

Виноградов Н.С., к.т.н.

АДИ ДонНТУ, г. Горловка

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИЛИКАТНОЙ ПАСТЫ ДЛЯ ПРИТИРКИ СОПРЯЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Показана возможность использования силикатной пасты для притирки сопряженных деталей. Лабораторные исследования показали, что при обработке силикатным составом формируется высокое качество поверхности и повышается производительность притирки. Это обусловлено образованием в процессе притирки аморфного кремнезема, который усиливает работу абразивных зерен и приводит к уменьшению царапающего действия абразива. Предлагаемый состав пасты можно использовать для притирки клапанов двигателей внутреннего сгорания и деталей гидравлической аппаратуры.

Постановка проблемы

За последнее десятилетие в несколько раз возросли требования к точности изготовления деталей в машиностроении и автомобилестроении. Точность размеров и геометрических форм, а также качество рабочих поверхностей деталей являются важнейшими факторами, обуславливающими надежную и долговечную работу механизмов. Высокие показатели по точности и качеству поверхности обычно достигаются в результате выполнения механической обработки. Среди различных способов механической обработки, обеспечивающих выполнение высоких требований к качеству поверхностного слоя, точности размеров и формы обработанных поверхностей, важное место занимает абразивная доводка.

Недостатком абразивной обработки является низкая производительность процесса. Устранение этого недостатка невозможно без внедрения в производство прогрессивной технологии, дешевых и эффективных абразивно-доводочных смесей.

Замена минеральных масел в притирочных составах в связи с их высокой стоимостью и пожароопасностью настоятельно требует применения недорогих и простых в получении компонентов абразивных паст. Все это приводит к необходимости разработки притирочных составов не на минеральной основе.

Анализ последних исследований

Для повышения чистоты поверхности при ремонте деталей, например гидроаппаратуры и механизма газораспределения двигателей внутреннего сгорания (ДВС) применяют притирку, которую производят с помощью абразивных паст. В настоящее время в производственной практике известны многие составы абразивных паст. Рост требований к качеству и производительности абразивной обработки стальных деталей, имеющих высокую твердость, обусловил разработку составов алмазных абразивных паст. В последние годы на машиностроительных, авторемонтных и других предприятиях применяют пасты из карбида титана („КТ”), связующим элементом которых являются индустриальные масла. Недостатком таких составов является низкая производительность и высокая стоимость. Кроме того, после обработки составы на масляной основе удаляются с обработанной поверхности керосином.

Цель работы

Целью настоящей работы является исследование возможности использования силикатной абразивной пасты для притирки сопряженных деталей. Для исследований использовали абразивный состав, применяемый в последнее время для притирки деталей гидроаппаратуры и механизма газораспределения ДВС: пасту „КТ” и предлагаемую силикатную пасту.

Силикатный состав отличается тем, что в качестве основы он содержит натриевое жидкое стекло и после притирки легко смывается водой с обработанной поверхности. Результаты были получены в лабораторных условиях.

Изложение основного материала исследования

Для достижения поставленной цели были проведены исследования по определению работоспособности силикатного абразивного состава и пасты „КТ” при обработке сопряженных деталей. Исследования выполняли на специальной установке, позволяющей с высокой точностью воспроизвести процесс обработки абразивным составом в лабораторных условиях. В качестве образцов использовали диски из стали 40Х (твердостью НВ 220) диаметром 50 мм, шириной 10 мм. Контробразцы имели форму цилиндров из чугуна СЧ 18-36 (НВ 170) диаметром 30 мм, с шириной рабочей поверхности 3 мм. Выбор материала данных пар трения был обусловлен его широким распространением в области машиностроения. Исходная шероховатость поверхностей трения для всех образцов была одинаковая и составляла $Ra = 1,25 \text{ мкм}$. Контробразцу сообщалось реверсивное вращение, скорость скольжения которого составляла $0,28 \text{ м/с}$, нагрузка на образцы – $0,36 \text{ МПа}$.

Оценка велась по продолжительности притирки, съему металла и качеству поверхности. Стабилизация коэффициента трения показывала завершение процесса притирки. Съем металла определяли весовым методом с точностью $\pm 2 \cdot 10^{-4} \text{ г}$. С помощью профилографа – профилометра контролировали профиль обработанных поверхностей. Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2.

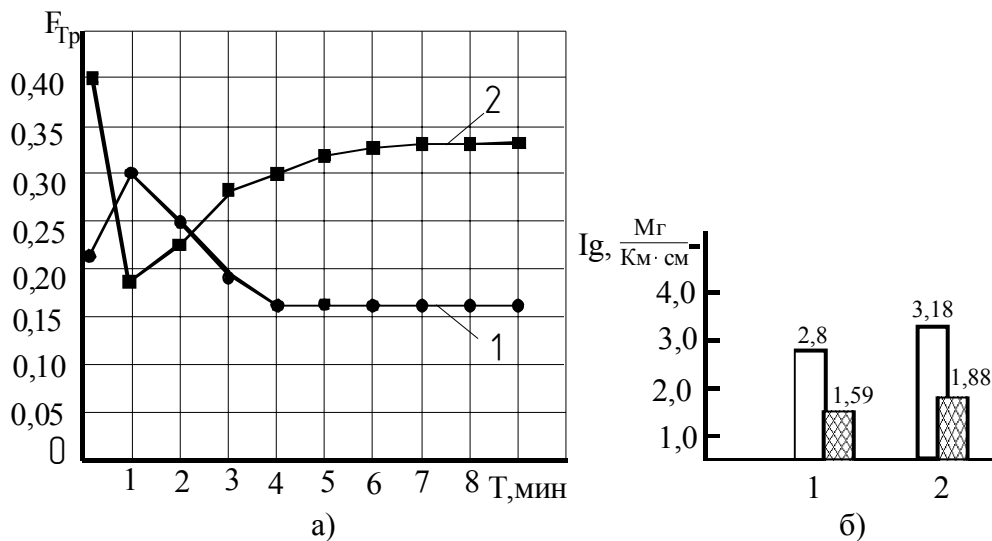


Рис. 1. Изменение коэффициента трения (а) и съема металла (б) пары трения сталь 40Х (НВ 220) – СЧ 18-36 (НВ 170) при притирке абразивными составами:
1 – силикатной пастой; 2 – пастой „КТ”

Из рис. 1 видно, что стабилизация коэффициента трения при притирке силикатным составом происходит на четвертой минуте (кривая 1) в то время, как при обработке пастой „КТ” коэффициент стабилизируется на седьмой минуте (кривая 2).

Анализируя кривые 1 и 2, можно отметить, что при притирке силикатным составом в начальный момент (первая минута) происходит увеличение коэффициента трения за счет действия острых кромок абразива. В дальнейшем, возможно, происходит притупление этих кромок и обволакивание абразива оксидом кремния, что приводит к снижению коэффициента трения. При обработке пастой „КТ” первоначально происходит снижение коэффициента трения за счет рабо-

ты масляной пленки, т. к. паста изготовлена на основе индустриального масла. Начиная со второй минуты, пленка изнашивается и в работу вступают абразивные зерна, что приводит к увеличению коэффициента трения.

Таким образом, можно отметить, что производительность притирки на силикатном составе выше, чем при обработке пастой „КТ”. Кроме того, коэффициент трения при обработке силикатным составом ниже ($f=0,17$), чем при притирке пастой „КТ” ($f=0,33$). Это, конечно, повлияло на съем металла, но качество поверхности стало значительно выше ($Ra=0,12$), чем качество поверхности, обработанной составом „КТ” ($Ra=0,21$). Все это хорошо видно на профилограммах и фотографиях поверхностей, показанных на рис. 2. Получение высокого класса чистоты поверхности при обработке силикатным составом, по нашему мнению, происходит за счет образования аморфного кремнезема (SiO_2). Образовавшийся аморфный продукт обладает полирующим действием высокодисперсного, относительно мягкого абразива [1]. Кроме этого, аморфный кремнезем может действовать не только как абразив. Даже при небольшой концентрации SiO_2 на поверхности стали его сцепление с металлом, за счет сильного изменения свойств окисного слоя, усиливается [1]. Под действием абразивных частиц SiO_2 попадает во впадины обрабатываемой поверхности и сцепляется с поверхностью. При многократном воздействии частиц происходит плотная „упаковка” SiO_2 глубоких впадин неровностей, что позволяет получить высокое качество поверхности.

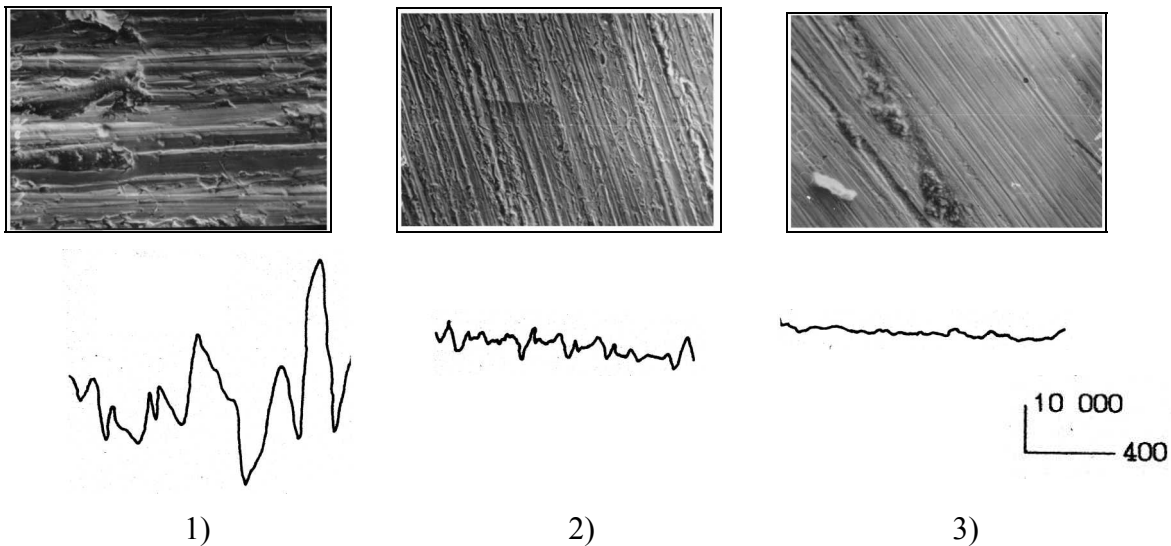


Рис. 2. Поверхности трения и профилограммы образцов из стали 40X (x400):

1) – исходная; 2) – обработанная пастой „КТ”; 3) – обработанная силикатной пастой

Для подтверждения данной гипотезы с образцов, обработанных силикатным абразивным составом, была проведена смывка, и химический анализ подтвердил наличие на обработанной поверхности SiO_2 . В количественном отношении на поверхности образца было обнаружено $82 \text{ мг/см}^2 \text{ SiO}_2$.

Кроме того, были проведены исследования для подтверждения гипотезы о наличии „сильной связи” кремниевых соединений с поверхностным слоем металла. Согласно данной гипотезы, наличие „сильной связи” должно удерживать кремниевые соединения на поверхности трения во время приработки в условиях эксплуатации. В противном случае они будут удаляться в начальный период своей работы. Для этого производили притирку образцов силикатной абразивной пастой по методике, описанной выше. После притирки образцы промывали водой, высушивали и подвергали рентгеноспектральному анализу. Притертые пары устанавливали на торцевую машину трения и проводили испытания. Скорость скольжения образцов составляла $0,63 \text{ м/с}$. Нагрузка создавалась гравитационным способом при помощи рычага, нагружаемого массой P , и составляла $1,2 \text{ МПа}$. В качестве смазывающего состава применяли индустриаль-

ное масло „И-20”. Количество смазывающего материала во всех опытах фиксировалось и составляло 200 мл. Продолжительность испытания составила 3 часа. После работы образцы промывали ацетоном, высушивали и также подвергали рентгеноспектральному анализу. Результаты исследований представлены на рис. 3.

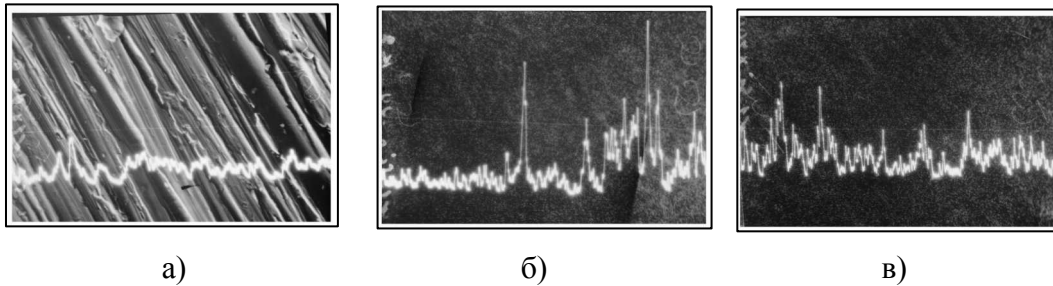


Рис. 3. Концентрационные кривые распределения кремния по поверхности трения (x200): а) – исходной; б) – после притирки силикатным составом; в) – после работы на торцевой машине трения в масле „И-20”

Анализируя сканограммы участков, можно обнаружить наличие кремния на поверхности трения как до испытания, так и после. Снижение амплитуды пиков распределения после работы сопряжения свидетельствует об уменьшении интенсивности распределения кремния по поверхности, что объясняется износами в процессе работы. Все это хорошо согласуется с ранее изложенной гипотезой о наличии „сильной связи” кремниевых соединений с поверхностным слоем металла.

Кроме того, известно, что абразивные частицы также изменяют свою форму в процессе притирки. При переменном движении поверхностей относительно друг друга абразивные зерна то врезаются в поверхность, то выходят из нее, принимая каждый раз новое положение. При этом они изнашиваются со всех сторон и одновременно обволакиваются SiO_2 .

Для подтверждения этого предположения были проведены исследования поверхности исходного абразивного зерна и абразивных зерен после обработки силикатным составом и пастой „КТ”. Результаты исследований представлены на рис. 4. Видно, что режущие кромки у частиц, работавших в силикатном составе, имеют скругленную форму по сравнению с исходными и работавшими в составе „КТ”.

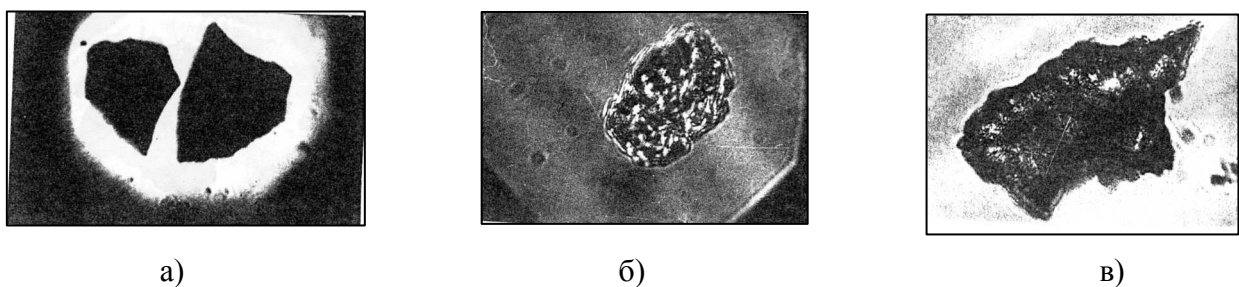
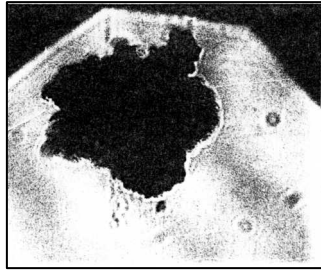


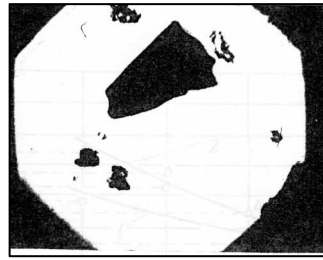
Рис. 4. Абразивные зерна (x350):

а) – исходные; б) – работавшие в силикатном составе; в) – работавшие в составе „КТ”

При исследовании поверхности абразивных частиц, было обнаружено, что зерна, работавшие в силикатном составе, покрыты тонкой оболочкой. Предположив, что это и есть высушенный гель аморфного кремнезема, частицы промыли дистиллированной водой и щелочью, так как известно, что кремниевые соединения интенсивно взаимодействуют с последней. Поэтому при промывке водой эта оболочка оставалась, при промывке же щелочью видно явное удаление этой оболочки (рис. 5).



а)



б)

Рис. 5. Абразивные зерна, работавшие в силикатном составе после промывки (x350):
а) – дистиллированной водой; б) – щелочью

Полученная скругленная форма абразива не способна в дальнейшем производить резание-царапание неровностей. Поэтому зерна, перекатываясь по поверхности, производят ее раскатывание. Следовательно, увеличение числа зерен, имеющих более скругленные вершины, приводит к усилению полирующего действия [2], что существенно влияет на качество обработанной поверхности.

Выводы

Высокое качество поверхности после обработки силикатным составом и повышение производительности притирки обусловлены появлением в процессе притирки аморфного кремнезема, который усиливает работу абразивных зерен и приводит к уменьшению царапающего действия абразива. Кроме того, за счет снижения коэффициента трения происходит, в значительно меньшей степени, дробление абразивных зерен с острыми режущими кромками, что дает возможность реализовать процесс раскатывания, приводящего к улучшению качества поверхности. Предлагаемый состав пасты можно использовать для притирки клапанов двигателей внутреннего сгорания и деталей гидравлической аппаратуры.

Список литературы

1. Виноградов Г.В., Наметкин Н.С. Противоизносные и антифрикционные свойства полиорганосилоксанов и их смесей с углеводородами //Новое о смазочных материалах.- М.: Химия, 1967.— С.153 – 175.
2. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин.— К.: Техніка, 1971.— 144 с.

Стаття надійшла до редакції 02.02.06
© Виноградов Н.С., 2006