Ресурсосберегающие технологии скоростного горячего выдавливания биметаллического инструмента

д-р техн. наук, профессор И.В. Качанов,
В.В. Власов, С.А. Ленкевич, А.А. Рубченя
Белорусский национальный технический университет
e-mail: vlasov881988@gmail.com

В настоящее время в Республике Беларусь острой проблемой является развитие инструментального производства отечественных машиностроительных предприятий в существующих экономических условиях. Отсутствие внедренных современных, наукоемких технологий и специализированного оборудования в сфере инструментального производства приводит к снижению качества выпускаемой технологической оснастки и инструмента и, как следствие, потере конкурентоспособности основной продукции валообразующих предприятий - автомобилей, тракторов, холодильников, станков и пр.

Анализ существующих в настоящее время способов и технологий, изготовления инструмента показывает, что они являются неэкономичными, т.к. характеризуется низким коэффициентом использования дорогостоящих инструментальных сталей и значительными припусками на механическую обработку. Несмотря на известные успехи в разработке и создании новых сталей и сплавов, стойкость инструмента остается относительно невысокой.

В этой связи использование скоростных процессов объемного формоизменения, особенно в части изготовления биметаллического инструмента, следует отнести к перспективным направлениям современной металлообработки.

Технология основана на новых принципах изготовления биметаллического инструмента, заключающаяся в том, что заготовка изготавливается составной с основой из конструкционной стали 40Х до (90%), а ее рабочая часть из высоколегированной стали. Рабочая и основная части составной заготовки собирались по прессовой посадке путем операции дорнирования (внедрение цилиндрической рабочей части с конической вершиной в глухое цилиндрическое отверстие с коническим дном, выполненное в основной части). Геометрические размеры и форма рабочей и основной частей заготовок были установлены на основе теоретических, компьютерных и экспериментальных исследований. После нагрева составной заготовки до температуры штамповки осуществлялось скоростное горячее выдавливание биметаллического инструмента с формированием соединения разнородных сталей. Конструкция штампа для скоростного горячего выдавливания позволяет мгновенно извлекать готовую поковку и осуществлять высокотемпературную термомеханическую обработку, которая обеспечивает комплекс повышенных физико-механических свойств и увеличивает срок эксплуатации инструмента, снизив количество поломок при высоких степенях нагружения.

Конкурентными преимуществами разработанной технологии являются следующие параметры:

- с целью экономии высоколегированных сталей инструмент изготавливается биметаллическим, с основой из конструкционной низколегированной стали 40Х и рабочей частью из высоколегированных сталей 5ХНМ, 5Х3В3МФС, Х12МФ, Р6М5 с их экономией достигающей 90%;

- инструмент, полученный по новой технологии скоростного горячего выдавливания в режиме высокотемпературной термомеханической обработки, характеризуется повышением ударной вязкости на 40-50%, технологической прочности на 23-27%, сопротивления абразивному износу на 25-40%, что приводит в результате к повышению его стойкости в 1,5-2,5 раза.

- скоростное воздействие в режиме ВТМО на составную заготовку позволяет изготовить инструмент с относительно вязкой сердцевиной (45-52HRC) и с мелкозернистым (балл зерна 12-14) упрочненным поверхностным слоем, насыщенным мелкодисперсными карбидами (63 – 70 HRC) за счет локализации деформации на рабочей части.

Существенным инновационным решением в разработанных техпроцессах является формирование сварного соединения разнородных сталей на основе диффузионного переноса легирующих элементов в зоне соединения, что обеспечивает высокое качество и прочность соединения.

Повышение технологической прочности до 27% объясняется действием остаточных растягивающих напряжений, обеспечивающих повышение сопротивления выдавленного инструмента сжимающим нагрузкам, а увеличение ударной вязкости у биметаллических образцов обусловлено наличием у них плотной волокнистой структуры в рабочей и основных частях включая сварное соединение, а также формированием мелкозернистой микроструктуры в результате скоростной пластической деформации.

Использование данной технологии возможно при изготовлении резцов строительно-дорожных и горных машин, на предприятия машиностроения, автомобилестроения, тракторостроения, судостроения и др.

Экономия дорогостоящих высоколегированных инструментальных штамповых сталей до 90%. Технические характеристики деталей в 1,5-2 раза превосходят уровень используемых в серийном производстве деталей и соответствуют лучшим зарубежным аналогам. Эксплуатационная стойкость деталей увеличена в 2 раза.

Рисунок 1. – Биметаллический инструмент изготовленный методом СГВ

При создании новой технологии была разработана технология компьютерного моделирования для установления совместного пластического течения двух металлов в программе DEFORM-3D позволяющая до получения экспериментальных образцов установить картину пластического течения с целью прогнозирования оптимальной геометрии составной заготовки требуемой детали.

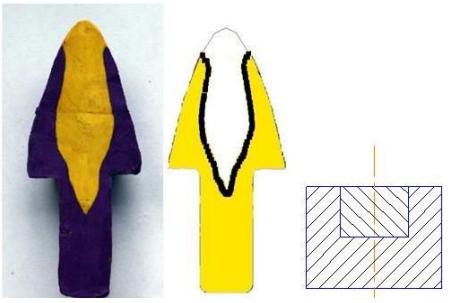

Рисунок 2. - Внешний вид образцов после деформации пластилиновой заготовки и компьютерной модели

Данная методика была подтверждена при изготовлении опытных образцов представленных на рисунке 1.

Дальнейшая работа направлена на разработку технологии получения дорожных резцов. Были получены сравнительные модели из пластилина (рисунок 2а), компьютерная модель (рисунок 2б) и подобрана оптимальная геометрическая форма заготовки (рисунок 2в)

Технология получения инструмента скоростным горячим выдавливанием с формирование биметаллического соединения позволяет экономить дорогостоящие высоколегированные инструментальные стали. Повысить прочностные, стойкостные характеристики деталей в 1,5-2 раза превосходят в сравнении с применяемыми традиционными способами изготовления.

Применение методики компьютерного моделирования позволяет сократить ресурсы и трудозатраты при разработке новых технологий.