

Research Group



Info Mine 

Объединение независимых консультантов и экспертов
в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности

**Обзор рынка
стеклопластиковых труб
в России**

Демонстрационная версия

*Москва
апрель, 2008*

Содержание

Аннотация.....	7
Введение.....	8
1. Виды стеклопластиковых труб.....	9
1.1. Стеклопластиковые трубы на полиэфирном связующем (GRP).....	11
1.2. Стеклопластиковые трубы на эпоксидном связующем (GRE)	13
1.3. Типы соединений труб.....	14
1.4. Типы конструкции стенок труб	14
1.5. Способы производства стеклопластиковых труб	17
2. Основные свойства стеклопластиковых труб	19
3. Сырье для производства стеклопластиковых труб.....	24
4. Производство стеклопластиковых труб.....	27
4.1. Характеристика основных производителей	33
4.1.1. ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб»	33
4.1.2. ООО «ТрубопроводСпецСтрой»	35
ООО «Пласт»	36
ЗАО «НПП «Композит-Нефть»	37
4.1.3. ОАО ДПО «Пластик»	40
4.1.4. ООО «Армпласт»	41
4.1.5. ФГУП «Авангард»	43
4.1.6. Прочие производители	45
5. Внешнеторговые операции со стеклопластиковыми трубами	50
5.1. Импорт стеклопластиковых труб	50
5.2. Экспорт стеклопластиковых труб	53
5.3. Основные зарубежные производители стеклопластиковых труб, представленные на российском рынке.....	54
5.3.1. Amiantit, Flowtite, Ampox	54
5.3.2. Группа Компаний Nobas AG (Швейцария) и Nobas Ingeneering GmbH (Австрия)	56
5.3.3. Ameron International Corporation.....	57
5.3.4. Xinjiang Yongchang Sekisui Composites Co. Ltd.	60
5.3.5. Производство стеклопластиковых труб в странах СНГ	61
6. Оценка потребления стеклопластиковых труб	64
6.1. Трубы нефтегазопромысловые	66
6.2. Инженерные системы жилищно-коммунального комплекса	67
7. Отечественное оборудование для производства стеклопластиковых труб ..	70
7.1. Группа компаний «Машспецстрой».....	70
7.2. ООО «Альпастар»	74
8. Прогноз производства стеклопластиковых труб в 2008-2012 гг.....	78
Проекты и вновь введенные объекты по производству стеклопластиковых труб	79
Приложение. Контактная информация основных игроков рынка стеклопластиковых труб	82

Список таблиц

Таблица 1. Показатели жесткости труб в различных системах стандартизации	9
Таблица 2. Типы внутреннего слоя труб и их влияние на технические характеристики	9
Таблица 3. Зависимость физико-механических свойств от типа намотки.....	10
Таблица 4. Сферы применения стеклопластиковых труб на полиэфирном связующем.....	12
Таблица 5. Сферы применения стеклопластиковых труб на эпоксидном связующем.....	13
Таблица 6. Характеристика одно- и двухслойных труб.....	16
Таблица 7. Экономические аспекты использования металлических и стеклопластиковых труб	21
Таблица 8. Производство товарного стекловолокна и изделий из него в России в 2001-2007 гг., т.....	24
Таблица 9. Динамика производства стеклопластиков основными производителями в 2001-2007 гг.....	29
Таблица 10. Характеристика стеклопластиковых труб, выпускаемых основными производителями.....	32
Таблица 11. Номенклатура труб, выпускаемых ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб»	34
Таблица 12. Финансовые показатели ООО «Пласт» в 2003-2006 гг.	36
Таблица 13. Финансово-экономические показатели деятельности ЗАО «НПП "Композит-нефть" в 2003-2006 гг.	39
Таблица 14. Технические характеристики труб ОАО ДПО «Пластик» для бестраншейной прокладки.....	41
Таблица 15. Ассортимент стеклопластиковых труб, производимых ООО «Армпласт»	42
Таблица 16. Основные поставщики стеклопластиковых труб в 2007 г.....	51
Таблица 17. Динамика импорта стеклопластиковых труб по странам в 2001-2007 гг., т	52
Таблица 18. Основные импортеры стеклопластиковых труб в 2007 г.	52
Таблица 19. Динамика и структура экспорта стеклопластиковых труб в 2001-2007 гг., т	53
Таблица 20. Технические характеристики труб «Flowtite»	55
Таблица 21. Характеристика труб марки Bondstrand	57
Таблица 22. Характеристика труб марки Centron.....	59
Таблица 23. Производительность линий ЛИС-400 и ЛИСТ-600	71
Таблица 24. Характеристика намоточных станков Группы компаний «Машспецстрой»	73
Таблица 25. Характеристика камер полимеризации Группы компаний «Машспецстрой»	74
Таблица 26. Оборудование для производства стеклопластиковых труб, выпускаемое подразделением «Альпастар»	75

Таблица 27. Перечень основного и вспомогательного оборудования,
необходимого для организации производства стеклопластиковых
труб.....77

Список рисунков

Рисунок 1. Структура стенки трехслойных труб	17
Рисунок 2. Динамика производства стекловолокна, используемого в качестве сырья для выпуска стеклопластиков, т	25
Рисунок 3. Динамика выпуска смол для производства стеклопластиковых труб в 2001-2006 гг., т	26
Рисунок 4. Динамика производства стеклопластиковых труб в 2001-2007 гг. по оценке ФСГС РФ	27
Рисунок 5. Динамика производства стеклопластиковых труб в 2001-2007 гг. по оценке «Инфолайн»	28
Рисунок 6. Динамика производства стеклопластиковых труб в ЗАО «НПП «Композит-Нефть» в 2001-2007 гг.	39
Рисунок 7. Динамика производства труб ФГУП «Авангард» в 2001-2007 гг., т	44
Рисунок 8. Динамика экспортно-импортных операций со стеклопластиковыми трубами в 2001-2007 гг., т.	50
Рисунок 9. Динамика импорта стеклопластиковых труб в 2001-2007 гг.	51
Рисунок 10. Динамика экспорта стеклопластиковых труб в 2001-2007 гг., т .	53
Рисунок 11. Видимое потребление стеклопластиковых труб в России в 2001-2007 гг.	64
Рисунок 12. Прогноз потребления, производства и импорта стеклопластиковых труб до 2012 г., т	78

Аннотация

Данное исследование посвящено анализу рынка стеклопластиковых труб в России.

Работа включает 8 глав, объемом работы - 84 страниц. Текст проиллюстрирован 27 таблицами и 12 рисунками.

Главы 1-2 кратко знакомят со свойствами стеклопластиковых труб и технологией их производства.

Приводимая в главе 3 информация о сырьевом обеспечении производства стеклопластиковых труб – стекловолокне и смолах, свидетельствует о том, что отрасль в перспективе столкнется со сдерживающими факторами.

Глава 4 является главной частью исследования. Кроме характеристики отрасли в главе приводится подробная информация по наиболее крупным предприятиям. Основное внимание уделено анализу производственных мощностей заводов, динамике и состоянию экономических показателей предприятий, продукции, выпускаемой ими.

В 5 главе дается подробный анализ внешнеторговых операций с трубами из стеклопластиков, приводится динамика их ввоза и вывоза, характеристика основных зарубежных производителей, действующих на российском рынке, существующих производствах в странах СНГ.

Глава 6 знакомит с практикой использования стеклопластиковых труб, перспективой развития основных потребляющих отраслей, дается оценка емкости российского рынка.

В главе 7 приводится информация об отечественном оборудовании для выпуска стеклопластиковых труб.

Компилирующим итогом анализа всех материалов явилась глава 8, в которой представлена экспертная оценка развития потребления, производства и импорта стеклопластиковых труб в России на период до 2012 г.

Основным и главным источником информации явились материалы предприятий и телефонные интервью с их представителями. Они позволили оценить состояние дел, как в отрасли, так и на каждом конкретном предприятии, внести коррективы в данные Федеральной службы государственной статистики (ФСГС) России, в которые, по мнению Инфолайн, закралась ошибка. Внешнеторговые связи проанализированы на основании данных Федеральной таможенной службы (ФТС) России. Значительную помощь в работе экспертов оказали материалы региональных средств массовой информации.

ООО "Исследовательская группа «Инфолайн» надеется, что данное исследование поможет специалистам в их собственной оценке состояния рынка стеклопластиковых труб в России, в принятии адекватных имеющейся ситуации решений.

Введение

Одной из серьезнейших проблем в сфере трубопроводного транспорта является коррозия труб, приносящая колоссальные убытки эксплуатирующим их компаниям. В ЖКХ, например, убытки от изношенных трубопроводов являются главной причиной непрерывно возрастающей стоимости жилищно-коммунальных услуг. Стоимость этих потерь стала соизмеримой с ВВП страны.

Борьба с коррозией велась путем применения различных достаточно дорогостоящих, но мало эффективных способов антикоррозийной защиты. Но только в последние годы многие нефтегазодобывающие компании, коммунальные службы и другие организации пришли к выводу, что альтернативой подверженным коррозии стальным трубопроводам становятся трубопроводы, выполненные из композиционных материалов. Используемые материалы, особенности конструкции и технологии изготовления труб обеспечивают их высокую механическую прочность, герметичность и стойкость к воздействию агрессивных сред, что обеспечивает возможность их широкого применения в различных отраслях промышленности, в коммунальном и сельском хозяйстве.

В СССР, трубы из стеклопластика долгое время обслуживали только оборонную промышленность. По этой причине отечественные трубопроводостроители сильно отстали от зарубежных коллег в их использовании. Между тем в странах Запада стеклопластиковые трубы нашли применение в таких областях, как системы горячего и холодного питьевого и технического водоснабжения, промышленное и коммунальное водоотведение, транспортировка агрессивных сред, технологические трубопроводы для промышленных установок, транспортировка нефтепродуктов, системы сероочистки, системы пожаротушения, прокладка трубопроводов по морскому и речному дну и т.д.

Современный рынок стеклопластиковых труб характеризуется периодом становления устойчивого спроса и интенсивного роста. В этих условиях производителям и потребителям стеклопластиковых труб будет небезинтересно сравнить свои знания с характеристикой экспертов Инфолайн положения дел в России с производством труб, оценить перспективные и сдерживающие факторы развития рынка. Информация о деятельности отечественных и зарубежных производителей позволит специалистам выявить конкурентные преимущества и недостатки основных игроков рынка. В работе также дан краткий анализ состояния производства оборудования для выпуска стеклопластиковых труб.

Обзор рассчитан для специалистов, работающих на рынке стеклопластиковых труб.

1. Виды стеклопластиковых труб

Под трубами из полимерных композитных материалов (ПКМ) понимаются стеклопластиковые, базальтопластиковые, органопластиковые или иные трубы (в зависимости от типа армирующего наполнителя) с полимерным связующим из термореактивного материала. Для композитных труб применяются, как правило, эпоксидные или полиэфирные связующие.

Трубы из стеклопластика классифицируются по жесткости, номинальному давлению и внутреннему диаметру.

Жесткость трубы определяется ее способностью сопротивляться нагрузкам от окружающего грунта и движения транспорта, а также отрицательным внутренним давлениям.

Чем толще стенка, тем выше жесткость и способность к сопротивлению нагрузкам. По жесткости в разных системах стандартизации трубы делятся на следующие классы (табл. 1)

Таблица 1. Показатели жесткости труб в различных системах стандартизации

Система стандартизации	Обозначение	Единица измерения	Класс жесткости		
			SN2500	SN5000	SN10000
ISO	S _p	Н/м ² (Па)	2500	5000	10000
DIN	S _R	Н мм (МПа)	0,02	0,04	0,08
ASTM	F/Δy	psi	20	40	80

Источник: данные «American Composites manufactures Association» (CMAA)

Трубы также классифицируются по *номинальному давлению (PN)*, под которым подразумевается величина безопасного давления воды в МПа при +20°C в течение нормируемого срока службы (обычно 50 лет).

Технологические процессы производства стеклопластиковых труб позволяют изготавливать трубы с внутренним покровным слоем, стойким к воздействию разных сред (табл. 2).

Таблица 2. Типы внутреннего слоя труб и их влияние на технические характеристики

Обозначение типа внутреннего слоя трубы	Максимальная рабочая температура, °C	Предельное значение pH при максимальной температуре
VA	35	1,0-9
DA	50	0,8-10
DS	75	0,5-13
HP	90	0,2-14

Источник: данные Компании Hobas

В России стеклопластиковые трубы и детали в зависимости от температуры, содержания твердых компонентов, химического состава

транспортируемого вещества изготавливают с различными защитными внутренними покрытиями. Их подразделяют на следующие виды:

а – для жидкостей с абразивными компонентами;

х – для химически агрессивных сред;

п – для питьевой холодной воды;

г – для горячей (до 75°C) воды хозяйственно-питьевого водоснабжения;

с – для других сред.

Толщина слоя внутреннего защитного покрытия составляет от 0,5 до 3 мм, в зависимости от вида покрытия и транспортируемой среды.

Доля стеклянных волокон в материале трубы может составлять от 65 до 85%. Физико-механические характеристики стеклопластиковых труб зависят от закона армирования (направления укладки стеклянных волокон) и для каждого типа трубы различаются вдоль оси и в окружном направлении (табл. 3). Как правило, все производители стеклопластиковых труб стремятся к тому, чтобы прочность в окружном направлении трубы была в два раза выше прочности вдоль оси. Значение окружной прочности стеклопластиковых труб при полном разрушении материала может составлять от 400 до 650 МПа. Для сравнения, временное сопротивление для стали 20 составляет 410 МПа.

Таблица 3. Зависимость физико-механических свойств от типа намотки

Наименование показателя	Трубы спиральной намотки с углом намотки 55°	Трубы непрерывной намотки, армирование 2:1
Предел прочности при растяжении в тангенциальном направлении, МПа не менее	240	180
Предел прочности при растяжении в осевом направлении, МПа не менее	120	80
Модуль упругости в тангенциальном направлении, Мпа, не менее	25000	19000
Модуль упругости в осевом направлении, МПа не менее	12000	8000
Коэффициент линейного теплового расширения (осевой) 1/°С, не более	1 8x10 ⁵	2 1x10'
Плотность кг/м ³	1800 – 1900	1600 - 1700
Весовое соотношение стеклонаполнитель/ связующее	65 - 72/35 - 28	50 – 55 / 50 – 40
Тангенциальные напряжения при растяжении, МПа не более	50	35
Осевые напряжения при растяжении, Мпа не более	24	16
Деформация при растяжении, мм/м не более	0,2	0,2

Источник: специальная литература

Типы стеклопластиковых труб различных производителей разделяются на три группы по следующим признакам:

- по типу связующего (матрицы): эпоксидные или полиэфирные;
- по типу соединения труб: клеевое или механическое;
- по конструкции стенки трубы: чистый стеклопластик (без футеровки), стеклопластик с пленочным слоем (футерованные трубы), многослойные конструкции.

1.1. Стеклопластиковые трубы на полиэфирном связующем (GRP)

Конструкция стенки трубы формируется на основе армированных стекловолокном термореактивных полиэфирных смол и песчаного наполнителя. Применяемая технология позволяет создать структуру стенки трубы с использованием характерных свойств основных сырьевых материалов:

- непрерывная стекловолокнистая нить и рубленое стекловолокно вводятся для создания стягивающего усилия и осевой прочности;
- наполнитель (кварцевый песок) используется в центральной части стенки трубы для создания необходимой жесткости;
- стеклоткани используются для придания необходимых свойств наружному слою трубы.

Таким образом, стенка трубы образуется из связующих и армирующих компонентов, наполнителя, поверхностных усилителей и дополнительных компонентов.

В качестве связующих компонентов для создания матрицы композита используются полимеры - ненасыщенные термореактивные полиэфирные смолы. Они обладают важными для производимых труб свойствами: отверждением при комнатной температуре, низкой степенью токсичности, химической инертностью, прочностью сцепки со стекловолокном. В зависимости от сферы применения труб используются разные типы полиэфирных (изофталева, ортофталева, бисфенольная, винилэфирная) и других смол.

Армирующими компонентами являются различные виды стеклопластика, обеспечивающие необходимую прочность, а также коррозионную стойкость трубы. Применяются комбинации непрерывного (нити или жгуты) и рубленого стекловолокна. Ориентация и количество стекловолокна обеспечивает разные механические характеристики труб.

В качестве поверхностных усилителей используются легкие стеклопластиковые покрытия для того, чтобы усилить слои с высоким содержанием смол. Поверхностные оболочки из стекломатов обеспечивают высокую устойчивость поверхностей трубы к воздействию внутренней и внешней среды.

Толщина стенки трубы определяется ее структурой, включающей в себя несколько слоев.

Внутренний слой - лайнер (толщиной 0,8–1,2 мм), обеспечивает герметичность, максимальную устойчивость к химической коррозии, к

абразивному истиранию, гладкость внутренней поверхности, исключает отложения на стенках трубы. Лайнер выполнен из специальной смолы.

Структурный (несущий) слой, задающий механические свойства, гарантирует устойчивость всей трубы к внутреннему и/или внешнему давлению, к наружной нагрузке в результате транспортировки и установки, к нагрузке почвы, нагрузке потока, к термическим нагрузкам, и т.д. Структурный слой образуется путем нанесения и намотки на частично отвердевший нижний (лайнер) слоя терморезистивного полимера (полиэфирной смолы), непрерывной намотки стекловолокна, рубленых стекловолокон и кварцевого песка.

Наружный слой имеет толщину 0,2–0,3 мм или более, служит для защиты трубы от воздействия солнечного света, агрессивной почвы или коррозионной среды. Обычно он состоит из чистого полимера с добавлением (при наземной прокладке трубопровода) ультрафиолетового ингибитора для защиты трубы от воздействия солнечного света.

Трубы на основе полиэфирных смол устойчивы к коррозии и к не очень агрессивным средам. Они более дешевы, а потому имеют широкую область применения (табл. 4), особенно в водоснабжении.

Таблица 4. Сферы применения стеклопластиковых труб на полиэфирном связующем

ЖКХ	Трубопроводы систем холодного водоснабжения
	Напорные и безнапорные системы бытовой и промышленной канализации
	Системы ливневой канализации
	Колодцы
Сельское хозяйство	Трубопроводные системы для ирригации и мелиорации
	Дренажные трубопроводы и колодцы
Другие сферы	Технологические трубопроводы для промышленных установок
	Водозаборы
	Коммуникации очистных сооружений
	Инженерные системы гидроэлектростанций

Источник: Специальная литература

Трубы из полиэфирных смол не могут применяться при высоких температурах транспортируемой среды (свыше 90°C) и в условиях высокого давления – свыше 32 атм.

Для применения в условиях высокого давления, высоких температур и при контакте с агрессивными средами в мире применяются стеклопластиковые трубы на эпоксидном связующем.

1.2. Стеклопластиковые трубы на эпоксидном связующем (GRE)

Стеклопластиковые трубы на эпоксидном связующем способны выдерживать давление до 240 атм. Максимальная температура эксплуатации стеклопластиковых труб достигает 130°C.

Стеклопластиковые трубы на основе эпоксидных смол имеют множество преимуществ. Стекловолокно, пропитанное эпоксидной смолой, не подвержено коррозии и поэтому не требует изоляции (внутренней или внешней), химических ингибиторов, катодной и анодной защиты и защиты от коррозии. Ещё одним преимуществом является увеличение срока службы насосов и другого встроенного в трубопровод оборудования из-за полного отсутствия в потоке частиц ржавчины. Низкая теплопроводность GRE-труб уменьшает потери тепла из системы трубопроводов, вследствие чего во многих случаях исчезает необходимость в изоляции.

Таблица 5. Сферы применения стеклопластиковых труб на эпоксидном связующем

ЖКХ	Трубопроводы для линий горячего водоснабжения и теплоснабжения
Нефтедобыча	Внутрипромысловые трубопроводы
	Обсадные и насосно-компрессорные трубы
	Трубопроводы поддержания пластового давления
	Технологические и магистральные трубопроводы
Химическая промышленность	Трубопроводы для транспортировки кислот, их солей и химически агрессивных растворов
	Трубопроводы химводоподготовки
	Шламопроводы и системы золошлакоудаления
Энергетическая промышленность	Системы опреснительных установок
Другие сферы	Транспортировка химически агрессивных сред и стоков гальванических цехов
	Системы пожаротушения

Источник: Специальная литература

GRE трубы пригодны для транспортировки сотен различных химически агрессивных жидкостей. Данные трубы подходят для инфраструктуры морских портов, нефтехимической, нефтегазовой и других отраслей промышленности, где первостепенное значение имеют надежность и прочность конструкции (табл. 5).

Отличительной особенностью GRP труб от GRE труб являются габаритные размеры. Как правило, стеклопластиковые трубы на основе

полиэфирных смол имеют больший диаметр по сравнению со стеклопластиковыми трубами на эпоксидном связующем. Диаметр GRP труб составляет от 30 до 4500 мм. Диаметр GRE труб – от 5 до 600 мм (м.б. и больше).

1.3. Типы соединений труб

Трубы и соединительные детали из стеклопластика изготавливаются под стыковые соединения следующих типов: фланцевый (Ф), бугельный (Б), муфтовый (М), муфтовый клеевой (МК), раструбный (Р), специальный (например, резьбовой) (С).

Наиболее распространенным видам соединений относятся:

1. *Раструбно-шиповое соединение с двойным кольцевым уплотнением.* Обеспечивает быструю и надежную сборку труб и фасонных элементов. Два эластичных кольцевых уплотнения круглого сечения, устанавливаемые в параллельные окружные канавки на шиповой законцовке, обеспечивают герметичность стыка в напорных и безнапорных трубопроводах. В зависимости от характеристик транспортируемой по трубопроводу среды применяются кольцевые уплотнения из различных марок резиновых смесей.

2. *Раструбно-шиповое соединение с двойным кольцевым уплотнением и стопорным элементом.* Для компенсации действия на трубопровод осевых сил (например, в надземных трубопроводах) в раструбно-шиповом соединении применяется стопорный элемент, который устанавливается через отверстие в раструбе в кольцевые пазы на шиповой и раструбной законцовках и препятствует осевому перемещению элементов трубопровода относительно друг друга. В зависимости от уровня осевых сил стопорный элемент может быть круглого или прямоугольного сечения и выполняться из различных материалов (полиамид, ПВХ, металлический трос).

3. *Фланцевое соединение.* Используется для соединения элементов стеклопластикового трубопровода с металлическими трубопроводами и арматурой. Присоединительные размеры стеклопластиковых фланцев выполняются по ГОСТ 12815-80.

4. *Клеевое стыковое соединение* - выполняется путем послойного нанесения на гладкие законцовки труб армирующих стекломатериалов, пропитанных полиэфирным связующим «холодного» отверждения. Соединение обеспечивает герметичность и прочность конструкции в осевом и окружном направлении. В отличие от остальных видов соединения, является неразборным.

1.4. Типы конструкции стенок труб

Существенным различием между стеклопластиковыми трубами различных производителей является конструкция стенки.

Стеклопластиковые однослойные трубы (1С) производится из высококачественного стеклопластика получаемого методом «мокрой» намотки. В целях увеличения химической стойкости и снижения коэффициента гидравлического сопротивления на внутренней поверхности труб выполняется лайнер.

Лайнер представляет собой двухкомпонентный композит, состоящий из низкоплотного стеклянного материала с пропиткой эпоксидным связующим, содержание которого достигает 60-70% по массе. Толщина лайнера может составлять от 0,2 до 0,8 мм. Основной слой трубы (конструкционный слой) состоит из стеклянных нитей (ровингов) пропитанных эпоксидным связующим. Конструкционный слой обеспечивает заданное соотношение физико-механических характеристик вдоль оси и в окружном направлении трубы.

Однослойная стеклопластиковая труба выполняется без футеровки и является классическим примером применения стеклопластиковых труб. При проведении строительно-монтажных работ с такими трубами требуется уделять особое внимание подготовке траншеи: разрабатывать траншею больших размеров, выполнять песчаную подушку трубопровода и т.п. Стоимость однослойных труб может быть несколько ниже стоимости труб, футерованных пленочными материалами и многослойных труб, однако стоимость выполнения строительно-монтажных работ значительно выше. Кроме того, трубопроводы, изготовленные из однослойных труб, менее надежны в эксплуатации. Эти обстоятельства существенно снижают технико-экономический эффект от применения стеклопластиковых труб однослойной конструкции.

Однослойные трубы применяются в трубопроводах водоснабжения и канализации, включая трубопроводы питьевого водоснабжения; для транспортирования продукции нефтяных скважин и нефтепродуктов; в трубопроводах для перекачки или утилизации пластовых вод и соленой воды; в трубопроводах резервуарного парка и противопожарной защиты.

Двухслойные стеклопластиковые трубы (2С) представляют из себя двухслойную конструкцию состоящую из защитного и конструкционного слоев.

Защитный слой выполнен из полиэтилена высокого давления (ПВД) - материала, считающегося наиболее химически стойким в средах нефтепромысловых трубопроводов, толщиной от 1 до 3 мм. Адгезия полиэтилена к стеклопластику обеспечивается за счет использования специальной марки полиэтилена, сшивающегося в процессе отверждения трубы, рецептуры эпоксидного связующего и режима термообработки труб. В процессе термообработки обеспечивается одновременная сшивка полиэтилена и отверждение эпоксидного связующего. В результате этого отслоить внутренний полиэтиленовый слой трубы от стеклопластика без разрушения последнего практически невозможно.

Таблица 6. Характеристика одно- и двухслойных труб

Параметры	Значения	
	Однослойная	Двухслойная
Эксплуатационные параметры		
Диапазон выпускаемых диаметров, мм	110 ÷ 450	
Проектное давление, МПа	до 6,4 МПа	
Температура эксплуатации, °С	до 120	до 90
Тип уплотнений:	два кольцевых резиновых уплотнения	
Тип соединений:	механические при помощи фиксирующих канатов или фланцев	
Гидростатические свойства		
Напряжения отпотевания трубы в окружном направлении при двухосном напряженном состоянии, МПа	не менее 110	не менее 580
Допустимые напряжения в окружном направлении при двухосном напряженном состоянии, МПа (для срока службы 20 лет в номинальных условиях)	55	120

Источник: Специальная литература

Защитный слой предназначен для повышения химической стойкости трубы и сохранения ее герметичности при действии значительных внешних нагрузок. Конструкционный слой выполнен из высококачественного стеклопластика, получаемого методом «мокрой» намотки стеклянных нитей (ровингов) пропитанных эпоксидным связующим.

Трубы двухслойной конструкции, футерованные изнутри пленочными материалами, менее подвержены потере герметичности в условиях пролегания трубопроводов в нестабильных грунтах.

Однако, за время эксплуатации двухслойных труб в нефтепромысловых трубопроводах, был выявлен ряд серьезных недостатков, требующих изменения конструкции и технологии изготовления трубы:

- недостаточная адгезия между футеровочным и стеклопластиковым слоем, что не позволяет обеспечить монолитность стенки трубы;
- нарушение эластичности материала футеровки при низких температурах окружающей среды;
- отслоение футеровки от стеклопластиковой оболочки трубы при транспортировке по трубам газосодержащих сред (кессонный эффект).

Стеклопластиковые двухслойные трубы предназначены для эксплуатации в трубопроводах, транспортирующих разгазированные среды: трубопроводы перекачки пластовых и сточных вод, водоснабжения (за исключением трубопроводов питьевого водоснабжения), канализации и т.п.

Трехслойные стеклопластиковые трубы представляют собой трехслойную конструкцию (рис. 1), состоящую из внутренней стеклопластиковой оболочки, защитного и конструкционного слоев.

Конструктивно внутренняя оболочка независима от сшитых защитного и конструкционного слоев.

Толщина внутренней оболочки может составлять от 3 до 6 мм в зависимости от внутреннего диаметра трубы. Внутренняя оболочка не несет нагрузок вдоль оси трубы, и ее конструкция оптимизирована для обеспечения большей прочности в окружном направлении. Внутренняя оболочка предназначена для сглаживания циклически изменяющегося внутреннего давления в трубе, возникающего при растворении или разгазировании содержащегося в транспортируемом продукте газа.

Защитный слой выполнен из полиэтилена высокого давления (ПВД). Толщина защитного слоя может составлять от 1 до 3 мм. Защитный слой предназначен для повышения химической стойкости трубы и сохранения ее герметичности при действии значительных внешних нагрузок.

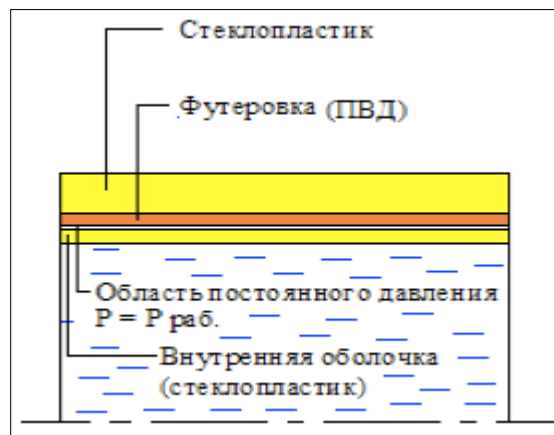


Рисунок 1. Структура стенки трехслойных труб

Транспортируемая среда проникает в область между внутренней оболочкой и пленочным слоем, создавая тем самым область постоянного давления вблизи футеровки, которое равно рабочему давлению в трубопроводе. За счет того, что давление вблизи пленочного слоя не изменяется, условия проникновения газа через него отсутствуют и кессонный эффект не происходит. Вместе с этим внутренняя оболочка дополнительно повышает жесткость труб и уменьшает температурное воздействие среды на несущий стеклопластик, что также повышает долговечность их использования.

1.5. Способы производства стеклопластиковых труб

Стеклопластиковые трубы в мире производятся двумя основными способами: методом центробежного формования и методом непрерывной намотки. В России еще применяется метод периодической намотки, перенятый с предприятий оборонной промышленности.

Метод непрерывной намотки – наиболее распространенный в мире метод.

Труба изготавливается с применением, так называемой «шагающей» оправки и ступенчатого процесса охлаждения. Движущиеся в продольном направлении сектора оправки продвигают намотанную трубу через печи, в которых производится ее предварительная термообработка, труба сходит с

оправки и окончательно отверждается в последующих печах. Разрезка трубы на необходимую длину осуществляется абразивным «алмазным» кругом.

Технологический процесс изготовления стеклопластиковых труб и фасонных изделий заключается в послойном нанесении на стальную оправку стекломатериалов, пропитанных смолой «холодного» отверждения.

После полимеризации образуется монолитная, инертная и высокопрочная структура со стенкой следующего строения:

- *стеклопластиковый армированный терморезистивный лайнер* (внутренняя стенка) - обеспечивает герметичность и стойкость к воздействию агрессивной и/или абразивной среды, транспортируемой по трубопроводу. Абсолютная шероховатость внутренней стенки составляет 23 мкм.

- *силовой стеклопластиковый слой* - обеспечивает механическую прочность при совместном действии внутренних и внешних нагрузок в процессе эксплуатации трубопровода.

- *внешний слой (гелькоут)* - обеспечивает гладкость внешней поверхности и стойкость к воздействию влаги, атмосферных явлений, ультрафиолетовых лучей и химических веществ.

Метод центробежного формования - технология, предложенная фирмой *Hobas*. Процесс производства этих труб протекает в направлении от наружной поверхности к внутренней, с применением вращающейся формы. Труба изготавливается из рубленых стеклянных волокнистых жгутов (ровингов), полиэфирной смолы и песка.

Методом центробежного формования изготавливаются стеклопластиковые трубы из полиэфирных смол, армированных рубленым стекловолокном, и активного наполнителя путем подачи сырьевых материалов во вращающуюся матрицу, в результате чего образуется структура трубы с внешнего слоя. В процессе производства твердые материалы, стекловолокно и наполнитель добавляются в жидкую смолу. Процесс полимеризации смолы происходит под действием катализатора и дополнительно ускоряется путем нагрева. Благодаря трехмерным пространственным химическим связям, процесс полимеризации смолы необратим.

Для укладки труб применяют следующие методы: укладка открытым способом, надземная укладка, метод протаскивания (релейнинг), метод микротуннеля (прокол).