

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СМАЗКИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Ф. А. Григорьев

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель П. Н. Богданович

Расширение жизненного пространства человека влечет за собой негативные последствия для окружающей среды. Одним из возможных путей уменьшения влияния техногенных факторов на живую природу является применение биоразлагаемых смазочных материалов в машиностроении и промышленности [1].

По сравнению с минеральными маслами смазочные материалы на основе растительного сырья обладают лучшими триботехническими характеристиками и утилизируются за счет естественных процессов разложения. Одним из их недостатков является высокая коррозионная активность. Известно, что до 12 % состава растительных масел составляют жирные кислоты в свободном виде. Под воздействием процессов гидролиза, инициированных теплотой трения, концентрация этих кислот может возрастать, что ведет к коррозионным повреждениям деталей узлов трения [2], [3].

Целью данной работы является оценка коррозионной активности растительных масел и изучение протекающих при этом процессов. Как показали предшествующие исследования, данные масла обладают высокими триботехническими характеристиками и могут служить в качестве базовых материалов при создании промышленных смазочных масел [4], [5].

Испытания, по определению коррозионного воздействия на металлы, производились по ГОСТ 2917–76 [6] в соответствии со схемой, представленной на рис. 1.

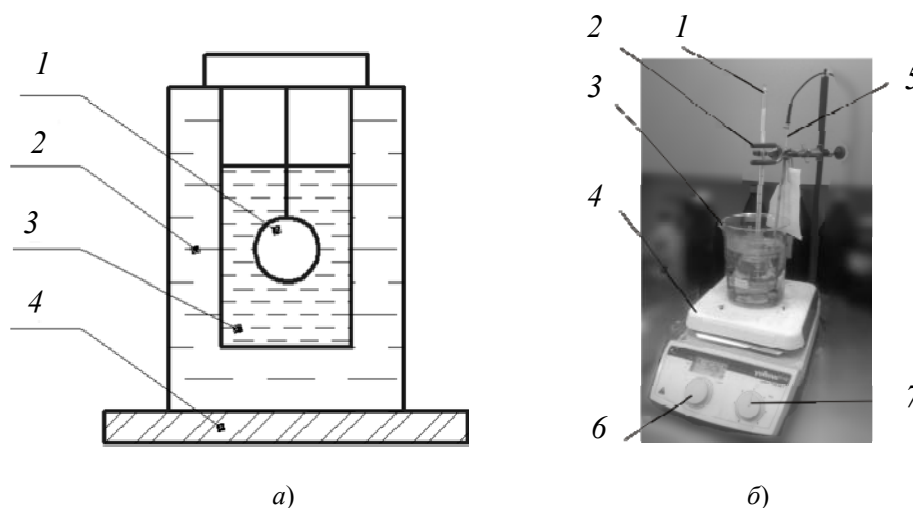


Рис. 1. Схема установки для определения коррозионной активности масла по ГОСТ 2917–76 (а) и ее общий вид (б):

- а: 1 – медный диск; 2 – водяная баня; 3 – испытуемый образец;
 7 – нагревательный элемент; б: 1 – термометр; 2 – держатель термометра;
 3 – масляная баня; 4 – магнитная мешалка с подогревом; 5 – шуп масляной бани;
 6 – регулятор температуры; 7 – регулятор частоты оборотов масляной бани

Диск 1 (рис. 1) диаметром 20 мм, толщиной 2 мм с полированной поверхностью (Ra 0,1 мкм), изготовленный из меди М1, выдерживался 180 мин в испытуемом масле 3, нагретом в водяной бане 2 до 60 °С. Температура поддерживалась с точностью ± 1 °С в магнитной мешалке с нагревом 4 (Yellow MAG HS7, Литва). После окончания эксперимента излишки масла с дисков удалялись фильтровальной бумагой. Оценку коррозионной активности осуществляли сравнением с эталонной шкалой цвета поверхности дисков и анализу их изображений на растровом электронном микроскопе Vega II LSH (Tescan, Чехия).

Испытаниям подвергались образцы подсолнечного, кукурузного, рапсового и льняного пищевых масел. Выбор масел пищевого качества был обусловлен стабильностью их жирнокислотного состава, регламентируемого соответствующими стандартами. Индустриальное масло И-20 использовалось для сравнения.

Результаты испытаний показали, что цвет поверхностей исследуемых образцов (дисков) сразу после испытаний существенно не изменился (рис. 2, *а*). Но по истечении некоторого времени хранения (около 12 ч) на сторонах дисков, к которым доступ атмосферного кислорода не ограничивался, были обнаружены следы коррозии (рис. 2, *б*). При этом поверхности, на которых образцы лежали, своего вида не изменили как после 12 ч, так и в последующем. Анализ морфологии на этих поверхностях выявил наличие на них тонкой, местами сморщенной пленки, по всей видимости, продуктов полимеризации (рис. 3, *а*).

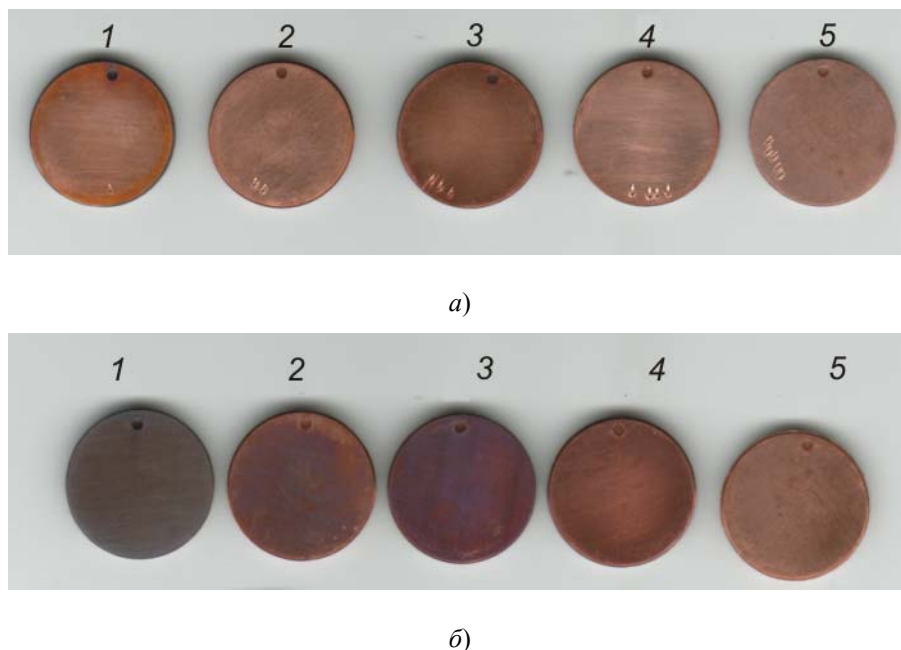


Рис. 2. Поверхность медных дисков после выдержки в маслах:
а – непосредственно после испытаний; *б* – после выдержки на воздухе
в течение 12 ч: 1 – И-20; 2 – льняное; 3 – рапсовое масло;
4 – подсолнечное масло; 5 – кукурузное масло

Поверхности дисков, к которым после испытаний был доступ кислорода, характеризуются наличием характерных коррозионных повреждений (рис. 3, *б*, *в*). Отличия в морфологии поверхностей свидетельствуют, что образованный на них слой продуктов реакции металлов с жирными кислотами и триглицеридами ведет себя по-разному, в зависимости от доступа кислорода. С одной стороны, происходит образование полимерной пленки, консервирующей поверхность, со второй – в продуктах реакции масел и металлов протекают химические процессы с образованием коррозионно-активных веществ, способствующих образованию локальных поверхностных разрушений.

Полученные данные свидетельствуют, что наиболее вероятным механизмом коррозии образцов является окисление продуктов реакции жирных кислот с металлом и оксидами образца кислородом воздуха. Среди растительных масел наибольшее коррозионную активность проявило рапсовое масло, затем льняное, подсолнечное и кукурузное (в порядке убывания). Индустриальное масло И-20 оказало большее, чем растительные масла, воздействие на поверхность, однако очевидно, что из-за отличий в химическом составе механизм этого воздействия иной.

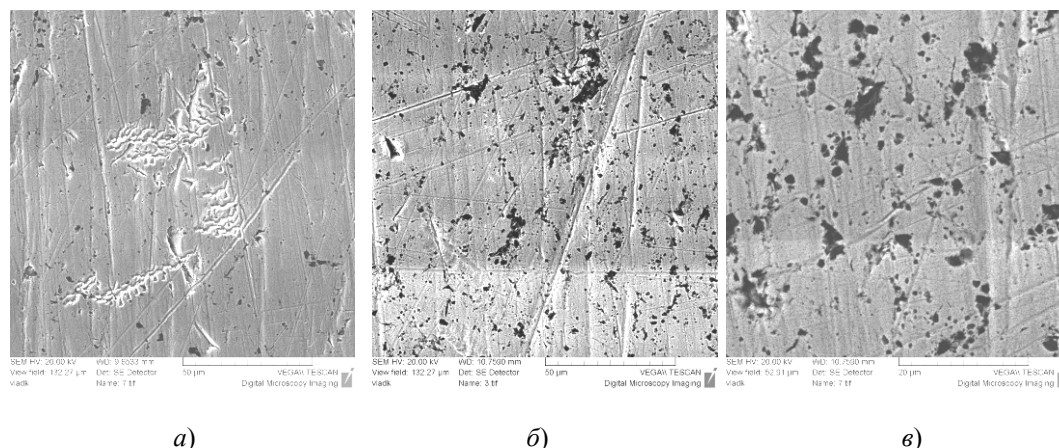


Рис. 3. Поверхности медных дисков после выдержки в рапсовом масле:
 а – поверхность без доступа кислорода; б, в – поверхность, к которой
 был доступ кислорода (при разных увеличениях)

По результатам исследований сделан вывод о ведущей роли кислорода воздуха в коррозионной активности растительных масел. Полученные данные проясняют механизм их коррозионного воздействия и указывают направление поиска антиоксидантов и ингибиторов коррозии смазочных составов на основе растительного сырья. Исходя из этого, наиболее целесообразным в дальнейших исследованиях представляется изучение влияния температуры на процессы окисления триглицеридов растительных масел и их реакций с металлами.

В сравнении с минеральным маслом И-20 растительные масла проявили меньшую коррозионную активность, что в перспективе позволит снизить экологическую нагрузку при их утилизации за счет уменьшения концентраций присадок, многие из которых являются небезопасными для окружающей среды.

Литература

1. Войтов, В. Перспективы использования растительных масел для изготовления смазочных материалов / В. Войтов, А. Кравцов, И. Сысенко // Мотрол. – 2013. – № 7 (15). – С. 56–63.
2. Крачун, А. Т. Исследование смазочных составов некоторых растительных масел / А. Т. Крачун, В. У. Морарь, С. В. Крачун // Трение и износ. – 1991. – № 5 (11). – С. 929–932.
3. Влияние жирнокислотного состава и структуры алкильных радикалов триглицеридов растительных масел на их триботехнические характеристики / А. Я. Григорьев [и др.] // Трение и износ. – 2016. – № 6 (37). – С. 755–759.
4. Myshkin, N. K. Influence of Composition of Plant Oils on Their Tribological Properties / N. K. Myshkin, A. Ya. Grigoriev, I. N. Kavaliyova // Tribology in Industry. – Vol. 39. – 2017. – № 2. – P. 207–210.
5. Григорьев, Ф. А. Триботехнические свойства рафинированных растительных масел / Ф. А. Григорьев, И. Н. Ковалева // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : тез. IV Респ. науч.-техн. конф. молодых ученых / ИММС НАН Беларуси. – Гомель, 2016. – 78 с.
6. Масла и присадки. Метод определения коррозионного воздействия на металлы : ГОСТ 2917–76.