

УДК 621.73

Стеблюк В.І., проф., д.т.н.
НТУ України „Київський політехнічний інститут”

РОЗВИТОК МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ОПЕРАЦІЙ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ НА КАФЕДРІ МПМ і РП

В статті приведено короткий огляд основних результатів наукової роботи кафедри Механіки пластичності матеріалів і ресурсозберігаючих процесів (обробки металів тиском) механіко-машинобудівельного інституту НТУУ “КПІ” в області інтенсифікації процесів і операцій листової штамповки за період 1960-2010гг.

In the article the brief review of basic scientific results of department of Mechanics of plasticity of materials and resource saving processes (Equipment for Materials Processing with Pressure) of Institute of Mechanical Engineering of NTUU “KPI” performances is resulted in area of intensification of processes and operations of the sheet stamping for period of 1960-2010 years.

Інтенсивні дослідження процесів обробки металів тиском, розпочаті на кафедрі в 60-х роках минулого сторіччя під керівництвом професора Т.М.Голубєва, охоплювали широке коло питань з технології прокатування, волочіння, об'ємного та листового штампування.

В цей час в країні швидкими темпами створювались і розвивались нові галузі промисловості – авіа космічна, радіоелектронна, точного приладобудування, обчислювальної техніки. Перед підприємствами вставали складні завдання по їх конструкторському і технологічному забезпеченню. Колектив кафедри активно включився в вирішення багатьох актуальних задач, співпрацюючи з галузевими науково-дослідними та проектно-технологічними інститутами (НДІ УкрНІАТ, ВКГІ «Будшляхмаш», ВПКГІ «ВІЗВ»), заводами «Комуніст», Маяк, Арсенал, Мікро прилад і іншими.

Тісна співпраця з ними сприяла зростанню професійного рівня викладачів і співробітників кафедри, підвищення фахового рівня підготовки випускників. Були закладені міцні традиції співпраці кафедри і промисловості.

Автор зосередив свою увагу на питаннях інтенсифікації операцій листового штампування в зв'язку з тим, що, починаючи з 1961-62 навчального року, йому було доручено читати курс лекцій «Технологія листового штампування» студентам спеціальності «Машини і технологія обробки металів тиском».

Одним із напрямків було дослідження операцій зачищення в штампах вирубаних із листа заготовок з метою одержання точних за розмірами (6-7кв.) деталей з низькою шорсткістю (0.64-0.32 мкм) поверхні зрізу без додаткової механічної обробки. Це мало важливе значення при виготовленні малих за розмірами і складних за формою деталей у виробництві точних оптико-механічних приладів. Для досягнення необхідних результатів були проведені дослідження вібраційного зачищення на модернізованому кривошипному пресі з додатковим вібраційним столом (рис.1).

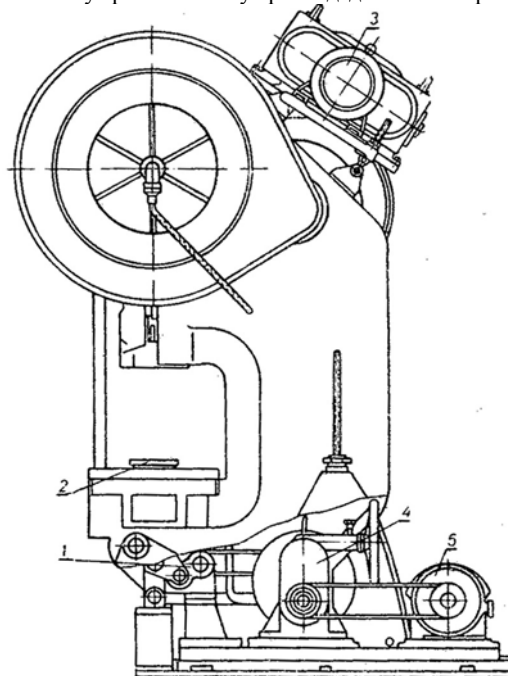


Рис. 1. Модернізований кривошипний прес для вібраційної зачистки. 1- важільно колінчатий механізм; 2- вібраційний стіл; 3- варіатор числа ходів повзуна; 4- варіатор швидкостей; 5- електродвигун

Були встановлені оптимальні режими деформування [1], а результати досліджень передані для впровадження на завод «Арсенал». Надалі процес вдосконалювався за рахунок зміни механічних властивостей поверхневого шару на глибину припуску під зачищення [2]. Розроблені конструкції штампів [3] були апробовані на заводі ім. Артема. Був також

запропонований та досліджений метод чистового вирубування ступінчастим пуансоном [4], впроваджений на заводі «Мікро прилад» [5] для одержання заготовок під холодне видавлювання корпусів мікро приладів спеціального призначення. Вказані методи на той час були досить ефективними.

З метою одержання П-подібних профілів із малопластичних сплавів, зокрема композиційних матеріалів, спільно з фахівцями НДІ Авіаційних технологій і матеріалів була розроблена конструкція штампа для гнуття з програмованим тангенційним стисканням [6]. Проведеними дослідженнями встановлена залежність мінімального відносного радіуса згину від ступеня стискання [7]. Застосування штампа дозволяла збільшити жорсткість деталей за рахунок зменшення в 2-3 рази мінімально допустимих відносних внутрішніх радіусів гнуття. Конструкція дозволяла швидке переналагодження при гнутті профілів із різних матеріалів, зокрема композиційних.

Чільне місце в дослідженнях займали питання інтенсифікації процесу глибокого витягування. Одним із напрямків став подальший розвиток теорії і технології глибокого витягування з диференційованим нагріванням осередку деформації. Дослідженнями встановлено рівняння оптимального розподілу температури по осередку деформації з урахуванням деформаційного та швидкісного зміцнення, яке для віссиметричного процесу має вигляд [9]:

$$\Delta T(\rho) \geq T_{BH} + \frac{1}{\alpha} \left\{ n_1 \ln \left[\frac{\left(\frac{\tilde{\rho}^2 - \tilde{\rho}_0^2}{1 - R_H + \rho} \right)^{1/2} + \tilde{\rho}}{\left(\frac{\tilde{\rho}^2 - \tilde{\rho}_0^2}{1 - R_H + r_0} \right)^{1/2} + r_0} \right] + \ln \frac{\left(\frac{\tilde{\rho}^2 - \tilde{\rho}_0^2}{1 - R_H + \rho} \right)^{1/2}}{\left(\frac{\tilde{\rho}^2 - \tilde{\rho}_0^2}{1 - R_H + r_0} \right)^{1/2} + r_0} \right\} + 2n_2 \ln \frac{\tilde{\rho}}{r_0}$$

де \tilde{R}_H - зовнішній відносний радіус осередку деформації (ОД);

$\tilde{\rho}$ - відносний поточний радіус ОД;

\tilde{r}_0 - внутрішній відносний радіус ОД (відносний радіус деталі);

T_{BH} - температура на внутрішній межі ОД;

n_1 і n_2 - коефіцієнти деформаційного та швидкісного зміцнення відповідно.

Отримані результати дозволили значно спростити конструкцію штампів та підвищити їх надійність [10]. На заводі «Комуніст» була створена спеціалізована дільниця виробництва порожнистих коробчастих деталей із легких алюміній-магнієвих сплавів.

Окремо слід відзначити розроблені на кафедрі конструкції штампів для витягування з диференційованим нагріванням осередку деформації, елементи матриці і притискувача яких виготовлені із спеціальної кераміки, що давало змогу проводити нагрівання заготовки СВЧ безпосередньо в штампі [11]. Завдяки цьому в 3-5 раз зменшилась кількість переходів при витягуванні деталей із мало пластичних жаростійких сплавів.

Новим напрямком інтенсифікації глибокого витягування був запропонований на кафедрі витягування із попередньо спрофільованої листової заготовки [12]. За результатами ґрунтовних досліджень була розроблена технологія та конструкція штампів для витягування деталей із титанових сплавів (рис.2) та виготовлені перші в Україні сталеві піддони для артсистеми танка Т80 (рис.3).



Рис. 2. Типова деталь з титанового сплаву VT-3



Рис. 3. Сталевий піддон, отриманий витяжкою з попередньо спрофільованої заготовки

Значний ефект досягається при витягуванні із попередньо спрофільованої листової заготовки з диференційованим нагріванням осередку деформації СВЧ. Метод успішно використовувався при виробництві гнучких коліс хвилових редукторів із сталі 30ХГСА на Київському редукторному заводі [15].

У зв'язку з широким застосуванням стиснутого газу в якості пального для автотранспорту на кафедрі запропонована конструкція балонів, що створювалась із двох напівбалонів, одержаних витягуванням та з'єднаних одним кільцевим швом і зміцнених склоровінгом [16,17]. Такі балони та технологія їх виготовлення забезпечують кращі масогабаритні характеристики порівняно з іншими (рис. 4).



Рис. 4. Штампований балон з одним кільцевим швом

Розроблені нові методи розрахунку і визначення форми заготовок для витягування глибоких порожнистих виробів коробчастої форми на основі теорії потенціалу швидкостей плоскої течії ідеальної рідини та комп'ютерних методів моделювання, що значно скорочують терміни підготовки виробництва [18].

Розвиток лазерних технологій і світлокопіювальної техніки поставили задачу виготовлення особливо тонкостінних трубчастих виробів з товщиною стінки 0.06-0.07 мм. і різностінністю не більше декількох мікрон при стабільних механічних і теплофізичних властивостях. На кафедрі розроблена технологія та вдосконалене оснащення для виготовлення подібних виробів, що впроваджені на ЗАТ «UNICOMP»

В цьому зв'язку слід відзначити розроблену на кафедрі вдосконаленого пристрою для одержання особливо тонкостінних трубчастих та порожнистих виробів (рис. 5) [19].

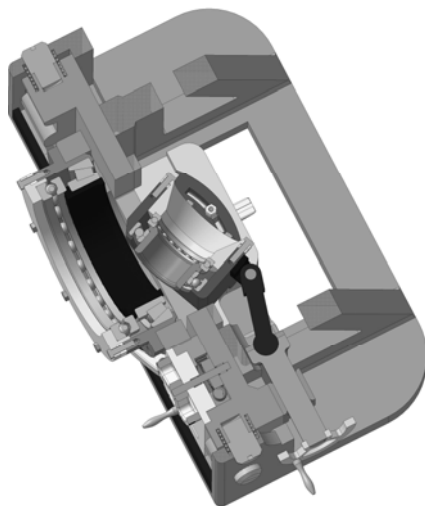


Рис. 5. Пристрій для витягування через похилі матриці

Для інтенсифікації відбортуння отворів на кафедрі розроблений штамп із вдосконалим профілем контрпуансона, який дозволив збільшити меридіональні стискаючі напруження без втрати стійкості [20] та зменшити допустимий коефіцієнт відбортуння на (25-30)%. Штамп використовується для відбортуння горловин балонів стиснутого газу

Значне місце в дослідженнях займали питання інтенсифікації одержання точних заготовок та деталей із тонкостінних труб. Запропонована схема та розроблена конструкція пристрою для розрізання труб одночасним поперечним зсувом і зкручуванням [21], що забезпечує гладкість поверхні зрізу, її перпендикулярність вісі деталі без спотворення профілю.

Для одержання деталей з внутрішнім або зовнішнім фланцем в середній частині трубчастої заготовки розроблено ряд конструкцій штампів з локальним нагріванням осередку деформації СВЧ [22, 23], що дозволило в декілька раз зменшити втрати металу в стружку та відповідно трудові затрати.

За цей час з питань інтенсифікації листового штампування захистили кандидатські дисертації Казарцев В.М., Смирнягін В.М., Станчев С.Г., Яворський В.С., Орлюк В.М., Калюжний О.В.

Такі основні, (далеко не повні), результати розвитку методів інтенсифікації процесів і операцій листового штампування, виконані на кафедрі Механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів (Обробки металів тиском) за останні 50 років.

Сьогодні над питаннями інтенсифікації процесів листового штампування успішно трудяться молоді викладачі та аспіранти кафедри – Орлюк В.М., Холявік О.В., Калюжний О.В., Савченко Д.М. (науковий керівник проф. д.т.н Стеблюк В.І.), Злочевська Н.К., Тітов А.В., Борис Р.С., Клисько А.В., Лавріненков А.Д. (науковий керівник проф. д.т.н Тітов В.А.), студенти і магістранти кафедри.

Список літератури

1. Тартаковский И.П., Стеблюк В.И. Изготовление деталей приборов методом вибрационной обработки давлением. ИТИ Госплана УССР, Киев, 1966 г.
2. Авт.св. №551086 от 29.11.1976 г., Способ штамповки металлических деталей, В.И.Стеблюк, В.М.Смирнягин и др. SU B21D28/16, Заяв. 29.05.75, Оpubл. 25.03.77, Бюл. №11.
3. Авт.св. №521043 от 16.09.1976 г., Штампы для обработки листовых заготовок, В.И.Стеблюк, В.М.Смирнягин и др. SU B21D28/16, Заяв. 18.04.75, Оpubл. 15.07.76, Бюл. №26.
4. В.И. Авт.св. №470336 от 21.01.1975 г., Штампы для чистовой вырезки, Стеблюк, В.М.Смирнягин, В.Н.Казарцев, SU B21D28/16, Заяв. 02.03.73, Оpubл. 15.05.75, Бюл. №18.
5. В.Н.Казарцев, В.И.Стеблюк и др., Чистовая вырубка ступенчатым пуансоном, Кузнечно-штамповочное производство, 1975, №7.
6. Авт.св. №1426672 от 01.06.1988 г., Гибочный штамп, Кривов Г.А., Стеблюк В.И., Титов В.А. и др., SU B21D22/02, Заяв. 11.10.86, Оpubл. 30.09.88, Бюл. №36.
7. Стеблюк В.И. Предельно допустимые радиусы гибки при изгибе с тангенциальным сжатием, Автоматическая сварка №2, 02.1999 г.
8. Кривов Г.А., Титов В.А., Лупкин Б.В. и др., Конструкции из металлических композиционных материалов., Киев, Техника, 1992 г.
9. Стеблюк В.И., Семеренко И.Л., Определение оптимального температурного поля при глубокой вытяжке с дифференциальным нагревом., Кузнечно-штамповочное производство, №11, 1989, М.
10. Корина Т.М., Олешко И.А., Стеблюк В.И., Некоторые вопросы интенсификации процесса глубокой вытяжки деталей из листовых труднодеформируемых материалов., Доклады региональной научно-технической конференции Прогрессивная технология в производстве продукции сельхозмашиностроения., Челябинск, 1983 г.
11. Стеблюк В.И., Олешко И.А., Михашун, Керамические материалы и перспективы их применения в штампах., Доклады региональной научно-технической конференции «Прогрессивная малоотходная технология в производстве продукции сельхозмашиностроения., Челябинск, 1983 г.
12. Декларационный патент Украины на винахід. №36907А, 16.04.2001р., Бюл. №3,2001 р., Спосіб одержання порожнистих циліндричних виробів із змінною товщиною стінки, Стеблюк В.І., Орлюк М.В., Хоменко І.І., UA B21D35/00. Заяв. 22.02.2000, Оpubл. 16.04.2001, Бюл. №3, 2001 р.
13. Стеблюк В.И., Орлюк М.В., Полищук В.А. Особенности напряжённо-деформированного состояния при вытяжке полых изделий из предварительно профилированных заготовок, Кузнечно-штамповочное производство, №8, 2000г.
14. Стеблюк В.И., Орлюк М.В., Холявик О.В. Напряжения растяжения при комбинированной вытяжке из предварительно профилированной заготовки. Технологические системы, Вып.1, Киев, 2002г.
15. Корина Т.М., Стеблюк В.И., Олешко И.А. Прогрессивная технология изготовления гибких колес волновых передач. РДЭНТП «Знание», УССР, Киев, 1983г.
16. Патент на корисну модель, №20453, 15.01.2007 р., Балон високого тиску, Стеблюк В.І., Орлюк В.М.
17. Патент на корисну модель, №43168, 10.08.2009р., Балон високого тиску, Стеблюк В.І., Яворський В.С., Орлюк М.В., UA F17C1/00. Заяв. 06.08.2009, Оpubл. 10.08.2009, Бюл. №15.
18. Стеблюк В.І., Холявик О.В., Розвиток аналітичних методів розрахунку розмірів та форми заготовок і переходів при витягуванні коробчастих виробів із листового металу., Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Вып.50, 2007 г.
19. Стеблюк В.І., Азарх І.П., Вдосконалення технології та оснащення для виготовлення особливо тонкостінних трубчастих виробів., Наукові праці ДОННТУ, серія «Металургія» Вип. 10, 2008 р.
20. Авт.св. №1454543 01.10.1988 г., Устройство для отбортовки. Стеблюк В.И., Сушко И.Н., Семеренко И.Л и др..
21. Патент на корисну модель, №46319,10.12.2009р., Спосіб одержання короткої трубчастої заготовки, Стеблюк В.І. Савченко Д.М., Розов Ю.Г.
22. Авт.св. №1637933,01.12.1990г..1988 г., Способ получения трубчатых изделий с фланцем. Стеблюк В.И., Сушко И.Н. B21K21/08, Заяв. 27.03.89, Оpubл. 30.03.91, Бюл. №2.
23. Авт.св. №1632598, 08.11.1990г. Способ изготовления полых деталей с внутренним с фланцем. Сушко И.Н, Стеблюк В.И., B21J1/06, Заяв. 11.01.88, Оpubл. 07.03.91, Бюл. №9.