

$t_{1-\frac{\alpha}{2}}$  – критерий Стьюдента, определяемый при

доверительной вероятности  $1 - \frac{\alpha}{2}$  и числе сте-

пеней свободы  $f = n_1 + n_2 - 2$ ;

$S^2$  – средневзвешенная дисперсия, вычисляемая по дисперсиям выборок:

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}. \quad (6)$$

Для рассматриваемого процесса роль первой выборки играет подмножество расчетных значений, второй – измеренных значений выходной переменной.

Соответственно  $S_1^2$  и  $S_2^2$  рассматриваются как дисперсии расчетных и фактических значений  $y$ . При заданных условиях  $n_1 = n_2$  неравенство (5) принимает вид:

$$|\bar{y}(t) - \bar{y}(t)| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}. \quad (7)$$

При сравнении дисперсии выдвигается нулевая гипотеза о равенстве генеральных дисперсий. Гипотеза отвергается, если расчетные значения критерия Фишера больше табличного при заданном значении доверительной вероятности. Расчетный критерий определяется из соотношения:

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}. \quad (8)$$

Если выходная переменная непостоянна во времени, но не имеет закономерных высокочастотных отклонений, то на ограниченном интервале времени также можно воспользоваться зависимостями (7) и (8), предварительно проведя аппроксимацию экспериментальных данных (например, с помощью полинома  $k$ -той степени) и заменив в уравнении (7) левую часть на раз-

ность расчетных значений по теоретическим и эмпирическим зависимостям.

Если выходная переменная имеет высокочастотные закономерные модуляции, то применение зависимостей (7) и (8) невозможно, так как в рассмотренной методике не предусматривается разделение отклонений на закономерные и случайные, и все они учитываются при расчете дисперсий.

#### Выводы.

1. Анализ поставленных задач позволяет сделать заключение о возможности надежного обнаружения отклонений выходных переменных и определения параметра состояния и вида возмущений технологической системы, которыми они вызваны.

2. Разработанная структура и алгоритм диагностики позволяет по динамике изменения выходных переменных устанавливать причины отклонений и давать рекомендации о необходимости проведения замены элемента системы или коррекции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новоселов Ю. К. Диагностика операций чистового шлифования по динамике изменения выходных переменных и параметров состояния технологической системы / Ю. К. Новоселов, Э. Э. Ягьяев, Н. Р. Кириенко // Вестник СевНТУ : сборник научных трудов. – Севастополь, 2010. – Вып. 107. – С. 170–173.
2. Ягьяев Э. Э. Повышение точности чистового шлифования на основе диагностики и управления состоянием технической системы / Э. Э. Ягьяев, Ю. К. Новоселов, Л. Б. Шрон // Материалы международной научно-технической конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». – Варна, 2009. – Том 1. – С. 317–319.

УДК 621

Туренко А. Н., Савченков Б. В.,  
Гулевский В. Б., Бороденко Л. Ю.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

*В роботі запропоновано підвищення ефективності абразивної обробки відновлюваних деталей автомобілів вдосконаленням очищення МОР.*

**Ключові слова:** МОР, відновлення, обробка, деталь.

*В работе предложено повышение эффективности абразивной обработки восстанавливаемых деталей автомобилей совершенствованием очистки СОЖ.*

**Ключевые слова:** СОЖ, восстановление, обработка, деталь.

*Increase of abrasive treatment efficiency of automobiles refurbish able details by perfection of lubricant-cooling liquid cleaning is offered.*

**Key words:** LCF, recovery, treatment, detail.

**Постановка проблемы.** В ремонтном производстве встречаются практически все виды механической обработки резанием (шлифование, хонингование, полирование и т. д.), применяемые на машиностроительных заводах. Эффективность процесса механической обработки деталей, интенсивность изнашивания режущего инструмента, качество обработанной поверхности и другие характеристики, сопровождающие процесс резания, зависят от свойств внешней среды, в которой происходит резание. В качестве внешней среды, благотворно влияющей на процесс резания и изнашивания режущего инструмента, используют различные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Роль смазочно-охлаждающих жидкостей в современных процессах восстановления деталей средств транспорта столь велика, что их называют «жидким инструментом». СОЖ предназначена для смазки поверхности трения, охлаждения режущего инструмента и обрабатываемой детали, облегчения процессов деформирования металла, своевременного удаления из зоны обработки стружки и продуктов износа инструментов, а также для кратковременной защиты изделий и оборудования от коррозии [1]. При этом одним из главных показателей качества самой СОЖ является степень чистоты по отношению к разного рода примесям. Поэтому возникает острая необходимость осуществления качественной очистки или доочистки СОЖ, в частности на различных этапах ремонта деталей средств транспорта. Это в достаточной степени позволит повысить эффективность абразивной обработки восстанавливаемых деталей транспортной техники.

**Анализ литературы.** В настоящее время, большая часть оборудования для абразивной обработки при ремонте деталей средств транспорта укомплектована магнитными очистителями СОЖ, снабженными постоянными магнитами или электромагнитами, которые, как показала практика, работают неэффективно, так как требуют дополнительных затрат в процессе очистки СОЖ при обработке деталей, а так же конструктивно несовершенны.

При этом значительная часть энергозатрат в процессе ремонта деталей транспортных средств связана с необходимостью обеспечить нужное качество смазочных, технологических и гидравлических жидкостей. Одним из источников снижения этих затрат является очистка и регенерация СОЖ, которая проводится в процессе эксплуатации СОЖ, пока ресурс работоспособности ее окончательно не исчерпан.

Проведенными ранее исследованиями установлено, что механические загрязнения при обработке деталей резанием состоят преимущественно

из мелкой металлической стружки размером 5–150 мкм, частиц абразива и связки круга размерами 20–250 мкм, причем на долю металлических частиц приходится 80–98% от всей массы шлама [2], что позволяет рекомендовать магнитные очистители СОЖ.

Основное преимущество применения магнитной очистки состоит в отказе от использования громоздких сооружений для обеспечения чистоты СОЖ.

Многолетний опыт эксплуатации автотранспортной техники отечественного и зарубежного производства деталей показал широкое применение деталей изготовленных, как из стали, так и из высокопрочного чугуна. Например, коленчатые валы автомобильных двигателей моделей ЯМЗ, ЗИЛ изготавливаются из сталей 50 и 45 соответственно, а ЗМЗ из чугуна. Применение новых технологий литья позволяет применение коленчатых валов (в частности для автомобиля КамАЗ) из высокопрочного чугуна [3].

**Цель статьи** – повысить эффективность абразивной обработки восстанавливаемых деталей автомобилей совершенствованием очистки СОЖ.

**Изложение основного материала.** Исходя из вышеизложенного, для изучения влияния СОЖ на качество шлифованной поверхности восстановленных деталей средств транспорта исследовались коленчатые валы из стали 45 и из высокопрочного чугуна ВЧ50.

Оценку эффективности абразивной обработки определяли по следующим основным критериям: стойкость шлифовального круга  $T_{кр}$ , (мин.) и уровень шероховатости восстановленной поверхности, параметр  $R_a$ , (мкм). Образцы обрабатывались на круглошлифовальном станке модели 3А151. При этом использовались шлифовальные круги 24А40С1К5 и 24А40СМ2К, рекомендованные для шлифования стальных и чугунных деталей. Требуемая величина параметра шероховатости поверхности детали составляла  $R_a = 0,63–0,32$  мкм. Рабочая скорость круга установлена  $v_{кр} = 35$  м/с; скорость вращения детали  $v_d = 25,0$  м/мин., глубина резания  $t_p$  находилась в диапазоне 0,001–0,006 мм. В качестве СОЖ использовали 2%-ную эмульсию Укринаол-1, расход которой составлял 10–12 л/мин. Качество шлифованной поверхности и оценка состояния поверхности круга производилась визуально с помощью микроскопа МИМ-6, оснащенного цифровой камерой.

В результате проведенного эксперимента установлено, что при обработке коленчатых валов с загрязненной СОЖ шлам, состоящий из стружки, металлической окалины и осколков

шлифовального круга, вместе с СОЖ попадает в зону шлифования и вступает в контакт с абразивными зернами, связкой и рельефом поверхности шлифуемой детали. При этом происходит снижение стойкости шлифовального круга (см.

рис. 1), искажение исходной (правильной) геометрической формы шлифовального круга, что, в свою очередь, интенсифицирует вибрации технологической системы и приводит к увеличению погрешностей формы детали.

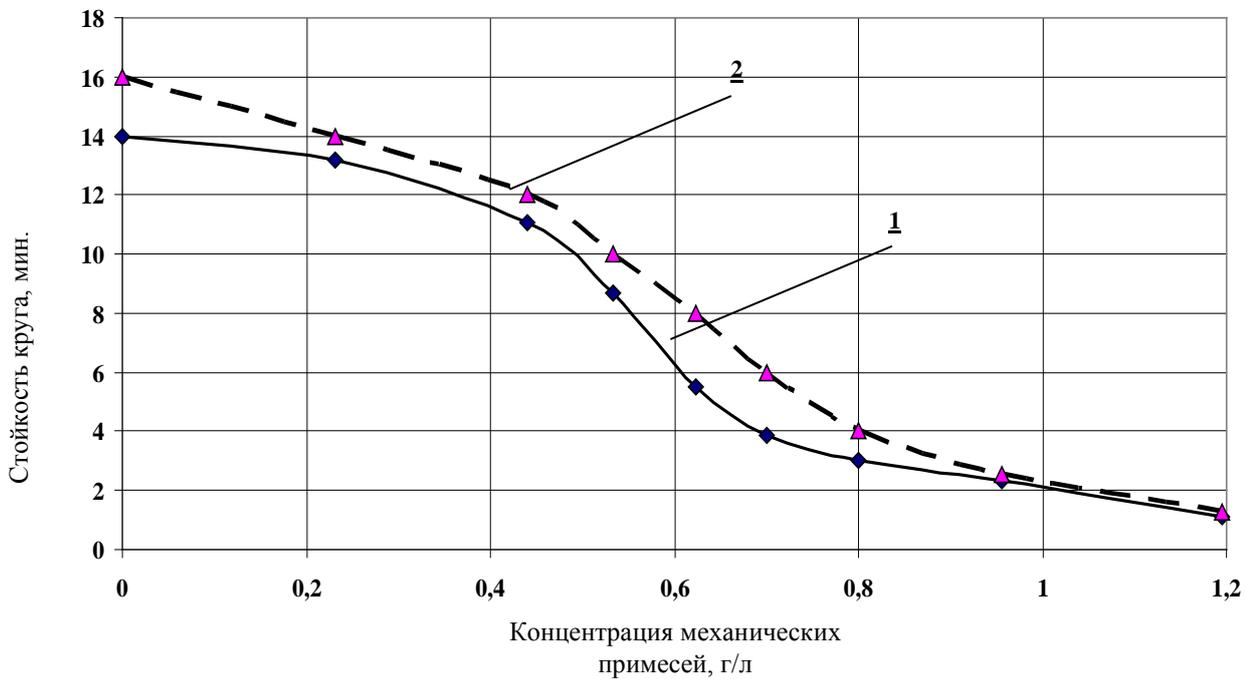


Рис. 1. Влияние концентрации механических примесей в СОЖ на стойкость шлифовального круга: 1) сталь 45; 2) высокопрочный чугун ВЧ 50.

В зависимости от концентрации и размеров частиц механических примесей в СОЖ на обрабатываемых поверхностях деталей появляются такие дефекты, как царапины (рис. 2), что приводит к повышению параметра шероховатости

поверхности деталей (рис. 3). Постепенное увеличение параметра шероховатости объясняется возрастанием вероятности попадания в зону контакта крупных частиц металла и абразива в связи с увеличением их количества.

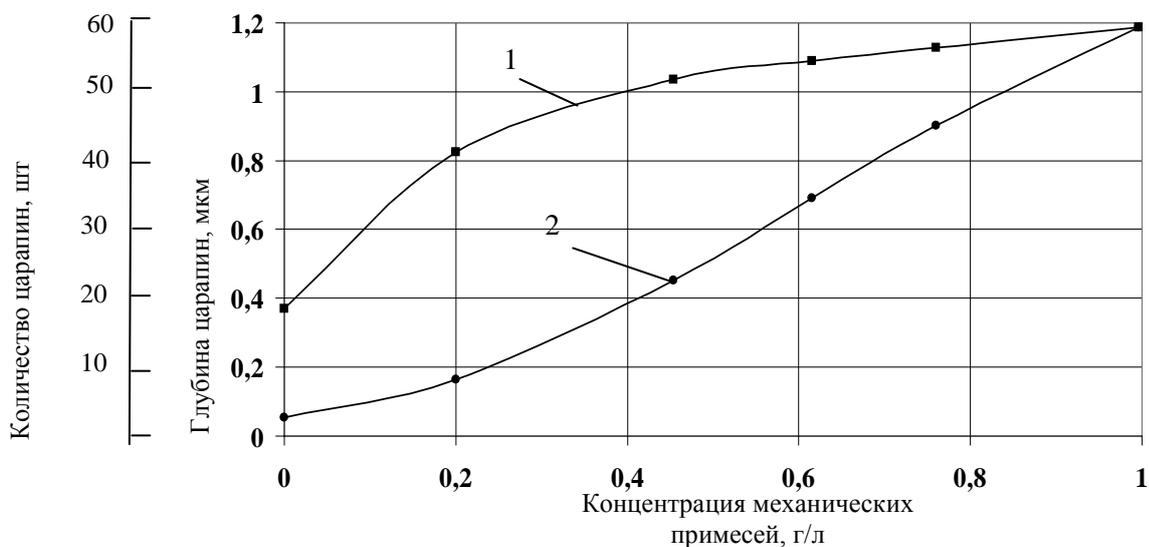


Рис. 2. Влияние концентрации механических примесей в СОЖ на глубину (1) и количество царапин (2) на поверхности деталей.

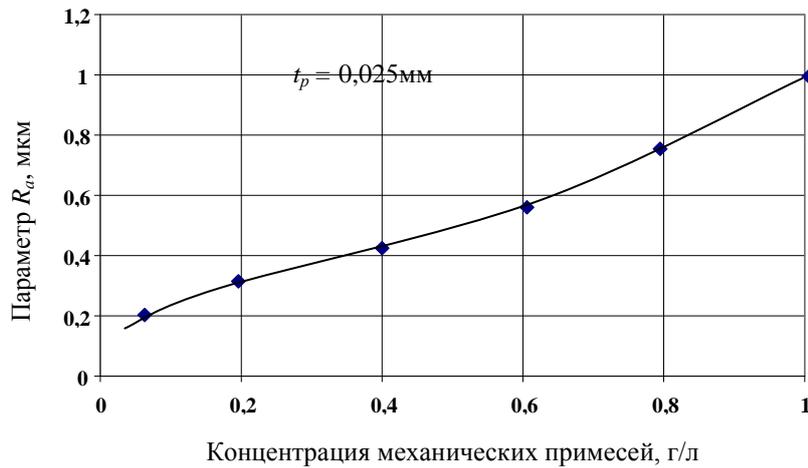


Рис. 3. Влияние концентрации механических примесей в СОЖ на шероховатость поверхности деталей.

Из полученных результатов следует, что снижение износа шлифовальных зерен круга при абразивной обработке вследствие очистки СОЖ от механических примесей приводит к уменьшению до 35% параметра шероховатости поверхности детали. При этом почти в 2 раза снижается скорость ее изнашивания, что является одной из характеристик качества восстановления деталей автомобилей.

Для установления наиболее значимых элементов режима резания при обработке цилиндрических наружных поверхностей деталей, (шек распределительных валов, коленчатых валов и др.) влияющих на концентрацию механических примесей в СОЖ, определяем по формуле (1):

$$\tau_{\text{маш}} = \frac{l_{\text{х ст}} \times h_{\text{пр}}}{1000 \times s_{\text{пр}} \times t_p} \times k_{\text{ш}}, \quad (1)$$

где  $\tau_{\text{маш}}$  – время на технологическую операцию обработки детали, мин;

$l_{\text{х ст}}$  – величина хода стола, мм;

$h_{\text{пр}}$  – величина припуска на сторону, мм;

$k_{\text{ш}}$  – коэффициент, учитывающий выхаживание,  $k_{\text{ш}} = 1,1$  – при предварительном шлифовании,  $k_{\text{ш}} = 1,4$  – при чистовом шлифовании.

Для теоретического определения объема снятого материала  $m_m$  за период обработки детали используем следующую зависимость:

$$m_m = \frac{\pi \times l_d}{4} \times (D_d^2 - D_n^2) \times \rho_m, \quad (2)$$

где  $\rho_m$  – плотность материала детали, кг/м<sup>3</sup>;

$l_d$  – длина детали, мм;

$D_d$  и  $D_n$  – действительный и номинальный размер детали, мм;

$t_p$  – глубина резания, мм.

Так как количество двойных ходов стола  $n_{\text{дв х}}$  равно:

$$n_{\text{дв х}} = \frac{h_{\text{пр}}}{t_p}, \quad (3)$$

а разность между действительным и номинальным размерами детали равно  $2h_{\text{пр}}$ , тогда

$$m_n = \frac{\pi \times l_d}{4} \times \rho_m \times \left[ t_p \times n_{\text{дв.х}} \times (2D - 2t_p \times n_{\text{дв.х}}) \right] \quad (4)$$

Это указывает на то, что наиболее значимым элементом режима резания при шлифовании, влияющим на объем снятого металла, является глубина резания  $t_p$ .

Ориентировочно количество подаваемой жидкости  $Q_{\text{ж}}$  зависит от ширины шлифовального круга: на каждые 10 мм ширины круга расходуют примерно 10–30 л/мин. жидкости.

Для оценки влияния на производительность процесса шлифования восстанавливаемых деталей изменений параметров режима резания определяли объем снятого металла за одну минуту обработки  $\tau_{\text{маш}}$  детали. Например, для наплавленных шек коленчатых валов автомобильного двигателя ЗИЛ (толщина наплавленного слоя – 1,6–2,0 мм) в сравнении с обработкой изготовленного коленчатого вала из поковки с последующей объемной штамповкой в закрытых штампах (величина припуска – 0,2–0,3 мм) и восстановленного коленчатого вала металлизацией напылением (величина припуска – 0,4–0,6 мм). В качестве СОЖ принимаем 3%-ную эмульсию Укринол-1. Расчеты проводились на ПЭВМ в Microsoft Office Excel.

Установлено, что в той или иной мере каждый элемент режима резания при шлифовании приводит к изменению объема снятого материала. Однако глубина резания, основной элемент режима обработки, а также способ наращивания поверхности детали с последующей абразивной обработкой оказывают влияние на концентрацию механических примесей в СОЖ (рис. 4, 5).

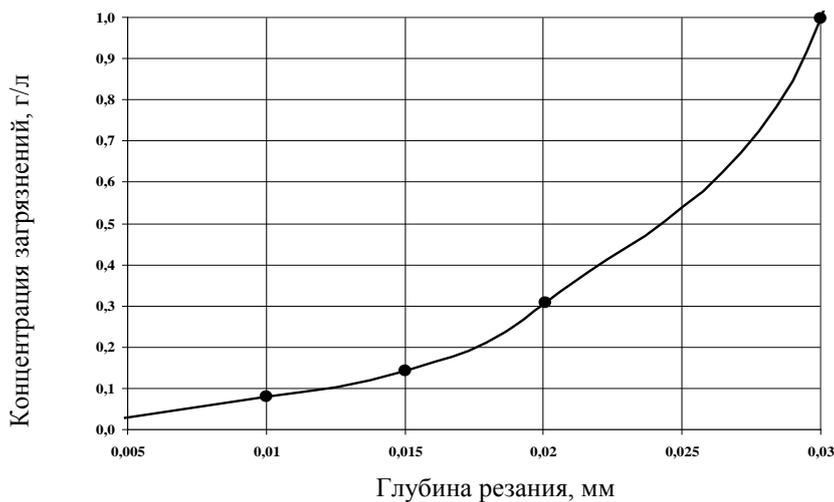


Рис. 4. Зависимость концентрации примесей в СОЖ от глубины резания.

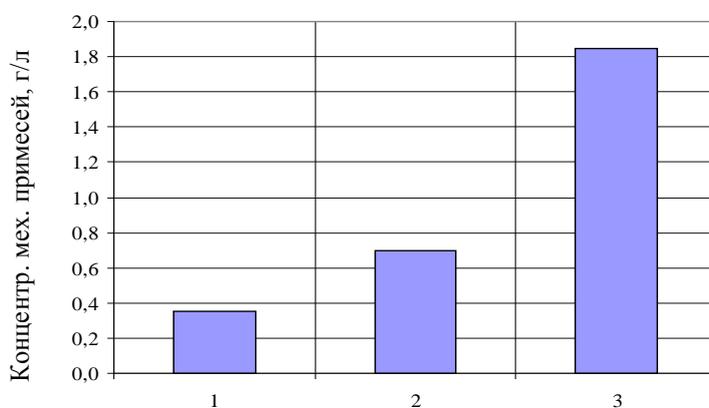


Рис. 5. Распределение загрязненности СОЖ: 1 – штамповка; 2 – восстановленная металлизацией; 3 – восстановленная наплавкой.

При решении задачи по оценке эффективности абразивной обработки восстановленных деталей для прогнозирования повышения качества деталей средств транспорта, использовалась зависимость, предложенная в работе [4] и разработанная на основании формирования параметра шероховатости поверхности от величины износа абразивного зерна. Предложенная математическая модель позволяет определять сочетания технологических факторов, обеспечивающих достижение заданных

характеристик качества восстанавливаемой базовой поверхности.

Прогнозирование формирования параметра шероховатости  $R_a$  поверхности выполнялось для шеек коленчатого вала автомобильного двигателя ЗИЛ, обработанных шлифовальным кругом 24A40C1K5,  $v_k = 35$  м/с,  $v_d = 15$  м/мин.

На рис. 6 представлена зависимость параметра шероховатости  $R_a$  от величины износа абразивного зерна шлифовального круга.

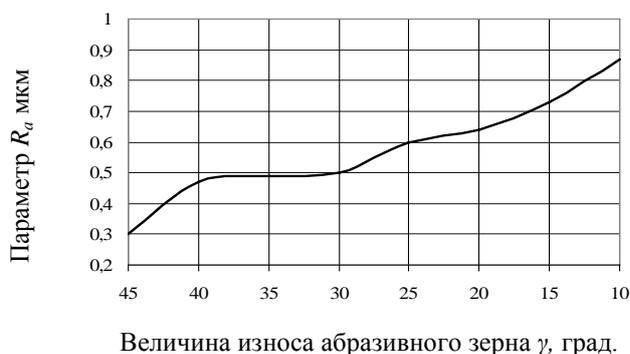


Рис. 6. Зависимость параметра шероховатости  $R_a$  от величины износа абразивного зерна шлифовального круга.

Следовательно, во избежание влияния загрязненности СОЖ на снижение износа шлифовальных зерен круга при абразивной обработке, а также для получения требуемого параметра поверхности восстановленных деталей, необходимо тщательно очищать СОЖ, особенно от металлической составляющей загрязнителя.

#### **Выводы.**

1. На качество поверхности детали при абразивной обработке значительное влияние оказывает чистота СОЖ. Однако при шлифовании восстановленного вала наплавкой или металлизацией напылением значение показателя чистоты СОЖ ухудшается в 2–3 раза в сравнении с механической обработкой заготовки вала.

2. Установлено, что снижение износа зерен шлифовального круга при абразивной обработке восстанавливаемых деталей вследствие очистки СОЖ от механических примесей приводит к уменьшению до 35% параметра шероховатости детали. При этом почти в 2 раза снижается ско-

рость её изнашивания, что является одной из характеристик качества восстановления деталей автомобилей.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Латышев В. Н. Повышение эффективности СОЖ / В. Н. Латышев. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 64 с.
2. Костюк В. И. Очистка СОЖ на машиностроительных предприятиях / В. И. Костюк. – К. : Техника, 1990. – 436 с.
3. Шинский О. И. Технологический процесс получения литых заготовок коленвалов автомобилей КАМАЗ по газифицируемым моделям с кристаллизацией металла под давлением / О. И. Шинский, Н. И. Бех, И. О. Шинский // Металл и литье Украины. – 1994. – № 11–12. – С. 16–19.
4. Дитиненко С. О. Підвищення ефективності технології фінішної обробки циліндричних поверхонь твердосплавних виробів : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. тех. наук : спец. 05.02.08 / С. О. Дитиненко ; НТУ «ХП». – Харків : 2005. – 26 с.

УДК 621.85.058.2(088.8)

**Хабрат Н. И., Умеров Э. Д.**

## **ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОНАТЯЖНОЙ НЕРЕВЕРСИВНОЙ КЛИНОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ**

*З урахуванням умови рівноваги моментів сил щодо осі хитання ведучого шків, закономірностей розподілів натягів в гілках передачі і з використанням нормативних довідкових матеріалів несучої здатності передачі розроблена послідовність розрахунку ексцентриситету осі хитання ведучого шків горизонтальної самонатяжної нереверсивної пасової передачі.*

**Ключові слова:** самонатяжний пасовий привід, автоматичне натягнення пасів, передача типу *Sespa*.

*С учетом условия равновесия моментов сил относительно оси качания ведущего шкива, закономерностей распределений натяжений в ветвях передачи и с использованием нормативных справочных материалов несущей способности передачи разработана последовательность расчета эксцентриситета оси качания ведущего шкива горизонтальной самонатяжной нереверсивной клиноременной передачи.*

**Ключевые слова:** самонатяжной ременной привод, автоматическое натяжение ремней, передача типа *Sespa*.

*In view of a condition of balance of the moments of forces concerning an axis oscillation a leading pulley, laws of distributions of tension in branches of transfer and with use of normative help materials of bearing ability of transfer, the sequence of calculation eccentricity axes oscillation a conducting pulley horizontal self-tension irreversible belt transfers is developed.*

**Key words:** a self-tension belt drive, an automatic tension of belts, transfer such as *Sespa*.

**Постановка проблемы.** В приводах машин практически всех видов производств широкое применение получил клиноременный привод [1]. Это обусловлено его простотой конструктивного исполнения, возможностью передавать нагрузку на значительные расстояния, в ряде случаев предохранять рабочие органы машин от перегрузок за счет пробуксовки ремня [2] и во многих других случаях.

Наряду с отмеченными выше достоинствами клиноременного привода существенным его недостатком является необходимость в процессе эксплуатации контролировать и постоянно восстанавливать установленное расчетом начальное натяжение гибкой связи. Экспериментально установлено, что при снижении начального натяжения ремней происходит повышенное их проскальзывание, приводящее к перегреву и значи-