

ТРАНСПОРТ

УДК 621.893

Н. С. Виноградов, канд. техн. наук

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА СИЛИКАТНЫХ ХОНИНГОВАЛЬНЫХ БРУСКОВ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Приведены методика и результаты исследования влияния абразивного материала силикатных хонинговальных брусков на качество обработки поверхностей трения автомобильных деталей. Подтверждено, что для приготовления силикатных брусков можно использовать абразив различной зернистости, принимая во внимание такие показатели, как шероховатость поверхности и припуск на обработку. Даны рекомендации по применению силикатных брусков для обработки поверхностей трения автомобильных деталей из различных материалов.

Ключевые слова: методика, исследование, материал абразивный, брусок силикатный, качество поверхности, припуск, поверхность трения, деталь автомобиля

Постановка проблемы

За последнее время в несколько раз возросли требования к точности изготовления деталей в автомобилестроении и машиностроении. Точность размеров и геометрических форм, а также качество рабочих поверхностей деталей являются важнейшими факторами, обуславливающими надежную и долговечную работу механизмов. Высокие показатели по точности обычно достигаются в результате выполнения механической обработки.

В настоящее время разработано множество технологических способов, позволяющих изменять строение и свойства поверхностных слоев металла в нужном направлении или создавать слои с заранее заданными свойствами. Применение этих способов позволяет повышать износостойкость, стойкость к усталостному разрушению и другие эксплуатационные свойства автомобильных деталей. Это в первую очередь относится к процессам чистовой и отделочной обработки гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания, при правильном построении и ведении которых могут быть получены оптимальные эксплуатационные характеристики, высокая точность и качество поверхностей ответственных сопряженных деталей (гильза – поршневое кольцо). Одним из таких процессов является абразивное хонингование. Хонингование это процесс финишной обработки, обеспечивающий получение высокой точности размеров, геометрической формы и малой шероховатости обработанной поверхности.

Для изготовления абразивных хонинговальных брусков используют различные синтетические абразивные материалы, к которым относят электрокорунд, карбид кремния, эльбор и др. Для закрепления абразивного материала и придания инструменту необходимых физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств используют связку. Связка влияет на геометрию рельефа рабочей поверхности инструмента, износ абразивного инструмента и параметры шероховатости обработанной поверхности. Хонинговальные бруски изготавливают, как правило, на керамической связке. Для чистового хонингования хорошие результаты дают бруски на бакелитовой связке. При хонинговании незакаленных стальных отверстий высокую стойкость и хорошую чистоту поверхности дают бруски на вулканитовой связке [1].

Применяемые для хонингования бруски на керамической и бакелитовой связке имеют

следующие недостатки: разброс по твердости, недостаточную механическую прочность, малую износостойкость. Эти недостатки вызывают надирь на обрабатываемой поверхности, в результате поколов и засаливания брусков, а также частую смену брусков вследствие их быстрого износа. Поэтому широкое применение получили алмазные брусочки. Они обладают высокой стойкостью, в десятки раз превышающей стойкость абразивных брусков. Для изготовления алмазных брусков применяют зерна природных и синтетических алмазов, что приводит к резкому увеличению стоимости брусков.

На основании вышесказанного предлагаем для хонингования поверхностей трения автомобильных деталей использовать силикатные абразивные брусочки, одним из основных компонентов которых является силикат натрия (жидкое стекло). В качестве связки использовать эпоксидную смолу.

Цель работы

Исследование влияния абразивного материала силикатных хонинговальных брусков на качество обработки поверхностей трения автомобильных деталей.

Изложение основного материала исследования

Для достижения поставленной цели были приготовлены хонинговальные брусочки с абразивом электрокорунд различной зернистости (160/125, 100/80, 63/50, 40/28, 28/20). Кроме того, для исследования влияния твердости абразивных зерен на качество поверхности были изготовлены брусочки с абразивом различной твердости. В качестве таких материалов использовали: электрокорунд (микротвердость 1000–2200 кгс/мм²), карбид кремния зеленый (2850–3600 кгс/мм²), карбид титана (2980–3300 кгс/мм²), карбид бора (4000–5000 кгс/мм²). В качестве обрабатываемого материала использовали чугун СЧ 24-42 и сталь 40Х. Выбор данного материала был обусловлен его широким распространением в области автомобилестроения.

Исследования проводились в лабораторных условиях на переоборудованном настольном вертикально-сверлильном станке. Данная конструкция позволяет максимально приблизить условия обработки к действительным. Частота вращения абразивных брусков составляла $n_1 = 34 \text{ мин}^{-1}$, а образцов $n_2 = 10 \text{ мин}^{-1}$. Направление движения было встречное. Давление брусков на образец составляло 0,8 МПа, время обработки – 120 сек. В качестве образцов использовали детали в форме дисков диаметром 50 мм, шириной 10 мм.

Специально изготовленные абразивные брусочки закреплялись на державке, установленной на шпинделе станка. Количество испытуемых брусков, закрепленных на державке, составляло три штуки. Нагрузка брусков на обрабатываемую поверхность создавалась гравитационным способом при помощи рычага, нагружаемого массой Р. В качестве смазывающей охлаждающей жидкости (СОЖ) использовали СОЖ на водной основе. Объем СОЖ во всех опытах фиксировался и составлял 200 мл.

Съем металла определяли весовым методом, т. е. взвешиванием образцов на аналитических весах до и после испытаний. После обработки образцы промывались водой и ацетоном. Брусочки были подвержены приработке на абразивном круге. Результаты испытаний определялись как среднее арифметическое по трем опытам.

Одним из факторов, определяющих качество обработанных поверхностей, является микрогеометрия поверхности. Известно, что исходная шероховатость, т. е. шероховатость, полученная после обработки, оказывает существенное влияние на трение и изнашивание. Поэтому определение микрогеометрии поверхностей после обработки является необходимым условием оценки качества поверхности. Исследование шероховатости поверхности осуществлялось с помощью профилографа-профилометра модели 201. Первоначальная шероховатость поверхности образцов составляла $R_a = 0,8\text{--}1,25 \text{ мкм}$. Лучшей работоспособностью обладали те брусочки, после обработки которых образцы имели наименьшую шероховатость и наибольший съем металла.

На рисунках 1 и 2 приведены результаты исследований зависимости съема металла (кривая 1) и шероховатости поверхности (кривая 2) от зернистости абразива силикатных и микротвердости абразивных зерен брусков при обработке образцов из чугуна (а) и стали (б).

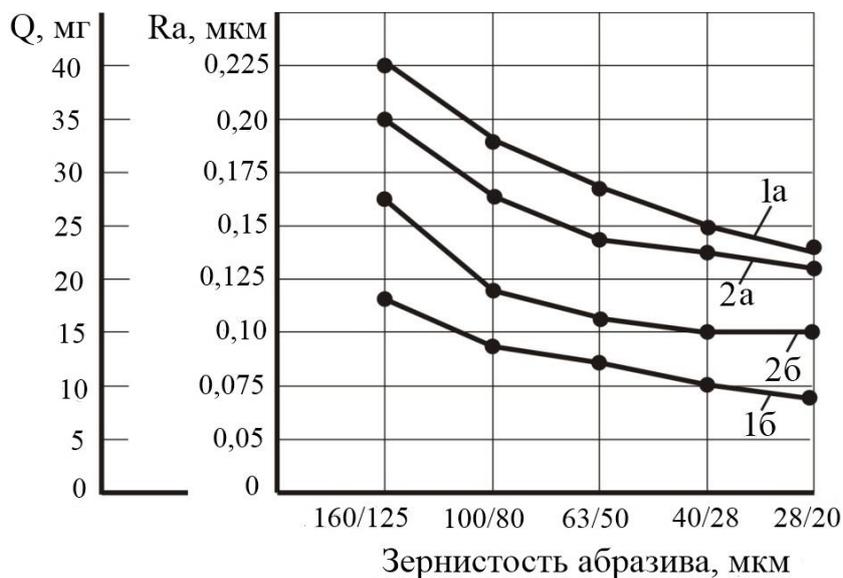
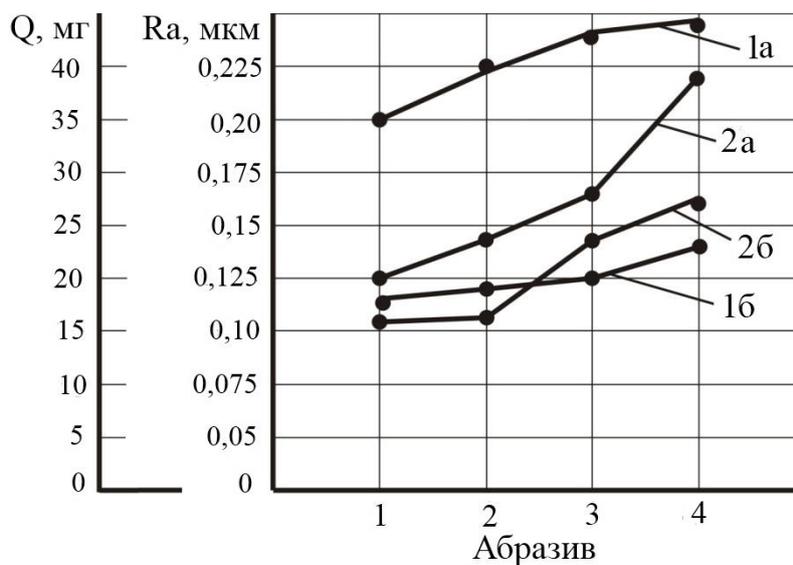


Рисунок 1 – Зависимости съема металла (кривая 1) и шероховатости поверхности (кривая 2) от зернистости абразива силикатных брусков при обработке образцов из чугуна (а) и стали (б)



1 – электрокорунд (1800–2200 кгс/мм²); 2 – карбид кремния зеленый (2850–3600 кгс/мм²);
3 – карбид титана (2980–3300 кгс/мм²); 4 – карбид бора (4000–5000 кгс/мм²)

Рисунок 2 – Зависимости съема металла (кривая 1) и шероховатости поверхности (кривая 2) от микротвердости абразивных зерен при обработке силикатными брусками образцов из чугуна (а) и стали (б)

Из рисунка 1 видно, что при увеличении зернистости абразива съем металла (Q, мг) увеличивается, наибольшее значение Q наблюдается при обработке чугуна. Сравнивая кривые 1а и 1б (рисунок 1), можно отметить, что при обработке чугуна и стали наибольший съем металла получен для чугунных поверхностей. В зависимости от изменения зернистости абразива силикатных брусков величина съема металла для чугунных поверхностей находится в пределах от 23 мг до 40 мг, стальных поверхностей – от 9 мг до 18 мг. Полученные ре-

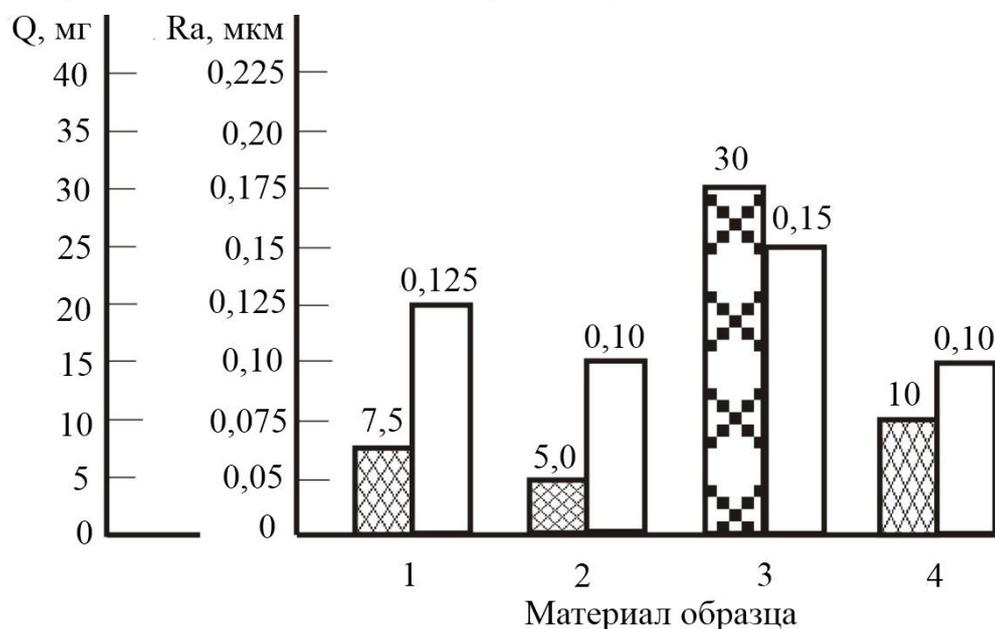
зультаты необходимо учитывать при назначении припуска на обработку.

Анализируя кривые 2а и 2б, можно отметить, что с увеличением зернистости абразива шероховатость поверхности возрастает. Эти результаты согласуются с работами И. Е. Фрагина, С. И. Куликова и др. [2, 3].

Проведенные исследования показывают, что для приготовления силикатных брусков можно использовать абразив различной зернистости, но в этом случае необходимо принимать во внимание такие показатели, как шероховатость поверхности и припуск на обработку. При невысокой чистоте обработанной поверхности и большом припуске можно рекомендовать абразив большой зернистости и наоборот.

Из рисунка 2 видно, что с увеличением микротвердости абразивных зерен съём металла и шероховатость поверхности увеличивается. Наименьшая шероховатость и съём металла определены при обработке стальных поверхностей силикатными брусками с абразивом электрокорунд. Аналогично предыдущим рекомендациям можно отметить, что для обработки силикатными брусками твердых поверхностей необходимо использовать абразив с высокой микротвердостью.

На рисунке 3 приведены результаты исследований изменения съема металла и шероховатости поверхности в зависимости от материала обрабатываемого образца.



1 – сталь 40X (HB 220); 2 – сталь 40X (HRC, 48); 3 – чугун СЧ 24-42 (HB 170);
4 – чугун СЧ 18-36 (HRC, 32)

Рисунок 3 – Изменение съема металла (заштриховано) и шероховатости поверхности в зависимости от материала образца при обработке силикатными брусками

Из рисунка 3 видно, что наиболее трудно поддаются обработке силикатными брусками термообработанные стальные поверхности. Об этом свидетельствует малый съём металла. Поэтому при назначении припуска на обработку поверхностей необходимо принимать наименьшее значение припуска. Наибольшее значение съема металла получено при обработке чугуна (HB 170).

Характеризуя зависимость изменения шероховатости поверхности (рисунок 3), можно отметить, что шероховатость поверхностей различных материалов после обработки практически не изменяется и находится в интервале $Ra = 0,10-0,15$ мкм. Это наглядно подтверждает предположение, высказанное в [4].

Получение высокого класса чистоты поверхности при обработке силикатным составом, по нашему мнению, происходит за счет образования аморфного кремнезема (SiO_2). Об-

разовавшийся аморфный продукт обладает полирующим действием высокодисперсного, относительно мягкого абразива [5]. 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 [5]. 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.

Выводы

Высокое качество поверхности после обработки силикатными хонинговальными брусками обусловлено появлением в процессе обработки аморфного кремнезема, который усиливает работу абразивных зерен и приводит к уменьшению царапающего действия абразива.

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать силикатные хонинговальные брусочки для обработки поверхностей трения автомобильных деталей из различных материалов.

Список литературы

1. Хонингование : моногр. / А. П. Бабичев [и др.] ; под ред. А. П. Бабичева / М-во образования и науки Российской Федерации ; Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т ; Донской гос. техн. ун-т. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. – 245 с.
2. Фрагин, И. Е. Новое в хонинговании : учеб. пособие / И. Е. Фрагин. – М. : Машиностроение, 1980. – 96 с.
3. Прогрессивные методы хонингования / С. И. Куликов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1983. – 135 с.
4. Виноградов, Н. С. Исследование возможности использования силикатной пасты для притирки сопряженных деталей / Н. С. Виноградов // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту : наук.-вироб. зб. – 2006. – № 1 (2). – С. 70–74.
5. Виноградов, Г. В. Противоизносные и антифрикционные свойства полиорганосилоксанов и их смесей с углеводородами / Г. В. Виноградов, Н. С. Наметкин // Новое о смазочных материалах. – М. : Химия, 1967. – С. 153–175.

Н. С. Виноградов

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Исследование влияния абразивного материала силикатных хонинговальных брусков на качество обработки поверхностей трения автомобильных деталей

Для изготовления абразивных хонинговальных брусков используют различные синтетические абразивные и связывающие материалы. Хонинговальные брусочки изготавливают, как правило, на керамической, бакелитовой и вулканитовой связке. Недостатками таких брусков является недостаточная механическая прочность и малая износостойкость, что вызывает надирь на обрабатываемой поверхности в результате поколов и засаливания брусков, а также частую смену брусков вследствие их быстрого износа. Поэтому для обработки поверхностей трения автомобильных деталей широкое применение получили алмазные брусочки. Для их изготовления применяют зерна природных и синтетических алмазов, что приводит к резкому увеличению стоимости брусков. На основании вышесказанного, предлагаем для хонингования поверхностей трения автомобильных деталей использовать силикатные абразивные брусочки, одним из основных компонентов которых, является силикат натрия (жидкое стекло). В качестве связки предлагаем эпоксидную смолу.

Для проведения исследований приготовлены хонинговальные брусочки с абразивом различной зернистости и микротвердости. В качестве обрабатываемого материала использован чугун и сталь.

Исследованием подтверждено, что для приготовления силикатных брусков можно использовать абразив различной зернистости, принимая во внимание такие показатели, как шероховатость поверхности и припуск на обработку. При назначении припуска на обработку термообработанных поверхностей необходимо принимать наименьшее значение припуска. Также подтверждено, что шероховатость поверхностей различных материалов после обработки практически не изменяется и находится в интервале $Ra = 0,10-0,15$ мкм.

Высокое качество поверхности после обработки силикатными хонинговальными брусками обусловлено появлением в процессе обработки аморфного кремнезема, который усиливает работу абразивных зерен и приводит к уменьшению царапающего действия абразива.

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать силикатные хонинговальные бруски для обработки поверхностей трения автомобильных деталей из различных материалов.

СВЯЗКА, МАТЕРИАЛ АБРАЗИВНЫЙ, БРУСОК СИЛИКАТНЫЙ, КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ, ПРИПУСК, ПОВЕРХНОСТЬ ТРЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ, ОБРАБОТКА, ДЕТАЛЬ АВТОМОБИЛЬНАЯ

N. S. Vinogradov

Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Impact Study of the Silicate Honing Stone Abrasive Material on the Friction Surface Treatment
Quality of Automobile Parts

To make abrasive honing stones various synthetic abrasive and adhesive materials are used. Honing stones are made as a rule on the ceramic, resinoid and rubber bond. Disadvantages of these stones are inadequate mechanical strength and low durability causing guide scratches on the treating surface as a result of stone cracks and loading and also frequent replacement of stones because of their rapid wear. So to treat friction surface of automobile parts diamond stones are widely used. To make diamond stones grains of natural and synthetic diamonds are used, it leads to abrupt cost increase of stones. Based on the above we suggest to use silicate abrasive stones for friction surface honing of automobile parts. Their main component is sodium silicate (liquid glass). Epoxy resin is suggested as a bond.

To carry out a study honing stones with varigrained microhardness abrasive are prepared. Cast iron and steel are used as a treating material.

The study has confirmed that varigrained abrasive can be used for silicate stones making, taking into account such indicators as surface roughness and machining allowance. At the machining allowance fixing of heat-treated surfaces it is necessary to take the least value of the allowance. It is confirmed that surface roughness of various materials is not changed practically and is in the range $Ra = 0,10-0,15$ мкм.

Surface high quality after treatment by silicate honing stones is caused by amorphous silica emergence in the treatment process strengthening the operation of abrasive grains. It leads to the reduction of the abrasive scratching.

Results of the given study allow to recommend silicate honing stones for friction surface treatment of automobile parts from various materials.

BOND, ABRASIVE MATERIAL, SILICATE STONE, SURFACE QUALITY, ALLOWANCE, FRICTION SURFACE, STUDY, TREATMENT, AUTOMOBILE PART

Сведения об авторе:

Н. С. Виноградов

SPIN-код: 6801-2397

Телефон: +38 (050) 975-23-12

Эл. почта: nikolayx6m@mail.ru

Статья поступила 20.12.2016

© Н. С. Виноградов, 2017

Рецензент: Н. А. Селезнева, канд. экон. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»