

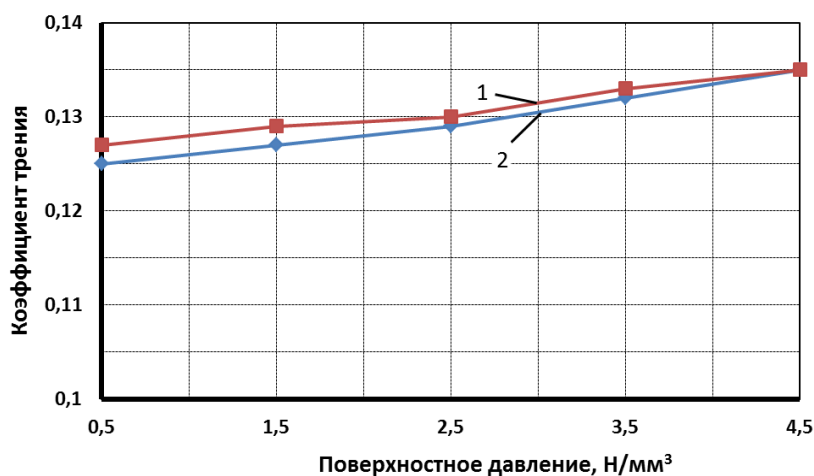
## СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАР ТРЕНИЯ

В современном машиностроении большую роль играют механизмы, в которых работают пары трения, подверженные износу и требующие восстановления. К ним прежде всего можно отнести гидроцилиндры и направляющие станков. Изменения в конструкциях станков в последние годы в основном были направлены на совершенствование систем управления, совершенствование узлов подачи, системы подачи режущих инструментов и их ориентации в процессе работы в нескольких плоскостях. В тоже время, пары трения в станках в последнее время не претерпели существенных изменений, за исключением направляющих с использованием тел качения.

Однако, повышение точности работы современных станков требует от направляющих таких показателей, как пониженный коэффициент трения, демпфирование вибрационных нагрузок, снижение интенсивности износа направляющих станины, обеспечение плавности хода каретки по направляющим станка. В то же время, направляющие скольжения, применяемые в металлорежущих станках, не обеспечивают таких требований, поэтому в последнее время разрабатываются способы изготовления направляющих с применением полимерных материалов, которые позволяют устранить существующие недостатки этих пар трения. К современным материалам, которые используют для восстановления пар трения, относятся: материалы фирм «Zedex», «Chester Molecular» и «Diamant», «Weicon».

Материалы фирмы «Zedex» уже более 30 лет успешно используются в Западной Европе и США для решения различных технических задач, обусловленных трением скольжения. Материалы характеризуются высокой износостойкостью, низким коэффициентом трения и высокими демпфирующими свойствами. В частности, станкам с накладными направляющими из материала ZX100K присущи высокая точность позиционирования, плавность движения на малых подачах, отсутствие вибрации, а сбой в системе смазки не приводит к аварийным ситуациям и «задиру» направляющих [1].

Эксплуатационные характеристики материалов «Zedex» значительно выше, чем у традиционных бронзы, тефлона и других. Ниже приведен график зависимости коэффициента трения скольжения от поверхностного давления (рис. 1).



**Рис. 1.** График зависимости коэффициента трения скольжения материала ZX100K при работе со смазкой, 1 – при статическом положении, 2 – при скольжении

Листовой материал ZX100K для направляющих поставляется в виде готовых нарезанных полос. Устанавливается с помощью двухкомпонентного клея. Но для того, чтобы обеспечить максимальную площадь контакта накладных полос ZEDEX со станиной, необходима механическая обработка этих полос. Специалисты рекомендуют при проведении капитального ремонта станков применять накладные антифрикционные направляющие скольжения из материала ZX100K. При этом попутно отпадает необходимость восстановления верхнего закаленного слоя направляющих, «снятого» при шлифовании. Для средних токарных станков достаточна толщина листа 2 - 3 мм, для фрезерных и тяжелых токарных станков – 3-5 мм и выше. Материал устанавливается с использованием оригинального 2 - компонентного клея. При комнатной температуре уже через сутки наклеенные направляющие можно подвергать механической обработке (шлифовка, шабрение). Для лучшего удержания смазки наносится «разбивка» шабером.

Приведем несколько примеров успешного использования материала ZX100K серии ZEDEX:

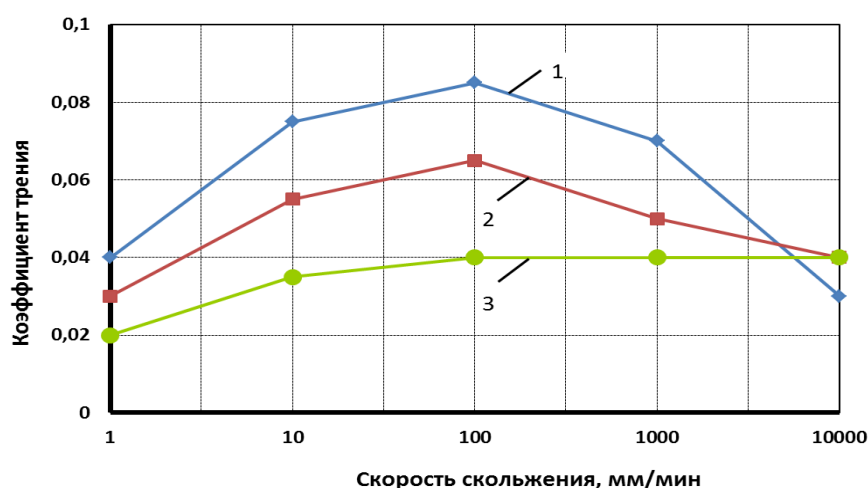
- замена изготовленных из соединения тефлона с бронзой направляющих скольжения тяжелого токарного станка позволила увеличить срок их эксплуатации с 2,5 до 7 лет. Модернизация проведена на предприятии World Aerospace, Minneapolis, USA;
- замена направляющих скольжения фрезерного обрабатывающего центра, изготовленных из тефлона, увеличила технический ресурс с 1,5 до 4 лет. Модернизация проведена на предприятии Curtis Conzert, Minneapolis, USA;
- изготовлена из материала ZX100K направляющая втулка скольжения суппорта револьверной головки токарного станка, установленная без зазоров с предварительным натягом. Дает возможность эксплуатации без ремонта в течение 10 лет. Предприятие Gebr.Brinkmann GmbH Maschinenfabrik.

Порядок выполнения работ следующий. Оба компонента двухкомпонентного клеящего состава тщательно перемешиваются до однородной массы. Затем выполняется очистка и обработка склеиваемых поверхностей. Поверхность материала нужно протереть чистой материей, пропитанной растворителем жиров (ацетон, трихлорэтилен). Металлическая поверхность зачищается наждачной бумагой. Склеиваемые поверхности обезжириваются ацетоном. Наносят клеящий состав на обработанную поверхность металла шпателем толщиной слоя 0,2 мм. Начиная с одной стороны и загибая лист материала ZX100K вверх, наклеиваем его на нужную поверхность. Далее подвигают материал точно на нужное место. Необходимо обеспечить плотное прилегание склеиваемых поверхностей путем установки дополнительной равномерной нагрузки. Под груз рекомендуется установить резиновую ленту толщиной 2 - 4 мм (для равномерного распределения нагрузки). Величина нагрузки должна быть 0,05 МПа. После наклеивания производится окончательная подгонка геометрии станка. Материал обрабатывается шлифованием или шабрением. После снятия груза необходимо очистить швы от выступающих излишков клея и промазать их герметиком на основе силикона.

Альтернативным способом восстановления направляющих является применение двухкомпонентных полимерных композиций, с помощью которых потери материала, возникшие при шабрении или шлифовке, и возникающие при этом зазоры между направляющими суппорта и станины компенсируются нанесением на направляющие каретки антифрикционного полимерного материала. Эти материалы обладают хорошими адгезионными свойствами при нанесении на металлические поверхности, высокой прочностью (предел прочности до 200 МПа) и износостойкостью, низким коэффициентом трения скольжения, в том числе при скоростях, близких к нулю. Материал обладает высокой устойчивостью к воздействию воды, масел, растворов кислот и щелочей, сохраняет свои рабочие свойства в широком температурном диапазоне. К преимуществам материала следует также отнести способность без усадки переходить от пластического состояния к твердому при комнатной температуре за 24 часа. К таким материалам относятся полимерные материалы немецкой фирмы «Diamant», а именно, материал «Moglice»,

и польской - материал «Chester Metal Slide» фирмы «Chester Molecular». Это двухкомпонентные пастообразные компаунды с волокнистыми, керамическими наполнителями и дисульфидом молибдена. Область их применения - восстановление геометрии металлообрабатывающих станков - направляющих скольжения станины, каретки, суппорта, восстановление штока гидроцилиндров, ремонт и уплотнение трущихся поверхностей деталей, шатунов, подшипников, ремонт и уплотнение поверхностей, работающих с уплотнительными кольцами.

Основные свойства этих материалов - исключительные антифрикционные свойства (рис. 2), хорошее самосмазывание и виброгашение, износостойкость, стабильность, пригодность для получения точных сообщений, высокая жесткость. Удовлетворяет повышенным требованиям современного станкостроения. При их использовании не требуется специальных вспомогательных материалов и профессиональных знаний. Их можно наносить в пластическом состоянии, отливать и нагнетать в зависимости от конкретных условий применения. С помощью этого материала эффективно заменяются клееные, пластиковые и металлические накладки, а пары скольжения на его основе полностью заменяют традиционные пары скольжения других видов.



**Рис. 2.** График зависимости коэффициента трения от скорости перемещения для трех разновидностей материалов «moglice» фирмы «Diamant» при давлении 5 МПа: 1 - moglice hart, 2 – moglice FL/p, 3 – moglice P 500.

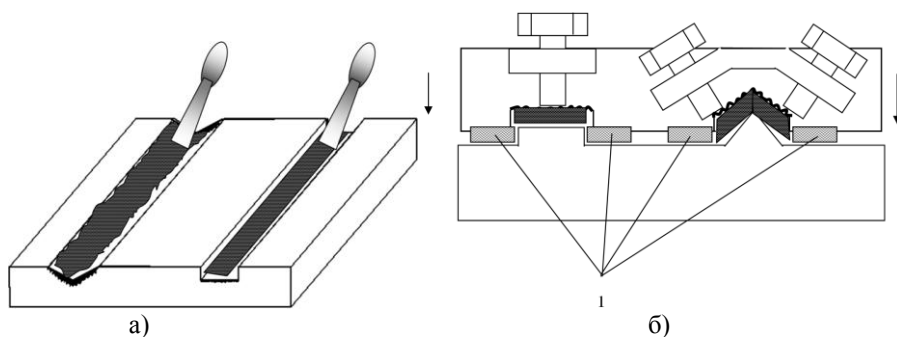
Рассмотрим технологию применения полимерных материалов на примере восстановления направляющих на каретке станка. Перед установкой каретки в проектное положение необходимо зачистить поверхность, предназначенную для нанесения металлополимерных материалов, фрезой, закрепить в торцах каретки бобышки с регулировочными винтами, выставить каретку в проектное положение с помощью регулировочных болтов и уровня. При этом оптимальный зазор между направляющими после установки в проектное положение - 2-2,5 мм.

Обезжиривание поверхности под нанесение материала выполняется с помощью фирменного очистителя или ацетона чистой обильно смоченной тряпкой. Промывание необходимо повторить несколько раз. Чистоту промытой поверхности контролировать чистой белой тряпкой. На белой ткани не должны оставаться следы. После высыхания обезжиривателя на поверхности направляющих станины, на них наносится разделительный состав с помощью кисточки или аэрозольного баллончика. После высыхания разделительного состава (20-30 мин.) поверхность направляющих станка можно отполировать мягкой тканью.

После высыхания поверхности направляющих каретки шпателем наносится композитный материал, который предварительно должен пройти операцию перемешивания двух компонентов, из которых он состоит (рис. 3а). 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 предварительной установки в проектное положение.

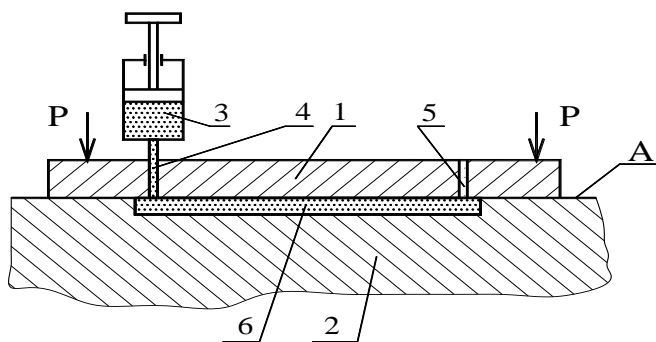
После нанесения необходимого слоя материала каретка переворачивается на 180° и устанавливается на регулировочные болты (рис. 3б). Опускание каретки перед моментом столкновения болтов с направляющими должно осуществляться плавно без толчков и ударов. Для исключения стекания материала в плоскости, перпендикулярной направляющим между кареткой и станком, устанавливаются поролоновые или из другого материала мягкие прокладки по всей длине направляющих каретки (поз. 1, рис. 3б). Лишний материал после установки на болты выдавливается вдоль направляющих по обе стороны каретки. Время застывания материала 24 часа. Через указанное время осуществляется страгивание каретки в направлении ее перемещения по направляющим легким ударом или с помощью ручной лебедки. После застывания материала и страгивания каретки, каретка переворачивается на 180° и производится удаление излишков выдавленного на нерабочие поверхности каретки материала.



**Рис.3.** а) нанесение материала на поверхность направляющих;  
б) установка каретки на регулировочные болты

После удаления излишков полимерного материала снимаются бобышки и проводится операция очистки каретки; последняя устанавливается на направляющие станка. Операция по восстановлению направляющих на каретке завершена.

Двухкомпонентные пластичные полимеры позволяют решить и более сложную задачу – восстановить направляющую на станине станка, не прибегая к шлифованию. Для выполнения этой работы требуется жесткая шлифовальная линейка длиной, обеспечивающей ее установку на крайние неизношенные участки направляющей. Изношенная поверхность обрабатывается ручной шлифмашинкой до образования впадины так, как показано на рис. 4, с краями, перпендикулярными плоскости скольжения.



**Рис.4.** Схема восстановления направляющих на станине станка путем нагнетания жидкотекучего полимера

После обезжиривания поверхностей и обработки контактной поверхности линейки 1 разделительным составом, она укладывается на концевые участки на станине 2, боковые зазоры уплотняются, и в специально просверленное отверстие 4 закачивается с помощью шприца 3 жидкотекучий полимер 6 до появления его в контрольном отверстии 5. Через 24 часа линейка ударом сдвигается вдоль направляющей, и последняя готова к работе. Такой способ был неоднократно испытан в промышленности [2] и является наиболее приемлемым для тех случаев, когда шлифовку направляющих на станине по тем или иным причинам осуществить не представляется возможным. По такой технологии восстановлена работоспособность шлифовальных станков, у которых невозможно снять направляющие и отправить их на шлифовку.

Анализ достоинств и недостатков описанных технологий восстановления работоспособности пар трения позволяет прежде всего отметить, что применение накладок на направляющие и их фиксация путем приклеивания, безусловно, - один из перспективных путей решения проблемы изношенных направляющих на станине. Однако этот способ требует шабрения и подгонки наклеенных пластин и, как следствие, не может обеспечить идеального контакта с направляющими на каретке станка. И с этой точки зрения второй способ, который заключается в формировании плоскости скольжения на столе станка плоскостью предварительно отшлифованных направляющих на станине, позволяет достичь стопроцентного прилегания контактных плоскостей и не требует шабрения или подгонки соприкасающихся поверхностей. В то же время, в обоих случаях требуется выполнение шлифовки направляющих на станине. В первом случае на толщину приклеиваемой накладки, а во втором – на величину износа. Однако второй способ позволяет избрать и другой путь локального восстановления поврежденного участка, и в этом случае шлифовки направляющих не требуется, что значительно облегчает ситуацию с восстановлением работоспособности станка.

### **ВЫВОД**

Таким образом, современные технологии восстановления пар трения дают возможность выбирать тот или иной путь решения задачи, но в любом случае позволяют полностью восстановить работоспособность оборудования и ввести его в строй с минимальными затратами.

#### *Перечень ссылок*

1. *Мегий А.Л.* Восстановление и защита направляющих // Оборудование и инструмент для профессионалов №2, - 2005г. – С. 46-47.
2. *Ищенко А.А.* Из опыта восстановления направляющих шлифовальных станков / А.А. Ищенко, А.В. Антоненко, Л. Молнар // Металлообработка №4, 2011г. - С. 39-42.

Рецензент: д.т.н., проф. Суглобов В.В.

*Статья поступила 03.02.2014*