

КАЛИБРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ФОРМООБРАЗОВАНИЕМ ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Канд. техн. наук КЛУШИН В. А., инженеры КОВАЛЕВСКИЙ С. А., ДЕМБИЦКИЙ А. П.,
канд. техн. наук ИВАШКО В. В.

Белорусская государственная политехническая академия

Методы калибрования пластическим деформированием наружных цилиндрических поверхностей изделий весьма разнообразны. Область эффективного использования – обработка металлических изделий: пальцы, штоки, клапаны, оси и др. Основная цель обработки – улучшение микрогеометрии поверхностного слоя и его упрочнения. В ряде случаев калибрование пластическим деформированием является единственным средством достижения высокой точности формы, размеров и качества поверхности ответственных деталей машин и инструмента.

Известные схемы калибрования наружных цилиндрических поверхностей изделий, например обкатыванием роликами, не позволяют одновременно с деформированием наружных поверхностей осуществлять пластическое формообразование его отдельных элементов: торцевые фаски, шейки, поперечные или винтовые канавки и пр.

В БГПА НИЛ ПТПЭХ разработан стан холодной поперечной прокатки по схеме «клино-ролики», позволяющий совмещать процессы поперечной прокатки и калибровки цилиндрических наружных поверхностей ступенчатых изделий. Деформирующий инструмент стана состоит из одного плоского инструмента поперечно-клиновой прокатки и средства для поддержания заготовки, выполненного в виде двух тел вращения (роликов), установленных в специальных каретках и контактирующих с опорным элементом прокатной клетки.

Исследования проводились на трех конструкциях инструмента, разработанных для производства осей транспортера ТСН 00.611 и отличающихся схемами взаимодействия заготовки, инструмента и опорных поверхностей прокатной клетки. Цель исследования заключалась в установлении зависимости между исходной шероховатостью заготовок и шероховатостью калиброванных поверхностей в зависимости от степени

обжатия, в изучении микротвердости поверхностного слоя, силовых и точностных параметров калибрования при различных схемах прокатки.

Исходные заготовки диаметром $18_{-0,2}^{+0,35}$ мм и длиной $56 \pm 0,5$ мм из стали 45, полученные точением, подвергались отжигу для снятия внутренних напряжений и галтовке. Значение шероховатости Ra исходных заготовок находилось в пределах 1,25...12,5 мкм.

Одновременно с калиброванием наружных цилиндрических поверхностей A (рис. 1) осуществлялась поперечная прокатка кольцевых канавок B и B .

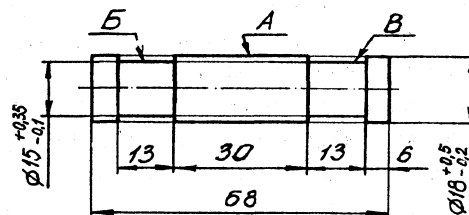


Рис. 1

По схеме формообразования (рис. 2) заготовка 1 прокатывалась между плоским клиновым инструментом 2 и двумя роликами 3, катящимися по опорной поверхности 4. Для осуществления процесса прокатки кольцевых канавок технологически обеспечивалось деформационное воздействие клинового инструмента на заготовку без проскальзывания.

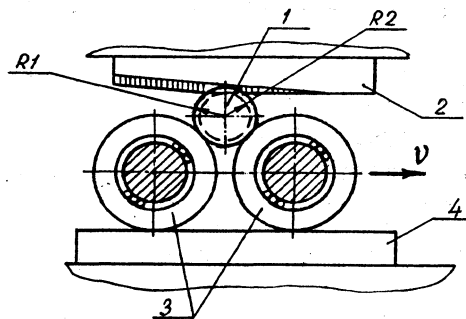


Рис. 2

Заготовка в процессе прокатки–калибровки контактирует с клиновым инструментом по радиусу R_2 , а с роликами – по радиусу R_1 .

При такой схеме возникает проскальзывание опорных роликов относительно прокатываемой заготовки в направлении, противоположном вращению заготовки, которое определяется разностью угловых скоростей

$$\Delta\omega = \omega_{\text{заг}} - \omega'_{\text{заг}} = v (1/R_2 - 1/R_1),$$

где $\omega_{\text{заг}}$ – угловая скорость вращения заготовки, сообщаемая ей плоским клиновым инструментом;

$\omega'_{\text{заг}}$ – угловая скорость заготовки, сообщаемая ей роликами;

v – линейная скорость опорных роликов;

R_1 – радиус заготовки в месте контакта с роликами;

R_2 – то же с плоским клиновым инструментом.

Схема, показанная на рис. 3, позволяет создать активные силы трения, способствующие вращению заготовки за счет проскальзывания опорных роликов относительно прокатываемой заготовки в направлении, совпадающем с вращением заготовки. Указанная схема уменьшает нагрузку на инструмент, что должно способствовать повышению его стойкости. По этой схеме ролики 3 имеют ступенчатую форму. Контакт между заготовкой и роликами осуществляется по поверхности Γ , а контакт между опорной плитой и роликами – по поверхности Δ .

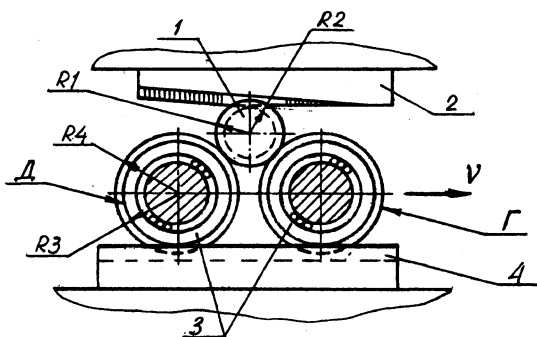


Рис. 3

Кинематическое проскальзывание между роликами и заготовкой определяется разностью угловых скоростей

$$\Delta\omega = \omega'_{\text{заг}} - \omega_{\text{заг}} = v (R_4/(R_3 R_1) - 1/R_2),$$

где R_3 – радиус ролика в месте контакта с опорной плитой;

R_4 – то же с заготовкой.

Схема (рис. 4) является разновидностью схемы, показанной на рис. 3.

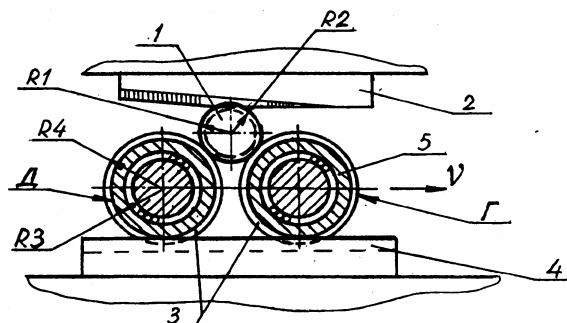


Рис. 4

Для исключения проскальзывания роликов относительно заготовки последние выполнены в виде колец 3, посаженных по скользящей посадке на втулки 5, контактирующие с опорной поверхностью 4. Это позволяет роликам вращаться независимо от вращения втулок, установленных на осях кареток в подшипниках качения. Такое решение направлено на снижение нагрузки на инструмент и уменьшение сил трения в зоне контакта заготовки с роликами.

На каждой из рассмотренных конструкций инструмента прокатывались опытные партии образцов с различными степенями деформации и исследовались шероховатость и геометрическая точность калиброванных поверхностей, микроструктура поверхностного слоя и микротвердость поверхностных уплотненных слоев металла на глубине до 0,3 мм.

Калибрование обеспечило снижение шероховатости поверхности с исходной шероховатости на заготовках $Ra = (1,25-12,5)$ мкм до $Ra = (0,25-0,63)$ мкм на прокатанных изделиях. Наилучшие результаты калибровки получены на инструменте (рис. 2), где шероховатость цилиндрической наружной поверхности составила $Ra = (0,25-0,35)$ мкм, на втором и третьем инструментах шероховатость соответственно имела значения $Ra = (0,33-0,53)$ мкм и $Ra = (0,54-0,63)$ мкм.

Анализ микроструктуры образцов, прокатанных в различных режимах, показал, что после калибрования они приобрели ярко выраженную мелкозернистую волокнистую структуру, ориентированную в направлении сдвиговых деформаций в поверхностных слоях, вызванных проскальзыванием роликов относительно заготовки.

Микротвердость прокатанных образцов измерялась по Виккерсу. На рис. 5 видно, что твердость исходной заготовки (кривая 4.1) ниже, чем твердость прокатанных образцов. Заготовка, прокатанная при обжатии $\delta = 1,10$ (кривая 4), имеет большую твердость, чем исходная, но меньшую, чем заготовки, прокатанные при большем обжатии $\delta = 1,15$ (кривые 4.2, 4.6, 4.9).

Точность размеров калиброванной поверхности при прокатке по разным схемам и при различных степенях обжатия практически одинаковая. Некруглость калиброванных цилиндрических участков прокатанных заготовок составляет 0,02...0,05 мм, конусность по длине отсутствует.

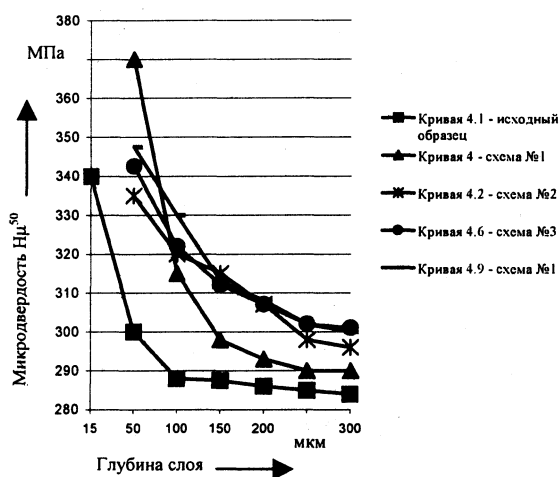


Рис. 5

В рассматриваемых схемах прокатки-калибровки деформационный процесс в поверхностных слоях заготовки характеризуется пластическим течением металла в условиях комбинированного вдавливания и сдвига.

В первой схеме сдвигающие напряжения (деформации), вызванные прокаткой и проскальзыванием роликов относительно заготовки, односторонне направлены. Этим обстоятельством можно объяснить уменьшение шероховатости поверхности и более высокие прочностные показатели поверхностного слоя.

ВЫВОДЫ

1. Предложен и апробирован новый способ калибрования цилиндрических наружных поверхностей изделий типа тел вращения, совмещающий процессы калибрования с поперечно-клиновой прокаткой их отдельных элементов, который может быть эффективно использован при производстве ответственных деталей машин и инструмента. Калибрование обеспечивает снижение шероховатости поверхности с $Ra = (1,25-12,5)$ мкм до $Ra = (0,25-0,63)$ мкм, повышение точностных и прочностных показателей поверхностного слоя.

2. Проведенные исследования использованы при разработке и внедрении стана СХП80 для прокатки осей транспортера ТСН.00.611 на Павловском авторемонтном заводе.

УДК 621.762

ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПРОВОЛОЧНОГО ТЕЛА НАМОТКИ

Канд. техн. наук ПЕТЮШИК Е. Е.,
инж. ЯКУБОВСКИЙ А. Ч., канд. техн. наук, доц. ЯКУБОВСКИЙ Ч. А.

Белорусская государственная политехническая академия

Широкое применение пористых проницаемых материалов на основе порошков различных металлов и керамики, сеток различного способа плетения, волокон в устройствах фильтрования жидкостей и газов, глушения шума и гашения пламени, нагревателях, катализаторах и прочих

формирует комплекс предъявляемых к ним требований. Среди них – повышение надежности и эффективности работы в различных условиях эксплуатации, в том числе при динамических знакопеременных нагрузках, в условиях высоких температур и агрессивных сред, при снижении