

Таким образом, анализ процесса вытяжки показал, что при существующих схемах вытяжки с радиальными ультразвуковыми колебаниями предельная степень формоизменения может быть увеличена на 20–30% по сравнению с вытяжкой в обычных условиях. Для повышения эффективности использования ультразвука необходимо создание таких колебательных систем, которые исключат или сведут к минимуму отрицательное влияние ультразвука на образование и развитие опасного сечения. Вторая задача заключается в создании акустических систем, позволяющих получить неравномерное поле сопротивления в зоне фланца.

#### Л и т е р а т у р а

1. Северденко В.П., Пашенко В.С., Кособуцкий Б.С. Листовая штамповка с ультразвуком. — Минск, 1975. 2. Романовский В.П. Анализ напряженно-деформированного состояния в начальной стадии вытяжки. — Кузнечно-штамповочное производство, 1967, № 12.

УДК 532.516

*В.Г.Кангин, К.В.Брехов*

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ

Высокая степень деформационного упрочнения быстрорежущих сталей приводит к увеличению работы деформирования и повышению неоднородности напряженно-деформированного состояния, вследствие чего изделия имеют резко выраженную анизотропию свойств за счет неоднородности структуры, и приводит к нарушению сплошности заготовки и интенсивному износу штампового инструмента. Для успешной обработки давлением этих сталей требуется создание особых условий деформирования.

Разработанный в ФТИ АН БССР способ горячего гидродинамического выдавливания (ГГДВ) позволяет осуществлять пластическую деформацию высоколегированных сталей и сплавов, особенно чувствительных к изменению температурно-скоростных условий деформирования [1].

Горячее гидродинамическое выдавливание по сравнению с обычным имеет следующие основные преимущества:

- 1) наличие активного радиального давления в начальной стадии деформирования;
- 2) отсутствие в процессе деформирования непосредственного контакта горячего металла с деформирующим инструментом;
- 3) уменьшение внешнего трения в режимах гидродинамического выдавливания.

Эти достоинства метода открывают возможности для использования его при пластическом формообразовании изделий из малопластичных металлов и сплавов, а также разнородных (биметаллических) и некомпактных материалов.

ГГДВ инструментальных биметаллов (быстрорежущая сталь + конструкционная сталь) способствует образованию прочного соединения компонентов уже в процессе их совместного деформирования. Изучение микроструктуры зоны соединений компонентов биметаллического инструмента, полученного при различных степенях и температурах деформации, а также механические испытания прочности соединения плакирующего и основного металлов позволили установить, что с повышением степени деформации в результате разрушения окисных пленок на контактных поверхностях, а также интенсификации образования и роста зон схватывания прочность соединения возрастает при всех температурах деформации.

Увеличение температуры выдавливания (более 950°C), способствуя более интенсивному протеканию диффузионных процессов, благоприятно влияет на уменьшение окисных включений в зоне контакта металла и приводит к их полному восстановлению при температуре 1200°C.

Результаты измерений микротвердости по сечению биметалла перпендикулярно плоскости раздела свидетельствуют о том, что даже при значительных скоростях деформации наблюдается миграция углерода из конструкционной стали в быстрорежущую, что приводит к увеличению градиента концентрации углерода в граничной зоне. Последнее обстоятельство может привести к нежелательной хрупкости переходной зоны биметалла.

Механические испытания образцов  $\varnothing$  20 мм показали (табл. 1), что основным фактором, определяющим прочность соединения компонентов биметалла сталь Р6М5 + сталь 45 при ГГДВ, является температура деформации.

Метод ГГДВ может быть успешно применен также при выдавливании брикетов из стружки быстрорежущей стали.

Т а б л и ц а 1. Средние значения сопротивления срезу (кгс/мм<sup>2</sup>)

Температура деформации, °С	ГГДВ		ГГДВ + отжиг + закалка + трехкратный отпуск	
	толщина плакирующего слоя			
	2 мм	4 мм	2 мм	4 мм
900	21,0	20,1	22,5	21,2
1000	15,8	15,5	16,5	16,0
1100	18,0	17,3	20,4	18,5
1200	30,7	30,2	33,4	32,1

В процессе горячего деформирования брикета происходит схватывание элементов стружки, металл становится монолитным и достигает 100%-ной плотности. Структура такого металла отличается от структуры прокатной стали отсутствием текстурованности карбидов, что обеспечивает улучшение ряда технологических свойств стали [2]. В частности, было установлено, что заготовки из стружки обладают хорошей технологической пластичностью.

Следует отметить, что величина, форма и распределение карбидов в получаемых заготовках одинаковы по своему объему, что весьма ценно с точки зрения эксплуатационной стойкости режущего инструмента (особенно крупных размеров).

Заготовки из стали Р6М5 испытывали на красностойкость. В результате было установлено, что после закалки и отпуска на твердость HRC64 и четырехчасовой выдержки при температуре 620°C твердость металла не падает ниже HRC58, что отвечает требованиям ГОСТ 19262–73.

Сравнительные механические испытания образцов, изготовленных из стружки, и таких же образцов из прокатанной стали не показали каких-либо принципиальных отличий в результатах.

Из стружки стали Р6М5 изготавливали инструменты различных типов и подвергали их стойкостным испытаниям. Результаты испытаний показали соответствие требованиям ГОСТа.

#### Л и т е р а т у р а

1. Северденко В.П., Мурас В.С., Суходрев Э.Ш. Горячее гидродинамическое выдавливание режущего инструмента. — Минск, 1974.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. — М., 1968.

УДК 621.777/778

*Э.Ш.Суходрев, С.Е.Емельянов*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ ПРОЦЕССЕ ОБЪЕМНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ

Задача определения напряженно-деформированного состояния при объемном формоизменении в настоящее время решается экспериментально-аналитическими методами. Исходную информацию о перемещениях в про-