

УДК 621.178.16.004

**С.В. Кюрчев, доцент, канд. техн. наук,****В.Б. Юдовинский, доцент, канд. техн. наук,****О.В. Певев, доцент, канд. техн. наук,***Таврический государственный агротехнологический университет,**пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Украина, 72316**http://www.tsaa.org.ua***ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ДЕТАЛЕЙ  
ФИНИШНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ**

*Оптимизируются параметры обкатки для деформации поверхностных слоев металла с целью повышения износостойкости деталей, снижения периода приработки и повышения ресурса.*

**Ключевые слова:** деформация поверхности, обкатка, период приработки, ресурс.

Общепринятые показатели процесса изнашивания – линейный износ и интенсивность изнашивания. Однако эти параметры не уточняют процессы, происходящие в период приработки деталей сопряжения.

В отличие от изменения линейного износа  $U$  во времени, коэффициента износа  $K_U$  имеет на один период больше – период накопления деформаций в поверхностных слоях металла деталей, подвергающихся изнашиванию [1]. Зависимость коэффициента износа  $K_U$  от пути трения представлена на рисунке 1.

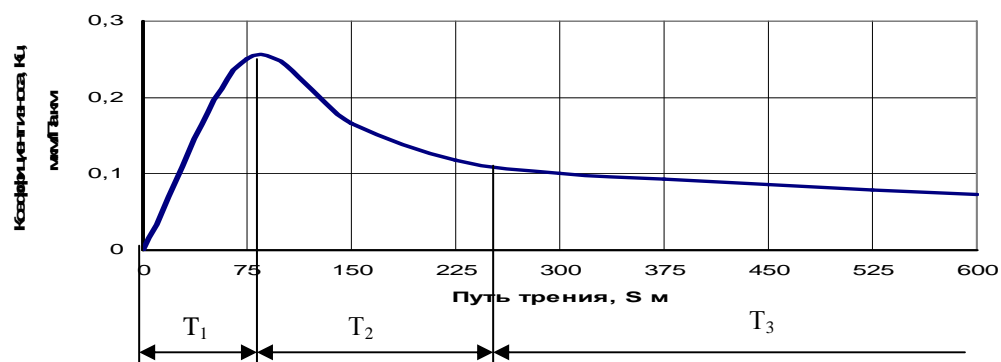


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента износа  $K_U$  от пути трения

Из этой зависимости видно, что период приработки делится на две части – период накопления деформаций в поверхностных слоях материала  $T_1$  и период приработки деталей сопряжения (ускоренный износ).

3 период – период нормального изнашивания будет зависеть от свойств материалов, а также от силовых, скоростных параметров и среды изнашивания.

Сумма первого и второго периодов приработки – это период полной приработки сопрягаемых деталей

Сократить общий период приработки можно за счет первого периода – периода накопления деформаций, перенеся его на финишную операцию изготовления деталей.

Такой операцией является поверхностная деформация, получаемая обкаткой или раскаткой.

Сущность этих методов состоит в том, что в результате внешнего давления поверхностные слои металла, контактируя с инструментом высокой твердости, оказываются в состоянии всестороннего сжатия и пластически деформируются. Инструментом являются ролики и шарики, перемещающиеся относительно заготовки. Микронеровности обрабатываемой поверхности сглаживаются путем смятия микровыступов и заполнения микровпадин.

Обкатывание и раскатывание следует проводить так, чтобы заданные результаты достигались за один проход. Не следует использовать обратный ход в качестве рабочего хода, так как повторные проходы в противоположных направлениях могут привести к излишнему деформированию поверхностного слоя. Кроме того, рабочий профиль роликов обычно предназначен для работы только в одну сторону.

Скорость не оказывает заметного влияния на результаты обработки и выбирается с учетом требуемой производительности, конструктивных особенностей детали и оборудования. Обычно скорость составляет 30–150 м/мин.

Значение усилия обкатывания выбираются в зависимости от цели обработки. Оптимальное усилие  $P$  (Н), соответствующее максимальному пределу выносливости и определяется по формуле

$$P = 10 \left( 50 + \frac{D_d^2}{6} \right)$$

где  $D_d$  – диаметр упрочняемой поверхности детали.

При упрочняющей обработке необходимо повысить поверхностную твердость детали на 25 – 40%. Глубина  $h_n$  деформированного слоя для крупных деталей должна находиться в пределах

$$0,02R_d \leq h_n \leq 0,10R_d,$$

где  $R_d$  – радиус упрочняемой поверхности детали.

Зависимость глубины деформированного слоя от диаметра обкатываемой поверхности представлена на рисунке 2.

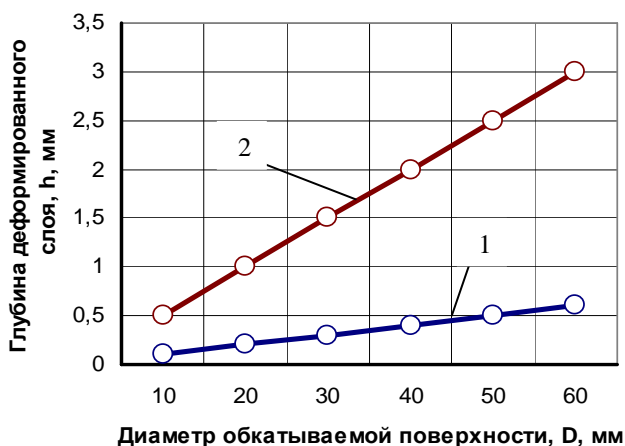


Рисунок 2 – Диапазон глубины возможного деформированного слоя в зависимости от диаметра обкатываемой поверхности: 1 – минимальная глубина, 2 – максимальная глубина.

Усилие  $P_n$ , обеспечивающее получение наклепанного слоя глубиной  $h_n$ , определяют по формуле

$$P_n = 2h_n^2 \sigma_m m^2,$$

где  $\sigma_m$  – предел текучести материала детали;  $m$  – поправочный коэффициент, учитывающий кривизну контактирующих поверхностей;

$$m = 1 + 0,07 \left( \frac{1}{\frac{1}{R_{np}} + \frac{2}{D_p} + \frac{1}{R_d} - \frac{1}{R}} \right),$$

где  $R_{np}$  – профильный радиус ролика;  $D_p$  – диаметр ролика;  $R$  – радиус профиля детали в осевом сечении; для цилиндрической поверхности  $R = \infty$ .

Профильный радиус ролика принимается наименьшим, при этом не должно происходить шелушения обрабатываемой поверхности детали.

Рабочее усилие обкатывания обычно принимают  $1,5P_{0,05} \leq P \leq 3,0P_{0,05}$ , где  $P_{0,05}$  – усилие, обеспечивающее получение наклепанного слоя глубиной  $h_n = 0,05R_d$ .

Подачу при обкатывании назначают не более 0,2–0,6 мм/об. При упрочнении переходных поверхностей тяжелых валов используют ролики с профильным радиусом на 0,5–2,0 мм меньше радиуса  $R$  переходной поверхности; усилие обкатывания  $P_z \approx (1000R \pm 1000)$  Н.

Рекомендуемые режимы упрочняющей обработки предполагают возможной последующую механическую обработку деталей для получения заданной точности и шероховатости поверхности. Эффект обработки при снятии малых припусков снижается незначительно.

При высоких требованиях к качеству поверхности и нецелесообразности снижения эффекта упрочнения в результате снятия части упрочненного слоя обработку ведут двумя роликами – упрочняющим и сглаживающим или применяют один или несколько одинаковых роликов с большим профильным радиусом. При известных  $D_p$ ,  $D_d$  и  $R_{np}$  находят значение усилия, которое следует умножить на коэффициент, зависящий от твердости материала:

$$K_p = 0,01HB - 0,4,$$

где  $HB$  – число твердости по Бринеллю;  $120 \leq HB \leq 340$ .

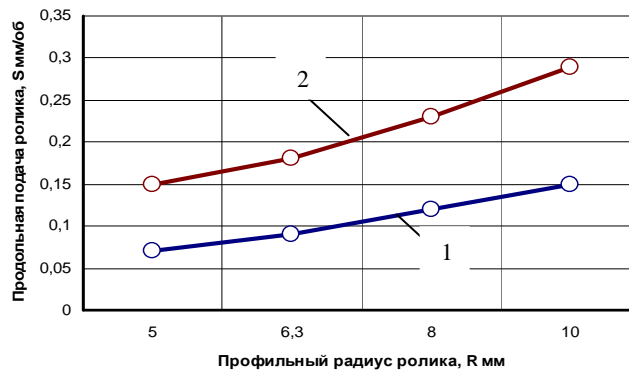


Рисунок 3– Зависимость усилия обкатывания  $P$  от диаметра обкатываемой поверхности  $D$ .

С учетом требований шероховатости поверхности и профильного радиуса ролика находят величину подачи (рисунок 4).

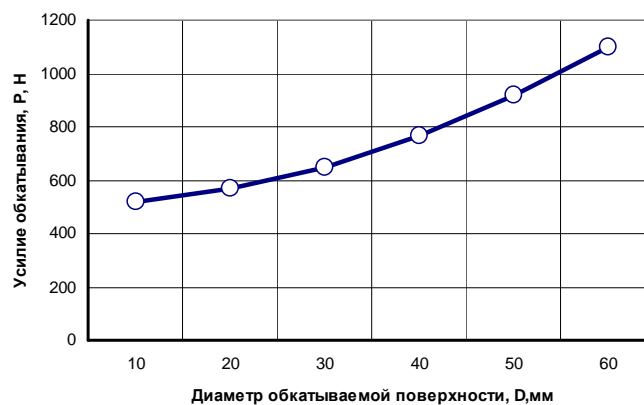


Рисунок 4 – Зависимость продольной подачи ролика  $S$  от профильного радиуса ролика  $R$  при шероховатости после обкатки

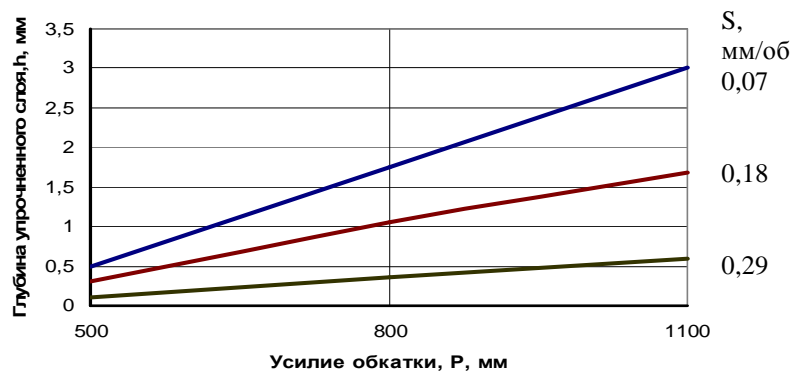


Рисунок 5 – Влияние глубины упроченного слоя вала  $h$  от усилия обкатки  $P$  и величины подачи  $S$  при диаметре ролика  $D = 60$  мм

Для многоэлементных инструментов принимают подачу  $S = 0,1 \div 3,0$  мм/об. Оптимальная подача  $S$ , на один оборот ролика не должна превышать  $0,1-0,5$  мм/об, на один оборот шарика –  $0,01 - 0,05$  мм/об.

Обычно при раскатывании и обкатывании натяг  $i \leq 0,03 \div 0,30$  мм с учетом исходной и требуемой шероховатости, точности и диаметра обрабатываемой поверхности, а также жесткости инструмента.

Таким образом, основным параметром, определяющим качество упрочняющей обкатки цилиндрических поверхностей, являются усилие обкатывания  $P$ , которое, в свою очередь, зависит от диаметра ролика –  $D_p$ , профильного радиуса ролика –  $R_{np}$  и величины продольной подачи –  $S$ .

Влияние глубины упрочненного слоя от усилия обкатки и величины осевой подачи представлено на рисунке 5.

Из этого рисунка видно, что с увеличением усилия обкатки и снижением осевой подачи, увеличивается глубина деформированного слоя.

#### **Выводы**

1. Создание деформации поверхностного слоя детали обкаткой (раскаткой) позволяет сократить период приработки деталей сопряжения и тем самым увеличить ресурс работы сопряжения.

2. Твердость поверхности после обкатки повышается на 25–40 %.

3. Максимальная глубина деформации (наклепанного слоя) до 3 мм наблюдается при минимальной продольной подачи инструмента и максимальном усилии обкатки.

#### **Библиографический список используемой литературы**

1. Ковалев И.Т. Коэффициент износа – показатель надежности деталей сопряжений / И.Т. Ковалев, В.Б. Юдовинский // Надежность и качество. — М., 1974. — № 2. — С. 36 – 48.

2. Дифференциация коэффициента износа материалов пар трения, работающих в среде биотоплива / В.Б. Юдовинский, С.В. Кюрчев, О.В. Пенев, Ю.П. Мирненко // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. — Мелітополь, 2013. — Т. 3. — Вип. 13. — С. 161–166.

*Поступила в редакцию 01.03.2013 г.*

#### **Кюрчев С.В., Юдовинский В.Б., Пенев О.В. Підвищення ресурсу роботи деталей фінішною механічною обробкою**

Оптимізуються параметри обкатки для деформації поверхневих шарів металу з метою підвищення зносостійкості деталей, зниження періоду прироблення і підвищення ресурсу.

**Ключові слова:** деформація поверхні, обкатка, період прироблення, ресурс.

#### **Kyurchev S.V., Yudovinsky V.B., Penev O.V. Increase of workability of parts by final machining**

The parameters of rolling are optimized for deformation of superficial layers of metal with the purpose of increase of wearproofness of parts, declination of period of earning extra money and increase of workability.

**Keywords:** deformation of surface, rolling, period of earning extra money, workability.