

Транспортное и энергетическое машиностроение



МАТВЕЕВ
Сергей Валентинович
аспирант кафедры
«Станки и инструмент»
(Калужский филиал
МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УДК. 621.735.32

Экспериментальное исследование влияния контактного трения на процесс деформирования поковок, изготавливаемых на винтовых прессах

С.В. Матвеев

Показано, что применение смазочных материалов снижает величину контактного трения и повышает точность высотных размеров поковок, штампующихся на винтовых прессах. Эффективность зависит от применяемого смазочного материала, жесткости поковок и типа кузнечно-прессового оборудования

Ключевые слова: смазка, точность, пресс, контактное трение, погрешность.

It is shown, that the application of lubricants reduces the contact friction magnitude and raises the accuracy of the high-altitude sizes of forged pieces stamped on screw presses. The efficiency depends on an applied lubricant, a rigidity of forged pieces and a type the forge-and-press equipment.

Keywords: lubrication, accuracy, press, contact friction, error.

Получение точных (прецизионных) поковок, обладающих высоким уровнем механических свойств, обуславливает ужесточение требований к формоизменяющему инструменту, оборудованию и комплексной автоматизации производственного процесса.

В большинстве операций обработки металлов давлением контактное трение является вредным фактором. Оно ведет к возникновению

неоднородности деформации по объему поковки, снижает стойкость инструмента, требует применения технологических смазок. Контактное трение преодолевается активной нагрузкой за счет увеличения деформирующей силы.

Силу контактного трения условно можно определить по закону Кулона:

$$R = \mu N,$$

где μ — коэффициент контактного трения, определяется специально для условий контактного трения. Однако достаточно точных методов определения μ пока не существует. В настоящее время известны факторы, влияющие на его величину, а следовательно и величину сил контактного трения [1]:

- состояние поверхностей рабочего инструмента;
- состояние контактной поверхности деформируемого тела;
- температура деформации;
- химический состав деформируемого тела;
- скорость скольжения металла по поверхности инструмента;
- характер нагрузки;
- смазка.

В реальных условиях можно варьировать факторами, уменьшать шероховатость поверхности рабочего инструмента, контактирующего с деформируемой поковкой, изменять скорость деформации и использовать смазку. Смазка позволяет уменьшить коэффициент трения, а следовательно силу осадки.

При штамповке на прессах смазочный материал применяют как правило в том случае, когда осадка является самостоятельной, завершающей операцией. Таким образом достигается снижение величины деформирующей силы, либо уменьшение погрешности формы заготовки — бочкообразности.

Анализируя влияние величины контактного трения на точность, следует отметить, что штамповку выполняют как со смазочным материалом, так и без него в зависимости от материала и жесткости поковки, типа применяемого оборудования [2].

Теоретически погрешность высоты поковки для любой операции объемной штамповки, выполняемой на кузнечно-прессовом оборудовании, можно определить по зависимости [3]

$$\Delta h_{\xi} = \frac{(\partial P / \partial x_i)_{(x_0)}}{C + (\partial P / \partial h)_{(h_0)}} \Delta x_i, \quad (1)$$

где P — сила деформирования поковки; $\partial P / \partial x_i$ — производная функции деформирующей силы по x_i ; x_i , Δx_i — фактор погрешности и величина погрешности; C — коэффициент жесткости пресс-штампа (для гидравлических прессов $C = 0$); $\partial P / \partial h$ — жесткость поковки.

Из формулы (1) следует, что точность высотных размеров поковок зависит от жесткости поковок, жесткости прессы и влияния случайных погрешностей.

При холодной осадке необходимую деформирующую силу на винтовых прессах можно определить по известной формуле Э. Зибеля:

$$P = \frac{\pi d^2}{4} \sigma_s \left(1 + \frac{\mu d}{3h} \right), \quad (2)$$

где σ_s — напряжение текучести материала с учетом его упрочнения; d и h — диаметр и высота поковки; μ — коэффициент контактного трения (для стали $\mu = 0,12 \dots 0,18$ без смазки, $0,06 \dots 0,10$ — со смазкой; для алюминиевых сплавов соответственно: $0,25 \dots 0,3$ и $0,1 \dots 0,15$).

Изменение условий контактного трения, которое выражается величиной $\Delta \mu$, влияет на размерные параметры поковки (1), (2). При осадке наиболее значительно реагируют на это изменение высотные размеры поковки, так как ее величина определяется равенством силы сопротивления поковки и деформирующей силы. В результате возникает погрешность высоты поковки Δh_{μ} .

Для определения эффективности смазки выполнен комплекс однофакторных экспериментов на винтовом дугостаторном прессе Ф—1730А с номинальной силой 1 МН. Осаживались заготовки из стали 45 ($\sigma_s = 932$ МПа) с различной степенью деформации по высоте $\varepsilon = 0,1$ и $0,34$. Отношение размеров поковок d/h приняли 2 и 4. В качестве смазок применяли олеиновую кислоту, силиконовую смазку

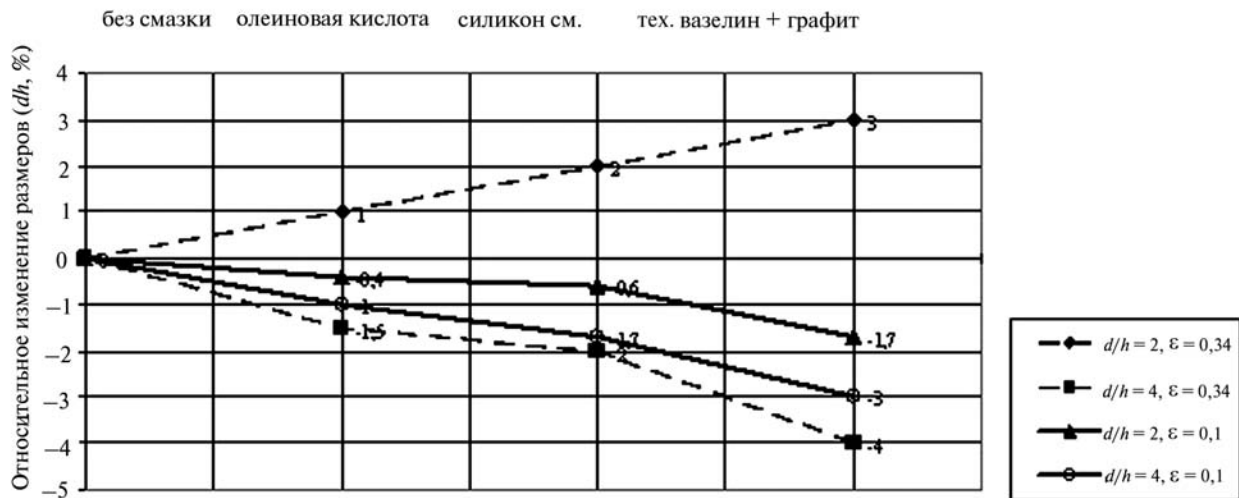


Рисунок. Эффективное применение различных технологических смазок

и технический вазелин с добавлением пылевидного графита. Настройку силы деформирования винтового пресса выполняли без смазочного материала на номинальную высоту h . Затем при данной настройке производили осадку заготовок с применением различных смазочных материалов, каждый раз фиксируя отклонения размеров от номинальных.

По результатам экспериментов построены графики, отражающие зависимость относительного изменения высоты поковок ($\delta h_{\mu} = \Delta h_{\mu} / h$). Проанализировав эти зависимости, можно сделать вывод, что применение смазок влияет на изменение размеров поковки. Исключение составляет поковка $d/h = 2$ при степени деформации $\epsilon = 0,34$. В данном случае смазка вызывает увеличение размеров поковок. Это можно объяснить следующим образом. Когда осаживаются поковки с большой степенью деформации появляется нарушение геометрической формы поковки — бочкообразность. В этом случае площадь поковки с деформирующим инструментом меньше. При использовании смазки бочкообразность компенсируется, что приводит к увеличению площади контакта и силы деформирования.

Необходимо отметить, что применение смазочного материала обуславливает большой диапазон рассеяния случайной величины Δh_{μ} . При равном объеме поковок неоднородность ряда дисперсии среды в 1,5—2,5 раза выше, чем при

осадке без применения смазочного материала. Это связано с тем что, фактор трения $\Delta \mu$ — неконтролируемая случайная погрешность, зависящая от большого количества факторов: различная шероховатость поверхности исходных заготовок, экранирующая способность и различная толщина нанесенного слоя смазочного материала.

Выводы

1. Применение смазочных материалов уменьшает требуемую силу деформирования. Однако различные технологические смазки не одинаково эффективны. При технологическом процессе необходимо учитывать параметры поковки и тип пресса.

2. Винтовые прессы машины ударного действия обладают высокой скоростью деформирования, применение смазки незначительно повышает точность высотных размеров поковок.

Литература

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 1971. 424 с.
2. Антонюк Ф.И., Вяткин А.Г. Точность холодной осадки цилиндрических заготовок // КШП ОМД. 2000. № 10. С. 16—20.
3. Ланской Е.Н. Влияние жесткости процесса штамповки на точность // Повышение точности и автоматизации штамповки иковки. 1967. С. 21—30.

Статья поступила в редакцию 02.11.2011