

УДК 621.73

Б.С. Каргин, к.т.н., проф. С.Б. Каргин, аспирант, Р.О. Ткачѐв, ст. преп.  
Приазовский государственный технический университет

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПОДАЧИ СМАЗОК ПРИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКЕ СТАЛЕЙ

*Представлені результати досліджень по виготовленню водно-графітових мастил, для яких використаний графіт, подрібнений за запропонованим авторами гідродинамічним способом. Описана конструкція розробленого авторами автоматичного пристрою для подачі мастила і приладу для виміру товщини мастильного шару.*

*The results of researches are presented on making of the aquatic-graphite greasings, which a graphite, ground up on the hydrodynamic method offered by authors, is used for. The construction of the automatic device worked out by authors is described for the serve of greasing and device for measuring of thickness of lubricating layer.*

Кафедра кузнечно-штамповочного производства ПГТУ с 1970 года занимается вопросами разработки составов экологически чистых технологических смазок и устройств для их подачи распылением при горячей объёмной штамповке. По данной тематике получено 23 авторских свидетельств и патентов. Разработан и испытан прибор для замера толщины слоя смазки. В настоящей работе кратко представлены основные результаты этих исследований.

Проблема разработки эффективных технологических смазок для горячей объёмной штамповки приобретает в последнее время все большую актуальность. Это связано с необходимостью экономии дорогостоящих инструментальных сталей, улучшением условий труда за счёт оздоровления атмосферы кузнечных цехов, а также с давно наметившимися тенденциями в совершенствовании технологии горячей штамповки. Эти требования предопределяют соответственно высокие смазочно-охлаждающие способности технологических смазок, использование технологических смазок на негорючей основе, а также прочность смазочного слоя при значительном перемещении металла заготовки относительно рабочих поверхностей штампа. Конечным результатом разработки и создания эффективных, но не дорогих технологических смазок является получение комплекса оптимальных показателей смазки, в частности, эксплуатационных.

В настоящее время известно много различных типов технологических смазок [1], рекомендуемых для горячей объёмной штамповки. Точки зрения исследователей за последнее время сблизились.

Учитывая зарубежный опыт [2], а также опыт работы отечественных заводов [3], самым перспективным материалом для технологических смазок при объёмной штамповке стали следует признать графит, который обладает хорошими антифрикционными свойствами, термостойкостью, химической инертностью и низкой стоимостью. Графит применяется в технике в качестве смазочного материала уже более 130 лет. Низкий коэффициент трения графита обусловлен не только его кристаллической структурой, но и адсорбционными плёнками (особенно водяных паров), которые образуют поверхностный слой. Следовательно, наиболее благоприятные смазочные свойства графита проявляются в присутствии влаги [4, 5]. Поэтому в настоящее время большое распространение получили смазки на водной основе. В зависимости от требуемой толщины графитового покрытия задаётся дисперсность графита. От дисперсности графита зависит стоимость смазки. Например, стоимость 1 т водно-графитовой смазки ОГВ-75, выпускаемой Мариупольским графитовым комбинатом «Маркограф» составляет около 6000 гривен. Это во многом связано с большой трудоёмкостью измельчения графита (в шаровых мельницах), который является основным компонентом смазки ОГВ-75. Измельчение графита весьма энергоёмко, малопродуктивно и до настоящего времени пока не создано эффективной технологии и оборудования для этой операции.

Нами были разработаны составы водно-графитовых смазок В-1, ГФП и ГФПО. Способ производства указанных смазок исключает помол графита в шаровых мельницах в присутствии реагента окислителя и обработку измельчённого графита серной кислотой, отмывку от солей и кислот с последующей нейтрализацией и фильтрацией. В основу предложенной нами технологии измельчения графита и производства на его основе технологических смазок, заложен гидродинамический способ с применением кавитационно-кумулятивной обработки графита на специально сконструированной установке [6]. Метод гидродинамического измельчения базируется на кавитационном физическом явлении, возникающем при движении потока суспензии с определённой скоростью и давлением через гидродинамический активатор.

В процессе движения струи суспензии в активаторе образуются кавитационные каверны, распадающиеся в дальнейшем на кавитационные пузырьки. При схлопывании кавитационных пузырьков образуются кумулятивные микроструи, которые вызывают размельчение твёрдых частиц графита. Нами был выполнен промышленный образец установки и смонтирован на «Маркографе». По новой технологии изготовлены опытные партии смазок В-1, ГФП и ГФПО. Время их изготовления в 5 раз меньше, чем по традиционной технологии. Смазка В-1 испытана и внедрена на автоматической линии «Хозенклевер» (ТКЗ) на базе кривошипного прессы силой 63 МН при изготовлении поковки «ось колеса» массой 41 кг из стали 40Х. Штамповка осуществлялась за 4 перехода при 2х ходах прессы: 1 ход – выдавливание и окончательная штамповка (I и III переход); 2 ход – выдавливание и отрезка заусенца (II IV переходы). Темп штамповки 140 штук/ч. Управление работой линии осуществляет ЭВМ. Ранее при штамповке применялась масло-графитовая смазка «Sumidera» (Германия). Смазка наносилась на штамп распылением. Расход смазки 0,35 кг на 1 поковку. Проблема состояла в том, что при использовании этой смазки образуется пламя, дым и неблагоприятные санитарно-гигиенические условия. Кроме того, эта смазка дорогая

(1 кг стоит 2 евро). Созданная нами бездымная водно-графитовая смазка В-1, состав которой приведен в таблице 1, по эффективности не уступает смазке «Sumidera», но дешевле её в 5 раз.

Таблица 1.

Состав смазки В-1

№	Наименование компонента	Содержание, %	Примечание
1.	Графит	10-12	Содержание компонентов в весовых единицах
2.	Триполифосфат натрия	1-2	
3.	Триэтанолламин	0,2-0,3	
4.	Этнас	3-4	
5.	Сульфитно-спиртовая барда	6-8	
6.	Канифоль сосновая	0,5-0,8	
7.	Вода	до 100%	

Смазки ГФП и ГФПО прошли лабораторные и промышленные испытания на ГАЗе, ЗИЛе, ТКЗ, Такмакском кузнечно-штамповочном заводе. При проведении исследований было установлено, что большое значение имеет способ нанесения смазки. Ручной способ (квачом) не позволяет получить равномерный слой смазки на штампе. Распыление позволяет равномерно покрывать смазкой штамп, производить охлаждение ручьёв штампа и соблюдать чистоту рабочего места. Имеющиеся конструкции устройств для нанесения смазки распылением описаны в работе [1]. Анализ этих конструктивных разработок показал, что все они инжекторного типа, а следовательно, имеют ряд недостатков:

1. Сложны в изготовлении;
2. Имеют ёмкость высокого давления воздуха со смазкой;
3. В процессе эксплуатации практически отсутствует возможность осуществлять продувку устройств;
4. При применении графитовых смазок требуется их постоянное перемешивание, так как твёрдые частицы графита, находясь в наполнителе (воде), оседают на дно ёмкости. Для инжекторных систем в таком случае требуются механические установки для перемешивания смазки, что вызывает определённые трудности с конструкторской точки.

Нами разработана эжекторная установка для автоматического нанесения смазки на гравюру штампа кривошипного пресса, которая пока не имеет аналогов в мире.

Устройство состоит из двухрежимной головки, автоматического реле времени, электромагнита и бесконтактного выключателя. При сигнале реле времени электромагнит может выдерживать заданную длительность цикла подачи смазки от 1 до 10 сек. В головке выполнено два отверстия для нанесения смазки на верхние и нижние вставки штампа. Направление выходных отверстий головки подбираются с учётом места расположения устройства и расстояния до вставок. При монтаже особое внимание необходимо уделить направлению воздушной струи (сдув окалины с поверхности штампа). Струи не должны пересекаться между собой. При необходимости перехода от автоматического режима к механическому, бесконтактный выключатель может быть заменён на педаль включения пресса. Рабочее электрическое напряжение питания электромагнита и реле времени выполнено с учётом условий техники безопасности и не превышает 50 вольт.

Установка успешно прошла промышленные испытания на прессе силой 25 МН при штамповке поковки «вилка». Для ГАЗа было разработано, изготовлено и внедрено устройство для смазки инструмента горизонтально-ковочной машины [7]. Это позволило повысить культуру производства, уровень техники безопасности и стойкость пуансонов.

Большое значение для получения качественных поковок имеет толщина графитового покрытия на поверхности штампа, которое образуется после нанесения смазки. Был разработан, изготовлен и испытан прибор для замера толщины смазочного слоя (рис. 1).



Рис. 1. Прибор для определения толщины слоя технологической смазки

Работа прибора основана на принципе электромагнитной индукции. Диапазон измерений толщины технологических смазок  $0 \div 45$  мкм. Прибором можно измерять толщину слоя смазки при температуре штампа  $20 \div 350$  °С. Удобство использования прибора заключается в возможности накладывания датчика, выполненного в виде головки, непосредственно на слой смазки, толщину которого необходимо измерить. В ходе эксперимента устройством эжекторного типа подавалась смазка ГФП распылением в течение 2; 2,5; 3 сек. Для снижения расхода смазки уменьшали её концентрацию (1:1; 1:2; 1:3 и 1:4). Прибором измеряли толщину слоя. Установлено, например, что подача смазки, разбавленной водой 1:3 в течение 2,5 сек (рис. 2) обеспечивает на поверхности штампа равномерный слой толщиной  $10 \div 12$  мкм, что вполне достаточно для хорошего протекания процесса штамповки.

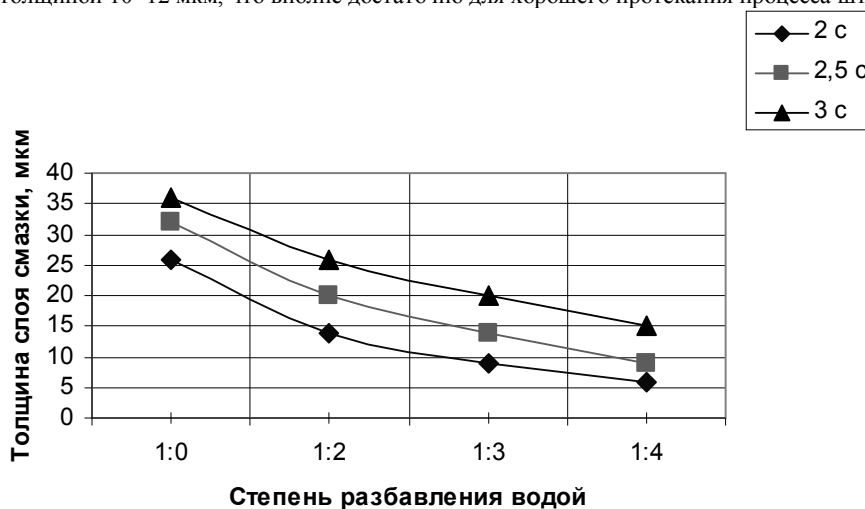


Рис. 2. Зависимость толщины слоя смазки ГФП от её концентрации при различном времени нанесения на поверхность штампа

#### Выводы

1. Разработан и внедрён гидродинамический способ измельчения графита при производстве смазок.
2. Для нанесения смазки на поверхность штампа распылением разработана конструкция автоматической эжекторной установки.
3. Для замера толщины смазочного слоя разработана конструкция специального прибора.
4. Все представленные в работе разработки успешно прошли промышленные испытания. Их внедрение позволяет снизить трудоёмкость, повысить качество поковок и получить значительный экономический эффект.

#### Список литературы

1. Грудев А.П. Трение и смазка при обработке металлов давлением: [Справочник] / А.П. Грудев, Ю.В. Зильберг, В.Т. Тилик. – М.: Металлургия, 1982. – 312 с.
2. Материалы фирмы «Ачесон Коллоиден НВ». Перевод № 114, 192. ВНИИПКнефтехим, Киев, 1967.
3. Каргин Б.С. Совершенствование кузнечно-штамповочного производства за счёт применения эффективных технологических смазок // Международный технический журнал «Мир техники и технологий». – 2004. - № 2. – С 28-32.
4. Кламанн Д. Смазки и родственные продукты. Синтез. Свойства. Применение. Международные стандарты. Пер. с англ. / Под ред. Ю.С. Заславского. – М.: Химия, 1988. – 488 с.
5. Трение, износ и смазка (Трибология и триботехника) [Текст] / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под. общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
6. Пат. 2043966 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С 01 В31/02. Способ производства водно-графитовой смазки [Текст] / Кабанов Н.В., Диамантопуло К.К., Каргин Б.С.; заявитель и патентообладатель Мариуп. металлургич. ин-т. – № 4880122/26; заявл. 02.10.90; опубл. 20.09.95, Бюл. № 26. - 6 с.
7. А.с. 1159703 СССР, МКИ<sup>4</sup> В 21 J 3/00, 7/16. Устройство для смазки инструмента к горизонтально-ковочной машине [Текст] / К.К. Диамантопуло, Б.С. Каргин, В.Д. Соколов (СССР). - № 3635614/25-27; заявл. 15.08.83; опубл. 07.06.85, Бюл. № 21. – 3 с.: ил.