

## Bibliography:

1. Brodsky G.S. Degradation of hydraulic pumps and motors under abrasive wear multisize pollutant / G.S. Brodsky // Mountain information-analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2006. – №2. – P. 51-57. (Rus.)
2. Ibatullin I.D. Kinetics of fatigue of damage and destruction of the surface layers. – Samara: Samara. state. tehn. univ., 2008. – 387 p. (Rus.)
3. Putilov V.Y. Calculation abrasion tube-wire pneumatic systems ash and pulverized coal thermal power plant / V.Y. Putilov, I.V. Putilova // Thermal Engineering. – 2003. – №9. – P. 60-67. (Rus.)
4. Investigation of abrasion resistance of protective material to components pumping equipment / E.V. Dashko [et al.] // Theses of reports International scientific and technical conference «University science-2014». – Mariupol, 2014. – V. 3. – P. 41-42. (Rus.)
5. Lebedev I.K. Ash wear in boilers and control of / I.K. Lebedev // Power Station. – 1958. – №11. – P. 22-25. (Rus.)
6. Tselikov A.I. Mechanisms of rolling mills / A.I. Tselikov. – M. : Mashgiz, 1946. – 272 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Суглобов  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 23.02.2015

УДК 621.924.1

© Струтинский В.Б.<sup>1</sup>, Ищенко Е.А.<sup>2</sup>, Гришко В.П.<sup>3</sup>, Воробьев Д.А.<sup>4</sup>

### О ВОССТАНОВЛЕНИИ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА

*В лабораторных условиях выполнено восстановление направляющих на крестовом суппорте токарно-автоматического комплекса ПАБ 130 с помощью полимерного материала, и на специально созданном экспериментальном стенде с использованием АЦП и ПК выполнены замеры силы перемещения суппорта с последующим определением коэффициента трения.*

**Ключевые слова:** станок, суппорт, направляющие суппорта, коэффициент трения, полимерный материал, моглайс.

**Струтинський В.Б., Іщенко О.А., Гришко В.П., Воробйов Д.А. Про відновлення напрямних верстатів за допомогою полімерного матеріалу.** В лабораторних умовах виконано відновлення напрямних на хрестовому супорті токарно-автоматичного комплексу ПАБ 130 за допомогою полімерного матеріалу, і на спеціально створеному експериментальному стенді з використанням АЦП і ПК виконані вимірювання сили переміщення супорта з наступним визначенням коефіцієнта тертя.

**Ключові слова:** верстат, супорт, направляючі супорта, коефіцієнт тертя, полімерний матеріал, моглайс.

**V.B. Strutinsky, O.A. Ischenko, V.P. Grishko, D.A. Vorobyov. Machine guides restoration by using a polymeric material.** The restoration of slide rest guides of the automatic lathe PUB 130 was made by using a polymeric material in the laboratory, and the meas-

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор, НТУУ «Київський політехнічний інститут», г. Київ, [kvm\\_mmi@mail.ru](mailto:kvm_mmi@mail.ru)

<sup>2</sup> аспірант, НТУУ «Київський політехнічний інститут», г. Київ, [anvolady@i.ua](mailto:anvolady@i.ua)

<sup>3</sup> ст. науч. сотр., ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Маріуполь, [ischenko@pstu.edu](mailto:ischenko@pstu.edu)

<sup>4</sup> студент, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Маріуполь, [dormitory@i.ua](mailto:dormitory@i.ua)

urements of the rest displacement strength were made on a specially created experimental stand with the ADC and the PC and subsequent determination of the coefficient of friction. The performed experiments revealed that in the speed range of saddle feed from 0,0228 to 0,075 m/s, the coefficient of friction is within 0,047-0,055. At the same time, the transition to the low-feed (0,0005-0,0022 m/s) results in to marked increase of the friction coefficient and the rest hopping movement. However, this phenomenon is likely due to the fact that elastic tie in the form of steel beam with tensometers was put into the feeder of the rest. This explanation let us hope that, with rigid connection of the drive and the rest such a phenomenon will not take place and the value of friction will not differ substantially from the friction obtained at high speeds. The obtained results make it possible to consider the use of a polymer material to be the optimal way to restore worn-out machines.

**Keywords:** lathe, rest, guide, the coefficient of friction, polymeric material.

**Постановка проблеми.** Восстановление направляющих металлорежущих станков является актуальной задачей отечественного машиностроительного производства.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В современном машиностроительном производстве основную роль, как и раньше, играют металлорежущие станки различных типов и назначения. В тоже время, изменения в конструкциях станков в последние годы в основном направлены на совершенствование систем управления станков, узлов подач, системы подачи режущих инструментов и их ориентации в процессе работы в нескольких плоскостях. Вместе с тем, пары трения в станках в последнее время не претерпели существенных изменений, за исключением направляющих с использованием тел качения [1, 2] и поэтому для многих машиностроительных предприятий продолжает оставаться проблема восстановления изношенных направляющих. Одним из перспективных методов восстановления поврежденных и изношенных поверхностей пар трения является применение полимерных покрытий [3-6].

**Цель статьи** – разработка технологии восстановления направляющих и исследование особенностей их эксплуатации.

**Изложение основного материала.** Для экспериментального восстановления направляющих полимерным материалом «моглай» немецкой фирмы «Diamant metallplastik GmbH» был выбран крестовый суппорт токарного автоматического комплекса ПАБ 130 (рис. 1).



Рис. 1 – Установка выставочных и монтажных винтов на суппорте

Для этого были изготовлены специальные планки (рис. 1), которые крепились на суппорт с помощью болтов. В этих планках были изготовлены отверстия с резьбой для установки суппорта в проектное положение с помощью установочных винтов, как показано на рисунке 1.

Поверхность направляющих на станке обрабатывали разделительным составом, и зачищали направляющие суппорта шлифовальным кругом для того, чтобы поверхность приобрела необходимую шероховатость. Далее эту поверхность обрабатывали обезжиривателем. Затем

смешивали два компонента полимерного материала в необходимой пропорции до однородного состояния. Тщательно втирали первый слой материала в поверхность направляющих на суппорте и далее наносили весь материал (рис. 2).



Рис. 2 – «Моглайс» нанесен на направляющие суппорта

После этого суппорт переворачивали на 180° и устанавливали на выставочные винты. По истечению 24 часов суппорт сдвигали в продольном направлении и переворачивали для удаления излишков выдавленного и застывшего материала. Направляющие суппорта готовы к работе (рис. 3).



Рис. 3 – Сформированные направляющие на суппорте. Суппорт повернут на 90°

После восстановления направляющих на крестовом суппорте токарного автоматического комплекса ПАБ 130 на этом оборудовании были проведены эксперименты по исследованию ко-

эffициента трения пары сталь – «моглайс». Кинематическая схема и общий вид экспериментальной установки приведены на рис. 4. Она состоит из пары винт-гайка 5, которая приводилась во вращение от электродвигателя 8 через двухскоростную коробку передач 7 и муфту 6. Гайка размещалась в специально изготовленном металлическом корпусе, который с помощью болтов крепился к двум закрепленным на суппорте, упругим балкам 4, на которых размещались тензометрические датчики. Тензорезисторы, каждый сопротивлением  $R=200\ \text{Ом}$ , соединены в мостовую схему как показано на рисунке 5.

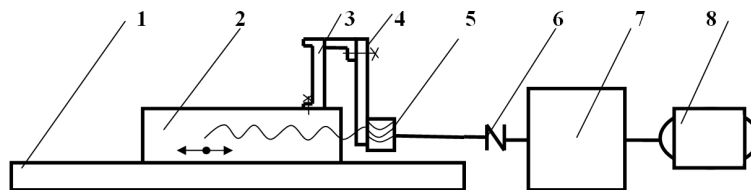


Рис. 4 – Общий вид и кинематическая схема установки: 1 – направляющие станины, 2 – суппорт, 3 – стойка, 4 – упругая балка, 5 – пара винт-гайка, 6 – муфта, 7 – коробка передач, 8 – электродвигатель

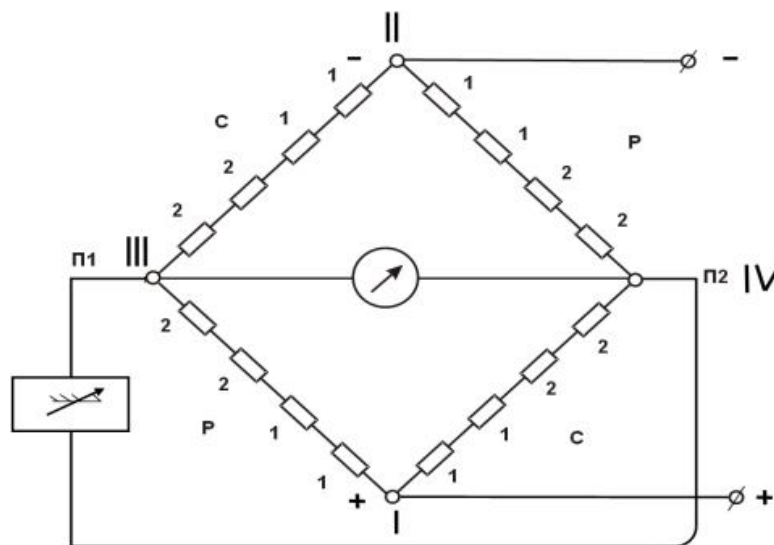


Рис. 5 – Мостовая схема соединения тензорезисторов

При включении привода вращения винта гайка давит на балки, деформирует их и далее передает усилие на суппорт, который перемещается в диапазоне скоростей от 0,0005 м/с до 0,075 м/с. Сигнал с тензодатчиков передавался на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

через усилитель сигнала, а далее – на компьютер. Для проведения тарировки суппорт освобожд-дался от связи с винтом и через освобожденную гайку пропускался трос, который крепился к динамометру растяжения ГПУ 0.02-2УХЛ 4.2. ГОСТ 13837-79. Ко второму ушку динамометра прикладывались фиксированное усилие и определялось соответствующее значение на АЦП.

Построив тарировочный график, находили величину тарировочного коэффициента, с помощью которого в дальнейшем определяли силу, с которой перемещалась каретка.

Методика проведения экспериментов.

Сигнал, который передавался через АЦП, записывался на компьютер (рис. 6), и затем полученные данные обрабатывались в программе Паскаль и записывались в виде таблицы. В программе Mathcad обрабатывались полученные результаты и строились графики.

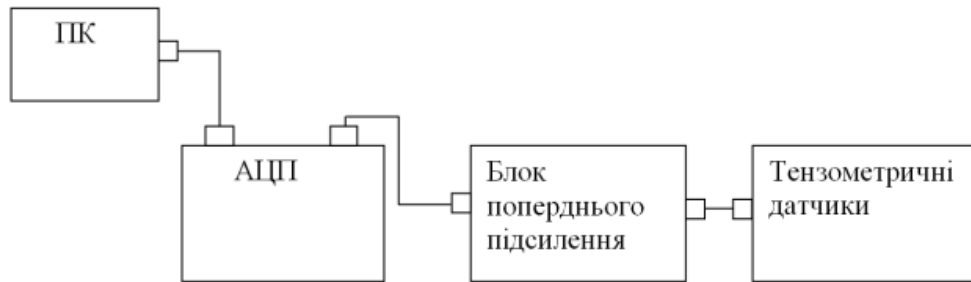


Рис. 6 – Схема измерения силы перемещения суппорта станка

Для изучения величины коэффициента трения была запланирована серия экспериментов, в ходе которых изменялась скорость суппорта. Это достигалось следующим образом – в первой серии экспериментов электродвигатель подключался к винту напрямую, минуя коробку передач, это позволило достичь скорости перемещения каретки от 0,0228 м/с до 0,075 м/с. Во второй серии экспериментов для снижения скорости была использована коробка передач с передаточными числами 35 и 50, что позволило провести измерения на скоростях от 0,0005 м/с до 0,0022 м/с и таким образом охватить широкий диапазон скоростей подачи. Для определения коэффициента трения определялся вес суппорта, который составил 105,4 кг. Типовая осциллограмма записи процесса нагружения балок в период перемещения суппорта, показана на рисунке 7.

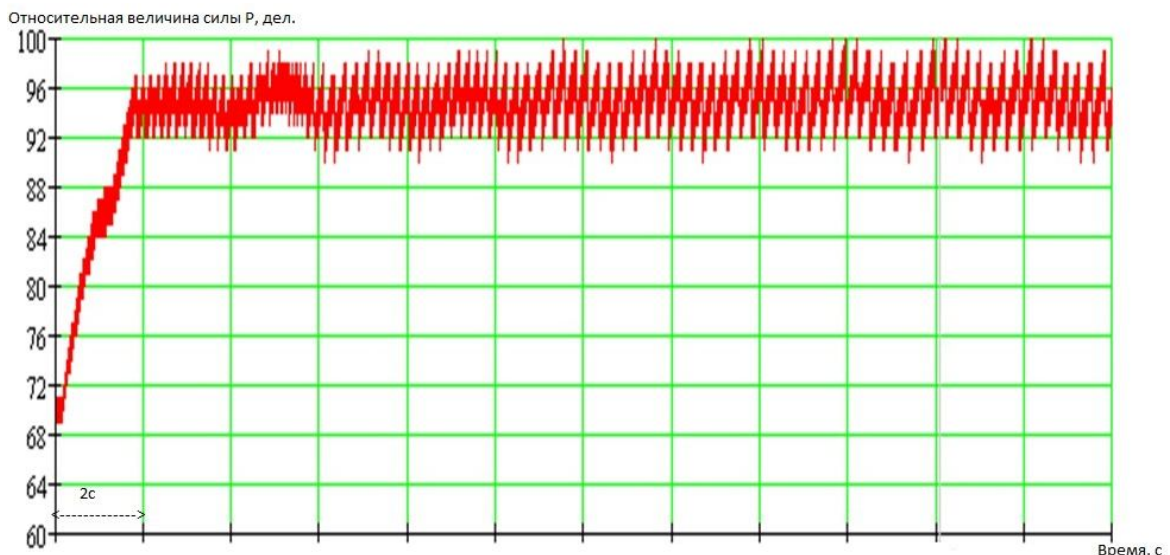


Рис. 7 – Типовая осциллограмма процесса перемещения суппорта

Методика определения коэффициента трения следующая. Полученные с помощью АЦП значения нагрузки снижались на показатель нулевого значения положения балок и делились на тарировочный коэффициент. Таким образом, получали значения силы  $P$ . При известном весе

каретки определялся коэффициент трения

$$f = \frac{P}{m},$$

где  $P$  – сила, Н;  
 $m$  – вес каретки, Н.

По результатам расшифровки осциллограмм был построен график зависимости коэффициента трения от скорости перемещения каретки по направляющим, восстановленным с помощью «моглайс» (рис. 8).

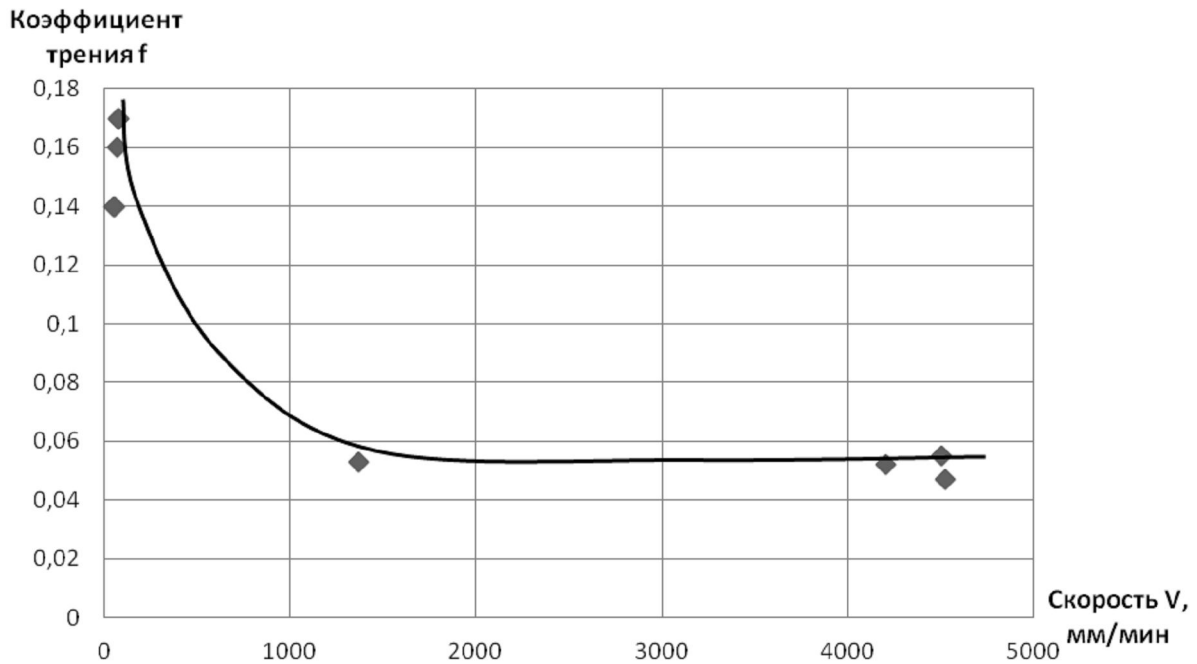


Рис. 8 – График зависимости коэффициента трения от скорости суппорта

Анализ этих графиков позволил сделать следующие выводы:

– в области высоких скоростей подачи (диапазон от 0,0228 м/с до 0,075 м/с) наблюдается снижение силы перемещения суппорта и соответственно, коэффициента трения  $f$  в пределах от 0,047 до 0,055;

– переход в область малых скоростей подачи (диапазон от 0,0005 м/с до 0,0022 м/с) приводит к заметному росту коэффициента трения  $f$  (от 0,14 до 0,17), который можно объяснить явлением «стык–слип» при малых скоростях подачи. Это подтверждает скачкообразное перемещение каретки, которое наблюдается визуально и нашло отражение в осциллограммах. Учитывая, что фирма производитель материала «моглайс» утверждает, что такое явление отсутствует на станках, восстановленных с его помощью, то появление данного явления, скорее всего, связано с тем, что в нашем случае в механизме подачи введена упругая связь в виде балок с тензодатчиками. При наличии же жесткой связи это явление будет отсутствовать, и величина коэффициента трения не будет намного отличаться от той, которая была получена на больших скоростях подачи.

### Выводы

Таким образом, экспериментально получены величины коэффициента трения для пары трения сталь – «моглайс» в условиях реально восстановленного крестового суппорта токарного комплекса ПАБ 130, которые позволяют рассматривать применение материала «моглайс» в качестве оптимального способа восстановления работоспособности изношенных станков в отечественном машиностроительном производстве. Этот способ позволяет не только с минимальными затратами восстанавливать направляющие, но и достигать хороших показателей работы этой пары трения.

**Список использованных источников:**

1. Ищенко Е.А. Современные способы и материалы для восстановления пар трения / Е.А. Ищенко, В.П. Гришко // Захист металургійних машин від поломок : Зб. наук. пр. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2013. – Вип. 15. – С. 173-177.
2. Савчук П.П. Эпоксидные композиции в узлах трения скольжения / П.П. Савчук // Проблемы трения и износа. – 2011. – №56. – С. 243-251.
3. Блинец М.М. Особенности изнашивания эпоксидных полимеров / М.М. Блинец, Н.П. Богданович, П.Д. Стухляк // Трение и износ. – 1988. – Т. 9 – №9. – С. 549-552.
4. Мышкин Н.К. Трибология полимеров: адгезия, трение, изнашивание и фрикционный перенос / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец, А.В. Ковалев // Трение и износ. – 2006. – Т. 27 – №4. – С. 429-443.
5. Квашин Б.Н. Восстановление направляющих скольжения металлорежущих станков / Б.Н. Квашин, Ю.Д. Симонова, Ю.С. Ткаченко, В.Н. Гадалов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013 – №5 (50). – С. 139-141.
6. Леванцевич М.А. Механизмы изнашивания направляющих скольжения металлообрабатывающего оборудования / М.А. Леванцевич, А.Т. Схиртладзе // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006 – №5. – С. 41-46.

**Bibliography:**

1. Ischenko E.A. Modern methods and materials for the restoration of friction pairs / E.A. Ishchenko, V.P. Grishko // Zakhist metalurgiyntikh mashin vid polomok : Collection of scientific works / SHEE «PSTU». – Mariupol, 2013. – Issue 15. – P. 173-177. (Rus.)
2. Savchuk P.P. The epoxy composition in units of friction sliding / P.P. Savchuk // Problems of friction and wear. – 2011. – №56. – P. 243-251. (Rus.)
3. Bliznets M.M. Features of wear of epoxy polymers / M.M. Bliznets, N.P. Bogdanovich, P.D. Stuhlyak // Friction and wear. – 1988. – V. 9. – №9. – P. 549-552. (Rus.)
4. Mishkin N.K. Tribology of polymers: adhesion, friction, wear and friction transfer / N.K. Mishkin, M.I. Petrokovets, A.V. Kovalev // Friction and wear. – 2006. – V. 27. – №4. – P. 429-443. (Rus.)
5. Kvashnin B.N. Restoring of slideways of machine tools / B.N. Kvashnin, Y.D. Simon, Y.S. Tkachenko, V.N. Gadalov // News of the South-Western State University. – 2013 – №5 (50). – P. 139-141. (Rus.)
6. Levantsevich M.A. The mechanisms of wear slideways metalworking equipment / M.A. Levantsevich, A.T. Skhirtladze // Repair, restoration, modernization. – 2006. – №5. – P. 41-46. (Rus.)

Рецензент: В.В. Суглобов  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 23.02.2015