

Андрушевич А.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Калиниченко В.А.², кандидат технических наук, доцент

¹ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

² Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Экспериментально изучено изменение твердости и износостойкости ЛКМ на основе меди в зависимости от времени выдержки матричного сплава.

Abstract. The changes in hardness and wear resistance of copper-based composite materials and varnishes depending on the holding time of the matrix alloy was experimentally studied.

Ключевые слова. Литые композиционные материалы, микротвердость, износостойкость, структура.

Keywords. Cast composite materials, microhardness, wear resistance, structure.

При производстве и ремонте сельскохозяйственной техники важную роль имеет снижение затрат на её техническое обслуживание путем повышения надежности узлов и их износостойкости за счёт выхода в режим «безизносного трения» [1,2]. Литые композиционные материалы (ЛКМ), в основном, нашли применение, для изготовления деталей триботехнического применения; они обладают повышенными антифрикционными свойствами, благодаря реализации принципа Шарпи. ЛКМ на основе медных сплавов в сочетании с чугунами гранулами максимально соответствуют указанному принципу. Применение ЛКМ в узлах трения сельскохозяйственной техники имеет ряд перспектив для увеличения срока службы машин для внесения жидких органических удобрений таких как МЖУ-25, прицепов типа ПСТ-9 – ПСТ-12 или прицепов группы ПСП, производимых на ОАО «УК холдинга «Бобруйск-агромаш» [1]. Существенное влияние на механические и эксплуатационные свойства применяемых ЛКМ оказывает технология пропитки матричным расплавом чугунных гранул (режимы - время и температура),

Объект исследований – макрогетерогенный литой композиционный материал на основе бронзы БрКМцЗ-1, армированный чугунными сферическими чугунными гранулами ДЛЧ -1, диаметром 0,5–1,0 мм.

Для оценки свойств полученных ЛКМ при различных технологических параметрах был проведен микроструктурный анализ матрицы с армирующими элементами, визуальная оценка границ контактов, анализ твердости и триботехнические испытания.

Структурный анализ проводился на оптическом микроскопе «Microvert» («Планар» г. Минск) при кратности увеличения 50 и 100 X. Результаты микроструктурного анализа образцов представлены на рисунках 1 – 3. Температура пропитки составляла 1100°C.

При небольшом времени выдержки (рисунок 1) отчетливо просматриваются границы матрицы и армирующих гранул, без образования прослойки интерметаллидов. Значительное увеличение продолжительности выдержки приводит к изменению структуры ЛКМ.

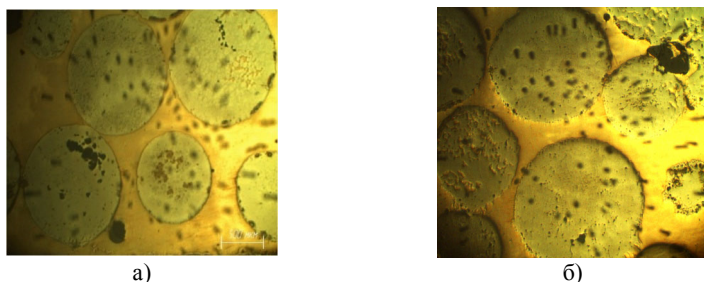


Рисунок 1 – Структуры литого композиционного материала с различным временем выдержки
а – 20 минут выдержки; б – 1 час выдержки

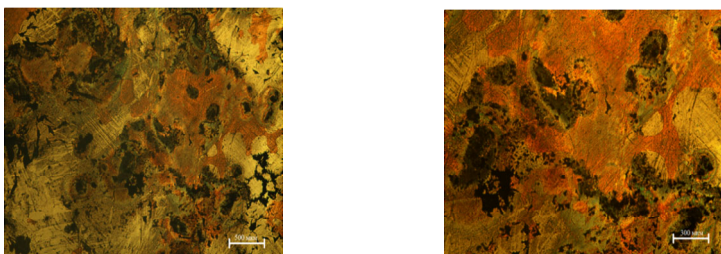


Рисунок 2 – Структуры литого композиционного материала с различным увеличением при выдержке в 5 часов

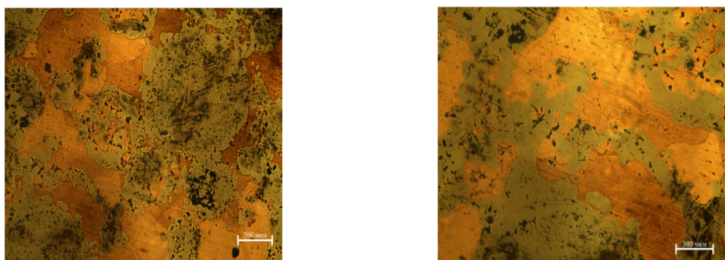
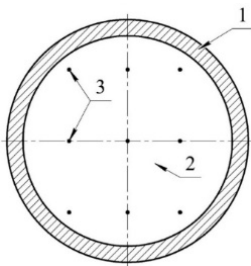


Рисунок 3 – Структуры литого композиционного материала с различным увеличением при выдержке в 10 часов

Установлено, что у образцов, прошедших выдержку 5 часов (рисунок 2) соотношение матрицы и армирующей составляющей находится приблизительно 1 к 1. Однако из-за длительного времени температурного воздействия наблюдается процесс повсеместного растворения матрицей чугунных гранул. Отмечается полная потеря их сферичности с наличием зон растворением и спайкой их друг с другом. При более продолжительном времени выдержки (рисунок 3) происходит заметное поглощение бронзовой матрицей гранул и, как результат, изменение соотношения матрицы армирующей составляющей в сторону увеличения матричного состава до 70 % и уменьшения армирующей фазы до 30 %.

Исследования показали, что с увеличением времени выдержки происходит процесс растворения армирующих гранул и относительно равномерное распределение их по объёму матрицы с образованием макронеоднородной композиционной структуры.

Твердость определялась в границе контакта матричного материала и армирующих чугунных гранул на микротвердомере MicroVickers VH1010A, в автоматическом режиме. На рисунке 4 изображена схема точек образцов, в которых производилось измерение.



1 – литейная форма; 2 – исследуемый материал; 3 – точки определения твердости
Рисунок 4 – Схема определения микротвердости

Распределение микротвердости в зависимости от времени выдержки изображено на рисунке 5. На диаграмме показано среднее значение твердости образцов ЛКМ.

Из диаграммы видно, что исходный материал бронзы БрКМц3-1 имеет микротвердость, равную 113,4 HV. При выдержке в 20 минут твердость повысилась в среднем на 20 единиц по шкале Виккерс. При увеличении выдержки до 1 часа идет увеличение в среднем на 60 единиц при сравнении с исходным материалом. Максимальное значение микротвердости 186,1 HV достигнуто при выдержке в 5 часов. Увеличение времени выдержки до 10 часов приводит к резкому уменьшению до 149,05 HV. Уменьшение значений твердости обусловлено растворением чугунной дроби в матричном расплаве и потерей сферической формы. Наибольшее

значение твердости получается при выдержке в 5 часов. Дальнейшее увеличение времени выдержки нецелесообразно.

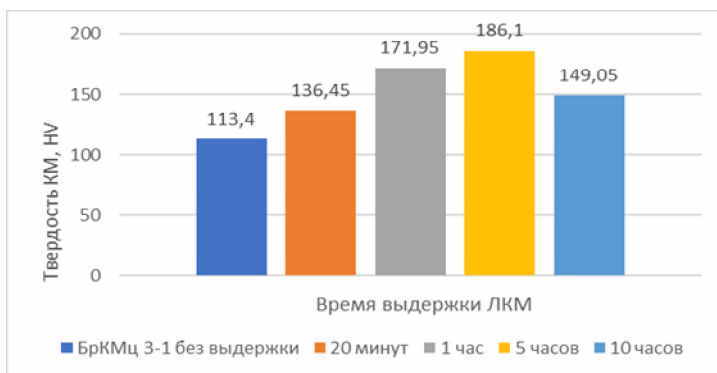


Рисунок 5 – Распределение микротвердости ЛКМ в зависимости от времени выдержки

Оценка износа образцов ЛКМ с ДЛЧ-1, полученных при оптимальных технологических параметрах, проводилась в сравнении с изучением износа бронзы БрКМц 3-1. Триботехнические испытания осуществляли на автоматизированном трибометре АТВП при нагрузке 1 МПа, пройденном пути -1000 м, материал контртела - сталь 45. Результаты испытаний износостойкости представлены на рисунке 6.

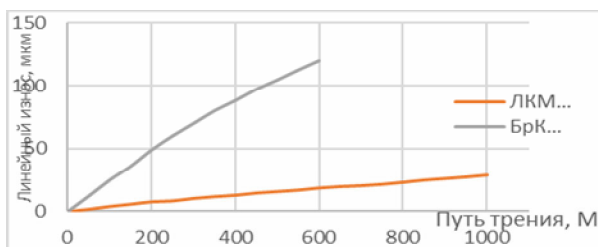


Рисунок 6 – Линейный износ образцов ЛКМ и бронзы в зависимости от пройденного пути трения

Как видно, ЛКМ с ДЛЧ-1 показывает лучшие результаты по сравнению с бронзой БрКМц 3-1. При прохождении пути, равному 1000 м, износ образца с ДЛЧ-1 составляет 29 мкм, в свою очередь образец БрКМц 3-1 при пройденном расстоянии в 600 м имеет износ 120 мкм (при экстраполяции до 1000 м – износ 200 мкм), а у образца с ДЛЧ-1 на данном пройденном пути износ составляет 18 мкм. Разница в значении износа составляет 102 мкм. Данное сравнение выявило, что при испытаниях макроармирован-

ные композиционные материалы показали линейный износ в несколько раз меньше, даже без дополнительной смазки.

Заключение. Проведенные исследования показали, что износостойкость и твердость ЛКМ могут быть существенно увеличены путем изменения технологических параметров их получения. Твердость возрастает в 1,5 -1,7 раза, а линейный износ ЛКМ, армированных ДЛЧ -1, по сравнению с бронзой уменьшился в 6 - 7 раз.

Список использованной литературы

- 1.КалиниченкоВ.А., Андрушевич А.А. Литые композиционные материалы: состояние и перспективы получения. Литейщик России №2. 2023. с. 27-36.
- 2.A. Kalinichenko, U. Kalinichenko, I. Voitov, V. Luhin. Formation of the Transition Zone "Matrix Alloy – Reinforcing Granules" in the Process of Solid-Liquid Synthesis of Composite Material.International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy 2023; 8(1). P. 9-14.

Summary. Research has shown that the wear resistance and hardness of paints and varnishes can be significantly increased by changing the production parameters. Hardness increases by 1,5-1,7 times, while the linear wear of paints and varnishes reinforced with DLC-1 decreases by 6-7 times compared to bronze.

УДК 621.432/004.932

Корнеева В.К., кандидат технических наук, доцент;

Капцевич В.М., доктор технических наук, профессор

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА ХРОМАТОГРАММ МОТОРНОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация. Представлен обзор современных возможностей анализа хроматограмм моторного масла с использованием инструментов компьютерного зрения. Детально описаны возможности программы *ImageJ* для проведения морфологического анализа зон хроматограммы, колориметрической оценки их окраски, текстурного анализа с использованием *GLCM*-матрицы совместной встречаемости уровней серого и фрактального анализа.

Abstract. This article presents an overview of modern capabilities for analyzing motor oil chromatograms using computer vision tools. It describes in detail the capabilities of *ImageJ* for performing morphological analysis of chromatogram zones, colorimetric assessment of their color, texture analysis using a *GLCM* gray-level co-occurrence matrix, and fractal analysis.

Ключевые слова. Моторное масло, хроматограмма масляного пятна, компьютерное зрение, *ImageJ*, текстурный анализ, фрактальный анализ, матрицы *GLCM*.