

УДК 621.73.043:621.892

**Каргин Б. С.
Каргин С. Б.**

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК ДЛЯ ВЫДАВЛИВАНИЯ КЛАПАНОВ

Для выдавливания клапанов применяемые технологические смазки на основе масел (Эффектол, Графитол, Сумидера, Укринол–7) загрязняют воздушную среду масляным аэрозолем, продуктами термоокислительного разрушения, окисью углерода и канцерогенными веществами, среди которых большая часть приходится на бензапирен [1]. При отсутствии индивидуальной вентиляции на прессе и использовании в качестве смазочного материала Укринол–7 содержание в воздухе нитридов превышает ПДК в 2 раза. Масляные смазки образуют трудноудаляемый нагар, сильно дымят и пожароопасны. Механизировать процесс нанесения смазок на гравюру штампа затруднительно, поэтому эта операция чаще всего выполняется вручную, а недостаточная охлаждающая способность масляных смазок снижает стойкость штампов [2]. Кроме того, масла, нанесенные на поверхность разогретого штампа, проникают в трещины, вызывая их дальнейший рост.

Таким образом, использование для горячего выдавливания клапанов графитомасляных смазок недопустимо. Для улучшения санитарно-гигиенических условий труда и повышения стойкости штампов в кузнечных цехах широко применяют водно-графитовые технологические смазки Дельта–144, ОГВ–75, графитол В–2 [3, 4].

При соприкосновении водно-графитового смазочного материала с нагретым штампом, жидкие составляющие испаряются, охлаждая штамп и не успевая проникнуть в трещины на поверхности. Испарившийся смазочный материал в виде пленки покрывает поверхность штампа и в определенной степени изолирует контакт с горячей заготовкой.

Важным показателем смазочного материала является размер частиц графита, получаемых при размоле. В вышеприведенных водно-графитовых смазках применяют мелкие частицы графита (1–5 мкм), которые покрывают поверхность штампа тонким слоем и обладают высокой агрегативной устойчивостью.

К недостаткам мелких частиц графита следует отнести быстрое окисление при высоких температурах. Крупные частицы графита (5–200 мкм), являются хорошим смазочным материалом и обладают повышенной стойкостью к окислению. Недостатком их является невысокая агрегативная устойчивость, приводящая к быстрому засорению смазывающих устройств.

Использование в кузнечном производстве механизированных установок для нанесения смазок поставило целый ряд новых требований. Смазки должны легко растворяться; быть стабильными при хранении и эксплуатации; отвечать требованиям промышленной санитарии; иметь высокие антифрикционные, разделительные и охлаждающие свойства; создавать сплошные и прочные пленки на поверхности штампа в течение всего технологического цикла; не обладать коррозионным воздействием на оборудование и инструмент; легко удаляться водой из трубопроводов, клапанов и распылителей системы нанесения, удаляться воздухом из гравюры штампа; не иметь в составе дефицитных материалов. Применение смазок должно быть экономически целесообразным. К сожалению выпускаемые промышленностью водно-графитовые технологические смазки не в полной мере отвечают приведенным требованиям.

Целью работы является разработка состава и способов исследования эффективности технологических смазок в условиях приближенных к производственным, т.е. к тем процессам, в которых они будут реализованы.

Авторы [5] отмечают, что основными критериями оценки технологических смазок (ТС) для горячей объемной штамповки являются: при производственных испытаниях – стойкость штампов, при лабораторных – коэффициент внешнего трения как косвенный показатель стойкости из-за длительности ее прямого определения. Отмечается, что удовлетворительной методики комплексной оценки ТС с использованием комплексных показателей эффективности пока нет. К

этому следует добавить, что наиболее достоверные показатели эффективности смазок получаются при испытании их при тех процессах, для которых они разработаны [4].

На кафедре ОМД ПГТУ была разработана, исследована и внедрена водно-графитовая технологическая смазка для горячего выдавливания клапанов (условное название СВ).

В состав смазки СВ входит:

Графит с частицами 0,1-5 мкм – 10 %;

Графит с частицами 5-200 мкм – 20 %;

Триполифосфат натрия – 7 %;

Древесная масса – 3 %;

Вода – 60 % (остальное).

Полидисперсный графит, введенный в смазку имеет соотношение масс мелко- и крупнодисперсного графита в пределах 1-2. Мелкие частицы графита с поверхностью, блокированной фосфатными группами, обеспечивают хорошую адгезионную способность смазки, а крупные частицы графита – получение сравнительно толстого слоя смазки на поверхности инструмента. Это, в свою очередь, обеспечивает неразрывность слоя смазки при значительных перемещениях металла выдавливаемой заготовки относительно поверхности инструмента.

Введение в состав смазки древесной массы (лучше сосновой, как содержащей канифоль) с относительной толщиной волокон (отношение толщины к длине) 0,01-0,1 позволяет использовать волокна древесной массы в качестве загустителя смазки и за счет быстрого сгорания волокон древесной массы обеспечить образование газовой подушки между штампом и горячим металлом заготовки. Кроме этого, образующийся от сгорания древесной массы углерод препятствует привариванию к штампу.

Смазка готовится путем смешения графита различной степени помола с триполифосфатом натрия и с последующим добавлением древесной массы.

За критерий оценки технологических свойств при лабораторных испытаниях принимали коэффициент трения, силу выдавливания и выталкивания поковки клапана из штампа. При производственных испытаниях за критерий принимали стойкость матрицы до полного износа. Величину коэффициента трения определяли известным методом осадки кольцевых образцов на прессе силой 0,63 МН при температуре 1100 °С. Инструмент был изготовлен из стали 5ХНМ и подогревался до 200 °С. При экспериментах использовали пять марок смазочных материалов (Укринол-7, ОГВ-75, Графитол В2, Дельта 144, СВ). Как показали результаты лабораторных испытаний, коэффициент трения при применении указанных технологических смазок следующий:

Укринол-7 – $\mu = 0,20$;

СВ – $\mu = 0,21$;

Графитол В2 – $\mu = 0,22$;

Дельта 144 – $\mu = 0,23$;

ОГВ 75 – $\mu = 0,23$.

Производственные испытания проводили на кривошипном горячештамповочном прессе мод. КА-864 силой 10 МН при выдавливании автомобильных клапанов. Все поковки однотипные, изготавливаемые прямым горячим выдавливанием стержня в первом ручье с последующим оформлением тарелки клапана во втором ручье.

Материал клапана – сталь 40Х9С2. Заготовку диаметром 25 мм и высотой 32 мм нагревали в индукторе до 1150 °С. Диаметр стержня клапана равен 9,6 мм, а длина – 123 мм, коэффициент вытяжки – 9,41. Материал пуансонов и матриц – сталь 4Х4ВМФС (ДИ22). Смазочный материал СВ подавался в полость матрицы аналогично Укринолу-7 (широкого применению при выдавливании клапанов). Количество подаваемого смазочного материала регулировалось временем подачи и составляло 6-8 г на одну поковку.

Результаты испытания показали, что величина силы выдавливания и силы выталкивания поковки при использовании смазки Укринол-7 и СВ практически одинаковая и составляет, соответственно 920 кН и 30 кН. Стойкость матриц составила 1350-1400 поковок. При использовании водно-графитового смазочного материала СВ исключается дым, копоть, т.е. за-

грязнение воздушной среды, а следовательно, она вполне может заменить Укринол-7 при операциях горячего выдавливания клапанов.

Нами были разработаны 2 способа исследования эффективности смазок при выдавливании.

Сущность первого способа заключается в следующем. Помещают в штамп для выдавливания заготовку с нанесенной на поверхность технологической смазкой. Осуществляют выдавливание изделия, имеющего стержневую часть и головку. Наносят другую испытываемую технологическую смазку на новую заготовку такой же массы и осуществляют выдавливание стержневой части аналогичным образом. По разнице длин стержневых частей изделий оценивают эффективность смазки. Более длинной стержневой части соответствует более эффективная смазка.

Испытания проводились на базе кривошипного прессы силой 2,5 МН. В качестве базовой смазки применяли Укринол-7 по ТУ21-25-106-73, широко используемой при горячем выдавливании автомобильных клапанов. Для экспериментов использовали производственные образцы стали 40Х9С2 с размерами $H=33,5\pm 0,5$; $D_0=24,5$ мм (рис. 1а), массой 0,128 кг. Перед выдавливанием матрицу нагревали до температуры 150 °С.

При выдавливании клапана (рис. 1б) коэффициент вытяжки составлял $\theta = 9,4$. Диаметр контейнера матрицы 30,1 мм, диаметр очка 9,75+0,03 мм. Пуансон и матрица изготовлены из стали 4Х4ВМФС (ДИ-22) ГОСТ 5950-73. Испытывали технологические смазки следующих марок: Укринол-7, Эффектол, Графитол¹, СВ. Деформировали по 10 образцов с применением одной смазки. В результате испытаний получили следующие длины стержня:

Укринол-7 – $l = 130$ мм, Эффектол – $l = 115,5$ мм, Графитол – $l = 117,0$ мм, СВ – $l = 130$ мм.

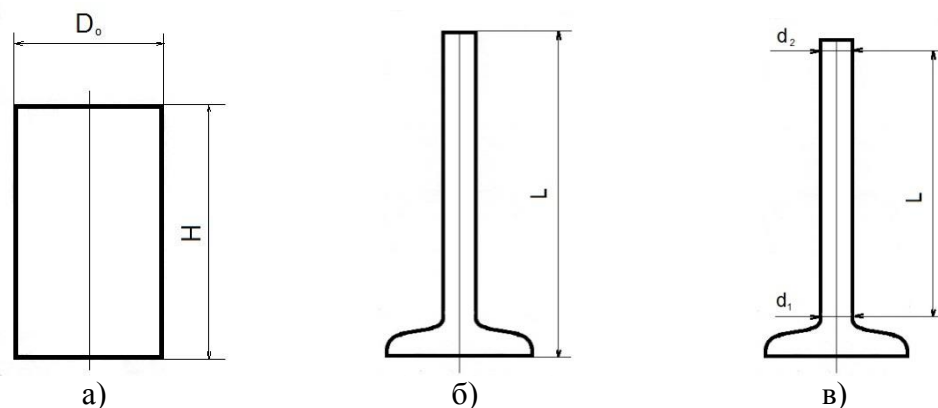


Рис. 1. Исходная заготовка (а) и отштампованные клапаны (б, в)

Отсюда следует, что наиболее эффективны смазки Укринол-7 и СВ, так как клапаны, полученные с использованием этих смазок, имеют самую большую длину. Но предпочтение следует отдать СВ, так как эта смазка при прочих равных условиях – бездымна.

Сущность второго способа определения эффективности смазок при выдавливании заключается в следующем.

Выдавливается поковка в виде стержня с использованием базовой смазки. Измеряется с помощью микрометра диаметр выходного конца стержня d_2 . Затем измеряется диаметр у основания стержня d_1 . С помощью штангенциркуля замеряется расстояние l между d_1 и d_2 (рис. 1в). По полученным данным вычисляют тангенс ($\operatorname{tg} \alpha$) угла наклона образующей стержня $\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_2 - d_1}{2l}$. Аналогичные действия проводят с поковками, полученными с использованием исследуемых смазок. Меньшее значение тангенса угла наклона образующей стержня указывает на использование более эффективной смазки.

¹ Эффектол и Графитол – образцы смазок на масляной основе Государственного института прикладной химии г. Санкт-Петербург

Различия диаметров выходного конца стержня и диаметра у основания указывают на утонение смазочного слоя в процессе выдавливания. Менее интенсивное утонение указывает на большую прочность смазочного слоя. Следовательно, чем меньше интенсивность утонения смазочного слоя, тем слой смазки прочнее, соответственно различия выходного диаметра и диаметра у основания стержня меньше.

Таким образом, возможно относительно базовой смазки по величине тангенса угла наклона образующей стержня классифицировать исследуемые смазки с более или менее стойким смазочным слоем.

Испытания проводились по методике, аналогичной первому способу.

В результате, при расстоянии $l = 65$ мм минимальный тангенс угла наклона образующей стержня получен при использовании смазки СВ – $\operatorname{tg}\alpha = 2,3$, что указывает на наименьшее утонение смазочного слоя. Для смазки Укринол-7 – $\operatorname{tg}\alpha = 5,6$; Эффектол – $\operatorname{tg}\alpha = 6,9$; Графитол $\operatorname{tg}\alpha = 6,6$.

ВЫВОДЫ

1. Разработан и испытан состав новой экологически чистой водно-графитовой технологической смазки для горячего выдавливания стали с условным названием СВ (смазка для выдавливания). Показаны ее преимущества перед масло-графитовой смазкой Укринол-7.

2. Разработаны и исследованы два новых способа определения эффективности технологических смазок при выдавливании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *О загрязнении бензапиреном воздушной среды кузниц при различных смазках в процессе штамповки* / Р. А. Медведь, В. В. Кузина, В. В. Байковский, Т. А. Коробейник // *Кузнечно-штамповочное производство*. – 1982. – №5. – С. 38–39.
2. *Каргин Б.С. Совершенствование кузнечно-штамповочного производства за счет применения эффективных технологических смазок* / Б. С. Каргин. – Ж. : Мир техники и технологий, 2004. – № 2. – С. 52–53.
3. *Новроцкий Г. А. Исследование свойств технологических водно-графитовых смазочных материалов для горячей штамповки* / Г. А. Новроцкий, А. А.Петров, Ю. Г. Каплин // *Кузнечно-штамповочное производство*. – 1987. – №1 – С. 23–25.
4. *Грудев А. П. Трение и смазки при обработке металлов давлением* / А. И. Грудев, Ю. В. Зильберг, В. Т. Тилик. – *Справочник*. – М. : *Металлургия*, 1982. – 300 с.
5. *Герчиков А. В. Исследование смазок для горячей штамповки* / А. В. Герчиков, Ю. Г. Капин, Г. В. Елисеев // *Кузнечно-штамповочное производство*. – 1977. – №4. – С. 17–19.

REFERENCES

1. *O zagrjaznenii benzapirenom vozdušnoj sredy kuznic pri razlichnyh smazkah v processe shtampovki* / R. A. Medved', V. V. Kuzina, V. V. Bajkovskij, T. A. Korobejnik // *Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo*. – 1982. – №5. – S. 38–39.
2. *Kargin B.S. Sovershenstvovanie kuznechno-shtampovochnogo proizvodstva za schet primenenija jeffektivnyh tehnologičeskijh smazok* / B. S. Kargin. – Zh. : *Mir tehniki i tehnologij*, 2004. – № 2. – S. 52–53.
3. *Novrockij G. A. Issledovanie svojstv tehnologičeskijh vodno-grafitovyh smazočnyh materialov dlja gorjachej shtampovki* / G. A. Novrockij, A. A.Petrov, Ju. G. Kaplin // *Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo*. – 1987. – №1 – S. 23–25.
4. *Grudev A. P. Trenie i smazki pri obrabotke metallov davleniem* / A. I. Grudev, Ju. V. Zil'berg, V. T. Tilik. – *Spravočnik*. – M. : *Metallurgija*, 1982. – 300 s.
5. *Gerchikov A. V. Issledovanie smazok dlja gorjachej shtampovki* / A. V. Gerchikov, Ju. G. Kapin, G. V. Eliseev // *Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo*. – 1977. – №4. – S. 17–19.

Каргин Б. С. – канд. техн. наук, проф. каф. ОМД ГВУЗ «ПГТУ»

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

ГВУЗ «ПГУТ» – Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь.

E-mail: gefest.2007.44@mail.ru

Статья поступила в редакцию 18.03.2016 г.