

**БЕЗРАЗБОРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИЗНОШЕННЫХ
УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ.
ИТОГИ 25-ЛЕТНЕГО РАЗВИТИЯ**

***В.И. Балабанов, д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологий
и машин в растениеводстве
(ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет –
МСХА им. К.А. Тимирязева)***

***А.В. Дунаев, канд. техн. наук, зав. лаб. № 5
(ФГБНУ ГОСНИТИ, (499) 174-81-71, e-mail: dunaev135@mail.ru)***

***В.В. Ладиков, инженер
С.Н. Подчуфаров, инженер
В.Г. Рыжов, инженер***

Аннотация. Рассмотрен «безразборный сервис» машин и оборудования, типы трибосоставов, технологии безразборного повышения ресурса и работоспособности узлов и агрегатов машин и оборудования.

Ключевые слова: трибосоставы профилактические, ремонтно-восстановительные, приработочные, безразборный ремонт, серпентины.

Износ является причиной отказа до 80% механизмов и обуславливает материальные затраты, достигающие 2% ВВП развитых стран. Достижения машиностроения и нефтехимии обеспечили высокую износостойкость узлов трения машин и оборудования, но возможности дальнейшего прогресса требуют нерациональных затрат [7].

Некоторым решением повышения износостойкости узлов трения является создание антифрикционных покрытий триботехническими методами в процессе эксплуатации, что позволяет в 2-3 раза увеличить срок службы агрегатов, на 5-20% уменьшить расход топлива, электроэнергии, на 50% - эксплуатационные затраты [2-7].

Под девизом «Homo responsabilis» в секции «Инновационного развития и экономики» межведомственного научного совета РАН работают многие ученые РФ [7]. Показано, что введение в трибосреду, кроме присадок, нетрадиционных химически активных веществ, растворов органических солей мягких металлов, суспензий высокодисперсных порошков, природных и искусственных минеральных частиц, создающих пленочные покрытия, или повышающих адгезию смазки, или модифицирующих поверхности трения, технически и экономически оправдано [2-7].

В этом направлении в России, а позже и за рубежом, возникла инновационная ветвь, которую можно назвать «нетрадиционной триботехникой» или «безразборным техническим сервисом» – повышение работоспособности и ресурса изношенных узлов и агрегатов введением в их смазку специальных веществ [2-7].

Безразборный сервис может включать приработку, диагностирование, ввод профилактических трибосоставов, химмотологический тюнинг, очистку систем смазки, топливоподачи, охлаждения, камер сгорания, а наиболее важное – восстановление работоспособности и продление ресурса изношенных узлов и агрегатов, не имеющих аварийных дефектов, ремонтно-восстановительными трибосоставами [2-4].

Комплексное безразборное обслуживание как часть общей системы ТО и ремонта машин и оборудования, особенно в условиях спада экономики, является во многих сферах высокой потребностью. Для этого имеется широкая гамма отечественных и зарубежных триботехнических веществ [2-5].

Трибосоставы безразборного обслуживания отвечают всем назначениям, всем периодам жизненного цикла машин и оборудования, различны по эффективности, продолжительности действия, способам введения. Их вводят в масла, смазки узлов, агрегатов, отдельные – в топливо ДВС, аэрозолями – во впускной трубопровод. Ремонтно-восстановительные составы с частичной разборкой подают и в отдельные цилиндры ДВС, подшипники коленвала, задних мостов машин, подшипники качения и скольжения промышленных агрегатов. При этом добиваются частичного восстановления износа и заметного повышения работоспособности и ресурса агрегатов [2-4].

Механизмы функционирования трибоматериалов различны. Они могут подвергаться нагартовке, быть третьим (промежуточным) телом в соединениях, участвовать в адгезии, хемосорбции, электрохимическом металлоплакировании, в трибохимии и трибополимеризации, в катализе углеродных алмазоподобных пленок. При трении происходит также деструкция масла с образованием новых соединений, смол и лаковых отложений. Поэтому разные трибосреды в разных условиях формируют различные покрытия или различно модернизируют поверхности [4].

Известны трибохимические составы, непрерывно поддерживающие свойства смазок [4]. Доказана трибоэффективность электрического воздействия на масла и их присадки для повышения адгезии к металлам, и в тех же целях – механохимической деструкции углеводородов смазок. Однако еще требуется проработка использования в системах смазки химических картриджей, деталей из магниевых сплавов, соединений трибоактивных иода, брома, препрегов с антифрикционной пропиткой.

По назначению, способам действия трибосоставы можно сгруппировать на [4]:

- профилактические, применяемые в постгарантийный период работы машин, после обкатки отремонтированных агрегатов, после их безразборного ремонта; эти составы модифицируют поверхности трения на небольшую глубину или покрывают их мультимолекулярным ворсом, или полимерными пленками, или углеродной алмазоподобной, или аморфной углеродородной, структурированной наноалмазами, или комплексными пленками с металлами, углеводородными соединениями и минералами, или хемосорбцией образуют галогениды железа;
- ремонтно-восстановительные (PBC), применяемые при исчерпании

доремонтного/межремонтного ресурса, образующие пленочные покрытия. Они действуют на поверхностях трения в силу физической, химической адсорбции, трибополимеризации, электролитического осаждения, активации ионообменных процессов в трибосреде, или же каталитически пленкообразуют органику. Продлевается ресурс изношенных узлов, агрегатов. Вместо текущего/капитального ремонта РВС восстанавливают и функционируют агрегатов: мощность ДВС до номинальной и несколько выше, уменьшают изнашивание, расход ТСМ, выбросы вредных веществ, стуки и перегрев агрегатов трансмиссии, повышают КПД гидронасосов, давление и подачу ими смазки, рабочей жидкости, уменьшают утечки в гидроприводах;

- притирочные, обеспечивающие выравнивание контакта сопряжений, уменьшение шероховатости и удельных давлений, а некоторые – и модифицируют поверхности, повышают их антифрикционные свойства и ресурс. Если составы просто разделяют поверхности без физико-химического действия, то притирочный эффект после смены смазки с трибосоставом не сохраняется.

Трибоматериалы по составу и механизму действия можно разделить на [4]:

а) порошки природных минералов (графита, талька, каолина, монтмориллонита, гексагонального нитрида бора («белой сажи»), сернистых соединений и окислов некоторых металлов и т.п.), а также пудры резины, полимеров и опилок твердых пород дерева. Они не создают пленок, в основном только разделяют детали как «третье тело». Эти временные трибокомпоненты, удерживаемые физической адсорбцией, которая на два порядка слабее атомарных связей (хемосорбции), удаляются при смене трибосреды и требуют возобновления;

б) масляные суспензии высокодисперсных порошков мягких металлов, их сплавов. Они без процессов трения на основе химического и физического осаждения образуют мягкие, выдавливаемые пленки на стальных деталях; из-за разности электропотенциалов Fe и Cu до 0,963 В пленки отслаиваются, действуют коррозионно, а триботехника заметно ухудшается;

в) масляные растворы органических солей мягких металлов (олеаты, пальметаты, стеараты...). Они действуют аналогично составам группы (б) электролитическим осаждением на железе;

г) фторорганические растворы политетрафторэтилена и его аналогов, образующие физической адсорбцией без трения временные пленки: осаждаются и в масляных каналах, закупоривая их, что в 90-х гг. вызвало эпидемию аварий ДВС. За рубежом применение ПТФЭ ограничено из-за образования ими в ДВС веществ, аналогичных отравляющим;

д) химически активные составы – галогенированные производные углеводородов (по хлору, сере, фосфору, иоду, бром). Их хемосорбция модифицирует на небольшую глубину поверхности деталей, придавая им высокие антифрикционные свойства;

е) соли щелочных металлов фторсульфоокислот от ГосНИИОХТ (литиевые, магниевые, алюминиевые, борнил-сульфидтрифтор) действуют адгезионно и эффективно даже в концентрациях от 0,005%;

ж) фторкарбонатные смолы с высокой адгезией к поверхностям, мгновенно повышающие нагрузку до задира более чем в 5 раз и снижающие износ на два порядка; имеются близкие по действию и бесфтористые составы;

и) масляные суспензии/гели порошков гидросиликатов магния, алюминия (PBC с минералами группы серпентина, монтмориллониты, цеолиты, хлориты);

к) масляные суспензии наноалмазных частиц (КАРАТ-5) с углеродной и функциональной оболочками, суспензии углеродных нанотрубок, но не фуллеренов;

л) трибополимеробразующие добавки. Их антифрикционная пленка образуется полимеризацией неопределенных мономеров влиянием ювелирных поверхностей деталей. Пленка удерживается адсорбцией, но ее антифрикционные свойства, как показано в ИМАШ РАН, эффективны [7];

м) комплексные составы: органические добавки и серпентины, соли меди и серпентины и т.п.

Следует отметить и почти неуместное в нетрадиционной триботехнике злоупотребление термином «наноматериалы» и т.п.

Серпентиновые PBC или геомодификаторы (ГМТ) нашли широкое применение. Практика их первых лет охватила более 0,5 млн легковых и грузовых автомобилей в РФ, Финляндии, Японии, Китае, известно применение PBC в Италии, Германии, Вьетнаме, Швеции, в других странах Европы, Азии. В РФ обработаны десятки тысяч гидроагрегатов, различных редукторов, десятки тепловозных и судовых дизелей. Трибосоставы испытаны в бронетанковых войсках, в ВМФ, авиации РФ, стран НАТО и США. Известны отечественные и зарубежные аналоги PBC (более 10 в РФ, 2 - в Японии, есть в Финляндии, Германии, Швеции, Китае, Вьетнаме), расширяется применение наноалмазных, созданы углеродные триботехнические нанотрубки [4]. Испытания различных трибосоставов в разных странах продолжаются.

PBC могут создавать антифрикционные покрытия толщиной от долей до 20 мкм, а наноалмазные - до 0,65 мм [4], заметно повышать ресурс и работоспособность изношенной техники. При высокой пористости и олеофильности даже тонкие ГМТ-покрытия могут значительно уменьшать силы трения, уплотнять соединения, повышать мощность ДВС, снижать расход ТСМ, выбросы недогоревших веществ, продлевать ресурс смазочных материалов, а ЦПГ ДВС - до 3-х раз. ГМТ, снижая ударную нагрузку, вибрации, температуру масла и замедляя её старение, продлевают и ресурс силовых агрегатов [4].

В ЦКП Наноцентр ГОСНИТИ проведены исследования фазового состава 21 вида порошков ГМТ различных производителей (рис. 1) [4].

Этими исследованиями [4] установлено:

1. Почти все ГМТ соответствуют классическим серпентинам (гидросиликатам магния, алюминия, никеля с примесями железа, марганца и немногих других элементов), хотя по библиотеке спектров ICDD они включают также тальк и другие гидросиликаты.

2. В испытанных порошках библиотека ICDD не выявила антигорита, заявленного одним из основных компонентов ГМТ.

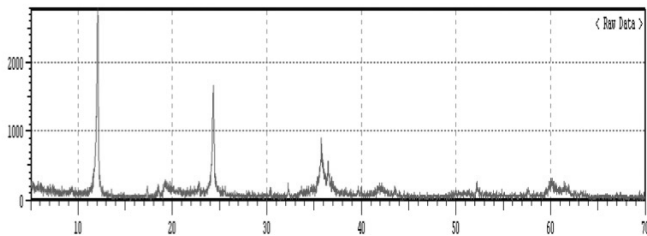


Рис. 1. Одна из дифрактограмм серпентинового трибосостава

3. Третью порошков - смеси минералов.

4. Лизардит 1Т, считающийся основой ГМТ, найден только в 6-ти составах из 15 серпентиновых.

ГМТ-обработка ДВС идет оригинально, часть ее признаков приведена ниже [4]:

- из выпускной трубы может выделяться серый дым с паром, каплями и брызгами воды; водовыделение до 1,5 л, особенно при первой обработке, подтвержденное многими обработчиками, и при отрицательных температурах, и при +40°C, ослабляясь, может продолжаться несколько дней [4]; считается, что наибольшее водовыделение у изношенного ДВС с закоксованной ЦПГ; в бензиновых ДВС водовыделение активнее;

- обработка эффективнее на поработавших, частично расходуемых маслах, за 50-100 моточ до их смены; ввод в масло грамма сажи ускоряет процесс; его факторы - давление и температура - в холодном масле процесс идет не интенсивно;

- из-за раскоксовывания ЦПГ обработкой компрессия в ДВС может уменьшиться (если кольца были закоксованы в разжатом состоянии) и увеличиться (если они были сжаты), но по мере наращивания ГМТ-покрытия, почти всегда повышается;

- расход топлива при обработке может снижаться, затем повышаться, но в конце обработки остается на 5-8 % ниже исходного;

- температура отработавших газов после обработки уменьшается на 20-40°C.

Повышенное водовыделение - отличительный признак работы ГМТ, поэтому и сложилась поговорка: «Нет воды – добавь серпентина!».

ГМТ создают аморфное покрытие (рис. 2). На его поверхности до 90% углерода, электросопротивление 10-300 Ом/см, а в сопряжении поднимается до сотен кОм. Поверхность покрытия высокой чистоты и твердости прозрачно, под ним видны следы механической обработки. Цвета покрытия – жёлто-золотистый, золотисто-сиреневый, светло-серый, оно сгорает от воздействия электрическим током. Эффект обработки проявляется через час, но продолжает, как и лакообразование в ЦПГ, наращиваться в эксплуатации и без ГМТ.

По рис. 2а на дне ГМТ-слоя металлы выше - состав меняется с преобладанием углерода, а на рис. 2б видно пористое покрытие толщиной 8 мкм.

Ранее [1] обобщены механохимические явления в смазках: диспергирование их молекул при растирании, кавитации, продавливании через микроканалы и щели, что и имеет место в сопряжениях ДВС. Происходит разрыв цепей молекул с протеканием необыч-

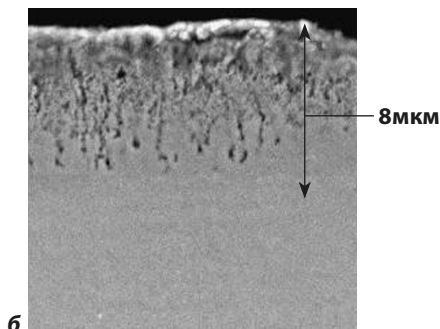
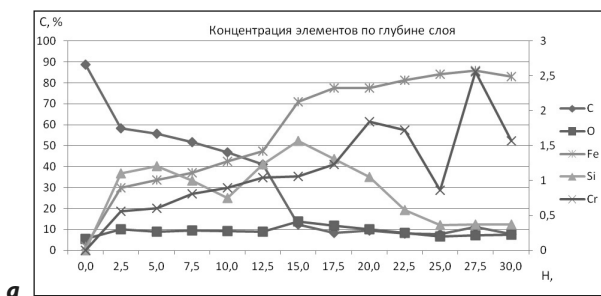


Рис. 2: а) элементный состав РВС-слоя, по данным Ю.Г. Лаврова [4];
 б) шлиф среза гильзы цилиндра дизеля китайского тепловоза после обработки ГМТ марки «АРТ» и пробега 150 тыс. км, по данным О.Г. Павлова и И.Ф. Пустового [4]

ных химических реакций и образованием активных радикалов, чем и объясняется смазочная способность неполярных углеводородов [1]. Поэтому можно считать, что подобные механохимические процессы с образованием каркаса из ГМТ и синтезированных в нем трибополимеров и создают РВС-покрытия [6].

Возможно, что мягкая шлифовка минералами открывает каталитически активные поверхности металлов, идет деструкция и каталитическая активация частиц минералов, действие магния, активация и полимеризация углеводородов масла с образованием РВС-покрытия. Источником же повышенного водовыделения из ДВС, возможно, является разрушение его водомасляных низкотемпературных шламов.

Для безразборного сервиса изношенных ДВС целесообразны следующие технологии [2-4]:

1. Диагностирование ЦПГ и КШМ для определения возможности триборемонта, последовательности действий, концентрации, времени и его режима, учитывая трудность восстановления предаварийных, значительно изношенных ДВС.

2. Раскоксовывание ЦПГ, камер сгорания, клапанов ГРМ, очистка топливной и масляной систем комплексом очистителей. Для безразборного ремонта ЦПГ раскоксовывание колец имеет решающее значение. Более эффективно раскоксовывание ЦПГ вводом ГМТ непосредственно в камеры сгорания.

3. Повторное диагностирование для проверки раскоксовывания ЦПГ, возможности и целесообразности безразборного сервиса; если после раскоксовывания целые поршневые кольца получили подвижность, то улучшаются показатели состояния ЦПГ, иначе – требуется углубленное диагностирование с частичной разборкой ДВС.

4. Восстанавливающую обработку не аварийного ДВС трибосоставами. По значениям угара масла, расхода картерных газов, компрессии, вакуумным параметрам, минимальному давлению масла на холостом ходу, прогретого ДВС, выбирают трибосостав профилактический или ремонтно-восстановительный; назначают концентрацию (20-50 мг/л масла) и метод введения (в картерное масло, в отдельные узлы при их частичной разборке).

5. Контрольное диагностирование для оценки эффективности трибообработки по улучшению диагностических параметров. При недостаточном их улучшении целесообразна повторная обработка ДВС в целом или отдельных его узлов (например, цилиндров) той же или меньшей дозой ГМТ.

6. Поддержание эффекта трибообработки очистителями и профилактическими («мягкими») составами при каждой второй смене масла, вводом РВС по потребности по данным диагностирования, но не реже, чем при каждой четвертой смене масла, регулярным использованием корректоров топлив для снижения закоксованности ЦПГ.

Изложенный перечень технологий с экспресс-контролем масла по «капельной пробе», особенно для изношенной техники, должен стать регламентным. Для этого в НТД на техническую эксплуатацию машин необходимо включать: эксплуатационную обкатку современными приработочными составами; в предремонтной эксплуатации – профилактическую обработку мягкими составами, а также ГМТ малыми дозами; перед выработкой ресурса – ремонтно-восстановительную; после ремонта – обкатку притирочными составами с заменой их профилактическими.

При незначительных суммарных затратах на трибообработку (менее 1% эксплуатационных [2-5]) их регулярное и квалифицированное применение повышает надежность, экономичность и безопасность эксплуатации техники, а также значительно упрощает проведение многих профилактических и ремонтных работ.

Таким образом, давно назрела необходимость активного применения достижений триботехники и доработки ГОСТ 20793 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание», чтобы предусмотреть не только соответствующие сложившимся условиям формы организации, но также и новые технологии ТО, ТР и диагностирования машин в АПК.

Безразборный сервис актуален для МТП АПК, транспорта, машин и оборудования всех отраслей. После его активного применения в начале 2000-х годов наступил спад, и для его более широкого продвижения нужна активная скоординированная работа НИИ и вузов, частных компаний, государственная поддержка. Нужны обобщающие технологические рекомендации для реализации всего комплекса наработок «безразборного сервиса» машин и оборудования, использование эффективных вставок из металлического магния или его сплавов, картриджей с химически активными веществами в системах смазки ДВС, введение в масла соединений триботехнических иода, брома. Перспективно и использование тканых материалов (препрегов), пропитанных антифрикционными составами.

Нужны также исследования за 30 лет, так и не выясненных причин водовыделения, трибомеханизма работы слоистых гидросиликатов, когда нарастание РВС-покрытия, как и обычное лакообразование в ДВС, идет в эксплуатации уже без РВС.

Наряду с эффективностью ГМТ, остаются и особенности их применения:

1. Так, ранее ГМТ с примесями вдвое увеличивали износ пар «вкладыш-шейка коленчатого вала» вследствие вдавливания абразивных примесей ГМТ в мягкий материал вкладышей и истирание ими шеек коленвала. В современных ГМТ доля абразивных частиц, по данным МИИТ, не должна превышать 4%.

2. Отмечалось повышение температуры обработанного ДВС вследствие низкой теплопроводности ГМТ-покрытия (как и полимерного) и ухудшения отвода тепла в систему охлаждения ДВС. Перегрев ДВС может вызывать отпуск и снижение упругости поршневых колец, повышенный угар масла, отказы ДВС.

3. Крупные (более 50 мкм) фракции порошков ГМТ, как и порошки металлов, могут задерживаться фильтрами, выпадать в осадок. Поэтому ранее при обработке тепловозных дизелей рекомендовалось отключать фильтры систем смазки. В новых ГМТ для ДВС требуются фракции до 20 мкм.

Для применения ГМТ имеются следующие дополнительные рекомендации:

1. Их применение целесообразно при износе узлов трения не менее 50%, но возможно и при запредельном износе.

2. Обработка не рекомендуется при потере работоспособности и аварийном состоянии масла.

3. ГМТ-обработка требует предварительного квалифицированного диагностирования, поэтому её безопаснее проводить самими разработчиками составов с получением гарантийного документа качества.

4. ГМТ безопаснее применять в узлах трансмиссии и ходовой части машин (шарниры карданных валов и рулевого управления, цепные передачи, другие открытые узлы), где ГМТ могут существенно уменьшить износ и температуру трения.

5. Маслоработчики и поставщики масел уже не подвергают трибосоставы обструкции, но лицом к ним еще не повернулись, хотя новые маслофирмы используют «белую сажу», а старые, предположительно, применяют трибо негласно.

Главной проблемой, существенно сдерживавшей применение ГМТ, являлась нестабильность их свойств, а, как следствие, результатов обработки. Прежде всего это обусловлено наличием множества неконтролируемых загрязнений. Разработка синтетических компонентов, свободных от балластных и абразивных компонентов, даст возможность более широкого применения трибосоставов.

Еще один вопрос ГМТ-обработки – перерыв в ней. Так, стендовыми испытаниями Шабанова А.Ю. (каф. «Двигатели» Политехнического ин-та, СПб) выявлена «оптимальная точка обработки», т. е. длительности обработки ДВС ВАЗ-2108, после чего эффект существен-

ного снижения трения, повышения топливно-мощностных показателей ДВС заметно ухудшался.

Этому же соответствуют наблюдения автора WL-технологии, которым получены удивительной эффективности результаты обработки – повышение мощности изношенного ДВС до 46% со снижением расхода топлива в 1,5 раза, но лишь в случае одно- или двухсуточного перерыва в работе мотора, после не более чем часовой ГМТ-обработки. Предполагается, что первичное мягкое и непрочное ГМТ-покрытие позже «оптимальной точки» стирается, а если сделать перерыв – оно закрепляется и дает высокий эффект.

Этому же соответствует и замечание автора трибосостава РВД, обработавшего около 7 тыс. моторов, в том, что первичное РВС-покрытие легко стирается, как и первичное лакообразование в ЦПГ. Но большинство ГМТ-специалистов считают перерыв ненужным, обходятся без него, а в конце обработки делают 2-3 перегазовки. Такое противоречие требует обстоятельного исследования.

Из изложенного, несмотря на значительные достижения в безразборном сервисе автотракторной техники, требуется тщательная отработка приемов комплексного обслуживания агрегатов машин и оборудования (ДВС и моторы, силовые передачи, гидравлика), широкая реализация технологии обработки топливных насосов высокого давления, достигнутая только отдельными специалистами на трибосоставе РВД, а также повышение стабильности производства трибосоставов.

Все же можно констатировать, что современные достижения науки и практики создали новое, нетрадиционное направление повышения надежности узлов трения и, по мнению вице-президента НТО «Конверсионные инициативы» канд.техн.наук Лазарева С.Ю., «в практическом плане проблема нивелирования изнашивания механических систем «геоактиваторами» в нашей стране в основном решена».

Литература

1. Балабанов В.И. Все о присадках и добавках для автомобилиста [Текст] / В.И. Балабанов // М.: Эксмо.- 2008. – 240 с.
2. Ващенко А.В. Серпентины в триботехнике [Текст] / А.В. Ващенко, В.В. Казарезов, И.В. Таловина, В.В. Костенко // Минералогия.- 2002.- № 1.- С. 16-19.
3. Дунаев А.В. Нетрадиционная триботехника. Модификация поверхностей трения [Текст] / А.В. Дунаев // Lamdert Academic Publishing.- 2013.- 270 с. ISBN 978-3-659-43333-7.
4. Зувев В.В. Конституция, свойства минералов и строение земли. Энергетические аспекты [Текст] / В.В. Зувев // СПб.: Наука.- 2005.- 400 с.
5. Любимов Д.Н. Структура смазочных слоев, формируемых при трении в присутствии присадок минеральных модификаторов трения [Текст] / Д.Н. Любимов, К.Н. Долгополов и др. // Трение и износ.- 2009.- № 5 (30).- С. 516-521.
6. Новиков В.И. Роль трибологии в предотвращении всемирной экологической катастрофы [Текст] / В.И. Новиков // Трибология – машиностроению. Труды 10-й юбилейной Всероссийской научно-технической

конференции с участием иностранных специалистов 19-21 ноября 2014 г. М.: ИМАШ РАН.- С. 90-91.

7. Пустовой И.Ф. 14-летний опыт Питерской РВС-технологии [Текст] / И.Ф. Пустовой // Труды ГОСНИТИ.- М.: Т. 107, ч. 2.- 2011.- С. 38-40.

8. Селютин Г.Е. Применение модифицированных наноалмазов для увеличения ресурса узлов трения [Текст] / Г.Е. Селютин // Труды ГОСНИТИ.- М.: 2011.- Т. 107, ч. 2.- С. 25-29.

9. Телух Д.М. Введение в проблему использования природных слоистых гид-росиликатов в трибосопряжениях [Текст] / Д.М. Телух, В.П. Кузьмин, В.В. Усачев // Интернет-журнал «Трение, износ, смазка».- 2009.- № 3.

11. Чечет В.А. Избирательный способ ремонта агрегатов машин [Текст] / В.А. Че-чет // Труды ГОСНИТИ.- М.: 2011.- Т. 107, ч. 2.- С. 34-37.

12. Шабанов А.Ю. Очерки современной автохимии. Мифы или реальность [Текст] / А.Ю. Шабанов // С.-Пб.: 2004.- 216 с.

TRIBALISTAS AND TECHNOLOGIES FOR CIP RECOVERY RUBBING COMPOUNDS

V.I. Balabanov, Ph.D., Professor, Moscow agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, A.V. Dunaev, Ph.D, GOSNITI, (499) 174-81-71, e-mail: dunaev135@mail.ru, V.V. Ladikov, engineer, S. N. Podchufarov, engineer, V.G. Ryzhov, engineer

Annotation. CIP service of machines and equipment, types of tribalistas, technology for CIP recovery mates friction components and assemblies of various machines and equipment.

Keywords: tribalistas preventive, repair, break, CIP repair, serpentines.

References

1. Balabanov, V. I. All about additives and supplements for motorist [Text] / V. I. Balaba-nov // М.: Eksmo.- 2008. - 240 p.

2. Washenok, A. V. Serpentines in science in tribology [Text] / A.V. Washenok, V.V. Ka-zarezov, I.V. Talovina, V.V. Kostenko // Mineralogy.- 2002.- No. 1.- p. 16 -19.

3. Dunaev, A. V. Unconventional science in tribology. Modification of the friction surfaces [Text] / A. V. Dunaev // Lamdert Academic Publishing.- 2013.- 270 p. ISBN 978-3-659-43333-7.

4. Zuev, V.V. Century Constitution, properties of minerals and structure of the earth. Ener-gy aspects [Text] / V.V. Zuev // SPb.: Science.- 2005.- 400 p.

5. Lyubimov, D. N. The structure of the lubricant layer formed by friction in the presence of mineral additives friction modifiers [Text] / D. N. Lyubimov, K. N. Dolgoplov and others // Friction and wear.- 2009.- № 5 (30).- p. 516-521.

6. Novikov, V. I. *The role of tribology in the prevention of global environmental catastrophe* [Text] / V. I. Novikov// *Tribology - engineering. Proceedings of the 10th all-Russian scientific-technical conference with participation of foreign specialists, 19-21 November 2014 M.: IMASH RAS.- p. 90-91.*
7. Pustovoy, I. F. *14-year experience in St. Petersburg RVS-technology* [Text] / I. F. Pustovoy// *Proceedings GOSNITI.- M: T. 107, 2 hours.- 2011.- p. 38-40.*
8. Selyutin, G. E. *Modified nanodiamonds to extend the service life of friction* [Text] / G. E. Selyutin// *Proceedings GOSNITI.- M: 2011.- T. 107, 2 hours.- p. 25-29.*
9. Teluh, D. M. *Introduction to the problem of the use of natural layered guide-Basilicata in tribocharging* [Text]/D.M. Teluh, B.P. Kuzmin, V.V. Usachev// *Internet-journal "Friction, wear, lubrication".- 2009.- No. 3.*
10. Chechet, V.A. *Election method of repair units machines* [Text] / V.A. Chechet// *Proceedings GOSNITI.- M: 2011.- T. 107, 2 hours.- p. 34-37.*
11. Shabanov, A. Yu. *Essays on modern chemicals. Myth or reality* [Text] / A.Yu. Shabanov// *S-Pb.: 2004.- 216 p.*