

Изучение вариантов штамповки деталей катушечной формы

Студент группы 10402221 Мусский А.А.

Научный руководитель – Жогло А.Г.

Белорусский национальный технический университет
г.Минска

Осесимметричные детали катушечной формы (ДКФ) могут использоваться в качестве поршней в дизельных, гидравлических и пневматических приводах различных механизмов [1]. Технология их производства включает операции отрезки мерных прутковых заготовок, предварительной высадки или прямого выдавливания средней части заготовки и окончательной штамповки торцевых утолщений различного профиля. Окончательные размеры изделия формируются операциями механической обработки. Рассматривается возможность получения заготовки ДКФ на одной позиции штамповки, что позволит существенно повысить производительность её изготовления в результате сокращения числа формоизменяющих операций и

На рисунке 1 представлены графические зависимости изменения силы операции P от относительного перемещения инструмента $h_{отн} = h/h_k$, где h и h_k - текущее и конечное перемещение пуансонов соответственно, при штамповке заготовок из стали 10, латуни Л70 и алюминиевого сплава АМг6. На начальном этапе штамповки формируется внутренняя полость радиусом r на торце заготовки, что сопровождается незначительным ростом силы деформирования. Далее следует этап набора металла в полости разъемной матрицы с образованием торцевых утолщений, сопровождающийся плавным ростом силы. На заключительном этапе происходит окончательное оформление контура заготовки заполнением угловых участков матрицы, что проявляется в резком росте силы операции. Максимальных значений технологическая сила достигает в конечный момент штамповки при $l=h$. В дальнейших исследованиях в качестве силы операции понимается её максимальное значение.

Основными факторами, влияющими на силовые режимы штамповки ДКФ, являются геометрические параметры инструмента и заготовки: радиус закругления полости матрицы R , радиус закругления выступа пуансона r , начальный d и конечный D диаметры заготовки, а также условия трения на контактных границах инструмента и заготовки, характеризующиеся коэффициентом трения μ . Теоретические исследования силовых режимов штамповки ДКФ выполнены в следующих диапазонах варьируемых параметров: $R=3...9$ мм; $r=1...4$ мм; $\mu=0,05...0,2$. Диаметр заготовки принимался постоянным $d=19$ мм, диаметр изделия $D=25,3...31,6$ мм, что соответствует значениям относительного диаметра $d=D=0,6...0,75$. Длина заготовки и изделия принимались $l=28$ мм, $L=22$ мм. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

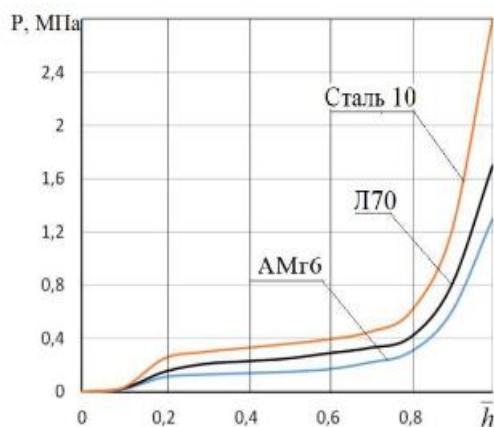


Рисунок 1 - Графики «сила – путь» при штамповке ДКФ:
 $\mu=0,1$; $R=5$ мм; $r=2$ мм; $d=19$ мм; $D=25,3$ мм

Установлено, что наибольшее влияние на силу штамповки в исследованных диапазонах изменения варьируемых параметров оказывает относительный диаметр d . Уменьшение $d_{отн}$ от 0,6 до 0,75, что соответствует увеличению диаметральных размеров изделия и, следовательно, степени деформации при неизменных размерах заготовки, приводит к росту силы штамповки на 20...30 %. Диаметральный размер изделия определяется требованиями чертежа и не является предметом оптимизации силовых режимов.

Существенное влияние на силу штамповки оказывает радиус внутренних полостей матрицы R . Увеличение R от 3 до 9 мм приводит к снижению силы на 15–20 %, что объясняется более благоприятными условиями течения металла с меньшими затратами энергии на изменение траектории. Увеличение R , если это допускается чертежом изделия и условиями его эксплуатации, приводит к снижению силы и повышению стойкости штампа.

Увеличение радиуса r внутренней полости на торце заготовки от 1 до 4 мм приводит к росту силы на 5...10 %. Величина указанного радиуса не имеет существенного значения в конструкции изделия, т. к. в центральной части заготовки впоследствии образуется сквозное отверстие, и формируемая при штамповке полость, являющаяся наметкой, будет удалена в отход. Поэтому с целью снижения силы штамповки целесообразно назначать меньшие значения r .

Увеличение трения на контактных поверхностях инструмента и заготовки может приводить к росту силы на 10 %. Для снижения трения целесообразно использовать технологические смазки и предусматривать тщательную обработку поверхностей внутренней полости штампа. В процессе эксплуатации необходимо следить за состоянием рабочих поверхностей инструмента, не допускать износа и образования задиrow, приводящих к росту силы и ухудшению внешнего вида изделий.

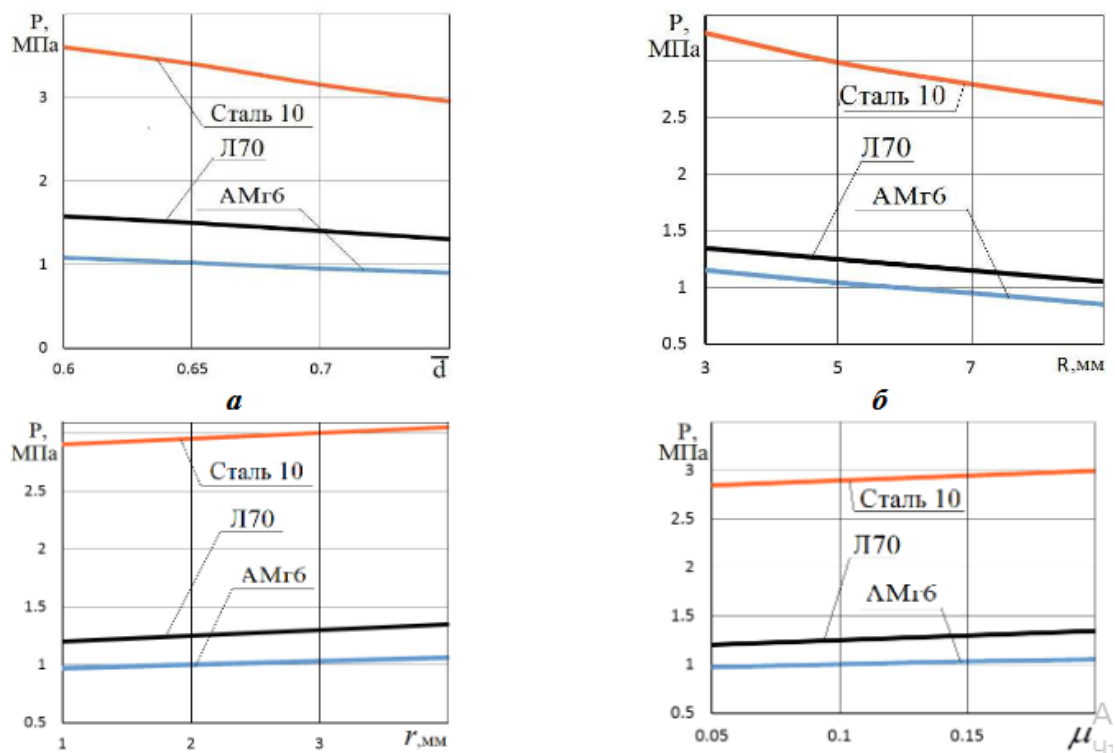


Рисунок 2 - Силовые режимы штамповки ДКФ: а — $P(d_{отн})$; $\mu=0,1$; $R=5$ мм; $r=2$ мм; б — $P(R)$; $\mu=0,1$; $r=2$ мм; $d=0,75$; в — $P(r)$; $\mu=0,1$; R мм; $d_{отн}=0,75$; г — $P(\mu)$; $R=5$ мм; r мм; $d_{отн}=0,75$.

Выполнено сравнение силы штамповки ДКФ по двум вариантам технологии: из цилиндрической з

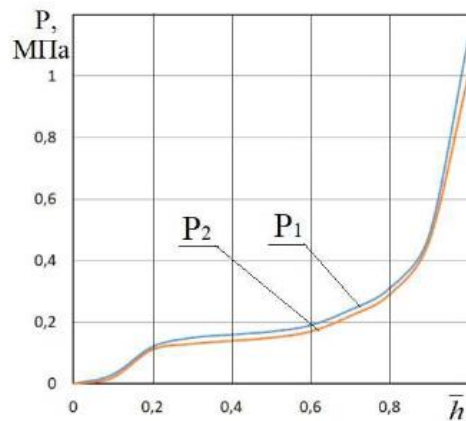


Рисунок 3 Сила штамповки ДКФ из цилиндрической (1P) и профильной (2P) заготовок: материал – АМг6; $\mu = 0,1$; $R = 5$ мм; $r = 2$ мм; $d_{отн}=0,75$

Сравнение величин накопленной повреждаемости материала заготовки ω показывает, что при штамповке ДКФ из цилиндрических заготовок за один переход степень использования ресурса пластичности 1ω выше, чем при использовании профилированной заготовки 2ω (рисунок 5). Но в диапазоне изменения $d_{отн} = 0,65 \dots 0,75$ накопленная повреждаемость не превышает допустимых значений, которые согласно рекомендациям [2, 3] для деталей ответственного назначения составляют $0,25 \dots 0,3$.

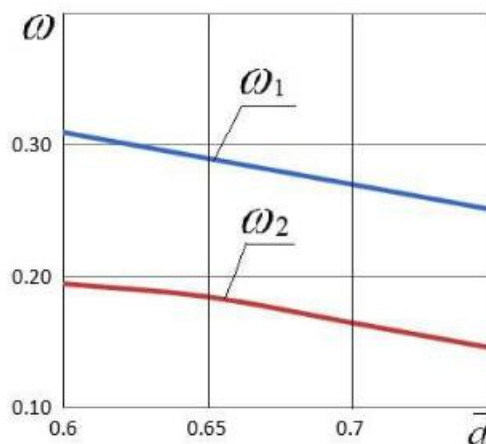


Рисунок 4 Повреждаемость материала цилиндрической (1 ω) и профильной (2 ω) заготовок: материал – АМг6; $\mu=0,1$; $R=5$ мм; $r=2$ мм; $d_{отн}=0,75$

Таким образом, установлено, что при заданных соотношениях геометрических параметров и степени деформации ДКФ можно изготавливать за одну операцию штамповки с допустимыми для деталей ответственного назначения величинами степени использования ресурса пластичности. При штамповке торцевых утолщений большого диаметра необходимо использовать предварительное профилирование средней части ДКФ для обеспечения рациональной кинематики течения деформируемого материала и снижения повреждаемости. Назначением рациональных значений геометрических элементов матрицы и пуансона, а также использованием смазки можно добиться снижения силы штамповки на 15–20%.

Список использованной литературы

1. Проектирование штамповой оснастки для изготовления осесимметричных деталей с торцевыми утолщениями и их применение / Научно-технические достижения в машиностроении 2021 No3(117); изд.: С. Н. Ларин, [и др.]. — С. 7–15.
2. Богатов, А. А. Ресурс пластичности металлов при обработке давлением. / А. А. Богатов, Мижирицкий О. И., Смирнов С. В. — М.: Металлургия, 1984. — 144 с.
3. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением. / В. Л. Колмогоров — М.: Металлургия, 1986. — 688 с.