

## References

1. Шимова, О.С. Проблемы оценки экологизации производства и потребления / О.С. Шимова. Белорусский экологический журнал. – №1. – 2005
2. Аронова, Т.И. Особенности проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси – Литосфера / Т.И. Аронова. 2006. – № 2 (25). – 103–110 с.
3. Азарова, С.В. Отходы горнодобывающих предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды / С.В. Азарова. Томск, 2005. – 260 с.
4. Кадацкая, О.В. Состояние природной среды Беларуси / О.В. Кадацкая, Е.В. Санец – Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2009.
5. Экологический бюллетень за 2015 год. Глава 11. Отходы / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.
6. Мартинович В.О., Басалай И.А. Анализ воздействия отходов горнорудных предприятий на окружающую среду на примере ОАО «Беларуськалий» / Материалы 6-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Опыт прошлого – взгляд в будущее», Тула, ТулГУ, 2016. – С. 174 – 178.
7. Бурдзиева О.Г, Шевченко Е.В. Эколого-экономические аспекты хранения отходов горного производства / М. Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 8. – 2010.

УДК 544.774.2

### **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОГЕЛЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Боровиков Д.О.**

**Научный руководитель Гридина Е.Б.**  
Санкт-Петербургский горный университет

*В настоящее время отмечается тенденция активного освоения месторождений Крайнего Севера. Статья посвящена аэрогелю, свойства которого позволят благоприятно повлиять на работоспособ-*

*ность сотрудников при ведении работ на данной территории. Создание спецодежды на основе аэрогеля позволит не только уменьшить толщину слоя одежды, тем самым повысить производительность труда работника, но и снизить вероятность возникновения заболеваний.*

Аэрогель (от лат.*aer* - воздух и *gelatus* - замороженный) - класс материалов, представляющий собой гель, из которого в результате критической сушки происходит замещение жидкой фазы на газообразную, впоследствии которого не происходит нарушения изначальной структуры вещества. Полученное вещество состоит на 90-98 % из воздуха, оставаясь весьма прочным, но в тоже время очень хрупким материалом. Размер частиц, из которых состоит аэрогель составляет 4-6 нм, с объемом занимаемых пор в 4 – 14 см<sup>3</sup>/г, совокупность кластеров с размерами в несколько нанометров, соединенных между собой сетью мезопор, заполненных воздухом, обуславливает уникальные свойства аэрогеля, такие как:

- легкий вес;
- прочность;
- низкая теплопроводность;
- гидрофобность;
- отражающая способность;
- шумоизоляция.

Преимуществами данного материала являются следующие показатели:

- негорючесть;
- экологичность;
- долговечность.

С точки зрения использования материала как основы для создания спецодежды сотрудников в осложненном микроклимате, наиболее важна теплоизоляция, так как полученный материал должен обеспечивать требуемое сопротивление теплопередаче при минимальной толщине для сохранения комфортной температуры тела человека, с чем аэрогель прекрасно справляется.

Эти положительные качества позволяют использовать аэрогель в различных сферах обслуживания, например, в качестве теплоизоляционного, звукопоглощающего материала, даже в космических аппаратах для улавливания космической пыли. Разнообразное, но все же ограниченное применение обусловлено сложностью и дороговизной производства и дальнейшего усовершенствования материалов на основе аэрогеля. Такое положение вещей не должно останавливать работу с этим матери-

алом, а, наоборот, стимулировать развитие в этом направлении, находя всё новые способы получения аэрогеля, включения в состав других материалов, открывая при этом совершенно новые отрасли применения.

В современном мире уже широко используются композиты с применением аэрогеля в качестве отличных теплозащитных материалов как от высоких, так и низких температур. Это способствует упрощению технологического процесса, поскольку современные композитные материалы являются довольно тонкими, прочными, податливыми к деформациям, не теряя при этом своих теплоизоляционных свойств, чем так и понравились ведущим компаниям. Перспектива использования таких материалов хорошо прослеживается на примере теплоизоляции отопительных трубопроводов. Аэрогель можно сделать гидрофобным, что позволит забыть о проблемах разрушения полотна от чрезмерной влаги, выделяемой от испарения с поверхности трубопровода. Помимо этого композитные материалы на основе аэрогеля являются очень легкими, что, в свою очередь, благоприятно для экономических показателей компаний по укладке трубопроводов по морскому дну, так как снижение веса позволяет ускорить время доставки и укладки самого трубопровода, повышая производительность выполняемых работ. Примерами таких теплоизоляционных материалов могут послужить разработки компаний «Lavita» в Южной Корее и «Aspen Aerogels, Inc» в Соединенных Штатах. Эти компании тесно взаимодействуют с Российскими, в частности, с «ООО ТД Корда» и ООО «Объединенная промышленная инициатива», которые получили возможность быть официальными представителями на территории Российской Федерации.

Таблица 1 – Характеристика Insuflex 650

Плотность	200 кг/м <sup>3</sup>
Температура применения, max	+ 650°С
Температура применения, min	-40°С
Группа горючести	НГ (не горючий)
Гидрофобность	99 %
Коэффициент теплового расширения	1 %
Свойство сжимаемости	60 кПа при 10 %
	120 кПа при 25 %

Таблица 2 – Состав Insuflex 650

Метилсилированный кварц	40-50 %
Стекловолоконный холст	40-50 %
Диоксид титана	1-5 %
Гидроксид алюминия	1-5 %

Таблица 3 – Теплопроводность Insuflex 650: Вт/(м x К)

Температура, °С	25	200	300	400	500	650
Значение	≤0,020	≤0,022	≤0,025	≤0,029	≤0,049	≤0,065

Таблица 4 – Толщина теплоизоляции стального трубопровода

Температура поверхности трубопровода $T_{в}, °С$	Толщина теплоизоляционного слоя (аэрогель) $\delta_{из}, мм$	Толщина теплоизоляционного слоя (МТБ-43) $\delta_{из}, мм$
500	40	110
450	32	95
400	27	80
350	22	68
300	18	55

Если наука шагнула достаточно далеко и на сегодняшний день возможно получать такие уникальные теплоизоляционные свойства материалов, внедряющихся в повсеместное использование, то почему бы не создать подобную теплоизоляцию, но уже для одежды? Подобным вопросом в свое время задались американские компании Lukla Apparel, создав на основе аэрогеля куртку Endeavor, и OROS Orion, продвинувшиеся в своем развитии дальше, создав целую линию одежды Orion Parka. Оба изобретения успешно прошли испытания в реальных условиях, доказав, что человеку не грозит опасность как на улице в холодное время года, так и в горах, на примере альпинистов, благополучно вернувшихся после восхождения на Эверест в одежде из аэрогеля. Все же одежда от компании OROS Orion является более адаптированной к различным физическим и климатическим нагрузкам благодаря своей запатентованной технологии изготовления ткани «Solarcore», которая сохраняя основные свойства аэрогеля, остается гибкой и дышащей.

Данные прототипы могут послужить отличным подспорьем для создания одежды специализированного назначения, которую можно будет применять не только при средних отрицательных температурах, но и в условиях Крайнего Севера. Производство современной спецодежды позволит повысить производительность труда, путем снижения нагрузки на человека, вызываемой тяжестью, громоздкостью и неудобством нынешней теплоизолирующей одежды.

Комфортные условия нахождения человека в подобной одежде за период рабочей смены благоприятно скажутся не только на физиологическом и психологическом состоянии работника, но и на показателях компании в целом, поскольку работодатели заинтересованы в сохранении профессиональной пригодности сотрудников. Восприятие человеком отрицательных температур в данной одежде позволит снизить риск заболеваний, связанных с переохлаждением организма и вытекающими заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

По данным OSHA, EPA и OECD аэрогель не представляет опасности для здоровья человека, ткань на основе аэрогеля является экологически чистым и безвредным материалом.

Развитие исследований в данном направлении является весьма актуальным на сегодняшний день, но, к сожалению, продвижение, как и создание самой идеи, требует значительных финансовых вложений, останавливающих потенциальный прогресс. В связи с этим, необходимо привлекать как можно больше партнеров и организаций, заинтересованных в итоговом продукте, повышая спрос, но снижая при этом стоимость самого товара.

Более подробное исследование, связанное с созданием такой спецодежды и ее испытанием в условиях с пониженными температурами, приближенными к критическим, а также опытные испытания по анализу физиологических нагрузок при эксплуатации полученного прототипа спецодежды на основе современных методов оценки физиологического состояния и функциональной подготовленности человека, будут представлены в последующих статьях.

### **Библиографический список**

1. *Бабашов, В.Г. Применение аэрогелей для создания теплоизоляционных материалов (обзор) / В.Г. Бабашов, Н.М. Варрик, Т.А. Карасева // Труды ВИАМ. – 2019. – № 6. – С. 33 – 41.*

2. Меньишутина, Н.В. Получение аэрогелей на основе диоксида кремния методом сверхкритической сушки / Н.В. Меньишутина, А.М. Катаевич, И. Смирнова // *Сверхкритические флюиды: теория и практика*. – 2013. – Т. 8, № 3. – С. 49-55.

3. Васильева, И.Л. Перспективы применения аэрогелей в строительстве / И.Л. Васильева, Д.В. Немова // *Alfabuild*. – 2018. Т. 4, № 6. – С. 135-142.

4. Rosizol.com: поставщик теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс]. – СПб.: Корда, 2019. – Режим доступа: <https://www.rosizol.com>, свободный. – Загл. с экрана.

UDC 621.

## **EMISSION OF FORMALDEHYDE INTO ATMOSPHERIC AIR IN THE PROCESS OF WOODWORKING**

**Glebus N.A.**

**Scientific supervisor Khrypovich A.A.**

*Belarusian National Technical University*

*It was established that the main air pollutants in the woodworking process are formaldehyde and phenol. Using the example of Rechitsadrev OJSC, it is shown that 40% of the gross amount of formaldehyde contained in resins enters the atmosphere. The greatest emission occurs when applying resin and pressing chipboards.*

Woodworking is one of the fast-growing and promising industries. Woodworking products are the most popular and cover virtually all branches of the national economy, as more than twenty thousand different products and products are currently produced from wood raw materials [1].

The woodworking industry is engaged in processing and processing of wood, mainly specializes in the production of sawmill materials, furniture, fiberboard and chipboard, matches, door and window blocks, parquet, plywood, sports equipment, etc. To a simple tree turned into a high-quality material, it is necessary to process it correctly. For this purpose, enterprises use special equipment and raw materials. In addition, thanks to advances in wood processing, it is possible to start up the whole tree, down to its last knot [2].