

Изменение физико-механических свойств АСТ-Т

Вид армирования	Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>		Разрушающее напряжение при сжатии, МПа		Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	
	АСТ-Т	ЭД-20	АСТ-Т	ЭД-20	АСТ-Т	ЭД-20
Без армирования	8...9	4...5	70...90	40...50	40...50	30...40
Поликапроамидное волокно	20...25	6...8	–	–	40...50	20...25
Стеклопластиковая пластина	20...26	16...20	70...90	–	50...70	–
Стеклопластиковая пластина (стеклорвинг)	30...40	20...24	85...95	–	55...60	–

**Выводы.**

1. Наибольший экономический эффект от внедрения пневмоударной штамповки достигается при изготовлении сложнорельефных деталей габаритами 800...1000 мм.
2. Перспективным материалом для изготовления матриц для пневмоударной штамповки в мелкосерийном производстве являются пластические массы акриловых армированных композиций.

**Список литературы:** 1. Ударная листовая штамповка / В.Н. Чачин, А.Я. Мовшович, Е.А. Фролов и др. – М.: НТЦ «Информтехника», 1991. – 224 с. 2. Борисевич В.К. К вопросу применения пластических масс при изготовлении оснастки для импульсных методов штамповки / В.К. Борисевич, Е.А. Фролов, Г.Г. Комарова // Материалы отрасл. семинара. – Х.:ХНИИТМ, 1983. – С. 14-19.

**УДК 621.735.3**

**ПІДПІРНА В.О.**, аспірант, НТУ «ХПІ», м. Харків

### **АНАЛІЗ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВАНОК ДЕТАЛЕЙ ТИПУ СТАКАН ДЛЯ ПРОЦЕСУ ВИДАВЛЮВАННЯ**

Стаття присвячена отриманню точного об'єму заготовок деталей типу стакан. Показані відхилення форми та геометрії заготовки, що обумовлені неточним об'ємом прокату.

Ключові слова: заготовка, стакан, видавлювання, точність, об'єм.

Статья посвящена получению точного объема заготовок деталей типа стакан. Показаны отклонения формы и геометрии заготовки, обусловленные неточным объемом проката.

Ключевые слова: заготовка, стакан, выдавливание, точность, объем.

The article is devoted to producing of precise volume of workpiece like cup. Form and size deviation of workpiece that are made by imprecise volume of rolled metal are shown.

Key words: workpiece, cup, extrusion, precision, volume.

Процеси холодного об'ємного штампування, в тому числі видавлювання, потребують точних та якісних заготовок для отримання деталей із точними геомет-

ричними розмірами, особливо якщо заготованка виготовляється в закритому штампі [1].

Відомо, що об'єм заготованки має включати в себе об'єм самої деталі та об'єм металу, що витрачається на технологічні потреби – як то термообробка, травлення, припуски на різальні роботи [2]:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{вир}} + V_{\text{тв}}, \quad (1)$$

де  $V_{\text{заг}}$  – об'єм заготованки;

$V_{\text{вир}}$  – об'єм виробу;

$V_{\text{тв}}$  – об'єм технологічних витрат.

Витрати на термообробку можна прийняти 0,5...1% від об'єму заготованки, витрати при травленні – 1...2% [2].

Зазвичай заготівельним матеріалом для об'ємного штампування слугує прокат різного профілю – круглого, квадратного, шестикутного і таке інше, рідко – листовий матеріал великої товщини. Часто виробництво деталей типу стакан здійснюється з круглого прокату. Заготованка спочатку відрізається від прутка, а потім обробляється методами ХОШ.

До теперішнього часу, не дивлячись на сучасні технології, отримати заготованки з об'ємом  $V_{\text{заг}}$  потрібної точності важко. По-перше, при обчисленні об'єму заготованки обирають номінальний діаметр прутка. Номінальний розмір прутка має певні відхилення, бо певна частина виробляється з додатним, інша – з від'ємним допуском. Поля допусків визначені ДСТУ 4738:2007/ГОСТ 2590-2006 так, що зі збільшенням діаметра зменшується відносне поле допуску та зростає точність виготовлення прутка. Калібрований прокат коштує набагато більше. Тому його використання в технологічному процесі підіймає суттєво й вартість виробу. По-друге, в результаті відрізання від прутка як найбільш поширеного способу отримання заготованок отримуємо заготованки із задирками. На задирки для середніх та крупних деталей йде 15-20% металу, а на дрібних деталях задирка наближується до ваги самої деталі. По-друге, вимірювання об'єму заготованки проводиться дозуючими приладами. Давачі таких приладів мають похибку 1,5...2% [3]. Тому виробництво заготованок у сучасних умовах пов'язане з надмірними витратами металу та браком.

Якість поверхні, точність розмірів та форми заготованок тісно пов'язані з якістю деталі, виробу. Тому неточний об'єм призводить до недоштампування деталі у разі недостатнього об'єму або до браку у вигляді різностінності, скосу торця, неточних розмірів деталі у разі надмірного об'єму.

Нижче приведені декілька відхилень від форми та розмірів заготованок, на які впливає їх неточний об'єм.

Видавлювання деталей типу стакан різної по периметру товщини сприяє збільшенню навантаження на робочий інструмент – матрицю та пуансон (рис. 1) – та більшому їх зношенню. При такому видавлюванні виникають сили  $T_t$  та  $T_k$ , що виникають в результаті нерівномірної течії металу заготованки, та згинаючий момент  $M = P_d \cdot e$  (рис. 1) [4].

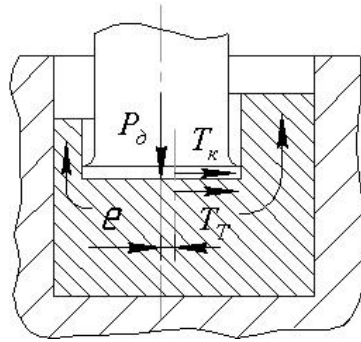


Рис. 1 Схема процесу видавлювання стаканів з різною товщиною стінки

Такий силовий режим зношує робочий інструмент та змінює його розміри. Крім того, неспіввісність пуансона та матриці може привести не тільки до великих навантажень на інструмент, але й привести до появи браку на поверхні деталі, наприклад, розриву стінки виробу [5].

Різностінність визначається як різниця найбільшої  $S_{max}$  та найменшої  $S_{min}$  товщини стінок  $\Delta S = S_{max} - S_{min}$  на заданому рівні  $z$ . В деяких випадках замість різностінності в кресленнику зазначається неспіввісність зовнішньої та внутрішньої поверхні  $\delta$ . З кресленника (рис. 2) слідує, що  $S_{max} = 0,5 \cdot (D-d) + \delta$ ,  $S_{min} = 0,5 \cdot (D-d) - \delta$ , звідки  $\Delta S = 2 \delta$ .

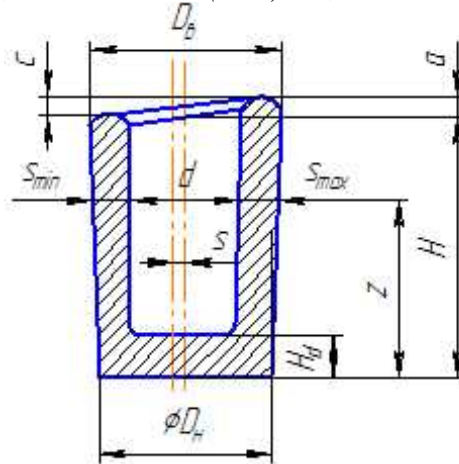


Рис. 2 Відхилення форми деталей типу стакан

Причина різностінності – неспіввісність пуансона та матриці в процесі деформації, але найбільш важливими факторами, що впливають на різностінність, вважають якість заготовок та горизонтальну жорсткість штампу [4].

Щоб звести різностінність до мінімуму, необхідно, по-перше, щоб торець заготовки був перпендикулярним твірній, а діаметр мав відповідні відхилення. По-друге, необхідно, щоб штамп мав високу горизонтальну жорсткість [2].

Скос торця визначається як різниця найбільшої  $H_{max}$  та найменшої  $H_{min}$  висоти заготовки  $C = H_{max} - H_{min}$ .

Причина появи косоного торця – нерівномірна течія металу в проміжок між пуансоном та матрицею, причиною чого являється заготовка різної товщини. Відповідно до закону найменшого спротиву, в більш товсту стінку метал тече інтенсивніше, тому й висота товщої стінки отримується більшою. При інших рівних умовах скос торця тим більше, чим менше відносна товщина стінки  $S/d$ .

Скос торця тісно пов'язаний з різностінністю. Тому усі фактори, що впливають на різностінність, також впливають й на скос торця. Особливо скос торця проявляється при видавлюванні тонкостінних стаканів, для яких  $d/D > 0,8$ . Для цих дета-

лей  $C$  може збільшуватися до  $0,5d$ , що приводить до значних витрат металу при підрізці торця.

Чисельні значення  $C$  змінюються в широкому інтервалі та залежать від багатьох факторів. Орієнтовно мінімальні значення скосу торця, що досягаються в умовах виробництва, складають менше  $0,2d$ .

Висотні розміри перекладок, головок, фланців залежать від пружної деформації системи прес-штамп та змінюються в більш широких межах [6...8]. Допуски на ці розміри визначають по формулі

$$\pm \Delta h = \pm \frac{(0,08...0,14)P_0}{(0,3...0,5)C_{mu}},$$

де  $P_0$  – зусилля деформації для даної деталі,

$C_{mu}$  – жорсткість пресу, що визначається за паспортними або довідковими даними [9].

Висотні розміри залежать від точності об'єму вихідної заготовки, а також пружної деформації системи прес-штамп. Тому допуски на них для стаканів визначаються двома складовими:

$$\Delta H = \frac{4\Delta V}{\pi(D^2 - d^2)} + \frac{\Delta h \cdot d^2}{D^2 - d^2},$$

де  $\Delta V$  – відхилення об'єму вихідної заготовки від номінального;

$\Delta h$  – відхилення відповідних розмірів другого виду для стаканів.

Знаки відхилень  $\Delta V$  та  $\Delta h$  слід вибирати однаковими як для першої складової, що визначає вклад відхилення фактичного об'єму вихідної заготовки від номінального значення об'єму, так і для другої, що враховує зміну розмірів  $H$  або  $L$  – залежно від зміни розмірів  $h$ .

Якщо діаметр заготовки дорівнює діаметру матриці, то формулу для розрахунку  $\Delta H$  можна привести до виду:

$$\Delta H = \frac{1}{1 - d^2/D^2} \cdot \left( \frac{4\Delta V}{\pi D^2} + \frac{\Delta h \cdot d^2}{D^2} \right).$$

Дріб  $\Delta V/D^2$  має простий фізичний смисл – це допуск на довжину вихідної заготовки для стаканів. Відповідно, можна записати:

$$\Delta H = \frac{1}{1 - d^2/D^2} \cdot \left( \frac{4\Delta H_s}{\pi} + \frac{\Delta h \cdot d^2}{D^2} \right).$$

Як видно з приведених формул, такі розміри змінюються тим більше, чим ширші допуски на розміри вихідних заготовок, чим менша вертикальна жорсткість преса та штампа та чим більше ступінь деформації. Тому при видавлюванні тонкостінних стаканів допуски на розміри  $H$  та  $L$  можуть складати декілька міліметрів.

Отже, виробництво деталей методами ХОШ тісно пов'язане з виготовленням їх заготовок. Об'єм, форма, геометричні розміри, жорсткість поверхонь та механічні властивості заготовок суттєво впливає на такі ж самі параметри для деталей. Тому надмірний об'єм заготовки призводить до таких видів браку як різностінність, скос торця, неточні висотні розміри.

**Список літератури:** 1. Євстратов В. О. Аналіз виготовлення низьких заготовок для процесу видавлювання / В. О. Євстратов, В. О. Підгірна // Обработка материалов давлением: зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – №1 (19). – С. 183-185. 2. Евстратов В. А. Основы технологии

выдавливания и конструирования штампов [Текст] / В. А. Евстратов. – Х.: Вища школа, 1987. – С.144. 3. Норицын И. А. Тенденция развития объемной штамповки в закрытых штампах / И. А. Норицын // Кузнечно-штамповочное производство. – 1972. – № 9. – С. 1-6. 4. Качанов А. П. Прогнозування не співвідності пуансона і матриці на операціях холодного зворотного видавлювання / А. П. Качанов, Д. О. Корольов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: зб. наук. пр. Краматорськ - Хмельницький – 2002. – С. 420-422. 5. Овчинников А. Г. Деформируемость сплавов при холодном обратном выдавливании полых цилиндрических изделий / А. Г. Овчинников // Кузнечно-штамповочное производство – 1980. – №1. – С. 7-10. 6. Антонюк Ф. И. Сравнительная оценка эффективности способов повышения точности холодной объемной штамповки на основе статистических методов анализа / Ф. И. Антонюк // Кузнечно-штамповочное производство – 2006. – №12. – С. 19-23. 7. Антонюк Ф. И. Точность холодной объемной штамповки на кривошипных прессах с упорами и без упоров. Ч.2. Обратное выдавливание и штамповка в закрытом штампе / Ф. И. Антонюк, Е. Н. Ланской // Кузнечно-штамповочное производство – 2004. – №1. – С. 19-29. 8. Антонюк Ф. И. Повышение точности холодной объемной штамповки на гидравлических прессах / Ф. И. Антонюк, А. Н. Малышев // Кузнечно-штамповочное производство. – 2005. – №11. – С. 14-18. 9. Банкетов А. Н. О расчете мощности электродвигателя кривошипных кузнечно-прессовых машин / А. Н. Банкетов, О. М. Соснин // Кузнечно-штамповочное производство. – 1979. – №11. – С.19-21.

**УДК 621.983**

***ВАСИЛЬЕВ К.И.,  
ЯБЛОНОВСКАЯ А.В.,  
ОХРИМЕНКО М.А.***

Кафедра «Системы пластического деформирования» МГТУ «СТАНКИН»

### **РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ВЫТЯЖКИ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ДЕТАЛИ С ОБРАЗУЮЩЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ.**

Рассмотрены 5 возможных способов вычисления диаметра исходной заготовки при вытяжке осесимметричных деталей из листового материала, 3 из которых подробно изложены в справочниках и учебниках. Показано, что, используя разработанную универсальную параметрическую модель штампуемой детали, можно без написания программного кода быстро определить диаметр исходной заготовки для вытяжки осесимметричной детали с образующей произвольной конфигурации.

В процессе разработки технологического процесса вытяжки деталей сложной формы возникают трудности при расчете размера исходной заготовки. Традиционно для определения размеров плоской заготовки при вытяжке полых тел используется три метода[1, 2, 3]:

1. Метод на основе табличных данных.

Расчет диаметра заготовки наиболее распространенных конфигураций деталей типа тел вращения осуществляется по расчетным зависимостям, сведенных в справочные таблицы и приведенных в справочной литературе.

2. Метод равенства поверхностей.

Сущность метода состоит в том, что образующую изделия условно разбивают на ряд простых геометрических фигур, площади поверхностей которых легко вычислить. Приравнивая сумму площадей всех элементарных поверхностей готового изделия площади заготовки, вычисляют диаметр.

3. Графоаналитический метод.