



Результаты ФИЦ ЯНЦ СО РАН в области арктического материаловедения

Директор ИФНГ СО РАН ФИЦ ЯНЦ СО РАН,

д.т.н. Соколова М.Д.

г. Новосибирск, 7 апреля 2021 г.



Приоритетное направление Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013 - 2020 годы

V. Химические науки и науки о материалах

Программа РАН V.45. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов

Программа СО РАН V.45.2. Химические проблемы создания новых функциональных материалов, наноструктурированных покрытий и композитов для различных областей применения (координатор акад. Н.З. Ляхов)

V.45.2.1. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ (руководитель д.т.н. Соколова М.Д.)



Сварка полиэтиленовых труб в раструб при низких температурах окружающего воздуха

Этапы процесса сварки нагретым инструментом в раструб ПЭ труб при низких температурах



1. Предварительный подогрев



2. Выравнивание температур

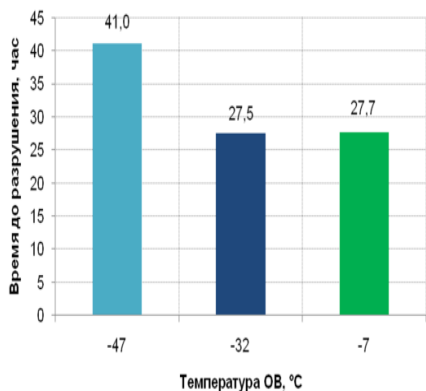


3. Оплавление



4. Охлаждение сварного соединения в теплоизоляционной камере

Время до разрушения образцов при испытаниях в среде с поверхностно-активным веществом при температуре 95°C; Сварка при температуре ОВ – 7°C по стандартной технологии



Впервые разработана технология оперативной сварки полиэтиленовых труб нагретым инструментом в раструб при температурах окружающего воздуха (ОВ) ниже минус 15 °C без использования обогреваемых укрытий. Технология основана на управлении тепловым процессом сварки путем предварительного подогрева, выравнивания температур, оплавления в регламентированном режиме и охлаждения соединения в теплоизоляционной камере.

Параметры режима сварки при низких температурах определялись по разработанной методике на основе моделирования теплового процесса с учетом кинетики кристаллизации полимерного материала. Эффективность разработанной технологии сварки проверена испытаниями на длительное растяжение.

Установлено, что показатели несущей способности раструбных соединений, полученных по разработанной технологии при температурах окружающего воздуха от -50 до -15 °C, не ниже соответствующих показателей соединений, выполненных при допустимых температурах.

Разработанная технология может быть использована при монтаже, ремонте и реконструкции полиэтиленовых трубопроводов в зимних условиях Арктики и Субарктики.

Авторы: д.т.н. Старостин Н.П., к.т.н. Аммосова О.А., к.т.н. Данзанова Е.В., Ботвин Г.В.



Исследование и разработка морозостойких эластомерных материалов

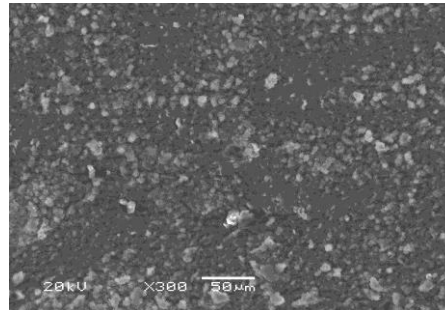
Проведены натурные испытания в условиях резко-континентального климата Республики Саха (Якутия) эластомерных материалов на основе эпихлоргидринового каучука Hydrin T6000, содержащих широко применяемый промышленный противостаритель 6PPD, а также пространственно-затрудненные фенольные противостарители Стафен, СО-3 и СО-4 опытного производства НИОХ СО РАН им. Н.Н. Ворожцова.

Экспонирование образцов эластомеров проведено в течение 24 месяцев на открытой атмосферной площадке ИПНГ СО РАН, а также в углеводородных средах нефти Талаканского месторождения и индустриального масла И-50А.

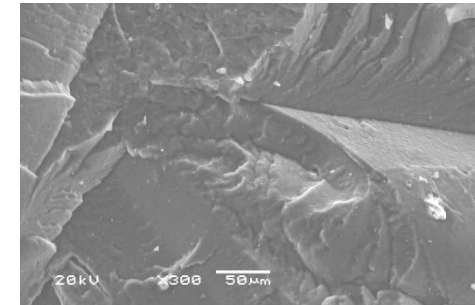


Проведено опытно-промышленное испытание резиновой смеси на основе Hydrin T6000 в составе уплотнений топливной рампы аэродромного тягача Douglas-Kalmar TLB-600 для буксировки воздушных судов массой до 48 тонн, эксплуатируемого в АО «Аэропорт Якутск».

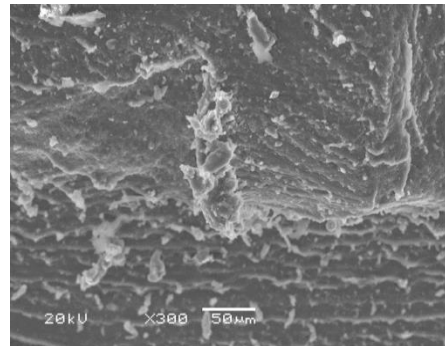
Авторы: д.т.н. Соколова М.Д.,
к.т.н. Федорова А.Ф., к.т.н.
Давыдова М.Л., Халдеева А.Р.



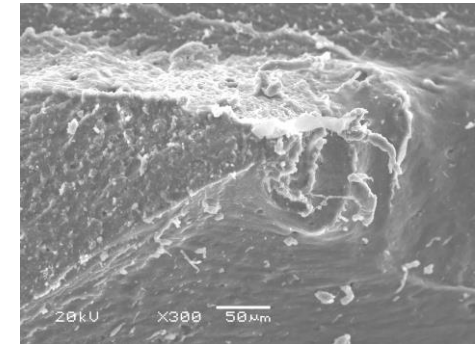
до старения



после старения, без стабилизатора



после старения, стафен

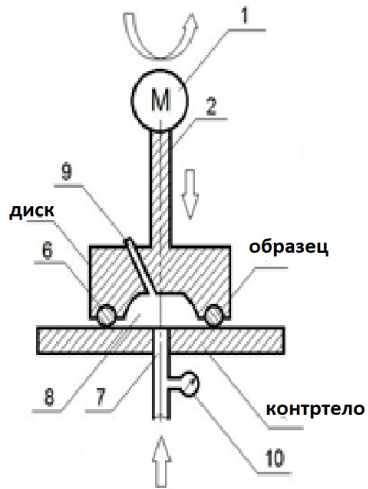


после старения, 6PPD

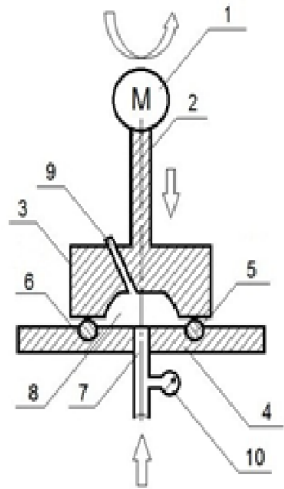


Разработан способ триботехнических испытаний эластомерных материалов при низких температурах окружающего воздуха для оценки работоспособности эластомерных уплотнений в контакте с углеводородной средой

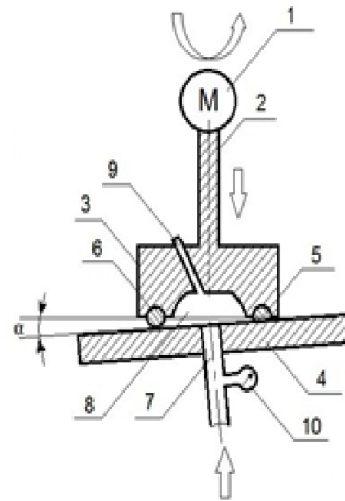
Схема испытаний уплотнений



при вращении диска, с закрепленным образцом и неподвижной плоскости



при неподвижной плоскости с закрепленным образцом и вращении диска



при вращении диска с закрепленным образцом и неподвижной плоскости с наклоном



Авторы: к.т.н. Шадринов Н.В., к.т.н. Герасимов А.И.



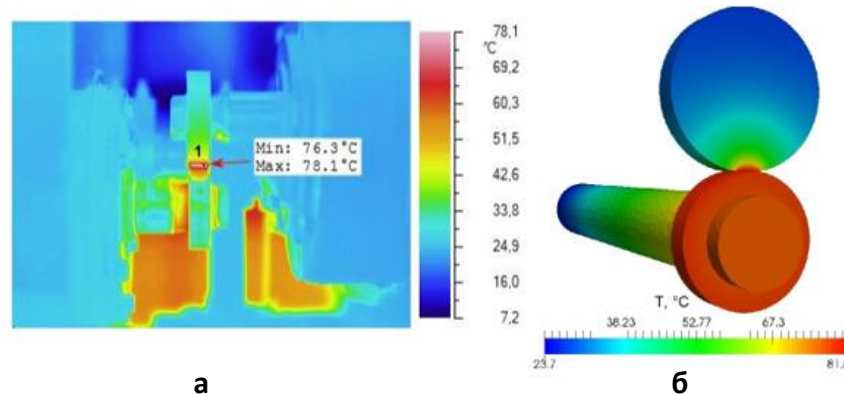


Исследования влияния различных нагрузочно-скоростных факторов на процесс трения скольжения в металлополимерной трибосистеме

Образец	Режим трения		I , мг/ч	f	T_n , °C	S , мм ²	Дорожка трения
	Скорость	Время					
СВМПЭ	0,2 м/с 600 Н	3 ч	0,37	0,29	78,3	75,65	
		ускоренный	-	0,14	53,0	44,7	
	0,2 м/с 700 Н	3 ч	-	-	100,2	99,79	
		ускоренный	-	0,16	65,2	54,2	
0,5 м/с 400Н	3 ч	5,26	0,30	90,0	104,9		
	ускоренный	-	0,23	72,6	49,7		
СВМПЭ +5мас% Белум	0,2 м/с 700Н	3 ч	0,27	0,29	92,6	69,99	
	0,2 м/с 700Н	ускоренный	-	0,21	63,5	56,9	
	0,2 м/с 800Н	3 ч	0,10	0,28	97,8	89,76	
	0,2 м/с 800Н	ускоренный	-	0,21	68,7	66,5	
	0,5 м/с 400 Н	3 ч	1,2	0,29	92,4	70,6	
	0,5 м/с 400 Н	ускоренный	-	0,21	69,2	42,3	

Выявлены закономерности изнашивания, позволяющие определить работоспособность разработанных полимерных материалов на основе СВМПЭ и ПТФЭ в подшипниковых узлах трения при изменении режимов эксплуатации.

Разработан экспериментально-расчетный метод установления допустимых нагрузочно-скоростных режимов эксплуатации разработанных полимерных композитов на основе ПТФЭ и СВМПЭ, позволяющий прогнозировать работоспособность полимерных подшипников скольжения.



Распределение температур:

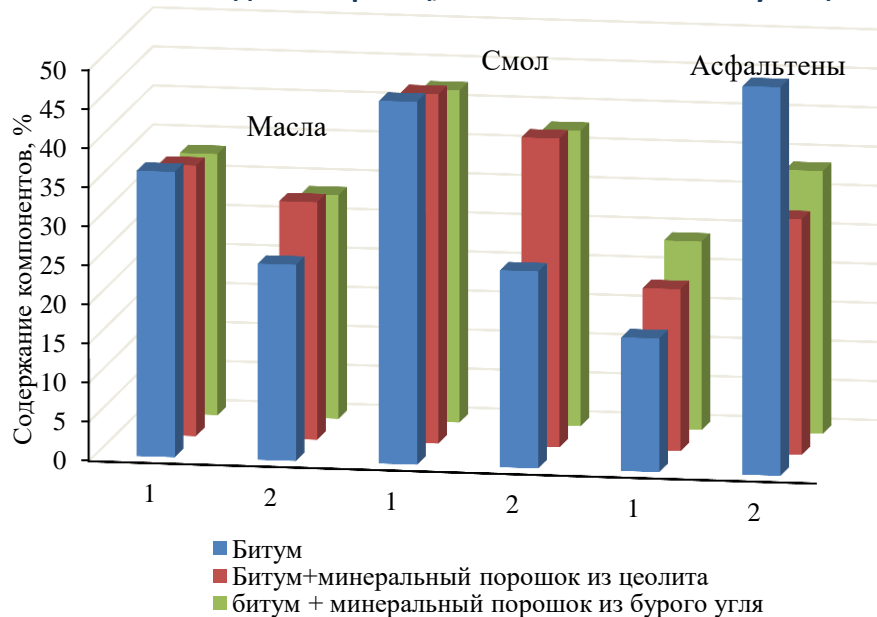
- а) тепловизионный снимок стенда испытаний полимерных композиционных материалов
- б – расчет по математической модели



Исследование коррозионной стойкости и теплофизических свойств асфальтобетонов и оценка их долговечности

Групповой состав битумов

1 - исходный образец, 2 - после 3-х лет эксплуатации



Анализ группового состава битумов позволил установить механизм замедления интенсивности старения органического вяжущего при использовании пористых минеральных порошков из цеолитов и бурых углей, заключающийся в избирательной диффузии низкомолекулярных компонентов битума поровой системой порошков и их последующей миграции на поверхность частиц в процессе эксплуатации.

Обогащение поверхности частиц минеральных материалов маслами и смолами с течением времени позволяет битуму дольше сохранять упругопластические свойства, что замедлит старение вяжущего, а, следовательно, положительно скажется на долговечности асфальтобетонного покрытия.

Анализ мониторинговых испытаний покрытий опытных участков в течение 3 лет подтвердил полученные данные: установлено замедление роста модуля упругости покрытий с использованием порошков из бурого угля и цеолита до 1,8 раз по сравнению с тем же показателем у традиционного асфальтобетона.



← Региональная автомобильная дорога «Умнас»



Федеральная автомобильная дорога «Виллюй» →

Авторы: д.т.н. Попов С.Н., к.т.н. Буренина О.Н., к.т.н. Копылов В.Е.



2020

**39 публикаций в рецензируемых журналах:
WEB of Science – 13 (1 – 3 квартиль, 3 - 4 квартиль)
Scopus – 18
В трудах конференций – 17
Патентов - 2**

В составе исполнителей – 30 н.с.;
Докторов наук – 4;
Кандидатов наук – 14, из них 12 до 39 лет;
49% молодых исследователей до 39 лет,
Средний возраст н.с. – 41,6
Докторов 48, кандидатов наук - 44.
Нацпроект «Наука» - Программа содействия занятости выпускников 2020 г. : 3 выпускника

Защиты кандидатских диссертаций

За время выполнения проекта – 6 кандидатских диссертаций по проекту, по Институту - 12 за посл. 5 лет

Ботвин Глеб Владимирович (научный руководитель – д.т.н. Старостин Н.П.)

Диссертация «Разработка технологии сварки полипропиленовых труб нагретым инструментом в раструб при отрицательных температурах окружающего воздуха», специальность 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии (технические науки), диссовет при ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов "Прометей" им. И.В.Горынина НИЦ "Курчатовский институт" (г. Санкт-Петербург)





**Приоритетное направление Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 - 2020 годы**

V. Химические науки и науки о материалах

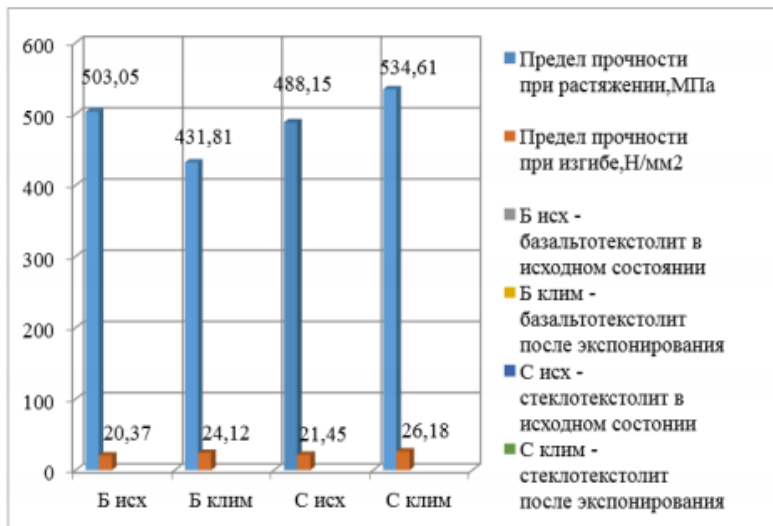
**Программа РАН V.45. Научные основы создания новых материалов с заданными
свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов**

**КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ И БИОКОРРОЗИИ
БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**

(куратор чл.-корр. Лебедев М.П., руководитель к.т.н. Кычкин А.К.)



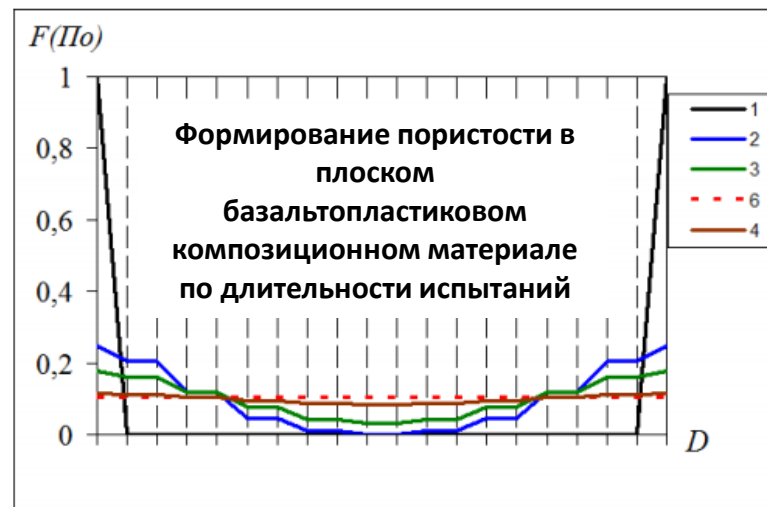
Исследование физико-механических свойств стекло- и базальтотекстолитов до и после экспонирования в условиях экстремально холодного климата



Марка ПКМ	Состояние	Средний размах неоднородностей поверхности, мкм
Базальтотекстолит	Исходное	0,7
Базальтотекстолит	После экспонирования	1,18
Стеклотекстолит	Исходное	1,03
Стеклотекстолит	После экспонирования	4,08

Открытая пористость

Марка ПКМ	Состояние	По, %
Базальтотекстолит	Исходное	0,13
Базальтотекстолит	После экспонирования	0,21
Стеклотекстолит	Исходное	0,44
Стеклотекстолит	После экспонирования	0,27



Марка ПКМ текстолит	Состояние	Коэффициент диффузии D , мм ² /сут.	Начальное влагосодержание, %	Предельное влагосодержание %	Константа релаксации r , 1/сут.	Коэффициент детерминированности
Базальто	исходное	1,417	0,0356	0,208	0,013	0,995
Базальто	после экспони-я	1,461	0,083	0,463	0,009	0,996
Стекло	исходное	1,232	0,035	0,215	0,013	0,996
Стекло	после экспони-я	1,399	0,044	0,252	0,011	0,996



Исследование влияния микроорганизмов на структуру и свойства полимерных композиционных материалов в условиях холодного климата

Наибольшую способность к биозаражению опытных образцов стеклотекстолита и базальтотекстолита показали представители плесневых грибов из родов *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus* и спорообразующие бактерии рода *Bacillus*.

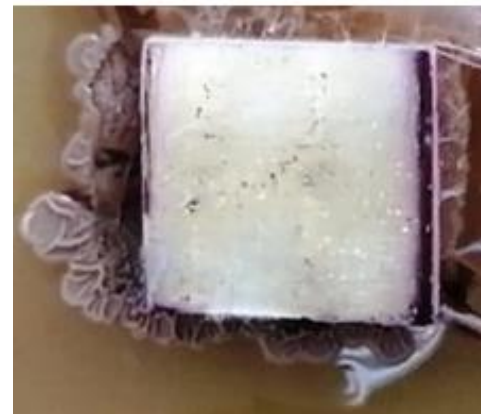
Повышенная влажность ОС и наличие трещин, через которые возможен доступ воздуха к агентам биозаражений способствуют образованию биопленок на поверхностях полимерных композитов и активируют метаболизм микроорганизмов, в процессе которого происходит биодеструкция связующего, что может привести к полному разрушению ПКМ.



Обрастание базальтотекстолита колониями *Bacillus subtilis*, 04.09.2020 г



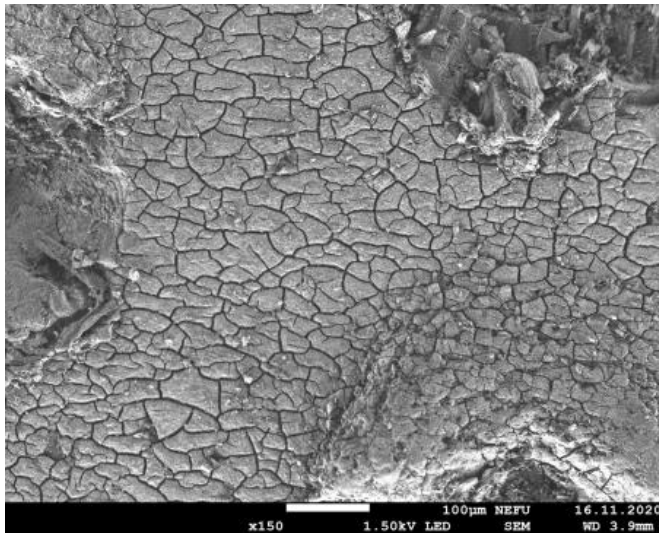
Обрастание базальтотекстолита плесневыми грибами *Rhizopus* sp., 04.09.2020 г.



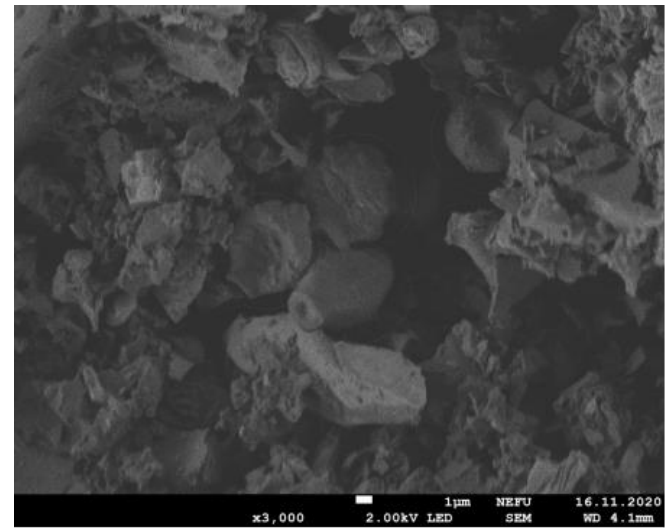
Обрастание стеклотекстолита колониями *Bacillus atropeus*, 04.09.2020 г



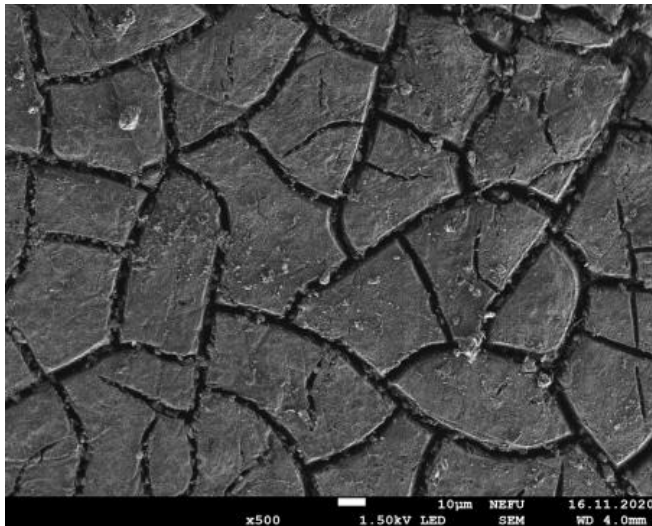
Климатические испытания (август – ноябрь 2020 г.)



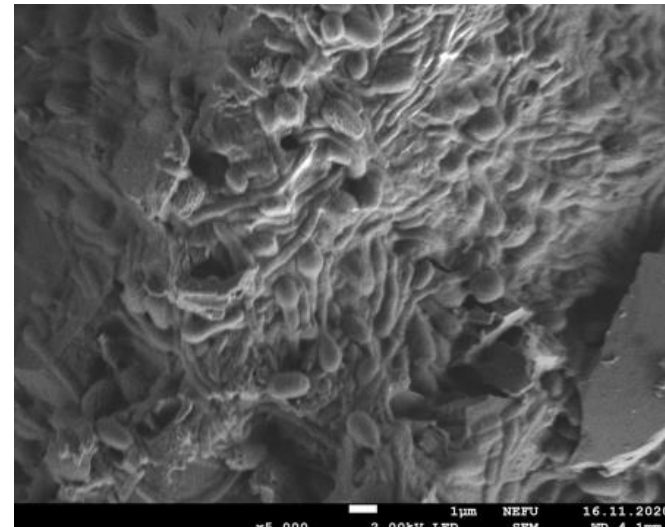
Механическое повреждение поверхности базальтотекстолита, 16.11.2020 г



Мицелий и споры плесневых грибов в трещинах стеклотекстолита, 16.11.2020 г



Механическое повреждение поверхности стеклотекстолита, 16.11.2020 г



Мицелий и споры плесневых грибов в трещинах стеклотекстолита, увеличение $\times 5000,0$; фото от 16.11.2020 г



Публикации

1. Lebedev M.P., Startsev O.V., Kychkin A.K. The effects of aggressive environments on the mechanical properties of basalt plastics// Heliyon. — 2020. — Vol. 6, № 3. — P. e03481. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03481 ((Scopus Q1,Web of Science)
2. Erofeevskaya L.A., Aleksandrov A.R., Kychkin A.K. Prospects for the Use of Spore-forming Bacteria to Combat the Destruction of Polymeric Composite Materials // 2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020 — 753(5) — P.052010. DOI: 10.1088/1757-899X/753/5/052010
3. Кычкин А.К., Ерофеевская Л.А., Кычкин А.А. Микробиологическая диагностика биозаражений текстолитов, экспонируемых в природноклиматических условиях Якутии ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ // Инновации и инвестиции. — 2020. — № 9. — С. 144—148. ISSN 2307-180X DOI: 10.24411/2307-180X-2020-00034
4. Винокуров Г.Г., Стручков Н.Ф., Кычкин А.К., Лебедев М.П. Статистическое описание формирования пористости в базальтопластиковых композиционных материалах при климатических испытаниях // Химическая технология. — 2020. — Т. 21. — № 7. — С.317—324. DOI: 10.31044/1684-5811-2020-21-7-317-324
5. Старцев О.В., Лебедев М.П., Кычкин А.К. Старение полимерных композиционных материалов в условиях экстремально холодного климата // Известия АлтГУ. Физика. — 2020. — № 1 (111). — С.41—51. DOI 10.14258/izvasu(2020)1-06
6. Лукачевская И.Г., Лебедев М.П., Стручков Н.Ф. Влияние внешней среды на свойства полимерных композиционных материалов // Химическая технология. — Т. 21. — 2020. — С. 543—548. ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ПРИНЯТЫХ В ПЕЧАТЬ 2020 г.

Принято к печати

1. Lukachevskaya I. G., Lebedev M. P., Kychkin A. K., Struchkov N. F. Study 107 of influence of climatic factors of North on properties of polymer composite textolites // IOP: Materials Science and Engineering
2. Лукачевская И.Г., Лебедев М.П., Кычкин А.К., Стручков Н.Ф. Исследование влияния климатических факторов севера на свойства полимерных композиционных текстолитов // Сборник трудов IX Eurasian Symposium on the problems of strength and resource in low climatic temperatures (EURASTRENCOLD-2020)
3. Кычкин А.А., Ерофеевская Л.А., Кычкин А.К., Лебедев М.П., Сивцев С.И. Анализ сообществ микроорганизмов-биодеструкторов, выделенных из объектов окружающей среды и полимерных композиционных материалов// статья Журнал «Теоретическая и прикладная экология» На рассмотрении 18.05.2020 ISSN 2618-8406, WOS Scopus ВАК

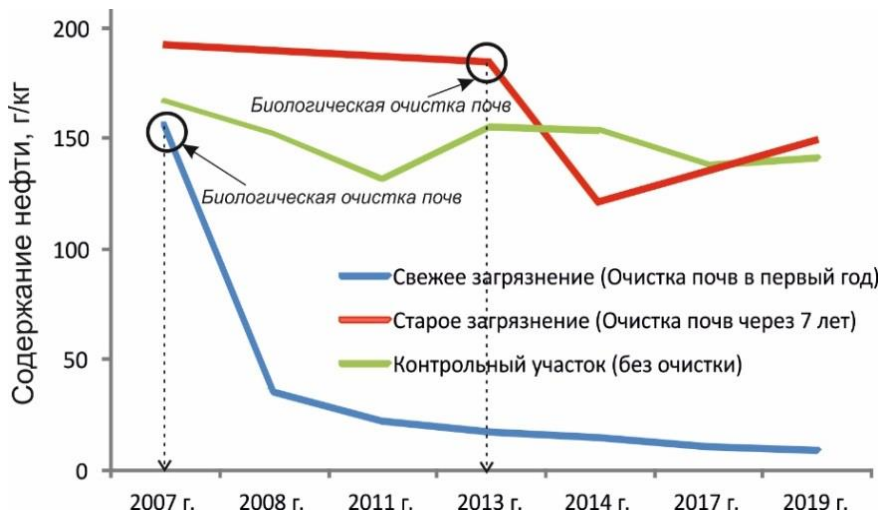


Большая Норильская экспедиция





Научные основы разработки методологии экологического мониторинга и реабилитации нарушенных экосистем криолитозоны на объектах нефтегазодобывающих комплексов, руководитель к.х.н. Ю.С. Глянцева



Динамика восстановления нефтезагрязненных почв при биологической очистке



Загрязненный участок до биологической очистки

Содержание нефтепродуктов 35151 мг/кг



Участок через 2 месяца после биологической очистки

Содержание нефтепродуктов 14950 мг/кг



Участок через 3,5 месяца после биологической очистки

Содержание нефтепродуктов 3254 мг/кг

Впервые в условиях криолитозоны проведен 14-летний мониторинг территории, подвергшейся аварийному разливу нефти.

Установлены основные этапы трансформации нефтяных углеводородов в природных условиях.

Проведены эксперименты по биологической очистке почв от нефтезагрязнений.

Результаты исследований показали, что в случае свежего загрязнения даже однократное проведение биологической очистки постепенно в течение 10-12 лет привело к восстановлению почвы. Очистка старого загрязнения дала только разовый эффект, который в дальнейшем был нивелирован процессами миграции загрязнения, что не ускорило процессы восстановления почвы в целом.

Разработан эффективный способ биологической очистки почв, отличающийся высокой выживаемостью внесенных аборигенных углеводородоокисляющих микроорганизмов.

Спасибо за внимание!

