

УДК 621.73

Б. С. КАРГИН, канд. техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»;
С. Б. КАРГИН, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «ПГТУ», Мариуполь

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Представлены результаты комплексных исследований по повышению стойкости штампов при горячей объёмной штамповке стали. Рассмотрены основные причины выхода штампов из строя, влияние азотирования, марки стали и типа технологической смазки (ТС) на стойкость штампов. Стойкость штампов в большой мере определяется структурой и свойствами поверхностных слоёв, которые претерпевают наиболее ощутимые изменения в процессе эксплуатации. Дано описание установки для автоматизированного нанесения ТС на гравюру штампа. На основании производственных исследований установлены эффективные методы повышения стойкости штампов при горячей объёмной штамповке.

Ключевые слова: штамп, смазка, стойкость, пресс, установка, гравюра, графит.

Введение. Одной из актуальных проблем кузнечно-штамповочного производства является повышение стойкости штампов. Известно, что придание штампам повышенной стойкости и работоспособности является трудной задачей.

С этой точки зрения исследования, направленные на изучение влияния азотирования, марки штамповой стали, типа ТС и способов её подачи на стойкость штампов представляют определённый интерес.

Анализ последних исследований и публикаций. Разрушение штампов является причиной снятия их с эксплуатации. Под разрушением понимают изменение первоначальных свойств штампа, приводящее к невозможности его дальнейшей эксплуатации [1]. Выделяют следующие основные виды разрушений [2]: образование трещин, необратимая пластическая деформация и изнашивание (истирание) гравюры. В большинстве случаев работоспособность штампов (стойкость) зависит от марки стали и состояния поверхностного слоя. Разрушение поверхностного слоя определяется циклическим температурным полем, состоянием контактной поверхности и напряжениями от технологической нагрузки. При этом зона разрушения не распространяется глубже, чем на 3 мм. Как правило, разрушение начинается в поверхностном слое толщиной до 0,1 мм [3]. Механизм этого разрушения весьма сложен, сопровождается многими физическими и химическими явлениями, и так как штампы горячего деформирования работают в сложных условиях пульсирующих механических и термических воздействий [4].

Азотирование поверхностного слоя штампов, применение износостойких

марок сталей, введение на поверхность контакта деформируемого металла с инструментом эффективной технологической смазки являются резервом для повышения стойкости штампов.

Целью работы является изучение влияния азотирования, марки стали, типа технологической смазки и способа её нанесения на поверхность штампа на их стойкость.

Изложение основного материала. Стойкость штампов в большой мере определяется структурой и свойствами поверхностных слоёв, которые претерпевают наиболее ощутимые изменения в процессе эксплуатации. Поэтому химико-термическая обработка, сообщающая поверхностным слоям ряд специфических свойств, являются одним из эффективных способов повышения срока службы штампов.

В настоящей работе представлены результаты производственных исследований, проведенных на Токмакском кузнечно-штамповочном заводе при изготовлении поковки «шестерня полуоси заднего моста» на КГШП силой 40 МН. Для анализа влияния азотирования был выбран сборный штамп и две наиболее проблемные детали штампа – прошивник II перехода и прошивник III перехода. Оба прошивника изготовлены из стали 3Х2В8Ф и подвергнуты азотированию согласно стандарту предприятия после термообработки. Азотируемые поверхности имели матово-серебристый цвет. На образцах свидетелях не было обнаружено сколов, шелушения. Глубина слоя азотирования на шлифе образца свидетеля составила $0,4 \div 0,6$ мм.

Экспериментально установлено, что прошивники работают при температуре $550 \div 600$ °С и поэтому повышение термической устойчивости (от азотирования) для них весьма эффективно, так как присутствие вольфрама и хрома в α -твердом растворе способствует образованию нитридных фаз большой твердости и устойчивости против коагуляции, что способствует возрастанию стойкости штампов.

Анализ экспериментальных данных по стойкости азотированных и неазотированных прошивников сборных штампов при выдавливании поковок «шестерня» показал, что азотирование позволило повысить стойкость штампового инструмента в среднем на 30 %.

Производственные исследования по влиянию марки штамповой стали на стойкость штампов были проведены в кузнечно-штамповочных цехах ТКЗ (г. Таганрог) и ТКШЗ (г. Токмак) при штамповке поковки «шатун» на КГШП силой 25 МН. Вместо ранее применяемой штамповой стали 5ХНМ были предложены стали ДИ-23 (45Х3В3МФС) и ДИ-32 (5Х2ВМФН). Эти стали поставляются Запорожским заводом «Электросталь» и Волгоградским заводом

«Баррикады». Гравюры штампов получали путём электроимпульсной обработки.

Было установлено, что применение износостойких марок сталей ДИ-23 и ДИ-32 позволяет повысить стойкость штампов в 2–2,3 раза. При этом повышаются эксплуатационные показатели, такие как: сопротивление смятию, сопротивление образованию разгарных трещин и сопротивление истиранию. Из двух испытанных марок сталей приоритет имеет сталь ДИ-23.

Эффективным средством для нейтрализации отрицательного действия деформационного трения являются технологические смазки, которые вводятся на поверхность контакта деформируемого металла с инструментом. В настоящее время установлено [4], что (ТС) выполняет не только экранирующие функции, но вступает в химико-физическое взаимодействие с окалиной деформируемого металла. В результате этого взаимодействия образуется поверхностный пластифицированный слой, обладающий пониженной механической прочностью и способствующий протеканию деформации при меньших нагрузках. Осуществление деформации в условиях низких значений сил внешнего трения позволяет интенсифицировать процесс горячей штамповки, а применение эффективной смазки позволяет снизить износ и увеличить стойкость инструмента.

Кафедра кузнечно-штамповочного производства занимается вопросом разработки и внедрения технологических смазок с 1970 года. В частности, совместно с ПО «Маркограф» были разработаны эффективные водно-графитовые технологические смазки типа ОГВ-75, ГФП, ГФПО, ГФПД, В-1. Производственные исследования были проведены в кузнечно-штамповочных цехах ЗИЛа (г. Москва), ГАЗа (г. Н.-Новгород), ТКЗ (г. Таганрог), ТКШЗ (г. Токмак), ХТЗ (г. Харьков) и показали, что стойкость штампов при этом повышается на 20-25 %. На ТКЗ смазка В-1 успешно заменила масло-графитовую смазку «Сумидера TP199» (Германия) при штамповке поковки «ось колеса» массой 40 кг на автоматической линии «Хозенклевер» (пресс силой 63 МН). При использовании ТС «Сумидера» образуется пламя, дым и неблагоприятные санитарно-гигиенические условия, что было неоднократно отмечено актами. При этом водно-графитовая смазка В-1 в 5 раз дешевле, чем «Сумидера».

На уменьшение износа штампов КГШП влияет не только состав смазки, но и периодичность её нанесения. Обзор конструкторских разработок показал, что в основном применяют инжекторные установки. Однако они имеют ряд недостатков:

1. Данные установки сложны в изготовлении. Практически все они имеют ёмкость высокого давления воздуха со смазкой.

2. Сложные выходные форсунки.

3. В процессе эксплуатации практически отсутствует возможность осуществлять продувку устройств.

4. При применении различных ТС требуется их постоянное перемешивание, т.к. 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.

Для автоматической подачи смазки распылением на кривошипном прессе силой 25 МН при штамповке поковки «шатун» была предложена эжекторная установка. Установка состоит из двухрежимной головки, автоматического реле времени, электромагнита и бесконтактного выключателя и работает следующим образом. При ходе ползуна пресса срабатывает бесконтактный выключатель и подаёт сигнал через реле времени на электромагнит, который через тяги действует на рычаг и проворачивает гильзу в корпусе головки. Через штуцер подвода воздуха поступает воздушная струя формируемая соплом, т.к. во время включения направление сопла совпадает с направлением камеры перемешивания выполненной в корпусе головки. Штуцер всоса соединён посредством резинового шланга с открытой ёмкостью, в которой находится смазка. В результате движения воздуха между лицевым торцом гильзы и днищем корпуса образуется зона низкого давления (по проведенным экспериментам давление падало до 315 мм водного столба). В результате чего, смазка под действием атмосферного давления устремляется в камеру перемешивания и через направляющую головку наносится на гравюру штампа. В направляющей головке выполнено два отверстия для нанесения ТС на верхнюю и нижнюю вставки штампа. Направление выходных отверстий направляющей головки подбиралось с учётом места расположения устройства и расстояния до вставок. По сигналу реле времени электромагнит может выдерживать заданную длительность цикла подачи ТС от 1 до 10 с. Ёмкость под смазку выполняли из условия, что расход смазки составляет 10±граммов на поковку. Данное устройство было изготовлено на кафедре КШП, установлено и внедрено.

Стойкость кузнечных штампов определяет стоимость поковок. По данным указанных заводов стоимость штамповой оснастки составляет до 30 % от себестоимости поковок, что делает проблему повышения стойкости штампов весьма актуальной.

Выводы. На основании производственных исследований установлены эффективные методы повышения стойкости штампов при горячей объёмной

штамповке. Показано, что за счёт азотирования, замены штамповой стали 5ХНМ на сталь ДИ-23, применения водно-графитовых смазок ОГВ-75, В-1, ГФП и внедрения установки для автоматизированного нанесения ТС на гравюру штампа распылением, можно добиться снижения себестоимости поковок.

Список литературы: 1. Аксёнов Л.Б. Системное проектирование процессов штамповки. / Л.Б. Аксёнов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1990. – 240 с. 2. Штампы для горячего деформирования металлов / Под ред. М.А. Тылкина. – М.: Высшая школа, 1977. – 496 с. 3. Макушок Е.М. Массоперенос в процессах трения./ Е.М. Макушок. – Минск: Наука и техника, 1978. – 272 с. 4. Довнар С.А. Термомеханика упрочнения и разрушения штампов объёмной штамповки / С.А. Довнар. – М.: Машиностроение, 1975. – 254 с.

Bibliography (transliterated): 1. Aksjonov L.B. Sistemnoe proektirovanie processov shtampovki L.B. Aksjonov. – Leningrad.: Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1990. – 240 P. 2. Shtampy dlja gorjachego deformirovanija metallov Pod red. MOSCOWA. Tylkina. – Moscow: Vysshaja shkola, 1977. – 496 P. 3. Makushok E.M. Massoperenos v processah trenija. E.M. Makushok. – Minsk: Nauka i tehnika, 1978. – 272 P. 4. Dovnar P.A. Termomehanika uprochnenija i razrushenija shtampov objomnoj shtampovki P.A. Dovnar. – Moscow: Mashinostroenie, 1975. – 254 P.

Поступила (received) 28.10.2014

УДК 621.923

О. С. КЛЕНОВ, канд. техн. наук, Фирма “ДиМерус Инженеринг”, Харьков;
Ф.В. НОВИКОВ, докт. техн. наук, ХНЭУ;
А.Г. КРЮК, канд. техн. наук, ХНЭУ, Харьков

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И УСЛОВИЙ ЕЕ УМЕНЬШЕНИЯ

В работе рассмотрены различные теоретические подходы к определению силы резания лезвийным инструментом. Показано, что в конечном итоге они сводятся к единому решению, из которого определены основные условия уменьшения силы резания, состоящие в уменьшении разности условного угла трения на передней поверхности инструмента и переднего угла инструмента. Показано, что в случае увеличения разности этих углов до 90° , сила резания неограниченно увеличивается. Установлено, что тангенциальная составляющая силы резания больше радиальной составляющей силы резания, а при шлифовании, наоборот, меньше.

Ключевые слова: процесс резания, лезвийный инструмент, резец, обрабатываемый материал, стружка, сила резания, касательное напряжение.

Введение. В настоящее время на финишных операциях обработки деталей машин все шире используются методы резания лезвийными инструментами, обеспечивающими высококачественную обработку за счет снижения силовой напряженности процесса резания. На ряде операций они успешно конкурируют с методами шлифования, которые в силу наличия трения связки круга с обрабатываемым материалом приводят к высокой тепловой напряженности процесса резания и появлению на обрабатываемых