

УДК 678.4.074:678.4.06:62-762:006.568.516

М.С. Хорольский

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИКТИ «ДИНТЭМ» ПО СОЗДАНИЮ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ВО ВТОРОМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ

Висвітлена історія створення інституту та його основні досягнення в галузі розробки та дослідження нових видів сировини, еластомерних матеріалів і виробів на їх основі для різних галузей народного господарства, результати випробування виробів в умовах близьких до експлуатаційних та їх доробка в складі вузлів і об'єктів нової техніки. Наведено деякі розробки в галузі стандартизації та метрологічного забезпечення виробництва еластомерних матеріалів та виробів на їх основі за останні роки.



Директор УНИКТИ ДИНТЭМ
к.т.н. М.С. Хорольский

Введение. Украинский государственный научно-исследовательский конструкторско-технологический институт эластомерных материалов и изделий (УНИКТИ «ДИНТЭМ») создан в 1966 году сначала как Днепропетровский филиал НИИ резиновой промышленности по инициативе КБ «Южное» и ПО «Южный машиностроительный завод».

В настоящее время УНИКТИ «ДИНТЭМ» – головная научная организация в Украине по созданию эластомерных материалов и изделий технического назначения на их основе для всех отраслей народного хозяйства и базовая ор-

ганизация по метрологическому обеспечению их производства.

Что предшествовало появлению нового научного учреждения и каковы его задачи? Чтобы ответить на этот вопрос необходимо мысленно вернуться в 60-е годы и вспомнить международную обстановку времен «холодной войны». Тогда перед КБ «Южное» и ПО «Южный машиностроительный завод» была поставлена задача создать новые виды техники с подземным базированием, заданной дальностью по-

лета и большими гарантийными сроками хранения и эксплуатации ракет. Вот тут-то и понадобились ракетостроителям новые эластомерные материалы и изделия на их основе, которые надо было разрабатывать.

Можно было бы поручить создание новых эластомерных материалов (ЭМ) и конструкций действующему головному научно-исследовательскому институту резиновой промышленности (г. Москва) и его четырем филиалам, которые были расположены в городах: Ленинград – ныне С.Петербург, Загорск – ныне Сергиев Посад, Свердловск – ныне Екатеринбург, Волжский Волгоградской обл. Как видно, все они территориально удалены от разработчика и изготовителя. И надо было обладать предвидением М.К. Янгеля и А.М. Макарова, чтобы поступить иначе. Михаил Кузьмич понимал, что резинотехнические изделия (РТИ) как самые массовые представители изделий на основе ЭМ самостоятельного применения не имеют, а работают в составе установочных устройств, работоспособность которых зависит не только от самих РТИ, но и от параметров эксплуатации и от конструкции посадочных мест, в которых они установлены. Учитывая, что вследствие процесса «старения» в большинстве резин с течением времени сравнительно быстро изменяются эксплуатационные характеристики, РТИ входили в группу изделий, которые определяли гарантийный срок хранения и эксплуатации ракет в целом.

Таким образом, надо было создавать не только РТИ и для них новые материалы, но и конструкции установочных устройств. А чтобы их создать нужна была соответствующая база, которой не было ни в головном институте, ни в его филиалах. И такая база была создана в Днепропетровске, единственная в Украине. С помощью заказчиков, в первую очередь КБ «Южное» и ПО «Южный машиностроительный завод», она постоянно расширялась и совершенствовалась.

Становление, развитие и направленность деятельности института определялись задачами, стоящими перед отечественной наукой по созданию изделий для новой техники. Был разработан большой ассортимент РТИ, обеспечивающих работоспособность узлов и агрегатов в широком диапазоне температур и давлений при воздействии различных агрессивных сред.

Самыми крупными заказчиками во втором тысячелетии были КБ «Южное», ПО «Южный машиностроительный завод» и их смежные предприятия.

Широкому применению РТИ в машиностроении способствовали

прежде всего уникальные свойства резины как конструкционного материала, на которых целесообразно остановиться более подробно.

Особенности резины как конструкционного материала. Резины, находящиеся в высокоэластическом состоянии, с точки зрения механического поведения качественно отличаются от низкомолекулярных упругих твердых и вязких жидких тел, однако проявляют некоторые свойства тех и других [1]. В идеально упругих твердых телах напряжение определяется величиной деформации при действии нагрузки и не зависит от скорости деформации, в то время как в вязких жидкостях напряжение обусловлено скоростью деформации, не зависящее от ее величины. В резинах напряжение зависит как от величины, так и от скорости деформации. Отсюда следует, что в деформационной классификации материалов резины занимают промежуточное место между идеально упругими твердыми телами и вязкими жидкостями. Следовательно, при расчете посадочных мест объем резинового изделия при его деформации необходимо принимать постоянной величиной, т.е. считать резину несжимаемым материалом.

Одной из особенностей резины является существенная зависимость напряжения и величины деформации от времени действия нагрузки и скорости деформирования. Например, при постоянной деформации с течением времени снижаются контактные напряжения, а при постоянной нагрузке изменяется величина деформации. В первом случае это явление получило название *релаксация напряжения*, а во втором – *ползучесть*. Указанные процессы, при которых изменяются физико-механические характеристики резин с течением времени, получили название *релаксационных*. Причем, релаксационные процессы протекают тем быстрее, чем слабее межмолекулярное взаимодействие и чем энергичнее тепловое движение. Это обстоятельство обуславливает резкую зависимость всего комплекса физико-механических свойств резин от температуры.

Следует отметить, что весьма существенными могут быть необратимые изменения физико-механических характеристик резин при воздействии различных немеханических факторов, основными из которых являются температура, озон, кислород, свет. Менее существенно влияние влаги. Эти изменения в резинах получили название «*старение*», которое во многих случаях является определяющим для долговечности РТИ.

Общим свойством для всех резин является зависимость их ха-

рактических характеристик от природы и состояния рабочих сред при различных параметрах. Влияние рабочих сред может вызвать как обратимые, так и необратимые явления.

Как видно из приведенного, хотя и неполного перечня свойств резин, при разработке РТИ и выборе материалов для них необходимо учитывать множество факторов условий эксплуатации. Кроме того, надо иметь в виду, что на работоспособность РТИ существенное влияние также оказывают конструктивные особенности его самого и посадочного места, куда устанавливается РТИ. То есть, необходимо учитывать напряженно-деформированное состояние и динамику его изменения в процессе эксплуатации. Учитывая изложенное, можно сделать вывод, что задача по созданию надежных и долговечных РТИ является достаточно сложной и ее необходимо решать комплексно. Другими словами, мало знать свойства эластомеров, надо их умело использовать при выборе или разработке новых материалов для конкретно создаваемого РТИ. А поскольку область применения РТИ широка и многообразна, то целесообразно рассмотреть их общую классификацию, что позволит дать более полное представление о требованиях, предъявляемых к РТИ, их эксплуатационных возможностях и влиянии на надежность работы объекта в целом, в котором они установлены.

Общая классификация РТИ. В научно-технической литературе описаны различные подходы к классификации РТИ [2-4], однако ранее существовавшая классификация не полностью отражает все аспекты требований к РТИ. По нашему мнению классификацию РТИ следует рассматривать по следующим признакам:

- назначению;
- влиянию на надежность работы всего объекта;
- условиям применения;
- конструкции;
- материалам;
- технологии изготовления.

Как уже отмечалось, назначение РТИ может быть самым разнообразным и осветить его в одной статье затруднительно. Поэтому рассмотрим лишь главные области применения РТИ по назначению, выделив их в следующие группы.

1. Уплотнительные изделия (манжеты, кольца, прокладки, сальники, клапаны, диафрагмы, мембраны, надувные и профильные уплотнители, комбинированные и др.).
2. Силовые изделия (резиновые и резиноармированные муфты и элемен-

ты муфт, резиноармированные вкладыши (вставка) для передачи крутящего момента и обеспечения плавности хода транспортных средств, резинометаллические шарниры, втулки, буферы, компенсаторы, кронштейны и др., эластичные опорные шарниры).

3. Транспортные ленты, приводные, клиновые, плоские, зубчатые и комбинированные ремни.
4. Амортизационные, вибро- и звукоизолирующие изделия.
5. Рукава (низкого и высокого давления, напорные, всасывающие, напорно-всасывающие), шланги.
6. Гибкие проставки (гнутые и гибкие патрубки, короткие шланги, семяпроводы, компенсаторы и др.).
7. Резинометаллические подшипники (резиновые и резинометаллические вкладыши подшипников, дейдвудные втулки, опоры трубопроводов и др.).
8. Резиноармированные опорные части и деформационные швы различных сооружений.
9. Противоизносные изделия (звенья гусеницы, барабаны, ванны и корпуса магнитных сепараторов; футеровка скрубберов тепловых электростанций, шаровых мельниц, трубопроводов и центробежных насосов, сита для фракционирования сыпучих материалов и др.).
10. Фрикционные изделия и инструменты (полировально-шлифовальные круги, фрикционные колеса, элементы тормозных систем транспортных средств и др.).
11. Надувные конструкции (легкие спасательные средства, уплотнители люков и трюмов, палатки, аэростаты, плоты, шары, зонды, резервуары, временные легкие сооружения и др.).
12. Защитные изделия (защитные костюмы, маски, резиновые и резиноармированные элементы для защиты от действия различных агрессивных сред, высоких и низких температур, ионизирующих излучений, брызговики, колпачки и др.).
13. Изолирующие изделия и материалы (диэлектрические коврики, оболочки кабелей и проводов, резиновые изоляторы и элементы изоляторов и др.).
14. Токопроводящие изделия и материалы (токопроводники для клавишных аппаратов и пультов, антистатика, заземлители, катодно-анодная защита и др.).
15. Вспомогательные изделия (ручки и педали к транспортным средствам, пылезащитные гофрированные чехлы, колпачки и др.).
16. Пневмооболочки (пневмобаллоны, резинкордные оболочки, камеры и др.).
17. Декоративные изделия (полосы, шнуры, колпачки, профили различных цветов, конфигураций и геометрических размеров).

18. Многофункциональные РТИ. Изделия этой группы одновременно могут выполнять сразу несколько функций, например, силовые, амортизационные, уплотнительные, компенсационные и др. К многофункциональным РТИ можно отнести асфальтоходные башмаки, обтюрирующе-опорные пояса осевого и радиального сжатия, некоторые сильфоны, компенсаторы и др.

19. Шины (авиационные, автомобильные, тракторные и др.).

Уже отмечалось, что при потере устройством, содержащим РТИ, работоспособности последствия могут быть самые различные. Поэтому целесообразно рассмотреть более подробно классификацию РТИ по их влиянию на надежность работы всего объекта. Другими словами, как РТИ влияют на судьбу объекта, в котором они установлены. На наш взгляд РТИ можно разделить на четыре категории.

1. РТИ первой категории. Они обеспечивают жизнеспособность объекта. Нарушение или потеря эксплуатационных характеристик такими изделиями приводит к гибели объекта или системы с тяжелыми последствиями, либо к срыву выполнения стратегических задач. К таким изделиям относятся также РТИ, потеря работоспособности которых приводит к непосредственной гибели людей, если человек и объект рассматриваются как одна система или гибель объекта является прямым следствием гибели людей.

Примером таких изделий могут быть уплотнители, силовые изделия, рукава, шланги и др. для летательных аппаратов, ракет-носителей, кораблей и судов флота, объектов, имеющих стратегическое значение и (или) работающих в критических режимах.

2. РТИ второй категории. Их выход «из строя» приводит к аварии, остановке работы объекта с тяжелыми последствиями (с последующими человеческими жертвами или без них). После выполнения ремонтно-восстановительных работ с заменой РТИ или узла с РТИ объект становится работоспособным.

Примером таких изделий могут быть уплотнители, рукава и шланги тормозных систем транспортных средств, летательных аппаратов, эластичные вкладки колесной пары трамвайных тележек, силовые изделия, ремни, транспортерные ленты, резиноармированные опорные части и др.

3. РТИ третьей категории. Нарушения работоспособности изделий данной категории приводят к остановке работы объекта с незначительными материальными потерями и без человеческих жертв. После недлительного восстановительного ремонта объект становится работоспособным.

Примером таких поломок может быть выход «из строя» РТИ, выполняющих самые различные функции в транспортных средствах, передающих механизмах и устройствах, сооружениях, стационарных и подвижных объектах и др.

4. К четвертой категории можно отнести РТИ, потеря работоспособности которых практически никак не сказывается на жизнеспособности объекта. В этом случае нарушается дизайн объекта, создается дискомфорт и др.

К таким изделиям можно отнести, например, молдинги автомобилей, автомобильные коврики, прокладки под зажимные устройства, подставки (присоски) под приборы, аппараты и др.

Поэтому, при разработке РТИ необходимо учитывать степень их влияния на судьбу объекта, а также на те последствия, которые могут иметь место в случае гибели объекта или выхода его из эксплуатации.

По условиям применения различают РТИ в зависимости от параметров эксплуатации (температура, давление) и типа рабочей и окружающей сред. Например, РТИ эксплуатируемые при высоких температурах, называют *теплостойкими*, при низких температурах – *морозостойкими*. РТИ, эксплуатируемые в средах нефтяного происхождения – *маслостойкими* и т.д.

По конструкции РТИ разделяют на резиновые, резиноармированные (резинометаллические, резинотекстильные, резинопластмассовые), монолитные, полые, губчатые, комбинированные и др.

РТИ также классифицируют в зависимости от применяемых материалов: типов каучуков, марок резин, сырья и армирующих материалов. Например, РТИ, созданные на основе хлоропренового каучука, называют *озоностойкими*, а РТИ из резин, содержащих от 30 до 50 массовых частей серы на 100 массовых частей каучука, называют *эбонитовыми изделиями*.

По технологическому признаку РТИ классифицируют на формовые, неформовые и комбинированные.

Как видно из приведенной классификации РТИ, требования к ним могут быть самые различные. Это же касается и материалов, из которых РТИ изготавливаются. Поэтому при разработке материалов для РТИ и самих РТИ необходимо учитывать все отмеченные классификационные признаки, а затем все технические вопросы на всех стадиях решать комплексно. Только в этом случае от РТИ можно получить максимальный эффект в конкретной конструкции либо при конкретном его применении.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что комплексность создания РТИ заключается в следующем:

во-первых, необходимо сделать глубокий анализ технических требований по условиям эксплуатации и подобрать или разработать эластомерные материалы, которые в наибольшей степени будут удовлетворять условиям эксплуатации изделий с учетом назначения, воздействия рабочей среды с заданными параметрами (давление, температура, длительность воздействия, характер нагрузок и их особенности и др.) и способу переработки резиновых смесей в изделия;

во-вторых, конструкция РТИ и посадочного места, в котором РТИ взаимодействуют с различными поверхностями элементов узлов, должна быть оптимальной для данных условий эксплуатации, с учетом специфических особенностей резины как конструкционного материала;

в-третьих, РТИ будут качественными и долговечными только в том случае, если при соблюдении первых двух условий будет выдержан заданный (нормативный) технологический процесс их производства. Это очень важно, так как по внешним признакам качество изделия во многих случаях определить практически невозможно.

Анализируя свойства эластомеров как конструкционных материалов и такую обширную классификацию изделий на их основе по различным признакам, нетрудно предугадать, что создание надежных и долговечных изделий – это довольно не простая и кропотливая работа, требующая тщательного анализа, большого опыта, глубоких профессиональных знаний и, как уже отмечалось, комплексного подхода к их созданию.

Именно на основе указанных принципов и базируются научные разработки УНИКТИ «ДИНТЭМ», имеющего комплекс научно-исследовательских и конструкторско-технологических подразделений, испытательную базу, экспериментальное производство, орган по сертификации РТИ, высокий научно-технический потенциал, направленные на обеспечение цикла работ от получения технического задания на разработку до изготовления и поставки опытных образцов заказчику.

За три с половиной десятилетия институтом разработано несколько тысяч РТИ различного назначения, накоплен большой опыт по их созданию, а также по разработке установочных устройств подвижных и неподвижных соединений, периодического действия и др., в которых РТИ выполняют самые различные функции.

Работы в области материаловедения. Несмотря на то, что к настоящему времени разработано уже достаточно много рецептур различных ЭМ, это направление научных исследований продолжает развиваться и является одним из главных направлений научных исследований ученых-материаловедов института. И дело не только в том, что не существует универсального эластомера, стойкого в различных условиях эксплуатации, а и в том, что многие виды сырья, которые раньше использовались в рецептурах ЭМ, по тем или иным причинам сняты с производства.

В резиновой промышленности применяется около 300 различных марок синтетических и натуральных каучуков и около 400 различных добавок, выполняющих в ЭМ различные функции.

После разрыва экономических связей в Украине не оказалось многих материалов, полуфабрикатов и сырья для ЭМ, над созданием которых небезуспешно работают специалисты института.

К таким материалам относятся эбониты, пористые резины, высокомодульные резины с твердостью более 90 ус. ед. по Шору А, полиуретановые композиции, клеи горячего и холодного отверждения, герметики, различные добавки. Некоторые из указанных материалов уже сегодня выпускаются отечественной промышленностью, а ученые института продолжают работать над созданием новых материалов и готовы рассмотреть все заявки и потребности в ЭМ различных отраслей народного хозяйства.

Работы института в области материаловедения включают следующее.

1. Изучение и создание новых видов каучуков, химикатов-добавок, производимых известными фирмами России, Германии, США, Италии и др., разработку рекомендаций по внедрению их в практику заводов подотрасли, производящих изделия из эластомерных материалов (ИЭМ).
2. Разработку и исследование сырья и материалов (каучуков, стабилизаторов, пластификаторов и др.) для производства ИЭМ, получаемых с использованием отечественных технологий и сырьевой базы.
3. Разработку новых рецептур композиционных материалов как на основе традиционного сырья, так и нового (отечественного и импортного).

Из всех эластомерных материалов наибольшее распространение в технике получили резиновые смеси. Остановимся на них подробнее.

Основой создания резиновых смесей, безусловно, являются натуральные и синтетические каучуки, которые в Украине, за исклю-

чением силоксановых, не выпускаются. И поскольку сырьевая база в последние годы сильно изменилась, требуется постоянное отслеживание этих изменений, что предопределило постановку исследований и корректировку рецептуры резиновых смесей на основе новых или модифицированных каучуков.

В УНИКТИ «ДИНТЭМ» всесторонне изучены новые российские бутадиен-нитрильные каучуки типа БНКС. Они относятся к «неподсоленным» парафинантным каучукам, технология получения которых максимально приближена к технологии некоторых западных фирм. Проведение этой работы позволило подготовить для заводов отрасли рекомендации по замене сульфонатных БНК на каучуки БНКС. Прямая замена возможна в рецептурах с эффективными вулканизирующими системами, во всех иных случаях требуется корректировка серийных рецептур, а для некоторых из них уточнены гарантийные сроки хранения и сроки работоспособности РТИ. Основные приемы в работе с каучуком БНКС были также рекомендованы и для переработки других бутадиен-нитрильных каучуков, например «Пербунан NT» (фирма «Байер»).

Совместно с химическими предприятиями Украины были выполнены работы по оценке качества отечественных химикатов-добавок для РТИ. К ним относятся нафтам МЭ, антиоксидант МБИ, стеариновая кислота, защитный воск СВОЗ-75, тиазол ДН, ароматическое масло-мягчитель ПНВ-1 и др. Несмотря на то, что все перечисленные химикаты-добавки требуют доработки выпускной формы и технологии получения с целью доведения качественных показателей до уровня соответствующих зарубежных аналогов, некоторые из них уже рекомендованы для внедрения на заводах отрасли. Это защитный воск СВОЗ-75, стеариновая кислота, нафтам МЭ, ароматическое масло-мягчитель ПНВ-1.

Перспективными являются работы, проводимые совместно с ИХТПЭ ОАО «Краситель», по созданию отечественной технологии получения стабилизатора N-4-(метоксифенил-)N'-изопропил-1,4-фенилендиамин. Как показали работы, выполненные в УНИКТИ «ДИНТЭМ» и на Белоцерковском заводе РТИ, он является эффективным антиозонантом и антиоксидантом, способным конкурировать с диафеном ФП.

Новым направлением являются работы по изучению ингредиентов, улучшающих перерабатываемость резиновых смесей с минимальным содержанием пластификаторов и мягчителей. К таким ин-

гредиентам относятся технологические добавки торговой марки «Структол», позволяющие направленно регулировать технологические свойства резиновых смесей при сохранении высоких эксплуатационных характеристик резин. Испытания технологических добавок «Структол» показали, что они, как правило, характеризуются полифункциональным действием, заметно улучшают переработку смесей, в частности, шприцуемость, повышая скорость и снижая эластическое восстановление по профилю, облегчают выемку изделий из пресс-форм, придают им хорошее качество поверхности. Некоторые технологические добавки «Структол» впервые рекомендованы для внедрения на заводах РТИ с целью улучшения переработки высоковязких резиновых смесей, в том числе на основе фторкаучуков.

Обладая необходимой научно-технической базой и научной школой, ученые и специалисты провели широкомасштабные исследования по стойкости множества как серийных, так и опытных резин и РТИ в различных средах (более 60 наименований) при высоких и низких давлениях и температурах в статическом и динамическом режимах, в том числе и глубоком вакууме. Это дало возможность создать новые материалы, а на их основе – перспективные РТИ.

Продолжаются исследования по созданию резин, изменяющих свой объем на заданную величину при контакте с водой. Такие резины могут стать незаменимым материалом для РТИ, комплектующих тоннельные конструкции, подземные инженерные сооружения и прийти на смену недавно созданным монолитным резинам.

В настоящее время практически нет таких транспортных средств, где в качестве материала для уплотнителей не использовалась бы резина, которая относится к горючим материалам с большой скоростью распространения пламени и дымообразования, что сегодня уже не удовлетворяет требованиям по пожарной безопасности. В первую очередь это касается транспортных средств, эксплуатирующихся в ограниченном пространстве (вагоны метрополитена, подземный грузовой транспорт, отсеки самолетов, вагоны трамваев, троллейбусов и др.). Поэтому в институте проведены работы по созданию резин, не поддерживающих горение с пониженным выделением при этом токсических веществ. Испытания образцов новых резин показали их перспективность применения не только для уплотнителей окон вагонов поездов метрополитена, но и в жилых помещениях, промышленных объектах и сооружениях.

Большая номенклатура РТИ используется в автомобильной и ав-

тотракторной технике, к которым предъявляются повышенные требования по стойкости к средам нефтяного происхождения. В большинстве случаев для РТИ, комплектующих указанную технику, использовались резины на основе сульфонатных бутадиен-нитрильных каучуков. В настоящее время ведутся работы по созданию новых материалов на основе парафинатных бутадиен-нитрильных, эпихлоргидриновых, акрилатных, фтористых и др. каучуков.

В последние годы институтом разработана целая серия резин для РТИ, эксплуатирующихся в средах нефтяного происхождения при давлениях до 105 МПа. Эксплуатация пакеров, плашечных и универсальных превенторов и других изделий показала, что уплотнители из разрабатываемых резин по эксплуатационным характеристикам не только не уступают импортным аналогам, а во многих случаях их превосходят. Такие резины могут использоваться для изготовления как резиновых, так и резиноармированных (например, металлом) изделий.

Проведена большая работа по созданию резин для РТИ, эксплуатирующихся в контакте с пищевыми продуктами. Уплотнители из таких резин сегодня успешно эксплуатируются в линиях по производству мороженого, масла, майонеза, в пластинчатых теплообменных аппаратах, изделиях бытовой техники и др. РТИ из указанных резин отвечают требованиям безопасности человека и экологии.

Большой интерес представляют работы по созданию резин на основе отечественных силоксановых каучуков, которые уже серийно выпускаются на ПО «Кремнийполимер» (г. Запорожье). Это первый тип каучуков, который выпускается в Украине. Созданные в институте резины на их основе для электротехнической промышленности и общего назначения успешно прошли испытания и широко используются для изготовления РТИ с температурным диапазоном эксплуатации до 250 °С и выше. Продолжаются работы по расширению марок силоксановых каучуков и созданию новых резиновых смесей на их основе.

Специалистами института разработаны водо-, масло-, тепло-стойкие резины для РТИ, работающих в условиях ионизирующего излучения. Рецептúra резин ориентирована на применение отечественных добавок, изготовленных из отходов основных металлургических производств.

В последние годы в институте расширились работы по созданию клеев, герметиков, полиуретановых композиций и др. Следует отме-

тить, что спрос на изделия из полиуретановых композиций с каждым годом возрастает. Они широко используются для изготовления износостойких и высоконагруженных изделий, а также для защиты объектов из углеродистых сталей от коррозии при действии слабых растворов кислот и щелочей. Следует также отметить, что полиуретановые композиции могут использоваться одновременно как защита от коррозии и эрозии, в том числе и при действии многих агрессивных сред.

В институте проводятся исследования по созданию резин для авиационной промышленности. Значительная их часть освоена на опытном производстве института. Это существенно облегчило задачу авиапредприятий Украины, с которыми успешно ведется сотрудничество.

В то же время мы отдаем себе отчет в том, что в настоящее время еще далеко не все потребности в области материаловедения удовлетворяются в полной мере, а возможности эластомерных материалов, как конструкционного материала, далеко не исчерпаны.

Работы по созданию новых видов резинотехнических изделий. Имея значительный опыт работы по созданию РТИ первой и второй категорий и эластомерных материалов для ракетно-космического комплекса, институт разрабатывает и изготавливает с такой же надежностью формовые, неформовые и комбинированные изделия (размером от 2 до 3000 мм и более для формовых и размером до 11000 мм и более для неформовых) и для других отраслей народного хозяйства. Комбинированные изделия можно изготавливать практически любых размеров. Экспериментальная база позволяет изготавливать как резиновые, так и резиноармированные изделия.

В результате конверсии значительное место в деятельности института занимают разработки РТИ для новой техники, создаваемой машиностроителями, и для ремонтно-эксплуатационных нужд при ремонте отечественной и импортной техники.

Украина является одной из стран с высокоразвитой системой производства электроэнергии (атомные, тепловые, гидроэлектростанции и др.), для чего используется различное энергетическое оборудование, куда входят сотни наименований РТИ. Одними из наиболее трудоемких при изготовлении и ответственных при эксплуатации являются уплотнения агрегатов при вращательном движении валов циркуляционных насосов, в которых металлические подшипники быстро теряют работоспособность. Это приводит к большим простоям и увеличению стоимости электроэнергии. Сегодня в циркуляци-

онных насосах различных типов используются резинометаллические и резиновые вкладыши подшипников скольжения, которые обладают низким коэффициентом трения, хорошо поглощают вибрации вала и агрегата в целом, имеют более высокий ресурс. В зависимости от скорости вращения вала и мощности насоса количество вкладышей и их конструкция различны. Институтом освоены секционные подшипники диаметром от 180 до 1000 мм и длиной более 1000 мм, а также дейдвудные втулки для гребных винтов.

В связи со значительными трудностями в обеспечении энергетическими ресурсами и наличием в Украине большого ветрового потенциала широкое развитие приобретает ветроэнергетика. В этой связи совместно с машиностроителями для ветроэнергетических установок мощностью 110 кВт, изготавливаемых по американской лицензии, создан комплект РТИ, среди которых много резиноармированных уплотнителей нетрадиционной конструкции. Несмотря на то, что такими изделиями пришлось заниматься впервые, они быстро освоены и обеспечивают работоспособность узлов в круглосуточном режиме, не уступая по эксплуатационным характеристикам зарубежным аналогам.

Разработаны и освоены РТИ, комплектующие днепропетровские троллейбусы и коробки гидромеханических передач для отечественных автобусов, обеспечивающие заданную работоспособность. Освоено производство уплотнителей стекол для автобусов типа «Икарус» и уплотнителей дверей трамваев. Особо следует отметить создание украинских аналогов резинометаллических эластичных вкладышей для комплектации чешских трамваев типа Т-3, Т-3М и российских трамваев типа КТМ-5, выполняющих силовые функции.

УНИКТИ «ДИНТЭМ» стал родоначальником создания многофункциональных и крупногабаритных РТИ. Разработаны научные основы создания уплотнителей для герметизации больших зазоров, превышающих существующие (в сравнении с нормативными) более, чем на два порядка при габаритах уплотнительных устройств до 3000 мм и более. Многофункциональные РТИ способны одновременно выполнять ряд функций, например, силового элемента, уплотнителя, виброизолятора осевого или радиального сжатия. Причем такие изделия могут быть секционными, что позволяет значительно снизить материалоемкость, энергозатраты и упростить технологию изготовления и монтажа.

В институте создан новый вид изделий – резинометаллические

опоры (РМО), которые обладают высокой осевой жесткостью (малая податливость) и высокой податливостью в боковом направлении. Момент трения и момент асимметрии, осевая и боковая жесткость с наработкой ресурса практически постоянны, если такая наработка осуществлена за короткий промежуток времени. Однако с течением времени, вследствие старения резины, указанные характеристики изменяются. Следует также отметить, что силовые характеристики очень чувствительны к неравномерности толщин эластомерных слоев, нестабильности параметров технологического процесса изготовления и к наличию воздушных включений на границе «металл-эластомер». Технология института позволяет изготавливать РМО высокого качества. Указанные конструкции хорошо зарекомендовали себя в машиностроении и строительстве, хотя их возможности далеко не исчерпаны.

Резина хорошо работает в условиях абразивно-эрозионного износа. В этом плане целесообразно более широкое использование резины как конструкционного материала для футеровки пульповодов, поворотных частей трубопроводов и насосов земснарядов, систем охлаждения на камнеобрабатывающих заводах, скрубберах тепловых электростанций и др. Разработанные институтом и испытанные в условиях эксплуатации способы защиты металлических деталей машин и аппаратов с применением ЭМ свидетельствуют о том, что ЭМ в несколько раз превосходит другие, как металлические, так и неметаллические, материалы. Поэтому это свойство ЭМ должно в первую очередь заинтересовать горнообогатителей и машиностроителей, создающих для них технические средства.

Так, стойкость футеровки золоуловителей тепловых электростанций, покрытых специально разработанной резиной, увеличилась в сравнении с футеровкой из керамической плитки более, чем в 20 раз, а работоспособность центробежного насоса с резиновой футеровкой внутренних поверхностей и крыльчатки, в сравнении с обычным, увеличилась в 15 раз. И эти примеры не единичны. Разработанные эрозионностойкие эластомерные материалы пользуются большим спросом при изготовлении бандажей колес подвесных канатных дорог, картонно- и бумагоделательных машин, для обрезинивания корпусов и барабанов магнитных сепараторов, валов различных отраслей промышленности и др.

В институте также накоплен большой опыт по созданию резин и РТИ для металлургической промышленности, тепловых и атомных

электростанций, транспортных средств, добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности Украины. Разработки института внедрены в электроплавильных, вакуумных и доменных печах, в агрегатах по выплавке особо чистого титана, в узлах подшипников прокатных станов, в электромагнитных сепараторах железосодержащих руд, сборно-разборных трубопроводах, в магистральных нефте- и газопроводах и др.

В институте разработаны некоторые новые типы ремней: плоские и зубчатые, в том числе со сферическим зубом, которые по работоспособности не уступают лучшим западным образцам и успешно эксплуатируются в различных отраслях народного хозяйства.

Созданы рукава высокого давления для гидросистем новой отечественной сельскохозяйственной техники. Они также могут использоваться для техники, эксплуатирующейся в угольной промышленности.

На основе разработанных в УНИКТИ «ДИНТЭМ» эластомерных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками совместно с Киевскими метростроителями созданы новые уплотнители взамен свинцовых, что в свою очередь предопределило создание новой технологии строительства туннелей метрополитена.

Это дало возможность вместо чугунных тубингов перейти на более дешевые железобетонные блоки специальной конструкции, которые комплектуются эластичными уплотнителями. При этом увеличивается скорость проходки, повышается надежность герметизации стыков в осевом и радиальном направлениях, улучшаются условия труда. Такая технология впервые в странах СНГ была применена при строительстве в условиях плывунов туннеля наклонного хода станции метро «Печерская» в 1997 году, а также наклонного хода и горизонтального участка станции метро «Дорогожичи» в 1998-2000 г.г. Накопленный опыт дает возможность расширения новой технологии при строительстве других станций.

Как уже отмечалось ранее, РТИ входят в группу изделий, которые ограничивают ресурс содержащего их объекта вследствие старения резины. Но и здесь учеными института был найден выход. В результате проведенных многочисленных исследований удалось установить закономерности поведения резиновых смесей и вулканизатов при увеличении дозировок стабилизаторов, что позволило разработать новый способ повышения защиты РТИ от различных видов старения с помощью диффузионной стабилизации. Для некоторых видов

РТИ работоспособность повысилась более чем в 30 раз.

В последние годы на основе конверсионных технологий разработаны технологические процессы и освоено выпуск опытно-промышленных партий резинометаллических валов (РМВ) для оборудования бумажной, полиграфической, металлургической, текстильной, кожевенной, цементно-шиферной промышленности, а также для оборудования по производству полимерных пленок и нанесения лаковых покрытий и других отраслей промышленности. Имеющееся в институте оборудование обеспечивает необходимое качество активации металлической поверхности вала, прочность связи резины с металлом, монолитность резинового массива.

В институте разработана целая гамма ЭМ для обрешивания валов различного назначения: прессовые, разгонные, сетководущие, сеткоповоротные, тамбурные, шаберные, прижимные и др. И у каждого вала есть свои особенности. Эксплуатационные испытания РМВ подтвердили их высокое качество и надежность.

В настоящее время продолжается освоение технологии производства одного из самых сложных валов бумагоделательных машин – отсасывающего. Такие валы изготавливают только несколько крупных фирм западной Европы. Надеемся, что к их числу присоединится и Украина.

За годы деятельности института разработаны и внедрены в производство несколько тысяч наименований РТИ и установочных устройств с ними, многие из которых запатентованы и не имеют аналогов. РТИ, разработанные в институте, эксплуатируются в системах жизнеобеспечения различных летательных аппаратов, в том числе станции «Мир», в системах дозаправки топливом и ориентации летательных аппаратов, во многих ракетах-носителях и системах обеспечения запуска ракет, в том числе по проекту «Морской старт» и др. В честь 8-й годовщины независимости Украины по Крещатику в парадном строю прошли украинские танки, «обутые» в резинометаллические асфальтоходные башмаки, разработанные совместно с ХБКМ им. Морозова и изготовленные в УНИКТИ «ДИНТЭМ». По отзывам многочисленных потребителей разработанные и изготовленные в институте РТИ отличаются высоким качеством и надежностью.

Институт имеет Лицензии Национального космического агентства и Министерства промышленной политики, Сертификат одобрения производства Министерства транспорта, Свидетельство о признании Регистра судоходства Украины. УНИКТИ «ДИНТЭМ» яв-

ляется участником двух концернов «Южкосмос» и «Бронетехника Украины».

Работы в области стандартизации и метрологического обеспечения производства резинотехнической продукции. Как уже отмечалось, создание эластомерных материалов и изделий на их основе в институте ведется комплексно, включая разработку нормативных документов (НД). Опытно-конструкторские работы, как правило, заканчиваются разработкой нормативных документов на материалы и продукцию (ДСТУ, ТУ) и технологию их производства (ТР, ТК). Приказом Госстандарта Украины от 16.12.98 г. № 975 в институте создан Технический комитет по стандартизации ТК № 128 «Каучуки, гуми та гумові вироби», который призван осуществлять единую техническую политику в отрасли, направленную на повышение качества продукции.

За годы независимости Украины институтом разработано и пересмотрено значительное количество НД, которые переданы предприятиям-изготовителям и потребителям резинотехнической продукции.

К сожалению, сегодня следует это констатировать, нормативная база страны находится не в лучшем положении, а принятые в Украине принципы стандартизации и сертификации не способствуют повышению качества продукции, что отражается и на деятельности института.

В большинстве случаев пересмотр НД сводился к «суверенизации», а точнее к самоизоляции нормативной базы, которую мало кто признает за пределами Украины. По методам испытаний, средствам контроля Украина значительно отстает от уровня EN, ASTM (США). После распада бывшего Союза много ГОСТов на продукцию остались «безхозными», так как Россия часть ГОСТов переиздала в национальные, а переизданные Украиной ГОСТы в ДСТУ – не признает. Многие ГОСТы, которые в России уже не применяются, в Украине ни за кем не закреплены. За технический уровень, его сопровождение никто не отвечает.

Поэтому в ближайшее время целесообразно Госстандарту Украины определиться с концепцией обновления и пересмотра нормативной базы, гармонизации ее с зарубежными аналогами и, наконец, определиться с финансированием. Институт и Технический комитет № 128 готовы включиться в эту работу, чтобы создать в Украине систему стандартизации, способную реально повысить качество и кон-

курентоспособность продукции, обеспечить стабильное развитие промышленности.

Согласно приказу Госстандарта Украины от 17.04.1992 г. № 32 на институт возложены функции базовой организации по метрологическому обеспечению производства РТИ.

С момента назначения проведен значительный объем работ, а именно.

1. Разработан комплект организационно-методической документации по вопросам метрологического обеспечения.
2. Разработана документация по поверке и аттестации нестандартизированных средств измерений (НСИ), эксплуатируемых на заводах отрасли, более чем на 100 наименований.
3. Организована метрологическая аттестация НСИ, метрологическая экспертиза НД для предприятий отрасли, аттестация участков по производству РТИ на непрофильных предприятиях.
4. Проводятся работы по аттестации испытательных подразделений предприятий-производителей РТИ и аттестации производственных участков по производству РТИ на предприятиях смежных отраслей.
5. Организована разработка и изготовление стандартных образцов состава и свойств материалов для контроля качества РТИ.
6. Проведена разработка НСИ и испытаний для контроля техпроцессов и качества РТИ более 50 наименований.
7. Организовано мелкосерийное производство НСИ и испытаний, на заводах отрасли внедрено более 2 тыс. единиц. Среди них термостат ТВО-1 с регулируемым воздухообменом, прибор для контроля длины рулонных материалов, прибор для контроля натяжения кордшнура при сборке викаля для клиновых ремней, серия цифровых термостатов типа ТПК, прибор для контроля длины и скорости материалов, система контроля уровня сыпучих материалов в расходных бункерах и др.

Все перечисленное способствует повышению качества резинотехнической продукции.

Заключение. Как видно из далеко не полного перечня разработок, УНИКТИ «ДИНТЭМ», обладая мощным научно-техническим потенциалом, испытательной и механической базой и экспериментальным производством, играет важную роль в экономике страны, обеспечивая резинотехнической продукцией предприятия многих отраслей народного хозяйства. Наибольший объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ проводится по заказам предприятий энергетики, всех отраслей машиностроения, нефтегазового комплекса, металлургии, строительства, горноперерабатывающего комплекса, транспорта, судостроения и др.

Несмотря на огромные трудности, которые в связи с экономическим кризисом стали «спутником» нашей жизни, УНИКТИ «ДИНТЭМ» в новых экономических условиях старается быть полезным государству, и пока это удается. Поэтому в третье тысячелетие входим с уверенностью и надеждой на изменения к лучшему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резниковский М.М., Лукомская А.И. Механические испытания каучука и резины: Изд. 2-е, перераб. и доп. –М.: Химия, 1968. –500 с., ил.
2. Горелик Б.М. Применение резин в современном машиностроении // Резина – конструкционный материал современного машиностроения. -М.: Химия, 1967. –С. 9-31.
3. Хорольский М.С. Современное состояние и перспективы развития производства резиновых изделий технического назначения // Труды II Международного симпозиума, том 3А «Безопасность сложных систем и проблемы устойчивого развития». –Днепропетровск: Полиграфист, 1998. –С. 167-183.
4. Хорольский М.С. Перспективные разработки УНИКТИ «ДИНТЭМ» по обеспечению различных отраслей народного хозяйства изделиями из эластомеров // Вопросы химии и химической технологии. Специальный выпуск «Эластомерные композиционные материалы». –Днепропетровск, УГХТУ, 2000. -№ 4. -С. 7-13.

УДК 678.4.06

Е.А. Дзюра

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ РЕЗИН

Даний огляд присвячений впливу наповнювачів (технічного вуглецю, мінеральних і органічних наповнювачів) на теплостійкість гум. Приведені результати досліджень дозволяють сформулювати головний напрям в розробці шляхів підвищення теплостійкості гум як композитних матеріалів – наповнювачі у вигляді дисперсних часток і волокон різної природи можуть ефективно підвищувати теплостійкість гум, якщо їх застосовують в поєднанні з активними хімічними агентами, здатними зв'язувати поверхню наповнювача з еластомером.

Работоспособность шин для тяжелых грузовых автомобилей в существенной мере лимитируется теплостойкостью резин. При эксплуатации в таких шинах развиваются температуры 110-130 °С [1], что является предельным уровнем для резин на основе каучуков общего назначения – полиизопренового натурального (НК) и синтетического (СКИ-3), полибутадиенового (ПБ), бутадиен-стирольного (БСК).

Поэтому теплостойкость, а, следовательно, и долговечность резин, работающих в предельных температурных режимах, в немалой степени определяются типом наполнителя, качеством диспергирования его в каучуковой матрице, уровнем химического и физического взаимодействия с каучуком.