

МУРМАНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА И РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ ДЛЯ
НЕФТЕГАЗОПРОВОДА»**

Выполнил:

Научный руководитель:

Цель и задачи

Цель - проектирование материала для изготовления труб нефтегазового трубопровода и разработки технологии их изготовления.

Задачи:

1. Анализ требований эксплуатации, предъявляемых к трубам;
2. Качественный подбор материалов для трубы;
3. Исследование виртуальной модели трубы;
4. Разработка технологии изготовления трубопровода.

Рекомендуемые механические характеристики труб

Наименование показателя	Значение
Осевой предел прочности, МПа, не менее	80
Осевой модуль упругости, ГПа, не менее	18
Окружной предел прочности, МПа, не менее	180
Окружной модуль упругости, ГПа, не менее	26

Основные характеристики труб

Показатель	Стальные трубы	Стеклопластиковые трубы
Предел прочности на разрыв в окружном направлении, МПа	более 420	300–375
Модуль упругости на разрыв в окружном направлении, ГПа	210–240	35
Плотность, г/см ³	7,85	1,8–1,9
Гидроудар	большой гидроудар	наилучший показатель среди других материалов
Коррозионостойкость	требуется покрытие	хорошая
Срок эксплуатации	до 25 лет	от 50 лет



Трубы стальные



Структура стеклопластиковой трубы



Стеклопластиковые трубы

1. Применение метода конечных элементов позволяет разбивать сложные объекты на более простые и путем решения систем уравнений определяется работа конструкции.
2. Знание основ компьютерного моделирования и опыт практического его применения в среде SolidWorks позволит с большей эффективностью выполнять реальные проектные задачи.
3. Теория монолитности и правильный подбор компонентов композита позволяют обеспечить хорошее адгезионное взаимодействие матрицы и наполнителя на границе раздела и улучшить свойства.

Механические характеристики различных типов

Свойство	E	S	AR	E-CR	D
Плотность, кг/м ³	2620	2480–2490	2600–2700	2660–2680	2160
Прочность, МПа	3100–3500	4380–4590	3100–3500	3100–3500	2410
Модуль упругости, ГПа	80–81	88–91	72–74	80–81	52
Удлинение при разрыве, %	4,6	4,5–4,9	2–2,4	4,5–4,9	–

Характеристики директ-ровингов из Е-стекла

Тип ровинга	EC11H-30 0	EC11H-30 0	EC13H-40 0	EC16H-60 0	EC18H-16 00
Диаметр, мкм	11	11	13	16	18
Линейная плотность ровинга, текс	200	300	400	600	1600
Комплексных нитей в ровинге, шт	1	1	1	1	1
Удельная разрывная нагрузка, мН/текс	250	300	300	250	250
Замасливатель	крахмал	силан	силан	крахмал	крахмал

Типы отвержденных связующих и их характеристики

Характеристика	Фенолформальдегидное	Полиэфирное	Эпоксидное	Полиимидное
Предел прочности при растяжении и сжатии, МПа	40–70 100–125	30–70 80–150	35–100 90–160	90–95 250–280
Модуль упругости, ГПа	7–11	2,8–3,8	2,4–4,2	3,2–5
Плотность, г/см ³	1,2–1,3	1,2–1,35	1,2–1,3	1,41–1,43
Относительное удлинение, %	0,4–0,5	1–5	2–9	1–2,5
Усадка, %	15–25	5–10	1–5	15–20
Рабочая температура, °С	260	120	200	400

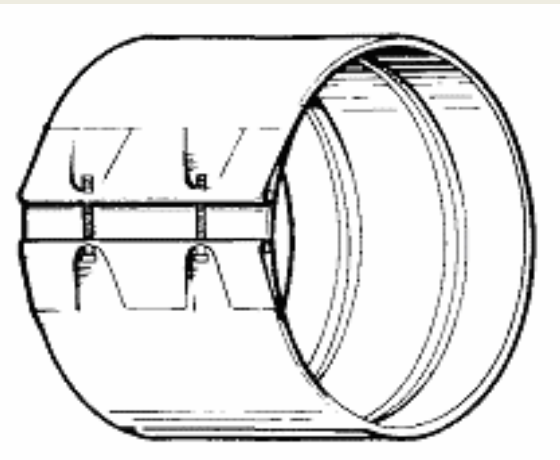
Некоторые эпоксидные связующие

Характеристика	ЭД-16 (высший сорт)	ЭД-20 (высший сорт)	ЭД-22 (первый сорт)
Массовая доля эпоксидных групп, %	16,0–18,0	19,9–22,0	22,1–23,6
Массовая доля летучих веществ, % не более	0,2	0,2	0,1
Динамическая вязкость при 25 °С, Па	5–18	13–20	7–12
Время желатинизации, ч не менее	4	8	9
На внешний вид	ВЫСОКОВЯЗКАЯ	ВЯЗКАЯ	НИЗКОВЯЗКАЯ

Физико-механические характеристики

Плотность (кг/м ³)	2265
Модуль упругости, ГПа	60
Предел прочности при растяжении, МПа	2333
Предел текучести, МПа	300
Теплопроводность, Вт/мК	0,3
Коэффициент линейного расширения, $\times 10^6$ град ⁻¹	0,45–8,3
Гигроскопичность, %	0,5

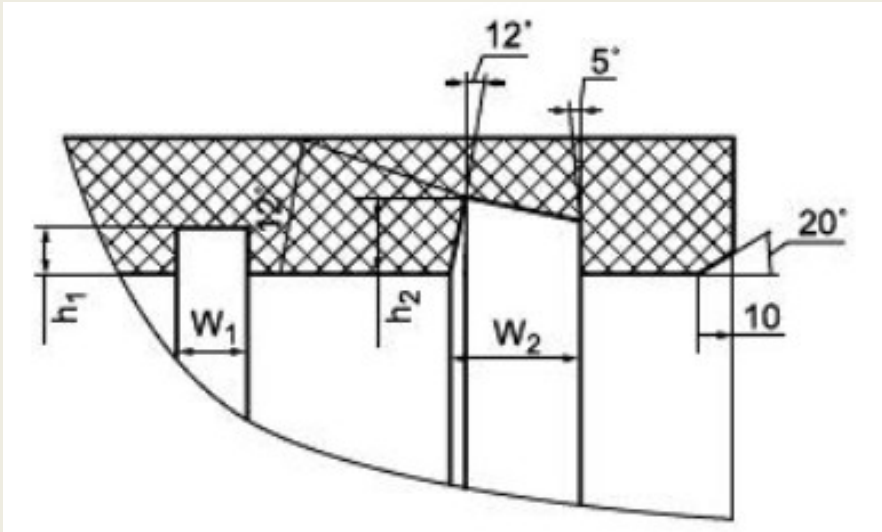
Механическое соединение



Геометрические размеры муфты

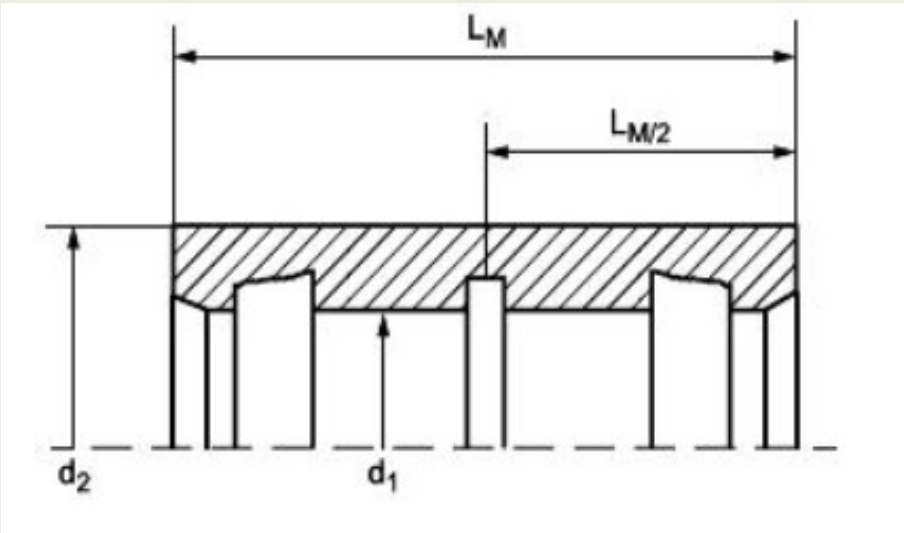
d_1 , мм	d_2 , мм	L_m , мм	$L_{m/2}$, мм	W_1 , мм	W_2 , мм	h_1 , мм	h_2 , мм
310	370	270	135	16	24,5	10,5	11,5

Геометрические размеры канавок



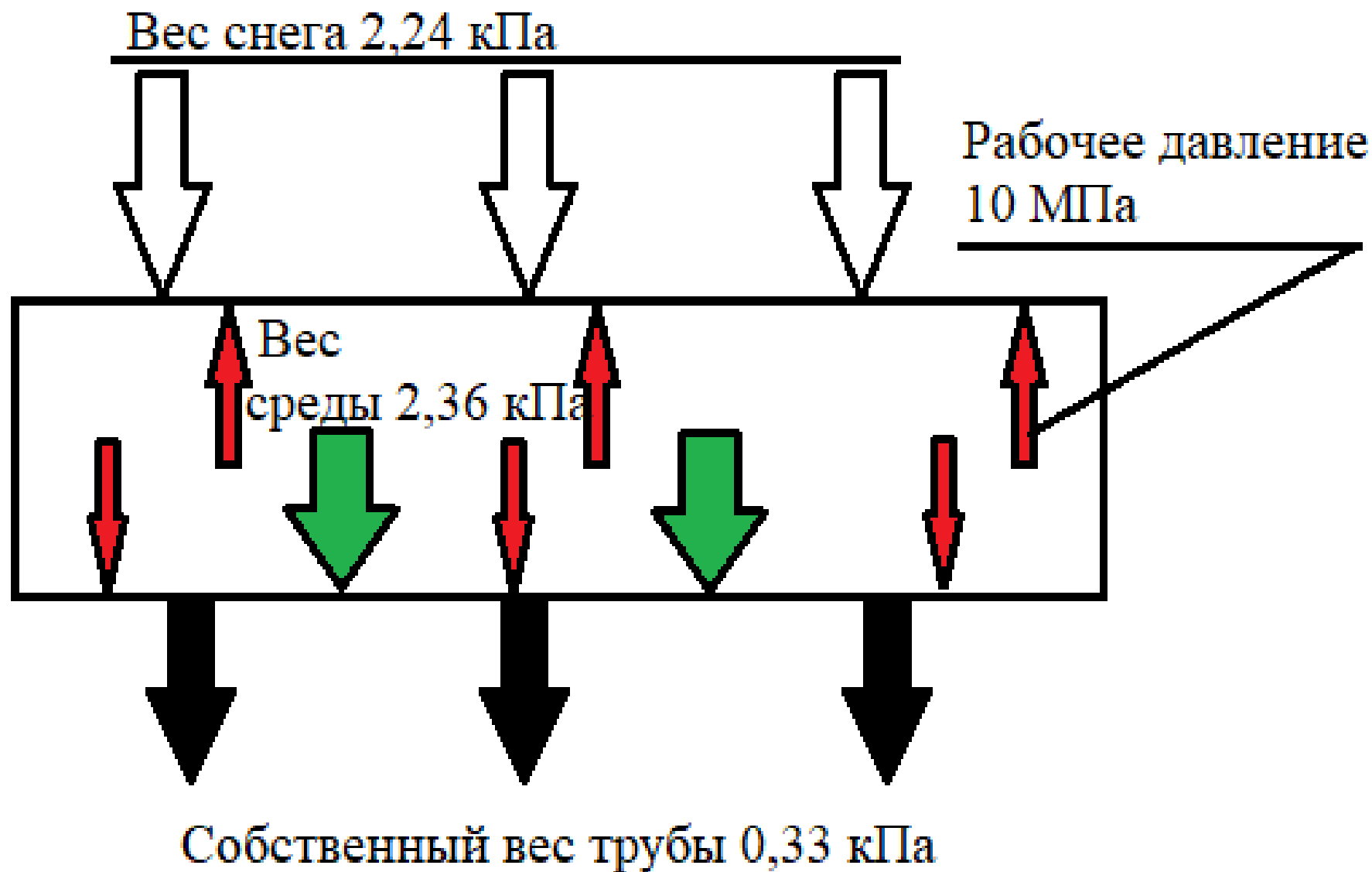
h_1 – глубина канавки под центральный ограничитель; h_2 – глубина канавки под уплотнительные кольца; W_1 – ширина канавки под центральный ограничитель; W_2 – ширина канавки под уплотнительные кольца

Геометрические размеры муфты

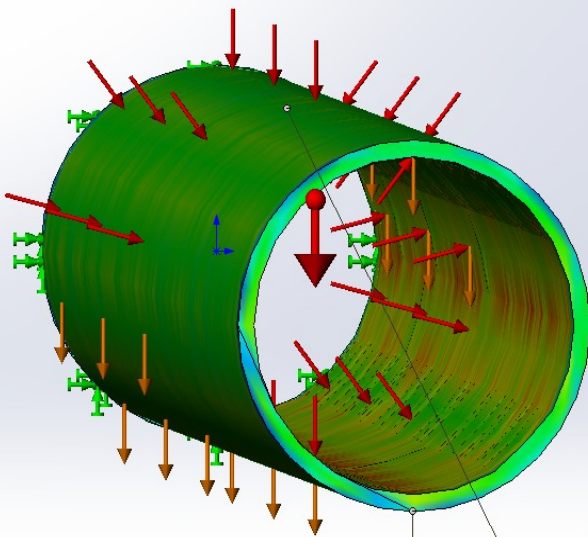
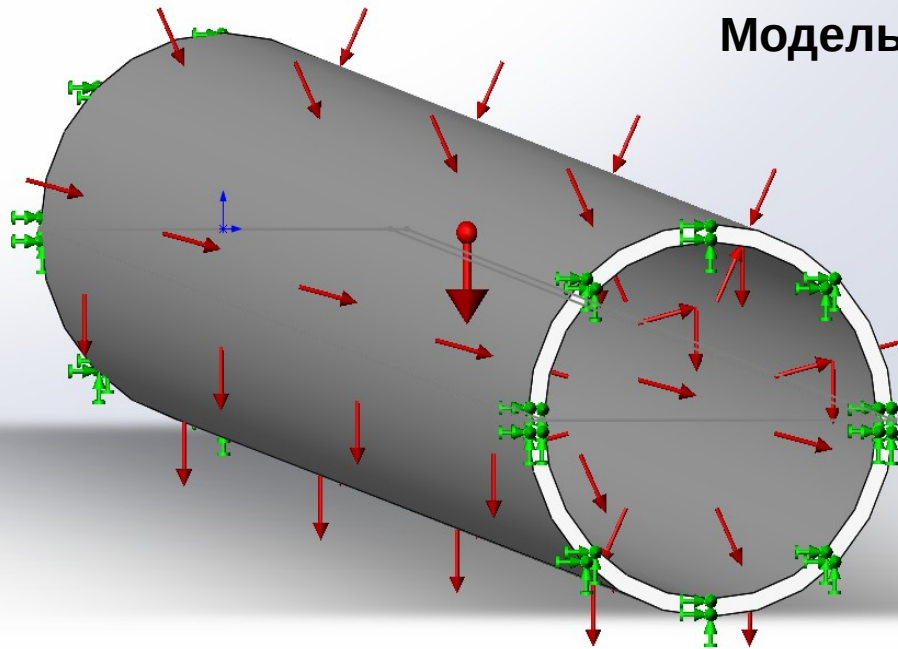


d_1 – внутренний диаметр муфты; d_2 – наружный диаметр муфты; L_1 – длина муфты

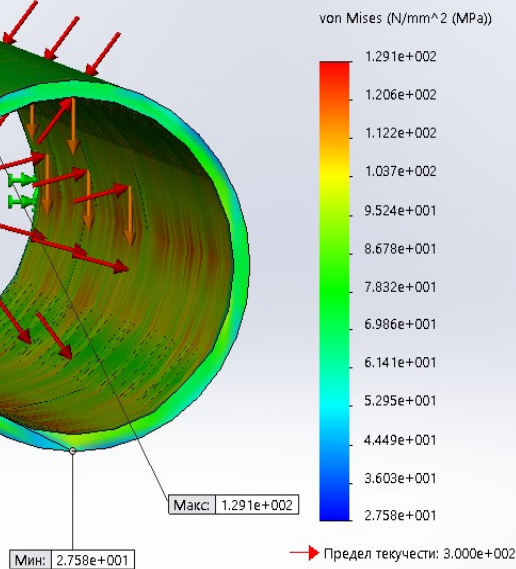
Схема распределения нагрузок



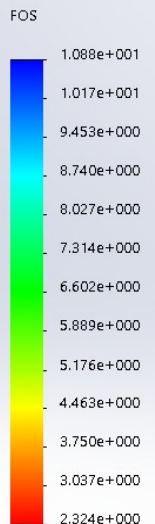
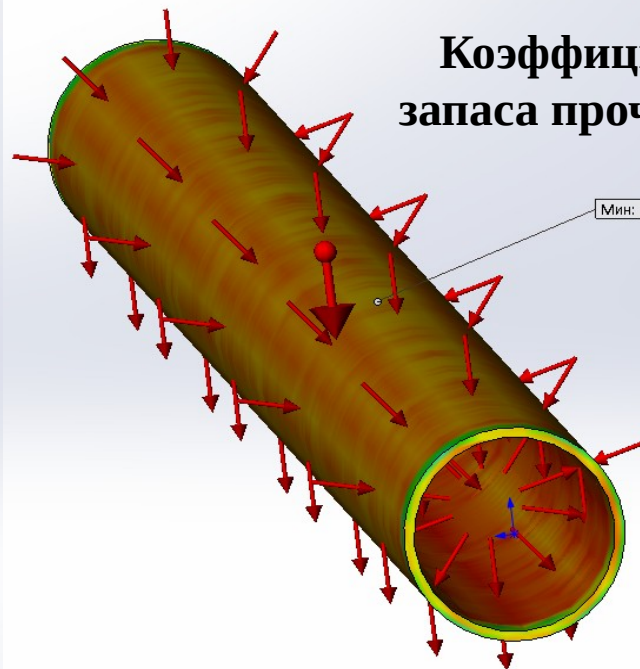
Модель трубы



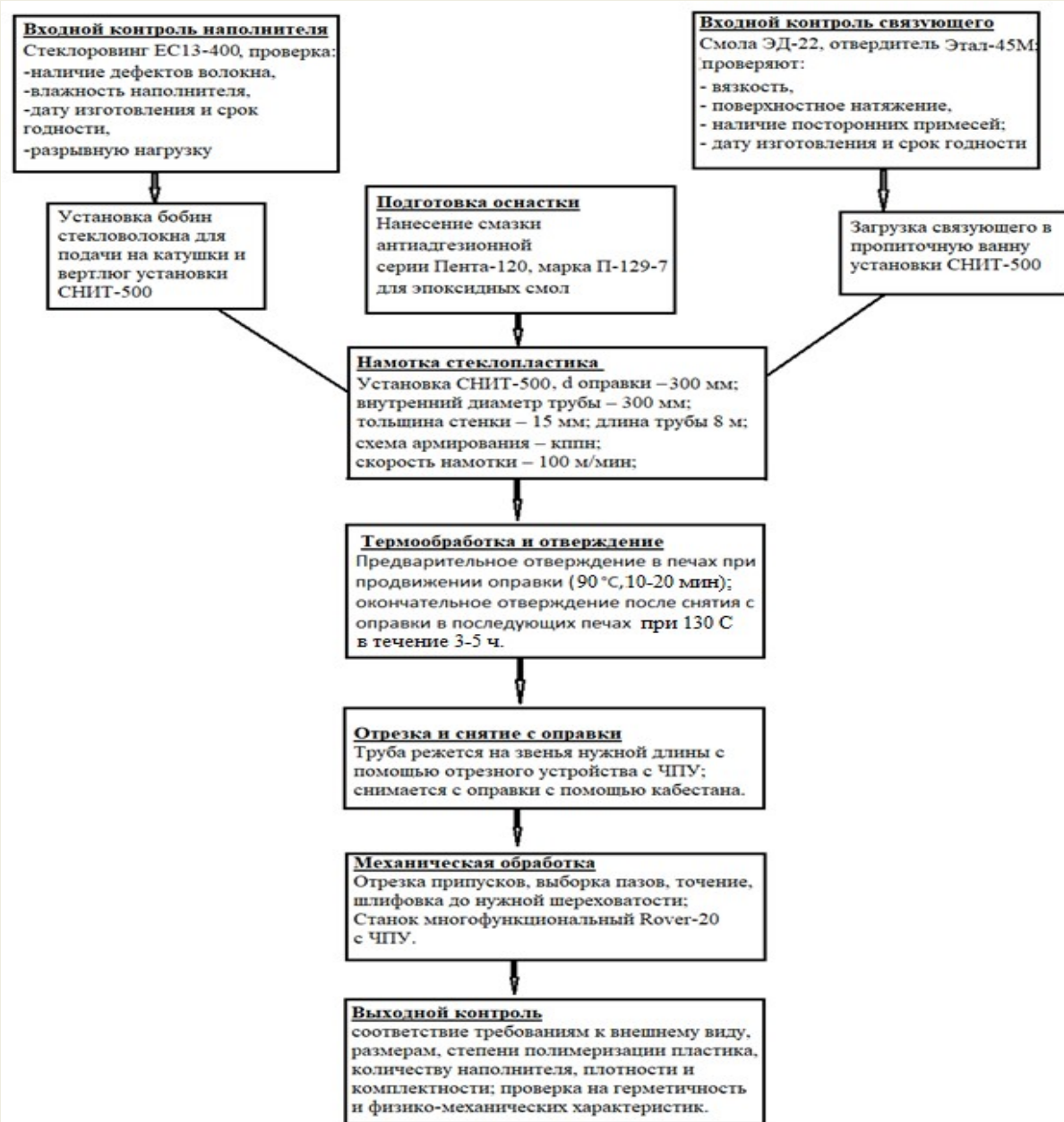
Напряжения
в трубе



Коэффициент
запаса прочности



Технологическая схема



Выводы

- 1) в качестве технологии изготовления стеклопластиковых труб для нефтегазопровода в этой работе была предложена мокрая косослойная продольно-поперечная намотка. Преимущества данной технологии: увеличение производительности при сравнительно небольших затратах; плотная структура стенки трубы, за счет достижения большого содержания волокна (более 75 %);
- 2) был разработан технологический процесс производства стеклопластиковых труб, включающий основные операции: входной контроль материалов, подготовку оснастки, процесс намотки и отверждения, механическую обработку, выходной контроль качества трубы.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!