

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.9.02

В. К. ПЕРЕВОЗНИКОВ, А. В. ИВАНОВ, А. А. ДОЛИНИН**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА АЛМАЗНОГО ХОНИНГОВАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РАБОЧИХ ПАР СКВАЖИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ**

Приведены результаты исследования процесса алмазного хонингования цилиндров скважинных штанговых насосов, подготовленных под азотирование. Исследовано влияние условий хонингования на показатели процесса, в том числе на производительность и параметры шероховатости поверхности. *Алмазное хонингование; точность формы отверстий деталей; формообразование шероховатости поверхности*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нефтяной промышленности широко используются детали и узлы, подверженные в процессе работы интенсивному износу. Это в полной мере относится к паре трения «цилиндр-плунжер» скважинных штанговых насосов, предназначенных для добычи нефти. В таких сопряжениях для повышения износостойкости плунжер подвергается плазменному напылению, а внутренние поверхности цилиндров этих насосов – азотированию.

Одним из параметров, определяющих производительность насоса, является группа посадки [5], т. е. величина зазора между плунжером и цилиндром (табл. 1).

Таблица 1

Группы посадок для пары цилиндр-плунжер

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

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

По данным ЗАО «Пермская компания нефтяного машиностроения» (далее ЗАО «ПКНМ»), одной из основных причин выхода насосов из строя является большой диаметральный износ цилиндра, вследствие чего происходит изменение первоначально заданной

группы посадки и прекращение подачи добываемой жидкости [5]. Это говорит о том, что существующая на сегодняшний момент технология не позволяет получать изделие, поверхность которого обладает требуемой износостойкостью. В результате анализа существующих работ [1, 2, 3, 4] нами была выдвинута гипотеза, заключающаяся в том, что в значительной степени качество азотированного слоя, в первую очередь, его износостойкость, определяется не только высотой исходной шероховатости поверхности, но также и формой микрорельефа поверхности, подготовленной под азотирование.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для подтверждения данной гипотезы нами был проведен ряд экспериментов с целью определения влияния технологических параметров алмазного хонингования цилиндров скважинных штанговых насосов (СШН) на показатели процесса, оказывающие существенное влияние на износостойкость пары цилиндр-плунжер. Исследование зависимости высотных параметров шероховатости, параметров, связанных со свойствами неровностей в направлении длины профиля, а также относительной опорной длины профиля от концентрации и зернистости хонинговальных брусков, времени хонингования и угла сетки производилось брусками на металлической и эластичной связках.

Характеристики использовавшихся брусков представлены в табл. 2.

Также было произведено исследование влияния микропрофиля исходной поверхности

цилиндров после хонингования на износостойкость пары «азотированный цилиндр-плунжер».

Таблица 2
Характеристики алмазных брусков

№ п/п	Вид алмазов	Зернистость	Концентрация	Связка
1	АС 4	100/80	100	М2-01
2	АС 4	80/63	100	М2-01
3	АС 4	63/50	100	М2-01
4	АС 4	63/50	50	М2-01
5	АС 4	63/50	25	М2-01
6	АС 4	50/40	100	М2-01
7	АСМ	28/20	100	В3-07
8	АСМ	20/14	100	В3-07
9	АСМ	40/28	100	В2-01
10	АС15	100/80	100	В2-01

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе экспериментов с брусками на металлической связке было выяснено, что концентрация брусков и угол сетки мало влияют на вышеуказанные параметры, тогда как зернистость и время хонингования оказывают существенное влияние на параметры шероховатости, связанные с высотными свойствами неровностей, и параметры, связанные со свойствами неровностей в направлении длины профиля. В качестве примера на рис. 1 приведена зависимость высотных параметров шероховатости от зернистости хонинговальных брусков и времени хонингования.

Анализ опорных кривых поверхностей, хонингованных жесткими алмазными брусками (рис. 2), показывает, что технологические условия процесса хонингования не оказывают влияния на опорную длину профиля. Поверхности цилиндров, обработанные жесткими алмазными брусками, имеют малую несущую способность, обусловленную небольшой величиной относительной опорной длины профиля (5...10% на относительной высоте сечения 30...35%).

Применение брусков на металлической связке для создания микропрофиля с большей несущей опорной поверхностью непроизводительно и малоэффективно. Это объясняется отсутствием полного прилегания рабочей поверхности жесткого бруска к поверхности обработанного отверстия, что не позволяет сформировать необходимый микропрофиль на всей площади.

Исследования показали, что при хонинговании эластичными брусками уже после 30 секунд хонингования происходит значительное и наибольшее снижение всех высотных параметров шероховатости обрабатываемой поверхности, а также параметров, связанных со свойствами неровностей в направлении длины профиля (рис. 3).

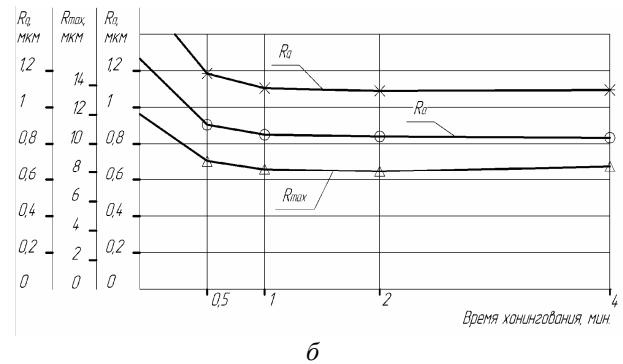
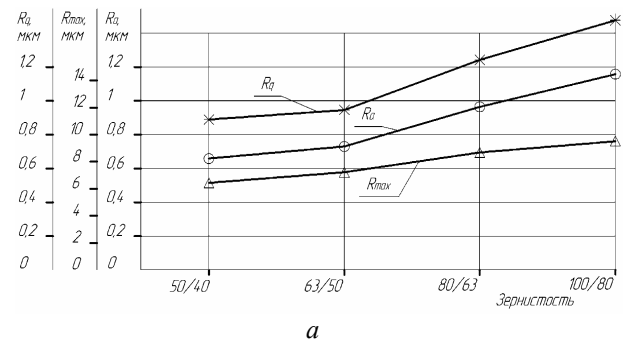


Рис. 1. Зависимость высотных параметров шероховатости от зернистости хонинговальных брусков (а) и времени хонингования (б)

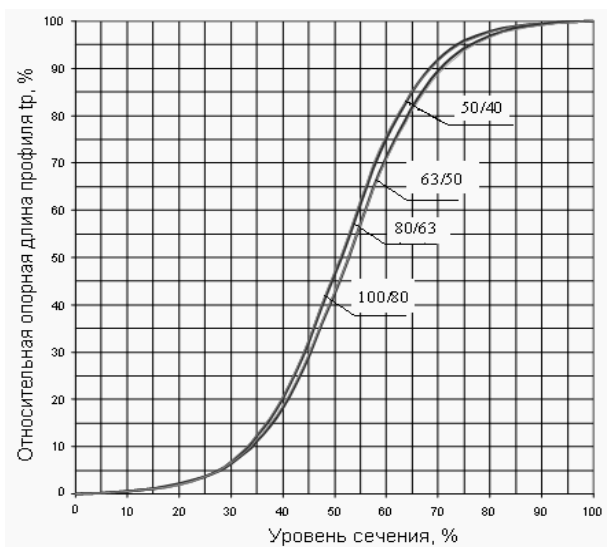


Рис. 2. Зависимость относительной опорной длины профиля от зернистости алмазных брусков, при различных уровнях сечения

Хонингование эластичными брусками позволяет технологически обеспечивать заданную величину относительной опорной длины профиля. С этой целью нами было проведено исследование влияния времени хонингования на величину tp при хонинговании эластичными алмазными брусками различной зернистости.

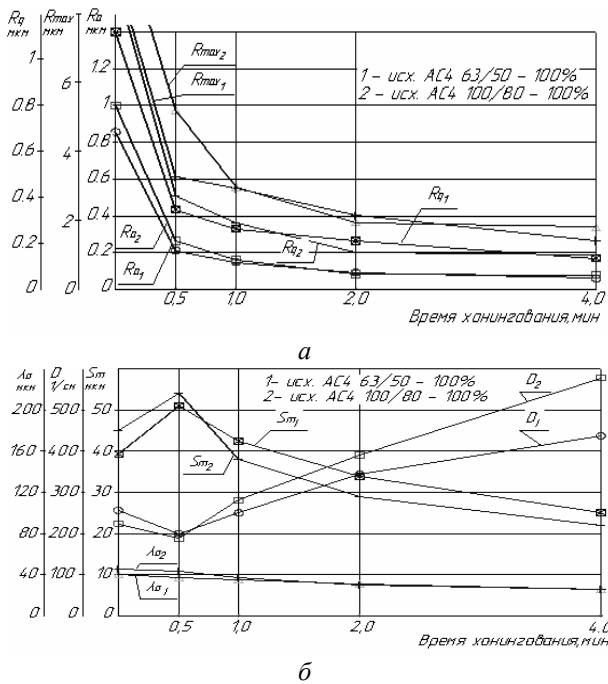


Рис. 3. Зависимость высотных параметров шероховатости (а) и параметров, связанных со свойствами неровностей в направлении длины профиля (б), от времени хонингования эластичными брусками

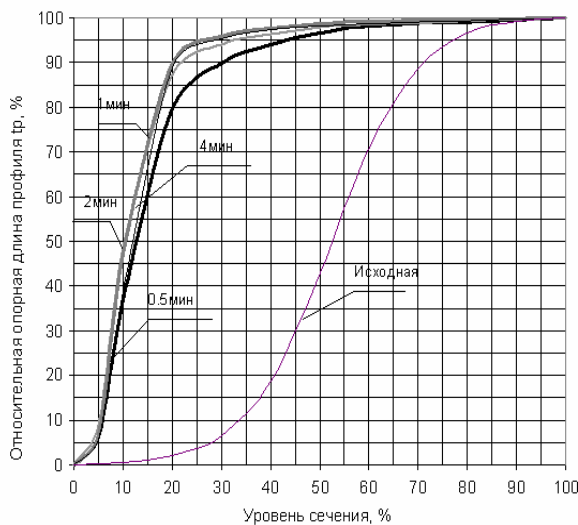


Рис. 4. Зависимость относительной опорной длины профиля от времени хонингования эластичными брусками АСМ 28/20 при различных уровнях сечения

Из рассмотрения относительных опорных кривых профиля (рис. 4) видно, что при исходной относительной опорной длине, полученной жесткими алмазными брусками ($tp = 6...18\%$ при уровне сечения профиля $30...40\%$), эластичные брусочки обеспечивают $tp = 95...97\%$ при том же уровне сечения уже после 30 секунд хонингования.

Значения параметров шероховатости Ra и $Rmax$, полученные в результате хонингования брусками на металлической и эластичной связке, а также обработанных по технологии ПКНМ, представлены на рис. 5. Анализ диаграмм показывает, что брусочки на эластичных связках обеспечивают наименьшую шероховатость обработанной поверхности.

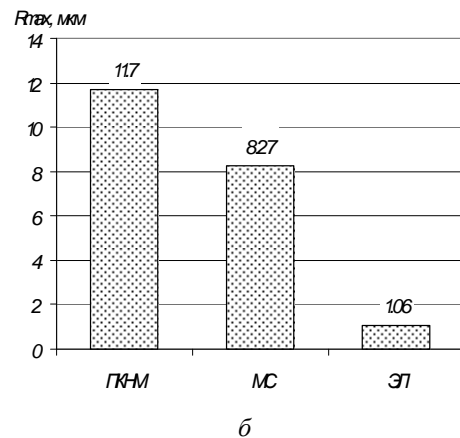
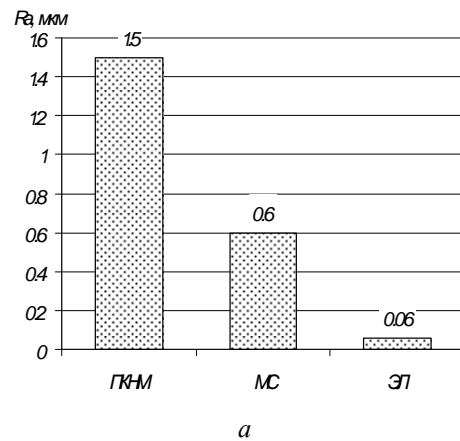


Рис. 5. Диаграммы параметров шероховатости Ra и $Rmax$ для поверхности цилиндров, обработанных по технологии ПКНМ, и образцов, обработанных брусками на металлической (МС) и эластичной связке (ЭЛ)

Анализ графиков изменения величины относительной опорной длины профиля поверхности цилиндров, обработанных брусками на металлической, эластичной связке и по технологии ПКНМ (рис. 6, кривая 1), в процессе изнашивания их поверхностей в паре цилиндр-

плунжер (рис. 6, кривая 2), показывает, что поверхность, обработанная брусками на эластичной связке, практически не изменяется после проведенных экспериментов по определению износа азотированной поверхности цилиндров.

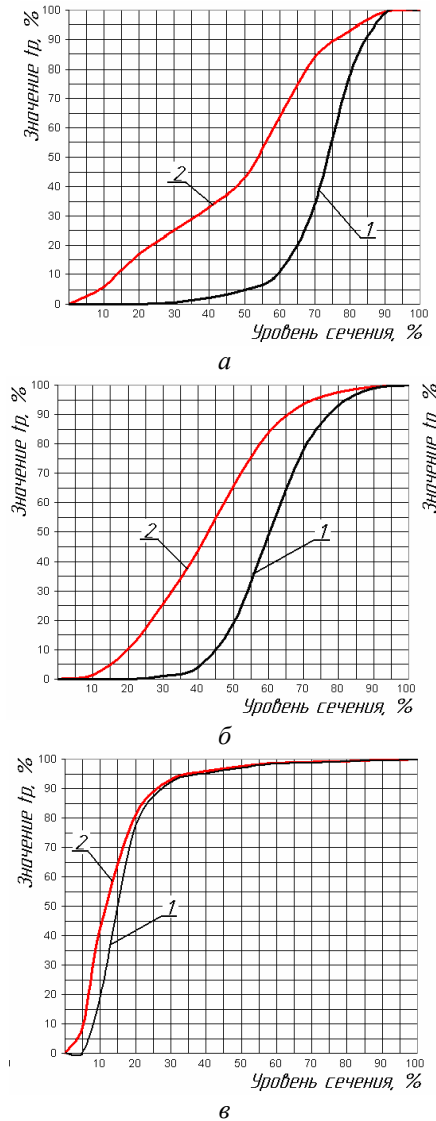


Рис.6. Относительная опорная длина профиля поверхности цилиндров, обработанных:
 а – по технологии предприятия ПКНМ;
 б – жесткими брусками на металлической связке;
 в – эластичными брусками

Большие значения относительной опорной длины профиля (рис. 6) в сочетании с малой величиной шероховатости после хонингования эластичными брусками определяют в конечном итоге значительно меньший износ поверхности цилиндра (рис. 7).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что цилиндры, изготовленные по существующей технологии ЗАО

«ПКНМ», в процессе эксплуатации не гарантируют сохранение первоначальной группы посадок (см. табл. 1).

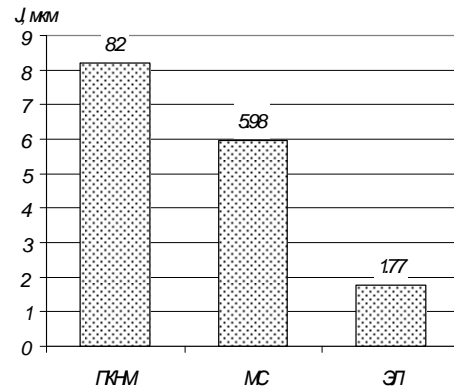


Рис. 7. Диаграммы величины износа J поверхности цилиндров, обработанных по технологии ПКНМ, и образцов, обработанных брусками на металлической (МС) и эластичной связке (ЭЛ)

Вследствие достаточно большого диаметрального износа пары «цилиндр-плунжер», величина которого составляет 16,4 мкм, появляется вероятность изменения группы посадки в процессе эксплуатации, особенно в тех случаях, когда величина первоначального зазора находится вблизи максимально допустимого зазора соответствующей группы.

Хонингование эластичными брусками обеспечивает величину диаметрального износа пары цилиндр-плунжер в пределах 4 мкм, что позволяет при эксплуатации СШН практически во всех случаях сохранять первоначальную группу посадки. Использование эластичных брусков позволит также сузить первоначальные границы допуска посадки пары цилиндр-плунжер.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные экспериментальные исследования процесса алмазного хонингования цилиндров брусками на металлической связке показали, что наибольшее влияние на формирование шероховатости оказывает зернистость алмазных брусков. Концентрация алмазов, угол сетки хонингования и время оказывают незначительное влияние на шероховатость в первоначальный период хонингования.

2. Показано, что хонингование брусками на металлической связке не позволяет обеспечить достаточно малые значения высотных параметров шероховатости и достаточно большие значения величин относительной опорной длины профиля.

3. Экспериментально установлено, что при хонинговании эластичными брусками обеспечивается величина относительной опорной длины профиля 95...97% при уровне сечения 30...40%, что позволяет при эксплуатации СШН практически во всех случаях сохранять первоначальную группу посадки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Чеповецкий, И. Х.** Алмазное хонингование термообработанных сталей / И. Х. Чеповецкий, Э. Д. Кизиков [и др.]. Киев: Наукова думка, 1988. 136 с.
2. **Бабаев, С. Г.** Алмазное хонингование глубоких и точных отверстий / С. Г. Бабаев, Н. К. Мамедханов, Р. Ф. Гасанов. М.: Машиностроение, 1978. 103 с.
3. **ГОСТ 2789-90***. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения.
4. **Крагельский, И. В.** Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.
5. **Насосы** скважинные штанговые и опоры замковые к ним. Технические условия. ТУ 3665-004-26602587-2004.

ОБ АВТОРАХ



Перевозников Виктор Константинович, проф. каф. металлореж. станк. и инст. Пермск. ГТУ. Канд. техн. наук. Иссл. в обл. алмазно-абразивной обработки деталей машин.



Иванов Александр Владимирович, ст. пр. той же каф. Дипл. инж.-мех. (ПГТУ, 2005). Иссл. в обл. алмазного хонингования деталей машин.



Долинин Антон Андреевич, асп. той же каф. Дипл. магистр техн. и технол. (ПГТУ, 2008). Иссл. в обл. алмазного хонингования деталей машин.