

Безызносность поможет преодолеть кризис

Современные возможности безызносной эксплуатации машин, механизмов, зданий и сооружений

Новиков В.И., к.ф.-м.н. (ООО «Венчур-Н», Москва, Россия)

Предлагается новый подход к обеспечению противоизносной эффективности смазочных материалов - целенаправленное создание надежного граничного смазочного слоя, исключающего опасность износа при пробоях разделительного слоя. Обобщены результаты многолетнего успешного применения технологии безызносной эксплуатации, основанной на восстановительном эффекте смазочных материалов, содержащих антифрикционную ресурсовосстанавливающую композицию. Перевод всех видов механического оборудования и техники в режим безызносной эксплуатации с обслуживанием по вибродиагностическим показаниям (вместо планово-профилактического обслуживания по регламенту), надежная защита техники и конструкций от коррозии позволит разрешить общие для России, стран СНГ и всех развивающихся стран проблемы надежности эксплуатации в условиях предельного износа; снижения издержек и повышения рентабельности; ресурсо-энергосбережения. Переход к безызносной эксплуатации в сочетании с обслуживанием по диагностическим показаниям придаст новый импульс развивающимся экономикам, позволит предприятиям и регионам выжить в условиях нарастающего мирового финансового кризиса, поскольку мировая практика показывает, что, в этой ситуации, 1 рубль инвестиций дает экономию в 500 рублей. Противоизносная эффективность полимерных материалов на основе полиуретана и полимочевины значительно возрастает при изготовлении, на их основе, твердосмазочных покрытий и самосмазывающихся конструкционных материалов.

1. Введение

Большинство отечественных предприятий сталкивается с проблемами, вызванными предельным износом оборудования, превышающим 70% начального ресурса; отсталыми технологиями; недостатком средств на перевооружение и обновление технологий и, в результате, недостаточной конкурентоспособностью выпускаемой продукции. Бурное развитие мирового финансового кризиса создаст дополнительные проблемы, прежде всего, трудности со сбытом, с поиском инвестиций, которые многие предприятия не смогут пережить. В этой ситуации жизненно важно найти возможности кардинального снижения издержек и попытаться найти новые каналы инвестирования.

Мы предлагаем такие возможности, исходя из того, что в кризисах есть свои плюсы. Мировая практика показывает, что кризис является мощным побудительным мотивом для ускорения перехода к инновационной экономике. Поэтому я предлагаю читателям этой статьи рассматривать наши предложения как тест на готовность к инновационному мышлению, а именно, преодолеть свою зависимость от привычек, стереотипов и предубеждений и постараться объективно оценить их полезность и важность для оздоровления хозяйственной деятельности Ваших предприятий и, в целом, экономики России.

Мы предлагаем кратно снизить издержки с помощью перевода механического оборудования, автотракторной техники, зданий и сооружений в режим безызносной эксплуатации. Технология безызносной эксплуатации (ТБЭ) основана, во-первых, на применении смазочных материалов с восстановительным эффектом, содержащих антифрикционную ресурсовосстанавливающую композицию (АРВК), во-вторых, на возможностях восстановления, консервации и защиты от коррозии бетонных конструкций с помощью современных полимерных материалов.

Освоив ТБЭ на своем предприятии, Вы можете заработать значительные средства, распространяя, на коммерческой основе, полученный опыт в своем регионе и даже на мировом рынке.

2. ТБЭ для машин, механизмов и всех видов техники

2.1. Природа износа и средства борьбы с ним

Прежде, чем рассматривать особенности механизма безызносности, необходимо кратко, на понятном основной массе читателей языке, обсудить причины износа и практикуемые средства защиты от износа.

Износ деталей различных машин и механизмов обусловлен зацеплением вершин микронеровностей на контактирующих поверхностях (поверхностях трения) при перемещении деталей относительно друг друга. В результате такого взаимодействия, появляются задиры поверхностей, их схватывание, сваривание, заедание деталей. Поэтому основная задача жидких и пластичных смазочных материалов – разделять вершины микронеровностей поверхностей трения, создавая упругие слои, толщина которых при реальных нагрузках должна быть не меньше высоты микронеровностей.

В устоявшемся динамическом режиме, гидродинамическая способность смазок разделять поверхности трения определяется их вязкостью. Однако вязкость смазок может быть увеличена только до определенного предела, ограниченного необходимостью обеспечить быстрое протекание смазки в зазорах между поверхностями. Кроме того, при старте, остановке и случайных ударах жидкая смазка не может предотвратить контакты вершин микронеровностей. Поэтому в моторные и трансмиссионные масла вводят пакет присадок, в состав которых должны обязательно входить антифрикционные, противоизносные и противозадирные присадки.

Антифрикционные присадки, например, поверхностно-активные органические вещества, образующие длинные молекулы, защищающие поверхности трения, снижающие коэффициент трения и потери энергии на трение, способствуют уменьшению температуры и стабилизации условий работы смазочных материалов. Но они не могут сопротивляться значительным нагрузкам, поэтому необходимы противоизносные присадки, например, синтетические маслорастворимые вещества, из которых на поверхностях трения образуется дисульфид молибдена. Для предельных нагрузок и высоких рабочих температур необходимы противозадирные присадки, в качестве которых применяются химически активные соединения, превращающие поверхность микронеровностей в модифицированный пластичный слой, исключая жесткий металлический контакт вершин.

Усилия мировых производителей смазочных материалов обеспечить условия противоизносной защиты, опираясь на традиционную гидродинамическую модель, привели к росту стоимости масел и смазок до значений, недоступных массовому покупателю в развивающихся странах. Более того, импортные смазочные материалы, в частности, пакеты антифрикционных, противоизносных и противозадирных присадок, применяемые в зарубежных маслах и закупаемые отечественными производителями смазочных материалов, не рассчитаны на жесткие условия эксплуатации оборудования и транспорта, характерные для России и всех развивающихся стран.

Они не могут защитить от постоянных ударов при езде по нашим дорогам и от запредельного вибрационного воздействия, связанного с тем, что в процессе износа амплитуда вибрационных колебаний возрастает с 1-5 мкм до 100-500 мкм, по виброперемещению, с 0,2-0,5 мм/с до 20-50 мм/с, по виброскорости. Усиленное вибрационное воздействие вызывает пробой гидродинамического разделительного смазочного слоя и заставляет узлы трения работать в режиме обедненной граничной смазки.

Проблемы износа механических узлов оборудования усугубляются отсутствием в наиболее широко применяемых маслах – индустриальном, турбинном и других – противоизносной и противозадирной присадок и почти полным отсутствием на предприятиях систем мягкого пуска. Поэтому, при каждой остановке и пуске, при изменении режима нагрузки, например, при изменении скорости вращения, на поверхностях трения образуются задиры. Следствием этого является увеличение темпов роста вибрации, температуры саморазогрева узлов трения и ускоряющийся износ механических узлов.

Таким образом, обеспечение надежности работы предельно изношенного оборудования и техники требует поиска принципиально новых подходов. Решение этой задачи подготовлено многолетней работой отечественной научной школы, объединяющей исследователей эффекта граничной смазки. Речь идет о продемонстрированной, в свое время, У.Б. Харди и подтвержденной А.С. Ахматовым [1] возможности целенаправленно формировать защитный граничный смазочный слой, надежно закрывающий микронеровности и препятствующий их зацеплению даже при пробоях разделительного слоя.

Эффективность защиты от износа с помощью специально созданного граничного смазочного слоя столь велика, что можно говорить о практической реализации понятия безызносности и о возможности

перевода всех видов механического оборудования и техники в режим безыносной эксплуатации. В результате, отпадает необходимость планово-профилактического обслуживания по регламенту, появляется объективная востребованность массового применения средств диагностики, чем обеспечивается достаточная надежность эксплуатации оборудования, даже в условиях предельного износа, с одновременным значительным снижением стоимости эксплуатации.

Нет смысла обсуждать абстрактные вопросы типа: означает ли понятие безыносности возможность работы в течение бесконечно долгого времени. У нас есть две конкретные, экономически обусловленные задачи:

1.Продление срока службы предельно изношенного оборудования и техники в России и в развивающихся странах в условиях эксплуатации, когда известные средства борьбы с износом не помогают.

2.Отказ от ежегодного планово-профилактического осмотра оборудования, связанного с разборкой-сборкой, и переход к обслуживанию по диагностическим показаниям.

Экономическую необходимость решения первой задачи мы обсуждали выше. Экономическая выгода от решения второй задачи составляет, по мировым оценкам, 500 рублей на рубль вложений [2]. Вследствие этого, возможность обслуживания оборудования и техники по диагностическим показаниям является мощным фактором снижения издержек и оздоровления любой развивающейся экономики. Естественно, такой режим обслуживания возможен только при, практически, безыносной эксплуатации, когда вероятность неожиданного катастрофического износа близка нулю.

Замедлить износ можно, как мы уже утверждали, различными способами целенаправленного формирования защитного поверхностного смазочного слоя. Однако, продолжение эксплуатации узлов трения в условиях усиленного вибрационного воздействия чревато отказами вследствие образования трещин, сколов и т.д. Поэтому оптимальные результаты достигаются при применении смазочных материалов с восстановительным эффектом, с помощью которых можно не только замедлить износ, но и вернуть степень износа и, соответственно, вибрационные показатели к исходным значениям.

2.2. Особенности действия АРВК

Эффективность предлагаемого подхода наглядно подтверждается результатами испытаний АРВК, разработанной в 2003 г. специалистами Института машиноведения РАН и ООО «Венчур-Н» [3, 4]. АРВК является суспензией, состоящей из базовой жидкости, серпентинита (естественного силиката магния) в виде взвеси и трибополимеробразующей (ТПО) присадки. В АРВК, взаимно усиливающим образом, объединены уникальные антифрикционные и противоизносные свойства ТПО присадок и восстановительный эффект серпентинитов.

Смазочные материалы с АРВК обладают способностью восстанавливать, благодаря восстановительной способности и антифрикционным свойствам серпентинитов, размеры и форму изношенных деталей из стали и чугуна на величину порядка 1000 мкм, повышать твердость поверхностей до HRC 56-60 и снижать шероховатость до Ra = 0.1-0.15 мкм. В то же время, АРВК способна мгновенно прекращать зацепление вершин микронеровностей и развитие задиров на любых металлических поверхностях за счет способности трибополимеров полимеризоваться именно на поверхности задиров, образуя «заплатку», надежно закрывающую начавшее формироваться пятно износа.

Таким образом, в случае применения смазочных материалов с АРВК безыносность эксплуатации обеспечивается за счет способности трибополимеров мгновенно прекращать развитие износа, а также за счет восстановления изношенных деталей и улучшения антифрикционных свойств поверхностей трения, благодаря уникальным возможностям серпентинитов. Здесь одновременно происходит микрошлифование неровностей порошком серпентинита, заравнивание неровностей в процессе внедрения серпентинита в контактирующие поверхности и защита вершин неровностей от контакта трибополимером.

Интенсивность внедрения серпентинита в поверхность пропорциональна локальному давлению в пятне контакта. Поэтому вызванные износом детали биения стимулируют внедрение силиката именно в наиболее изношенные участки поверхности, что приводит к восстановлению правильной формы и размеров деталей. Процесс внедрения автоматически прекращается при достижении

исходных формы и размеров и при снижении шероховатости, поскольку контактное давление уменьшается более, чем в 30 раз, и принимает значение ниже порогового.

Лабораторные измерения и натурные испытания АРВК на действующем оборудовании теплоэлектростанций, на металлорежущих станках, на двигателях и трансмиссии автотракторной техники показали, что АРВК совместима с любыми маслами. Во всех случаях, противоизносная эффективность любого самого дешевого масла поднималась до уровня, превышающего уровень лучших импортных моторных масел (рис. 1). В частности, на рис. 1 верхняя кривая соответствует глубине износа канавки, при истирании ролик по пластине на машине трения Шкода-Савина, для самого дешевого минерального моторного масла, а нижняя кривая получена после добавления АРВК в это же масло. В отличие от обычных масел, на нижней кривой мы не видим зависимости глубины износа от времени.

При натурных испытаниях, восстановительный эффект серпентинитов проявляется в том, что размеры изношенных деталей подшипников качения, цилиндра-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания и компрессоров, редукторов и т.д. возвращаются к исходному значению, что проявляется в снижении вибрации механических узлов, восстановлении компрессии в цилиндрах, в уменьшении биения деталей на станках, в снижении температуры саморазогрева поверхностей трения.

Зависимость глубины износа канавки на плоской пластине от пройденного пути вращающегося ролика при истирании в режиме граничной смазки

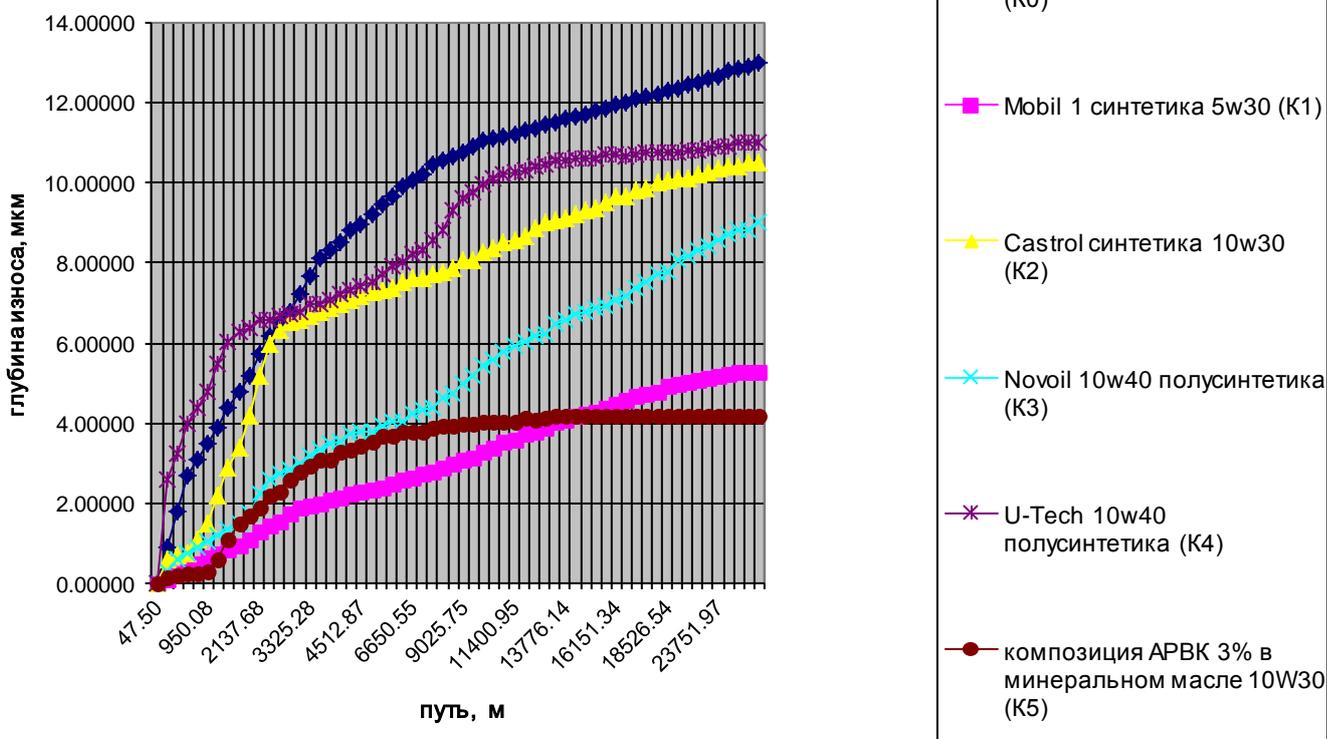


Рис. 1

В мировой практике принято оценивать степень износа любых механических узлов по уровню их вибросостояния. Характерным примером восстановления ресурса, возврата степени износа механических узлов к исходному состоянию является снижение уровня всех вибропараметров подшипников бустерного насоса БЭН9А на ТЭЦ-21 (рис. 2).

Бустерный насос БЭН9А, ТЭЦ-21

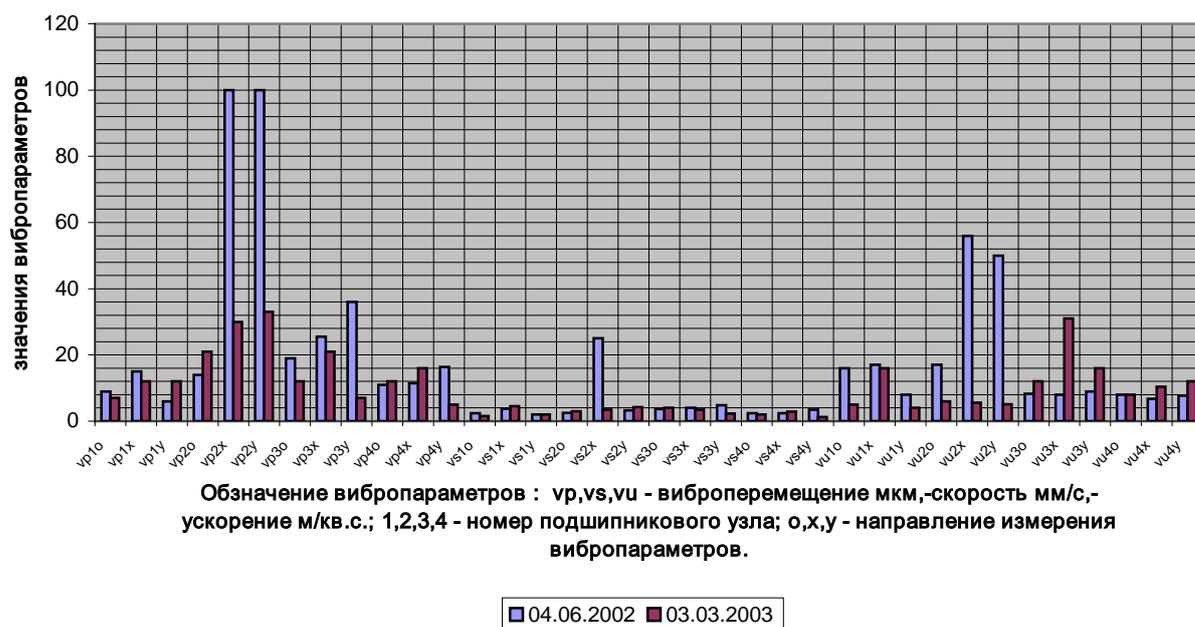


Рис. 2

Противоизносная эффективность и восстановительный эффект АРВК сохраняются при добавлении композиции в пластичные смазочные материалы. В качестве исходного варианта для разработки пластичного смазочного материала с основными потребительскими характеристиками, соответствующими мировому уровню или превышающими его, была выбрана смазка пластичная «Политерм-многоцелевая» ТУ 0254-001-40439881-99.

Испытания, проведенные в ОАО «Московский подшипник», показали, что смазка «Политерм-многоцелевая» в 4 раза превосходит по времени работоспособности «Литол-24», в обычных условиях, и в 8 раз, при повышенной температуре. Рабочий температурный диапазон смазки -60 - +130 и -30 - +250 градусов Цельсия, повышенная стойкость к вымыванию и действию агрессивных сред. В таблице 1 приведены результаты испытаний смазки при истирании роликов по пластине на машине трения Шкода-Савина. По всем триботехническим показателям смазка пластичная «Политерм-многоцелевая» с АРВК превосходит ближайшие аналоги.

Таблица 1

	Вид смазки	Температ. саморазогрева, град. Ц.	Износ, глубина, мкм	Износ, ширина, мкм	Коэфф. трения	Фактор износа	Предельн. давление, МПа
1	ПОЛИТЕРМ+ АРВК (1%ТПО)	37	6	0,5	0,01	0,11	5
2	Литол-24 + АРВК (3%ТПО) Luxoil	56	8	0,6	0,017	0,5	4,7
3	Литол-24 Luxoil	61	10	0,6	0,033	0,46	4,4
4	BP Entegreuse LS-EP	55	19	1,2	0,021	0,54	2,1
5	БУКСОЛ	60	16	1,1	0,008	2,4	3

2.3. Результаты применения АРВК при обкатке трансмиссии тракторов

Характерным примером уменьшения уровня вибрации являются результаты испытаний АРВК, выполненных на Северо-Кавказской машиноиспытательной станции Минсельхоза РФ (Отчет №11-18-07 (4230162) по результатам приемочных испытаний антифрикционной ресурсовосстанавливающей композиции (АРВК) для агрегатов трансмиссий тракторов от 08.11.2007 г., г. Зерноград), при исследовании динамики приработки шлицевых соединений и зубчатой передачи механизма привода насоса (МПН) коробки передач трактора «Кировец». При применении АРВК повышается интенсивность процесса приработки деталей. Время достижения максимального уровня виброускорений зубчатого зацепления конического редуктора уменьшается в 2,6 раза в сравнении с условиями работы на чистом масле. При этом уровни виброускорений в области максимальных значений практически равны между собой, а по окончании 60-ти часовых испытаний уровень вибрации редуктора, работавшего на масле с добавлением АРВК на 6 дБ или в 1,8 раза меньше уровня вибрации редуктора, работавшего на масле без АРВК (рис. 3).

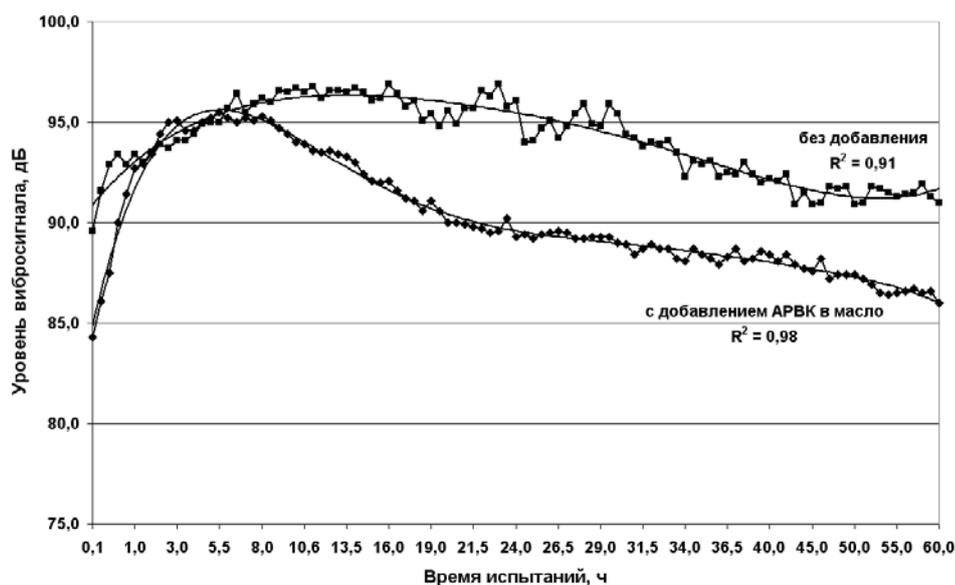


Рис. 3. Изменение уровней виброускорений на зубцовой частоте конического редуктора МПН без добавления АРВК в масло и с добавлением АРВК в масло

Для оценки качества поверхности шлицев валиков до и после обкатки МПН, проведено измерение параметров шероховатости рабочих поверхностях. Средние значения результатов измерения параметров по шести шлицам валиков при обкатке на масле без добавления и с добавлением АРВК, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры шероховатости боковых поверхностей шлицев

Наименование параметра по ГОСТ 2789	Валик привода масляного насоса 700А.17.01.038-3			
	масло без добавления АРВК		масло с добавлением АРВК	
	до	после	до	после
Среднее арифметическое отклонение Ra , мкм	5,31	4,72	6,47	0,76
Высота неровностей по десяти точкам Rz , мкм	29,6	22,6	32,62	4,83
Средний шаг местных выступов S , мкм	30,8	35,1	39,5	10,4

Параметры шероховатости шлицев валика, работавшего с добавлением АРВК в масло, соответствуют классу шероховатости 7в, при исходном классе шероховатости 4, по ГОСТ 2789. За время обкатки этого валика показатели шероховатости Ra , Rz и S уменьшились в 8,5; 6,8 и 3,8 раза и составили соответственно 0,76 мкм; 4,83 мкм и 10,4 мкм. Фрагменты профилограмм рабочих поверхностей шлицев до и после обкатки на чистом масле и масле с добавлением АРВК, представленные, соответственно, на рис. 4 и 5, наглядно показывают улучшение параметров шероховатости в сравнении с исходными данными.

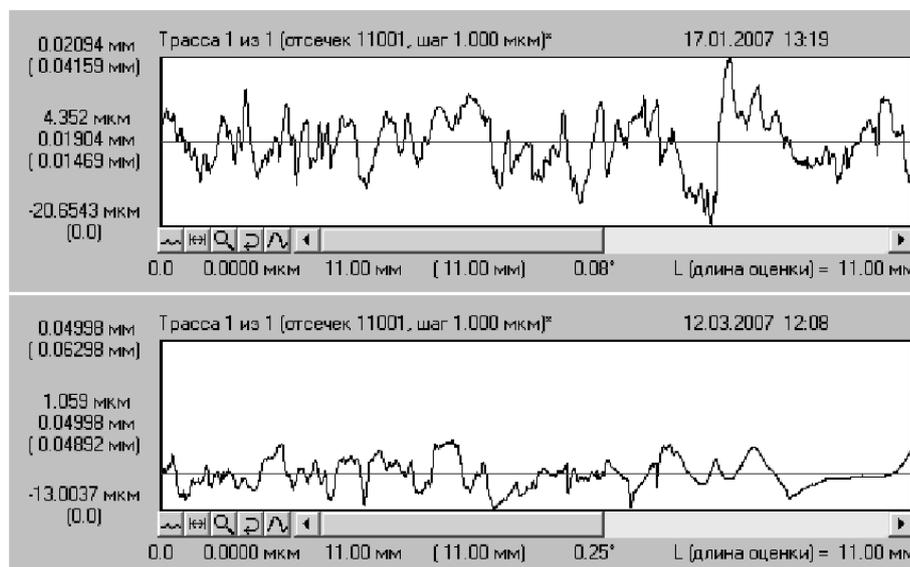


Рис. 4. Фрагменты профилограмм боковых поверхностей шлицев валика МПН: новый валик до обкатки с чистым маслом (вверху); валик после 60-ти часовой обкатки с чистым маслом (внизу)

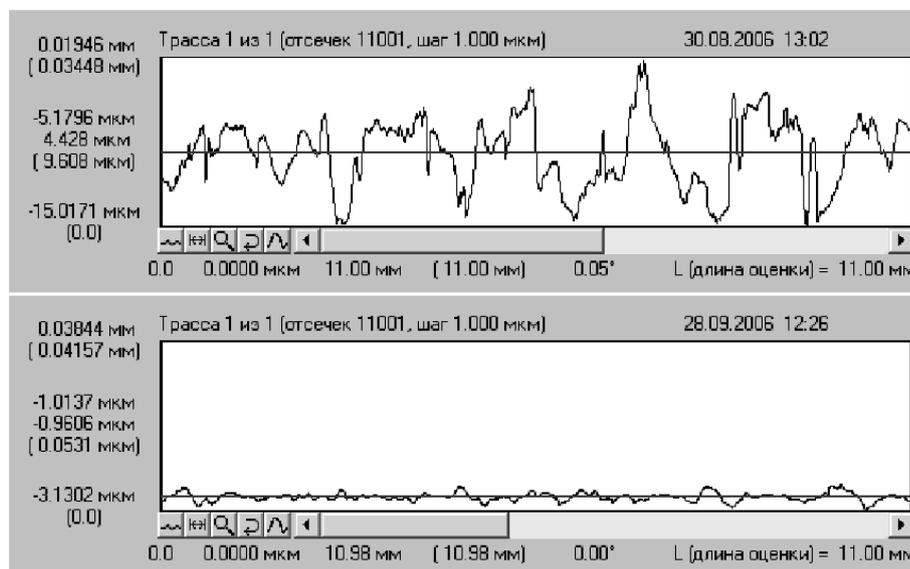


Рис. 5. Фрагменты профилограмм боковых поверхностей шлицев валика МПН: новый валик до обкатки (вверху); валик после 60-ти часовой обкатки с АРВК (внизу).

2.4. Результаты применения АРВК при эксплуатации и обкатке двигателей внутреннего сгорания

Способность АРВК оптимизировать зазоры и сводить к минимуму шероховатость поверхностей наилучшим образом проявляется при восстановлении и обкатке цилиндро-поршневой группы

двигателей внутреннего сгорания. В результате, восстанавливается или увеличивается и выравнивается по цилиндрам компрессия, восстанавливается или увеличивается, относительно номинала, крутящий момент двигателей, уменьшается на 4-10% потребление топлива и количество вредных выбросов, в частности, экологические параметры двигателей улучшаются до «Евро-2», снижаются вибрация и шум.

Эффективность применения АРВК во время эксплуатации двигателей сельхозтехники подтверждена испытаниями, проведенными в ФГУ «Центральная машиноиспытательная станция», что отражено в протоколе № 13-26-04 (4230212) от 7 декабря 2004 г. Выдержка из протокола: «Испытаниями установлено, что введение антифрикционной ресурсовосстанавливающей композиции АРВК в двигатель Д-240 зав.№ 158718 трактора МТЗ-82 зав. № 006135 1975 года выпуска после наработки 228 мч повысило компрессию в цилиндрах двигателя с 18 кг/см² до 20...21 кг/см² и улучшило мощностные и топливно-экономические показатели двигателя: максимальная мощность двигателя в комплектации, соответствующей эксплуатационной мощности повысилась на 3,7 кВт; при этом часовой расход топлива снизился на 0,29 кг/ч, а удельный — на 39 г/кВт·ч. Испытаниями установлено, что АРВК способствует очистке двигателя...»

Эффективность применения АРВК во время обкатки двигателя после капитального ремонта подтверждена испытаниями, проведенными в ФГУ «Северо-Кавказская машиноиспытательная станция», что отражено в протоколе № 11-19В-05 (9110196) от 18 мая 2005 г. Выдержка из протокола: «Испытаниями установлено, что введение антифрикционной ресурсовосстанавливающей композиции АРВК в двигатель с последующей работой дизеля в режиме переменного нагружения в течение 10 часов привело к улучшению показателей:

- повышению компрессии (давления) в цилиндрах двигателя с 20.. .22 кг/см² до 23.. .24 кг/см²;
- улучшению герметичности в цилиндропоршневой группе по показателям полного вакуума - с 0,7.. .0,83 кг/см² до 0,93.. .0,95 кг/см²; по показателям остаточного вакуума - с 0,22.. .0,53 кг/см² до 0,23...0,28 кг/см²;
- уменьшению расхода картерных газов на 7 л/мин. (9,7 %);
- уменьшению давления картерных газов с 18 до 14 мм вод.ст.;
- увеличению мощности двигателя на 2,8 % при одновременном уменьшении удельного расхода топлива на 3,2 %;
- снижению общих уровней вибрации направленных колебаний в вертикальном направлении на 6 дБ и в горизонтальном поперечном направлении - на 3 дБ. Общий уровень виброускорений пространственных колебаний двигателя снизился на 6,7 дБ».

Аналогичные результаты получены при проведении приемо-сдаточных испытаний дизелей УТД-20 на 81 бронетанковом ремонтном заводе в г. Армавире: «Анализ результатов измерения параметров двигателя №63КND, до и после обработки АРВК, показывает, что за время обкатки и режимных испытаний возросли такие показатели, как:

- крутящий момент на 11,7 %
- мощность на 2,7 %
- Снизилась значения:
- удельного расхода топлива на 5,8 %
- удельного расхода масла на 50 %
- вибрации, в среднем, на 4-30 %
- дымности на 40-75 %

Полученные результаты по вибрации соответствуют требованиям международного стандарта ISO 2372; показатели дымности отработавших газов выпуска соответствуют требованиям стандарта "ЕВРО - 2"».

2.5. Возможности увеличения срока службы автомобилей

Лабораторные исследования на машине трения показали, что добавление АРВК в самое дешевое масло обеспечивают износостойкость, в 2 раза превышающую показатели лучших импортных моторных масел, в рекламе которых гарантируется 340 тыс. км пробега автотранспорта без ремонта

двигателя. На автобазе Министерства обороны в Москве проведен массовый эксперимент по определению фактического ресурса двигателей и трансмиссии автомобилей «Волга», обработанных АРВК.

Средний пробег автомашин, на этой автобазе, до капитального ремонта составляет 120 тыс. км. В масляную систему двигателей, коробок передач и задних мостов 60 автомобилей «Волга» влили АРВК. Через 60 тыс. км (в соответствии с инструкцией по применению АРВК) обработку повторили. Наиболее характерные (не окончательные) результаты по фактическому пробегу автомашин представлены в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Дата обработки	Марка автомашины и регистрационный номер	Пробег на момент обработки, км	Дополнительный пробег после обработки на 01.04.2007, км
1	09.03.04	ГАЗ-3102-102, 0123 МО	93598	92413
2	10.03.04	ГАЗ-3102-101, 0305 МО	107481	94781
3	16.02.04	ГАЗ-3110-311, 0267 МО	89956	97981
4	13.01.04	ГАЗ-3110-311, 0136 МО	84928	109611
5	22.01.04	ГАЗ-3110-311, 0850 МО	72008	98934
6	28.01.04	ГАЗ-3110-311, 0637 МО	85106	103682
7	19.02.04	ГАЗ-3102-106, 0627 МО	177275	101822
8	14.02.04	ГАЗ-310231-350, 0771 МО	79295	93020
9	11.02.04	ГАЗ-3110-311, 0644 МО	82447	113428
10	19.02.04	ГАЗ-3110-311, 0820 МО	80414	97785
11	12.02.04	ГАЗ-3102, 0652 МО	129611	116078
12	19.01.04	ГАЗ-3110-311, 2266 МО	94555	86915
13	06.02.04	ГАЗ-3110-311, 0870 МО	71428	98963
14	15.01.04	ГАЗ-3102-106, 0875 МО	271271	64594

Далеко не окончательные результаты испытаний показывают, что, добавляя АРВК в моторные и трансмиссионные масла, можно массово увеличить пробег автомобилей до капитального ремонта в 1,5-2 раза. Аналогичные результаты были получены при обработке двигателей 150 автобусов. Количество ремонтов двигателей в течение года уменьшилось в 2 раза, фактический годовой пробег автобусов увеличился на 30%, а средний расход топлива уменьшился на 4%.

2.6. Результаты применения АРВК для восстановления и выравнивания компрессии в цилиндрах двигателей автомобилей.

Для рядовых автолюбителей применение АРВК означает гарантированное возрождение двигателей и трансмиссии. В качестве примера, рассмотрим результаты обработки двигателей личных автомобилей сотрудников цементных заводов:

1. Ульяновский ЦЗ.

ВАЗ 2112. Владелец Ерошкин Ю.Г. Гос.№ С 382 ОМ 73.

	№№ цилиндров			
	1	2	3	4
18.04.2007 Компрессия	11,0	11,0	11,0	11,5
20.04.2007 Компрессия	12,5	12,5	12,5	12,5

ВАЗ 2107. Владелец Куприянов Ю.В. Гос.№ А 173 УС 73.

№№ цилиндров

		1	2	3	4
18.04.2007	Компрессия	9,5	8,5	9,0	7,5
20.04.2007	Компрессия	9,8	9,5	9,5	9,5

2. Оскольский ЦЗ.

Нива-Шеви. Владелец Литвинов А.А.

		№№ цилиндров			
		1	2	3	4
22.05.2007	Компрессия	10,0	10,0	10,5	10,5
06.08.2007	Компрессия	11,1	12,0	11,9	11,8

ВАЗ 21074. Владелец Вельмисев О.С. Гос.№ Е 293 ВН 31.

		№№ цилиндров			
		1	2	3	4
22.05.2007	Компрессия	11,5	12,0	12,0	12,0
06.08.2007	Компрессия	11,6	12,5	12,3	12,5

ВАЗ 21099. Владелец Ищук. Гос.№ Е 376 ВЕ 31.

		№№ цилиндров			
		1	2	3	4
22.05.2007	Компрессия	10,0	9,0	10,5	11,0
06.08.2007	Компрессия	13,6	12,4	12,7	11,7

ВАЗ 2106. Владелец Степанов В.В. Гос.№ А 251 ЕК 31.

		№№ цилиндров			
		1	2	3	4
22.05.2007	Компрессия	11,5	11,5	11,0	11,0
06.08.2007	Компрессия	11,6	11,6	11,5	11,8

Восстановление и выравнивание компрессии сопровождается заметным улучшением динамики автомобиля, уменьшением шума двигателя, расхода топлива и токсичности отработанных газов.

2.7. АРВК для топлива

АРВК для топлива, в концентрации 0,2%, восстанавливает изношенные механические узлы на всем пути топлива: в топливной аппаратуре, направляющие всасывающих клапанов, компрессионные кольца. Уменьшает скорость износа этих узлов. Композиция улучшает условия сгорания бензина и дизельного топлива, устраняет детонацию, снижает шумность двигателя, повышает приемистость, предотвращает отрицательные последствия применения некачественного топлива. Полное восстановление двигателя достигается при одновременном применении АРВК для масла.

Значение АРВК для автомобилистов еще предстоит осознать. Дело в том, что повсеместное применение метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) в качестве средства для повышения октанового числа бензина создало серьезную проблему. На третий день после заправки, эфир испаряется, и октановое число опускается, например, с 93 до исходных 80 единиц. Это в лучшем случае, в худшем – в баке остается прямогонный безин в чистом виде. Ускоренный износ двигателя, вследствие детонации, каждый может проследить на своем автомобиле. И вот тут необходима АРВК для топлива, которая устранил детонацию, восстановит изношенные узлы и снизит расход топлива.

При одновременном применении АРВК для масел и АРВК для топлива, зафиксировано уменьшение расхода топлива, на трассе, на 10%.

2.8. Электрический транспорт, подъемное, нефтедобывающее и энергетическое оборудование

На электрическом транспорте и подъемном оборудовании ТБЭ позволяет перевести в безыносный режим эксплуатации с обслуживанием по вибродиагностическим показаниям подшипники электродвигателей, редукторы, компрессоры, подшипники колесных пар.

В компрессорах всех видов восстанавливаются кривошипно-шатунный механизм, цилиндропоршневая группа, мультипликатор, лубрикаторы, подшипники, насосы высокого и низкого давления, минимизируется попадание масла в пневмосистему.

Восстанавливаются все виды тяговых редукторов. В результате обработки гребней колесных пар, ресурс бандажей колесных пар до обточки увеличивается в 1,5-2,4 раза, в зависимости от исходной толщины бандажей (60 – 90 мм), снижается интенсивность бокового износа рельсов. Возможно нанесение твердосмазочных покрытий, содержащих АРВК, на гребни колес и боковые поверхности рельсов.

В 2006 г. ТБЭ и смазочные материалы, содержащие АРВК, прошли проверку на нефтедобывающем оборудовании ОАО «Удмуртторф» и ОАО «Удмуртнефть».

В ОАО «Удмуртторф» на объекте НГДУ «Як-Бодья» обработка 19.05.2006 г. в соответствии с ТБЭ поршневого насоса НБ-125-1 №7694 привела к снижению силы тока с 73 А до 55 А, что дало уменьшение потребляемой мощности на 123,44 кВт и уменьшение затрат на 282181 рубль за квартал. Работу контролировал начальник ЦДНГ ОАО «Удмуртторф» Манчик А.А.

В ОАО «Удмуртнефть» на объекте НГДУ «Гремиха» 24.07.2006 г. обработка насоса ЦНС-300*240 № 1 (АРВК была внесена в масло редуктора, смазка Политерм-многоцелевая с АРВК была внесена в подшипники насоса и электродвигателя) привела к снижению температуры трансмиссионных подшипников со 100 гр. Цельсия до 70 гр. Цельсия и к уменьшению тока нагрузки эл.двигателя со 135 А до 130 А. Работа велась под наблюдением главного механика Погорелкина Е.В.

Длительное наблюдение за работой нескольких обработанных насосов показало увеличение срока службы до капитального ремонта в 2-3 раза.

Проверена возможность увеличения срока службы штоков насосов и уплотнений. Вместо хромирования, на шток было нанесено твердосмазочное покрытие на полиуретановой основе, а в каучук уплотнений был добавлен антифрикционный наполнитель на основе АРВК. В результате, срок службы штока и уплотнения был увеличен в 2 раза. Значительно большее увеличение срока службы пары шток-уплотнение может быть получено при изготовлении уплотнений из самосмазывающихся полиуретановых эластомеров.

В соответствии с ТБЭ обработаны подшипники качения и скольжения более 300 единиц оборудования АО «Мосэнерго» и ГУП «Мостеплоэнерго». Средняя стоимость обработки единицы оборудования (все 4 подшипника) составила 1000 рублей. Подтверждена возможность повышения надежности эксплуатации:

- бустерных, сетевых, конденсатных и других видов насосов, в частности, решена задача уменьшения скорости износа и улучшения вибросостояния подшипников электродвигателя конденсатного насоса; радиально-упорного подшипника сетевых насосов;

- всех видов тягодутьевого оборудования, в том числе, с принудительной смазкой через маслостанции, с одновременной обработкой опорного подшипника РВП;

- электродвигателей с консистентной смазкой подшипников, в частности, за счет уменьшения вибрации в осевом направлении.

- всех видов компрессоров, с увеличением производительности на 30-50%.

Решением НТС Департамента топливно-энергетического хозяйства Правительства г. Москвы от 17.06.2004 г. [5] ТБЭ рекомендована к применению на энергетических и транспортных предприятиях г. Москвы.

2.9. Металлорежущее оборудование

В ходе выполнения НИОКР по заказу Росавиакосмоса проведена обработка металлорежущих станков, путем добавления АРВК в масляную систему, (более 50 станков различных видов, в том числе, станки с ЧПУ) на ЭЗ «Протон», в государственном космическом НПЦ им. М.В.Хруничева, на заводе экспериментального машиностроения РКК «Энергия» им. С.В.Королева, на заводах Ульяновска и Пензы. На токарных станках достигнуто уменьшение в 3 раза биения обрабатываемой детали, снижена вибрация шпиндельной группы подшипников. Восстанавливается точность ходового винта. Увеличивается ресурс ШВП. Уменьшается износ направляющих. Возможно восстановление направляющих и, в дальнейшем, снижение скорости износа путем нанесения твердосмазочных покрытий, содержащих АРВК.

Добавление АРВК к охлаждающей жидкости в 2-20 раз повышает стойкость резцов. Влияние АРВК на стойкость режущего инструмента проверялось в наиболее жестких режимах, характерных для операции сверления. Сравнительные испытания стойкости сверл проведены на следующих СОЖ: масло индустриальное И-20; сульфифрезол; 5% эмульсия эмульсола Э2. Эффективность СОЖ с АРВК изучалась при обработке сталей с различными физико-механическими свойствами: конструкционная сталь 45; нержавеющая сталь 1Х18Н9Т и углеродистая сталь У8А. В качестве режущего инструмента использовали спиральные сверла диаметром 8,5 мм из молибдено-вольфрамовой стали Р6М5 и диаметром 10 мм из кобальтово-вольфрамовой стали Р5К9. Глубина отверстия 25 мм.

Результаты:

1. Введение АРВК в И-20 при сверлении стали 45 увеличило стойкость сверла в 3-4 раза, крутящие моменты и силы резания уменьшились на 8-10%; шероховатость поверхности снизилась на 20-23 мкм.

2. При сверлении стали 1Х18Н9Т с эмульсией и сульфифрезолом стойкость сверла возросла в 2-2,7 раза.

3. При обработке стали У8А, в зависимости от скорости резания, введение АРВК в эмульсию увеличило стойкость сверл от 3,2 до 20,1 раз.

При шлифовании стали 45, введение АРВК в СОЖ позволяет увеличить стойкость шлифовальных кругов из электрокорунда белого в 16 раз; из карбида кремния зеленого – в 2-3 раза. Соответственно, снижается засаливание круга, удельный расход электроэнергии уменьшается, в среднем, в 2-6 раз.

2.10. Повышение конкурентоспособности продукции отечественного машиностроительного комплекса

Опыт обкатки коробок переключения передач и двигателей внутреннего сгорания, в том числе, личных автомобилей, свидетельствует об уникальных возможностях повышения конкурентоспособности продукции машиностроительного комплекса с помощью финишной обкатки изделий с маслами и смазками, содержащими АРВК. В результате такой обкатки, происходит коррекция размерных неточностей изготовления и минимизация допусков двигателей внутреннего сгорания, трансмиссии, компрессоров, насосов, металлообрабатывающих станков и другого механического оборудования. Одновременно, в 2 - 3 раза увеличивается ресурс машин. Вследствие применения ТБЭ основные функциональные характеристики отечественной продукции могут быть доведены до уровня образцов европейских фирм. При этом средняя дополнительная стоимость обкатки единицы продукции не превысит тысячи рублей.

2.11. Новые полимерные материалы на службе безызносности

В СССР были созданы крупные центры по разработке полимерных материалов для специальных применений. Некоторые их разработки, в частности, в области полиуретанов, полимочевин и композиционных материалов, до сих пор не потеряли своей актуальности и обладают несомненной конкурентоспособностью по показателю «цена-качество».

Все большее распространение, в наиболее ответственных узлах современных машин, приобретают уплотнения из полиуретановых эластомеров (ПУЭ). По своим физико-механическим свойствам полиуретановые эластомеры значительно превосходят резинотехнические изделия.

Известно, что устойчивость ПУЭ в гидроабразивной среде в 8 раз превосходит износостойкость углеродистой стали. Еще более интересными свойствами обладают самосмазывающиеся ПУЭ, т.е. ПУЭ с антифрикционным наполнителем. Введение наполнителя в ПУЭ приводит к уменьшению скорости истирания вала в 4 раза и к уменьшению скорости истирания уплотнений из ПУЭ в 2 раза.

Дальнейшее повышение износостойкости достигается при одновременном применении валов, защищенных от истирания и коррозии путем нанесения твердосмазочных покрытий (ТСП) с АРВК и уплотнений, изготовленных из самосмазывающихся ПУЭ с АРВК.

Изготовленные из самосмазывающихся ПУЭ манжеты, уплотнения, уплотнительные кольца, гуммированные пальцы муфт, детали навесных орудий, поршни, валы, колеса становятся, практически, безыносными. Такими же свойствами обладают детали, изготовленные из жестких конструкционных материалов на основе полиуретана с АРВК.

Полимерные материалы, образующие защитные покрытия, могут наноситься как на грунтованную поверхность, так и на поверхность со следами коррозии, очищенную от рыхлых наслоений. Поверхности предварительно обезжириваются и высушиваются. Особый интерес представляют полимерные материалы и композиции, которые наносятся в условиях естественной влажности и даже под водой.

Защитные покрытия обладают целым комплексом защитных свойств. В зависимости от назначения, отдельные свойства можно усиливать. Защитные покрытия применяют для изготовления:

- наливных полов и кровель;
- для гидроизоляции и защиты от агрессивных сред;
- для обеспыливания и защиты от истирания полов;
- с пигментами, для окрашивания и консервации поверхностей;
- с антикоррозионными наполнителями, для надежной коррозионной защиты;
- с антифрикционными наполнителями, для получения твердосмазочных покрытий.

Температура нанесения от -30 до +60 гр. Цельсия. Температура эксплуатации от -60 до +180 гр. Ц. Расход материала 0,2-1,0 кг/кв.м. Стоимость не превышает 700 руб./кв.м. Отвержденное покрытие не горит, не токсично, разрешен контакт с питьевой водой. Долговечность покрытий не менее 25 лет, гарантия – не менее 3 лет.

Принципиально новые возможности открываются в результате применения ТСП с полиуретановым связующим и антифрикционным наполнителем на основе АРВК. Такие покрытия защищают машины, механизмы и конструкции одновременно от фрикционного, абразивного, эрозионного, вибрационного, коррозионного и других видов износов. В частности, ТСП могут успешно применяться для защиты кузовов и бункеров от налипания, абразивного и коррозионного износа; для защиты рабочих поверхностей пневмо и гидротранспортных систем; разгрузочной части мельниц; питателей; деталей транспортеров; гребней скатов кранов и колес железнодорожного транспорта; миксеров растворобетонных узлов; для изготовления скользящих и виброгасящих опор; для повышения стойкости и уменьшения сопротивления режущего инструмента, лемехов, прессформ и многого другого.

3. Полимерные материалы и технологии для пропитки, консервации и восстановления строительных конструкций

Значительный износ зданий, сооружений и других строительных конструкций в России, странах СНГ и в развивающихся странах придает особую актуальность методам и материалам для консервации, восстановления и продления срока службы бетонных, кирпичных, металлических и других строительных деталей.

3.1. Пропиточные грунтующие, консервирующие, восстановительные, гидро и теплоизолирующие составы

Пропиточные составы обладают высокой проникающей способностью, заполняют поры по глубине в несколько миллиметров, образуют с бетоном, ржавой поверхностью металла и т.д. единый композиционный материал. При однократной пропитке сохраняется паропроницаемость бетона. Пропитанный бетон:

- имеет повышенную стойкость к действию агрессивных сред;
- сопротивление появлению поверхностных трещин возрастает в 5-8 раз;
- сопротивление истиранию возрастает в 3-5 раз;
- водопоглощение бетона после двух пропиток равно нулю;
- морозостойкость - 500 циклов;
- проникновение в пропитанный бетон ионов хлора, сульфат-ионов не отмечается;
- обеспечивается обеспыливание;
- отвержденная композиция не горит, не токсична, разрешен контакт с питьевой водой.

Температура нанесения от -30 до +60 гр. Цельсия. Температура эксплуатации от -60 до +140 гр. Ц. Расход материала 0,2-1,0 кг/кв.м. Стоимость не превышает 700 руб./кв.м.

Пропиточные составы могут служить основой для замешивания композиций, которыми заполняют дефекты поверхностей и надежно восстанавливают строительные детали.

На грунтованную поверхность наносят защитные покрытия, упомянутые в разделе 2.11, что завершает консервацию поверхностей. Современные полимерные материалы на основе полиуретана позволяют в одном цикле нанести гидроизолирующий слой, а на него - слой вспененного полиуретана, что обеспечивает, одновременно, надежную гидро и теплоизоляцию.

3.2. Ремонтные составы

Ремонтные составы предназначены для ликвидации повреждений, вызванных коррозией, сколами, трещинами, разрушением клеевых соединений. Ремонтные составы позволяют восстановить целостность конструкции с надежностью не хуже сварного соединения в условиях естественной влажности и под водой.

Для омоноличивания или восстановления и увеличения прочности массива, ремонтные композиции нагнетаются в шпур под давлением 50-150 атмосфер. Распространяясь по трещинам в массиве, композиция склеивает их берега. Этот процесс продолжается до тех пор, пока все трещины в массиве не будут заполнены композицией.

4. Техничко-экономическая эффективность ТБЭ

Каждый руководитель понимает, что конкурентоспособность его предприятия зависит от своевременного обновления техники и технологий. Получение кредитов, на приемлемых условиях, во время финансового кризиса, становится проблематичным. Ос -тается один путь – заработать средства на покупку новой техники и технологий, всячески поддерживая работоспособность предельно изношенных оборудования и техники, а также соблюдая жесткий режим экономии.

В связи с этим, важно правильно оценить возможности, которые предоставляет ТБЭ.

Восстановлению и продлению ресурса подлежат механические узлы с любой степенью износа, лишь бы они функционировали. Этот тезис подтверждается опытом применения ТБЭ на 7 заводах ОАО «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» в 2006-2007 г.г., где были обработаны, путем внесения АРВК в масло и путем применения пластичной смазки «Политерм-многоцелевая» с АРВК, наиболее изношенные (по мнению механиков, подтвержденному виброконтролем) агрегаты: 41 редуктор мельниц помола сырья, цемента и привода печей, цапфовые подшипники 7 мельниц, 4 турбокомпрессора, 12 подшипников дымососов, 2 БЕЛАЗ-а, 1 тепловоз, 6 автомобилей.

В масляные емкости работающих машин влили АРВК, из расчета 1 л АРВК на 50 л масла. Субъективная оценка шума, результаты измерений вибропараметров и температура подшипников скольжения показали значительное улучшение уже на вторые сутки эксплуатации.

Характерный пример восстановления предельно изношенного редуктора представлен в таблице 4.

Таблица №4

Белгородский ЦЗ. Редуктор мельницы помола цемента № 4				
Направл. измерения	Дата измерен.	Вибропараметры		
		перемещение, мкм, предел 80-100 мкм	скорость, мм/с, предел 4,5-7 мм/с	ускорение, м/с ² , предел 10-20 м/с²
горизонт.2	24.05.07	1671	36	133
	09.08.07	74	12,2	85
вертикал. 2	24.05.07	1600	73	191
	09.08.07	148	18,7	176
осевое 2	24.05.07	1375	107	163
	09.08.07	116	12,3	81

В ячейках с названиями вибропараметров указаны соответствующие предельно допустимые значения. Результаты измерений на момент обработки превышают эти значения в 5-16 раз. В 2008 г. обработанные редукторы продолжали работать.

Экономическую эффективность ТБЭ можно оценить, исходя из того, на семи заводах ОАО «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» в 2006-2007 г.г., за счет восстановления и продления ресурса основного оборудования получена экономия в 126 млн. руб., за счет уменьшения простоев и выпуска дополнительной продукции получена выручка в 144 млн. руб. При стоимости наших смазочных материалов с восстановительным эффектом в сумме 2 млн.руб. получена экономическая выгода, равная **135 рублям на рубль** вложений.

По мировым оценкам, массовое применение ТБЭ, в полном объеме, может дать экономическую выгоду, равную **500 рублей на рубль** вложений. Для этого необходимо приобрести, по нашим рекомендациям, компактные анализаторы вибрации и электронные твердомеры, освоить нашу методику вибродиагностики и инструкцию по входному контролю всех поступающих подшипников и других запасных частей по твердости металла и научиться вводить результаты виброконтроля в компьютерную базу данных.

В результате, Вы получите высокоэффективную систему обеспечения надежности и снижения стоимости эксплуатации энергетического, металлообрабатывающего, промышленного оборудования, транспорта и различной техники, включающую в себя

- мониторинг вибросостояния оборудования, основанный на регулярном контроле вибропараметров и анализе динамики изменения вибросостояния с помощью постоянно пополняемой компьютерной базы данных;
- коррекцию вибросостояния и степени износа оборудования путем добавления в смазочные материалы АРВК;
- проведение ремонта и замену механических узлов оборудования и техники только на основании диагностических показаний, когда коррекция невозможна;
- применение универсальной, с широким температурным диапазоном, содержащей АРВК пластичной смазки с увеличенным в несколько раз сроком службы между заменами;
- входной контроль всех поступающих подшипников и других запасных частей по твердости металла.

Поэтапное внедрение этой системы позволяет за 2-3 года перевести все оборудование и технику в режим безыносной эксплуатации с обслуживанием по вибродиагностическим показаниям, взамен

планово-профилактического, что обеспечивает показатели по удельным расходам и надежности эксплуатации значительно выше мирового уровня.

На полную обработку всего оборудования и техники среднего предприятия необходимо потратить, примерно, **3 млн. рублей**, что даст экономический эффект, эквивалентный **400-1500 млн. рублей** дополнительных инвестиций и позволит ускорить перевооружение, обеспечив тем самым уровень конкурентоспособности, адекватный условиям значительного ухудшения рыночной конъюнктуры.

Экономическую выгоду от применения ТБЭ можно наглядно представить хотя бы на том примере, что каждое предприятие ежегодно теряет в несколько раз большую сумму, чем необходимые для обработки 3 млн. рублей, вследствие применения негодных подшипников и других запасных частей. Рассмотрим результаты контроля твердости обойм подшипников на 4 цементных заводах (случайная выборка). Измерения проведены на 37 подшипниках. Требованиям ГОСТ-а не удовлетворяет ни один подшипник. 4 подшипника условно годные – 11%. 14 подшипников выйдут из строя через 1-3 месяца эксплуатации – 38%. Остальные подшипники проработают в 2-3 раза меньше положенного срока и будут источниками повышенной вибрации, что вызовет ускоренный износ всего агрегата.

Результаты измерений соответствуют многолетней статистике ОАО «Мосэнерго», где, по результатам эксплуатации, признаются негодными 40-60% подшипников.

Важность входного контроля всех запчастей подтверждают наблюдения за эксплуатацией редуктора мельницы помола сырья № 3 на Пикалевском цементном заводе (таблица № 5).

Таблица №5

Пикалевский ЦЗ. Редуктор мельницы помола сырья № 3 – до обработки				
Направл.и точка измерения	Дата измерен.	Вибропараметры		
		перемещение, мкм	скорость, мм/с	ускорение, м/с ²
горизонт.2	21.06.07	8-14	1,7-2,7	6,8-8,4
	01.10.07	19-48	3,4-5,9	13,5-26,8
вертикал. 2	21.06.07	19-32	2,7-4,8	8,3-9,2
	01.10.07	87-124	9,6-14,5	18,8-65,3
осевое 2	21.06.07	19-41	2,5-4,6	7,4-10,4
	01.10.07	49-82	5,9-11,2	17,2-36,3

Первый виброконтроль был проведен сразу после замены зубчатых колес. Быстрый рост вибропараметров свидетельствует о недостаточной твердости зубьев одного или всех зубчатых колес. После внесения, по нашей рекомендации, АРВК, вибропараметры вернулись к исходным значениям.

Поставки подшипников и других запасных частей низкого качества – это объективная реальность. Путем добавления АРВК в смазочные материалы можно довести до кондиции 70-80% негодных запчастей. В процессе эксплуатации возрастает твердость рабочих поверхностей и происходит коррекция размерных неточностей изготовления.

Применение ТБЭ в отношении всех видов техники и механического оборудования позволяет:

- уменьшить расход ГСМ на 4-10%;
- уменьшить расход электроэнергии на 10%;
- сократить число всех видов ремонтов механических узлов на 50%;
- увеличить производительность техники и оборудования на 20-30%;
- уменьшить на 30% и более стоимость эксплуатации техники.

5. Обсуждение результатов

В соответствии с ТБЭ, сочетание рекордной износостойкости с периодической восстановительной обработкой обеспечивает реально безызносный режим эксплуатации механического оборудования и механических узлов транспорта. По крайней мере, можно гарантировать удвоение и утроение продолжительности работы до капитального ремонта.

Теряет смысл обслуживание оборудования по современным регламентам (планово-профилактическое) и появляется объективная необходимость в обслуживании по фактическому состоянию (на основании вибродиагностических показаний), что позволяет уменьшить количество ежегодных вмешательств в работу оборудования. Переход к безыносной эксплуатации в сочетании с обслуживанием по диагностическим показаниям придаст новый импульс экономике России и всем развивающимся экономикам.

По крайней мере, массовое применение в регионах АРВК, смазочных материалов с АРВК и ТБЭ даст экономию, позволяющую сохранить докризисный фактический уровень инвестиций и уровень жизни населения. Это реальный шанс предприятиям и регионам выжить в условиях нарастающего мирового финансового кризиса. Коммерциализация своего опыта применения ТБЭ на внутреннем и мировом рынках принесет предприятиям доходы, значительно превышающие неизбежные, в условиях кризиса, финансовые потери.

Грамотное применение современных полимерных материалов позволяет восстановить и значительно увеличить ресурс строительных конструкций. Принципиально новые возможности открываются в результате применения твердосмазочных покрытий и самосмазывающихся материалов.

От лица секции «Инновационного развития и экономики» межведомственного научного совета по трибологии РАН объявляю о начале работы Международной Ассоциации Безыносности (МАБ) – International Association of the Wearless (IAW). МАБ призвана объединить разработчиков, производителей, распространителей и потребителей современных средств и технологий, сводящих к абсолютному минимуму фрикционный, абразивный, эрозионный, вибрационный, коррозионный и другие виды износов механического оборудования и конструкций всех видов, с тем, чтобы, опираясь на уникальные разработки российских ученых, обеспечить формирование нового сектора мирового инновационного рынка, где отечественная продукция будет иметь бесспорные конкурентные преимущества.

1. Буяновский И.А., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н. Граничная смазка: этапы развития трибологии: Монография.- М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2002.- 230 с.:ил.
2. Гостев Ю.В., Новиков В.И., Пасков В.В. Новый подход к обеспечению надежности эксплуатации теплоэнергетического оборудования. – Новости теплоснабжения, 2004, № 1, с. 37-45.
3. Антифрикционная противоизносная суспензия - Ю.Н. Дроздов, И.А. Буяновский, Ю.В. Гостев, Р.Н. Заславский, В.И. Новиков // Патент на изобретение № 2237704 от 10.10. 2004 г.
4. Новая противоизносная и антифрикционная ресурсовосстанавливающая композиция присадок к смазочным материалам. Ю.Н. Дроздов, И.А. Буяновский, М.Н. Зеленская, Ю.В. Гостев, В.И. Новиков, Р.Н. Заславский // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2004. №5. С. 50-53.
5. Протокол заседания НТС Департамента топливно-энергетического хозяйства Правительства г. Москвы №1–14–100/4 от 01.07.2004.