

УДК 62-214.4, 62-408.2

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ И СТОЙКОСТИ К РАБОЧИМ ЖИДКОСТЯМ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И НАНОКОМПОЗИЦИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Никита Юрьевич Галанов

*Магистр 1 года,**кафедра «Технологии обработки материалов»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.С. Кононенко,**доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»*

Шестеренные насосы нашли широкое применение в машиностроении, нефтяной и химической, пищевой и легкой промышленности. Данный тип насосов наиболее часто используется для перекачки вязких жидкостей, не содержащих механических примесей.

Наиболее распространённым видом износа корпусов шестерённых насосов является гидроабразивный износ, так как вследствие попадания различных включений в рабочую жидкость на контактирующих поверхностях насоса могут образовываться задиры, затёртости, глубокие риски и другие дефекты (рис. 1). Также возникают такие виды износа, как адгезионный (возможен при сильном износе втулок скольжения осей шестерён насоса), окислительный (возможен при неправильно подобранном соотношении материала корпуса насоса и рабочей среды, перекачиваемой этим насосом) [1–3].



Рис. 1. Дефекты на стенках корпуса шестерённого насоса

Для восстановления изношенных поверхностей в шестеренных насосах существуют следующие способы:

- растачивание корпуса шестерённого насоса – применяется для устранения задиры и риски на поверхностях при их глубине от 0,1 до 0,3 мм;
- обжатие корпуса насоса в нагретом состоянии – применяется при больших боковых износах рабочих поверхностей, а также при третьем ремонте;
- запрессовка в колодцы корпуса втулок из латуни или бронзы с последующей их расточкой под номинальный размер.

Одним из перспективных способов восстановления корпусов шестеренных насосов является нанесение на изношенные поверхности полимерного композиционного покрытия на основе эпоксидных смол. К основным преимуществам предложенного способа можно отнести возможность формирования на рабочей поверхности корпуса полимерного слоя с заданными механическими свойствами, а также его высокую адгезию к поверхности корпуса и стойкость к рабочим жидкостям [4].

Наибольшее распространение на отечественном рынке полимерных материалов для восстановления изношенных поверхностей получили отечественный металлополимер SHEG-Metal Liquid (антифрикционный) и зарубежный полимерный состав – Loctite 9497 (далее – Loctite), которые и были выбраны для дальнейших исследований. С целью достижения необходимых физических и механических характеристик наносимого ремонтного покрытия были подобраны два различных по своим свойствам нанонаполнителя – оксид алюминия α -типа (далее – оксид алюминия) и углеродные нанотрубки (далее – УНТ) [5, 6].

На основании проведенных экспериментальных исследований были определены значения нормальных разрушающих напряжений [7] SHEG-Metal Liquid (далее – SHEG) и Loctite, а также нанокomпозиций на их основе (рис. 2).

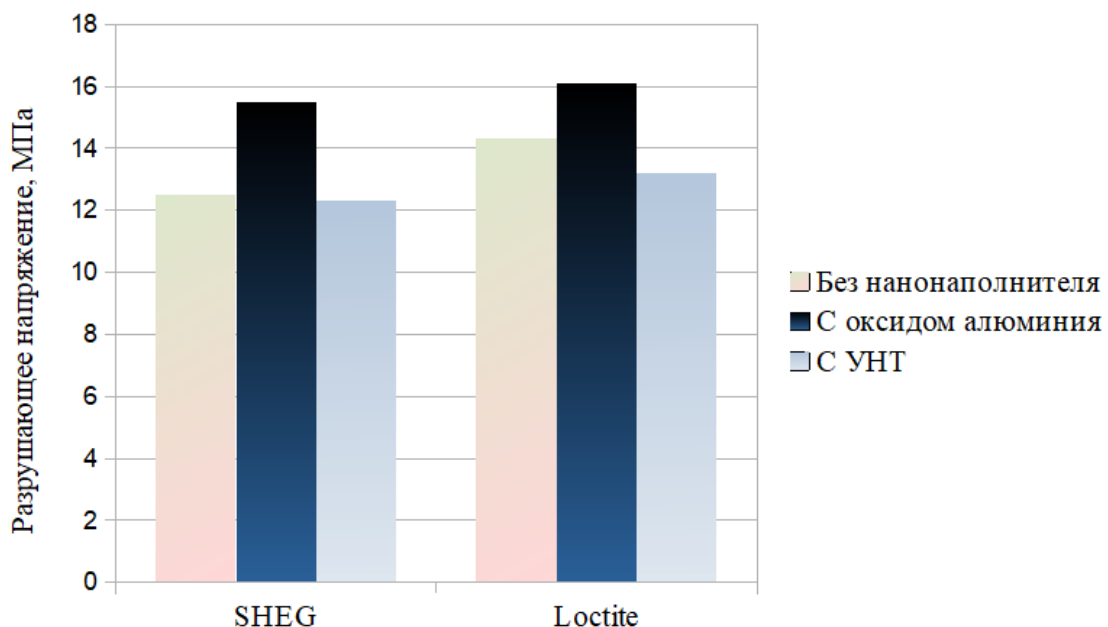


Рис. 2. Значения нормальных разрушающих напряжений (σ) полимерных составов и нанокomпозиций на их основе

Результаты исследования показали, что наполнение состава SHEG оксидом алюминия привело к увеличению значений нормальных разрушающих напряжений с 12,3 до 15,5 МПа, что составило 24 %, а добавление УНТ привело к незначительному снижению этого показателя (на 1,6 %). При проведении аналогичных испытаний с составом Loctite и наномодификациями на его основе получены аналогичные результаты. Прочностные характеристики Loctite при добавлении оксида алюминия выросли с 14,3 до 16,1 МПа, что составило 12,6%, а при добавлении УНТ снизились на 9,2%. Поэтому с целью обеспечения более высоких значений адгезионной прочности полимерных составов для дальнейших исследований в качестве нанонаполнителя использовался оксид алюминия.

Стойкость полимерных материалов и нанокomпозиций на их основе к рабочим средам определяется их способностью сопротивляться адсорбции и десорбции под воздействием данных сред. Адсорбция жидкой среды на поверхность полимерного

материала, миграция ее в объем (диффузия) и выделение с поверхности (десорбция) определяют интенсивность взаимодействия полимерных материалов со средой. Под влиянием этих процессов происходит набухание и растворение полимерного материала, изменение его деформационно-прочностных характеристик, протекание химических реакций, сопровождающихся разрывом слабых связей и деструкцией полимера.

Для проведения исследований на стойкость полимерного состава к рабочим средам использовались трансмиссионное, моторное и гидравлическое масла, а также бензин АИ-95. Выбор этих жидкостей обусловлен тем, что насосы шестерённого типа наиболее часто используются для их перекачки.

Анализ результатов исследований по влиянию рабочих жидкостей на полимерные составы [8] показал, что:

- воздействие трансмиссионного, моторного и гидравлического масел, а также бензина на Loctite, наполненный УНТ, привело к тому, что его стойкость к данным средам увеличилась на 43, 40, 45 и 38 % соответственно, по сравнению с тем же составом без нанонаполнителя;

- воздействие трансмиссионного, моторного, гидравлического масел и бензина на SHEG, наполненный оксидом алюминия, привело к увеличению стойкости к данным средам соответственно на 49, 40, 50 и 40 % по сравнению с исходным составом (рис. 3).

У образцов из полимерного состава SHEG без добавления в него нанонаполнителей при контакте с бензином наблюдалось незначительное образование вздутий, в то время, как у всех образцов с нанонаполнителями не наблюдалось никаких очевидных изменений внешнего вида.

Результатами экспериментальных исследований установлено, что модифицирование полимерных материалов наноразмерными частицами значительным образом увеличивает их стойкость к воздействию рабочих жидкостей (до 50 %). Наибольший эффект достигается при модифицировании исходных составов оксидом алюминия.

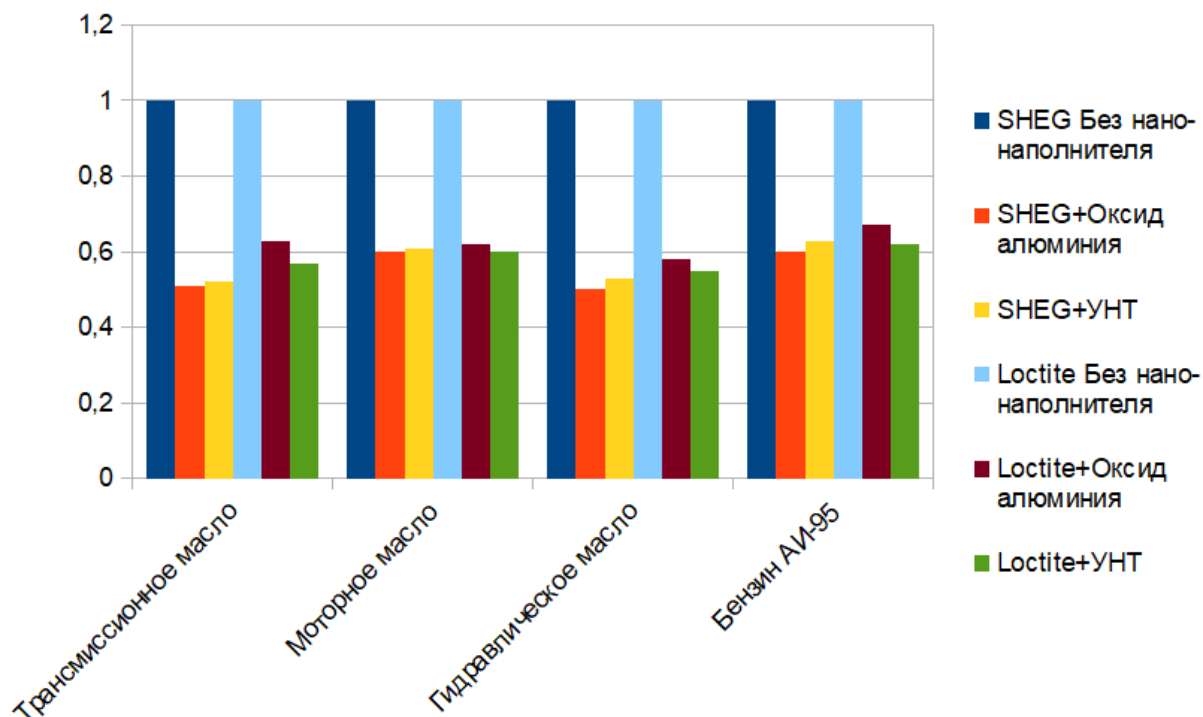


Рис. 3. Влияние нанонаполнителей на стойкость полимерных составов и нанокomпозиций на их основе к воздействию рабочих жидкостей

Вывод. Наиболее перспективным способом восстановления рабочих поверхностей корпусов шестеренных насосов является использование полимерных составов холодного отверждения. Применение данной технологии восстановления позволит продлить срок службы шестеренного насоса, упростить и ускорить процесс ремонта, а также улучшить механические свойства рабочих поверхностей корпуса за счёт добавления в полимер нанонаполнителей.

Основным составом для проведения восстановительных работ был выбран полимерный состав «SHEG» с нанонаполнителем из оксида алюминия, благодаря которому адгезионная прочность полимера повысилась до 24 %, а стойкость к рабочим средам возросла до 50%.

Литература

1. Агрегаты гидроприводов сельскохозяйственной техники: Техн. требования на капит. ремонт. ТК 70.0001.018-81 взамен ТК 70.0001.018-75. Утв. Гл. упр. ремонта и техн. обслуж. Госкомсельхозтехники СССР 30.09.80. М.: ГосНИТИ, 1981. 160 с.
2. Воловик Е.И. Справочник по восстановлению деталей. М.: Колос, 1981. 351 с.
3. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / под общ. ред. И.Н. Якушина. М.: Машиностроение, 1962. 423 с.
4. Михальченков А.М., Феськов С.А., Осипов А.А., Кононенко А.С. Влияние эпоксидно-песчаных покрытий различных составов на процесс изнашивания, специфику износа и ресурс плужных лемехов // Клеи. Герметики. Технологии. 2020. № 1. С. 45-48.
5. Кононенко, А.С. Повышение надежности неподвижных фланцевых соединений сельскохозяйственной техники использованием наноструктурированных герметиков [Текст]: автореферат дис. ... доктор техн. наук: 05.20.03 / Кононенко Александр Сергеевич. - М., 2012. - 34 с.
6. Кононенко, А.С., Кильдеев Т.А., Соловьева А.А. Особенности восстановления шпиндельных валов металлорежущих станков полимерными материалами и нанокомпозициями на их основе // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 10. С. 3-8.
7. Михальченков А.М., Феськов С.А., Козарез И.В., Тюрева А.А. Методика и результаты испытаний на адгезионную прочность дисперсных полимерных клеевых композитов // Клеи. Герметики. Технологии. 2020. № 8. С. 34-37.
8. ГОСТ 12020–72. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред. – Переиздание (июль 1997 г.) с изменениями № 1, 2, 3, утвержденными в июле 1978 г., декабре 1987 г., апреле 1990 г. (ИУС 9-78, 3-88, 8-90). – Взамен ГОСТ 12020–66. Введ. 1972-09-26. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 18 с.