

УДК 621.891

А. А. ИЩЕНКО¹, А. В. РАДИОНЕНКО¹, Е. А. ИЩЕНКО²¹Приазовский государственный технический университет²Национальный технический университет Украины «КПИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА «МОГЛАЙС» ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ САЛАЗОК СУППОРТОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Разработана методика исследований и проведен сравнительный анализ коэффициентов трения полимерного материала «Моглайс». Приведена технология применения материала «Моглайс» для восстановления направляющих поверхностей салазок суппортов металлорежущих станков.

Ключевые слова: коэффициенты трения, полимерный материал, восстановление, направляющие салазок суппортов.

Введение. Одной из задач при ремонте металлорежущих станков и различного оборудования является восстановление направляющих поверхностей станин, салазок и корпусов. Применяются такие методы как наплавка, нанесение покрытий и механическое крепление восстанавливаемых элементов. Покрытия при ремонте могут быть металлические, полимерные и металлополимерные.

Перспективным методом восстановления поврежденных или изношенных поверхностей направляющих является применение полимерного материала «Моглайс» на эпоксидно-смолистой основе с мелкодисперсными антифрикционными наполнителями, разработанного немецкой фирмой «Diamant».

Триботехнические исследования полимерного материала «Моглайс» показали положительные результаты и подтвердили характеристики, заявленные фирмой «Diamant» [1; 2; 3].

В данной работе были проведены исследования коэффициентов трения для пар трения сталь по стали и сталь – «моглайс», а также разработана методика производственного восстановления направляющих поверхностей для салазок суппортов металлорежущих станков. Направляющие салазок имеют сложный профиль и зеркально повторяют профиль направляющих станины металлорежущего станка. Обеспечение точности формы, размеров и точности взаимного расположения направляющих поверхностей салазок и направляющих станин является сложной задачей при изготовлении и ремонте. Необходимо, чтобы все рабочие поверхности направляющих салазок имели максимальную фактическую площадь контакта с рабочими поверхностями направляющих станины.

Постановка задачи и методика проведения экспериментов. Для сравнительного анализа коэффициентов трения пар трения сталь – «моглайс» и сталь – сталь были проведены экспериментальные исследования. Исследования проводились на лабораторном трибометре (рис. 1) [4]. Образцом служил цилиндрический валик диаметром 30 мм и длиной 40 мм. В качестве контробразца использовалась стальная лента из стали У8 толщиной 0,06 мм с шероховатостью $R_{a0,1-0,2}$ мкм. Металлическая лента за счет своей малой толщины достаточно гибкая, что позволяет ей самоустанавливаться на образце, исключая погрешности расположения и погрешности формы, и таким образом, уравнивая номинальную и контурную площади контакта. Трибометр снабжен воздушным демфером для уменьшения автоколебаний и индуктивным датчиком момента трения. Привод трибомет-

ра имеет возможность бесступенчатого регулирования частоты вращения образца. Различное усилие нагружения достигается за счет 2-х пружин растяжения и применения контробразцов различной длины. Данная конструкция трибометра позволила проводить испытания при давлениях до 2 МПа на образец и усилиях нагружения до 470 Н. Малая толщина ленты дала возможность контролировать температуру в зоне трения с высокой точностью. Это достигалось напайкой хромель-копелевой термопары Ø 0,2 мм непосредственно на ленту контробразца над зоной трения. При исследовании контролировался момент трения и подсчитывался коэффициент трения по формуле, полученной на основании уравнения Эйлера (рис. 1).

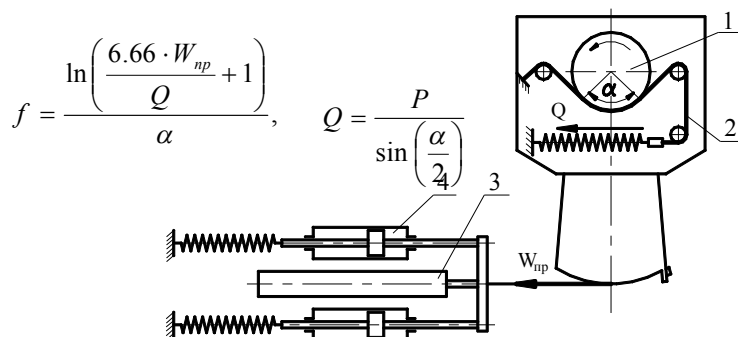


Рис. 1. Схема трибометра: 1 – образец; 2 – контробразец в виде стальной ленты; 3 – датчик момента трения; 4 – воздушные демпферы

На рис. 1: f – коэффициент трения; W_{np} – усилие пружин, противодействующих моменту трения; Q – сила натяжения ленты контробразца; $\alpha = 90^\circ$ – угол обхвата образца лентой; $P = 408,1$ Н – сила нагружения образца.

Исследование проводилось в режиме граничной смазки. Это связано с тем, что суппорт металлорежущего станка работает с возвратно-поступательным движением при небольших скоростях и при граничной смазке.

Для определения коэффициентов трения сталь – «моглайс» изготавливались образцы с покрытием этим материалом. Нанесение покрытия выполнялось в специальном приспособлении. Покрытие толщиной 3мм наносилось на стальной образец, на котором предварительно были созданы углубления для лучшего сцепления покрытия и основы. Состав «Моглайс» до затвердевания имеет консистенцию незастывшей эпоксидной смолы.

На рис. 2 показана схема приспособления для нанесения покрытия на образцы.

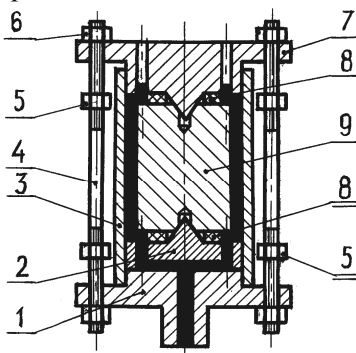


Рис. 2. Схема приспособления для нанесения покрытия на образцы

Приспособление состоит из нижней крышки 1, центрирующей шайбы 2, корпуса 3, четырех шпилек 4 с гайками 5 и 6, верхней крышки 7, резиновых уплотнений 8.

Заготовка образца 9 (рис. 2), имеющая центровые отверстия, устанавливается в корпус приспособления 3 и центрируется относительно корпуса с помощью шайбы 2 и крышки 7, имеющих конические выступы. Для исключения попадания «моглайса» в центровые отверстия образца применены упругие резиновые прокладки 8. Крышки 1 и 7 стягиваются гайками 6 на шпильках 4. Гайки 5 служат для отжатия крышек 1 и 7 после застывания «моглайса». Жидкий «моглайс» подается нагнетанием шприцом через центральное отверстие в крышке 1. «Моглайс» через отверстие в крышке 1 и каналы в шайбе 2 поступает в зазор между образцом 9 и корпусом 3, вытесняя воздух через отверстия в верхней крышке 7. После застывания «моглайса» производится разборка приспособления и выполняется токарная обработка образца, с целью уменьшения радиального биения покрытия относительно оси центровых отверстий, обеспечения требуемой шероховатости и точности формы исследуемой поверхности. Тонкое точение резцом с фаской обеспечивало шероховатость исследуемых образцов в пределах R_a 0,4–0,6 мкм. Экспериментальные исследования проводились при скоростях скольжения, обеспечивающих режим граничной смазки и исключаяющих переход к полужидкостной смазке.

Скорости скольжения составляли 0,38 м/мин, 0,94 м/мин, 1,88 м/мин, 2,83 м/мин, 3,77 м/мин, что соответствовало частоте вращения образца 4 об/мин, 10 об/мин, 20 об/мин, 30 об/мин, 40 об/мин. Смазка ресурсная, путем нанесения масла «Индустриальное 20» на поверхность образца в начале эксперимента.

Момент трения контролировался датчиком трибометра, сигнал от которого поступал на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и далее на персональный компьютер (ПК).

Коэффициент трения автоматически подсчитывался по программе через заданные промежутки времени. Графики зависимости коэффициента трения от времени испытаний выводились на экран ПК.

В процессе экспериментов контролировалась температура в зоне контакта. Температура позволяла оценить режим смазки и оставалась постоянной в пределах 30–35°C.

Результаты исследования. На рис. 3. представлены графики зависимости коэффициента трения f от времени испытаний для пар трения «сталь – сталь» и «сталь – моглайс» при разных скоростях скольжения V .

Анализ полученных результатов позволяет отметить, что на любых скоростях скольжения в диапазоне от 0,38 до 3,77 м/мин коэффициент трения у пары сталь – «моглайс» ниже, чем у пары сталь – сталь, что подтверждает существующая информация о преимуществах «моглайса», приведенная в зарубежных источниках.

Было установлено, что период микроприработки образца составляет 5 – 40 минут в зависимости от скорости. При более высоких скоростях наблюдается более длительный период (30 - 40 минут) для выхода на стабильную величину коэффициента трения, в то время, когда для скоростей 1,88 м / мин, 0,94 м / мин и 0,380 м / мин стабилизация коэффициента трения наступает уже через 5 - 15 минут работы. Это можно объяснить тем, что при возрастании скорости скольжения возможно возникновение полужидкостного трения.

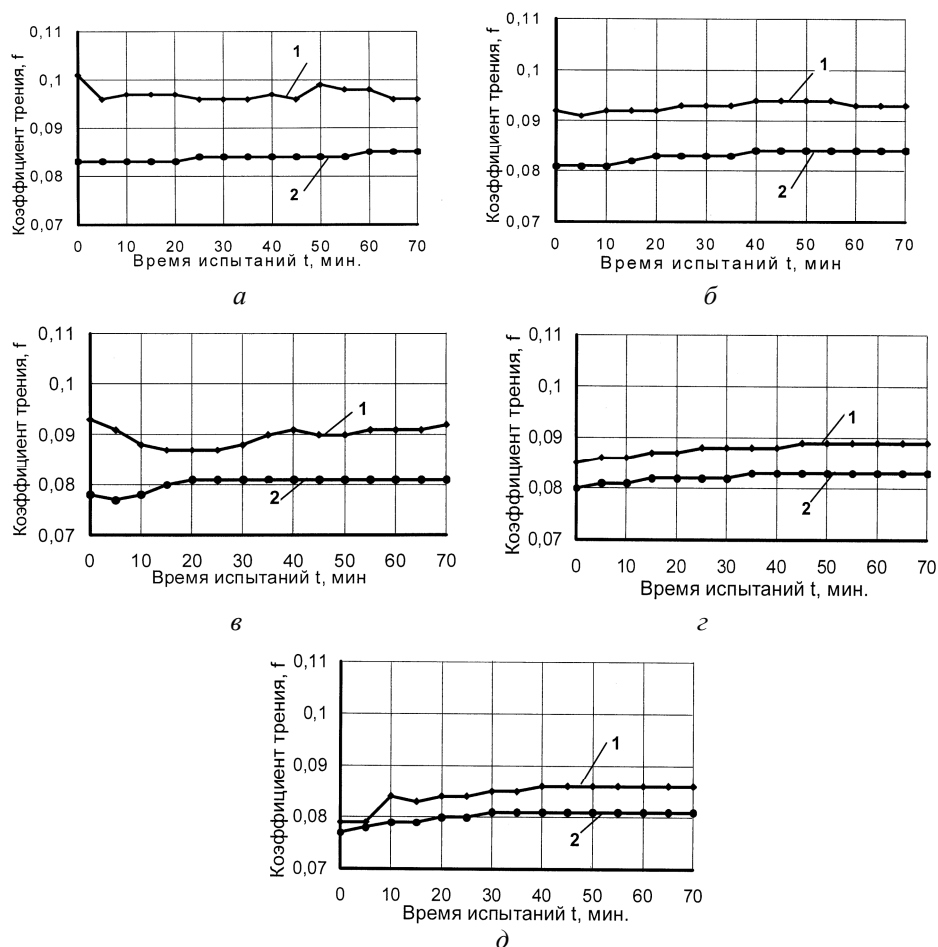


Рис. 3. Результаты испытаний пар трения «сталь – сталь» и «сталь – моглайс»: 1 – пара трения «сталь – сталь»; 2 – пара трения «сталь – моглайс»; а – 0,38 м/мин, б – 0,94 м/мин, в – 1,88 м/мин, г – 2,83 м/мин, д – 3,77 м/мин

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что материал «Моглайс» имеет преимущества при трении со сталью, что в сумме с высокой износостойкостью, со способностью «моглайса» снижать вибрации, плавным скольжением и эффектом самосмазывания позволяет говорить о целесообразности использования этого материала в парах трения. Этот вывод, а так же тот факт, что применение полимерного материала позволяет существенно упростить ремонт и улучшить состояние направляющих после восстановления, позволило разработать и предложить технологию их восстановления с помощью этого материала.

Восстановление направляющих поверхностей салазок суппорта металлорежущего станка. Перед восстановлением направляющих поверхностей салазок производится шлифование направляющих станины металлорежущего станка с целью устранения повреждений, погрешностей формы и расположения поверхностей направляющих, образовавшихся в процессе эксплуатации.

Восстановление направляющих поверхностей салазок суппорта производится в следующей последовательности.

1. Подготовка и выверка салазок.

Направляющие салазок обрабатывают строганием для создания на их поверхности микроуглублений. Это необходимо для более прочного соединения ремонтного полимерного материала «Моглайс» с поверхностями направляющих. Со стороны торцов салазок, вместо крышек, крепятся уголки с регулировочными винтами. Салазки устанавливают на направляющие станины станка и выставляют регулировочными винтами, обеспечивая по всей длине салазок равномерный зазор с направляющими станка в пределах 2–3 мм.

2. Обезжиривание направляющих поверхностей салазок и станины.

Обезжиривание направляющих станины и салазок производится с помощью специального состава или ацетона. Обезжиривание выполняется несколько раз.

На поверхности направляющих станины станка наносится разделительный состав, который устраняет сцепление полимерного материала «Моглайс» с направляющими станины.

3. Нанесение полимерного материала.

После высыхания обезжиривателя на поверхности направляющих салазок шпателем наносится слой материала «Моглайс», который предварительно прошел операцию перемешивания двух компонентов, из которых он состоит. Первый слой тщательно втирается шпателем в металлическую поверхность. Следующий слой наносится толщиной на 1–1,5 мм больше, чем зазор между направляющими, полученный в результате выверки салазок.

4. Формирование восстанавливаемой поверхности на направляющих салазок.

После нанесения необходимого слоя материала «Моглайс», салазки устанавливают на станину с опорой на регулировочные винты (рис. 4). Для исключения вытекания жидкого материала в направлении перпендикулярном направляющим, между салазками и станиной устанавливаются поролоновые или из другого материала мягкие уплотнения, расположенные по всей длине направляющих салазок. Лишний материал после установки на болты выдавливается вдоль направляющих со стороны торцов салазок. Время застывания материала 24 часа. Через указанное время осуществляют страгивание салазок в направлении перемещения суппорта по направляющим легким ударом или с помощью ручной лебедки.

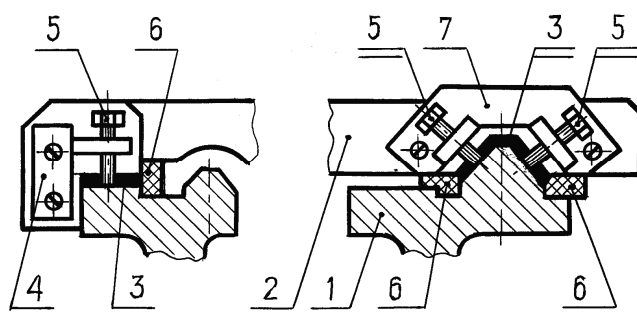


Рис. 4. Формирование восстанавливающего слоя «Моглайс» на направляющих поверхностях салазок суппорта: 1 – станина; 2 – салазки суппорта; 3 – слой материала «Моглайс»; 4 – левый уголок; 5 – регулировочный винт; 6 – уплотнение; 7 – правый уголок

5. Удаление излишков выдавленного и застывшего материала.

После застывания материала «Моглайс» и страгивания салазок их переворачивают и производят удаление излишков материала «Моглайс», выдавленного на рабочие поверхности салазок. После удаления излишков полимерного материала,

выполняется снятие уголков с регулировочными винтами и очистка салазок. Далее салазки устанавливаются непосредственно на направляющие станины станка.

Выводы. Применение полимерного материала «Моглайс» позволяет снизить коэффициент трения скольжения между салазками и станиной на 10–15 %.

С ростом скорости скольжения коэффициент трения плавно снижается, что в целом соответствует данным, приведенным в рекламных проспектах материала «Моглайс» фирмы производителя;

Полученные в результате экспериментов данные были использованы на практике при восстановлении поверхностей направляющих салазок токарных станков и показали положительные результаты.

Разработанная технология внедрена при восстановлении направляющих поверхностей салазок продольного суппорта для трех токарно-винторезных станков экспериментально-механического цеха ПАО МК «Азовсталь». Эксплуатация этих станков после восстановления направляющих в течение пяти лет при двухсменной работе показала высокую износостойкость направляющих и подтвердила целесообразность применения материала «Моглайс» при восстановлении направляющих салазок суппортов металлорежущих станков.

Список литературы

1. Ищенко А. А., Радионенко А. В., Антоненко А. В. Триботехнические исследования поверхностей трения с полимерными покрытиями и вставками. // Проблемы тертя та зношування: Наук. – техн. збірн. – К.: НАУ, 2008. – Вип.49. – Т.1. – С. 114 – 120.
2. Ищенко А. А., Радионенко А. В., Антоненко А. В., Родак А. А. Применение полимерных материалов в подшипниках скольжения. // Металлургические процессы и оборудование: Науч. – техн. сб. – Донецк: Дон. нац. техн. ун – т., 2008. – № 4 – С. 22 – 25
3. Ищенко А.А., Радионенко А. В., Антоненко А. В. Исследование антифрикционных подшипников скольжения со вставками из композитных материалов // Захист металургійних машин від поломок: Зб. наук. пр. – Маріуполь: ПДГУ, 2009. – Вип. 11. – С. 130 – 135.
4. Радионенко А. В. Трибометр для исследования влияния качества поверхностей на состояние смазочной пленки // Машиноведение – 1987 – № 6 – С. 93 – 97.

Стаття надійшла до редакції 12.12.2013

А. О. ИЩЕНКО, О. В. РАДИОНЕНКО, О. А. ИЩЕНКО

ДОСЛІДЖЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ «МОГЛАЙС» ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ НАПРАВЛЯЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ ПОЛОЗКІВ СУПОРТІВ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ.

Розроблена методика досліджень коефіцієнтів тертя полімерного матеріалу «Моглайс» на основі епоксидної смоли німецької фірми «Діамант». Проведен порівняльний аналіз коефіцієнтів тертя для пар тертя сталь-сталь і сталь-«моглайс». Розроблена технологія застосування матеріалу «Моглайс» для виробничого відновлення поверхонь направляючих полозків супортів металорізальних верстатів.

Ключові слова: коефіцієнти тертя, полімерний матеріал, відновлення, направляючі полозків супортів.

A. A. ISCHENKO, A. V. RADIONENKO, E. A. ISCHENKO

**RESEARCH AND APPLICATION OF MOGLICE POLYMERIC MATERIAL FOR
RENEWAL OF GUIDING SLIDES OF METAL-CUTTING MACHINE TOOLS
SUPPORTS**

The methods for investigation of friction coefficients of Moglice polymeric material, based on epoxy resin, manufactured by «Diamant» German firm were developed. The article contains the comparative analysis of friction coefficients for steel-steel and steel-Moglice friction pairs. Also developed was the technology of application of Moglice material for production renewal of surfaces of guiding slides of metal-cutting machine tools supports.

Keywords: friction coefficients, polymeric material, renewal, surfaces of guiding slides

Ищенко Анатолий Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «механическое оборудование заводов черной металлургии» ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, ischenko49@mail.ru

Радионенко Александр Васильевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «технология машиностроения» ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет».

Ищенко Елена Анатольевна – аспирант кафедры «металлорежущие станки и системы», Национальный технический университет Украины «КПИ».