

Рис. 52. Схемы упрочнения:
а – упрочнение одним диском;
б – упрочнение двумя дисками;
1 – деталь; **2** – фрикционные диски

нонаправленные или знакопеременные деформации. Было обнаружено, что во время знакопеременного деформирования возникают более экстремальные условия для деформирования белых слоев, чем во время однонаправленного. В результате было определено, что толщина белых слоев увеличивается в 1,5-2 раза сравнительно с однонаправленным деформированием, с соответствующим увеличением поверхностной твердости в 1,2-1,4 раза. Такие слои с более твердым и вытянутым в глубину белым слоем показали повышенную на 30-40% износостойкость при работе деталей на трение скольжения. Кроме того, возросла также предельная погрузка на заедание.

Таким образом, знакопеременное деформирование поверхностных слоев во время фрикционного упрочнения позволяет существенным образом улучшить эксплуатационные свойства деталей машин, которые работают в разнообразных парах трения, по сравнению с существующими методами упрочнения

Поверхностное упрочнение металлических сплавов высокоскоростным знакопеременным трением с применением прерывистых фрикционных дисков

Предлагается д.т.н., проф. А.Н. Евдокимовой.

В научных исследованиях и в заводской практике упрочнение большей частью принято относить к процессам, повышающим твердость поверхностных слоев деталей машин или всего объема материала в целом. Поэтому в известной литературе по упрочнению твердость является главной изучаемой характеристикой, посредством перехода от которой раскрывается ряд важных эксплуатационных свойств, таких, как износостойкость, усталостная прочность и проч. Однако

упрочнение можно рассматривать в более широком ракурсе – не как процесс увеличения твердости, а как какой-либо процесс повышения тех или иных рабочих характеристик деталей машин. При этом может оказаться, что в результате воздействия на материал его твердость уменьшается или не изменяется, а важная рабочая характеристика, например износостойкость, повышается.

Было установлено, что знакопеременность высокоскоростного трения приводит при определенных условиях к значительному повышению твердости поверхностных слоев конструкционных сталей и, как следствие, к увеличению их износостойкости. Аналогичная фрикционная обработка высокооловянистых бронз, не способных к закалке, не увеличивает, а уменьшает микротвердость, но способствует значительному повышению их трибохарактеристик. При рассмотрении этих результатов сначала казалось, что дальнейшие исследования высокоскоростного трения бронз новизной отличаться не могут и должны развиваться в направлении накопления данных применительно к разным деталям машин. Однако оказалось, что в этой технологии высокоскоростного трения имеется весьма перспективный резерв для дальнейшего упрочнения рабочих поверхностей деталей машин, в связи с чем исследования проводили как на сталях, так и на бронзах. Ниже приведена новая методика и полученные результаты по использованию знакопеременного высокоскоростного трения для упрочнения поверхностных слоев деталей из оловянистой бронзы, применяемых в аксиально-поршневых гидромашинах.

На рис. 53 показана методика обработки высокоскоростным трением сферических поверхностей бронзовых блоков гидроцилиндров аксиально-поршневых гидромашин. Знакопеременность сдвиговых деформаций возникает при вращении фрикционного инструмента (2) и блока (1), прижимаемого к нему с заданной нагрузкой. Создание знакопеременных сдвиговых деформаций при обработке сферы блока, как видно из рис. 53, можно осуществить бочкообразным фрикционным инструментом (а) или диском (б). Первый вариант инструмента 2 сложнее в изготовлении, хотя и допускает его перешлифовку. Кроме того, при исследовании этого варианта требуются более высокие обороты шпинделя и усилие прижима блока 1 к инструменту, чем в случае применения диска (схема б). Так как износ дисков при скоростях 70...80 м/с практически отсутствовал, то была выбрана вторая схема.

Следует отметить, что если в более ранних опытах применялся профильный диск с гладкой цилиндрической поверхностью практически без биения или с заведомо заданным эксцентриситетом (0,020...0,030 мм), то в новой серии опытов были изготовлены диски с прямыми или наклонными канавками на профильной поверхности, как это видно на рис. 53 (варианты д, е). Ниже приведены результаты экспериментов по оценке влияния прерывистости фрикционного диска на триботехнические свойства поверхности трения бронзового блока цилиндров в паре со стальным распределителем.

На рис. 54 представлены нагрузочные кривые 1-5, показывающие изменение температуры пары с ростом нормальной нагрузки при трении в масле АС-8. Как видно из расположения кривых 1-5, наименьшая предельная нагрузка отвечает паре трения с заводской обработкой сферы блока цилиндров (кривая 1). Лучшие результаты дает обработка гладким диском без биения (кривая 2), затем с биением фрикционного диска (кривая 3). Еще больший эффект имеет место при обработке сферы блока диском без биения, но имеющего на цилиндрической поверхности прямые канавки (кривая 4). И, наконец, наклонные канавки на

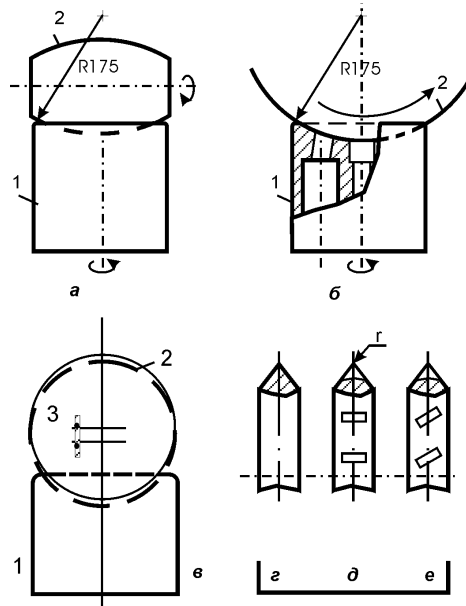


Рис. 53. Форма фрикционных дисков при обработке сферы блоков: 1 – деталь; 2 – диск, а – гладкий, бочкообразный инструмент; б – плоский диск с угловым профилем; в – диск с биением, без прорезей (2); г – диск без прорезей; д – диск с прямыми прорезями; е – диск с наклонными прорезями

диске (кривая 5) приводят к еще большему повышению нагрузочной способности – почти в два раза. Здесь необходимо отметить, что пары трения в опытах не доводились до заедания, а предельная нагрузка определялась по температуре масла, которая ограничивалась 100 °С. Наличие наклонных канавок на фрикционном диске положительно сказывается и на силе трения.

Данные по влиянию условий обработки сферы блока цилиндров на триботехнические характеристики в паре с распределителем из азотированной стали

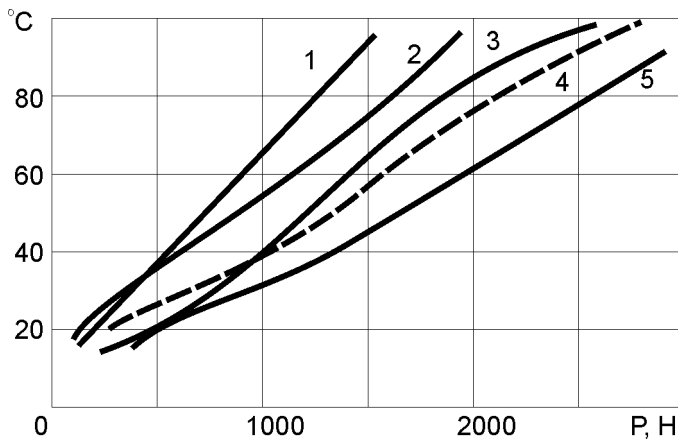


Рис. 54. Влияние обработки сферы блока из бронзы Бр012 на нагрузочные кривые: 1 – исходный притертый блок; 2 – сфера обработана диском без смазки при отсутствии биения; 3 – сфера обработана диском без смазки, с эксцентриситетом 0,05 мм; 4 – канавки прямые; 5 – под углом 45°

38Х2МЮА представлены в табл. 7. Оценивая роль канавок на фрикционном диске на износостойкость пары, можно сделать вывод, что она повышается в 1,8 раза по сравнению с заводской обработкой и в 1,5 раза по сравнению с гладким диском. Это достигается за счет специального рельефа, а также за счет перераспределения на этом рельефе зон с повышенной и особенно пониженной микротвердостью и измененной структурой с выделением меди.

Таким образом, впервые показано положительное влияние рельефа фрикционных дисков и знакопеременности деформирования на трибохарактеристики пары блок – распределитель аксиально-поршневых гидромашин. Рекомендуется использовать эту новую технологию в заводской практике.

7. Влияние условий обработки сферы блока из бронзы Бр012 аксиально-поршневой гидромашин 210.25 на триботехнические свойства пары блок – распределитель

№	Условия обработки сферы блока из бронзы Бр012	P_{\max} , Н	f	T , °С	n
1	Заводская обработка сферы резцом и ее притирка	1600	0,07	100	1,0
2	Обработка сферы резцом, фрикционная обработка диском без эксцентриситета всухую	1950	0,06	100	1,2
3	Обработка сферы резцом с последующей фрикционной обработкой всухую диском с эксцентриситетом	2600	0,05	100	1,6
4	Обработка сферы резцом, затем фрикционным диском с прямыми канавками	2670	0,05	100	1,7
5	Обработка сферы резцом, затем фрикционным диском с наклонными канавками	2750	0,04	100	1,8

Примечания:

1. n – повышение износостойкости блока по сравнению с заводской обработкой (п. 2).
2. P_{\max} – по техническим причинам нагрузка больше не увеличивалась.
3. T , °С – температура и коэффициент трения при предельной нагрузке P_{\max} .
4. Распределитель из азотированной стали 38Х2МЮА