

Каргин Б. С.  
Каргин С. Б.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КЛАПАНОВ

Производство автомобильных клапанов массовое, поэтому совершенствование технологии их изготовления является актуальной задачей.

Штамповка автомобильных клапанов осуществляется в два перехода: первый – выдавливание стержня, второй – осадка тарелки.

Степень деформации при выдавливании клапанов составляет 0,8 – 0,94 и определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{F - f}{F}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – относительная степень деформации;  $F$  – площадь поперечного сечения утолщенного элемента заготовки;  $f$  – площадь наименьшего поперечного сечения выдавленного элемента поковки.

Как показал анализ производства клапанов на одном из заводов, ключевой проблемой является повышение стойкости инструмента и экологической безопасности. Стойкость матриц составляет 1300 – 1400 поковок. В качестве смазочного материала применяют «Укринол-7» (смазка на масляной основе) [1]. При этом содержание в воздухе бензапирена в 3 раза превышает ПДК, а содержание нитридов превышает ПДК в 2 раза. Таким образом, использование ТС «Укринол-7» недопустимо с экологической точки зрения [2, 3]. Проведенные комплексные исследования коллоидно-графитовых смазочных материалов на масляной и водной основе для штамповки поковок на автоматизированных горячештамповочных линиях [4, 5, 6] не позволяют рекомендовать эффективные технологические смазки для штамповки автомобильных клапанов.

Цель работы – совершенствовать процесс штамповки автомобильных клапанов, за счет применения экологически чистых эффективных технологических смазок.

Нами была разработана, изготовлена и исследована новая бездымная водно-графитовая смазка «В-2», состав которой приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав смазки «В-2»

№ п/п	Наименование компонента	Содержание, %	Примечание
1	Графит	18–20	Содержание компонента в весовых единицах
2	Триполифосфат натрия	1–2	
3	Триэтаноламин	3–4	
4	Сульфитно-спиртовая барда	6–8	
5	Этнас	3–4	
6	Канифоль сосновая	0,8–1,5	
7	Вода	до 100	

Смазка «В-2» представляет собой сложную композицию, свойства которой в значительной мере определяются главной ее составляющей – графитом.

Графит для смазки «В-2» был измельчен на гидродинамической установке. Метод гидродинамического измельчения графита базируется на кавитационном физическом явлении, возникающем при движении потока суспензии с определенной скоростью и давлением через гидродинамический активатор. В процессе движения струи суспензии в активаторе образуются кавитационные пузырьки. При схлопывании кавитационных пузырьков образуются кумулятивные микроструи, которые вызывают размельчение твердых частиц графита. Значительным достоинством гидродинамического измельчения графита является дробление последнего на частицы пластинчатой формы, чего не можно достичь при измельчении в шаровых мельницах (там частицы графита приобретают округленную форму и скорость их осаждения в 1,7–1,8 раза больше, чем частиц пластинчатой формы).

Кроме того гидродинамический способ измельчения графита, в отличие от шаровых мельниц, не повышает зольность в смазке по причине отсутствия трения между мельящими элементами [7].

Размер частиц графита, получаемых при размоле, является важным показателем смазочного материала.

Наличие мелких (1–5 мкм) частиц графита в смазочном материале, позволяет покрывать поверхность инструмента тонким слоем. Мелкие частицы графита обладают высокой агрегативной устойчивостью. К недостаткам мелких частиц следует отнести их быстрое окисление при высоких температурах. Крупные частицы (100–200 мкм) графита являются отличным смазочным материалом и обладают повышенной стойкостью к окислению. Кроме того, при большом пути перемещения металла по поверхности инструмента (что имеет место при выдавливании клапанов) наличие мелких и крупных частиц графита в смазке «В-2» позволяет избежать разрывов смазочного слоя и прямого контакта деформируемого металла с инструментом.

В смазке «В-2» графит с размером частиц 1–5 мкм составлял 50 %, т. е. 9–10 % и графит с размером частиц 100–200 мкм составлял 50 %, т. е. 9–10 %.

Лабораторные эксперименты по исследованию эффективности смазки «В-2» и «Укринол-7» при выдавливании клапанов (рис. 1) производили на спроектированной и изготовленной установке, представленной на рис. 2. Установка позволяет осуществлять процесс выдавливания нагретых в электропечи СШОЛ заготовок с осциллографированием силы выдавливания и выталкивания.



Рис. 1. Фото исходной заготовки и отштампованных клапанов

Для приближения условий выдавливания к производственным был использован блок Луганского завода автомобильных клапанов, на котором были укорочены колонки и втулки для возможности установки штампа на лабораторный пресс силой 2,5 МН модели КА9534.

Стол пресса был усилен вставкой и косынками, т. к. отверстие в столе пресса размером 500 × 500 мм обуславливало опасные изгибающие напряжения в нижней плите блока и в столе при выдавливании клапанов. В блок установили типовые матрицу и пуансон (первого перехода).

Материал клапана – сталь 40Х9С2. Заготовки диаметром 30 мм и высотой 32 мм нагревали в электропечи до  $t = 1150$  °С. Диаметр стержня клапана равен 9,6 мм, а длина – 123 мм. Степень деформации – 9,41.

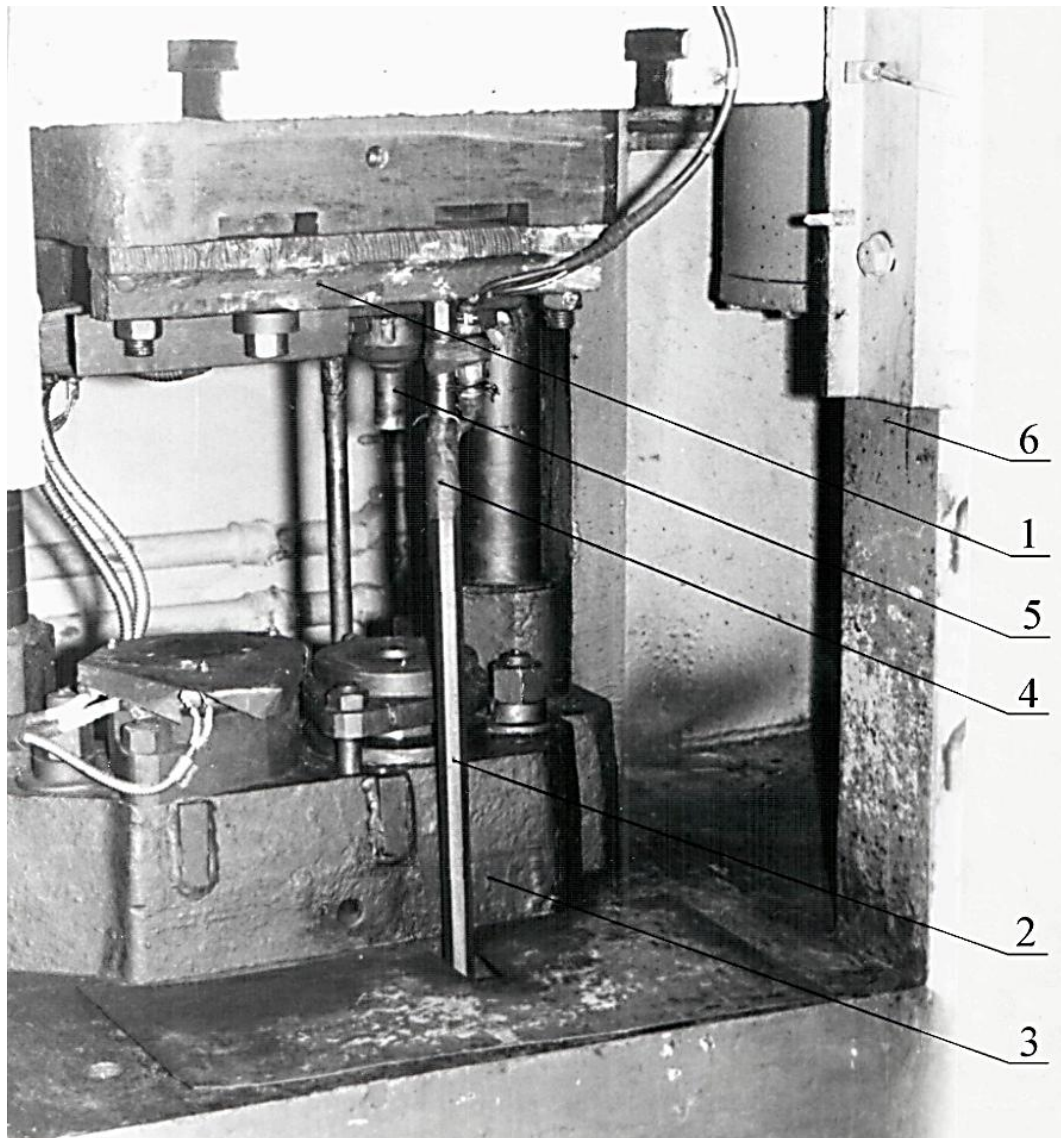


Рис. 2. Лабораторная установка для штамповки автомобильных клапанов (1 – соединительная планка; 2 – тяга вертикальная; 3 – штамп; 4 – тензометрические датчики; 5 – пуансон; 6 – пресс)

Материал матрицы и пуансона – сталь 4Х4ВМФС (ДИ-22). Смазку «В-2» и «Укринол-7» перед штамповкой наносили кистью на поверхность матрицы и пуансона. Для выталкивания выдавленных заготовок на верхней половине блока были закреплены планки 1 и тяги 2 (рис. 3), которые под столом пресса соединены поперечной 5, взаимодействующей с толкателем 4.

Перед выдавливанием матрицу нагревали до  $t = 150\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$ .

Оценку качества смазок производили при горячем выдавливании клапанов по силе штамповки и выталкивания.

Испытаниям подвергались 10 образцов одной массы для каждого типа смазок.

По результатам эксперимента оценивали эффективность исследуемых смазок, а также фиксировали поведение смазки в процессе эксплуатации.

Сила деформирования поковок, отштампованных со смазкой «В-2» и «Укринол-7» отличается незначительно и составляет  $P = 890\text{--}900\text{ кН}$ , а сила выталкивания поковки из штампа также почти одинаковая, и составляет приблизительно 10 % от силы штамповки.

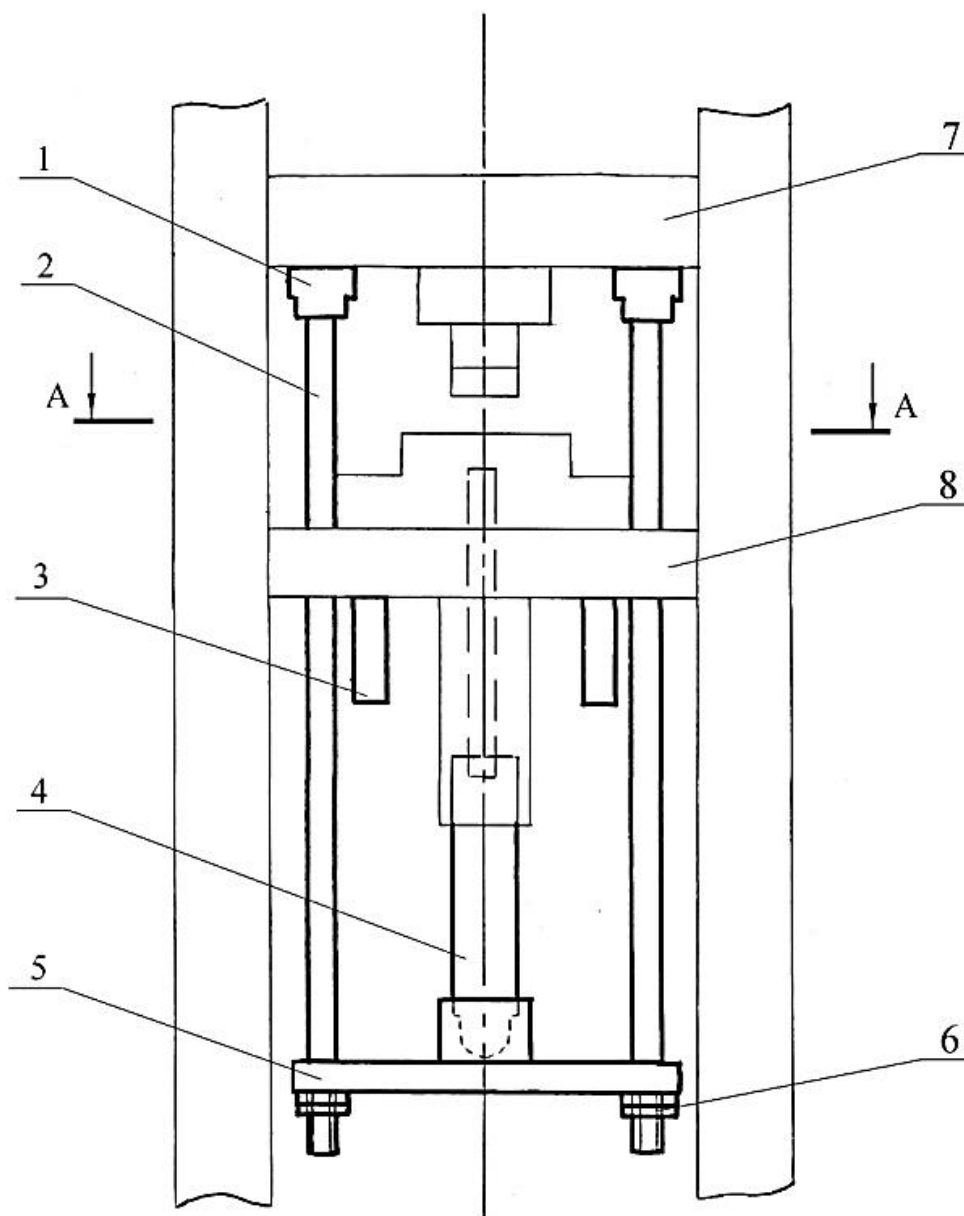


Рис. 3. Схема расположения механизма выталкивателя (вид сбоку):

1 – соединительная планка; 2 – тяга вертикальная; 3 – косынка для усиления стола; 4 – толкатель; 5 – нижняя поперечина; 6 – гайки; 7 – ползун пресса; 8 – стол пресса

Маслографитовая смазка «Укринол-7» ухудшает санитарно-гигиенические условия труда, так как при ее применении образуется дым, копоть, факел пламени.

При использовании разработанной водно-графитовой смазки «В-2» вышеприведенные отрицательные факторы полностью отсутствуют.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана, изготовлена и испытана при штамповке автомобильных клапанов эффективная, экологически чистая водно-графитовая технологическая смазка «В-2».
2. Установлено, что эффективность технологических смазок «В-2» и «Укринол-7» одинаковая. Внедрение смазки «В-2» позволит усовершенствовать процесс штамповки автомобильных клапанов и снизить себестоимость поковок.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каргин Б.С. Совершенствование кузнечно-штамповочного производства за счет применения эффективных технологических смазок. *Мир техники и технологий*. 2004. 2. С. 28–32.
2. Медведь Р. А. О загрязнении бензапиреном воздушной среды кузниц при различных смазках в процессе штамповки. *Кузнечно-штамповочное производство*. 1982. 5. С. 38–50
3. Грудев А. П., Зильберг Ю. В., Билик В. Б. Трение и смазки при обработке металлов давлением: справочник. Москва: Металлургия, 1988. 312 с.
4. Петров А. Н. Комплексное исследование колоидно-графитовых смазочных материалов на водной основе. *Кузнечно-штамповочное производство. ОМД*. 2011. 10. С. 18–20.
5. Петров А. Н. Исследование колоидно-графитовых смазочных материалов на масляной основе. *Кузнечно-штамповочное производство. ОМД*. 2012. 4. С. 20–22.
6. Петров А. Н. Выбор оптимальных колоидно-графитовых смазочных материалов для штампов автоматизированных горячештамповочных линий. *Кузнечно-штамповочное производство. ОМД*. 2012. 6. С. 12–16.
7. А. с. 1660330 СССР. МПК С 01 В 31/04. Способ обработки графита. Диамантопуло К.К., Каргин Б. С., Немчин А. Н., Паук В. И. 4622798/26; заявл. 26.09.1988; опубл. 01.03.1991.

## REFERENCES

1. Kargin B.S. Improvement of forging and stamping production through the use of effective technological lubricants. *World of Engineering and Technology*. 2004, 2, pp. 28–32. (in Russian).
2. Medved R.A. On the benzaniren pollution of the forge air with various lubricants during stamping. *Forging and Stamping Production*. 1982, 5, pp. 38–50. (in Russian).
3. Grudev A.P., Zilber Yu.V., Bilik V.B. Friction and lubricants in metal forming. Handbook. Moscow: Metallurgy. 1988, 312 p. (in Russian).
4. Petrov A.N. Comprehensive study of water-based colloidal graphite lubricants. *Forging and Stamping Production. Material Working by Pressure*. 2011, 10, pp. 18–20. (in Russian).
5. Petrov A.N. Research of oil-based colloidal graphite lubricants. *Forging and Stamping Production. Material Working by Pressure*. 2012, 4, pp. 20–22. (in Russian).
6. Petrov A.N. The choice of optimal colloid-graphite lubricants for dies of automated hot-stamping lines. *Forging and Stamping Production. Material Working by Pressure*. 2012, 6, pp. 12–16. (in Russian).
7. Pat. 1660330 USSR. Graphite processing method. Diamantopulo K.K., Kargin B.S., Nemchin A.N., Pauk V.I. 1988.

Каргин Б. С. – канд. техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»;  
E-mail: gefest.2007.44@ukr.net

Каргин С. Б. – канд. техн. наук, доц. ГВУЗ «ПГТУ».

ГВУЗ «ПГТУ» – Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет».

*Статья поступила в редакцию 11.10.2019 г.*