

А.А. Долинин

A.A. Dolinin

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

ВЕРШИННОЕ ХОНИНГОВАНИЕ ПОЛУЭЛАСТИЧНЫМИ АЛМАЗНЫМИ БРУСКАМИ

HONING USING SEMI-ELASTIC DIAMOND HONE-STONES

Представлено экспериментальное исследование влияния времени хонингования и зернистости полуэластичных алмазных брусков на параметры шероховатости поверхности, а также влияния характеристик брусков на износостойкость обработанной поверхности после азотирования.

Ключевые слова: вершинное хонингование, полуэластичные бруски, шероховатость поверхности, износостойкость.

Presents an experimental investigation of the influence of honing time and graininess of semi-elastic diamond hone-stones on the surface roughness parameters. The influence of the characteristics of hone-stones on the wear resistance the machined surface after nitriding is investigated.

Keywords: honing, semi-elastic hone-stones, surface roughness, wear resistance.

В машиностроении для обеспечения высокой точности размеров и формы, а также малых значений высотных параметров шероховатости поверхности широко применяется метод алмазно-абразивной обработки – хонингование. В качестве инструмента часто используются хонинговальные бруски на эластичных каучукосодержащих связках, формирующие микропрофиль поверхности, стойкий к изнашиванию, прежде всего за счет большой опорной поверхности. Применение эластичных брусков возможно только при малых значениях высотных параметров исходной шероховатости поверхности, которые достигаются с помощью предварительного хонингования брусками на металлической связке.

Н.Г. Желобовым [1] были разработаны хонинговальные бруски, представляющие собой тонкий (0,2–0,8 мм) деформируемый алмазосодержащий слой, закрепленный на эластичной подложке, которая обеспечивает плотное прилегание всей поверхности бруска к обрабатываемой поверхности. Такие бруски названы полуэластичными потому, что их зерна, в отличие от зерен эластичных брусков, при контакте с обрабатываемой поверхностью не погружаются

в связку и меньше подвержены вырыванию. Это позволяет применять полуэластичные бруски при больших значениях высотных параметров исходной шероховатости поверхности, которые достигаются на операции чистового растачивания.

В статье представлено экспериментальное исследование влияния времени хонингования и зернистости полуэластичных брусков на параметры шероховатости поверхности, а также влияния характеристик полуэластичных брусков на износостойкость обработанной поверхности после азотирования. Исследование проведено применительно к цилиндрам скважинных штанговых насосов, предназначенных для добычи нефти и используемых на большинстве скважин в России.

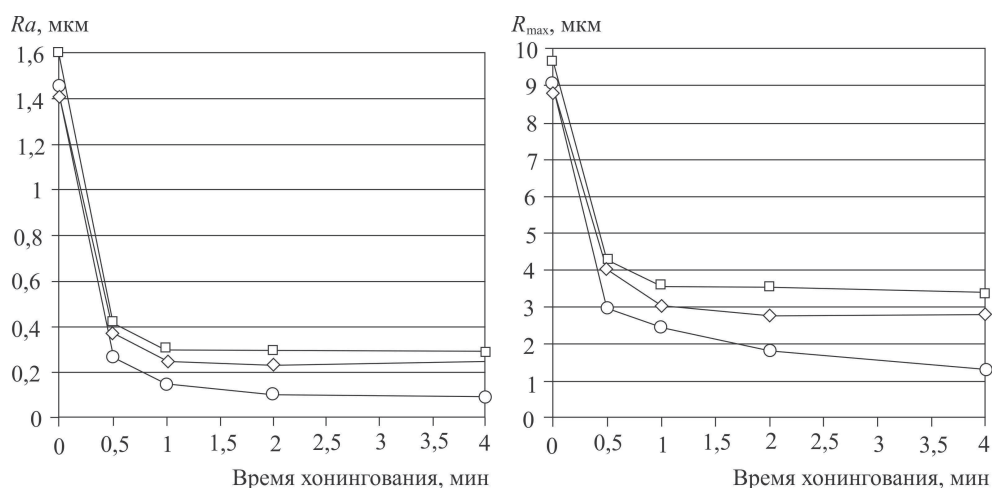


Рис. 1. Зависимость высотных параметров шероховатости от времени хонингования: \circ — AC15 40/28 МД 100 %; \diamond — AC15 63/50 МД 100 %; \square — AC15 100/80 МД 100 %

В качестве базовых параметров режима обработки были определены скорость вращательного движения хонинговальной головки 28,6 м/мин, скорость поступательного движения 14 м/мин, давление в гидросистеме разжима брусков 0,3 МПа. Использовались полуэластичные бруски с высотой эластичного подслоя 3 мм, толщиной деформируемого алмазосодержащего слоя 0,8 мм, алмазами марки AC15, зернистостью 40/28, 63/50 и 100/80 концентрацией 100 %. Образцы – цилиндры из стали 38Х2МЮА, НВ 200–248, внутренний диаметр 58 мм, длина 130 мм. Исходная шероховатость поверхности $Ra = 1,4 \dots 1,6$ мкм, получена чистовым растачиванием.

Уже после 30 с обработки происходит наибольшее снижение высотных параметров шероховатости обрабатываемой поверхности (рис. 1). В дальнейшем

значительного снижения не происходит, так как полностью удаляется исходный микропрофиль поверхности. Меньшие по размеру зерна оставляют менее глубокие следы на поверхности, поэтому с уменьшением зернистости алмазного бруска шероховатость обрабатываемой поверхности уменьшается.

Зернистость полуэластичных брусков оказывает существенное влияние на формирование опорной поверхности. Из рассмотрения относительных опорных кривых профиля (рис. 2) видно, что полуэластичные алмазные бруски зернистостью 100/80 обеспечивают относительную опорную поверхность при уровне сечения профиля 20...30 % $tp = 3,44...27,8$ %, бруски зернистостью 63/50 – $tp = 6,24...24,4$ %, бруски зернистостью 40/28 – $tp = 13,27...33,1$ % (относительная опорная длина исходной поверхности 1,42–5,17 %).

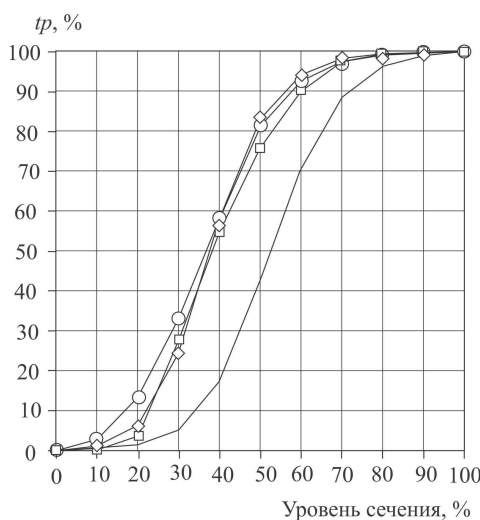


Рис. 2. Относительная опорная длина поверхности (время хонингования 30 с): — — исходный профиль (расточка); —○— — AC15 40/28 МД 100 %; —◇— — AC15 63/50 МД 100 %; —□— — AC15 100/80 МД 100 %

Хонингование полуэластичными брусками позволяет получить меньшие значения высотных параметров шероховатости и большую относительную опорную длину поверхности в сравнении с брусками на металлической связке (например, при обработке брусками AC4 63/50 100 % M2-01 $Ra = 0,73$ мкм, $R_{max} = 7,2$ мкм, tp на уровне 20...30 % – 1,5...5 % [2]). Показано, что хонингование полуэластичными брусками можно применять после операции растачивания, исключая операцию хонингования брусками на металлической связке.

Хонингованные образцы были подвергнуты ионному азотированию по технологии предприятия, изготавливающего штанговые скважинные насосы.

После азотирования образцы-цилиндры были испытаны на машине трения [3], имитирующей работу скважинного штангового насоса.

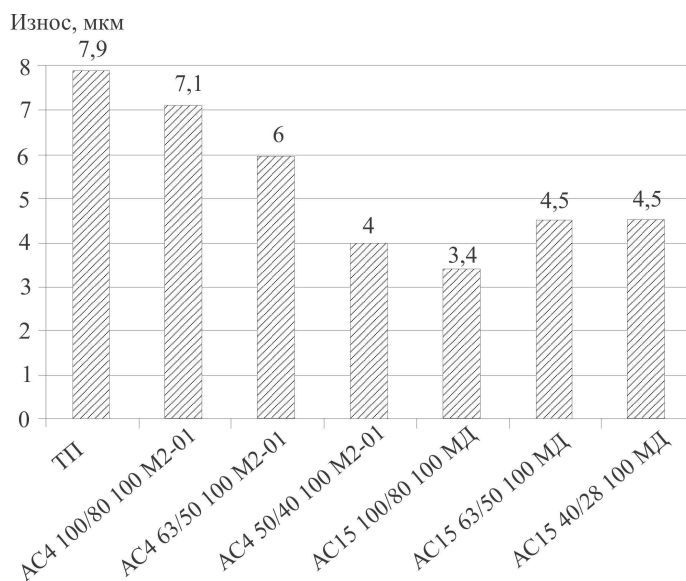


Рис. 3. Номограмма величины износа цилиндров, обработанных по технологии предприятия (ТП), брусками на металлической связке М2-01 и полуэластичными брусками

Зависимость величины износа азотированной поверхности цилиндров от характеристик алмазных брусков приведена на рис. 3. Износ образцов после обработки полуэластичными брусками составил 3,4–4,5 мкм на радиус. Износ образцов, обработанных брусками на металлической связке, – 4,0–7,1 мкм. Меньшая величина износа обусловлена меньшими значениями высотных параметров шероховатости и большей относительной опорной длиной.

Небольшое, на первый взгляд, снижение величины износа может существенно повлиять на производительность и надежность штангового насоса. В зависимости от величины зазора между плунжером и цилиндром насосы делятся на группы (таблица). При различных условиях эксплуатации (состав нефти, наличие и размеры механических примесей) применяются насосы различных групп посадок. В ходе приработки зазор увеличивается и возможен переход насоса из одной группы посадки в другую, которая может не соответствовать условиям эксплуатации на конкретной скважине. Установлено, что снижение величины износа, достигнутое применением полуэластичных алмазных брусков, достаточно для сохранения группы посадки скважинных штанговых насосов [4].

**Группы посадок для пары цилиндр – плунжер
согласно ТУ 3665-004-26602587–2004**

Группа посадки	Минимальный зазор, мм	Максимальный зазор, мм
1	0,025	0,088
2	0,050	0,113
3	0,075	0,138
4	0,1	0,163
5	0,125	0,188

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что применение полуэластичных алмазных брусков эффективно для обеспечения износостойкого микропрофиля поверхности, при этом не требуется предварительного хонингования в отличие от случая использования брусков на эластичных связках.

Список литературы

1. Желобов Н.Г. Исследование процесса вершинного алмазного хонингования: дис. ... канд. техн. наук / Перм. политехн. ин-т. – Пермь, 1974. – 197 с.
2. Иванов А.В. Технологическое обеспечение износостойкого микропрофиля поверхности цилиндров скважинных штанговых насосов алмазным хонингованием: дис. ... канд. техн. наук / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2009. – 138 с.
3. Исследование износостойкости азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов на машине трения / О.М. Беломытцев, В.К. Первозников, А.В. Иванов, А.А. Долинин // Вестник ИжГТУ. – 2008. – № 2 (38). – С. 3–6.
4. Долинин А.А. Технологическое обеспечение повышения износостойкости цилиндров скважинных штанговых насосов хонингованием полуэластичными алмазными брусками: дис. ... канд. техн. наук / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2011. – 134 с.

Получено 27.04.2012