

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



исследовательская группа

[www.infomine.ru](http://www.infomine.ru)

**Обзор рынка стекло-  
базальтопластиковых  
труб в России и ДВФО**

Москва  
сентябрь, 2013

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/29/436>

Общее количество страниц: 183 стр.  
Стоимость отчета – 48 000 рублей (с НДС)

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИНФОМАЙН» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО «ИНФОМАЙН».

## Содержание

<b>Аннотация.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Продукция на основе непрерывного базальтового волокна.....</b>	<b>10</b>
1.1. Непрерывное базальтовое волокно, основные виды продукции на его основе .....	10
1.2. Стекло-базальтопластиковые трубы.....	18
1.2.1. Сырье и технология производства композитных труб, типы соединений труб .....	18
1.2.2 Свойства и области применения, сравнение с трубами из других материалов .....	32
1.2.3. Основные производители, качественные характеристики продукции.....	41
1.2.4. Внешнеэкономические операции России со стеклопластиковыми трубами (2004-2012 гг.) .....	72
1.2.5. Действующие нормативные документы на композитные трубы.....	84
1.3. Геосетки на основе стекло-и базальтового волокна .....	89
1.3.1. Сырье и технология производства геосеток.....	89
1.3.2. Области применения геосеток .....	98
1.3.3. Основные производители, технические и ценовые характеристики продукции.....	101
1.3.4. Внешнеэкономические операции России со стекло-базальтопластиковыми геосетками (2008-2012 гг.).....	115
1.3.5. Действующие нормативные документы на геосетки на основе композитных материалов .....	121
<b>2. Оценка потенциальных объемов потребления продукции на основе БНВ в Дальневосточном федеральном округе .....</b>	<b>124</b>
2.1. Основные социально-экономические характеристики Дальневосточного федерального округа.....	124
2.2. Основные программные документы по развитию Дальневосточного федерального округа.....	141
2.3. Инвестиционный климат в Республике Саха (Якутия) .....	149
2.4. Потенциальные области использования продукции на основе БНВ, возможные потребители.....	153
2.4.1. Жилищно-коммунальное хозяйство .....	158
2.4.2. Транспортный комплекс .....	168
<b>3. Основные выводы по исследованию о целесообразности производства продукции на основе БНВ на территории ДВФО.....</b>	<b>176</b>

## Список таблиц

- Таблица 1. Сравнительные характеристики армирующих волокон
- Таблица 2. Сравнительные характеристики нитей из стеклянных и базальтовых волокон
- Таблица 3. Основные виды продукции на основе БНВ и области применения
- Таблица 4. Показатели жесткости труб в различных системах стандартизации
- Таблица 5. Области применения композитных труб
- Таблица 6. Экономические аспекты использования металлических и стекло-базальтопластиковых труб
- Таблица 7. Сравнительные характеристики труб из различных материалов
- Таблица 8. Основные характеристики композитных труб российских производителей
- Таблица 9. Области применения продукции ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб»
- Таблица 10. Технические характеристики насосно-компрессорных и обсадных труб производства ООО «НПП «ЗСТ»
- Таблица 11. Технические характеристики труб ПМТП
- Таблица 12. Технические характеристики стеклопластиковых труб производства ООО «ГСТ»
- Таблица 13. Технические характеристики стеклопластиковых труб производства ПГ «Стеклокомпозит»
- Таблица 14. Технические характеристики и стоимость стеклопластиковых труб производства ЗАО «САФИТ», руб/п.м., без НДС
- Таблица 15. Технические характеристики труб для ЖКХ производства ООО «Поток-М»
- Таблица 16. Номинальные параметры и стоимость труб для систем водоотведения ООО «Поток-М»
- Таблица 17. Номинальные параметры и стоимость труб для систем питьевого холодного водоснабжения ООО «Поток-М»
- Таблица 18. Номинальные параметры и стоимость труб для систем питьевого горячего водоснабжения ООО «Поток-М»
- Таблица 19. Номинальные параметры и стоимость труб для систем теплоснабжения ООО «Поток-М»
- Таблица 20. Технические характеристики труб, выпускаемых ООО «НТТ»
- Таблица 21. Объемы импорта стеклопластиковых труб в Россию по странам в 2004-2012 гг., т
- Таблица 22. Основные поставщики импортных стеклопластиковых труб в 2007-2012 гг., т
- Таблица 23. Объемы поставок (т) и средние цены на продукцию (тыс. \$/т) крупнейших зарубежных поставщиков стеклопластиковых труб на российский рынок в 2010-2012 гг.
- Таблица 24. Основные импортеры стеклопластиковых труб в 2008-2012 гг.

Таблица 25. Региональная структура импорта композитных труб в 2008-2012 гг., т

Таблица 26. Объемы экспорта стеклопластиковых труб российскими предприятиями в 2007-2012 гг., т

Таблица 27. Объемы экспорта стеклопластиковых труб России по регионам в 2004-2012 гг., т

Таблица 28. Международные стандарты для стеклопластиковых труб

Таблица 29. Классификация геосинтетических материалов

Таблица 30. Технические характеристики геосинтетических материалов для армирования асфальтобетонных слоев дорожных одежд

Таблица 31. Сравнительные характеристики армирующих геосеток из полиэфирных нитей и стекловолокна

Таблица 32. Объем производства основных видов продукции ОАО «СТЕКЛОНИТ» в 2009-2012 гг., т, тыс. м п, тыс. м<sup>2</sup>

Таблица 33. Технические характеристики геосеток ССНП-Хайвей производства ОАО «СТЕКЛОНИТ»

Таблица 34. Технические характеристики геосеток Нефтегаз ГРУНТСЕТ производства ОАО «СТЕКЛОНИТ»

Таблица 35. Цены на геосетки производства ОАО «СТЕКЛОНИТ», руб/м<sup>2</sup>, с НДС

Таблица 36. Технические характеристики геосеток АРМДОР

Таблица 37. Технические характеристики геосеток производства ООО «БауТекс»

Таблица 38. Технические характеристики геосеток производства ООО «Судогодские стеклопластики»

Таблица 39. Цены на геосетки производства ООО «Судогодские стеклопластики», руб/пог. м, с НДС

Таблица 40. Технические характеристики геосеток производства ООО «Рекстром-К»

Таблица 41. Цены на базальтовые геосетки производства ООО «Рекстром-К»

Таблица 42. Показатели внешнеторговых операций с геосетками из стекловолокна, т, тыс. \$, \$/т

Таблица 43. Объемы экспорта стеклокомпозитных геосеток российскими предприятиями в 2008-2012 гг., т

Таблица 44. Объемы экспорта стеклокомпозитных геосеток из России по направлениям в 2008 -2012 гг., т

Таблица 45. Объемы импорта стеклокомпозитных геосеток в Россию по направлениям в 2008-2012 гг., т

Таблица 46. Получатели импортных стеклокомпозитных геосеток в России в 2008-2012 гг., т

Таблица 47. Основные социально-экономические показатели Дальневосточного федерального округа

Таблица 48. Отраслевая структура валовой добавленной стоимости субъектов Дальневосточного федерального округа, %

- Таблица 49. Обеспеченность Республики Саха (Якутия) полезными ископаемыми
- Таблица 50. Доля запасов полезных ископаемых Республики Саха (Якутия) в минерально-сырьевом потенциале России и Дальневосточного ФО, %
- Таблица 51. Валовой региональный продукт регионов ДФО в 2010-2011 гг., млрд руб.
- Таблица 52. Индексы промышленного производства по видам экономической деятельности в Республике Саха (Якутия) в 2000-2011 гг., в % к предыдущему году
- Таблица 53. Объемы добычи полезных ископаемых Якутии в 1990-2012 гг.
- Таблица 54. Число аварий на канализационных, водопроводных, тепловых и паровых сетях субъектов Дальневосточного федерального округа в 2006-2012 гг.
- Таблица 55. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении в субъектах Дальневосточного ФО, км
- Таблица 56. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене в субъектах Дальневосточного ФО, км, % от всей сети
- Таблица 57. Объемы замененных тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении в субъектах Дальневосточного ФО в 2005-2012 гг., км
- Таблица 58. Состояние водопроводной и канализационной сетей Республики Саха (Якутия) в 2006-2011 гг., км, %
- Таблица 59. Состояние водопроводной и канализационной сетей Республики Саха (Якутия) в 2008-2012 гг., км, %
- Таблица 60. Протяженность канализационных и водопроводных сетей в субъектах Дальневосточного федерального округа, км
- Таблица 61. Протяженность путей сообщения Якутии, км, на конец года
- Таблица 62. Показатели деятельности различных видов транспорта Республики Саха (Якутия) в 1990-2011 гг.
- Таблица 63. Объем железнодорожных перевозок металлических труб (т) и провозная плата (млн руб) в Дальневосточный ФО в 2012 г. т, млн руб.
- Таблица 64. Средняя стоимость доставки металлических труб при транспортировке железнодорожным транспортом в Дальневосточный ФО в 2012 г., руб/т

## Список рисунков

- Рисунок 1. Сравнительные характеристики прочности на растяжение базальтового волокна и стекловолокон, МПа
- Рисунок 2. Сравнительные характеристики модуля упругости базальтового волокна и стекловолокон, ГПа
- Рисунок 3. Примерная структура производства непрерывного базальтового волокна в России
- Рисунок 4. Структура стенки трубы, изготовленной методом центробежного литья
- Рисунок 5. Схема раструбно-шипового соединения с двойным кольцевым уплотнителем
- Рисунок 6. Схема раструбно-шипового соединения с двойным кольцевым уплотнением и стопором
- Рисунок 7. Схема фланцевого соединения
- Рисунок 8. Схема клеевого соединения
- Рисунок 9. Оценка объема производства стеклопластиковых труб ООО «НПП «ЗСТ» в 2007-2012 гг., км
- Рисунок 10. Динамика объемов производства стеклопластиковых труб ООО ТСТ» в 2007-2012 гг., км
- Рисунок 11. Динамика производства стеклопластиковых труб ООО «ТСС» в 2003-2012 гг., км
- Рисунок 12. Динамика производства стеклопластиковых труб ООО «НТТ» в 2008-2012 гг., км
- Рисунок 13. Динамика производства композитных труб в 2006-2012 гг. в ООО «Завод базальтовых труб», км
- Рисунок 14. Динамика экспортно-импортных операций со стекло-базальтопластиковыми трубами в 2004-2012 гг., т
- Рисунок 15. Динамика импорта стеклопластиковых труб в России в натуральном (тыс. т) и денежном выражении (млн \$) в 2004-2012 гг.
- Рисунок 16. Структура импорта стеклопластиковых труб России по странам-производителям в 2007-2012 гг., %
- Рисунок 17. Динамика среднегодовой импортной цены стеклопластиковых труб в 2004-2012 гг., тыс. \$/т
- Рисунок 18. Динамика экспорта стеклопластиковых труб России в 2004-2012 гг., т
- Рисунок 19. Динамика внешнеторговых операций со стеклопластиковыми геосетками в России в 2008-2012 гг., т
- Рисунок 20. Динамика экспорта стеклокомпозитных геосеток в России в натуральном (т) и денежном выражении (млн \$) в 2008-2012 гг.
- Рисунок 21. Динамика импорта стеклокомпозитных геосеток в России в натуральном (т) и денежном выражении (млн \$) в 2008-2012 гг.
- Рисунок 22. Численность населения Дальневосточного федерального округа, тыс. чел

Рисунок 23. Валовой региональный продукт федеральных округов Российской Федерации в 2010-2011 гг., млрд руб.

Рисунок 24. Динамика валового регионального продукта Республики Саха (Якутия) в 2005-2011 гг., млрд руб., %

Рисунок 25. Индекс промышленного производства Республики Саха (Якутия) в 2000-2011 гг., в % к предыдущему году

Рисунок 26. Структура валовой добавленной стоимости в России, Дальневосточном федеральном округе и Республике Саха (Якутия) в 2010 г., %

Рисунок 27. Динамика добычи нефти (тыс. т) и природного газа (млн м<sup>3</sup>) в Республике Саха (Якутия) в 2000-2012 гг.

Рисунок 28. Динамика инвестиций в основной капитал Республики Саха (Якутия) в 2005-2012 гг., млрд руб., %

Рисунок 29. Емкость рынка композитных труб в зависимости от % замены металлических труб тепловых сетей в Дальневосточном ФО, км

Рисунок 30. Емкость рынка композитных труб в зависимости от % замены металлических труб водопроводных сетей в Дальневосточном ФО, км

Рисунок 31. Емкость рынка композитных труб в зависимости от % замены металлических труб канализационных сетей в Дальневосточном ФО, км

## Аннотация

**Цель исследования** – изучение потенциального рынка сбыта продукции из непрерывного базальтового волокна в Дальневосточном регионе.

**Объектом исследования** является продукция на основе непрерывного базальтового волокна – стекло-базальтопластиковые трубы и геосетки. Также исследованы рынки стеклопластиковых труб и геосеток.

**География исследования:** Российская Федерация, Дальневосточный федеральный округ, Республика Саха (Якутия)

Данная работа является *кабинетным исследованием*. В качестве источников информации использовались данные ФСГС РФ, Федеральной таможенной службы РФ, статистики железнодорожных перевозок ОАО «РЖД», Агентства Республики Казахстан по статистике. Также использованы данные отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, материалы интернет-сайтов производителей непрерывного базальтового волокна, композитных труб и сеток. При работе над отчетом проводились телефонные интервью участников рынка.

Отчет состоит из 3 глав, содержит 183 страниц, 31 рисунок и 64 таблицы.

**Первая глава** отчета посвящена изучению продукции на основе непрерывного базальтового волокна.

В этой главе рассмотрены технические характеристики и преимущества непрерывного базальтового волокна (БНВ) по сравнению со стекловолокном. Приведены данные о технологии производства композитных труб и геосеток, сведения об основных производителях продукции на основе БНВ, технических и ценовых характеристиках продукции.

Также в первой главе проанализированы статистические данные об объемах внешнеэкономических операций с композитными трубами и геосетками.

Проведен анализ нормативных документов в области технического регулирования производства и применения труб и геосеток из композитных материалов.

Во **второй главе** приведена оценка потенциальных отраслей потребления продукции из непрерывного базальтового волокна в Дальневосточном регионе, выполненная на основании анализа данных об основных показателях социально-экономического развития региона и реализуемых федеральных и региональных программах.

В **третьей главе** приведены выводы о целесообразности производства продукции на основе БНВ на территории ДВФО.

## **1. Продукция на основе непрерывного базальтового волокна**

### **1.1. Непрерывное базальтовое волокно, основные виды продукции на его основе**

Непрерывное базальтовое волокно, наряду с другими видами волокон, относится к армирующим материалам, широко используемым в современных технологиях при изготовлении композитов – искусственно созданных многокомпонентных материалов, состоящих из пластичной полимерной основы (матрицы) и армирующего наполнителя.

Многие композиты на основе волокон значительно превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим и физико-химическим свойствам. Они обладают коррозионной стойкостью, химической инертностью, низким коэффициентом теплопроводности, высокими удельными механическими характеристиками, малым удельным весом. Изделия и конструкции на основе композиционных материалов долговечны, использование композитов позволяет уменьшить массу конструкции и сократить расходы на установку и монтаж.

Объемы производства и сфера применения армирующих волокон в полимерных композитах во всем мире непрерывно расширяются, первоначально применение композитов было связано с разработками в аэрокосмической отрасли, в настоящее время композиты используются в самых разных областях – от оборудования и деталей в высокотехнологичных и ответственных сферах применения до изготовления кровельных и теплоизоляционных материалов, бытовых приборов, спортивного инвентаря и пр.

Интерес к непрерывным волокнам возник в середине XX века, когда для нужд ракетной, атомной техники, электроники стали необходимы материалы с определенными свойствами, например, с прочностью легированной стали, но значительно более легкие и теплостойкие.

Стекловолокно, промышленное производство которого было уже освоено в 40-х годах прошлого века, по своим характеристикам не удовлетворяло требованиям для специальных применений.

Непрерывное базальтовое волокно является очень перспективным материалом, оно обладает уникальным набором свойств и по своим физико-химическим и механическим свойствам превосходит наиболее широко применяемые стекловолокна из E-стекла и близко к высокомодульным S-стеклам, при этом значительно дешевле последних.

Для особо ответственных применений – в аэрокосмической, военной промышленности и т.п. – используются более прочные и при этом более дорогие волокна: высокомодульные S-стекла, арамидные, углеродные волокна.

Базальтовое непрерывное волокно по прочностным характеристикам занимает промежуточное положение между E-стеклами и S-стеклами, по

температуре применения превосходит стекловолокно и арамидные волокна, в отличие от арамидных волокон не боится воды и не «старееет» (табл. 1).

**Таблица 1. Сравнительные характеристики армирующих волокон**

Показатель	БНВ	Е-стекло- волокно	S-стекло- волокно	Арамидное волокно	Углерод- ное волокно
Прочность на растяжение, мПа	2500-3000	1400-2600	3100-4300	2900-3400	3500-6000
Модуль упругости, гПа	84-87	72-76	87-90	70-140	230-600
Относительное удлинение при разрыве, %	3,1	4,7	5,3	2,8-3,6	1,5-2,0
Диаметр волокна, мкм	6-21	6-21	6-21	6-15	5-15
Текс	60-4200	40-4200	400-4200	600-1800	600-2400
Температура применения, °С	-260 – +600	-50 – +380	-50 – +300	-50 – +290	-50 – +700
Стоимость, \$/кг	2,5–3,0	1,1–1,4	2,5–3,5	25	25–50

Источник: *Basalt Fiber & Composite Materials Technology Development Co., Ltd*, данные ООО «Каменный век»

По сравнению с наиболее близкими к ним по свойствам волокнам из Е-стекла базальтовые непрерывные волокна обладают на 15-20% более высокими показателями модуля упругости и прочности на растяжение (рис. 1, 2).

**Рисунок 1. Сравнительные характеристики прочности на растяжение базальтового волокна и стекловолокон, МПа**



Источник: данные ООО «XXX»

## **Рисунок 2. Сравнительные характеристики модуля упругости базальтового волокна и стекловолокон, ГПа**

*Источник: данные ООО «Каменный век»*

Также базальтовое непрерывное волокно характеризуется более широким температурным диапазоном применения и более высокой химической стойкостью по сравнению с волокнами из Е-стекла (табл. 2).

**Таблица 2. Сравнительные характеристики нитей из стеклянных и базальтовых волокон**

Свойства	Базальтовое волокно	Волокна из Е-стекла
<b>Термические</b>		
Температура применения, °С	от -260 до +600	от -60 до +460
Температура спекания, °С	1050	600
Коэффициент теплопроводности, Вт/м, К°	0,031-0,038	0,034-0,04
<b>Физические</b>		
Диаметр элементарного волокна, мкм	7-17	6-17
Текс (г/км)	28-120	17-480
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2600-2800	2540-2600
Модуль упругости, кг/мм <sup>2</sup>	9100-11000	до 7200
Остаточная прочность при растяжении (после термообработки): - при 20°С - при 200°С - при 400°С	100 95 82	100 92 52
Химическая устойчивость грубого волокна (потеря веса после 3 ч кипячения) в: H <sub>2</sub> O 2N NaOH 2N HCl	1,6 2,75 2,2	6,2 6,0 38,9
<b>Электрические</b>		
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом м	1 × 10 <sup>12</sup>	1 × 10 <sup>11</sup>
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 1 МГц	0,005	0,0047
Относительная электрическая проницаемость при частоте 1 МГц	2,2	2,3
<b>Акустические</b>		
Нормальный коэффициент звукопоглощения	0,9-0,99	0,8-0,93

*Источник: обзор специальной литературы*

В настоящее время для производства композитных материалов на основе волокон наиболее широко используется стекловолокно. Промышленное производство стекловолокна освоено еще в 40-е гг. прошлого столетия, технология хорошо отработана, объем мирового производства стекловолокна превышает 3,5 млн т/год.

Изделия из стекловолокна применяются в различных отраслях промышленности для тепло- и электроизоляции, для фильтрации промышленных газов, расплавов легкоплавких металлов. Стеклопластик на основе стекловолокна используется во всех отраслях машиностроения для изготовления различных деталей; для изготовления труб и различных емкостей для хранения агрессивных жидкостей и газов и т.п. Армирующие сетки и стержни из стекловолокон применяются при строительстве дорог, зданий и сооружений и т.д.

Объем мирового производства непрерывного базальтового волокна на несколько порядков ниже, чем объем выпуска стекловолокна и составляет около 10 тыс. т/год.

Это обусловлено особенностями технологии производства непрерывного базальтового волокна (БНВ). Необходимо отметить, что всего несколько стран в мире, в том числе, Россия и Украина, сумели организовать выпуск БНВ в промышленных масштабах.

Непрерывное базальтовое волокно получают в процессе плавления исходного минерального сырья в плавильных печах при температуре около 1500°C с последующим протягиванием расплава через фильерный питатель, в результате чего формируется пряжа непрерывных базальтовых нитей.

Сырьем для получения базальтового расплава служат естественные горные породы (базальты, андезиты).

Базальты и андезиты относятся к широко распространенным горным породам, однако в силу того, что состав пород различных месторождений варьирует по содержанию основных компонентов в достаточно широких пределах, не каждое месторождение базальтов может быть использовано в качестве сырья для производства непрерывного базальтового волокна.

Сложность производства БНВ по сравнению со стекловолокном состоит в том, что:

- базальты, как природное сырье, различны по химическому составу и характеристикам:
- плавление и выработка базальтов происходит при более высоких температурах,
- характеристики расплавов базальтов при выработке через фильерный питатель существенно отличаются от выработки расплавов стекол.

Для получения качественного непрерывного волокна необходимо правильно подобрать исходное сырье, а также определить оптимальный технологический процесс варки и вытяжки.

Одним из важнейших параметров непрерывного волокна является диаметр монофиламента, уменьшение которого повышает эластичность, а, следовательно, позволяет осуществлять его текстильную переработку. В свою очередь, диаметр монофиламента зависит от рабочей температуры в питателе и скорости вытягивания волокна.

Так, с повышением температуры расплава в фильерном питателе от 1350 до 1400 °C диаметр волокон может измениться от 13,5 до 10,5 мкм. При изменении скорости вытягивания от 1580 до 2570 м/мин диаметр волокна может измениться от 17 до 10 мкм.

На основе непрерывных базальтовых нитей получают базальтовые ровинги, которые в свою очередь, являются полуфабрикатом (основой) для различных видов материалов и изделий – базальтового рубленого волокна

(фибры), крученых нитей, тканых и нетканых материалов (лент, тканей, сеток, холстов, иглопробивных матов), композиционных изделий и пр. (табл. 3).

**Таблица 3. Основные виды продукции на основе БНВ и области применения**

Исходные материалы на основе базальтового волокна	Производимые материалы и изделия
<b>Волокно диаметром 6-9 мкм</b>	
Ровинги, комплексная крученая нить для текстильной переработки	Тонкие ткани, электроизоляционные ткани, сетки, трикотажные материалы. Производство электроизоляционных материалов (плат, пластиков), рулонных пластиков, облицовочных и жаростойких материалов.
<b>Волокно диаметром 10-15 мкм</b>	
Ровинги, ровинговые ткани и сетки, холсты, рубленое волокно, иглопробивные материалы	Ровинги для производства профильных стеклопластиков – прутков, профилей, базальтопластиковой арматуры, труб и емкостей. Армирующие ровинговые ткани для производства стеклопластиков, облицовочных пластиков. Рубленые волокна для армирования пластмасс, пластиков. Геотекстильные материалы – сетки, ткани для армирования дорожных покрытий, укрепления насыпей, земляных валов и антиэрозийного укрепления почв. Иглопробивные материалы для тепло-, звукоизолирующих изделий.
<b>Волокно диаметром 15-19 мкм</b>	
Ровинги, холсты, рубленое волокно	Армирующие сетки, ровинговые ткани для производства пластиков. Рубленые волокна для армирования пластмасс, бетонов, растворов, покрытий в строительстве. Армирующий материал для тормозных колодок, фрикционных дисков. Геотекстильные материалы – сетки, ткани для армирования дорожных покрытий, укрепления насыпей, земляных валов и антиэрозийного укрепления почв.
<b>Волокно диаметром более 19 мкм</b>	
Рубленое волокно	Материал для армирования бетонных и асфальтобетонных дорожных покрытий.

Источник: «Инфомайн» на основе обзора специальной литературы

Круг производителей непрерывного базальтового волокна в странах СНГ достаточно ограничен, действующие мощности существуют в настоящее время в России и на Украине.

Статистический учет об объемах производства БНВ в России не ведется, по экспертным оценкам, годовой объем производства не превышает XXX тыс. т волокна.

Крупнейшим производителем непрерывного базальтового волокна в странах СНГ является ООО «XXX» (г. Дубна, Московская обл.). Эта компания занимает обособленное место среди производителей БНВ по объемам производства (рис. 3), ассортименту и качественным характеристикам

выпускаемой продукции. Продукция предприятия пользуется спросом, как на российском рынке, так и среди зарубежных потребителей.

Также производство БНВ осуществляют НПО «XXX» (Пермский край), ОАО «XXX» (Брянская обл.), ОАО «XXX» (Новгородская обл.), ООО НПО «XXX» (г. Воткинск, Удмуртская Республика), ООО «XXX» (Махачкала).

Характерно, что ряд предприятий приступили к производству БНВ сравнительно недавно – в 2008-2011 гг.

В 2012 г. выпуск непрерывного базальтового волокна начало ООО «XXX», Республика Саха (Якутия). В настоящее время это единственный производитель данной продукции, расположенный восточнее Урала.

Особенностью рынка непрерывного базальтового волокна является тот факт, что продукция различных производителей отличается по техническим характеристикам, относится к разным ценовым категориям, и, соответственно, каждый из производителей занимает на рынке свою определенную нишу.

Важно отметить, что не все производители обеспечивают выпуск непрерывного базальтового волокна, пригодного для производства таких видов продукции, как ткани, сетка, композитная арматура и пр. Так, российские производители вышеупомянутых видов продукции, как правило, не используют БНВ производства ООО XXX.

### **Рисунок 3. Примерная структура производства непрерывного базальтового волокна в России**

*Источник: «Инфолайн» на основе данных интервью*

Россия поставляет на экспорт непрерывное базальтовое волокно и продукцию на его основе, в течение последних 3 лет объемы экспорта составляли XXX тыс. т/год. Основной объем экспортных поставок (около 95%) обеспечивает ООО «Каменный век».

Крупнейшим импортером продукции являются США, на эту страну в период 2009-2012 гг. приходилось XXX% российского экспорта БНВ и продукции на его основе, также крупными покупателями выступают Германия и Бельгия.

## 1.2. Стекло-базальтопластиковые трубы

Композитные материалы для изготовления трубопроводов различного назначения используются в мировой практике уже более 60 лет. Пионерами в этой области были американские компании, которые начали производить трубы из стеклопластика еще в конце 40-х годов XX века.

Композитные материалы обладают высокой механической прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред, что обеспечивает возможность широкого применения трубопроводов из композитных материалов в различных отраслях промышленности, в коммунальном и сельском хозяйстве.

Использование композитных труб позволило решить проблему коррозии – одну из серьезнейших проблем в сфере трубопроводного транспорта, приносящую колоссальные убытки при эксплуатации металлических трубопроводов.

Композитные трубы в странах СНГ используются с конца 80-х гг. прошлого века, за этот период смонтировано более 1000 км трубопроводов в энергетике, химической, атомной нефтяной промышленности, ЖКХ.

### 1.2.1. Сырье и технология производства композитных труб, типы соединений труб

В качестве армирующего волокна при изготовлении труб может применяться любое непрерывное волокно. На практике для этих целей используется, главным образом, стекловолокно, как наиболее доступный и дешевый материал. Углеродное и арамидное (Кевлар) волокна применяется для наиболее ответственных деталей в аэрокосмической промышленности, где требуются, в первую очередь, высокие значения удельной прочности и модуля упругости.

Как уже отмечалось, базальтовые непрерывные волокна по ряду характеристик превосходят стекловолокно на основе алюмоборосиликатного стекла Е, чаще всего применяемого при производстве стеклопластиков.

В композитном материале происходит дополнительное перераспределение механических свойств в пользу базальтопластика. Это связано с тем обстоятельством, что адгезионное взаимодействие базальтовых волокон, особенно с эпоксидными связующими, выше, чем стеклянных волокон из-за присутствия в их структуре звеньев оксида железа. Высокая прочность такого взаимодействия проявляется как в уровне остаточных напряжений граничного слоя смол, так и в возрастании трещиностойкости пластика. Благодаря этим факторам, базальтопластики имеют подтвержденное на практике превосходство перед стеклопластиковыми по надежности и долговечности.

Более высокая адгезия БНВ к эпоксидным связующим и значительное возрастание модуля упругости способствуют повышению несущей способности

конструкций, работающих в сложных напряженно-деформированных состояниях. К таким конструкциям относятся, например, соединения труб из композитных материалов. Полученные данные по результатам отработки и многолетней эксплуатации свидетельствуют о большой надежности соединений базальтопластиковых труб.

Существенные преимущества имеют базальтовые волокна перед стеклянными по показателям теплостойкости, химической стойкости и водостойкости. Особое значение имеет более высокий модуль упругости базальтовых волокон (примерно, в 1,5 раза выше, чем у алюмоборосиликатного стекла) для изготовления композитных труб. Модуль упругости, определяющий жесткость труб из композитных материалов, особенно в кольцевом направлении, имеет важнейшее значение, не меньшее, чем прочность.

Известно, что потенциальные возможности материала, связанные с его высокой прочностью, используются далеко не полностью в связи с потерей герметичности. Одним из главных резервов увеличения давления разгерметизации и приближения его к давлению необратимого разрушения является повышение модуля упругости, за счет которого снижаются деформации трубы и уменьшается образование трещин и пор в пластике.

По различным оценкам, при одинаковом давлении разгерметизации и при прочих равных условиях, базальтопластиковые трубы могут иметь толщину примерно на 15% ниже, чем стеклопластиковые. В этом заключается важный резерв в снижении стоимости и, следовательно, в повышении конкурентоспособности этой продукции.

Следует также отметить еще одно важное преимущество НБВ. Базальтовое волокно обладает значительно меньшей гигроскопичностью, чем стеклянное (примерно в 10 раз), благодаря чему существенно снижаются энергозатраты, связанные с удалением влаги, и снижаются трудозатраты на изготовление продукции.

Доля волокон в материале трубы может составлять от 65% до 85%. Физико-механические характеристики стеклопластиковых труб зависят от способа армирования (направления укладки волокон) и для каждого типа трубы различаются вдоль оси и в окружном направлении. В зависимости от ориентации и количества стекловолокна можно получать трубы с различными механическими характеристиками.

Работоспособность композитных материалов при различных температурных условиях и в агрессивных средах определяется, в основном, полимерной матрицей, которая может быть термореактивной и термопластичной.

Основными материалами для матрицы композитных труб служат термореактивные смолы, которые при отверждении под действием температуры и (или) в результате химической реакции необратимо превращаются в твердый, неплавкий и нерастворимый материал с трехмерной сетчатой структурой.

К термореактивным относятся ненасыщенные полиэфирные, эпоксидные, винилэфирные, фенольные и другие виды органических смол.

Отверждение ненасыщенных полиэфирных смол (ортофталевой, изофталевой, бисфенольной, терефталевой) происходит или при нагревании, или посредством применения пероксидных катализаторов и активаторов с образованием полиэфиропластов.

Эпоксидные смолы всегда используются вместе с отвердителями или катализаторами, при их отверждении получают эпоксидопласт.

При отверждении винилэфирной смолы (термореактивная смола, полученная из эпоксидной смолы), получают винилэфиропласт.

Различные виды смол отличаются физико-химическими характеристиками, конкретный вид смолы выбирают в зависимости от области применения и условий использования труб.

Механические свойства композитных материалов в существенной мере зависят от адгезионного взаимодействия волокон с полимерной матрицей. Наиболее высокой адгезией отличаются эпоксидные смолы, которые обеспечивают лучшие прочностные и жесткостные характеристики материала и его трещиностойкость.

В ряду ортофталевая – изофталевая – винилэфирная увеличивается химическая стойкость смол, а также улучшаются физико-механические свойства. Изофталевая и винилэфирная смолы также превосходят ортофталевою по адгезионным свойствам.

Трубы из *полиэфирных смол* имеют международное обозначение **GRP** (glass-reinforced plastics). Недостатком труб на полиэфирном связующем является невозможность их использования в условиях высоких температур транспортируемой среды (как правило, не более +50) и в условиях давления свыше 32 атм.

Технические характеристики труб GRP на полиэфирном связующем определяют область их применения – они широко используются в системах холодного водоснабжения, ливневой и сточной канализации, в ирригационных и мелиорационных системах, промышленных стоках со слабоагрессивными средами.

Для применения в условиях высокого давления, высоких температур и при контакте с агрессивными средами применяются композитные трубы на *эпоксидном связующем*, международное обозначение – **GRE** (glass-reinforced epoxy).

Композитные трубы GRE на эпоксидном связующем способны выдерживать давление до 270 атм, максимальная температура эксплуатации достигает 130°C.

В зависимости от типа отвердителя эпоксидной смолы получают продукцию разной термостойкости – использование ангидридного отвердителя

дает термостойкость до +65°C, алифатических аминов – до +95°C, ароматических аминов – до 110 °C.

GRE трубы пригодны для транспортировки 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.

Трубы на основе полиэфирных смол (GRP), как правило, имеют больший диаметр по сравнению с трубами на эпоксидном связующем (GRE). Диаметр GRP труб составляет от 30 до 4500 мм. Диаметр GRE труб – от 5 до 600 мм (м.б. и больше).