



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

Обзор рынка стекло- базальтопластиковых труб в России

Демонстрационная версия



*Москва
сентябрь, 2010*

Содержание

Аннотация

Аннотация

Введение

1. Характеристика стекло-базальтопластиковых труб

1.1. Классификация стекло-базальтопластиковых труб

1.2. Стекло-базальтопластиковые трубы на полиэфирном связующем (GRP)

1.3. Стекло-базальтопластиковые трубы на эпоксидном связующем (GRE)

1.4. Типы конструкции стенок труб

1.5. Типы соединений труб

2. Основные свойства стекло-базальтопластиковых труб

2.1. Конкурентоспособность стекло-базальтопластиковых труб

2.1.1. Сравнение с металлическими трубами

2.1.2. Сравнение с трубами из термопластичных материалов

2.1.3. Сравнение с трубами из минеральных материалов

2.1.4. Сравнение с чугунными трубами

2.2. Стекло-базальтопластиковые трубы в условиях Севера

3. Сырье для производства стекло-базальтопластиковых труб

3.1. Сырье для производства труб

3.1.1. Волокна

3.1.2. Смолы

3.2. Обзор технологий по производству стекло-базальтопластиковых труб

3.2.1. Технология «Амерон» (США)

3.2.2. Технология «Группо-Сарпласт» (Италия)

3.2.3. Технология РПН (Россия)

3.2.4. Технология «Композит-Нефть» (Россия)

3.2.5. Технология «Хобас» (Германия)

3.2.6. Технология «Верок» («Флайт»), Норвегия (США)

3.2.7. Технология «Пармапласт» (Россия)

4. Характеристика основных производителей

4.1. Производители стеклопластиковых труб

4.1.1. ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб»

4.1.2. ООО «Технологии стеклопластиковых трубопроводов»

- 4.1.3. Компания «Новые Трубные Технологии»
 - 4.1.4. ООО «ТрубопроводСпецСтрой»
 - 4.1.5. ОАО ДПО «Пластик»
 - 4.1.7. Прочие производители
 - 4.2. Производство стекло-базальтопластиковых труб
 - 4.2.1. ООО «Завод базальтовых труб»
 - 4.2.2. ОАО «Сантехпром»
 - 5. Внешнеторговые операции со стеклопластиковыми трубами
 - 5.1. Импорт стеклопластиковых труб
 - 5.2. Характеристика цен на импортируемые трубы
 - 5.2. Экспорт стеклопластиковых труб
 - 6. Основные зарубежные производители стеклопластиковых труб, представленные на российском рынке
 - 6.1. Amiantit, Flowtite, Amrox
 - 6.2. Группа Компаний Hobas AG (Швейцария) и Hobas Engineering GmbH (Австрия)
 - 6.3. Ameron International Corporation
 - 6.4. Xinjiang Yongchang Sekisui Composites Co. Ltd.
 - 6.5. Производство стеклопластиковых труб в странах СНГ
 - 7. Потребление и оценка емкости рынка стекло-базальтопластиковых труб в России
 - 7.1. Потребление стекло-базальтопластиковых труб
 - 7.2. Потребление стекло-базальтопластиковых труб в нефтегазодобывающей промышленности
 - 7.3. Трубопроводные сети жилищно-коммунального комплекса
 - 7.4. Трубопроводные сети ЖКХ Дальневосточного ФО
 - 8. Отечественное оборудование для производства стеклопластиковых труб
 - 8.1. Группа компаний «Машиноспецстрой»
 - 8.2. ООО "СКБ-4"
 - 8.3. ЗАО «Сафит» (ООО «Альпастар»)
 - 9. Прогноз производства стеклопластиковых труб в 2008-2012 гг.
 - 9.1. Прогноз производства
 - 9.2. Проекты по производству стекло-базальтопластиковых труб
- Приложение 1. Характеристика трубопроводных сетей Республики Саха (Якутия)
- Приложение 2. Контактная информация основных игроков рынка стекло-базальтопластиковых труб

Список таблиц

- Таблица 1. Список лиц, оказавших помощь в подготовке материалов
- Таблица 2. Показатели жесткости труб в различных системах стандартизации
- Таблица 3. Типы внутреннего слоя труб и их влияние на технические характеристики
- Таблица 4. Зависимость физико-механических свойств от типа намотки
- Таблица 5. Сферы применения стеклопластиковых труб на полиэфирном связующем
- Таблица 6. Сферы применения стеклопластиковых труб на эпоксидном связующем
- Таблица 7. Характеристика одно- и двухслойных труб
- Таблица 8. Экономические аспекты использования металлических и стеклопластиковых труб
- Таблица 9. Производство товарного непрерывного стекловолокна в 2003-2009 гг., т (без учета стекловолокна, направляемого на выпуск теплоизоляционных изделий)
- Таблица 10. Химический состав базальта и стекла
- Таблица 11. Основные свойства стеклянных и базальтовых волокон
- Таблица 12. Динамика производства стекло-базальтопластиковых труб в России в 2003-2010 гг., км
- Таблица 13. Характеристика стеклопластиковых труб, выпускаемых основными производителями
- Таблица 14. Номенклатура выпускаемых насосно-компрессорных и обсадных труб и их технические характеристики
- Таблица 15. Технические характеристики труб ПМТП
- Таблица 16. Технические характеристики стеклопластиковых насосных штанг
- Таблица 17. Технические характеристики труб, выпускаемых ООО «НТТ»
- Таблица 18. Вещества, не рекомендуемые к транспортировке по трубам "НТТ"
- Таблица 14. Технические характеристики труб ОАО ДПО «Пластик» для бестраншейной прокладки
- Таблица 20. Номенклатура и цены на трубы, выпускаемые ОАО «СП «Дагнефтьиндустрия»
- Таблица 21. Основные физико-механические свойства труб, выпускаемых ОАО «СП «Дагнефтьиндустрия»
- Таблица 22. Ассортимент стеклопластиковых труб, производимых ООО «Армпласт»
- Таблица 23. Ассортимент и цены на продукцию ООО «ЗБТ»
- Таблица 24. Трубы горячего водоснабжения и теплоснабжения стекло-базальтопластиковые и фасонные изделия к ним, выпускаемые ОАО «Сантехпром»
- Таблица 25. Основные поставщики стеклопластиковых труб в 2007-2009 гг.
- Таблица 26. Динамика импорта стеклопластиковых труб по странам в 2004-

2009 гг., т

Таблица 27. Основные импортеры стеклопластиковых труб в 2008-2009 гг.

Таблица 19. Динамика и структура экспорта стеклопластиковых труб в 2004-2009 гг., т

Таблица 29. Технические характеристики труб «Flowtite»

Таблица 30. Характеристика труб марки Bondstrand

Таблица 31. Характеристика труб марки Centron

Таблица 32. Технические характеристики

Таблица 33. Расчет потребления стекло-базальтопластиковых труб в 2004-2010 гг., км

Таблица 34. Сравнительная оценка объемов производства СБПТ и труб-субститутов нефтедобывающей отрасли в 2007-2009 гг., км, %

Таблица 35. Характеристика трубопроводных сетей ЖКХ по России и федеральным округам в 2007-2009 гг.

Таблица 36. Характеристика трубопроводных сетей ЖКХ Дальневосточного ФО в 2007-2009 гг., км, %

Таблица 37. Производительность линий ЛИС-400 и ЛИСТ-600

Таблица 38. Характеристика намоточных станков Группы компаний «Машспецстрой»

Таблица 39. Характеристика камер полимеризации ГК «Машспецстрой»

Таблица 40. Техническая характеристика базовых моделей станков ООО «СКБ-4»

Таблица 41. Оборудование для производства стеклопластиковых труб, выпускаемое подразделением «Альпастар»

Таблица 42. Перечень основного и вспомогательного оборудования, необходимого для организации производства стеклопластиковых труб

Таблица 43. Характеристика тепловых и паровых сетей Республики Саха (Якутия) в двухтрубном исчислении за 2007-2009 гг., км

Таблица 44. Характеристика уличной водопроводной сети Республики Саха (Якутия) в однострубно́м исчислении за 2007-2009 гг., км

Таблица 45. Характеристика одиночной уличной канализационной сети Республики Саха (Якутия) за 2007-2009 гг., км

Список рисунков

- Рисунок 1. Динамика выпуска полиэфирных смол в 2003-2009 гг., т
- Рисунок 2. Динамика выпуска эпоксидных смол в 2003-2009 гг., т
- Рисунок 3. Динамика и структура производства стекло-базальтопластиковых труб по назначению в 2003-2010 гг., км, %
- Рисунок 4. Динамика и структура производства стекло-базальтопластиковых труб по типу армирующего волокна в 2003-2010 гг., км, %
- Рисунок 5. Оценка объема производства стеклопластиковых труб ООО «ЗСТ» в 2007-2009 гг., км
- Рисунок 6. Динамика производства стеклопластиковых труб ООО «ТСТ» в 2007-2010 гг., км
- Рисунок 7. Динамика производства стеклопластиковых труб в ООО «НТТ» в 2008-2010 гг., км
- Рисунок 8. Динамика производства стеклопластиковых труб ООО «ТСС» в 2003-2009 гг., км
- Рисунок 9. Динамика производства стеклопластиковых труб в ОАО «ДПО «Пластик» в 2005-2009 гг., км
- Рисунок 10. Динамика производства стеклопластиковых труб ОАО «СП «Дагнефтьиндустрия» в 2003-2010 гг., т
- Рисунок 11. Динамика производства стеклопластиковых труб ЗАО «АМК-Вигас» в 2006-2010 гг., км
- Рисунок 12. Динамика производства базальтопластиковых труб в 2006-2010 гг. в ООО «Завод базальтопластиковых труб», км
- Рисунок 13. Динамика производства стекло-базальтопластиковых труб в ОАО «Сантехпром» в 2007-2010 гг., м**
- Рисунок 14. Динамика экспортно-импортных операций со стеклопластиковыми трубами в 2001-2007 гг., т
- Рисунок 15. Динамика импорта стеклопластиковых труб в 2004-2010 гг., т, %
- Рисунок 17. Региональная структура импорта композитных труб в 2008-2009 гг.
- Рисунок 17. Динамика импорта стеклопластиковых труб в 2004-2010 гг. в стоимостном выражении (тыс. \$) и средняя стоимость 1 т труб (тыс. \$/т)
- Рисунок 18. Средняя цена поставки 1 т стеклопластиковых труб в 2008-2009 гг., тыс. \$ (без НДС)
- Рисунок 19. Динамика экспорта стеклопластиковых труб в 2004-2009 гг., т
- Рисунок 20. Динамика потребления стекло-базальтопластиковых труб в 2004-2010 гг., км, %
- Рисунок 21. Объемы финансовых затрат на замену и ремонт трубопроводных сетей ЖКХ в 2007-2009 гг., млн руб., км
- Рисунок 22. Распределение протяженности трубопроводных сетей ЖКХ в ДВФО (2009 г.)
- Рисунок 23. Емкость Дальневосточного рынка стекло-базальтопластиковых труб большого диаметра (от 1200 мм) в зависимости от процента

замены на них металлических труб (км)

Рисунок 24. Емкость Дальневосточного рынка стекло-базальтопластиковых труб среднего диаметра (300-1000 мм) в зависимости от процента замены на них металлических труб (км)

Рисунок 25. Прогноз производства стекло-базальтопластиковых труб до 2015 г., км

Аннотация

Данное исследование посвящено анализу рынка стекло-базальтопластиковых труб в России.

Работа включает 9 глав, объем работы - 141 страниц. Текст проиллюстрирован 45 таблицами и 25 рисунками.

Главы 1-2 кратко знакомят со свойствами стекло-базальтопластиковых труб и демонстрируют их основные конкурентные преимущества в сравнении с другими видами труб.

Приводимая в главе 3 информация о сырьевом обеспечении производства стекло-базальтопластиковых труб – стеклянном и базальтовом волокне и смолах, свидетельствует о том, что отрасль в перспективе столкнется со сдерживающими факторами.

В главе приводится краткий обзор технологий по производству пластиковых труб с оценкой возможных затрат на их использование.

Глава 4 является главной частью исследования. Кроме характеристики отрасли в главе приводится подробная информация по всем основным предприятиям. Главное внимание уделено анализу производимой продукции и определению сегментов, в которых они работают.

В 5 и 6 главах дается подробный анализ внешнеторговых операций с трубами из стекло-базальтопластиков, приводится динамика их ввоза и вывоза, характеристика основных зарубежных производителей, действующих на российском рынке, существующих производствах в странах СНГ.

Глава 7 знакомит с практикой использования стеклопластиковых труб, перспективой развития основных потребляющих отраслей, дается оценка емкости российского рынка труб в нефтедобывающей промышленности и в трубопроводных системах жилищно-коммунального хозяйства.

В главе 8 приводится информация об отечественном оборудовании для выпуска стекло-базальтопластиковых труб.

Компилирующим итогом анализа всех материалов явилась глава 9, в которой представлена экспертная оценка развития производства стекло-базальтопластиковых труб в России на период до 2015 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, которые не точно и ошибочно отражают положение в отрасли. 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 «Инфомайн» надеется, что данное исследование поможет специалистам в их собственной оценке состояния рынка стекло-базальтопластиковых труб в России, в принятии адекватных имеющейся ситуации решений.

Введение

Объективные потребности развития различных отраслей техники обусловили создание новых конструкционных материалов, обладающих более высокими характеристиками, чем традиционные металлические материалы. В первую очередь к таким материалам относятся полимерные композиты, в которых присутствуют армирующий материал (волокна или другие составляющие) и связующая матрица (или просто связующее). Среди композитов конструкционного назначения, применяемых в машиностроении, химической и пищевой промышленности, в строительстве и в городском хозяйстве, наибольшее применение получили стеклопластики – материалы на основе полимерной матрицы, упрочненной стеклянными наполнителями, главным образом стеклянными волокнами. В значительно меньшей степени, но появляются пластики на основе базальтового волокна.

Сам по себе стекло-базальтопластик (как и другие композитные материалы) разработан и применяется достаточно давно. Но на практике новые материалы с высокими эксплуатационными качествами использовались только в военно-промышленном комплексе. В бывшем СССР распространение новейших технологий на гражданские отрасли тормозилось жесткими правилами соблюдения секретности. Применение импортных композитных материалов было невозможно из-за ограничений, действовавших по системе «КОКОМ», ограничивающей распространение материалов, изделий и технологии «двойного назначения» в социалистические и развивающиеся страны.

Другим сдерживающим фактором широкого применения композитов в народном хозяйстве долгое время был перекокс цен в советской экономике – дешевая сталь и на ее фоне относительно дорогие компоненты полимерного связующего и армирующего волокна.

Вместе со становлением рыночной экономики в России появились объективные факторы более широкого использования композитов в гражданских отраслях промышленности и строительства. Один из наиболее массовых примеров таких композитов являются стеклопластиковые и базальтопластиковые трубы.

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.

Отечественные трубопроводостроители сильно отстали от зарубежных коллег в их использовании. 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 стекло-базальтопластиковых труб характеризуется периодом становления устойчивого спроса и интенсивного роста. Экономический кризис 2008-2009 гг. внес коррективы в производственные программы как производителей композитных труб, так и их потребителей. Объемы выпуска труб в 2009 г. по сравнению с 2008 г. у различных производителей снизились на 30-50%. Тем не менее, все директора предприятий констатируют, что минимальная точка кризиса пройдена, к началу 2011 г. ожидается восстановление объемов выпуска труб до уровня 2008 г., особенно для сетей водоснабжения холодной водой. В секторе ремонта теплосетей ситуация сложнее. Резкое сокращение финансирования ремонтных программ на муниципальном, региональном и федеральном уровнях не сможет быть преодолено ранее середины-конца 2011 г.

В этих условиях производителям и потребителям стекло-базальтопластиковых труб будет небезинтересно сравнить свои знания с характеристикой экспертов ООО «Инфомайн» 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 стекло-базальтопластиковых труб.

1. Характеристика стекло-базальтопластиковых труб

1.1. Классификация стекло-базальтопластиковых 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 стекло-базальтопластика (СБПТ) классифицируются по жесткости, номинальному давлению и внутреннему диаметру.

Под классом жесткости (SN или G) стекло-базальтопластиковой трубы подразумевается поперечная жесткость трубы, то есть способность стенок трубы выдерживать нагрузки, приводящие к деформации или сжатию трубы в плоскости, перпендикулярной оси трубы.

Чем толще стенка, тем выше жесткость и способность к сопротивлению нагрузкам. По жесткости в разных системах стандартизации трубы делятся на следующие классы (табл. 2)

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» (США)

Под классом давления PN понимается такое внутреннее давление, которое может поддерживаться в трубопроводе на протяжении всего периода эксплуатации при заданном запасе прочности. Класс давления трубы определяется исходя из долговременной прочности (в течение 50 лет) с применением коэффициента безопасности (запаса прочности), равного 1,8.

Технологические процессы производства стеклопластиковых труб позволяют изготавливать трубы с внутренним покровным слоем, стойким к воздействию разных сред (табл. 3).

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°С) воды хозяйственно-питьевого

водоснабжения;
с – для других сред.

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

Обозначение типа внутреннего слоя трубы	Максимальная рабочая температура, °С	Предельное значение рН 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

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

Доля волокон в материале трубы может составлять от 65% до 85%. Физико-механические характеристики стеклопластиковых труб зависят от закона армирования (направления укладки волокон) и для каждого типа трубы различаются вдоль оси и в окружном направлении (табл. 4). 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 ⁻⁵
Плотность кг/м ³	1800 – 1900	1600 - 1700
Весовое соотношение стеклонеполнитель/связующее	65 - 72/35 - 28	50 – 55 / 50 – 40
Тангенциальные напряжения при растяжении, МПа не более	50	35

Наименование показателя	Трубы спиральной намотки с углом намотки 55°	Трубы непрерывной намотки, армирование 2:1
Осевые напряжения при растяжении, Мпа не более	24	16
Деформация при растяжении, мм/м не более	0,2	0,2

Источник: специальная литература

Типы стекло-базальтопластиковых 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.

1.2. Стекло-базальтопластиковые 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 термореактивного полимера (полиэфирной смолы), непрерывной намотки стекловолокна, рубленных 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. 5), 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 стекло-базальтопластиковые трубы на эпоксидном связующем.

1.3. Стекло-базальтопластиковые трубы на эпоксидном связующем (GRE)

Стекло-базальтопластиковые трубы на эпоксидном связующем способны выдерживать давление до 240 атм. Максимальная температура эксплуатации достигает 130°C.

Стекло-базальтопластиковые трубы на основе эпоксидных смол имеют множество преимуществ. Волокно, 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. 6).

Отличительной особенностью GRP труб от GRE труб являются габаритные размеры. Как правило, стекло-базальтопластиковые трубы на основе полиэфирных смол имеют больший диаметр по сравнению со 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).

1.4. Типы конструкции стенок труб

Существенным различием между стекло-базальтопластиковыми трубами различных производителей является конструкция стенки.

Однослойные трубы (1С) производится из высококачественного стекло-базальтопластика 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 стекло-базальтопластиковая труба выполняется без футеровки и является классическим примером применения 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 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 трубы (2С) представляют из себя двухслойную конструкцию состоящую из защитного и конструкционного слоев.

Защитный слой выполнен из полиэтилена высокого давления (ПВД) - материала, считающегося с 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 пластика 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 стекло-базальтопластика, 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).

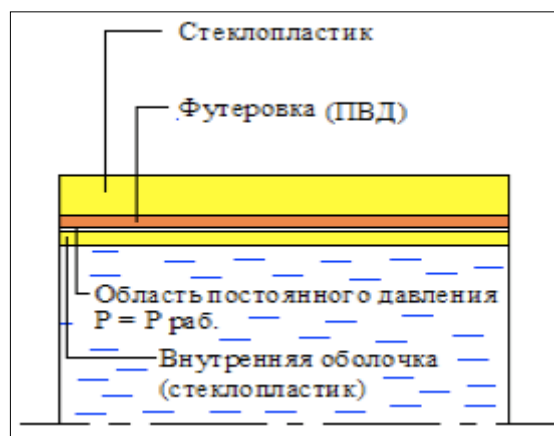
Стекло-базальтопластиковые двухслойные трубы предназначены для эксплуатации в трубопроводах, транспортирующих разгазированные среды: трубопроводы перекачки пластовых и сточных вод, водоснабжения (за исключением трубопроводов питьевого водоснабжения), канализации и т.п.

Трехслойные 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 нагрузку 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.

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 стекло-базальтопластик, что также повышает долговечность их использования.



Структура стенки трехслойных труб

1.5. Типы соединений труб

Трубы и соединительные детали из стекло-базальтопластика 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.