

усилием на каждой позиции 80 тс.

Экономические расчеты показали, что затраты на материал при изготовлении втулок методом холодного выдавливания составляют 0,9 коп., а при изготовлении глубокой вытяжкой и формовкой — 2,1 коп.

Капитальные затраты в общих случаях одинаковы. В виду высокой точности и стабильности процесса изготовления втулок вытяжкой с последующей формовкой он более приемлем для производства.

УДК 621.961:621.9.048

В.С.Пашенко, И.С.Баранов

ТЕМПЕРАТУРНО-СКОРОСТНЫЕ УСЛОВИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ВЫРУБКЕ-ПРОБИВКЕ С УЛЬТРАЗВУКОМ

Температурно-скоростные условия деформации при вырубке-пробивке с ультразвуком отличаются от условий при обычной штамповке. Это отличие состоит в том, что на заготовку, помимо статического усилия пресса, действуют вибрационные силы. Передача ультразвуковой энергии в заготовку вызывает значительное повышение температуры в очаге деформации. Имеет место изменение характера контакта между заготовкой и инструментом.

Обычная вырубка-пробивка осуществляется передачей через пуансон статического давления пресса $P_{ст}$ на заготовку. Контакт между пуансоном и заготовкой постоянный, а, следовательно, силовое воздействие на нее осуществляется непрерывно во всем периоде деформации вплоть до разрушения. В этом случае скорость деформирования

$$V_g = V_{ин} \quad (1)$$

где $V_{ин}$ — скорость перемещения инструмента.

При вырубке-пробивке с ультразвуком, когда вибрации приложены, например, к пуансону, на заготовку будут действовать усилия

$$P = P_{ст} + P_{в} \quad (2)$$

где $P_{ст}$ - статическое усилие, развиваемое прессом;
 P_f - вибрационная составляющая усилия.
 Скорость деформирования определяется при этом как

$$\bar{V} = \bar{V}_k + \bar{V}_{ш} \quad , \quad (3)$$

где \bar{V}_k - вектор колебательной скорости.

Колебательная скорость определяется уравнением

$$\bar{V}_k = \bar{A} \cos(\omega t + \varphi_0) \quad , \quad (4)$$

где A - амплитуда колебаний режущей кромки пуансона;
 $\omega = 2\pi f$ - угловая частота;
 f - частота колебаний;
 t - время;
 φ_0 - начальная фаза.

В зависимости от соотношения \bar{V}_k и \bar{V} будут иметь три режима деформации:

в и б р а ц и о н н ы й - с разрывом контакта в каждом периоде и с периодической разгрузкой от давления; **в и б р о с т а т и - ч е с к и й** - без разрыва контакта, но с частичной разгрузкой от статической составляющей давления; **с т а т и ч е с к и й** - без разрыва контакта и без разгрузки от статической составляющей давления.

Если принять, что \bar{V}_k является главной скоростью перемещения инструмента, а \bar{V}_M - скоростью подачи, то при условии $\bar{V}_k > \bar{V}_M$ величину подачи ΔS на одно колебание можно определять из выражения

$$\Delta S = \frac{V_{ш}}{f} \quad . \quad (5)$$

Экспериментально нами установлено, что для механических вибраторов величина подачи за ход не должна превышать значения

$$\Delta S \leq 0,1A \quad . \quad (6)$$

Используя зависимость (6), можно записать

$$V_{ш} \leq 0,1fA \quad (7)$$

Формула (7) позволяет определить диапазон скоростей, когда имеет место вибрационный режим штамповки. При наименьшей амплитуде колебаний для увеличения V_M и сохранения вибрационного режима необходимо увеличивать частоту вибраций

Известно, что вибрационная установка с частотами свыше 20–30 герц является источником вредных шумов. Исходя из этого целесообразнее использовать для штамповки ультразвуковые колебания. Если полученные выше зависимости распространить на ультразвуковой диапазон частот, то можно значительно повысить скорость V_M . Так, например, с увеличением частоты вибраций на три порядка и снижением амплитуды на два порядка значения

V_M возрастает при сохранении вибрационного режима. Значительного возрастания скорости деформирования в ультразвуковом диапазоне частот можно достичь за счет увеличения амплитуды колебаний A , но это вызывает возрастание циклических напряжений, определяемых выражением

$$\sigma_{max} = \pm \frac{2\pi}{\lambda} EA \quad (8)$$

где λ — длина волны;
 E — модуль Юнга.

Так как значение σ_{max} определяет циклическую стойкость, то имеются ограничения в повышении вибрационной скорости V_K инструмента. Известно, что инструментальные стали могут нормально работать при скоростях вибраций до 5 м/сек, а инструмент, изготовленный из титана, — до 7 м/сек. Таким образом, невысокая вибростойкость материалов, применяемых для изготовления рабочего инструмента штампов, не позволяет использовать скорость деформирования свыше 0,3 м/сек. Если учесть, что на практике скорость прессов составляет около 0,5 м/сек, то можно утверждать, что ультразвуковая вырубка и пробивка с вибрационным режимом может быть применена в промышленности.

Температура в очаг деформации при вырубке–пробивке с ультразвуком в вибрационном режиме, как показали наши эксперименты, достигает 600°C. Столь высокая температура объясняется малым временем охлаждения микрообъемов металла в очаге деформации до следующего тепловыделения. Значит, одной из причин значительного снижения статического усилия деформации (до 50%) является вы-

сокая температура в очаге деформации. Этим также можно объяснять тот установленный нами факт, что в плитках из чугуна С221-40 можно в холодном состоянии пробивать отверстия. Специфические температурно-скоростные условия объясняют эффекты ультразвуковой штамповки.

УДК 621.762.01

С.С. Булега, И.С. Бураков, В.С. Василенко,
Г.П. Злобин, А.М. Кожевников, Ю.А. Ковалевич,
И.В. Рабинсон, Е.И. Сапронов

АРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОБРАБАТЫВАЮЩЕГО И МЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ПРОКАТОМ

При прессовании твердых сплавов из-за низкой сыпучести порошка и его трения о стенки пресс-форм заготовки имеют неравномерную плотность, что вызывает при спекании их коробление и образование трещин. Неравномерность плотности при прессовании возрастает с увеличением размеров деталей, уменьшением их толщины. Поэтому применение твердых сплавов ограничивается изделиями, имеющими определенное соотношение их размеров.

Для получения длинномерных тонких заготовок твердых сплавов Белорусским политехническим институтом, Гродненским заводом карданных валов, Ленинградским СКТБ-6 и Минским опытно-экспериментальным заводом им. Гастелло разработан способ прокатки порошков вольфрамокобальтовых и титановольфрамокобальтовых сплавов в полосы толщиной от 1 до 8 мм. Порошок прокатывается с пластификатором — парафином (2 — 4% вес.). Для повышения интенсивности захвата валками порошок перед прокаткой подвергается двух-трехкратной вальцовке.

Более благоприятные при прокатке по сравнению с прессованием условия уплотнения позволили получать заготовки плотностью до $9,2 \text{ г/см}^3$, что обусловило уменьшение их усадки при спекании на 20–25% по сравнению с усадкой прессованных заготовок.

Заготовки требуемых форм и размеров вырезали из неспеченных полос ножовочными полотнами, напильниками и калеными ножами. Мел-