

По проекту VIII.73.1.6. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности акватории моря Лаптевых и прилегающих районов континентального сектора Сибирской платформы (научный руководитель чл.-к. РАН А.Ф. Сафронов) **программы VIII.73.1.** Проблемы региональной геологии, седиментологии, органической геохимии и нефтегазоносности осадочных бассейнов Сибири и акватории Северного Ледовитого океана (координаторы чл.-к. РАН В.А. Конторович, чл.-к. РАН А.Ф. Сафронов).

Получены следующие результаты:

- анализ истории геологического развития территории восточной части Сибирской платформы (включая Лаптевскую плиту) позволяет сделать вывод о том, что осадочный чехол в ее пределах сложен отложениями однотипных по своему развитию разновозрастных осадочно-породных бассейнов (ОПБ), которые на рассматриваемой территории образуют в целом непрерывно-прерывистый ряд. Осадочный чехол восточной части Сибирской платформы сложен отложениями «каледонского», «герцинского» и «кайнозойского» ОПБ, которые развивались по единой схеме: рифтовая, пассивноокраинная, коллизионная и постколлизионная стадии. Прерывистость подчеркивается стратиграфическими перерывами и значительными по своей глубине денудационными размывами на границах между ОПБ. Формирование всех выделенных ОПБ начиналось в режиме растяжения. Характерной особенностью «каледонского» и «герцинского» ОПБ является наличие сквозных (регенерированных) структур (Вилуйская и Оленекская зоны авлакогенов), представлявших собой зоны растяжения, через которые могло происходить соединение внутрикратонных структур с образующимися суб- или океаническими бассейнами. Продолжительность этапов рифтегенеза сокращается по мере омоложения возраста их проявления. Достаточно четко фиксируется и тенденция уменьшения стратиграфического диапазона (длительности развития), размеров ОПБ, смена преимущественно карбонатного по составу разреза существенно терригенным в ряду от «каледонского» к «кайнозойскому». Весьма четко фиксируется в пределах рассматриваемой территории перемещение депозитов толщин против часовой стрелки – при переходе от «каледонского» ОПБ к более молодым. Формирование «кайнозойского» ОПБ рассматриваемой территории (Лаптевская плита) связано с проявлением поздне мелового - кайнозойского этапа рифтогенеза в пределах всей Арктической геодепрессии. Раскрытие Евразийского бассейна на рубеже позднего мела и палеогена привело к погружению территории современного шельфа моря Лаптевых, который еще в верхнем мелу представлял собой аккумулятивную приморскую равнину, аналогичную существовавшей в мезозое на территории современной Вилуйской синеклизы. В настоящее время «кайнозойский» ОПБ в пределах шельфа моря Лаптевых находится на пассивно-окраинной стадии;

- в соответствии с принятой схемой развития построены палеогеографические схемы для 6 стратиграфических уровней осадочного чехла Лаптевской плиты (шельф моря Лаптевых);
- построен профиль континент (Лено-Анабарский прогиб) – пассивная континентальная окраина (шельф моря Лаптевых), из которого следует, что структура пассивной континентальной окраины надвинута на структуру Лено-Анабарского прогиба.

Проведенная, выделенным институтом по программе импортозамещения переносным газовым хроматографом (производство ИНГГ СО АН), геохимическая съемка выявила совпадение повышенных концентраций бензола, толуола, этилбензола и ксилола с установленным ранее ИПНГ СО РАН естественным выходом нефти на дневную поверхность, который приурочен к северо-западной периклинали крупной Белькачинской локальной структуры (рис), прогнозные ресурсы которой оцениваются в 90-100 млн.т. нефти.

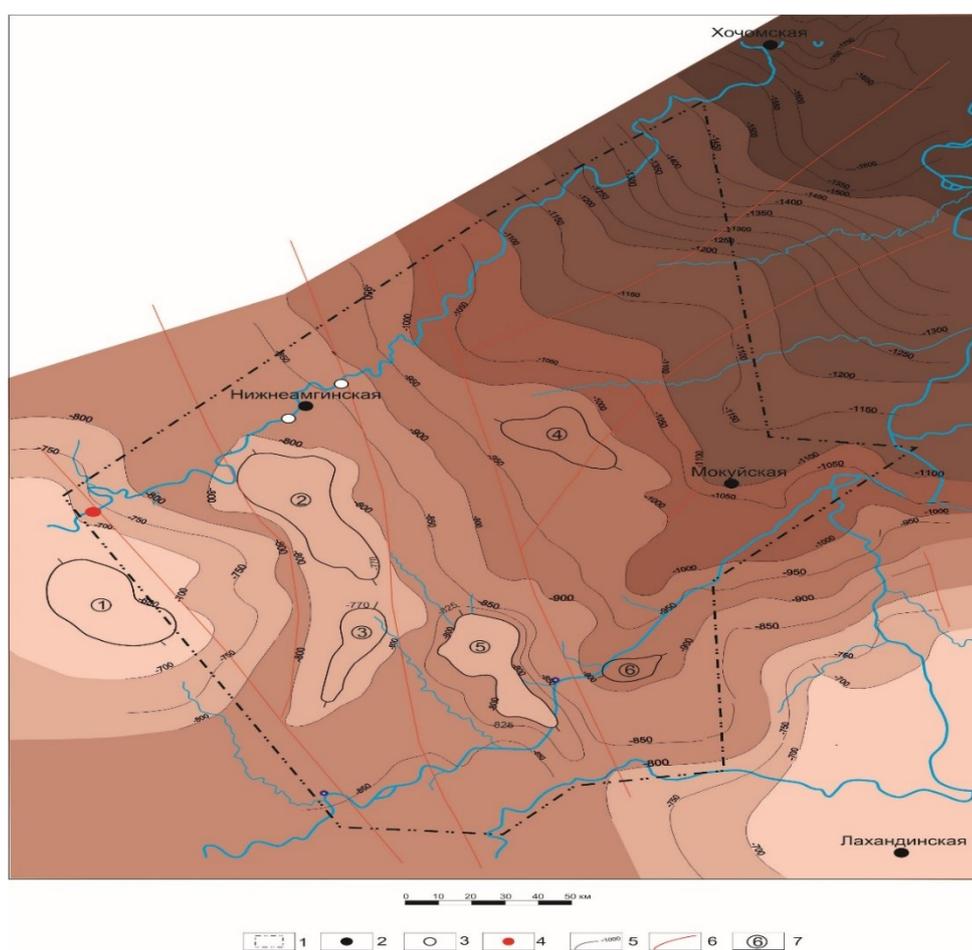


Рис. Структурная карта междуречья рек Алдан и Амга по подошве венда.

Условные обозначения: 1- граница Алдано-Амгинского участка, 2- глубокие скважины, 3- гидрогеологические скважины, 4 – естественный выход нефти, 5- изогипсы по подошве вендских отложений (м), 6-разломы, 7 - номера локальных структур.

Локальные структуры: 1-Белькачинская, 2- Билирская, 3- Южно-Билирская, 4 –Тарынг-Эльгинская, 5- Мильская, 6- Тарынгская.

По проекту VIII.73.2.4. «История формирования и эволюции нефтегазоносных систем в Вилюйском рифтогенном осадочном бассейне» (научный руководитель: к.г.-м.н. Чалая О.Н.)
Программы VIII.73.2. Основы теории нефтидогенеза, история формирования и эволюции нефтегазовых систем в докембрии и фанерозое (координаторы: ак. А.Э. Конторович, д.г.-м.н. Л.М. Бурштейн).

Геолого-геохимические данные свидетельствуют о том, что **основной нефтегазогенерирующей толщей** являлись верхнепалеозойские угленосные отложения, содержащие большие массы ОВ, способного генерировать УВ, в том числе нефтяного ряда, с которыми связывается потенциальная нефтеносность верхнепалеозойско-нижнемезозойских отложений всей Лено-Вилюйской НГП. Изученные нефтепроявления относятся к генетическому типу нефтидов, генерированных гумусовым ОВ континентальных фаций.

Источниками прогнозируемых ресурсов нефти на рассматриваемой территории **могут быть и доманикоидные кембрийские отложения**, исключительно высоко обогащенные ОВ морских фаций (синская, иниканская, куонамская и др. свиты и их аналоги), способным генерировать нефти другого генетического типа. В соответствии с распространением по разрезу и территории двух основных нефтегазогенерирующих толщ и выявленных нефтидопроявлений была построена схема распространения выделенных двух генетических типов нефтей и возможных зон их гипергенного преобразования на территории Вилюйской синеклизы и прилегающих структур (рисунок).

Генетический тип нефтей, генерированных гумусовым ОВ, можно ожидать в центральной и северо-восточной частях Вилюйской синеклизы и прилегающих районах Ленской ветви Предверхоянского прогиба и широтной части Алданской ветви, а также в приосевой и северо-западной частях Лено-Анабарского прогиба. Гипергенно преобразованные нефти этого типа могут быть обнаружены в северо-западной и западной частях Вилюйской синеклизы в зоне выклинивания пермо-триасовых отложений, а также на южном крыле Лено-Анабарского прогиба в отложениях перми.

Полоса регионального развития доманикоидных отложений прослеживается под мезозойско-верхнепалеозойским мегакомплексом вдоль восточного обрамления Западно-Якутской рифтовой системы от северного склона Алданской антеклизы до южной окраины Анабарской антеклизы включительно. ОВ древних отложений формировалось за счёт планктоногенно-водо-

рослевого материала морских фаций, характерной особенностью которого является способность генерировать большое количество жидких углеводородных флюидов. Высокий нефтематеринский потенциал доманикоидных отложений может указывать на присутствие в кембрийских отложениях нефтяных залежей, генезис которых связан с аквагенным ОВ.

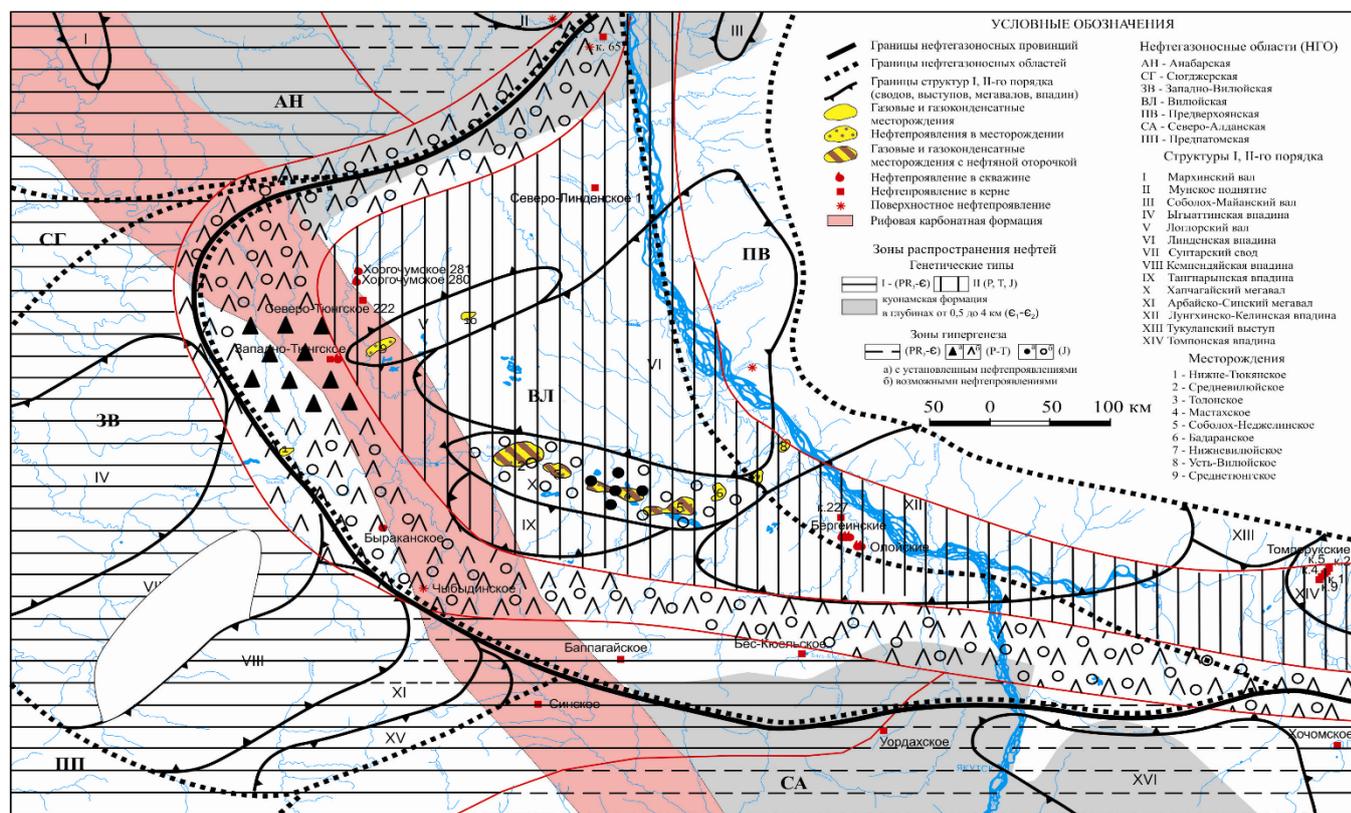


Рис. Схема распространения нефтепроявлений, генетических типов нефтей и возможных зон их гипергенного преобразования на территории Вилуйской синеклизы и прилегающих структур.

По проекту VIII.73.4.4. Геологические и термодинамические условия формирования и сохранения скоплений гидратов природных газов в земной коре, физико-химические основы методов их разработки (научные руководители: д.т.н., проф. Бондарев Э.А., к.т.н. Шиц Е.Ю.) программы VIII.73.4. Научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья в Сибири в XXI веке (координаторы ак. А.Э. Конторович, чл.-к. РАН В.А. Каширцев)

Этап 2014 года: Анализ термодинамических условий образования техногенных гидратов на месторождениях Якутии и выявление характерных закономерностей в их составе и структуре

Расчеты равновесных условий образования гидратов по компонентному составу пластового

газа для 200 скважин 20 месторождений Якутии показали, что на месторождениях Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции возможно образование гидратов кубической структуры КС- II, гидратообразующими компонентами которых являются пропан, изобутан и н-бутан. Пластовые условия месторождений Лено-Виллюйской нефтегазоносной провинции исключают гидратообразование в продуктивных пластах. Однако, при разработке и эксплуатации месторождений вследствие изменения термобарических условий в призабойной зоне пласта возможно техногенное гидратообразование в эксплуатационных скважинах.

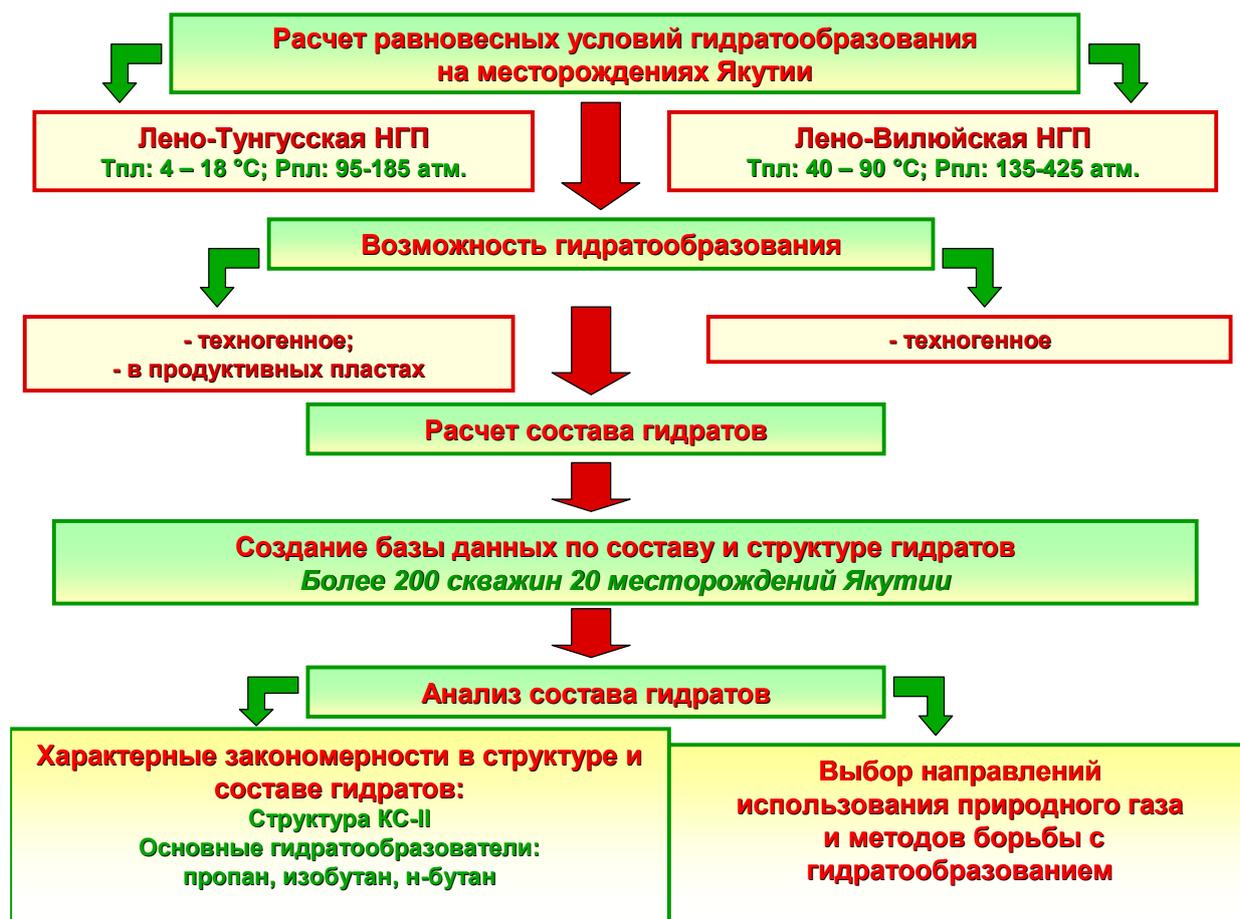


Рис.1. Термодинамические условия образования гидратов на месторождениях Якутии и характерные закономерности в структуре и составе гидратов

Состав гидратов природных газов месторождений Якутии был рассчитан по методике Д. Слоана с использованием программы PhaseEqCsmhyd. Впервые, состав гидратов месторождений Якутии сведен в единую электронную базу данных ИПНГ СО РАН. На рисунке 2 представлен пример отчетного листа из созданной базы данных.

РАСЧЕТ СОСТАВА ГИДРАТА				
Месторождение Иреляхское				
Скважина №15501. Горизонт улаханский. Интервал 2129-2133 м.				
Дата исследования скважины 7-10 апреля 1987 г.				
$P_{пл.}=161,50$ кгс/см ² ; $T_{пл.}=+10,0$ °С.				
$P_{равн.}=34,27$ атм; 3-фазовое равновесие: L _ж -Н-V				
Компоненты	Состав пластового газа, % мол	Содержание в гидрате, % мол	Степень заполнения малых полостей	Степень заполнения больших полостей
Метан	86,06	66,47	0,7988	0,1242
Этан	3,75	3,72	0	0,0963
Пропан	1,4	24,05	0	0,6228
Изобутан	0,2	4,82	0	0,1249
Н-бутан	0,39	0,93	0	0,0242
Пентан+высшие	0,53	0	0	0
Углекислый газ	0,03	0,001	0,0001	0,0001
Азот	7,26	0	0	0
Водород	0,02	0	0	0
Гелий	0,36	0	0	0
Всего	100	99,991	0,7989	0,9925

28 октября 2014 г. Страница 1 из 1

Рис. 2. Отчетный лист базы данных

В базе данных приведены: компонентный состав исходного природного газа, пластовые температура и давление, равновесное давление гидратообразования при пластовой температуре, состав гидрата, степени заполнения больших и малых полостей. Разработанная база данных позволяет проводить анализ состава гидратов, образующихся из природных газов известного состава различных месторождений, исходя из пластовых условий, выбирать направления использования добываемого природного газа, а так же методы борьбы с гидратообразованием.

По Проекту V.45.2.1. Исследование физико-химических особенностей формирования морозостойких композиционных материалов и прогнозирование их долговечности в условиях холодного климата (научный руководитель, д.т.н. С.Н. Попов) **Программы СО РАН V.45.2.** Химические проблемы создания новых функциональных материалов, наноструктурированных покрытий и композитов для различных областей применения (координатор акад. Н.З. Ляхов)

1. Установлено, что использование приема механической активации поверхности базальтовых волокон приводит к интенсификации межфазного взаимодействия полимер-волокно и трансформации исходной фибриллярной и фибриллярно-ленточной структуры полимеров (СВМПЭ, ПТФЭ) в сферолитную (рис.1). Изменения в структуре полимерных композитов приводят к улучшению их эксплуатационных характеристик. Изменение свойств композита связано с формированием новой структуры: волокна, пронизывая полимерную матрицу во всех направлениях, выполняют не только каркасную функцию, придающие полимерному композиту жесткость и высокую износостойкость, но и оказывают структурно-морфологическое воздействие на полимерную матрицу.

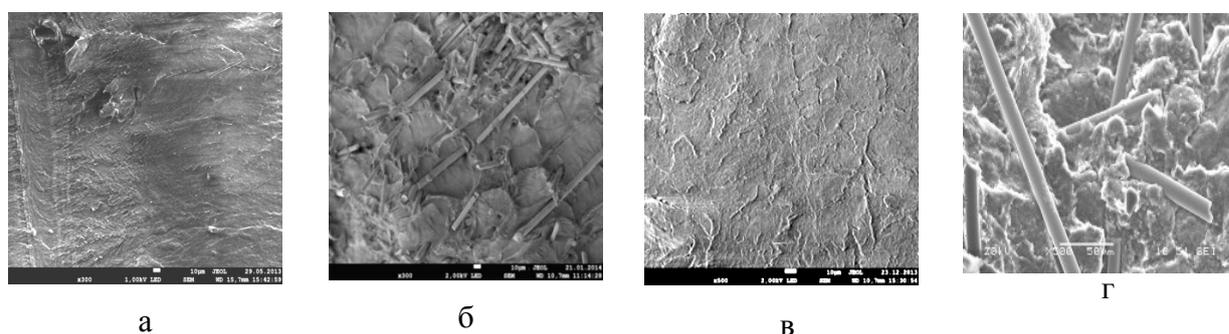


Рис. 1. Надмолекулярная структура ПКМ: а) СВМПЭ; б) СВМПЭ-БВ; в) ПТФЭ; г) ПТФЭ-БВ

Структурно модифицирующее влияние механоактивированных базальтовых волокон в полимерной матрице проявляется при концентрациях 2-5 мас.%. При этом наблюдается повышение прочности полимерных композиционных материалов на 15-50 %, относительного удлинения в 1,5-1,8 раза, износостойкости в 475 раз для ПТФЭ, и трехкратного для СВМПЭ.

2. Разработано оригинальное оборудование для исследований триботехнических свойств полимерных материалов при естественно-низких температурах атмосферного воздуха, отличительным признаком которого является выносной узел трения, позволяющий проводить одновременное испытание четырех образцов (рис.2). Исследования полимерных композитов обеспечивается в динамическом режиме по схеме трения «вал-втулка», наиболее достоверно имитирующей работу подшипников скольжения и подвижных уплотнений. Скорость скольжения- до 0,39 м/с, общая нагрузка на втулки – до 432 Н. Стенд введен в эксплуатацию. На разработанную полезную модель получен патент РФ.

В результате проведенных предварительных экспериментов установлено, что при проведении исследований триботехнических характеристик полимерных композитов изучаются при температурах атмосферного воздуха в диапазоне температур от минус 40 до минус 25⁰ С отрицательные значения температуры поверхностей трения наблюдаются только для стартовых моментов. После старта генерируемое в результате трения тепло достаточно быстро повышает

температуру контактной поверхности и низкотемпературные эффекты наблюдаются только в достаточно ограниченный промежуток времени. При низкотемпературных стартовых моментах коэффициент трения и износ материалов возрастают. Более конкретные показатели для различных полимеров и композитов будут получены при продолжении исследований.

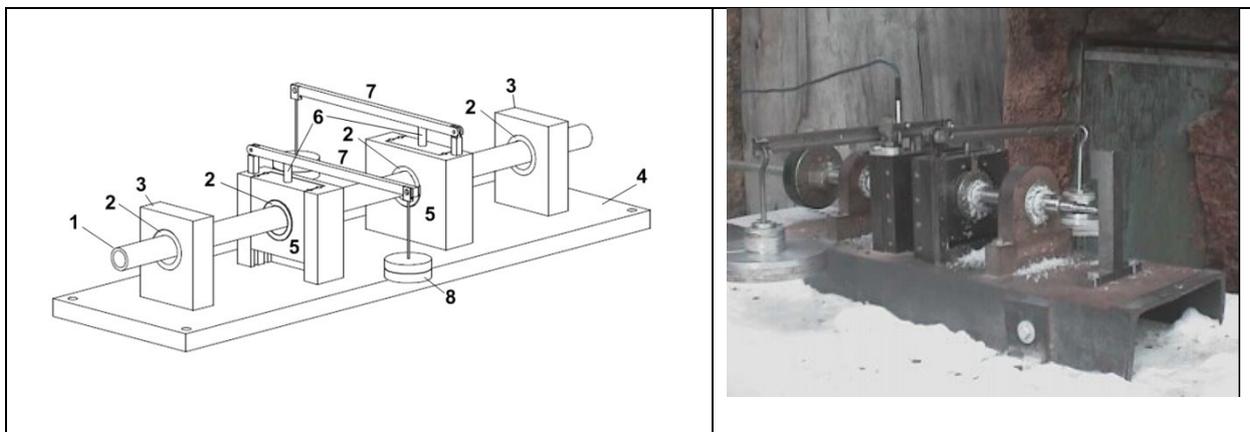


Рис.2. Схема и реальное изображение выносного узла трения, для испытаний материалов при низких температурах атмосферного воздуха, где: 1 - стальной вал (контр-тело); 2 - исследуемые образцы; 3 - крайние обоймы; 4 - станина; 5 - средние обоймы; 6 - штыри; 7 - рычаги; 8 - груз (гири).

3. Результатами исследований структуры межфазных областей в полимерэластомерных композитах показана высокая эффективность механоактивации дисперсных компатибилизаторов, благодаря которой активизируются процессы совмещения БНКС-18 и СВМПЭ за счет большей концентрации нанонаполнителей на границе раздела фаз, обеспечивающей повышенную прочность межфазных слоев.

В ходе исследований разработано специальное устройство совместимое с АСМ, позволяющее исследовать процесс деформирования образцов (Патент РФ). Расчет основных характеристик, получаемых на АСМ (рис.3), позволяет оценить глубину разрыва на границе раздела фаз при различных степенях деформации. Установлено, что для образцов полимерэластомерных композитов, изготовленных без активированного цеолита, глубина разрыва между СВМПЭ и БНКС-18 значительно больше, чем у образца с активированным цеолитом, что свидетельствует об образовании более прочной развитой межфазной границы при использовании компатибилизатора (табл. 1).

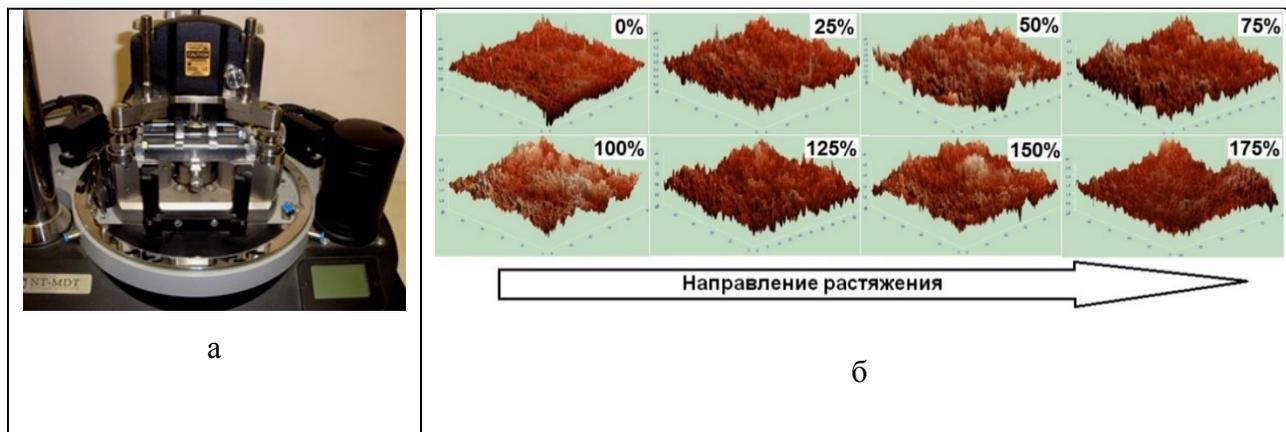


Рис. 3. а - устройство с растягивающим механизмом для АСМ; б - изображения рельефа поверхности полимерэластомерных композитов при различных степенях деформации. Размер сканов 50х50 мкм

Таблица 1. Глубина разрыва между фазами при различных степенях деформации

Глубина разрыва между СВМПЭ и БНКС-18, мкм	Степень деформации, %							
	0	25	50	75	100	125	150	175
без цеолита	5,9	7,0	8,0	8,3	9,4	11,9	-	-
с механоактивированным цеолитом	0,9	1,1	1,7	1,9	1,9	2,1	-	-

В результате проведенных экспериментов установлена взаимосвязь между структурными характеристиками механоактивированных наполнителей (природного цеолита и нанощпинели магния), использованных в качестве компатибилизаторов для системы «СВМПЭ-каучук БНКС-18», и структурой переходного слоя в полимерэластомерных композитах. Показано, что применение механоактивированных наполнителей позволяет значительно уменьшить разрыв на границе раздела полимерных фаз при деформациях до 125%.

Результаты исследований позволяют обоснованно выбирать компатибилизаторы и режимы их механоактивации для получения полимерэластомерных композитов с улучшенными физико-механическими свойствами.

4. Разработаны технологические режимы изготовления модифицированного битума для использования в качестве эффективного связующего асфальтобетонов с улучшенными техническими свойствами. Применение в качестве модификаторов широко распространенных органоминеральных веществ (цеолита, бурого угля, сапропеля) позволяет до 4 раз повысить

прочность при сжатии асфальтобетонных образцов и на 10-20 °С понизить температуру смешения асфальтобетонной смеси (табл. 2).

Таблица 2

Основные технические свойства асфальтобетонов

Наименование смеси	ρ_m , г/см ³	ρ_m^M , г/см ³	$V_{пор}^o$, %	W, %	$\sigma_{сж}$, МПа			ΔR_c ж, %
					0°С	20°С	50°С	
Щебень 93 мас.% + битум 7 мас.% + 10 мас.% акт. сапропель	2,1	2,0	8,6	0,4	10,8	3,6	1,3	24,4
Щебень 93 мас.% + битум 7 мас.% + 10 мас.% акт. бурый уголь	2,1	2,0	9,0	0,4	15,7	4,5	2,8	15,9
Щебень 93 мас.% + битум 7 мас.% + 10 мас.% акт. цеолит	2,3	2,1	11,0	0,5	18,7	10,2	5,7	17,7
ГОСТ 9128-2009	-	-	-	-	9,0	2,5	1,0	-

Примечание: ρ_m -средняя плотность; ρ_m^M -средняя плотность минеральной части; $V_{пор}^M$ - пористость минеральной части; $V_{пор}^o$ -остаточная пористость; W -водонасыщение; $\sigma_{сж}$ - прочность при сжатии; $\Delta R_{сж}$ – потеря прочности при сжатии после 50 циклов замораживания – оттаивания.

5. В результате многолетних исследований обоснована возможность применения в экстремальных арктических условиях изделий из стеклопластика.

Разработаны конструкции и начаты совместно с ОАО АК «Якутскэнерго и ОАО «Сахаэнерго» эксплуатационные испытания опор высоковольтных ЛЭП и их элементов в г. Якутске (холодный климат), п. Тикси (арктический восточный климат) и Оймяконье (очень холодный климат) (рис. 4 и 5).

В с. Амга построен стеклопластиковый пешеходный мост длиной 100 м (рис. 6).

Согласно прогнозным оценкам долговечность стеклопластиковых конструкций составит до 110 лет, работоспособность будет обеспечиваться при температурах до минус 65 °С. Преимуществами стеклопластиковых конструкций также являются низкий вес, негорючесть, стойкость к гниению.

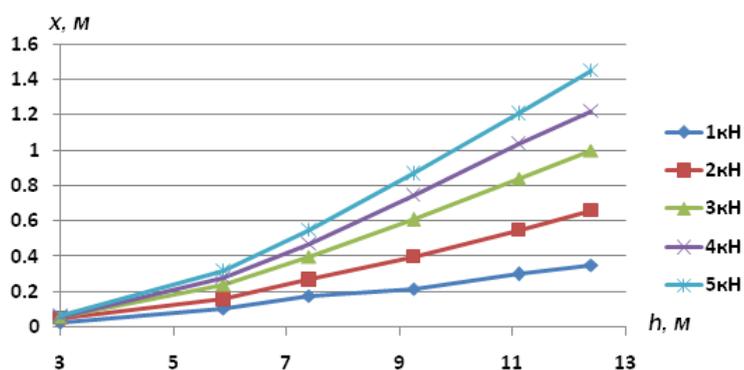


Рис. 4. Стеклопластиковая опора ЛЭП 10 кВ Оймякон, Республика Саха (Якутия).

Рис. 5. Стендовые испытания стеклопластиковой опоры.



Рис. 6. Стеклопластиковый пешеходный мост в с.Амга.