10	220	848	509
90 x 3.5	422	1622	973
90 x 5.0	392	1507	904
97 x 12	326	1255	753
115 x 4.0	701	2696	1618
115 x 15	442	17016	1021
130 x 15	612	2355	1413
140 x 4.5	1051	4041	2425
150 x 15	882	3391	2035
165 x 5.0	1471	5658	3395
220 x 6.0	2649	10189	6113
273 x 6.0	4173	16051	9630

Приложения

Приложение 3. Рекомендуемая технология соединения

50 бар – трубы из углеродистой стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
4X1ST37.4NBK	1	0.05	DIN/JIC – фитинги		
6X1ST37.4NBK	6	0.07			
8X1ST37.4NBK	5	0.17			
10X1ST37.4NBK	9	0.22			
12X1.5ST37.4NBK	11	0.39			
15X1.5ST37.4NBK	20	0.50			
16X1.5ST37.4NBK	24	0.54			
18X1.5ST37.4NBK	32	0.61			
20X2ST37.4NBK	36	0.89			
22X1.5ST37.4NBK	51	0.76			
25X2ST37.4NBK	62	1.13	Фланцевое 37°	1/2"	308F
28X2ST37.4NBK	81	1.28	Фланцевое 37°	3/4"	312F
30X3ST37.4NBK	81	2.00	Фланцевое 37°	3/4"	312F
35X2ST37.4NBK	136	1.63	Фланцевое 37°	1"	316F
38X3ST37.4NBK	145	2.59	Фланцевое 37°	1"	316F
42X3ST37.4NBK	183	2.89	Фланцевое 37°	1 1/4"	320F
50X3ST37.4NBK	274	3.48	Фланцевое 37°	1 1/2"	324F
60X3ST37.4NBK	412	4.22	Фланцевое 37°	2"	332F
73X3ST37.4NBK	635	5.18	Фланцевое 37°	2 1/2"	340F
90X3.5ST37.4NBK	973	7.47	Фланцевое 37°	3"	348F
100X4ST37.4NBK	1197	9.47	Фланцевое 37°	3 1/2"	356F
115X4ST37.4NBK	1618	11.0	Фланцевое 37°	4"	364F
140X4.5ST37.4NBK	2425	15.0	Фланцевое 37°	5"	380F
165X5ST37.4NBK	3395	18.7	Фланцевое 37°	6"	396F
220X6ST37.4NBK	6113	31.9	Фланцевое 37°	8"	428F
273X6ST37.4NBK	9630	39.4	Фланцевое 37°	10"	460F

50 бар – трубы из нержавеющей стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1AISI316L	2	0.07	DIN/JIC – фитинги		
8X1AISI316L	5	0.17			
10X1AISI316L	9	0.22			
12X1.5AISI316L	11	0.39			
15X1.5AISI316L	20	0.50			
16X2AISI316L	20	0.69			
18X2AISI316L	28	0.79			
20X2AISI316L	36	0.89			
22X2AISI316L	46	0.99			
25X2.5AISI316L	57	1.39	Фланцевое 37°	1/2"	308F
28X2AISI316L	81	1.28	Фланцевое 37°	3/4"	312F
30X3AISI316L	81	2.00	Фланцевое 37°	3/4"	312F
35X2.5AISI316L	127	2.00	Фланцевое 37°	1"	316F
38X3AISI316L	145	2.59	Фланцевое 37°	1"	316F
42X3AISI316L	183	2.89	Фланцевое 37°	1 1/4"	320F
50X3AISI316L	274	3.48	Фланцевое 37°	1 1/2"	324F
60X3AISI316L	412	4.22	Фланцевое 37°	2"	332F

*) v = 3 м/с

Приложения

Приложение 3. Рекомендуемая технология соединения

210 бар – трубы из углеродистой стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X15T37.4NBK	4	0.07	DIN/JIC – фитинги		
8X15T37.4NBK	8	0.17			
10X15T37.4NBK	15	0.22			
12X1.55T52.4NBK	19	0.39			
16X2.5T52.4NBK	34	0.69			
20X2.55T52.4NBK	53	1.08			
25X2.55T52.4NBK	94	1.39	Фланцевое 37°	1/2"	308F
30X3.5T52.4NBK	136	2.00	Фланцевое 37°	3/4"	312F
38X3.5T52.4NBK	241	2.59	Фланцевое 37°	1"	316F
42X4.5T52.4NBK	272	3.75	Фланцевое 37°	1 1/4"	320F
50X5.5T52.4NBK	377	5.55	Фланцевое 37°	1 1/2"	324F
60X5.5T52.4NBK	589	6.18	Фланцевое 37°	2"	332F
73X5.5T52.4NBK	935	8.38	Фланцевое 37°	2 1/2"	340F
80X10.5T52.4NBK	848	17.2	Упорное кольцо	2 1/2"	340
97X12.5T52.4NBK	1256	25.2	Упорное кольцо	3"	348
115X15.5T52.4NBK	1702	37.0	Упорное кольцо	4"	456
130X15.5T52.4NBK	2356	42.5	Упорное кольцо	4 1/2"	860
150X15.5T52.4NBK	3393	49.9	Упорное кольцо	5"	864
190X20.5T52.4NBK	5301	83.8	Упорное кольцо	6"	880
250X25.5T52.4NBK	9425	138.7	Упорное кольцо	10"	896

210 бар – трубы из нержавеющей стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1AISI316L	4	0.07	DIN/JIC – фитинги		
8X1AISI316L	8	0.17			
10X1.5AISI316L	12	0.31			
12X1.5AISI316L	19	0.39			
16X2AISI316L	34	0.69			
18X2AISI316L	46	0.79			
20X2.5AISI316L	53	1.08			
22X2AISI316L	76	0.99			
25X2.5AISI316L	94	1.39	Фланцевое 37°	1/2"	308F
30X3AISI316L	136	2.00	Фланцевое 37°	3/4"	312F
38X4AISI316L	212	3.38	Фланцевое 37°	1"	316F
42X4AISI316L	272	3.75	Фланцевое 37°	1 1/4"	320F
50X5AISI316L	377	5.55	Фланцевое 37°	1 1/2"	324F
60X5AISI316L	589	6.78	Фланцевое 37°	2"	332F
80X10AISI316L	848	17.5	Упорное кольцо	2 1/2"	340
97X12AISI316L	1256	25.5	Упорное кольцо	3"	348
114.3X13.49AISI316L	1702	37.5	Упорное кольцо	4"	456

*) v = 5 м/с

Приложения

Приложение 3. Рекомендуемая технология соединения

280 бар – трубы из углеродистой стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1.5ST37.4NBK	2	0.17	DIN/JIC – фитинги		
8X1.5ST37.4NBK	6	0.24			
10X2ST37.4NBK	8	0.40			
12X1.5ST52.4NBK	19	0.39			
16X2ST52.4NBK	34	0.69			
20X2.5ST52.4NBK	53	1.08			
25X2.5ST52.4NBK	94	1.39	Фланцевое 37°	1/2"	308F
30X3ST52.4NBK	136	2.00	Фланцевое 37°	3/4"	312F
38X4ST52.4NBK	212	3.35	Фланцевое 37°	1"	316F
42X4ST52.4NBK	272	3.75	Фланцевое 37°	1 1/4"	320F
50X5ST52.4NBK	377	5.55	Фланцевое 37°	1 1/2"	324F
60X6ST52.4NBK	543	8.04	Фланцевое 37°	2"	332F
73X7ST52.4NBK	820	11.39	Фланцевое 37°	2 1/2"	440F
80X10ST52.4NBK	848	17.2	Упорное кольцо	2 1/2"	440
97X12ST52.4NBK	1256	25.2	Упорное кольцо	3"	448
115X15ST52.4NBK	1702	37.0	Упорное кольцо	4"	456
130X15ST52.4NBK	2356	42.5	Упорное кольцо	4 1/2"	860
150X15ST52.4NBK	3393	49.9	Упорное кольцо	5"	864
190X20ST52.4NBK	5301	83.8	Упорное кольцо	6"	880
250X25ST52.4NBK	9425	138.7	Упорное кольцо	10"	896

280 бар – трубы из нержавеющей стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1.5AISI316L	4	0.07	DIN/JIC – фитинги		
8X1.5AISI316L	6	0.24			
10X1.5AISI316L	12	0.31			
12X1.5AISI316L	19	0.39			
16X2AISI316L	34	0.69			
20X2.5AISI316L	53	1.08			
25X3AISI316L	85	1.63	Фланцевое 37°	1/2"	308F
30X4AISI316L	114	3.35	Фланцевое 37°	3/4"	312F
38X4AISI316L	212	3.38	Фланцевое 37°	1"	316F
56X8.5AISI316L	358	9.96	Упорное кольцо	1 1/2"	324
66X8.5AISI316L	566	12.2	Упорное кольцо	2"	332
80X10AISI316L	848	17.5	Упорное кольцо	2 1/2"	440
97X12AISI316L	1256	25.5	Упорное кольцо	3"	448
114.3X13.49AISI316L	1702	37.5	Упорное кольцо	4"	456

Внимание! От 97мм до 12" используйте трубу ASTM - p.312 .

*) v = 5 м/с

Приложения

Приложение 3. Рекомендуемая технология соединения

350 бар – Трубы из углеродистой стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1.5ST37.4NBK	2	0.17	DIN/JIC – фитинги		
8X1.5ST37.4NBK	6	0.24			
10X2ST37.4NBK	8	0.40			
12X2.5ST52.4NBK	12	0.59			
16X2.5ST52.4NBK	29	0.83			
20X3ST52.4NBK	46	1.25			
25X3ST52.4NBK	85	1.63	Фланцевое 37°	3/4"	612F
30X4ST52.4NBK	114	2.51	Фланцевое 37°	3/4"	612F
39X7.5ST52.4NBK	136	5.86	Упорное кольцо	1"	616
46X8ST52.4NBK	198	7.84	Упорное кольцо	1 1/4"	620
56X8.5ST52.4NBK	358	9.96	Упорное кольцо	1 1/2"	624
66X8.5ST52.4NBK	566	12.1	Упорное кольцо	2"	632
80X10ST52.4NBK	848	17.2	Упорное кольцо	2 1/2"	440
97X12ST52.4NBK	1256	25.2	Упорное кольцо	3"	448
115X15ST52.4NBK	1702	37.0	Упорное кольцо	4"	456
130X15ST52.4NBK	2356	42.5	Упорное кольцо	4 1/2"	860
150X15ST52.4NBK	3393	49.9	Упорное кольцо	5"	864
190X20ST52.4NBK	5301	83.8	Упорное кольцо	6"	880
250X25ST52.4NBK	9425	138.7	Упорное кольцо	10"	896

350 бар – Трубы из нержавеющей сталей

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1AISI316L	4	0.07	DIN/JIC – фитинги		
8X1.5AISI316L	6	0.24			
10X1.5AISI316L	12	0.31			
12X2AISI316L	15	0.49			
16X2.5AISI316L	29	0.83	Фланцевое 37°	1/2"	608F
20X3AISI316L	46	1.21	Фланцевое 37°	1/2"	608F
25X4AISI316L	68	2.07	Фланцевое 37°	1/2"	608F
30X4AISI316L	114	3.35	Фланцевое 37°	3/4"	612F
38X5AISI316L	185	4.07	Фланцевое 37°	1"	616F
56X8.5AISI316L	358	9.96	Упорное кольцо	1 1/2"	624
66X8.5AISI316L	566	12.2	Упорное кольцо	2"	632
80X10AISI316L	848	17.5	Упорное кольцо	2 1/2"	440
97X12AISI316L	1256	25.5	Упорное кольцо	3"	448

Внимание! От 97мм до 12" используйте трубу ASTM - p.312 .

*) v = 5 м/с

Приложения

Приложение 3. Рекомендуемая технология соединения

420 бар – трубы из углеродистой стали

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
6X1.5ST37.4NBK	2	0.17	DIN/JIC – фитинги		
8X2ST37.4NBK	4	0.30			
10X2ST37.4NBK	8	0.40			
12X2.5ST52.4NBK	12	0.59			
16X2.5ST52.4NBK	29	0.83			
20X3ST52.4NBK	46	1.25			
25X3ST52.4NBK	85	1.63	Фланцевое 37°	3/4"	612F
30X4ST52.4NBK	114	2.51	Фланцевое 37°	3/4"	612F
39X7.5ST52.4NBK	136	5.86	Упорное кольцо	1"	616
46X8ST52.4NBK	198	7.84	Упорное кольцо	1 1/4"	620
56X8.5ST52.4NBK	358	9.96	Упорное кольцо	1 1/2"	624
66X8.5ST52.4NBK	566	12.1	Упорное кольцо	2"	632
80X10ST52.4NBK	848	17.2	Упорное кольцо	2 1/2"	440
97X12ST52.4NBK	1256	25.2	Упорное кольцо	3"	448
115X15ST52.4NBK	1702	37.0	Упорное кольцо	4"	456

420 бар – трубы из нержавеющей сталей

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
8X1.5AISI316L	6	0.24	DIN/JIC – фитинги		
10X2AISI316L	8	0.40			
12X2AISI316L	15	0.49			
16X2.5AISI316L	29	0.83			
20X3AISI316L	46	1.21			
25X4AISI316L	68	2.07	Фланцевое 37°	1/2"	608F
38X5AISI316L	185	4.07	Фланцевое 37°	1"	616F
56X8.5AISI316L	358	9.96	Упорное кольцо	1 1/2"	624

690 бар – трубы из дуплекса (нержавеющая сталь) SAF2205 UNS S31803

Труба	Значение расхода* [л/мин]	Вес (кг/м)	Тип соединения	Размер фланца	Тип фланца
48.3X10.15SAF2205	185	9.55	Упорное кольцо	1 1/2"	924/48.3
60.3X11.07SAF2205	340	13.44	Упорное кольцо	2"	932/60.3
73X14.02SAF2205	472	20.50	Упорное кольцо	2 1/2"	940/73
88.9X15.24SAF2205	797	27.68	Упорное кольцо	3"	948/88.9

*) $v = 5 \text{ м/с}$

Приложения

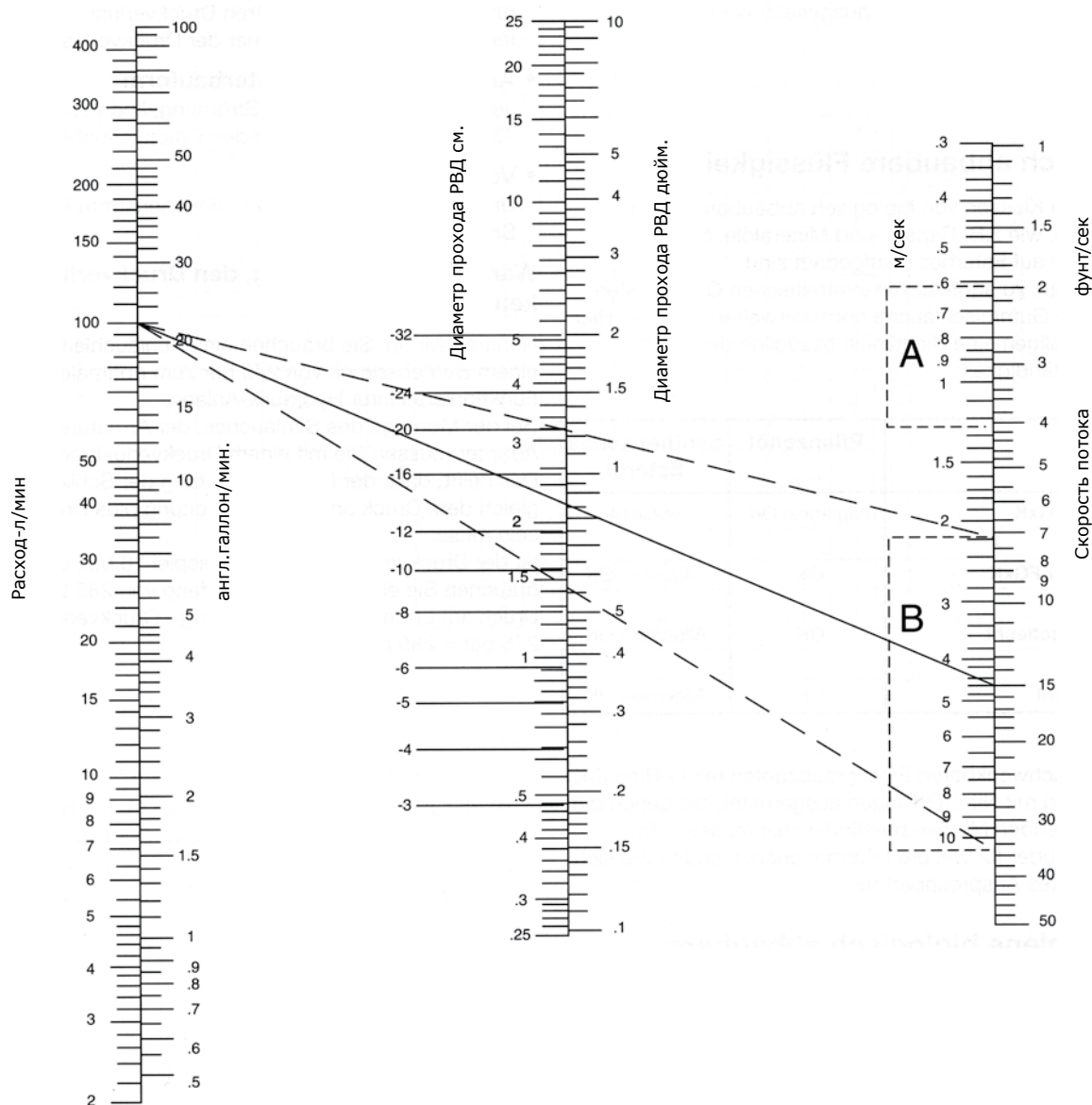
Приложение 4а.

Номограмма для выбора размера РВД

Для определения требуемого внутреннего диаметра (диаметра прохода) РВД необходимо знать расход жидкости и ее скорость. Нужно провести прямую от левой шкалы расхода жидкости (от точки соответствующей данному значению) до правой шкалы скорости к соответствующей данному значению скорости. В месте пересечения прямой с центральной шкалой будет значение требуемого диаметра прохода.

Если полученное значение диаметра нестандартное, то прямую следует провести к точке скорости чуть выше или ниже в рамках рекомендованного диапазона, до тех пор пока прямая не пересечет центральную шкалу в точке ближайшего стандартного диаметра.

Пример: При расходе 100 л/мин и рекомендуемой скорости 4.5 метров в секунду выбираем шланг 25 мм (1 дюйм).

**Внимание!**

Скорости потока в диапазоне А рекомендованы для всасывающих и возвратных линий.
Скорости потока в диапазоне В рекомендованы для напорных линий.

Приложения

Приложение 4b. Падение давления в РВД

Точные потери давления в РВД определяются на основе следующих данных: тип рабочей жидкости и ее вязкость при заданной температуре, температура рабочей жидкости, расход рабочей жидкости, размеры РВД (диаметр прохода и длина), количество и тип соединений.

Следующий график позволяет определить потери в зависимости от расхода жидкости

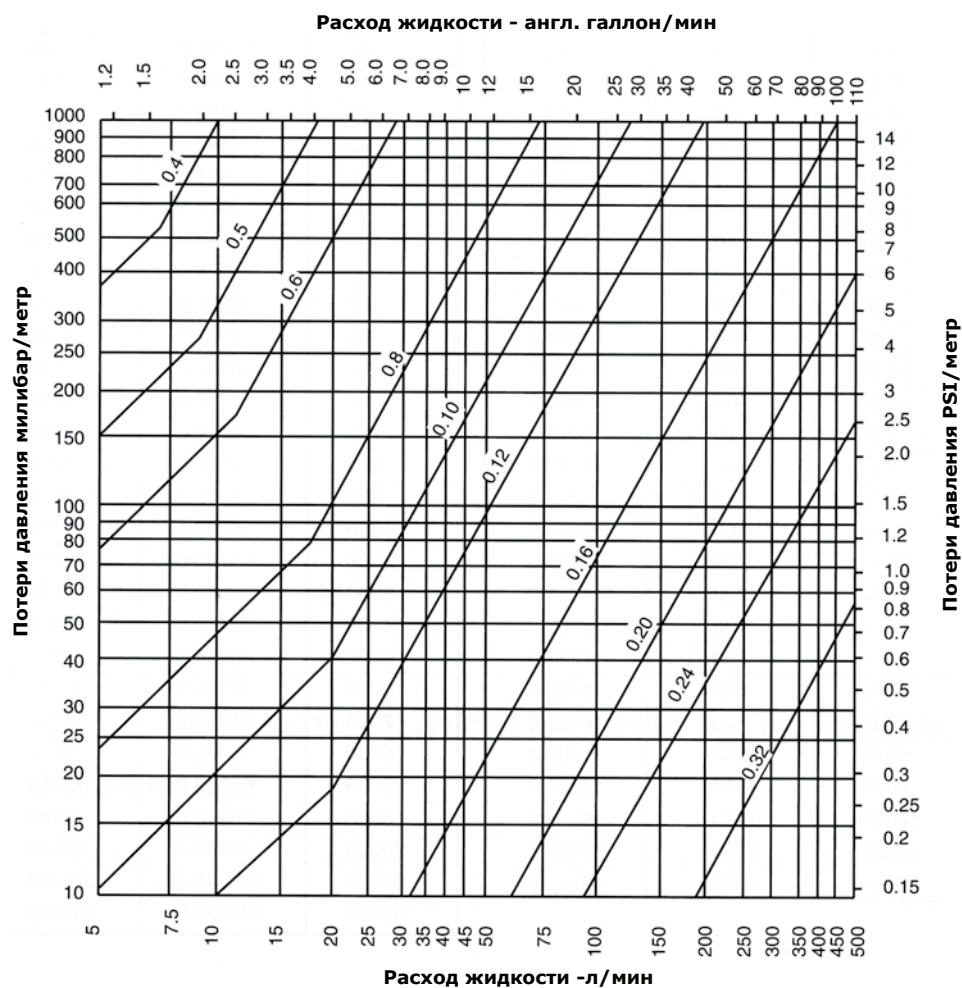
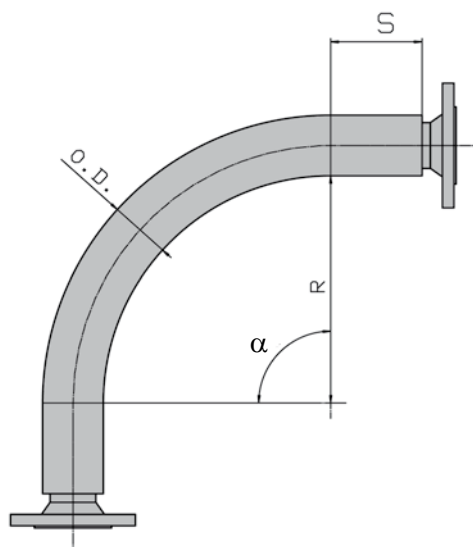


Диаграмма основана на вязкости жидкости
20 cSt и плотности 0.875 кг/м³

Приложения

Приложение 4с. Расчет изгибов для РВД



При изгибе между двумя точками РВД, радиус изгиба не должен быть меньше минимального допустимого значения при максимально допустимом для РВД рабочем давлении.

При использовании РВД надо помнить, что излишние напряжения (в том числе при изгибе) уменьшают срок жизни компонентов РВД: армированной оплетки, соединений, оболочки.

Минимальный радиус изгиба для РВД со стальными оплетками определяется при импульсных испытаниях и обозначен в каталоге GS-Hydro для каждого РВД.

Формула для определения минимальной длины РВД для изгиба:

$$L = \left(R + \frac{d_{OD}}{2} \right) \pi \times 2 \times \frac{\alpha}{360} + 2S$$

где:

L = длина РВД

R = радиус изгиба, в мм

d_{OD} = внешний диаметр, в мм

α = угол изгиба

S = длина необходимая для соединения прямого участка

Приложения

Приложение 5. Расстояние между подвесками (зажимами)

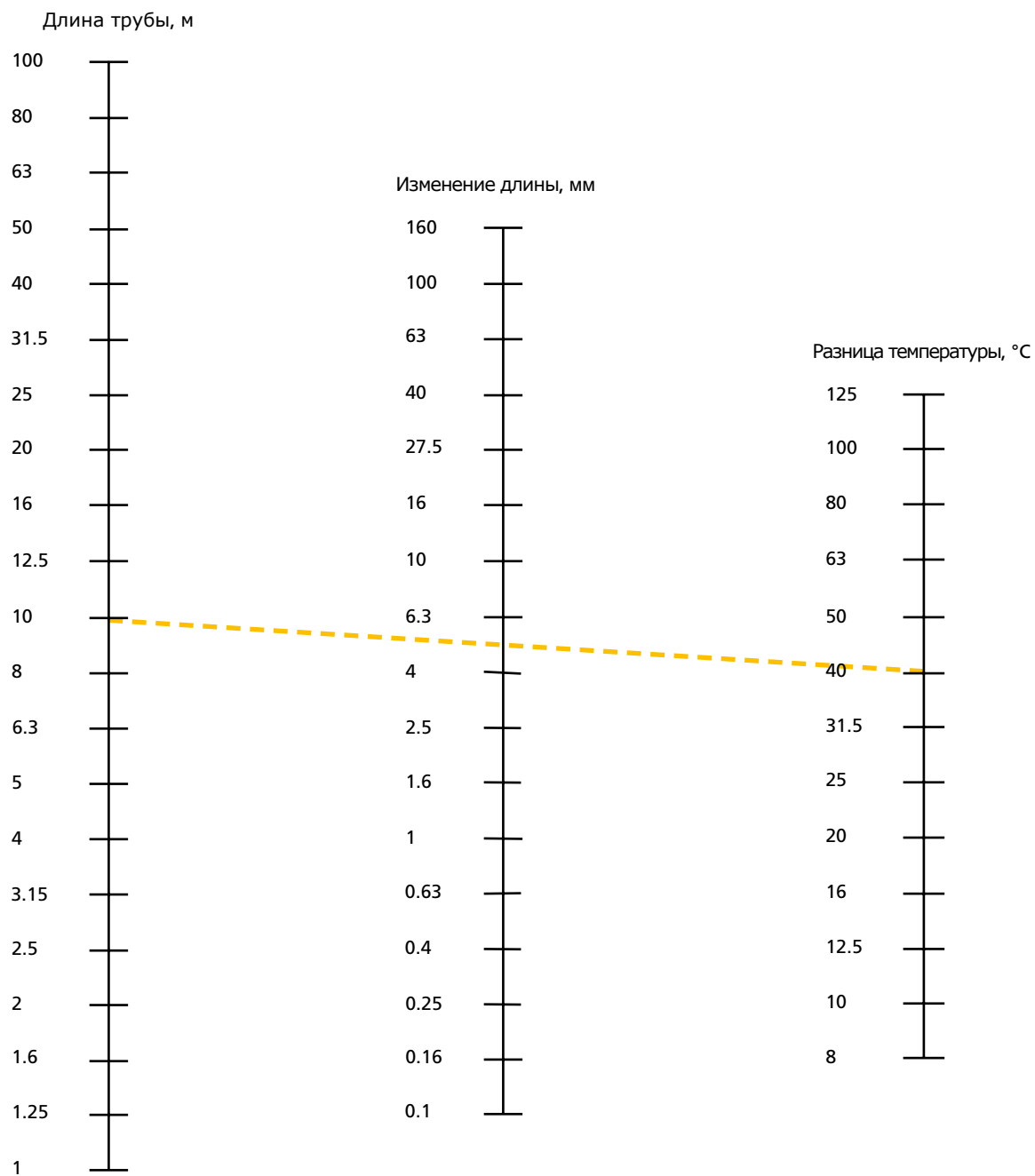
Максимальное расстояние между зажимами для GS труб		
Труба [мм]	Морская промышленность * [м]	Наземная промышленность [м]
20 X 2	1.1	1.2
25 X 2.5	1.3	1.5
30 X 3	1.4	2.1
38 X 4	1.5	2.1
42 X 4	1.6	2.3
50 X 3	1.7	2.7
50 X 5	1.8	2.7
56 X 8.5	1.9	2.8
60 X 3	1.9	3.0
60 X 5	2.0	3.0
66 X 8.5	2.0	3.2
75 X 3	2.1	3.5
80 X 10	2.2	3.6
90 X 3.5	2.3	3.7
90 X 5	2.4	3.7
97 X 12	2.5	4.0
100 X 4	2.4	4.0
115 X 4	2.6	4.3
115 X 15	2.7	4.3
130 X 15	2.9	4.6
140 X 4.5	2.8	4.9
150 X 15	3.1	5.0
165 X 5	3.0	5.2
190 X 20	3.5	5.4
220 X 6	3.5	5.8
250 X 25	4.0	6.0
273 X 6	3.5	5.4

* = Расчет вибрации на судах произведен с учетом вращения винта со скоростью 2 об/сек и макс. кол-ве лопастей 6 (частота 12 Герц)

Внимание! Для качественного детального расчета расстояний между креплениями в конкретном проекте, обращайтесь в GS-Hydro. Конструкторы GS-Hydro также могут сделать под заказ FEM-анализ напряжений трубопровода.

Приложения

Приложение 6. Линейное расширение стальных труб



Приложения

Приложение 7. Идентификация резьбы

Идентификация резьбы			ЛС		DIN	
Внеш. диаметр [мм]	Внутр. диаметр [мм]	Тип резьбы	Размер	Шаг	Размер	Шаг
7.95	6.78	5/16" UNF				
8.00	6.92	M8			04LL	1.0
9.73	8.57	1/8" BSP				
10.00	8.92	M10			06LL	1.0
10.27	8.77	1/8" NPT				
11.11	9.74	7/16" UNF	-04	20		
12.00	10.38	M12			08LL, 06L	1.0, 1.5
12.70	11.33	1/2" UNF	-05	20		
13.16	11.45	1/4" BSP				
13.57	11.31	1/4" NPT				
14.00	12.38	M14			08L, 06S	1.5
14.27	12.76	9/16" UNF	-06	18		
15.88	14.35	5/8" UNF				
16.00	14.38	M16			10L, 08S	1.5
16.66	14.95	3/8" BSP				
17.06	14.80	3/8" NPT				
18.00	16.38	M18			12L, 10S	1.5
19.05	17.33	3/4" UNF	-08	16		
20.00	18.38	M20			12S	1.5
20.96	18.63	1/2" BSP				
21.22	18.32	1/2" NPT				
22.00	20.38	M22			15L, 14S	1.5
22.23	20.26	7/8" UNF	-10	14		
22.91	20.59	5/8" BSP				
24.00	22.38	M24			16S	1.5
26.00	24.38	M26			18L	1.5
26.44	24.12	3/4" BSP				
26.57	23.67	3/4" NPT				
26.99	25.10	1 1/16" UN	-12	12		
27.00	24.83	M27				2.0
28.00	26.38	M28				2.0
30.00	27.83	M30			22L, 20S	2.0
30.16	28.20	1 3/16" UN				
30.20	27.88	7/8" BSP				
31.23	29.61	1" NPT				
33.25	30.29	1" BSP				
33.34	31.40	1 5/16" UN	-16	12		
36.00	33.83	M36			28L, 25S	2.0
41.28	39.30	1 5/8" UN	-20	12		
41.91	38.95	1 1/4" BSP				
41.99	38.95	1 1/4" NPT				
42.00	39.83	M42			30S	2.0
45.00	42.83	M45			35L	2.0
47.63	45.80	1 7/8" UN	-24	12		
47.80	44.85	1 1/2" BSP				
48.05	44.52	1 1/2" NPT				
52.00	49.83	M52			42L, 38S	2.0
59.60	56.66	2" BSP				
60.09	56.56	2" NPT				
63.50	60.80	2 1/2" UN				
65.71	62.75	2 1/4" BSP				
73.00	68.80	2 1/2" NPT				
75.18	72.23	2 1/2" BSP				
87.88	84.93	3" BSP				
89.00	85.00	3" NPT				
113.03	110.70	4" BSP				
114.35	110.38	4" NPT				

