DOI: 10.17117/na.2015.07.817

Поступило в редакцию: 28.07.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.07.817.pdf>

Телегин И.В.

Оценка металлоёмкости горячей объёмной штамповки поковок из сортового проката круглого сечения

Telegin I.V.

Estimation of the metal consumption of hot die forging of forgings from rolled bar round section

В статье дан анализ металлоёмкости горячей объёмной штамповки поковок из сортового проката круглого сечения. Приведены зависимости, связывающие точность диаметра сортового проката, точность отрезки заготовок и способ их нагрева с массой штампующих поковок. Представлена программа для ЭВМ, позволяющая рассчитать необходимые размеры заготовки из сортового проката круглого сечения

Ключевые слова: горячая штамповка, металлоёмкость, заготовка, поковка

The article analyzes the metal consumption of hot die forging of forgings from rolled bar round section. The dependencies connecting precision diameter of rolled bar, precision cut pieces out of it, and their method of heating with the mass of stamped forgings. Presents the computer program, which allows to calculate the necessary dimensions of the blank from rolled bar round section

Key words: hot forming, metal consumption, blank, forging

Телегин Игорь Викторович

Ассистент

Липецкий государственный технический университет

г. Липецк, ул. Московская, 30

Telegin Igor Viktorovich

Assistant

Lipetsk state technical university

Lipetsk, Moskovskaya st., 30

Определим следующие понятия:

1. Минимально допустимая масса заготовки – масса заготовки, позволяющая в рамках данного технологического процесса ГОШ получить бездефектную поковку.

2. Коэффициент металлоёмкости технологического процесса изготовления детали – отношение массы заготовки к массе готовой детали:

$$cK_M = \frac{M_3}{M_D} \geq 1, \quad mK_M = \frac{M_{\max}}{M_D} \geq 1, \quad (1)$$

где M_3 , $M_{\max}$ – средняя и максимальная массы заготовки, M_D – масса детали. Чем больше cK_M и mK_M , тем менее эффективен технологический процесс, как из-за потерь металла, так и в результате увеличения технологических усилий и динамических нагрузок в элементах штамповочного оборудования [1, 2].

На рисунках 1 и 2 показаны переходы ГОШ круглой в плане поковки детали “Шестерня” и результаты расчёта минимальной высоты заготовки.

Рис. 1. Деталь “Шестерня” и технологические переходы изготовления её поковки

а)

б)

Рис. 2. Окончательный штамповочный переход при условной высоте заготовки: а – 101.5мм, б – 109.75мм

Наряду с потерями металла при реализации процессов ГОШ, связанных с угаром, довольно существенными могут оказаться потери вследствие назначения припусков на длину заготовки для компенсации:

- отклонений диаметра сортового проката от номинального значения;
- неточностей при отрезке заготовки.

Результаты исследования влияния различных факторов на металлоёмкость ГОШ [3] показывают, что точность проката, способ нагрева и отрезки заготовки оказывают заметное влияние на металлоёмкость технологического процесса ГОШ;

величина соотношения длины (L_3) и диаметра (D_3) заготовки значительного влияния на металлоёмкость процесса ГОШ не оказывает.

Реальные длина ($L \pm \Delta$) и диаметр ($D_{D_{\min}}^{D_{\max}}$) заготовки, полученной из сортового проката круглого сечения, не являются константами. Точность заготовки Δ зависит от способа её отрезки (ножницы для резки сортового проката, отрезка в штампе, ножовочно-отрезной станок и др.) и предполагается известной. Отклонения диаметра заготовки ($D_{\min}$, $D_{\max}$) от номинального значения (D).

Потери массы заготовки при её нагреве ($U_{\min}$, $U_{\max}$) зависят от способа нагрева (пламенный на природном газе, пламенный на мазуте, индукционный), времени, температуры нагрева, материала заготовки, измеряются в процентах от её массы, и также считаются известными.

На первом этапе разработки технологического процесса ГОШ, включающего осадку, предварительную и окончательную штамповку, решается вопрос о выборе размеров заготовки. Исходными данными для этого являются минимальный объём поковки ($V_{\min}$) и её диаметр (D_3). Масса заготовки и её объём связаны очевидной зависимостью: $M_{\min} = V_{\min} \rho$, где ρ – плотность материала поковки. Объём заготовки (V_3), её диаметр (D_3) и длина (L_3) должны удовлетворять следующим соотношениям [5]:

$$1.25 \leq \frac{L_3}{D_3} \leq 2.5, \quad V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} L_3, \quad (2)$$

где объём и длина заготовки могут принимать значения от $V_{\min}$, $L_{\min}$ до $V_{\max}$, $L_{\max}$ соответственно. Диаметр заготовки (D_3) считается величиной постоянной, значение которой обычно принимается равным номинальному диаметру соответствующего размера сортового проката, из которого изготавливается заготовка, или уменьшенным на величину угара.

Можно показать, что если минимальный и максимальный диаметры прутка $D_{\min}$ и $D_{\max}$, то соответствующие диаметры заготовки:

$$d_{\min} = D_{\min} \cdot \sqrt{1 - 0.01 \cdot U_{\max}}, \quad d_{\max} = D_{\max} \cdot \sqrt{1 - 0.01 \cdot U_{\min}}. \quad (3)$$

Минимальная длина заготовки с учётом угара при минимальном диаметре прутка, в пределах допуска на его изготовление:

$$l_{\min} = \frac{4 \cdot V_{\min}}{\pi \cdot (1 - 0.01 \cdot U_{\max}) D_{\min}^2}. \quad (4)$$

Максимальный объём заготовки с учётом допуска на её диаметр и длину:

$$V_{\max} = 0.25 \cdot \pi \cdot (1 - 0.01 \cdot U_{\min}) \cdot D_{\max}^2 \cdot (l_{\min} + 2 \cdot \Delta),$$

или поле подстановки выражения для $l_{\min}$ и преобразований:

$$V_{\max} = \frac{(1 - 0.01 \cdot U_{\min}) \cdot D_{\max}^2 \cdot V_{\min}}{(1 - 0.01 \cdot U_{\max}) \cdot D_{\min}^2} + 0.5 \cdot \pi \cdot (1 - 0.01 \cdot U_{\min}) \cdot \Delta \cdot D_{\max}^2. \quad (5)$$

Предельные значения длин заготовки ($L_{\min}$ и $L_{\max}$) диаметром D_3 :

$$L_{\min} = \frac{4 \cdot V_{\min}}{\pi \cdot D_3^2},$$

$$L_{\max} = \frac{2 \cdot (1 - 0.01 \cdot U_{\min}) \cdot D_{\max}^2}{D_3^2} \left(\Delta + \frac{2 \cdot V_{\min}}{\pi \cdot (1 - 0.01 \cdot U_{\max}) \cdot D_{\min}^2} \right). \quad (6)$$

Значения $L_{\min}$, $L_{\max}$ и D_3 будем называть условными. Это те параметры заготовки, которые используются в последующих расчётах ГОШ.

Размеры и масса (минимальная, максимальная и средняя) реальной заготовки, полученной после её отрезки:

$$L_3 = \frac{4 \cdot (1 + 0.01 \cdot U_{\max}) \cdot V_{\min}}{\pi \cdot D^2} + \Delta \pm \Delta,$$

$$M_{\min} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (L_3 - \Delta) \cdot \rho, \quad M_{\max} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (L_3 + \Delta) \cdot \rho, \quad M_3 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_3 \cdot \rho. \quad (7)$$

Рис. 3. Автоматизация процесса расчёта параметров заготовки

Расчёт параметров заготовки в соответствии с зависимостями (2) – (7) автоматизирован. Окно программы [4] расчёта параметров заготовки представлено на рисунке 3.

В заключение следует отметить, что металлоёмкость технологического процесса ГОШ можно заметно снизить уменьшением припусков на механическую обработку за счёт изменения технологических схем штамповки [5, 6].

Список литературы:

1. Телегин В.В., Абдуллах М.Н. Анализ влияния на динамику кривошипного пресса технологических схем штамповки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 4-3. С. 629-633.
2. Телегин В.В., Володин А.И., Абдуллах М.Н. Исследование влияния характера изменения технологического усилия штамповки на динамику кривошипного горячештамповочного пресса // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2009. № 2. С. 78-82.
3. Телегин И.В. Структурная формула и оценка металлоёмкости изготовления поковки осесимметричной детали // Символ науки. 2015. № 5. С. 58-64.
4. Телегин И.В. Поковки круглые в плане (осесимметричные). Анализ металлоёмкости // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014661697 от 11.10.2014.
5. Телегин И.В. К вопросу о снижении металлоёмкости процессов горячей объёмной штамповки круглых в плане поковок на кривошипных прессах // Общество, современная наука и образование: проблемы и перспективы. 2012. С. 147-148.
6. Володин И.М., Телегин И.В. Разработка и исследование технологической схемы горячей объёмной штамповки кольцевых поковок // Естественные и технические науки. 2011. № 5 (55). С. 363-365.

© 2015, Телегин И.В.

Оценка металлоёмкости горячей объёмной штамповки поковок из сортового проката круглого сечения

© 2015, Telegin I.V.

Estimation of the metal consumption of hot die forging of forgings from rolled bar round section