

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАПРАВЛЯЮЩИХ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ НАНЕСЕНИЕМ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Была предпринята попытка обеспечить выполнение высоких эксплуатационных и специальных требований при изготовлении направляющих качения путем нанесения на их рабочие поверхности упрочняющих покрытий из самофлюсующегося твердого сплава, обладающего высокой коррозионной стойкостью, теплостойкостью, твердостью и контактной жесткостью.

При исследовании износостойкости покрытий из сплавов ПГ-СР3 и ПГ-СР4 при трении скольжения (давление 5 МПа, скорость скольжения 2,5 м/с) было установлено уменьшение износа соответственно в 3,5 и 6 раз по сравнению с неупрочненной сталью 12Х18Н10Т.

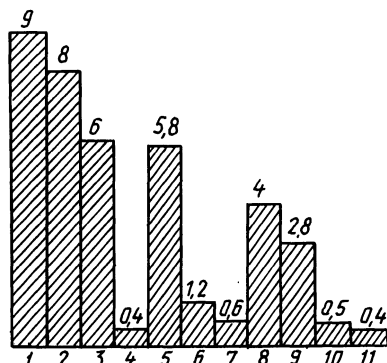
Результаты исследования намагниченности образцов из стали 12Х18Н10Т после нанесения упрочняющих покрытий из самофлюсующихся твердых сплавов показывают (рис. 1), что упрочнение позволяет получить материал аустенитной структуры. Это связано с тем, что температура нагрева упрочненного образца при оплавлении покрытия (порядка 1050 °С) соответствует температуре закалки стали 12Х18Н10Т, дающей аустенитную структуру. Таким образом, применение данного метода упрочнения позволяет исключить операцию термической обработки в вакууме для осуществления  $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения в материале детали после механической обработки.

Нанесение покрытий и последующая механическая обработка обеспечивают значительное улучшение качественных показателей рабочих поверхностей упрочненных направляющих: твердости, шероховатости, контактной жесткости, точности. Показатели качества упрочненных и неупрочненных деталей приведены в табл. 4.

В результате исследования тепло- и коррозионной стойкости самофлюсующихся сплавов обнаружено, что их износостойкость в условиях повышенных температур (до 800 °С) в 5 ... 50 раз выше износостойкости азотированных сталей и чугунов. Как показала эксплуатация упрочненных деталей в вакуу-

Рис. 1. Намагниченность (мкВб) образцов из аустенитной стали 12Х18Н10Т после упрочнения и обработки различными методами:

1 – борирование; 2 – азотирование; 3 – обработка холодом; 4 – отжиг в вакууме при температуре 1200 °С; 5, 6, 7 – пластическое деформирование с обжатием 22, 15 и 17 % соответственно; 8, 9 – шлифование и фрезерование неупрочненных образцов; 10 – без дополнительной обработки; 11 – нанесение самофлюсующихся твердых сплавов типа ПГ-СР после предварительной механической обработки



ме, нанесение покрытий не приводит к заметному увеличению газовой выделению при откачке и в процессе работы оборудования. Поэтому можно утверждать, что нанесение на аустенитную сталь покрытий из самофлюсующихся сплавов обеспечит немагнитность, высокие износо-, тепло- и коррозионную стойкость и вакуумную плотность упрочненных деталей.

Однако для промышленного внедрения покрытий из самофлюсующихся твердых сплавов с целью упрочнения рабочих поверхностей направляющих качения со специальными свойствами необходимо выявить основные закономерности процесса изнашивания сплавов при воздействии сосредоточенной знакопеременной нагрузки.

Т а б л и ц а 1

Показатели качества	Параметр шероховатости $Ra$ , мкм	Твердость	Неплоскостность, мкм	Непрямолинейность, мкм	Намагниченность, мкВб	Контактная жесткость (в относительных единицах)	Остаточные напряжения
До упрочнения	0,07...0,1	1500...1550 НВ	5...10	5...10	4	1	Растягивающие
После упрочнения	0,04...0,06	56...58 HRC <sub>3</sub>	Менее 2	Менее 2	0,4	1,5...3	Сжимающие

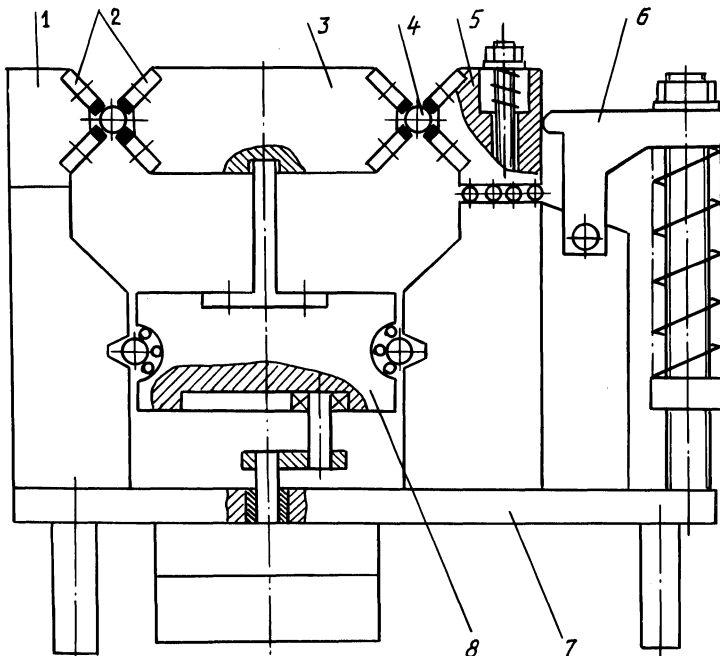


Рис. 2. Схема испытательного стенда для исследования износостойкости образцов с покрытием при трении качения

Исследование износостойкости проводилось на специально сконструированном стенде (рис. 2). Образцы 2 с покрытием крепились на неподвижной 1 и подвижной 5 направляющих и каретке 3. Направляющие устанавливались на основании 7. На нем также размещался привод возвратно-поступательного движения 8, связанный с кареткой 3. Между направляющими и кареткой устанавливались тела качения 4. Подвижная направляющая 5 связана с пружинно-рычажным механизмом нагружения 6.

На основании априорной информации установлено, что на износ покрытий влияют усилие предварительного натяга  $P$ , процентное содержание легирующих элементов в материале покрытия  $\Pi$  и диаметр тел качения  $D$ . Выполнение планируемого эксперимента по методу Бокса—Бенкена позволило получить следующую зависимость износа покрытий  $У$  от указанных факторов:

$$У = -762,8 + 42,9D + 3,7P + 62,8\Pi - 0,4P\Pi - 2,7D^2 + 0,061P^2 - 1,5\Pi^2.$$

Таким образом, основное влияние на износ покрытий оказывают усилие нагружения и процентное содержание легирующих элементов.

При минимальном значении  $P$  (рис. 3) высокую износостойкость имеют покрытия с  $\Pi$ , равным 20,4 и 15,5%. При увеличении  $P$  до 40 Н износ покрытия с  $\Pi = 15,5\%$  резко возрастает, а с  $\Pi = 20,4\%$  изменяется незначительно. С увеличением  $P$  до 55 Н износ покрытий при  $\Pi = 15,5\text{...}20,4\%$  интенсивно возрастает. Это связано, вероятно, с тем, что при минимальном  $P$  покрытия с  $\Pi = 15,5\%$  лучше противостоят воздействию знакопеременной нагрузки, поскольку основа их содержит меньше легирующих элементов и более пластична. Поэтому она в меньшей степени подвержена усталостному разрушению. С увеличением нагрузки происходит пластическое деформирование относительно "мягкой" основы ( $\Pi = 15,5\%$ ).

Отсутствие значительного повышения износа покрытия с  $\Pi = 20,4\%$  при увеличении нагрузки до 40 Н свидетельствует о том, что в диапазоне нагрузок 23...40 Н не происходит заметного усталостного изнашивания поверхностного слоя покрытия. Изнашивание покрытий становится интенсивным при увеличении нагрузки сверх критической, зависящей в основном от процентного содержания легирующих элементов в материале покрытия.

Таким образом, покрытия из самофлюсующихся твердых сплавов целесообразно применять для упрочнения деталей со специальными свойствами. Нанесение упрочняющих покрытий и их последующая механическая обработка существенно повышают качество рабочих поверхностей упрочненных деталей и их износостойкость.

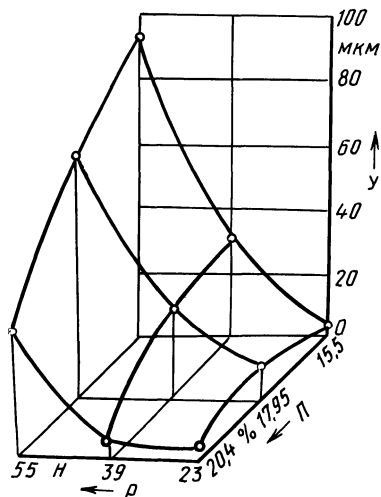


Рис. 3. Износ покрытий из самофлюсующихся твердых сплавов при трении качения (диаметр тел качения 10 мм) в зависимости от  $P$  и  $\Pi$