ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Ступень обучения: Магистратура

Направление: Экономические науки

Тематика: Инновационная деятельность в строительстве

Исследовательская работа

**Композитные материалы**

**Работу выполнил:**

Валеева Виктория Маратовна

Студент 1 курса

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

**Научный руководитель:**

Асаул Вероника Викторовна

Д.эк.н., профессор

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Санкт-Петербург, 2019

**Аннотация**

Композит – многокомпонентный материал, состоящий из пластичной основы (матрицы) и армирующего наполнителя, придающего композиту прочность и жесткость.

Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого качественно и количественно превосходят свойства его составляющих. Многие композиты опережают по своим полезным свойствам традиционные материалы и сплавы и в то же время они легче. Использование композитов позволяет увеличить прочность конструкции, снизить вес и увеличить долговечность.

После того как современная физика металлов подробно разъяснила нам причины их пластичности, прочности и ее увеличения, началась интенсивная систематическая разработка новых материалов. Это приведет, вероятно, уже в вообразимом будущем к созданию материалов с прочностью, во много раз превышающей ее значения у обычных сегодня сплавов. При этом большое внимание будет уделяться уже известным механизмам закалки стали и старения алюминиевых сплавов, комбинациям этих известных механизмов с процессами формирования и многочисленными возможностями создания комбинированных материалов. Два перспективных пути открывают комбинированные материалы, усиленные либо волокнами, либо диспергированными твердыми частицами. У первых в неорганическую металлическую или органическую полимерную матрицу введены тончайшие высокопрочные волокна из стекла, углерода, бора, бериллия, стали или нитевидные монокристаллы. В результате такого комбинирования максимальная прочность сочетается с высоким модулем упругости и небольшой плотностью. Именно такими материалами будущего являются композиционные материалы.

Объектом исследования являются композитные материалы, а именно карнизные блоки, перильные ограждения, композитные опоры, полимерные трубы, футерованные колодцы, шумозащитные экраны, геоматериалы, лотки, ЛОС/КНС, стеклопластиковые колодцы, композитные трубы.

Предметом исследования является технология производства композиционных материалов.

Цель исследования – изучить композиционные материалы их свойства и технологию производства.

Задачами исследования являются:

1. Рассмотреть технологию производства композиционных материалов.

2. Рассмотреть композиционные материалы и их свойства.

**Введение**

ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ КОМПОЗИТ» создан членами и соучредителями Ассоциации «Композитный Кластер Санкт-Петербурга» и для удобства заказчика, по принципу одного окна, осуществляет функции Торгового дома – любые решения и компетенции.

Преимущества работы с «ТД КОМПОЗИТ»:

* понимание потребностей всех участников отрасли: проектировщиков, строителей, эксплуатирующих организаций;
* высокие технические и эксплуатационные характеристики поставляемой продукции;
* разработка инновационных изделий, превосходящих по своим качествам классические аналоги;
* жесткие требования к производствам, изготавливающим продукцию ООО «ТД КОМПОЗИТ»;
* команда, сочетающая в себе талант молодых специалистов и компетенции опытных работников отрасли.

Основные потребители композитов – это автомобилестроение, транспортное машиностроение, трубопроводы, авиапромышленность и оборонка, электротехника и судостроение.

Анализ мирового опыта показывает, что наиболее перспективными и массовыми рынками композиционных материалов является рынки строительства и эксплуатации транспортной инфраструктуры.

Преимущества композитных материалов:

* композиты в 2 раза долговечнее традиционных материалов;
* более 400 композитных мостов в мире;
* $ 700 млрд мировой рынок композитов;
* на 20% ежегодно растет рынок композиционных материалов в России;
* 70 млрд руб. российский рынок композитов.

ООО «ТД КОМПОЗИТ» осуществляет поставки, как инновационного оборудования, изготовленного по техническим условиям собственной разработки, так и товарных групп, уже успевших себя зарекомендовать на строительном рынке.

Дорожное строительство:

* карнизные блоки;
* перильные ограждения;
* опоры композитные;
* шумозащитные экраны;
* геоматериалы;
* лотки.

Инженерные сети:

* трубы полимерные;
* колодцы футерованные;
* ЛОС/КНС;
* колодцы стеклопластиковые;
* трубы композитные.

**Композитные материалы**

Карнизные блоки используются на пролетных строениях и выполняют, как правило, декоративную функцию. В транспортной инфраструктуре распространены металлические и монолитные бетонные изделия.

Обе конструкции имеют свои недостатки. Металлические карнизные блоки, находясь в зоне действия агрессивных веществ, попадающих на проезжую часть (бензин, противогололедные реагенты, химикаты), быстро теряют свой внешний вид. Вместе с карнизным блоком теряют свою привлекательность и само транспортное сооружение. В практике эксплуатации бетонных блоков имеются случаи обрушения из-за коррозии выпусков арматуры. Данное явление ставит под угрозу безопасность дорожного движения.

ООО «ТД КОМПОЗИТ» предлагает композитный карнизный блок пролетного строения. Изделие изготавливается методом формования и покрывается гелькоутом. Гелькоут представляет собой покрытие на основе ненасыщенного полиэфира, которое обеспечивает армированным стеклопластиковым изделиям блеск, надежную защиту от внешнего воздействия, долговечность поверхности и необходимый цвет. Правильное нанесение гелькоута является ключевым фактором получения в итоге привлекательного и высококачественного продукта.

Преимущества композитных карнизных блоков:

* наиболее высокое соотношение прочности и собственного веса (по сравнению с металлами, деревом и бетоном), оптимизация конструкций и сокращение их материалоемкости;
* устойчивость к химическим агрессивным средам, включая соленую морскую воду;
* на 80% легче чем конструкционная сталь и на 30% чем алюминий;
* возможность производства композитных элементов различной формы и цветов позволяет создавать высокоэстетичные конструкции;
* цветовой пигмент добавляется при изготовлении профиля, прокрашивая весь объем профиля, что исключает повторную окраску в течение срока эксплуатации;
* увеличение эксплуатационных показателей и устойчивость к средам обеспечивает длительный срок службы;
* простота монтажа и легкость самих конструкций позволяет свести к нулю вероятность несчастных случаев при строительстве;
* не может быть сдан на металлолом, что дает дополнительную гарантию целости конструкции на протяжении всего срока эксплуатации.

Перильные ограждения используются для отделения пешеходных зон на искусственных транспортных сооружениях, таких как путепроводы и мосты. Также данное изделие применяется при строительстве площадок обслуживания и лестничных сходов. В большинстве случаев на транспортных объектах установлены металлические ограждения, что создает дополнительные расходы на обслуживание и портит внешний вид сооружения.

Перильные ограждения ООО «ТД КОМПОЗИТ» изготавливаются из стеклопластикового пултрузионного фигурного профиля U-образного или круглого сечения.

**Таблица 1**

**Механические свойства перильных ограждений**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Механические свойства (стандарт EN ISO 527) | Ед.изм. | Значение |
| Предел прочности при растяжении (вдоль волокон) | Мпа | ˃320 |
| Предел прочности при растяжении (поперек волокон) | Мпа | 22-28 |
| Модуль упругости при растяжении (вдоль волокон) | Мпа | 10250 |
| Предел прочности при сжатии (вдоль волокон) | Мпа | 130-170 |
| Предел прочности при сжатии (поперек волокон) | Мпа | 200-280 |
| Модуль упругости при сжатии (вдоль волокон) | Мпа | 5600 |
| Предел прочности при изгибе (вдоль волокон) | Мпа | ˃245 |
| Предел прочности при изгибе (поперек волокон) | Мпа | 90-120 |
| Модуль упругости при изгибе (вдоль волокон) | Мпа | 20000 |

Преимущества композитных ограждений:

* стеклопластиковое ограждение удобно транспортировать и монтировать за счет низкого веса. Монтаж не требует подъемной техники и занимает минимальное количество времени;
* данный продукт обладает высокой стойкостью ко всем агрессивным средам (кислоты, щелочи, соли, морская вода, органика, нефтепродукты), что обеспечивает большой срок службы на дорожных объектах;
* поручни ограждения имеют комфортную для человека форму, а также создают ощущение теплого материала в холодное время года;
* исключен риск воровства композитных перильных ограждений, так как их невозможно сдать на металлом;
* пултрузионный профиль обладает исключительной механической прочностью
* не требует ежегодной покраски, что делает эксплуатацию изделия многократно дешевле в сравнении с металлическим аналогом.

Композитные опоры – цилиндрические или конусообразные полые профили, использующиеся, как опоры освещения, мачты для размещения радиоаппаратуры, опоры линий электропередач, флагштоки.

Опоры, изготовленные из композиционного материала – достойная альтернатива ранее применяемым традиционным материалам, таким как дерево, сталь, алюминий и железобетон, многократно превосходящая их по своим эксплуатационным параметрам.

Варианты установки:

1. Фундаменты для опоры фланцевый (фланец металлический или композитный).
2. Фундамент для опоры прямостоечной.
3. Фундамент для опоры прямостоечной, стаканный тип.

Преимущества композитных опор:

* малый вес способствует удобству монтажа, устраняя необходимость в тяжелой техники. Данное преимущество особенно актуально в тяжелых для монтажа условиях;
* композитные опоры соответствуют Европейскому стандарту пассивной безопасности;
* не подвержены коррозии, не требуют дополнительно ухода и окраски;
* опоры покрывают специальным составом, содержащим компоненты, устойчивые к УФ излучению;
* стеклопластик является естественным изолятором;
* сильные ветровые нагрузки и низкие температуры (композит становится более прочным), не разрушаются из-за высокой кислотности почвы, дождевых осадков и солнечного воздуха.

Шумозащитные экраны устанавливают вдоль крупных дорог, автомагистралей, железнодорожных путей для уменьшения шумового загрязнения близлежащих домов, офисных зданий, а также мест скопления людей (остановки общественного транспорта, парки). Наиболее распространенным решением является металлический акустический профиль, однако данное решение наименее долговечно. Металлические экраны быстро стареют, теряют свои акустические качества и внешний вид.

Шумозащитные экраны ООО «ТД КОМПОЗИТ» изготавливаются из акустического композитного профиля, который является тянутым полым профилем специального сечения, выполненным из композитного материала (стеклопластика) методом пултрузии.

Верхняя и нижняя грань профиля имеет особую форму, которая позволяет устойчиво укладывать его один на другой, формируя плоскую конструкцию. Профиль заполняется звукоизолирующем материалом, упакованным в пароизоляционную пленку. Такое решение обеспечивает высокие акустические характеристики на протяжении всего срока службы изделия.

**Таблица 2**

**Технические характеристики шумозащитные экраны**

|  |  |
| --- | --- |
| Индекс звукоизоляции | Более 34 Дб |
| Коэффициент звукопоглащения | Не менее 0,8 |
| Влагостойкость | До 100% относительной влажности воздуха |
| Коррозийная стойкость | Все металлические элементы крепления должны быть выполнены из нержавеющей стали, металлические стойки из оцинкованной стали с общей толщиной покрытия не менее 80 мк |
| Срок службы | Более 25 лет |
| Ветровое давление | Экран и применяемые материалы, и конструкции должны выдерживать ветровое давление не менее 60 кг/м2 |
| Температура | Экран и материалы экрана должны сохранять свои свойства в диапазоне температур от -40˚С до +40˚С |
| Очистка | Материалы экрана должны обеспечивать возможность очистки потоком воды под давлением |

Преимущества шумозащитных экранов:

* стеклопластиковый акустический профиль очень легок, что позволяет осуществлять монтаж без использования подъемной техники;
* замену поврежденной планки можно произвести в максимально короткий срок без использования специального оборудования;
* композитный шумозащитный экран создавался для эксплуатации в условиях повышенной влажности и воздействия агрессивных химических веществ, встречающихся на современных дорожных объектах. Были применены решения, позволяющие увеличить срок службы экрана до 50 лет;
* изделие может быть окрашено в любой цвет палитры RAL. Данное преимущество открывает дополнительные возможности для проектирования эстетически завершенных сооружений;
* в отличии от ПВХ аналогов композитный экран хорошо справляется с ударными нагрузками. Что позволяет экрану переносить попадание камней и действия вандалов;
* достаточно широкий диапазон рабочих температур от -60˚С до +80˚С.

ООО «ТД КОМПОЗИТ» осуществляет комплексные поставки геосинтетических материалов различного назначения.

Геотекстиль – это влагопроницаемое и прочное полотно, применяется в строительстве дорог и зданий, геотехнике (дренажные системы, борьба с эрозией почвы); сельском хозяйстве.

Тканый геотекстиль производится традиционным способом переплетения нитей. Регулируя размеры ячеек, можно изменить плотность полотна. Тканный геотекстиль имеет высокую прочность на растяжение, поэтому используется как армирующий материал для создания и армирования земляных насыпей под различные назначения.

Нетканный геотекстиль изготавливают путем механического или термического скрепления волокон, и подразделяют на иглопробивной и термоскрепленный. Иглопробивной геотекстиль получают из нитей с помощью пресса с иглами. При прокалывании волокна нити проникают из одного слоя в другой, образуя плотный материал наподобие войлока. Он обладает отличной фильтрующей способностью. Термоскрепленный геотекстиль получают путем сплавления волокон при нагреве.

Георешетка – это геосентетический материал в виде равномерной сетки из соединенных в одно целое полимерных элементов, работающих на растяжении, геометрические параметры отверстий сетки (решетки) обеспечивают значительное механическое сцепление с грунтом.

Композитные водоотводные лотки – это современный аналог бетонных желобов.

Небольшой вес композитных лотков обеспечивает легкую транспортировку и монтаж, а гладкая поверхность композитных желобов увеличивает пропускную способность системы водоотвода. Специальная конструкция и материалы изготовления обеспечивают возможность механической очистки лотков. Кроме того, они обладают высокой антивандальной устойчивостью.

Преимущества композитных лотков:

* имеют невысокую массу, что значительно упрощает транспортировку и монтаж системы, а также не требует использования специального кранового оборудования. Монтаж системы можно производить вручную. Исключается риск сползания лотков по откосам высоких насыпей, поэтому длина лотка на откосе не ограничена;
* устойчивы к воздействию климатических факторов внешней среды, все элементы системы выполняются из коррозионностойких и химическистойких компонентов;
* имеют длительный срок эксплуатации (до 50 лет) при температурных условиях от минус 60˚С до плюс 45˚С, на открытом воздухе, при прямом воздействии солнечных лучей, в контакте с грунтовыми водами с показателем кислотности рН от 6 до 8;
* низкий коэффициент линейного расширения;
* экологическая безопасность при хранении, транспортировании, эксплуатации;
* относятся к группе трудногорючих (трудновоспламеняемых) веществ и материалов.

Полиэтиленовые трубы на сегодняшний день являются прекрасной альтернативой своим стальным и бетонным аналогом. Их использование позволяет быстро и просто смонтировать трубопровод. К тому же, изделия из полиэтилена имеют эстетический внешний вид и не требуют дополнительной защиты.

Полиэтиленовые трубы имеют несколько разновидностей, которые зависят от используемого при их производстве материала. По способу производства полиэтилен может быть: высокого, среднего, и низкого давления. Диапазон сфер применения таких изделий достаточно широк: подача питьевой воды, водоснабжение и поли в дачных постройках, напорная канализация, аграрные и оросительные водоводы, пожарное водоснабжение, водосточные системы.

Труба гофрированная полиэтиленовая преимущественно используется для создания систем канализации. Гофрированная конструкция удерживает трубу в грунте и позволяет прокладывать трубопровод с многочисленными изгибами и поворотами, не используя при этом фитинги. Данное преимущество обеспечивает высокую герметичность системы, что особенно важно для канализации.

Трубы из полиэтилена для холодного, а также горячего водоснабжения обладают большим количеством выгодных характеристик, которые отличают их от аналогичных изделий из других материалов. Срок эксплуатации составляет больше 50 лет. Такие изделия стойки к гидравлическим ударам благодаря способности немного растягиваться при значительных нагрузках.

Высоковольтные кабельные линии требуют защитных систем с долговременной термостабильностью. ООО «ТД КОМПОЗИТ» предлагает качественное изделие, способное длительное время сопротивляться температуре в 95˚С.

Большинство сетей канализации и водоснабжения построены с применением железобетонных колодцев. Бетон разрушается под воздействием влаги, особенно при смене температуры в холодный сезон. Микротрещины уменьшают прочность кольца и колодца в целом, именно с них может начаться распространение грибка или плесени. Кроме того, стыки бетонных колец даже с замковым соединением необходимо герметизировать строительными смесями или битумом, поэтому есть риск неравномерного распределения герметика и появления свищей.

ООО «ТД КОМПОЗИТ» реализует футерованные ж/б колодцы, которые лишены типичных недостатков обычных ж/б колодцев.

Футеровка – это обработка стенок железобетонных колец полиэтиленовыми или композитными листами, которые плотно прилегают к бетону. Таким образом, пористая структура бетонного кольца защищена от агрессивного воздействия бактерий, образующихся в процессе разложения сточных вод.

Основные недостатки ж/б колодцев:

* плохая герметичность, которая ведет к попаданию стоков в почву и дополнительному притоку грунтовых вод в систему;
* бетон разрушается из-за воздействия среды, колодец теряет свою несущую способность, что ведет к просадкам асфальта.

Преимущества футерованных колодцев:

* футерованные колодца значительно дешевле полимерных аналогов. При равных эксплуатационных характеристиках экономия достигает 50%;
* по степени герметичности, футерованные колодца, могут сравниться с полимерными и композитными аналогами;
* футерованные колодцы выдерживают такую же нагрузку, как и обычные ж/б колодцы. Таким образом отсутствует необходимость в применение разгрузочных плит;
* из-за отсутствия доступа сточных вод к бетону, футерованные колодцы служат до 50 лет.

Стеклопластик является относительно новым композитным материалом, активно внедряемым в производство различного рода бытовых изделий. Созданные на его основе коллекторы дождевой воды обладают рядом функциональных преимуществ, по сравнению с аналогичными емкостями из других, более традиционных материалов. По результатам тщательного тестирования стеклопластиковых коллекторов было установлено, что для них характерны следующие свойства:

* высокий уровень прочности, способность удерживать большие объемы жидкости, сохраняя полимерную структуру материала;
* устойчивость к статическим и динамическим нагрузкам, существенно превышающая аналогичный параметр у изделий на основе полипропилена;
* небольшая масса. Емкости проще транспортировать и устанавливать на объекте;
* длительный срок эксплуатации, исчисляющийся десятилетиями, что является основным преимуществом по сравнению с металлическими резервуарами.

Изделия из стеклопластика могут обладать идеально гладкой поверхностью, при условии правильно выдержанного производственного процесса. В данной связи стеклопластиковые сооружения ливневой канализации существенно меньше накапливают на своих внутренних стенках минеральные отложения из растворенных в воде солей, они реже загрязняются и не так часто требуют проведения очистительных работ. Как следствие, эксплуатационные расходы снижаются, а эффективность работы ливневой канализации поддерживается на стабильно высоком уровне.

Помимо поставки оборудования и компонентов для ливневой канализации организация ООО «ТД КОМПОЗИТ» предоставляет услуги по проектированию, сборке и монтажу данных систем.

Этап разработки непосредственно влияет на стоимость ливневой канализации, поскольку от экспертной оценки зависит комплектация системы, обеспечивающая ее максимальную производительность. Учитываются такие факторы как уровень загрязнения осадков и требуемая степень отчистки стоков, вычисляется на основе действующих СНиП, в частности изучаются нормы предельно-допустимой концентрации веществ.

Цена КНС, а также выбор ее размера и технические параметры насосного оборудования зависят от:

* объема перекачиваемых сточных вод;
* высоты из подъема;
* диаметра и длины напорного сектора;
* глубины размещения подводящего сектора.

ООО «ТД КОМПОЗИТ» осуществляется поставка КНС, сделанной методом машинной намотки, которая может быть радиальной или перекрестной. Помимо этого, к отличительным особенностям стоит отнести наличие утепленного люк, внутреннего напорного трубопровода с регулирующей арматурой, сферического дна, стеклопластиковой лестницы и откидной площадки для обслуживания станции.

Важно, чтобы канализационная станция КНС была правильно установлена, поскольку от этого зависит срок ее эксплуатации. Специалисты организации ООО «ТД КОМПОЗИТ» помогут не только спроектировать подземное сооружение, но и смонтировать его с учетом всех требований и правил.

Колодец – это объект наружных инженерных сетей, предназначенный для дренажа, инспекции и прочистки системы, для изменения направления сети. Колодцы используются при необходимости изменения диаметра и перепада прокладываемых трубопроводы.

На данный момент широкое распространение получили колодцы из железобетона. Однако изделия из ж/б колец не герметичны, недолговечны и имеют большой вес.

Решение организации ООО «ТД КОМПОЗИТ» является стеклокомпозитный колодец.

Устройство композитного колодца. Устроены пластиковые колодцы из следующих узлов:

* нижняя часть (днище) – непосредственно контактирующая со стоком;
* шахта – снабженный лестницей колодец для проведения разного вида технического обслуживания;
* рабочее пространство – место, предназначенное для проведения работ с арматурой и трубами;
* верхняя часть устройства – горловина, оборудованная отверстием для установки люка;
* пластиковый люк – устанавливаемый во избежание попадания в устройство посторонних предметов, людей, домашних животных.

Преимущества композитных колодцев:

* технология непрерывной намотки позволяет изготавливать композитные колодца значительно дешевле, чем полимерные аналоги;
* композитный колодец является абсолютно герметичным, что исключает возможность загрязнения грунтовых вод;
* будучи инертным к большинству промышленных веществ, стеклопластиковые колодца имеют обширное поле для применения и, кроме того, не выделяют загрязняющих веществ и продуктов распада;
* у композитного варианта намного меньше вес, благодаря чему существенно облегчается его погрузка/разгрузка, перевозка к месту назначения, установка.
* композитные модели колодцев не подвержены коррозии, поэтому имеют продолжительный срок эксплуатации без капитального ремонта.

Появление и выпуск стеклопластиковых труб стали возможными в середине 1950-х годов, когда был освоен промышленный выпуск реактопластичных связующих (прежде всего – эпоксидных смол) и стеклянных волокон. Уже тогда стали очевидными преимущества этих труб. однако, в указанный период завоевать какую либо долю рынка трубной продукции они еще не могли по причине низкой цены на «традиционные» распространенные трубные материалы: сталь (в том числе не ржавеющую), медь и алюминий. Сейчас технологии производства сильно продвинулись вперед, и стеклокомпозитные трубы стали весьма конкурентоспособны.

Они дешевле аналогов из других материалов и гарантируют такие качественные характеристики, как коррозионная стойкость и функциональные качества: малую гидравлическую шероховатость, небольшой вес и высокую прочность, которые значительно выделяют их в сравнении с обычными трубами.

**Таблица 3**

**Сравнение труб из разных материалов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий | Стеклопластиковая труба | Стальная труба | Чугунная труба | Полиэтиленовая труба |
| Коррозионная стойкость | хорошая | необходимо защитное покрытие | необходимо защитное покрытие | хорошая |
| Обслуживание | не требуется | восстановление покрытия | восстановление покрытия | периодически требуется |
| Вес | легкий | в 3 раза тяжелее стеклопластика | в 6 раза тяжелее стеклопластика | тяжелее стеклопластика из-за толстой стенки |
| Срок службы | более 50 лет | 20-30 лет | 20-25 лет | 50 лет |
| Гидроудар | наилучший показатель труб из других материалов | большой гидроудар. Требуется специально устройство | большой гидроудар. Требуется специально устройство | недостаточно хорошо справляется с гидроударом |
| Шероховатость внутренней поверхности | Коэффициент Хазена-Уильямса С=150. Меньший расход а передач жидкости | С=120. Расход на передачу жидкости выше | С=120. Расход на передачу жидкости выше | С=150 |

Основные сферы применения:

* трубы систем питьевого водоснабжения;
* напорные и безнапорные системы бытовой и промышленной канализации;
* трубопроводные системы для ирригации и мелиорации;
* дренажные трубопроводы и колодцы;
* системы ливневой канализации;
* технологические трубопроводы;
* водозаборы морской воды и выводные коллекторы;
* трубопроводы очистных сооружений;
* охладительные и инженерные системы электростанций;
* трубопроводы систем пожаротушения;
* реновация трубопроводов;
* емкости для хранения различных жидкостей.

Преимущества композитных труб:

* из-за термореактивной природы самого материала и наличия стекловолокнистого армирования, стеклопластиковые трубы обладают механической прочностью, которая от 3 до 5 раз выше, чем обычно используемых термопластичных труб (ПЭ, ПП и пр.);
* также важно помнить, что стеклопластиковые трубы позволяют снизить потери давления по сравнению с трубопроводами из традиционных материалов. Потери давления являются постоянным для краткосрочных и долгосрочных периодов. Таким образом, эта характеристика позволяет использовать стеклопластиковые трубы меньшего диаметра для тех же самых целей, значительно сокращая расходы, что особенно важно там, где речь идет о большой пропускной способности;
* будучи инертным к большинству промышленных веществ, стеклопластиковые трубы имеют обширное поле для применения и, кроме того, не выделяют загрязняющих веществ и продуктов распада;
* укладка стеклопластиковых труб является простой операцией, которая может быть выполнена в короткий период времени как на поверхности, так и под землей, поскольку применяются муфтовые соединения;
* испытания в тяжелых условиях эксплуатации в соответствии со стандартом ASTM и другими международными нормами, и правилами в отношении толщины, жесткости, веса и длины отдельных участков трубопроводов обеспечивают высокое постоянное качество всей совокупности продукции.

**Заключение**

Изучая композиционные материалы, их свойства и технологию производства, ненароком начинаешь задумываться о будущем.

Уже невозможно представить автомобиль без композиционных материалов. Области применения композиционных материалов многочисленны. Кроме авиационно-космической, ракетной и других специальных отраслей техники, они могут быть успешно применены в энергетическом турбостроении, в автомобильной и горнорудной, металлургической промышленности, в строительстве и т.д. Диапазон применения этих материалов увеличивается день ото дня и сулит еще много интересного. Можно с уверенностью сказать, что это материалы будущего.

Композиционные материалы встречаются нам везде, во всей нашей повседневной жизни. Сидите дома, а вокруг вас окружает один из самых простейших видов композиционных материалов – железобетон. Пошли в гараж, отопление в котором проведено армированными трубами. Выезжаете на машине, у которой бампера из стеклопластика, не говоря уже о поршнях, шатунах, покрышках, тормозных колодках и т.д. Соберётесь на рыбалку, как же обойтись без суперлёгкой и прочной углепластиковой удочки. А если вас заберут в армию, бронежилеты, броня для танков, приклады автоматов, всё состоит из композиционных материалов.

**Литература**

1. Кристенсен Р. Введение в механику композитов / Пер. с англ. А. И. Бейля и П. П. Жмудя под ред. Ю. М. Тарнопольского. — М.: Мир, 1982. — 336 с.

2. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера, 2004.

3. Ставров, В. П. Формообразование изделий из композиционных материалов: учеб. пособие / В. П. Ставров. - Минск: БГТУ, 2006.