

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Вяткин А.А., Вяткин А.Г.

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

Ключевые слова: гидравлический пресс, осадка, поковка, степень деформации, силы контактного трения, технологические смазки.

Аннотация. В статье исследуются вопросы повышения эффективности обработки металлов давлением с применением технологических смазок. Приводятся ключевые факторы, влияющие на выбор смазки. Представлены результаты полного факторного эксперимента в виде уравнения регрессии показывающего эффективность применения смазки. Сообщается о возможности оптимизации процесса осадки за счёт рационального выбора параметров деформации и применения технологических смазок. Делается вывод что наибольший эффект от применения технологической смазки достигается при работе с более жесткими заготовками.

RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGICAL LUBRICANTS IN METAL FORMING PROCESSES

Vyatkin A.A., Vyatkin A.G.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

Keywords: hydraulic press, upsetting, forging, degree of deformation, contact friction forces, process lubricants.

Abstract. The article examines issues of improving the efficiency of metal forming processes through the use of technological lubricants. Key factors influencing lubricant selection are presented. The results of a full-factorial experiment are provided in the form of a regression equation that demonstrates the effectiveness of lubricant application. The study reports on the possibility of optimizing the upsetting process by rationally selecting deformation parameters and using technological lubricants. It is concluded that the greatest benefit from using technological lubricants is achieved when working with stiffer workpieces.

В современной машиностроительной отрасли методы обработки металлов давлением вышли за рамки традиционного заготовительного производства. Высокая точность получаемых изделий позволяет существенно сократить или полностью исключить последующую механическую обработку. Кроме того, пластическая деформация в большинстве случаев улучшает эксплуатационные характеристики материала [1].

При осуществлении операций обработки металлов давлением происходит непосредственный контакт деформирующего инструмента с обрабатываемым материалом. В процессе деформации частицы металла скользят по поверхности инструмента, что приводит к возникновению сил

контактного трения [2]. Это явление требует увеличения деформирующей силы для получения поковок заданных размеров.

Для снижения сил трения и уменьшения необходимой деформирующей силы применяются специальные технологические смазки [3]. Эффективность их использования зависит от нескольких ключевых факторов:

- геометрических параметров поковки;
- условий деформирования;
- характеристик применяемой смазки.

Для определения влияния указанных факторов был проведен полнофакторный эксперимент [4]. В качестве материала исследовались стальные поковки (сталь 20) имеющие после осадки следующие размеры – $d = 24$ мм, $h = 8$ мм и $d = 24$ мм, $h = 16$ мм, то есть с различной относительной высотой – $d/h = 3,0$ и $d/h = 1,5$ соответственно. Осадка осуществлялась с различными степенями деформации $\varepsilon = 0,36$ и $\varepsilon = 0,1$. В качестве технологической смазки использовался технический вазелин с графитом.

В результате статистической обработки полученных данных была разработана математическая модель в виде уравнения регрессии:

$$y(\delta h) = 2,29 - 0,38x_1(\varepsilon) + 2,09x_2(d/h) + 1,05x_1 \cdot x_2(\varepsilon \cdot d/h). \quad (1)$$

Анализ полученной модели показал, что наибольшее влияние на эффективность смазки оказывает отношение диаметра к высоте поковки, характеризующее её жесткость. При увеличении этого отношения эффективность применения смазки возрастает.

Проведенные исследования позволили установить следующие закономерности:

- с увеличением жесткости поковки эффективность смазки повышается;
- влияние степени деформации на эффективность смазки является отрицательным;
- при увеличении степени деформации эффективность применения смазки снижается;
- взаимодействие факторов существенно влияет на конечный результат.

Максимальный эффект от применения технологической смазки достигается при обработке относительно низких поковок с малой степенью деформации, то есть при работе с более жесткими заготовками.

Список литературы

1. Вяткин А.Г., Вяткин А.А. Расчетно-аналитический метод определения ожидаемой погрешности высоты поковок при осадке на гидравлическом прессе с применением жесткого упора // Черные металлы. – 2025. – №8. – С. 58-63. – DOI: 10.17580/chm.2025.08.08.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782с.

3. Антонюк Ф.И., Калмыков В.В., Мкртчян А.Б. Применение статистических методов анализа к оценке изменения диаметра цилиндра при холодной осадке // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8-1. – С. 9-13.
4. 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. Vyatkin A.G., Vyatkin A.A. Calculation and analytical method for determining the expected error in the height of forgings during upsetting on a hydraulic press using a rigid stop // Ferrous metals. 2025, no 8, pp. 58-63. DOI: 10.17580/chm.2025.08.08.
2. Romanovsky V.P. Cold Stamping Handbook – L.: Mechanical Engineering, 1971. – 782 p.
3. Antonuk F.I., Kalmikov V.V., Mkrtchan A.B. Application of statistical analysis methods to assess cylinder diameter changes during cold upsetting // Fundamental researchs. 2016, no. 8-1, pp. 9-13.
4. 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: Vyatsk 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, Department of mechanical engineering technologies MK1
and-vyatkin@mail.ru	

Received 26.10.2025