



Применение полимерных композиционных материалов при создании перспективных транспортных систем в условиях Арктической зоны РФ



Директор Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, д.т.н., профессор

Лазарев Юрий Георгиевич



И. о. Председателя Правления Союза КТИ, Генеральный директор ООО «Композит Групп», к.т.н., член НКС МИНПРОМТОРГА РФ

Васюткин Сергей Федорович



Задачи по внедрению ПКМ в Арктике



1. **Расширение применения композитных материалов в транспортном и гражданском строительстве**
2. **Создание, ремонт и восстановление дорог по инновационным технологиям с применением композитных материалов**
3. **Достижение нового качества и технических характеристик изделий из ПКМ путем внедрения оригинальных решений с применением инновационных разработок**
4. **Повышение уровня экологической безопасности в арктической зоне РФ**



Сотрудничество с проектными и производственными предприятиями по вопросам применения ПКМ в Арктике



- 1. Высшая школа промышленно-гражданского и дорожного строительства СПб политехнического университета Петра Великого** – в части разработки, испытаний и применений разнообразных изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) при строительстве в условиях Арктики
- 2. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет** – в части разработки и испытаний композитных винтовых свай, применения ПКМ в тоннелях и мостах, укрепления дорожного полотна на Крайнем Севере
- 3. Санкт-Петербургский институт Арктики и Антарктики** – в части разработки и испытаний композитных изделий при создании жилых модулей, применения ПКМ в условиях зимовок на станциях, электротехнического инструмента с применением стеклопластиков, решения экологических и жилищно-бытовых проблем, сбора и утилизации отходов жизнедеятельности в условиях низких температур
- 4. Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А.Л. Штиглица** – в части промышленного дизайна композитного интерьера и экстерьера жилых помещений для районов Крайнего Севера, пультов управления, применения стеклопластиков с покрытием под «искусственный гранит», морозоустойчивых мозаик из искусственного камня и др.
- 5. ЗАО «ПРИОР» (Санкт-Петербург)** – разработка и производство РПУ для РЛС УВД на Крайнем Севере
- 6. ФГУП «КРОНА» (Владимир)** – разработка РПУ для РЛС, применяемых в Арктике

Основные достоинства и недостатки ПКМ

ДОСТОИНСТВА:

1. Низкий удельный вес – $1,4 \dots 2,1 \text{ г/см}^3$ (примерно на 25% легче алюминия и в 3 раза легче стали)
2. Высокие физико-механические характеристики, которые увеличиваются при снижении температуры до – 60 °C примерно на 3...5%
3. Низкая теплопроводность (чуть хуже чем у дерева)
4. Высокая химическая и коррозионная стойкость
5. Широкий диапазон рабочих температур (+/- 80 °C)
6. Возможность выбора необходимых физико-механических характеристик ПКМ в достаточно широких пределах в зависимости от применяемых армирующих и связующих материалов
7. Хорошая радио- и магнитопрозрачность материала

НЕДОСТАТКИ:

1. Относительно высокая стоимость
2. Определенная сложность создания конструкций из ПКМ
3. Сложность ремонта при низких температурах



Перспективные направления работ по внедрению ПКМ



- ✓ Дороги
- ✓ Мосты
- ✓ Тоннели
- ✓ Жилые и технологические модули из ПКМ
- ✓ Оконные профили и светопрозрачные конструкции из них
- ✓ Укрытия различного назначения
- ✓ Профильные изделия из ПКМ для антенных мачт, перильных ограждений, информационных знаков, вешек
- ✓ Специальные и гибридные технологии применения конструкционных композитных материалов

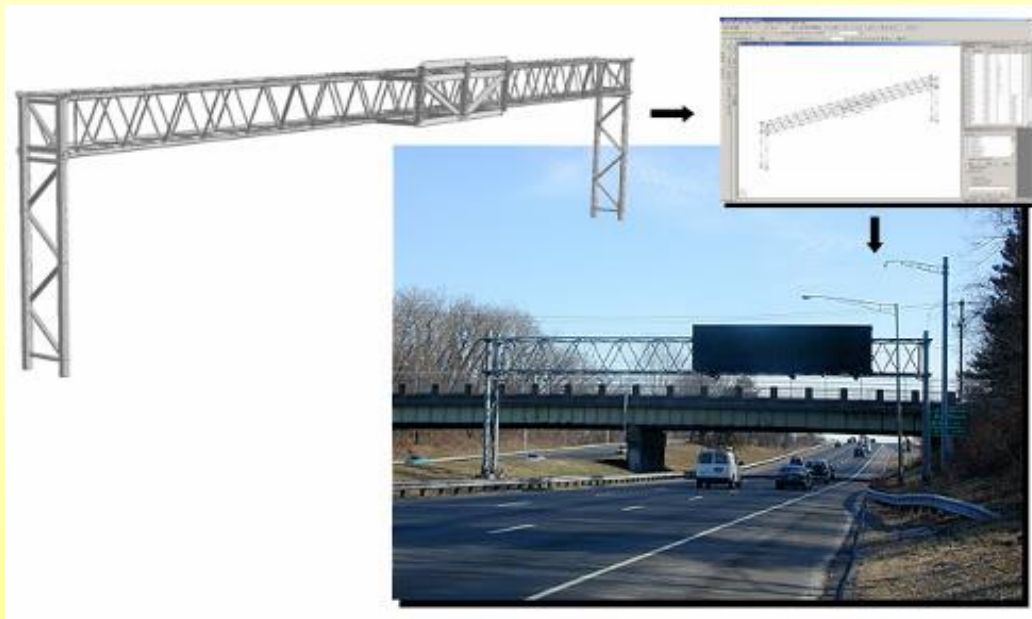
Дороги

1.1 Опоры наружного освещения, ЛЭП, стойки дорожных знаков, сигнальные вешки



Дороги

1.2 Опоры для рекламных щитов и порталы с применением конструктивных ПКМ с низким энергопоглощением



Дороги

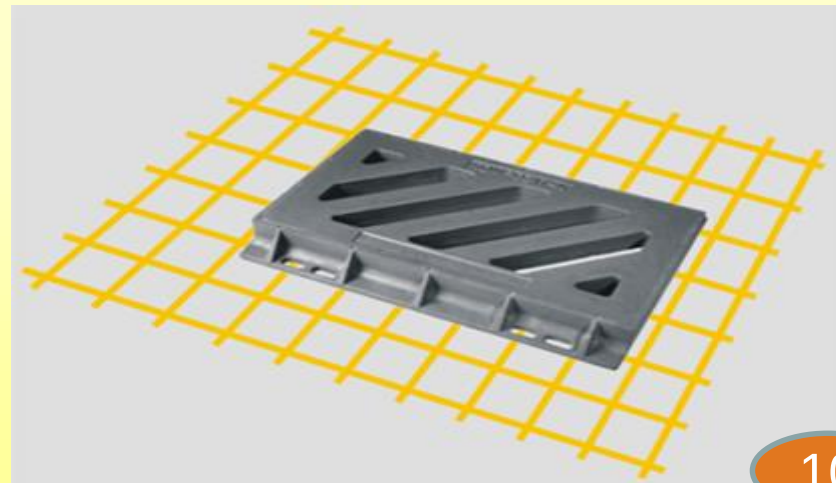
1.3 Конструкционные композиты нового поколения и конструктивные решения на их основе:



1.4 Лотки дорожные и подмостовые водоотводящие из конструкционных композитных материалов



1.5 Дорожные люки и решетки композитные, устанавливающиеся совместно с композитным армированием прилегающего участка дорожного полотна



1.6 Конструкционные композиты нового поколения и конструктивные решения на их основе:

- цельноконструкционные композитные трубы для пропуска небольших водотоков под насыпями автомобильных и железных дорог (водопропускные трубы)



Дороги

1.7 Система универсальных профилей, элементов и способов их соединений из конструкционных материалов для быстровозводимых сооружений и конструкций современного обустройства инфраструктуры автомобильных дорог



Асфальтобетонные автодороги

2.1 Повышение прочности слоев
асфальтобетонных автомобильных дорог,
предотвращение образования отраженных
трещин путем армирования оснований и слоев
дорожных одежд композитными арматурными
георешетками



Асфальтобетонные автодороги

2.2 Повышение прочности слоев
асфальтобетонных дорог автомобильных дорог
на цементобетонном основании, предотвращение
отрыва асфальтобетонного слоя от основы,
препятствие развитию трещин путем армирования
асфальтобетонного слоя композитными
георешетками, устанавливаемыми на бетонное
основание посредством анкерных креплений



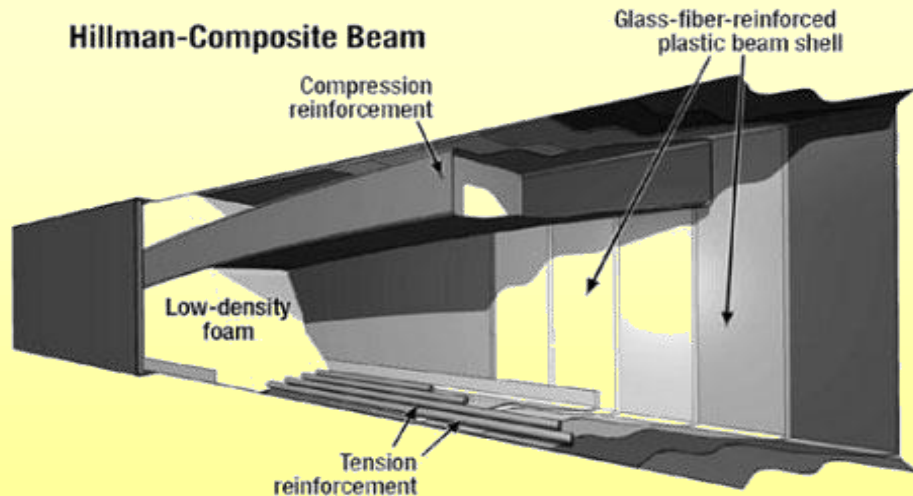
3.1 Применение композитного армирования во внешних слоях опор и пролетных строений мостов



3.2 Поддержание и восстановление несущей способности проблемных мостов путем внешнего армирования несущих мостовых балок с применением постнапрягаемых углепластиковых ламелей, устанавливаемых в зонах растяжения под мостовыми балками



3.3 Новый тип мостовых пролетных сооружений – стандартизированные гибридные балки с применением конструкционных композитных материалов (НСВ) на стандартные длины 9, 12, 18 и 24 метра

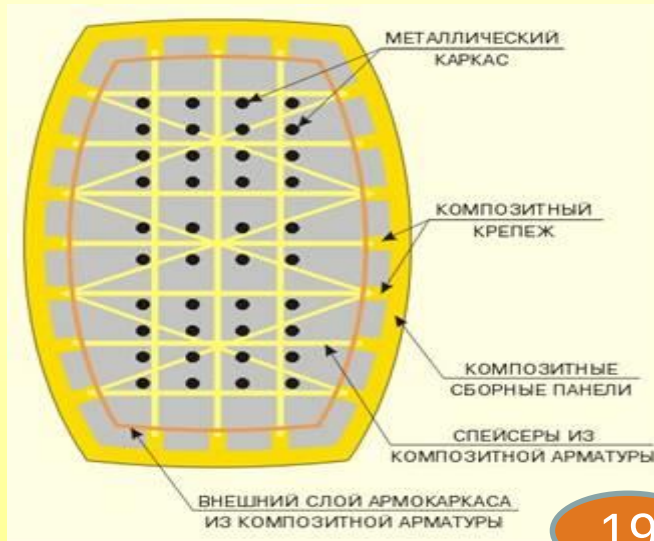
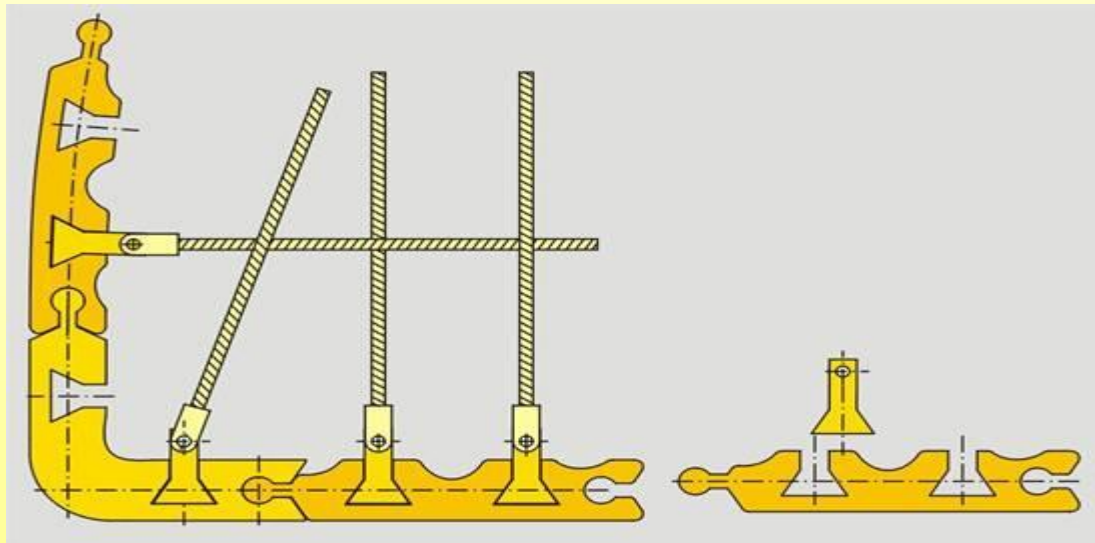


Мосты

3.4 Опорные мостовые конструкции с применением конструкционных композитных оболочек в качестве внешнего армирования



3.5 Сборные композитные панели с замковым сочленением – несъемная опалубка как элемент конструкции внешнего армирования мостовых сооружений

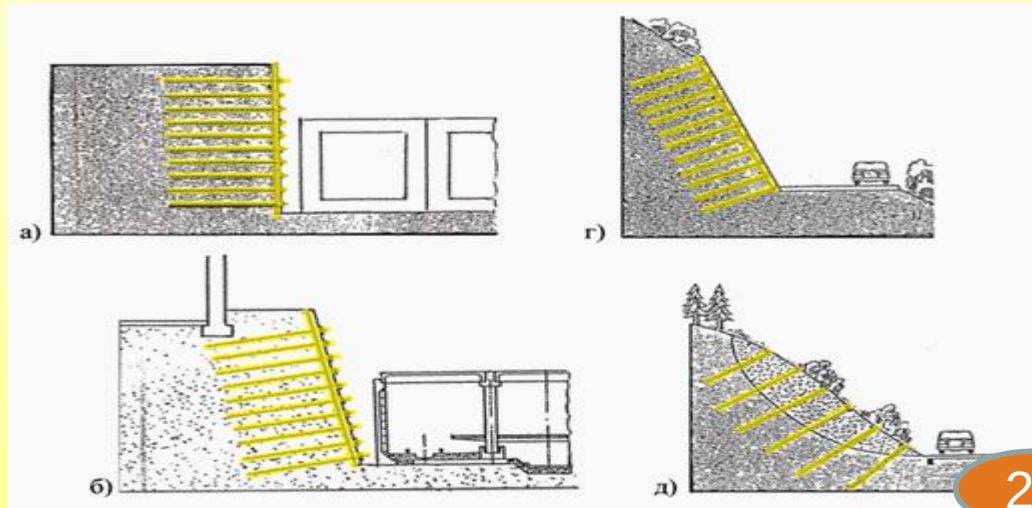


3.6 Композитные настилы, трапы и лестницы для организации технологических переходов и рабочих мест на объектах дорожной инфраструктуры



Тоннели, склоны и откосы

4.1 Укрепление сводов, подпорных стен и откосов с использованием микросвайного композитного армирования с инъекционным нагнетанием цементного раствора через полость композитного пустотелого анкера



Тоннели, склоны и откосы

4.2 Замена стальных сеток на композитные при армировании внешних слоев сводов и подпорных стен, получаемых методом торкретирования

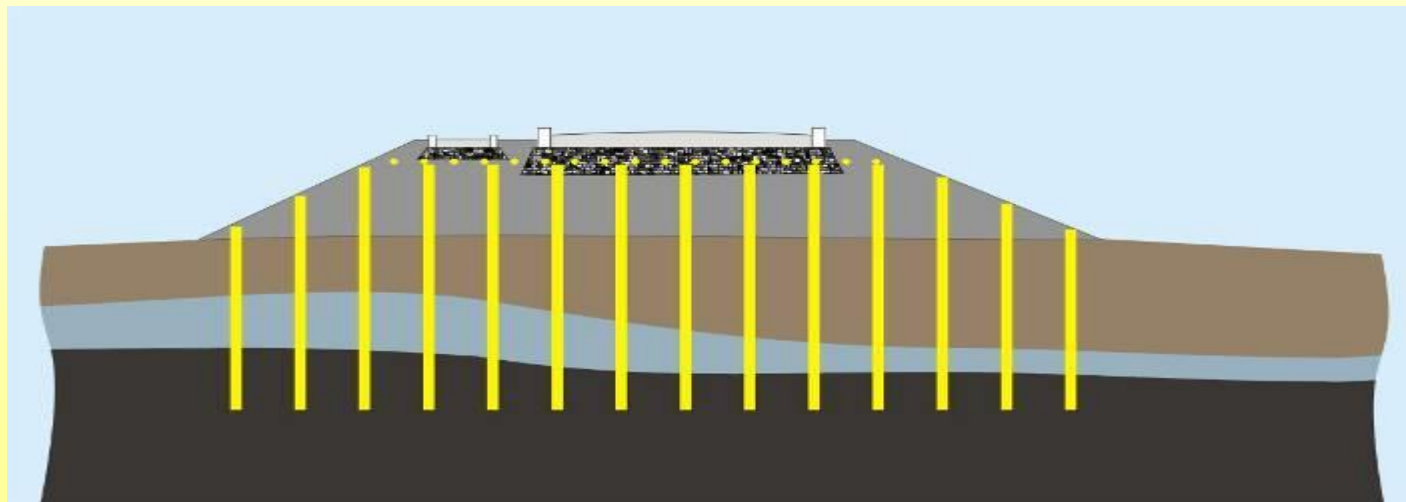


4.3 Применение конструктивных композитных армирующих каркасов вместо стальных в буронабивных сваях



Специальные технологии применения конструкционных композитных материалов

5.1 Микросвайное поле из композитной арматуры, георешеток и профилей для укрепления основания и слоев автомобильных дорог в зоне вечной мерзлоты



Специальные технологии применения конструкционных композитных материалов

5.2 Винтовые композитные сваи



Жилые и технологические модули

6.1 Модульные сборные жилые домики типа ИГЛУ:

- Простота сборки
- Ветроустойчивость
- Огнестойкие материалы
- Стены с низкими тепловыми потерями
- Не продуваемые и не промокаемые поверхности стен
- Устойчивость к грызунам
- Широкий диапазон рабочих температур
- Возможность интеграции в панели стен и пола нагревательных элементов, кабель-каналов, связанных антенн



Жилые и технологические модули

6.2 Модульные панели из ПКМ для жилых модулей:

- Простота сборки
- Огнестойкие материалы
- Стены с низкими тепловыми потерями
- Не продуваемые и не промокаемые поверхности стен
- Устойчивость к грызунам
- Широкий диапазон рабочих температур
- Возможность интеграции в панели стен и пола нагревательных элементов, кабель-каналов, связанных антенн



Жилые и технологические модули

6.3 Стандартные душевые и туалетные кабины:

- Комплектная поставка
- Водостойкие и огнестойкие материалы
- Стены и пол с низкими тепловыми потерями
- Устойчивость к грызунам
- Широкий диапазон рабочих температур
- Возможность интеграции в панели стен и пола нагревательных элементов, кабель-каналов, труб водоснабжения



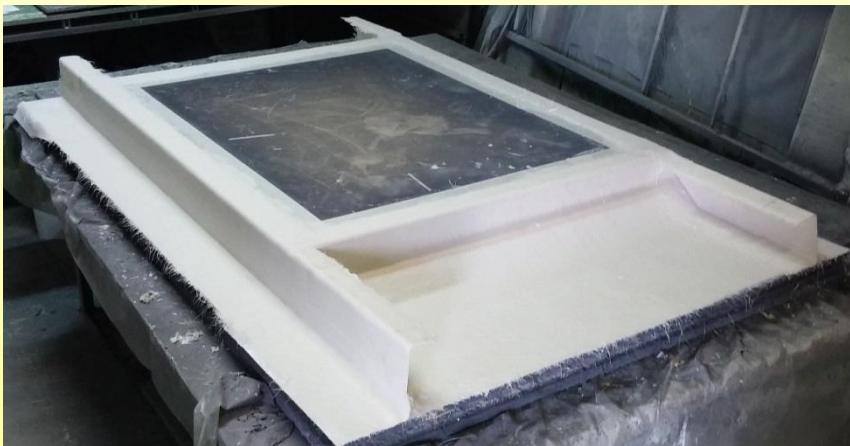
6.4 Композитные термостатированные емкости для чистой питьевой воды с УФ и УЗ обеззараживанием:

- Интеграция лайнера из ПЭ со стеклопластиковой силовой частью
- Металлический каркас для подвеса бака над кухонным блоком
- Водостойкие и огнестойкие материалы
- Утеплитель с низкими теплопотерями
- Устойчивость к грызунам
- Подогрев дна бака полимерными пожаробезопасными нагревателями



Жилые и технологические модули

Парозащитные фартуки для
мансардных окон из
огнестойкого стеклопластика



Арки окон из ПКМ





Радиопрозрачные опоры
наружного освещения, мачты
антенных комплексов,
стойки дорожных знаков,
телекоммуникационные
мачты и т. д.



Опыт внедрения радиопрозрачных укрытий (РПУ) из ПКМ

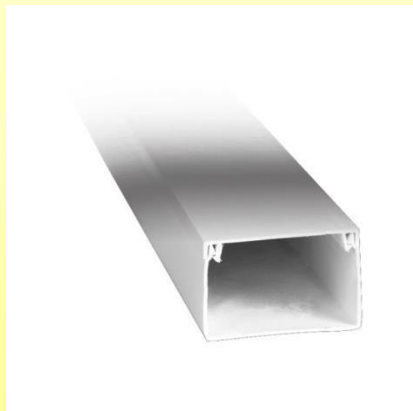
РПУ для антенн пилот-сигнала в аэропортах



Радиопрозрачные (для антенн WI-FI)
купольные конструкции из
огнестойкого стеклопластика



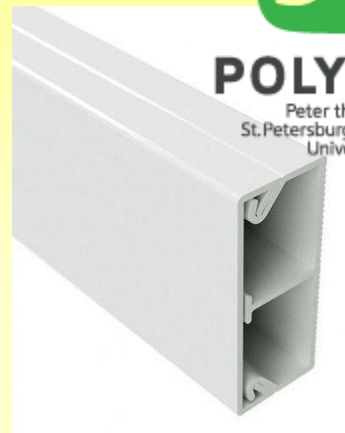
Огнестойкие



радиопрозрачные



кабель- каналы



Радиопрозрачные шкафы управления





Радиопрозрачные технологические и жилые модули



Модуль – укрытие из отечественного
УФ- и огнестойкого стеклопластика.
(Станция «Восток» 2019 год. Температура -82С)



Опыт внедрения композитных лестниц (трапов, настилов)
на антарктических станциях
«Беллинсгаузен», «Мирный», «Прогресс»



16.05.2017 № 16-6-117

На № _____

**Заключение по практике использования в условиях Антарктиды
изделий из стеклопластика производства ООО «Композит Групп»**

В соответствии с договором, заключенным между ООО «Композит Групп» и ФГБУ ААНИИ, во время 61-й РАЭ на различных российских антарктических станциях производились испытания стеклопластиковых изделий путем использования в соответствии с их назначением.

Для испытаний были предоставлены лестницы и стремянки различных модификаций. Они были распределены на станции Мирный, Прогресс и Беллинсгаузен, где использовались с 01 января 2016 по февраль 2017 года. В основном, изделия использовались внутри станционных помещений при температурах от + 5 до + 25°C, а также для ремонтных работ на наружных стенах зданий и сооружений при температурах до -40°C и высокой влажности.

По результатам можно сделать следующие положительные выводы:

1. Изделия из стеклопластика по сравнению со стандартными изделиями из металла выгодно отличаются малым весом
2. Они более удобны в применении, поскольку не липнут к коже рук на морозе и имеют удобные шершавые ступени, которые не скользят при наличии снега.
3. Изделия имеют достаточный запас прочности, хотя на внешний вид создают впечатление слабой конструкции. За время использования поломок и механических повреждений лестниц не зафиксировано.
4. После года эксплуатации в условиях станций с различными метеоусловиями на изделиях не обнаружено следов эрозии, отслоений и каких-либо повреждений материала изделий.

К сожалению, есть небольшие замечания по конструкции лестниц, а именно:

1. Лестницы имеют довольно узкие ступени, что затрудняет их использование в большой обуви, например, в валенках, а также затрудняет использование по причине неустойчивости
2. Лестницы и стремянки не имеют плоских опор или перекладин, позволяющих устанавливать их на снегу. В этой связи лучше было бы делать трапециевидную, расширяющуюся книзу конструкцию с широкой нижней ступенью.

В целом опыт применения изделий из композитных материалов в условиях Антарктики следует считать положительным. Особый интерес для полярных станций представляют выполненные из композитных материалов резервуары для хранения топлива и питьевой воды, несущие конструкции, небольшие ангары, жилые и научные модули.

К сожалению, полученные изделия не удалось доставить на станцию Восток для испытаний при температурах ниже -80°C. Да и применять их на рыхлом снегу весьма проблематично.

Главный инженер
РАЭ

Ведущий специалист
технического отдела РАЭ



С.Ю. Бондарцев

Скородумов А.Н.

Бондарцев С.Ю.



Проблемы внедрения ПКМ

- ✓ Необходима Государственная программа по созданию и применению перспективных ПКМ в Арктике с учетом отраслевых особенностей – строительства, транспорта, сырьевых и оборонных отраслей
- ✓ Необходимость сотрудничества академических, учебных, отраслевых и коммерческих организаций по созданию новых, в т.ч. гибридных конструкций с ПКМ, ориентированных на применение на Крайнем Севере
- ✓ Одна из главных задач – импортозамещение, более 80% качественных материалов для ПКМ, специальные клеи, эластомеры, приобретаются за рубежом. В стране отсутствует малотоннажное производство химических материалов для ПКМ
- ✓ Необходимость в разработке и совершенствовании нормативной базы, связанной с производством ПКМ для Крайнего Севера
- ✓ Необходимо создать арктические испытательные полигоны для отбора оптимальных конструкций из ПКМ, разработки методик их применения, мониторинга их состояния в условиях вечной мерзлоты, низких температур, ветровых нагрузок, абразивного влияния снега и др. факторов.



Благодарим за внимание!

КОНТАКТЫ:

Союз КТИ: 127055, г. Москва, Тихвинский переулок, дом 7, стр. 1, +79039611608 , sk789@mail.ru

ООО «Композит Групп»: 143983, Московская обл., г. Балашиха, ул. Керамическая, д.2, стр.3,
fax: +7 (495) 544-94-01; +7 (903) 113-47-00; +7 (926) 222-07-89, www.composite-group.ru,
komposite-grupp@yandex.ru