

## Механика материалов: прочность, ресурс, безопасность

### К 45-ЛЕТИЮ ИНСТИТУТА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА СО РАН

В 2015 г. Институту физико-технических проблем Севера СО РАН исполнилось 45 лет.

В 1970 г. Николай Васильевич Черский инициировал создание специального института, занимающегося актуальными физико-техническими проблемами Севера. Заместителем директора стал В. П. Ларионов — молодой специалист, выпускник МВТУ им. Баумана. Владимир Петрович возглавлял Институт на протяжении почти 20 лет, стал первым академиком РАН из народа Саха и председателем Президиума ЯНЦ СО РАН. За годы его работы институт отмечен различными наградами, государственными премиями и медалями международных выставок. Но самое главное, институт явился непосредственным участником инновационного процесса в Республике. Он обеспечивает диагностику и безопасное функционирование транспортных систем (водоснабжения, газонефтепроводов, большегрузного транспорта, железной дороги), энергообеспечение города Якутска, строительство инфраструктуры в условиях криолитозоны. Ученые института разрабатывают новые материалы для Севера, предлагают решения фундаментальных проблем в области прогноза и предотвращения катастрофических разрушений, оценки и продления ресурса конструкций и машин в экстремальных климатических условиях Арктики.

В Институте работает самое современное оборудование, подрастают молодые кадры, которым квалифицированные опытные специалисты постепенно передают свой опыт. Кроме прикладных разработок, Институт выполняет ряд фундаментальных научно-исследовательских программ в рамках приоритетных направлений Российской академии наук.

Следует отметить успехи Института в области исследования и разработки новых материалов с повышенной прочностью и износостойкостью методами комбинированной интенсивной пластической деформации, термообработки и электропластического пресования, так называемых наноструктурированных сталей и сплавов, закономерностей изнашивания твердосплавных материалов, механизма низкотемпературного вязкохрупкого перехода, многомасштабного моделирования конструкционных материалов и наносистем, математического моделирования процессов протаивания грунтов и поведения многофазных гетерогенных систем с фазовыми переходами.

В последние годы во всем мире растет интерес к освоению Арктической зоны и Российского Севера.

В связи с этим важнейшими проблемами являются безопасность природно-техногенной сферы в условиях глобального изменения климата, защищенность не только человека, но и природы от техногенного воздействия добывающих и перерабатывающих производств. Это относится как к крупным населенным пунктам, энергетическим комплексам и линиям передачи электроэнергии, так и к транспортным системам — железной дороге, автодорогам, резервуарам, нефтепроводам, газопроводам.

Следует отметить, что экстремальные природно-климатические условия Арктики, кроме низких температур, включают постоянный ледовый покров или дрейфующие льды в арктических морях, а большая часть Якутии находится в зоне многолетней мерзлоты, требующей специальных подходов к возведению промышленных объектов и инфраструктуры. Для этих территорий характерны очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения и низкая плотность населения (1–2 чел. на 10 км<sup>2</sup>), удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России (это требует в первую очередь решения проблемы обновления Северного морского пути).

Вследствие большой уязвимости северной природы особое внимание необходимо уделять технологиям полной защиты от техногенных аварий, чрезвычайных ситуаций и производственной деятельности человека.

Неконтролируемое развитие аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса, связанных с взрывами и пожарами, приводит к значительным разрушениям и к гибели людей. Расчетный анализ в рамках концепции приемлемого, или допустимого, риска в настоящее время не может обеспечить надежную защиту, не учитывает накопление опасных факторов и их взаимное усиление, а также деградацию материалов.

Деятельность Института в этой области позволяет на современном уровне проводить диагностику аварий и разрушений, давать прогноз и предотвращать их в дальнейшем.

В 2015 г. исполнилось 90 лет Якутской комплексной экспедиции, организованной академией наук СССР. Целью экспедиции при ее создании было изу-

чение производительных сил Якутии совместными усилиями Академии наук страны и Якутской республики. А результаты ее работы определили дальнейшую судьбу огромного региона, программу его освоения, показали пример государственного подхода к развитию богатейших северных территорий. Эти экспедиционные исследования положили начало процессу формирования сети научных учреждений Якутии.

Но если в ходе работы первой комплексной экспедиции была решена такая стратегическая задача, как изучение природных ресурсов с перспективой их дальнейшей эксплуатации, то организуемая вторая Якутская комплексная научно-исследовательская экспедиция должна включить задачу сохранения экологического баланса в условиях глобальных природных

процессов и техногенного воздействия человека на Север и Арктику.

В область интересов современной экспедиции входят поиск и разработка наиболее эффективных, щадящих технологий добычи минерального, органического и биологического сырья, методов ресурсо- и энергосбережения, создания эффективной энергетики в условиях Крайнего Севера с привлечением нетрадиционных и автономных источников энергии.

Ниже представлена серия статей, показывающих несколько направлений перспективных исследований Института, развитие которых совместно с коллегами из центральных институтов РАН могло бы внести существенный вклад в решение задач, стоящих перед наукой на Севере.

© Заместитель директора ИФТПС СО РАН,  
действительный член Академии наук Республики Саха (Якутия),  
докт. техн. наук В. В. Лепов

УДК 620.163.4:621.135.2

## ОЦЕНКА РЕСУРСА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

© А. В. Григорьев, В. В. Лепов<sup>1</sup>

*Статья поступила 15 октября 2014 г.*

В ходе эксплуатации локомотивного колеса сталь, из которой оно изготовлено, подвергается воздействию статических, динамических и усталостных нагрузок. В экстремальных условиях Севера ресурс работы таких колес сокращается в несколько раз. В связи с этим проведены испытания колесной стали на ударную вязкость и дана оценка накопления в ней повреждений с учетом контактной усталости в условиях низких климатических температур Центральной Якутии. На основе оценки накопления повреждений предложена методика расчёта ресурса бандажа локомотивного колеса.

**Ключевые слова:** разрушение; поврежденность; бандаж локомотивного колеса; ударная вязкость; ресурс.

В процессе эксплуатации железнодорожной техники, в частности таких сильно нагруженных элементов, как колесо и рельс, происходит накопление повреждений различного характера. В конечном счете это приводит к преждевременному выходу техники из строя. Большое значение при этом имеет не только выявление механизмов, но и моделирование процессов накопления повреждений и разрушения, имеющих свои особенности в экстремальных условиях эксплуатации.

Для оценки повреждений техники локомотивного парка предприятия ОАО АК «Железные дороги Якутии» [г. Алдан, Республика Саха (Якутия)] собраны

данные по дефектным колесным парам, подлежащим обточке. Исследованы тепловозы различных марок: 2ТЭ10М-2235, 3ТЭ10МК-2795, GE-0884, ТЭМ2-5010.

В результате проведенных исследований установлено преобладание контактно-усталостных дефектов, таких как выщербины, выкрашивания, раковины на поверхностной части бандажа локомотивного колеса [1]. В процессе эксплуатации дефекты развиваются от поверхности катания в глубь металла, что при неблагоприятных обстоятельствах ведет к аварии или крушению поезда [2]. Образование таких дефектов приводит к снижению среднего ресурса деталей, а также к затратам на приобретение новых. Как показали механические испытания [3], пластичность материала бандажа локомотивного колеса при низких температу-

<sup>1</sup> Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН, г. Якутск, Россия;  
e-mail: lepov@iptpn.ysn.ru