

УДК 539.433:621.787:621.921.34

В.И.Егоров, В.В.Степанов, В.Ф.Павлов

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ АЛМАЗНЫМ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ

В работе приведены результаты исследования по влиянию алмазного выглаживания цементированных закаленных сталей I2X2H4A и I2X2HВФА (НЖС 59-6I) на качество поверхности и эксплуатационные свойства.

Установлено, что основными факторами, влияющими на шероховатость поверхности, являются удельное давление в зоне контакта, число проходов и продольная подача. На рис. I, в качестве примера, показана зависимость R_a от усилия P_y и радиуса наконечника $R_{сф}$. С увеличением удельного давления (увеличением P_y и уменьшением $R_{сф}$) шероховатость улучшается с 8 до II класса по ГОСТ 2789-57.

Для получения минимальной шероховатости поверхности при выглаживании наконечником с $R_{сф} = 1,5 + 2,0$ мм необходимы значительные усилия прижима до $P_y = 35 + 40$ кг и более, что связано с очень высокой твердостью обрабатываемой поверхности. Эксперименты и практика обработки закаленных цементированных сталей показывают целесообразность их выглаживания в один-два прохода с подачами $0,05 + 0,1$ мм/об.

Из рис. 2 видно, что для цементированной стали I2X2H4A термическая обработка, состоящая из закалки ($t = 800^\circ\text{C}$) и отпуска ($t = 200^\circ\text{C}$), и шлифование приводят к упрочнению поверхностного слоя на глубину $100 + 150$ мкм, степень наклепа составляет 19%. Алмазное выглаживание, сопровождающееся пластической деформацией верхних слоев, позволяет увеличить глубину наклепа до $400 + 500$ мкм и степень его до $30 + 40\%$.

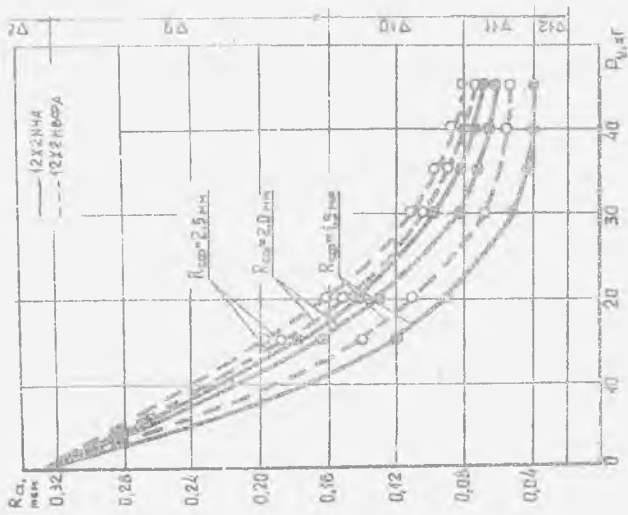


Рис.1. Влияние условия прижима и радиуса наконечника на шероховатость поверхности при алмазном выглаживании сталей 12Х2Н4А и 12Х2Н5Ф4. Режимы: $S = 0,05$ мм/ос; $v = 40$ м/мин; $L = 1$; СОЗ-место "мелустремальное"-20".

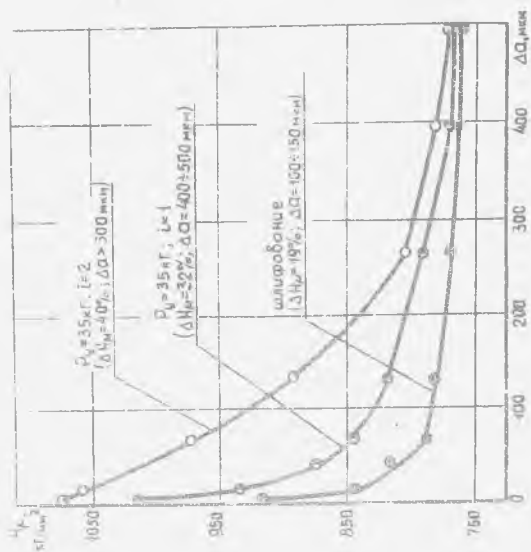
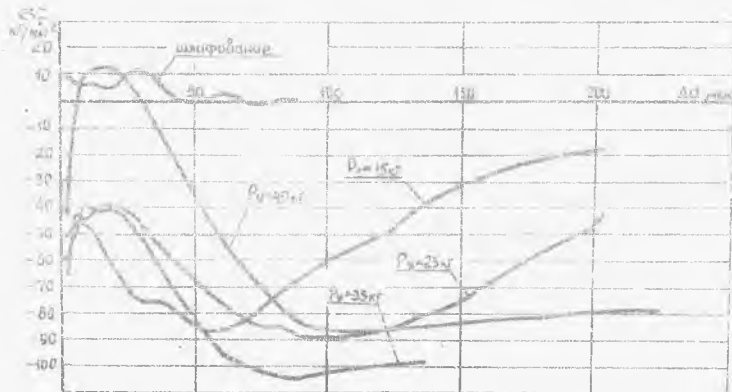


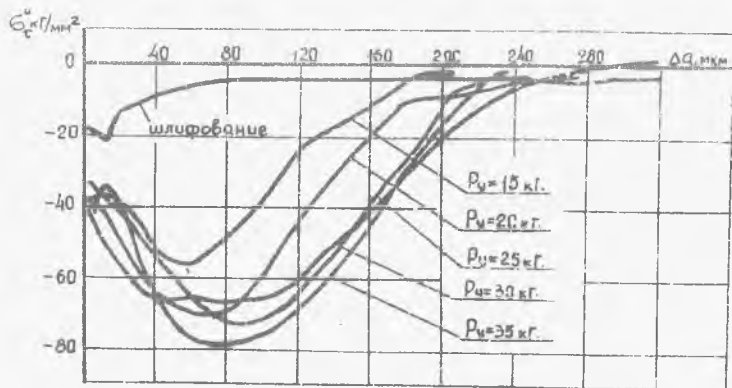
Рис.2. Микротвердость после шлифования и алмазного выглаживания стали 12Х2Н4А.

Увеличение числа проходов до 2-х существенно повышает глубину и степень наклепа. Микротвердость на поверхности достигает 1070 кг/мм². Аналогичные результаты были получены при упрочнении цементированной стали 12Х2Н4А.

После шлифования в поверхностном слое формируются небольшие сжимающие или растягивающие остаточные напряжения (рис. 3). Алмазное выглаживание исключает у поверхности вредные напряжения растяжения, и формирует высокие сжимающие напряжения. Глубина их проникновения тем



а)



б)

Рис.3. Остаточные напряжения после шлифования и алмазного выглаживания. Режим: $R_{ср} = 1,5 \text{ мм}$, $S = 0,05 \text{ мм/об}$; $i = 1$; $v = 50 \text{ м/мин}$; СОЖ-масло "индустриальное-20". а) сталь 12Х2Н4А; б) сталь 12Х2НВФ

выше, чем больше усилие прижима наконечника. Однако, как видно из рис. 3а, увеличение усилия до 40 кГ, хотя и увеличивает общую глубину их распространения, приводит к снижению напряжений сжатия в тонком верхнем слое. Это, по-видимому, связано с явлением перенаклепа и тепловым воздействием. Примечательным является то, что максимальные остаточные напряжения сжатия образуются примерно при тех же давлениях, при которых достигается наибольшая микротвердость и минимальная шероховатость.

Для изучения влияния упрочнения на эксплуатационные свойства деталей машин проведены испытания на усталость и на износ при трении качения.

Две серии образцов из стали I2X2HВФА испытывались на усталость при изгибе с вращением на машине НУ на базе 10^7 циклов. Образцы одной серии полировались, а другой - упрочнялись алмазным выглаживанием ($P_y = 20$ кГ; $R_{сф.} = 2,4$ мм; $i = 1$; $\phi = 0,05$ мм/об; $V = 40$ м/мин). Опыты показали, что предел усталостной прочности полированных образцов составил 94, а выглаженных - 100 кГ/мм².

Увеличение сопротивляемости усталостным разрушениям можно объяснить наличием благоприятных остаточных сжимающих напряжений в сочетании с наклепом верхнего слоя. Об этом свидетельствует вид излома. На всех выглаженных образцах очаг начала разрушения (светлое пятно диаметром $0,5 \pm 0,8$ мм) находится под упрочненным слоем, в то время как у шлифованных разрушение начинается с поверхности.

При трении качения изнашивались образцы из стали I2X2H4А в паре со шлифованными образцами ($\nabla 9$) из стали ШХ15. Испытания происходили на машине МИ-1М в течение 10 часов в присутствии смазки. При контактном давлении 50 кГ/мм² износ упрочненных образцов снизился в 2 раза (с I2 до 6 мГ). Сопротивляемость износу выглаженных поверхностей возрастает в результате увеличения твердости и предела текучести, структурной однородности материала, а также вследствие концентрации благоприятных сжимающих напряжений в различного рода микродефектах. Это повышает сопротивление деформации в процессе работы, что замедляет образование и развитие усталостных трещин и отдалает время наступления поверхностного выкрашивания при трении качения [1].

По результатам лабораторных исследований и производственных испытаний проведено внедрение алмазного выглаживания в серийное производство.

Литература

1. Передовая технология и автоматизация управления процессами обработки деталей машин. Под ред. А.А.Маталина. Л., "Машиностроение", 1970.