

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ОПЕРАЦИИ ОСАДКИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ПРЕССЕ

Вяткин А.А., Вяткин А.Г.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва, Россия*

Ключевые слова: гидравлический пресс, осадка, поковка, погрешность высотных размеров, цилиндрическая заготовка, жесткость поковки, степень деформации.

Аннотация. В статье приводятся цели исследования точности операций осадки на гидравлическом прессе, сообщается о необходимости контроля высотных размеров поковок. Приводятся факторы, которые влияют на погрешность высоты поковок. Приводится уравнение регрессионного анализа. Представлена диаграмма влияния факторов на выходной параметр. На основе уравнения делаются выводы о степени влияния факторов на отклик.

EXPERIMENTAL RESEARCH ON ACCURACY PARAMETERS OF UPSETTING OPERATIONS PERFORMED USING HYDRAULIC PRESS

Vyatkin A.A., Vyatkin A.G.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Keywords: hydraulic press, upsetting, forging, height dimension error, cylindrical workpiece, forging rigidity, degree of deformation.

Abstract. The article presents the objectives of the research into the accuracy of upsetting operations performed on a hydraulic press and highlights the necessity of controlling the height dimensions of forgings. The factors affecting the height deviation of forgings are discussed. A regression analysis equation is provided. A diagram illustrating the influence of factors on the output parameter is presented. Based on the equation, conclusions are drawn regarding the degree of influence of various factors on the response.

Осадка – это технологическая операция кузнечно-прессового производства, при которой происходит пластическая деформация заготовки [1].

Точность элементов поковок зависит от их расположения относительно поверхности разъема штампа. Для того чтобы понизить себестоимость продукции целесообразно сокращать объем лезвийной обработки, за счет увеличения точности высотных размеров заготовок до 8-9 качества.

Для решения этой задачи необходимо правильно спрогнозировать точность высотных размеров поковок перпендикулярных к плоскости разъема штампа. При сравнении точности поковок разной высоты рационально в качестве критерия использовать относительную погрешность высоты осаживаемых поковок $\delta h = \frac{\Delta h}{h} 100\%$ [2].

Была построена матрица планирования, после чего была проведена серия многофакторных экспериментов на гидравлическом прессе модели П481А, имеющий номинальную силу $P=400\text{кН}$.

При выполнении многофакторных экспериментов 2^2 осуществлялась осадка цилиндрических заготовок из стали 45. Отношение размеров поковок d/h принималось 1,5 ($\varnothing 30 \times 20$) и 3,0 ($\varnothing 30 \times 10$). Номинальная степень деформации ε_0 исходных заготовок по высоте была равной 0,1 и 0,36. Силу деформирования (P) устанавливалась для номинальных исходных заготовок, у которых погрешность объема была равна нулю.

В качестве отклика была выбрана относительная погрешность высотных размеров $\bar{y}_i(\delta h, \%)$, в качестве факторов были выбраны жесткость поковки $x_1 (d/h)$ и степень деформации $x_2 (\varepsilon)$.

Уравнение регрессионного анализа для двухфакторного эксперимента в общем виде выглядит следующим образом:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2, \quad (1)$$

где y – величина отклика; x_1, x_2 – факторы; b_0, b_1, b_2, b_{12} – коэффициенты регрессии.

После статистической обработки результатов эксперимента, по известной методике [3], было получено адекватное уравнение регрессии в кодированном масштабе уровней факторов

$$y = 4,66 - 1,76 x_1 + 1,72 x_2 - 1,412 x_1 x_2. \quad (2)$$

Величина и знак коэффициентов в уравнении регрессии говорят о силе и характере влияния факторов, подвергаемых исследованию, на относительную погрешность высоты поковки.

На рисунке 1 представлены результаты анализа многофакторного эксперимента 2^2 в виде диаграммы результатов регрессионного анализа, по этой диаграмме можно определить силу и характер влияния факторов и их взаимодействий на выходной параметр

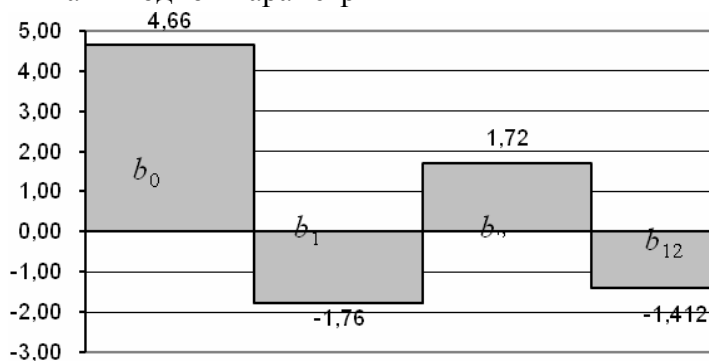


Рис. 1. Регрессионный анализ результатов многофакторного эксперимента

Проанализировав уравнение регрессионного анализа (2) можно сделать следующие выводы:

1) влияние жесткости поковки и степени деформации практически одинаковое;

2) отрицательный коэффициент при $x_1 (d/h)$ в уравнении регрессии означает, что при увеличении жесткости поковки относительная погрешность ее высоты уменьшается;

3) положительный коэффициент при x_2 (ϵ), что с увеличением степени деформации величина погрешности увеличивается.

Список литературы

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.
2. Вяткин А.Г., Вяткин А.А. Факторы, влияющие на точность осадки при штамповке на гидравлическом прессе // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2012. – №12. – С. 29-38. – DOI: 10.7463/1212.0500313.
3. Абрамова И.В., Шилова З.В. Многофакторный эксперимент как компонент научно-исследовательской работы магистров // Наставничество в математике и в математическом образовании – Труды Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академика А.Н. Колмогорова. – Киров: Вятский государственный университет, 2023. – Т. 1. – С. 62-67.

References

1. Romanovsky V.P. Cold Stamping Handbook. – L.: Mechanical Engineering, 1971. – 782 p.
2. Vyatkin A.G., Vyatkin A.A. Factors Affecting the Accuracy of Upsetting in Stamping on a Hydraulic Press // Science and Education: scientific publication of the Bauman Moscow State Technical University. 2012, no. 12, pp. 29-38. DOI: 10.7463/1212.0500313.
3. Abramova I.V., Shilova Z.V. Multifactorial Experiment as a Component of Master's Research Work // Mentoring in Mathematics and Mathematical Education – Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 120th Anniversary of Academician A.N. Kolmogorov. – Kirov: Vyatka State University, 2023. – Vol. 1. – P. 62-67.

Вяткин Андрей Андреевич – старший преподаватель кафедры МК4 «Инженерная графика»	Vyatkin Andrey Andreevich – senior lecturer of the Department of technical drawing MK4
Вяткин Андрей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры МК1 «Технология машиностроения»	Vyatkin Andrey Gennadievich – candidate of technical sciences, associated professor of the Department of mechanical engineering technologies MK1
a-vyatkin@bmstu.ru	

Received 06.09.2025