

СОПОСТАВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИСПЫТАНИЯ ФИТИНГОВ СО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ ОБОЛОЧКОЙ

НА РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ 1,2 МПа

Коврига В.В., Колбая В.Г., Матрохин В.В.

На Климовском трубном заводе в соответствии с разрешением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору производится выпуск газовых труб на рабочее давление 1,2 МПа по ГОСТ Р 50838. Одновременно с трубами производятся и фитинги на рабочее давление 1,2 МПа по ТУ 2248-007-59355492-2006. В связи с отсутствием в ассортименте ведущих мировых фирм, производящих соединительные детали для газопроводов, фитингов на рабочее давление 1,2 МПа, ООО «Климовский трубный завод» разработало новый вид изделия (разрешение № РРС 00 22605), изготавливаемый из фитингов ПЭ 100 SDR 11, разрешённых к применению на рабочее давление 1,0 МПа, усиленных дополнительно стеклопластиковой оболочкой, и газовых труб ПЭ 100 SDR 9 на рабочее давление 1,2 МПа (разрешение № РРС 00-17559). Согласно требованиям ТУ, условия испытания фитингов точно повторяют условия испытания труб, из которых они изготавливаются. Условия гидравлических испытаний приведены в таблице 1. Величины испытательных давлений определены по формуле (1), приведенной в ГОСТ 50438:

$$P = \frac{2 \cdot \sigma}{(SDR - 1)}, \text{ МПа} \quad (1)$$

где σ – начальное напряжение в стенке трубы, МПа;
SDR – стандартное размерное отношение;
P – рабочее давление, МПа

Как видно из таблицы, испытания проводятся при двух температурах: $T = 20^\circ\text{C}$ и $T = 80^\circ\text{C}$. Анализ условий работы

труб на 1,2 МПа показывает, что при подземной прокладке трубы работают при температурах, не превышающих 30°C , и двух уровнях давления – номинальном рабочем давлении до 1,2 МПа и при повышенном давлении, используемом при опрессовке магистрали.

Поэтому рассмотрим уровень напряжений в стенке трубы при трех уровнях внутреннего давления – 12, 15 и 18 бар (табл. 2).

Если уровень напряжений в полиэтиленовых трубах с равным SDR одинаковый, то в стеклопластиковой оболочке ситуация складывается по-другому. Согласно требованиям ТУ, толщина стеклопластиковой оболочки не может быть меньше 6 мм для всех диаметров фитингов. Поэтому оболочка на фитингах большого диаметра находится в наиболее тяжелых условиях нагружения, которые необходимо проанализировать. Так как усилие, вызывающее нагружение стеклопластиковой оболочки, определяется внутренним давлением, SDR и толщиной стенки, рассчитаем нагрузку для труб различных диаметров. В таблице 3 представлены величины окружных усилий, рассчитанные для труб различных диаметров и напряжения в стеклопластиковой оболочке.

Сопоставление уровня напряжений в стенке с величиной предела текучести материалов типа ПЭ 100, равным 20÷25 МПа для ПЭ 100 разных марок (рис.1), показывает, что запас прочности трубы, оцененный по отношению предела текучести и уровня напряжений в стенке трубы, составляет от 1,6 до 2,0.

Как видно из данных, приведённых в таблице 2, напряжение в стенке трубы при рабочем и опрессовочном давлении значительно (в 1,5-2 раза) ниже, чем при 100-часовых испытаниях при температуре 20°C . Поэтому достаточно принять во внимание только уровень испытательного давления.

Таблица 1. Условия гидравлических испытаний

№ пп	Температура, °C	Начальное напряжение в стенке трубы, МПа	Величина давления (1), МПа	Продолжительность испытания, ч
1	20	12,4	3,1	100
2	80	5,5	1,38	165
3	80	5,0	1,25	1000

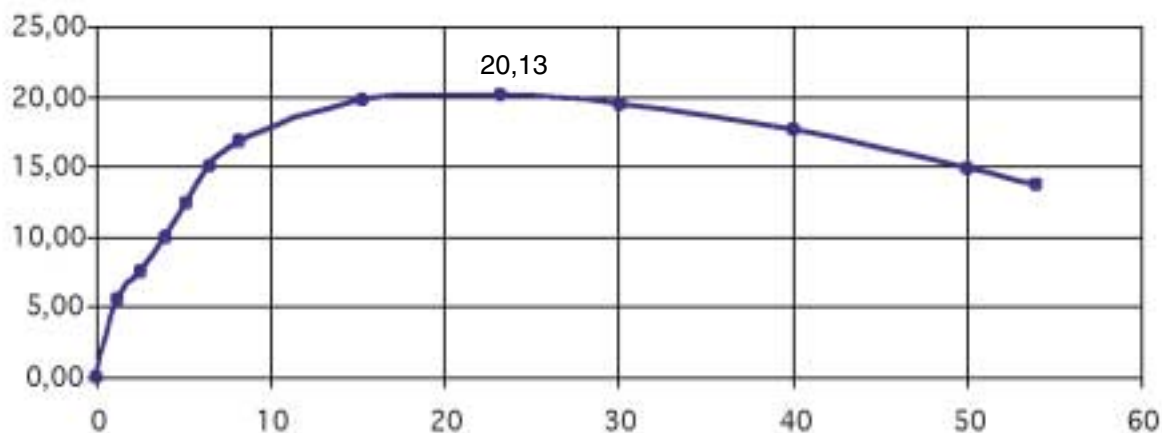
Таблица 2. Напряжения в стенке трубы при рабочем и опрессовочных давлениях

№ пп	Температура, °C	Уровень внутреннего давления, МПа	Напряжение в стенке трубы, МПа	Продолжительность поддержания давления
1	20	1,2	1,8	Постоянно
2	20	1,5	6,0	24 часа
3	20	1,8	7,2	24 часа

Таблица 3. Уровень напряжения в стенке стеклопластиковой оболочки

Диаметр трубы, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Напряжение в МПа в стенке при			Усилие, кг на 1 см длины трубы, при			Напряжение в стенке стеклопластиковой оболочки толщиной 6 мм, МПа		
		20°C, 165 ч	100 ч 80°C,	80°C, 1000 ч	165 ч 20°C,	80°C, 100 ч	1000 ч 80°C,	20°C, 165 ч	100 ч 80°C,	80°C, 1000 ч
32	3,6	12,4	5,5	5,0	44,6	19,8	18,0	7,4	3,3	3,0
63	7,1	12,4	5,5	5,0	88,0	39,0	35,5	14,7	6,5	5,9
110	12,3	12,4	5,5	5,0	152,5	67,2	61,5	25,4	11,3	10,3
160	17,9	12,4	5,5	5,0	221,9	98,5	89,5	37,0	16,4	14,9
225	25,2	12,4	5,5	5,0	312,5	138,6	126	52,1	23,1	21,0
315	35,2	12,4	5,5	5,0	436,5	193,6	176	122,0	32,3	29,3

Рис. 1. Кривая «напряжение – деформация» для материала КРiС 600 ВL типа ПЭ 100



Из данных таблицы 3 видно, что стеклопластиковая оболочка фитингов большого диаметра находится под действием довольно высоких напряжений.

Для того, чтобы оценить относительную величину этих напряжений, необходимо сравнить их с уровнями разрушающих напряжений для полиэфирных стеклопластиков. Величина разрушающего напряжения при растяжении для использованных полиэфирных стеклопластиков составляет 75 МПа.

Как видно, это разрушающее напряжение меньше уровня напряжения для фитинга со стеклопластиковой оболочкой диаметром 315 мм. А для фитинга диаметром 225 мм коэффициент запаса прочности составляет всего 1,3, что явно недостаточно. Поэтому на фитингах диаметром 225 и 315 мм

Фитинг с усиленной кромкой после испытания



необходимо использовать более высокие толщины стеклопластиковой оболочки, обеспечивающие запас прочности на уровне 2,0. Поскольку теплостойкость стеклопластиков, определенная при изгибе, составляет 67°C для импортной полиэфирной смолы, аналогичной отечественной ПН-1, то естественно, что при 80°C стеклопластиковая оболочка может не выдержать испытательных напряжений на уровне 15-33 МПа. Для решения этой проблемы изготовителями была применена смола повышенной теплостойкости, деформационная теплостойкость которой составляет 112°C, что обеспечивает работоспособность стеклопластика при температурах 80°C. Однако использование такой смолы приводит к сильному удорожанию фитингов – более чем в два раза.

На основании этих расчетов можно рекомендовать:

1) не проводить на полиэфирных стеклопластиках испытаний при 80°C по двум причинам: – низкой теплостойкости полиэфирных связующих, которая практически не существует, так как трубы работают при температурах до 30°C;

– высокой себестоимости теплостойких полимерных связующих, в которых для изготовления стеклопластиковых оболочек нет необходимости;

2) для стеклопластиковых оболочек фитингов диаметром выше 225 мм не ограничиваться минимальной толщиной оболочки, а использовать толщины, обеспечивающие коэффициент запаса на уровне 1,8-2.

Предлагаемые мероприятия позволят снизить себестоимость фитингов без ухудшения их эксплуатационных свойств.