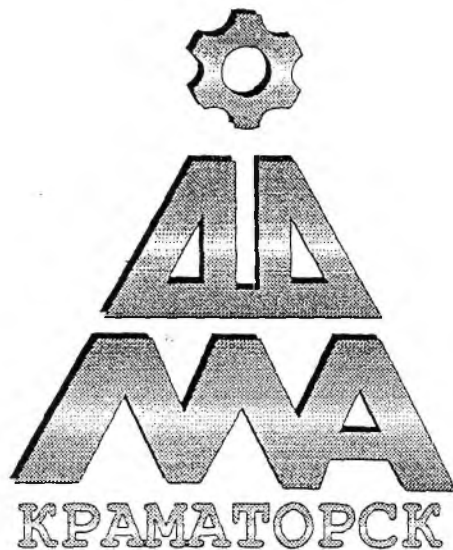


Министерство образования и науки Украины

Донбасская государственная машиностроительная академия



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
И ОБОРУДОВАНИЯ ОБРАБОТКИ
ДАВЛЕНИЕМ В МЕТАЛУРГИИ И
МАШИНОСТРОЕНИИ**

Тематический сборник научных трудов

КРАМАТОРСК 2003

<i>Бровман Т.В.</i> Определение экстремальных величин усилий при штамповке	335
<i>Алиева Л.И., Борисов Р.С., Скрипниченко Е.Л.</i> Характеристика формоизменения металла при выдавливании	340
<i>Солодун Е.М., Чучин О.В., Белоус Л.В.</i> Комбинированное выдавливание полых деталей типа стакан с донным отростком	345
<i>Кухарь В.В., Диамантопуло К.К.</i> Исследование энергосиловых параметров операции получения фасонных заготовок осадкой с потерей устойчивости	350
<i>Янчев А.И.</i> Влияние условий гидропрессования на прочность сцепления компонентов биметаллической заготовки	355
<i>Матвійчук В.А., Михалевич В.М., Красевський В.О., Алієва Л.І.</i> Розробка процесів штампування порожнистих виробів методами видавлювання та обкочування	359
<i>Жадкевич М.П., Богаченко А.Г., Шевцов В.П., Маринский Г.С.</i> Новые технологии формообразования заготовок инструментов и деталей машин	364
<i>Гридин А.Ю., Головкин А.Н.</i> Исследование формоизменения металла при прессовании тонкостенных алюминиевых профилей через форкамерные матрицы	370
<i>Роганов Л.Л., Карнаух С.Г.</i> Разработка безотходных способов разделения сортового проката и оборудования для его реализации	376
<i>Базна М.М., Ступка А.Г., Базна М.Н.</i> Возможность производства пустотелых цилиндрических машиностроительных поковок из центробежно литых заготовок	381
<i>Грушко А.В.</i> Устойчивость пластического деформирования крутоизогнутых отводов	384
<i>Дорошко В.И., Сергиенко О.В.</i> Исследование на компьютерных моделях процесса комбинированной вытяжки	388
<i>Сивак И.О., Савуляк В.В.</i> Получение гофрированных заготовок методами локальной пластической деформации	392
<i>Майоров Д.Г., Луценко В.А., Майоров Г.И., Коробко Т.Б.</i> К расчету распределения толщины в процессе гофрирования осесимметричных деталей	395
<i>Темирханов Д. Д.</i> Моделирование устойчивости полусферической заготовки на начальной стадии процесса вытяжки	400
<i>Митичкина Н.Г.</i> Интенсификация процесса пробивки отверстий под отбортовку	405
<i>Проскуряков Н.Е., Череватый Р.С., Леонов В.М., Гладких Е.И.</i> Моделирование операций электромагнитной штамповки заготовок из типовых материалов	408
<i>Кулик Т.А., Бегунов А.А., Сатонин А.А., Касьянюк С.В., Анакин А.В.</i> Математическое моделирование степени использования запаса пластичности при реализации процесса вытяжки с утонением цилиндрической заготовки с неоднородными по толщине механическими свойствами	411
<i>Ткачев Р.О., Каргин Б.С., Кирицев А.Д.</i> Влияние устойчивости трубных заготовок на выбор режима деформации при обжиме	417
<i>Мамутов В.С., Поздов К.И.</i> Экспериментальные исследования электрогидроимпульсной вытяжки с последовательным набором тонколистового металла на пуансон	420
<i>Огородніков В.А., Грушко О.В., Федотов В.О.</i> Напружено-деформований стан в процесі формоутворення крутозігнутих колін методом холодного пластичного деформування	424
<i>Кузнецов Н.Н., Белых В.Г., Махмудов К.Д.</i> Анализ температурных полей и напряжений в металле при деформировании с воздействием импульсами магнитного поля и тока	429
<i>Берник П.С., Сивак Р.И.</i> Упрочнение проволоки поверхностным пластическим деформированием	435

УДК 621.777

Матвійчук В.А., Михалевич В.М., Краєвський В.О. (Вінниця, ВДТУ),
Алієва Л.І. (Краматорськ, ДГМА)РОЗРОБКА ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ
МЕТОДАМИ ВИДАВЛЮВАННЯ ТА ОБКОЧУВАННЯ

У статті наведені результати дослідження процесів формоутворення втулок з фланцем способами видавлювання та ротаційного обкочування. Визначені закономірності руху частинок заготовки у зоні контакту із валком, проведена оцінка деформованості матеріалів, розроблені рекомендації для забезпечення необхідних службових характеристик виробів.

The technological processes of billets flanging, extrusion and rotary forming by revolving forging are investigated in this article. The mechanism of billet's particles movement in a zone of contact with roller is defined. The estimation of materials deformability is done. The recommendations for necessary requirements assurance of the billets are offered.

Серед номенклатури металевих виробів значну частину займають порожнисті вироби типу втулок із фланцями і буртами. Виготовлення таких деталей методами холодного об'ємного штампування дозволяє отримати значний ефект за рахунок максимального наближення форми та розмірів штампованої заготовки до параметрів готової деталі, а також поліпшення макроструктури, якості поверхонь і експлуатаційної надійності [1,2].

Технологічні процеси холодного формування вказаних деталей відрізняються багатоваріантністю можливих схем деформування [1-4]. Кожний з таких процесів має максимальну ефективність в межах певної форми і точності вихідної заготовки і готової деталі, абсолютних і відносних розмірів заготовки, матеріалів, що використовуються, тощо. Прийняття того або іншого варіанту процесу досить складна задача, яка залежить також від цілей проектування і умов виробництва (програма випуску, наявність обладнання, досвіду та ресурсів). В будь-якому випадку доцільний аналіз технологічних можливостей та обмежень, які властиві альтернативним варіантам формоутворення.

Метою даної роботи є дослідження та оцінка можливостей нових технологічних способів деформування втулок в порівнянні з традиційними схемами штампування.

Висаджування (рис.1, варіант 1) є найбільш простим способом виготовлення деталей із фланцем. Обмеження, пов'язані з утратою стійкості заготовки та нерівномірністю формоутворення, у більшості випадків потребує застосування декілька переходів. При необхідності отримання більш тонких фланців доцільно доповнювати обробку обкочуванням (варіант 6) або формуванням (схема 7) на вертикальних пресах підвищеної жорсткості.

У випадку прямого видавлювання (варіант 2) ступінь деформації обмежений підвищеним навантаженням інструменту. Хоча технологічна пластичність вище, при прямому видавлюванні для зниження нерівномірності деформації та запобігання дефектів необхідно застосувати матриці із плавним профілем, що обмежує форму втулок. Якість поверхонь і точність діаметрів достатньо висока, але точність по довжини низка. Розширенню можливостей варіанту сприяє доповнення обробки операцією висадки [1, 2].

Варіант 3 осадки-видавлювання можна рекомендувати для низьких деталей. За рахунок одночасного обтискування та радіальної течії у фланець можна досягнути значних співвідношень діаметрів фланця і стержня при високої якості поверхонь.

Нови способі поперечного видавлювання (варіанті 4, 5) відрізняються меншою енергоємністю процесу, більшою стійкістю заготовки і різноманітністю схем кінематичного та силового впливу на заготовку [2]. Як з'ясовано в процесі досліджень, достоїнством варіанту є можливість формування торців втулки. Основне обмеження : недостатня деформуемость металу, низка якість бічних поверхонь втулки. Ефективна поєднання радіального видавлювання із висадкою, при тому таке комбінування легко виконувати на одній позиції. Вихідними заготовками для процесу можуть бути трубні, листові гнуті та заготовки, які отримані прошивкою наскрізь.

Радіальне видавлювання, поєднане з редукуванням, дозволяє підвищити якість поверхні втулки і граничну ступень формозміни (варіант 4) [3].

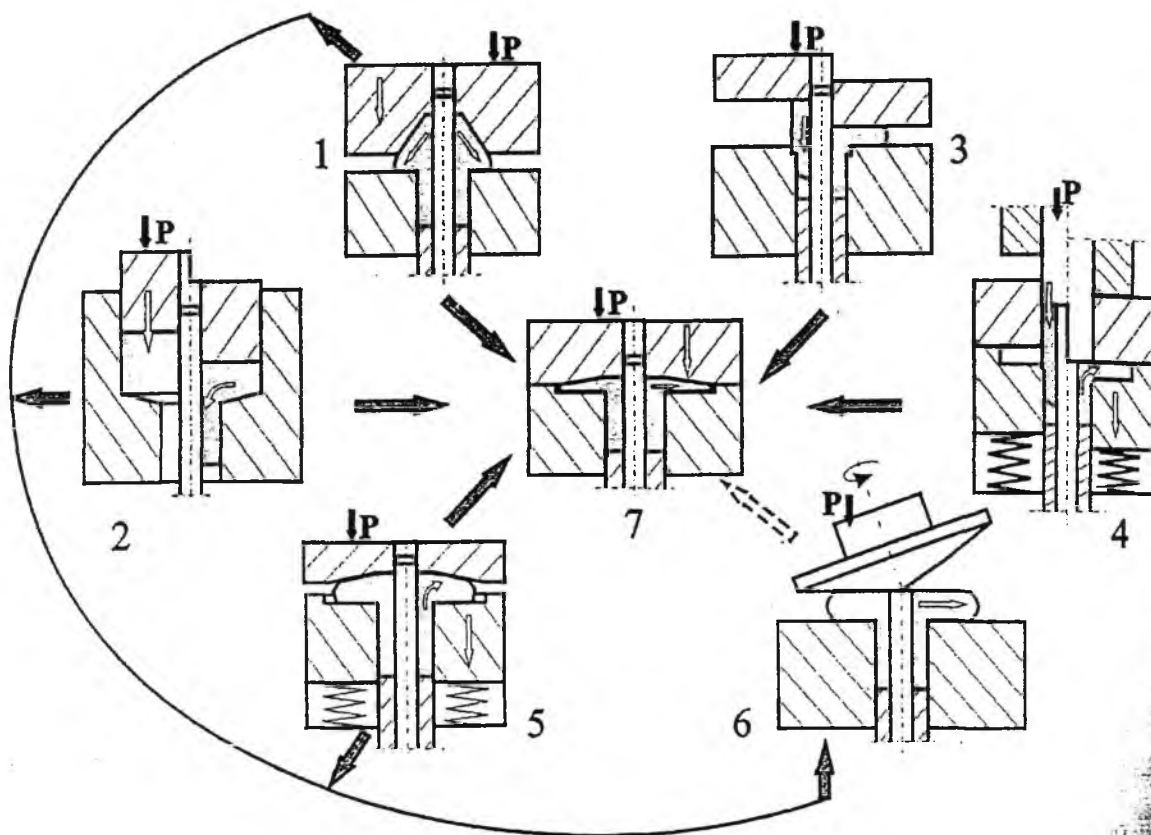
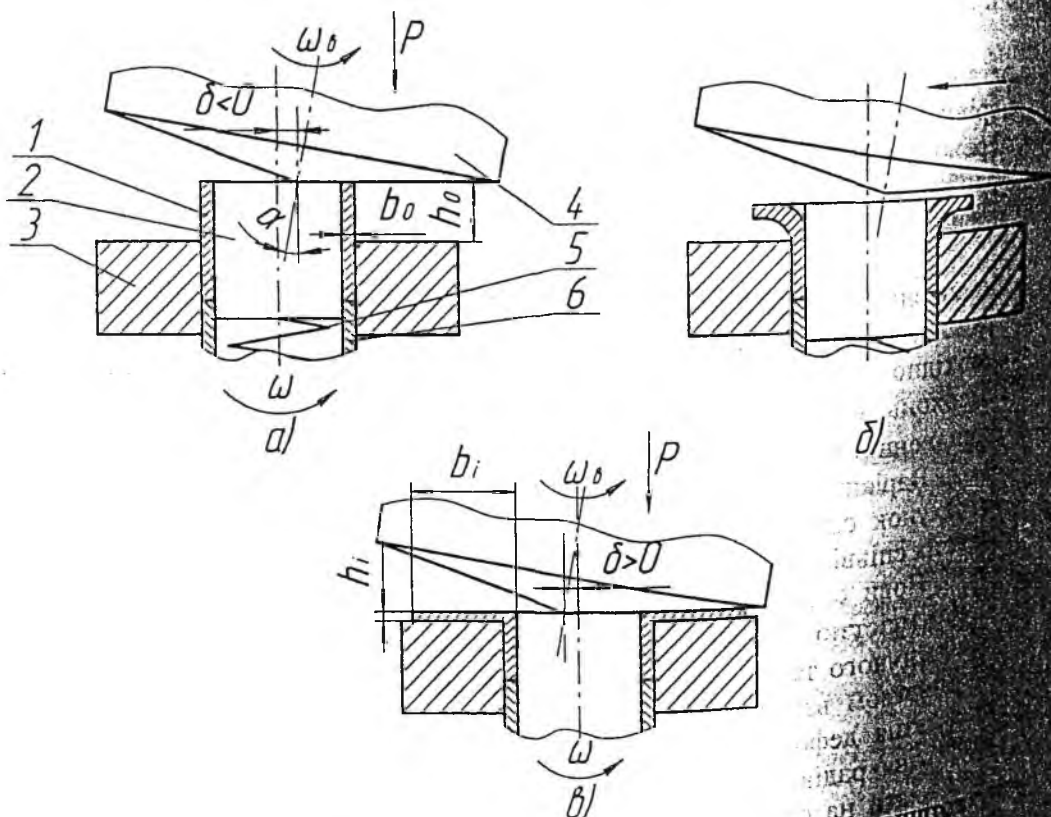


Рис.1 - Способи штампування втулок із фланцем.



1 – заготовка; 2 – оправка; 3 – матриця; 4 – валок; 5 – пружина; 6 – вилка
Рис. 2 – Послідовність операцій при відбуртовці розкочуванням

Особливої ефективності при виробництві деталей з фланцями і буртами досягнуто з використанням ротаційних способів обробки заготовок, що і призвело до широкого застосування таких процесів, як обкочування, розкочування, ротаційна витяжка та ін.

Особомісце серед процесів пластичного формоутворення займають процеси холодного торцювого розкочування (ХТР), що є різновидом штампування обкочуванням (варіант б) [4]. Перевагами розкочування є досить широкі можливості по формоутворенню заготовок, що обумовлено значним спектром кінематичних параметрів деформування та достатньо високою жорсткістю інструментальної оснастки.

Для отримання масивних фланців доцільне попереднє формування у вигляді набору металу і заключне формування фланця. Це дозволяє вважати перспективними процеси, які основані на комбінуванні варіантів 1, 2 або 5 із процесом ХТР (варіантом б).

Привабливими для реалізації мають бути і процеси ХТР, в яких комбіновані способи розкочування та відбуртовки, оскільки це дозволяє суттєво розширити номенклатуру деталей, що виготовляються, досягати значної формозміни елементів після операції згину тощо.

Послідовність виконання поєднаних операцій обкочування, відбуртовки та ХТР пояснюється на рис.2. Дослідженням кінематики руху частин заготовки у зоні контакту з валком було встановлено, що напрям течії металу залежить від ряду параметрів. До основних з них, при розкочуванні конічним валком, слід віднести кут нахилу осі валка α по відношенню до осі заготовки, та величину і напрям зміщення вершини валка δ по відношенню до центра обертання заготовки. При цьому, із збільшенням кута нахилу α та величини зміщення δ , посилюється відцентрова течія металу.

Найбільше розповсюдження отримали технологічні процеси з кутом $\alpha = 10^0$. Це обумовлено, головним чином, тим фактом, що при зменшенні кута нахилу збільшується площа плями контакту і, відповідно, сила деформування. При його збільшенні зростають радіальні навантаження на інструментальний блок, що вимагає значного посилення жорсткості обладнання. Таким чином можливості управління процесом деформування шляхом зміни кута нахилу валка досить обмежені. Значно ширші технологічні можливості відкриває зміщення вершини валка (ексцентриситет) δ .

Ефект впливу ексцентриситету на формування заготовки був використаний при розробці способу відбуртовки трубчастих заготовок [5]. Суть способу полягає у тому, що при відбуртовці зовнішнього бурта конічним валком, вершину валка зміщують від центру заготовки на величину, що дорівнює 1,5...8 товщинам стінки заготовки (рис. 2,а). Величина зміщення залежить від коефіцієнта тертя на контакті валок – заготовка та відносних розмірів заготовки під бурт h_0/b_0 . При відомому коефіцієнті тертя μ орієнтовне значення ексцентриситету валка можна визначити із співвідношення $\delta = b_0(2,5...3)\mu$.

Слід відзначити, що при відбуртовці високих буртів ($h_0/b_0 > 4$) інтенсивні відцентрові сили можуть привести до вивороту стінки заготовки. Для запобігання вивороту необхідно на проміжному етапі зміщувати валок в протилежному від початкового напрямку і продовжувати процес розкочування (рис. 2 б,в).

При розробці процесу відбуртовки було проведено дослідження напружено-деформованого стану (НДС) матеріалу заготовок. Дослідження НДС в поперечних перерізах заготовок із міді М06 на різних етапах відбуртовки проводили методом заміру твердості (рис. 3), а на бокових поверхнях – методом сіток (рис. 4). Як видно з рис.3 на початкових стадіях розкочування максимальна ступінь деформації спостерігається на контакті валка з заготовкою, а після сформування бурта і при його подальшій осадці – в серединній зоні бурта.

Найбільш жорсткий напружений стан спостерігається на внутрішній поверхні заготовки (рис. 4) в зоні Б₁ - $\eta = 1,5...2$, проте тут має місце відносно низький рівень

деформацій $\varepsilon_i = 0,5 \cdot \varepsilon_{\max}$ (рис. 3, 4). Іншою небезпечною в плані руйнування є зона A_1 , де поряд з високим рівнем ступеня деформації має місце також відносно жорстка схема напруженого стану ($\eta = 0,4 \dots 1,0$). Певний інтерес в прогнозуванні руйнування заготовки представляє середина частини бурта, де на заключних стадіях деформування при відносно м'яких схемах напруженого стану ($\eta = -1,5$) накопичуються максимальні ступені деформації.

Необхідно відзначити, що процес відбуртовки розкочуванням протікає в умовах немонотонних деформацій з чергуванням згину і висадки, з переходом відкритої поверхні в контакт з інструментальною оснасткою та наступним виходом її частини з контакту. Особливі умови накопичування пошкоджень мають місце поблизу торцевої поверхні заготовки, якщо вихідну заготовку відділяють від труби шляхом пластичного зсуву. Все це обумовило вибір для оцінки деформуємості матеріалу заготовки критерію немонотонного деформування [6,7]. Розроблена методика оцінки деформуємості дозволяє проектувати процес відбуртовки розкочуванням заготовок з різних матеріалів, визначати гранично можливі розміри та службові характеристики виробів.

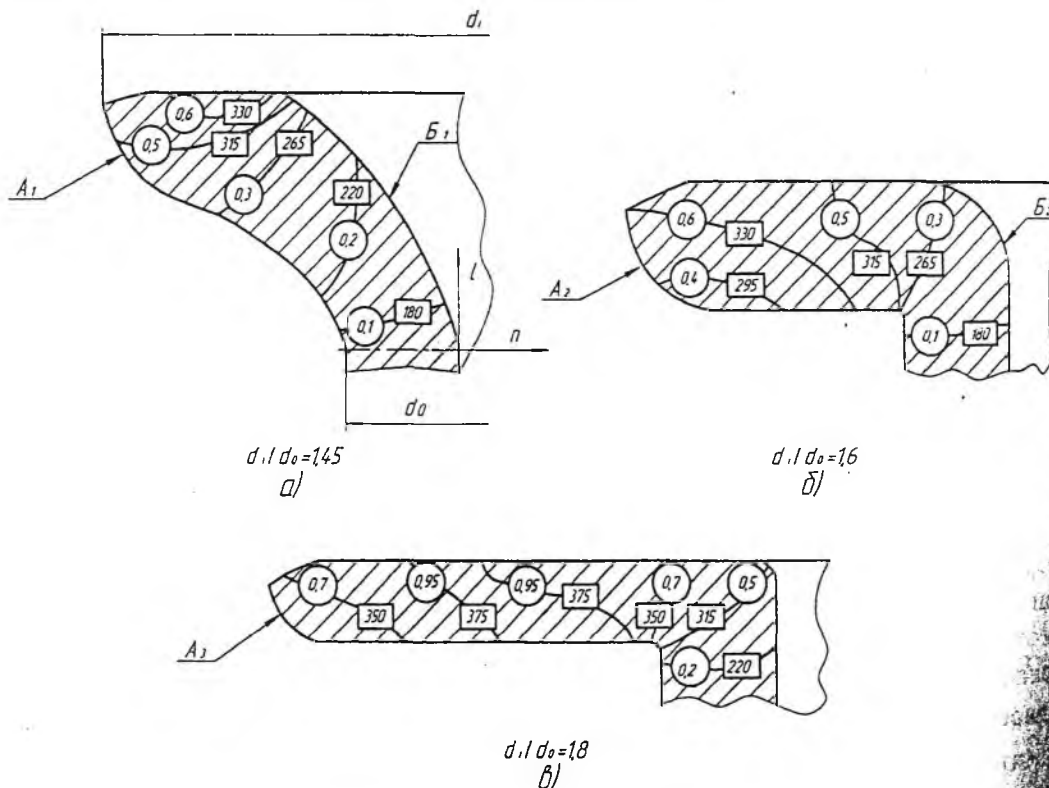
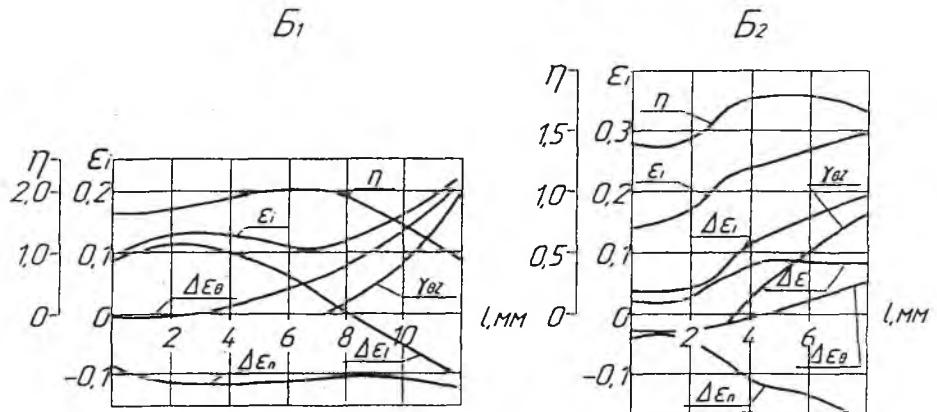


Рис. 3 - Ізолінії $\sigma_i = const$ та $\varepsilon_i = const$ (МПа) при розкочуванні

За даним способом були отримані деталі із сталей 10, 20, 12Х18Н10Т, та інші. Відбуртовані вироби відрізняються високою точністю розмірів елементів (рис. 4) та хорошими службовими характеристиками.

Як відзначалося вище, від'ємне значення ексцентриситету валка ($\delta < 0$) забезпечує формування відбуртовкою зовнішнього бурта. При зміщенні вершини валка в протилежний бік заготовки ($\delta > 0$) відбувається інтенсивна течія приконттактних шарів металу заготовки по напрямку її осі, що забезпечує формування внутрішнього бурта. Даний процес протікає порівняно більш м'яких схемах напруженого стану і дозволяє отримувати вироби типу „стакан” з отвором по центру дна.

На внутрішній поверхні заготовок



На зовнішній поверхні заготовок

A_1, A_2, A_3

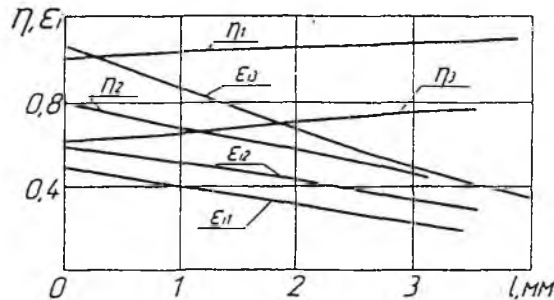
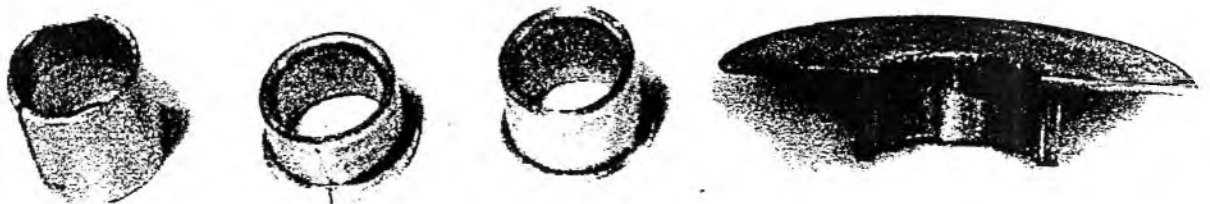


Рис. 4 – Напружено-деформований стан при обробці розкочуванням



а)

б)

Рис. 5 – Втулки, що виготовлені видавлюванням (а) і розкочуванням (б)

Таким чином на основі встановлених закономірностей по управлінню течією металу в процесах холодного деформування, розроблено високоефективні процеси розкочування та видавлювання порожнистих заготовок, проведена оцінка деформуємі матеріалів, розроблено рекомендації по забезпеченню необхідних службових характеристик виробів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. - Харьков: Виша школа, 1987. - 157 с.
2. Алиев И.С. Технологические процессы холодного поперечного выдавливания // Кузнечно-штамповочное производство. 1988, №6. - С.1-4.
3. А.с. 1171174 СССР, МКИ В21 J 5/00. Способ изготовления изделий типа стержня с фланцем.
4. Богоявленский К.Н., Елкин Н.М. Холодная раскатка заготовок сложного профиля // Кузнечно-штамповочное производство. // 1986. - №7. - С. 22-25.
5. А.с. 1493359 СССР, МКЧ В 21 D 53/00. Способ получения колец из трубной заготовки.
6. Михалевиц В.М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень. - Вінниця: „УНІВЕРСУМ - Вінниця”, 1998. - 195 с.
7. А.с. 1587392 СССР, МКЧ G 01 N 3/24. Способ оценки деформируемости материала.