Д. Н. Гурулев, В. С. Максимук, Л. В. Палаткина

**НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ СЪЕМА С ПУАНСОНА ПОКОВОК
ПРИ ВЫДАВЛИВАНИИ НА ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНОМ ПРЕССЕ**

Волгоградский государственный технический университет

e-mail: rct2005@yandex.ru

В статье рассматривается метод расчета усилий съема с пуансона крупных поковок при их производстве горячим прямым и обратным выдавливанием на кривошипных горячештамповочных прессах. Предлагаемый метод разработан с учетом результатов экспериментальных исследований.

Ключевые слова: штамповка, поковка, выдавливание, усилие, КГШП.

D. N. Gurulev, V. S. Maksimuk, L. V. Palatkina

**NOMOGRAM FOR DETERMINING THE FORCE OF REMOVAL FROM
THE PUNCH FORGINGS WHEN PRESSING ON THE HOT STAMPING PRESS**

Volgograd State Technical University

This paper describes a method of calculating the force to punch removal of large forgings in their manufacture by hot direct and inverse extrusion on the gyratory hot-stamp press. The proposed method has been developed taking into account the results of experimental studies.

Keywords: forgings, punching, extrusion, force, gyratory hot-stamp press.

Серьезной проблемой при изготовлении крупных пустотелых поковок для автомобилестроения прямым и обратным горячим выдавливанием на кривошипных горячештамповочных прессах является съем отштампованных поковок с пуансона. Эта операция всегда требует значительных усилий, иногда превышающих допустимые паспортные характеристики верхней системы выталкивания кривошипного пресса [1, 2].

Оригинальный технологический способ съема с пуансона поковки коронной шестерни

гусеничного трактора после штамповки обратным закрытым выдавливанием на КГШП с номинальным усилием $P_{ном} = 63 \text{ МН}$ описан в работе [3] (масса поковки – 42 кг, диаметр фланца – 320 мм, высота поковки – 233 мм, диаметр прошиваемого отверстия – 200 мм).

В настоящее время отсутствуют надежные расчетные методы, и на практике приходится подбирать различные технологические приемы и средства для снижения упомянутых усилий.

В связи с этим проведены исследования зависимости граничных условий в напряжениях

на внутренней поверхности высокотемпературного пластического контакта пустотелого изделия от термомеханических параметров деформации при прямом и обратном выдавливании.

Разработаны методы и средства экспери-

ментального исследования граничных условий на внутренней поверхности контакта с деформирующим пуансоном изделий типа «стакана» и «кольца». На рис. 1 показаны исходные заготовки из углеродистой стали марки 40.

Рис. 1. Экспериментальные заготовки для раздачи пуансонами (а) и для обратного выдавливания поковок типа стакана (б)

Экспериментальные исследования включали:

- раздачу кольцевых стальных заготовок;
- обратное выдавливание стальных стаканов.

Заготовки нагревали до температуры 1150°C в электропечи с силовыми нагревателями; температуру нагрева контролировали с помощью платина – платинородиевой термопары. Экспериментальную штамповку производили на кривошипном горячештамповочном прессе с $P_{\text{ном}} = 10 \text{ МН}$.

В процессе штамповки осуществляли непрерывный контроль температуры контактной поверхности пуансонов и поковок.

В процессе штамповки исследовали: усилие раздачи кольцевых заготовок и обратного выдавливания стакана, а также усилие съема с пуансонов пустотелых изделий с помощью наклеенных на воспринимающих нагрузку элементах штампов электротензорезисторов. При этом для измерения усилий обратного выдавливания использовали съемные тензометрические устройства [4], обеспечивающие высокую точность измерений.

Запись усилий деформирования и съема изделий с пуансонов осуществляли с помощью стандартной электротензометрической аппаратуры.

Были созданы различные граничные условия на контактной поверхности деформирующих пуансонов:

- пуансоны имели различную шероховатость рабочей поверхности ($Ra_{1,25}$ и Rz_{80}) и различный уклон боковой поверхности: $0^\circ, 3^\circ, 7^\circ$;

– деформирование осуществляли при полном отсутствии технологической смазки на контактной поверхности пуансонов и со смазкой смесью индустриального масла и графита в соотношении $70\% + 30\%$ соответственно.

Получен большой объем экспериментальных данных, включающих зависимость удельных усилий съема поковок с пуансона от:

- шероховатости рабочей поверхности пуансонов;
- наличия и вида технологической смазки;
- величины уклона боковой поверхности пуансонов;
- величины удельных усилий деформирования

Это позволило с достаточной степенью приближения оценить зависимость граничных условий в напряжениях на внутренней поверхности высокотемпературного контакта от вышеуказанных параметров, которая представлена в виде:

$$p_\tau = \frac{1,1 \cdot (\mu_k - \tan \alpha)}{1 + \tan^2 \alpha} \cdot \sigma_s \cdot \ln \frac{D_{cp}}{d_{cp}}, \quad (1)$$

где p_τ – удельное усилие съема, МПа; μ_k – коэффициент контактного трения; σ_s – истинное напряжение текучести материала заготовки при температурно-скоростных условиях деформирования, МПа [5–7]; α – угол уклона боковой поверхности деформирующего пуансона; D_{cp} – средний диаметр наружной поверхности поковки, мм; d_{cp} – средний диаметр полости, мм.

Рис. 2. Номограмма для расчета удельных усилий сжима с пуансона пустотелых поковок, отштампованных горячим выдавливанием на КГШП

На рис. 2 показана расчетная номограмма для определения удельных усилий сжима, отнесенных к единице площади внутренней боковой поверхности контакта поковки с пуансоном. Ключ для вычисления удельных усилий сжима показан на номограмме пунктирными стрелками.

Усилие сжима поковок с пуансона определяют по формуле:

$$P = p_{\tau} \cdot F_{\text{пк}}, \quad (2)$$

где P – усилие сжима; $F_{\text{пк}}$ – площадь боковой поверхности контакта поковки с пуансоном.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимук, В. С. Штамповка пустотелых поковок горячим выдавливанием на кривошипных прессах / В. С. Максимук, В. Е. Добрынин, В. А. Салюков // Кузнечно-штамповочное производство. Сер. Технология и ав-

томатизация производственных процессов : реф. сб. / ЦНИИТЭИТсхм. – М., 1973. – С. 3–6.

2. Максимук, В. С. Совершенствование технологических процессов горячей штамповки на КГШП в кузнечных цехах заводов отрасли / В. С. Максимук, Л. В. Селиванова, В. Е. Добрынин, В. А. Салюков, Ю. П. Катрич // Перспективы развития кузнечно-штамповочного производства предприятий Минсельхозмаш на 1976–1980 годы : тез. докл. и сообщ. Всесоюзной науч.-технич. конф., 1974 г. / ВНИИТМАШ. – Волгоград, 1974. – С. 33–43.

3. Максимук, В. С. Новый технологический процесс изготовления штампованных поковок коронной шестерни гусеничного трактора типа «Волгарь» / В. С. Максимук, Д. Н. Гурулев // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – 2007. – № 7. – С. 31–36.

4. Maksimuk, V. S. Manufacture of Crown-Wheel Forgings

for a Volgar Caterpillar Tractor / V.S. Maksimuk, D.N. Gurulev // Steel in Translation. – 2007. – Vol. 37, № 7. – С. 581–589.

5. Максимук, В. С. Способ и устройство для повышения точности измерения силовых параметров кривошипных прессов методом электротензометрии / В. С. Максимук, Д. Н. Гурулев // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2002. – № 3. – С. 45–46.

6. Максимук, В. С. Малоотходная технология изготовления крупных штампованных поковок типа «вал с фланцем» / В. С. Максимук, Д. Н. Гурулев // Главный механик. – 2014. – № 5. – С. 28–32.

7. Максимук, В. С. Определение силы съема с пуансона поковок с глубокой полостью / В. С. Максимук, Д. Н. Гурулев // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2014. – № 6. – С. 20–22.