

Используя схему ступенчатого отбора мощности для увеличения мощности в 2 раза требуется увеличение скорости воздушного потока в $\sqrt[3]{2}$ раза. Это позволяет разрабатывать ВЭУ с несколькими расчетными значениями скорости ветра.

Список использованной литературы

1. Система автоматичного керування вітроенергетичною установкою / О.М. Яхно, В.К. Буслев, В.С. Лысенко, Т.Г. Таурит. - В кн.: Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия Технология в машиностроении. - Харьков: ХПИ, вып. 129, часть 2, 2001, с. 236-240.
2. Губарев А.П., Ганпанцурова О.С., Шульга В.В. – Повышение эффективности работы ветроагрегатов путем согласования звеньев цепи преобразования энергии / В кн.: Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. - №3 (109), ч. 1, 2007, с. 59-65.
3. Яхно О.М., Таурит Т.Г., Грабар И.Г. Ветроэнергетика: конструирование и расчет ВЭУ: Учебное пособие. – Житомир: ЖГТУ, 2002. – 115 с.
4. Губарев А.П. Дискретно-логическое управление в системах гидропневмоавтоматики.- К.: ИСМО, 1997.-224с.

УДК 621.7.621.9

**В.Л. Калюжний канд.техн.наук. доц., О.В. Калюжний асс., О.Л. Іващенко студ.
НТУ України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна**

РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛІ «КУЛЬКА» ДЛЯ КУЛЬКОВИХ КРАНІВ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

В статье рассмотрены два способа изготовления заготовок к детали «шарик» для шаровых кранов методами ХОШ, влияние степени деформации на силовые режимы методов, относительные усилия и качество изделий при холодном выдавливании.

In article consider two ways of manufacturing of preparations to a detail "ball" by cold press forming methods, influence of a degree of deformations on force modes of methods, relative efforts and quality of products at cold expressions.

В теперішній час деталі „Кулька” для кулькових кранів виготовляють в основному методами різання. Ці методи вимагають значних витрат матеріалів, а проблеми економії коштів на сучасному виробництві стоять дуже гостро. Процеси холодного об’ємного штампування (ХОШ) дозволяють отримувати вироби з високою точністю, суттєвою економією матеріалів, а також відкриваються можливості, завдяки зміцненню при холодній формозміні, заміни марки матеріалу на більш дешеві без зміни службових властивостей виробів.

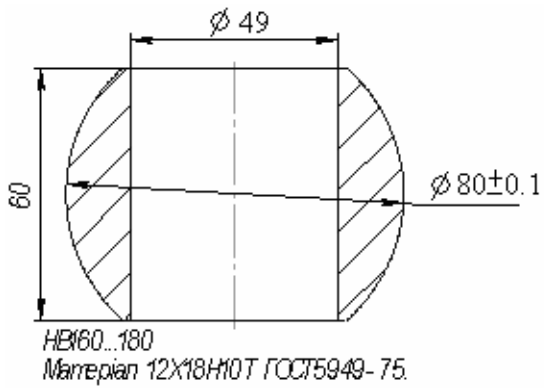


Рис. 1. Деталь „Кулька”

За існуючою технологією деталь «Кулька» (рис. 1) отримується операціями різання з заготовки масою 2,586 кг. Маса ж самої деталі 1,042 кг, тобто у відході йде 1,544 кг сталі 12Х18Н10Т з кожної деталі.

З літературних джерел відомо [1], що такого типу заготовки можливо виготовляти холодним штампуванням на автоматах за наступними технологіями: маловідходне штампування з мінімальним облоєм і штампуванням з номінальним

облоєм. Таким чином можливо отримувати із сталі заготовки діаметром лише до 26 міліметрів.

З метою економії витрат металу на виготовлення заготовки на деталь «Кулька» значно більшого діаметра був проведений розрахунковий аналіз можливості отримання заготовок іншими методами холодного об’ємного штампування: способом осаджування та способом видавлювання з осаджуванням циліндричних заготовок у роз’ємних матрицях. На рис.2 наведені витрати металу при виготовленні заготовок з прутка обробкою різанням та доопрацюванням заготовок, які отримані осаджуванням і видавлюванням з осаджуванням.

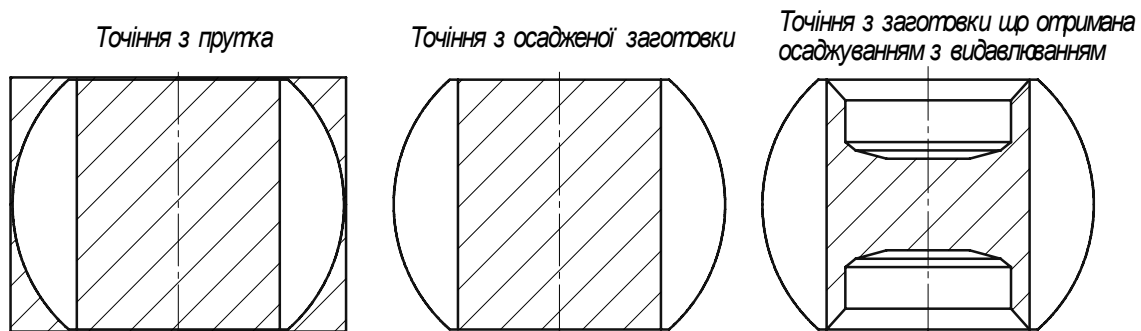


Рис. 2. Витрати металу при різних схемах виготовлення.

Технологія виробництва заготовки „Кулька” по схемі осаджування дозволяє досягнути економії на металі заготовки в 0,651 кг, а по схемі видавлювання з осаджуванням – в 1,026 кг.

Для виявлення можливості виготовлення заготовок по запропонованим схемах були проведені розрахунки методом скінчених елементів (МСЕ) способом початкових напружень з використанням пакету прикладних програм, який створений на кафедрі механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів НТУУ „КПІ”. Моделювання дозволяє починати аналіз деформування з вихідного положення заготовки. Для врахування геометричної та фізичної нелінійності процес деформування розподіляли на певну кількість кроків навантаження, на яких розраховуються прирости напружень, деформацій, переміщень. Результуюче значення вказаних величин було отримано шляхом додавання значень, які були отримані на кожному кроці

навантаження. Такий підхід дозволяє виявити силові режими, напружено-деформований стан, ступінь використання ресурсу пластичності, фактичні розміри осередку деформації та кінцеву геометрію виробів з урахуванням пружної деформації [2, 3].

Осаджування. Розрахункова схема наведена на рис. 3. В силу симетрії розглядається половина заготовки. Заготовка 6 із сталі *12X18H10T* встановлена на нижньому пуансоні 4. Верхня 2 і нижня 3 частини роз'ємної сферичної матриці розташовані в обоймі. Навантаження у вигляді крокових переміщень прикладається через верхній пуансон 5. Розміри заготовки та частин напівматриць визначені по кресленню готової деталі. Сферичні форми напівматриць заміняли певною кількістю конічних поверхонь. Властивості сталі: границя текучості $\sigma_{0,2}=320$ МПа, модуль Юнга $E=176000$ МПа. Діаграму істинних напружень апроксимували ступеневою залежністю $\sigma_s = \sigma_{0,2} + \kappa \cdot \epsilon^n$. Ступінь використання ресурсу пластичності розраховували по критерію В.А. Огороднікова, для чого діаграма руйнування представлена формулою Г.Д. Деля [4]. Враховували тертя на контактуючих поверхнях шляхом визначення дотичних контактних напружень по нормальним напруженням і коефіцієнту тертя. Деформуючий інструмент вважався абсолютно жорстким.

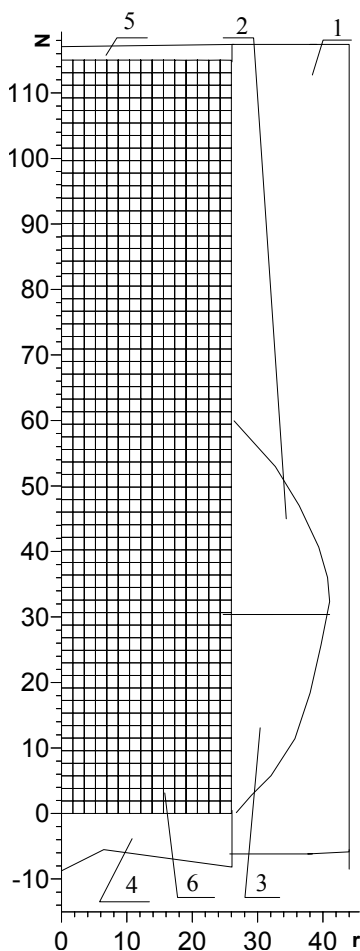


Рис. 3. Розрахункова схема для осаджування (вихідний стан)

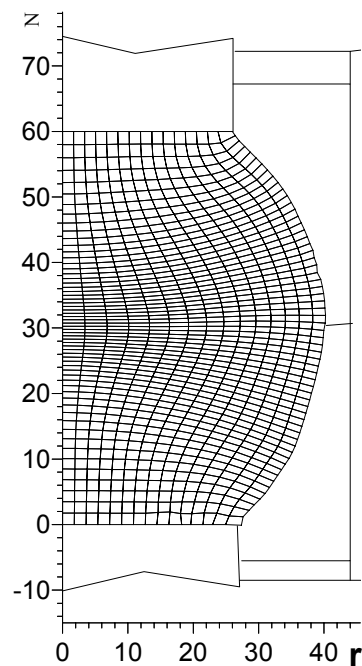


Рис. 4. Здеформована заготовка (кінець осаджування)

На рис. 4 показана zdeформована сітка скінчених елементів. Залежність зусилля осаджування від переміщення пуансону показана на рис. 5. Максимальне зусилля досягає значення 4900 кН, при якому забезпечується повне заповнення металом сферичних напівматриць. Вказане зусилля необхідне для вибору пресового обладнання. Визначений напружено-деформований стан по всьому об'єму zdeформованої заготовки, що дозволило виявити напруження на контактуючих поверхнях. Розподіл по радіусу відносних осьових напружень $\sigma_z/\sigma_{0,2}$ між zdeформованою заготовкою верхнім та нижнім пуансонами (рис. 6) дає можливість розрахунків на міцність та кількості навантажень пуансонів. Розподіл відносних радіальних напружень $\sigma_r/\sigma_{0,2}$ на сферичній поверхні заготовки, яка контактує з роз'ємними напівматрицями, показаний на рис. 7. По ньому можливо розрахувати на міцність верхню і нижню частини напівматриць та визначити кількість бандажів для обоєми, в якій вони будуть розташовані.

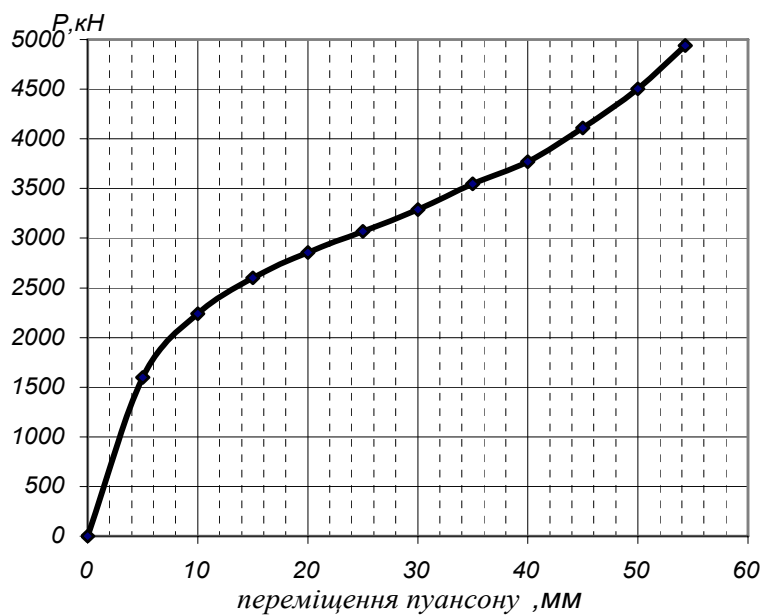


Рис. 5. Залежність зусилля осаджування від переміщення пуансону

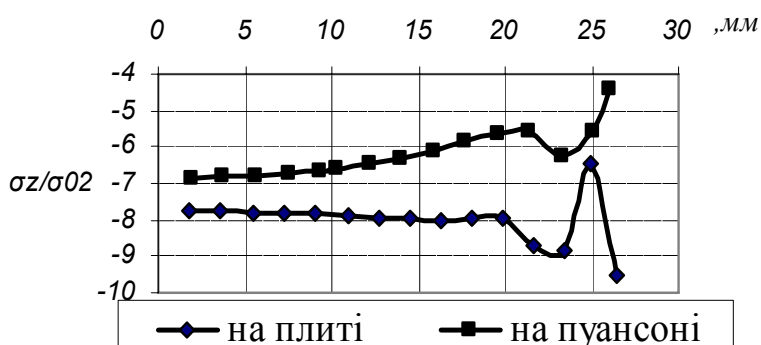


Рис. 6. Розподіл відносних осьових напружень на верхньому та нижньому пуансонах

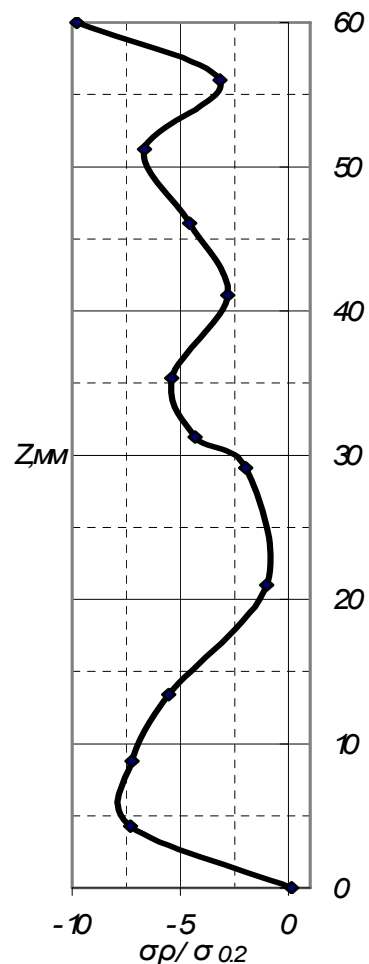


Рис. 7. Розподіл відносних радіальних напружень

На рис. 8 наведений розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$. По ньому видно в скільки разів зміцнюється zdeформований метал по відношенню до вихідного стану і визначається необхідність подальшої термічної обробки заготовок після

осаджування. Нарешті, по ступеню використання ресурсу пластичності ψ (рис. 9) оцінюється можливість руйнування сталі *12X18H10T* після осаджування (при $\psi = 1$ метал починає руйнуватись). Руйнування виникає в центральній частині заготовки, однак ця частина видаляється при подальшій обробці різанням (рис. 2). В областях заготовки, які розташовані під пуансоном і над верхньою плитою, метал практично не деформується. Тому є можливість видавлювати порожнини для додаткового зменшення витрат металу, що буде розглянуто нижче.

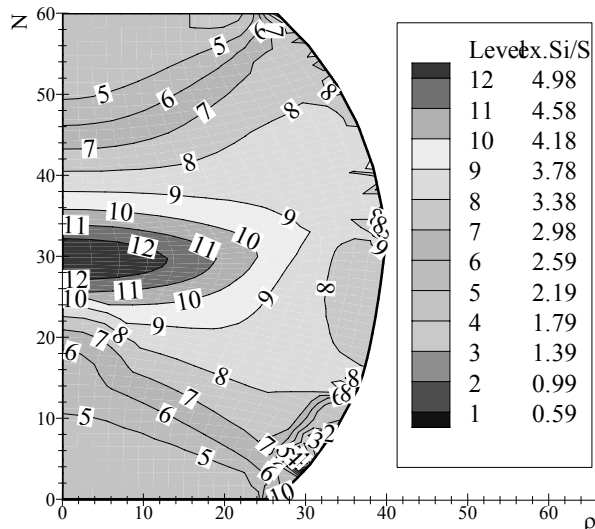


Рис. 9. Розподіл відносної інтенсивності напружень

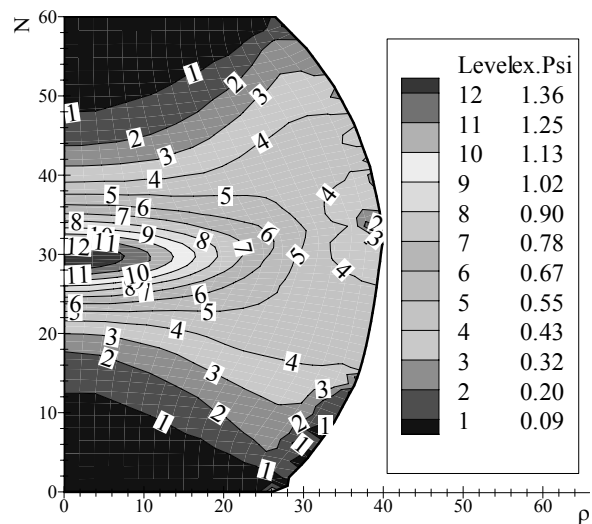


Рис. 10. Розподіл ступеня використання ресурсу пластичності

Видавлювання з осаджуванням. Розрахункова схема наведена на рис. 11. Заготовка 1, яка розподілена на скінчені елементи, встановлена в сферичних напівматрицях 2 і 3 та обоймі 5. Деформування здійснюється пуансонами 4 і 6. На рис. 12 показана zdeформована сітка скінчених елементів. Моделюванням отримана залежність зусилля від переміщення пуансону. Максимальне зусилля в кінці видавлювання з осаджуванням склало 4000 кН. Аналогічно першому варіанту, отриманий напружено-деформований стан по всьому об'ємі zdeформованої заготовки. Максимальне значення відносних радіальних напружень $\sigma_r/\sigma_{0,2}$ на сферичній поверхні заготовки, яка контактує з напівматрицями, отримане -8. На рис. 13 показаний розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$ та ступеня використання ресурсу пластичності ψ zdeформованого металу.

Границя текучості металу на сферичних поверхнях заготовок в порівнянні з вихідним станом збільшується в 3 рази. Руйнування металу відбувається в центральній частині заготовки, яка розташована під верхнім пуансоном, однак ця частина видаляється при подальшій обробці різанням (рис. 2).

Для реалізації процесу осаджування з видавлюванням на пресі ПО 443 зусиллям 20 МН був спроектований штамп, схема якого приведена на рис. 14. В нижній плиті 2 встановлена підкладна плита 7 з пуансоном 5. Дві напівматриці 3 і 4 встановлюються

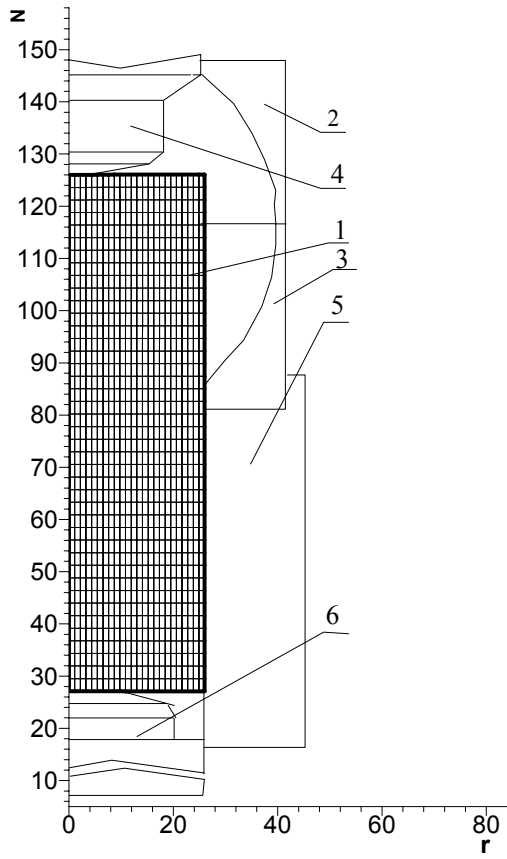


Рис. 11. Розрахункова схема для видавлювання з осаджуванням

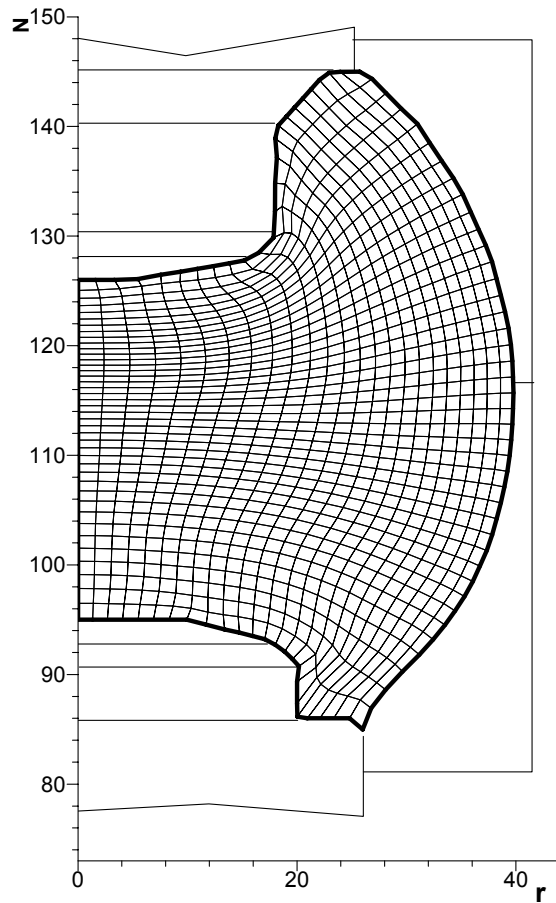


Рис. 12. Здеформована сітка скінчених елементів

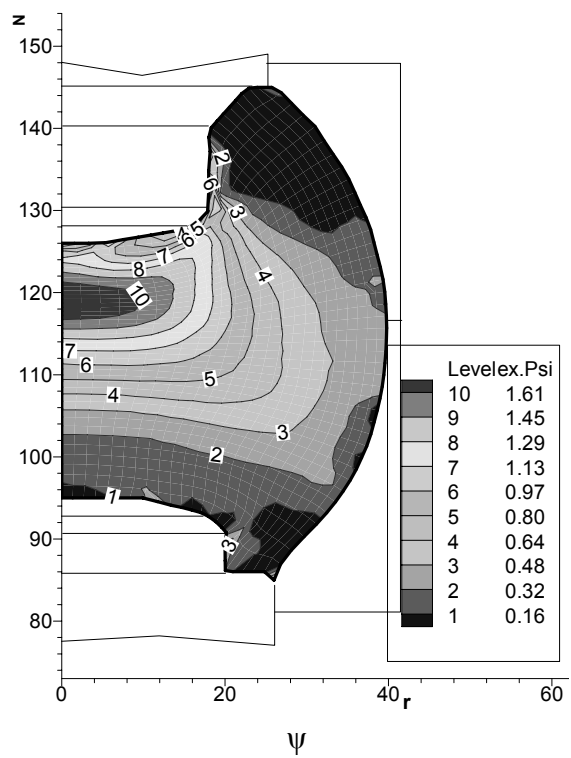
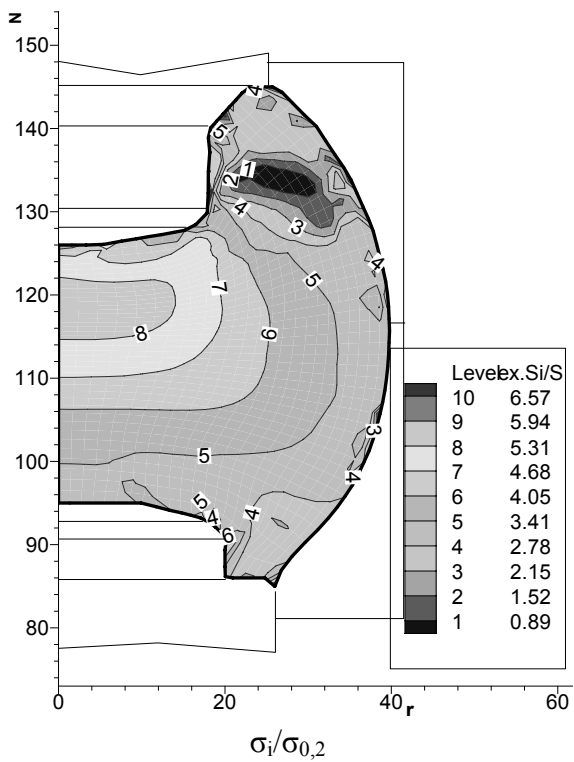


Рис. 13. Розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$ та ступеня використання ресурсу пластичності Ψ zdeформованого металу

в бандажований контейнер 1. На верхню напівматрицю 4 надіте кільце 8, яким стягується вся конструкція штампа за допомогою болтів 9, шайб 10 і гайок 11 до рухомої траверси преса. Також кільце 8 запобігає вертикальному зміщенню верхньої напівматриці 4 в процесі видавлювання з осаджуванням. Верхній пуансон 6 встановлений в верхню напівматрицю 4.

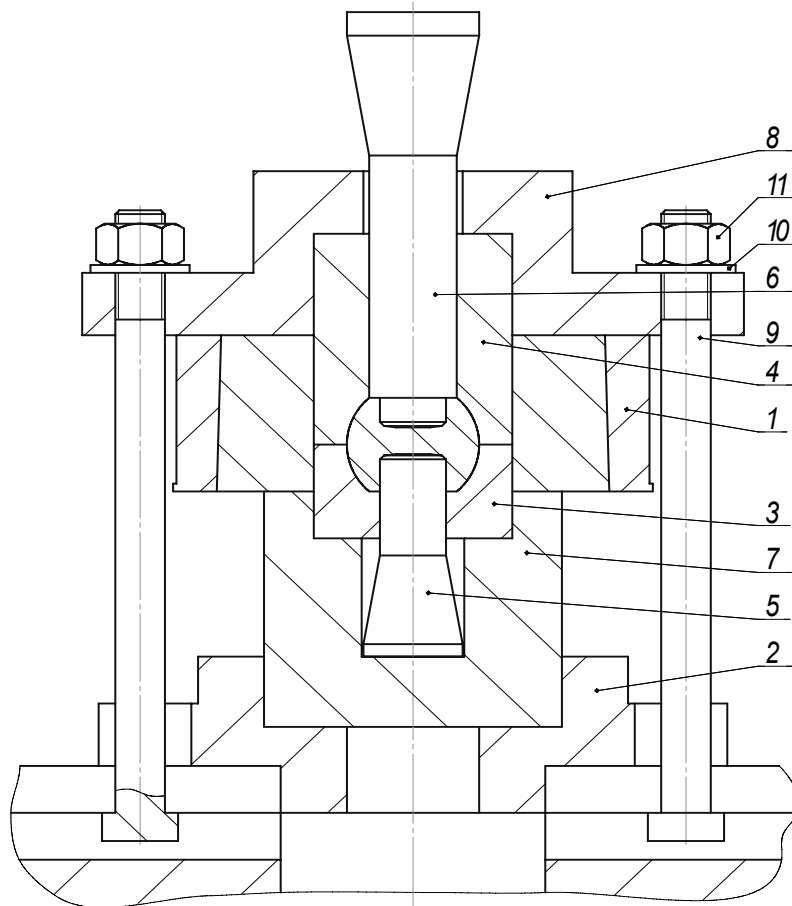


Рис. 14. Схема штампа.

Робота штампа. В отвір верхньої напівматриці 4 вкладається циліндрична заготовка і верхній пуансон 6. При ході рухомої траверси преса вверх, верхній пуансон 6 впирається у верхню в плиту, яка закріплена на нерухомій траверсі преса. В процесі видавлювання з осаджуванням матеріал заповнює форму, що утворена двома напівматрицями (3 і 4) та пуансонами - верхнім 6 і нижнім 5. Видалення готової заготовки здійснюється вручну: виймається верхній пуансон 6, розкручуються гайки 11, знімається кільце 8, виймається верхня напівматриця 4 та видаляється сама заготовка.

Висновки.

1. Розглянуто дві схеми виготовлення заготовок деталі „Кулька” методами ХОШ, які забезпечують економію металу: осаджування та видавлювання з осаджуванням.

2. Методом скінчених елементів проведений розрахунковий аналіз вказаних схем, який дозволив визначити параметри для проектування технології: зусилля - для вибору пресового обладнання, розподіл контактних напружень - для розрахунків на міцність штампового оснащення, кінцева геометрія заготовок.

3. Запропонована схема штампу для реалізації процесу видавлювання з осаджуванням на гідравлічному пресі.

Список використаної літератури

1. Холодная объемная штамповка. Справочник. Под ред. Г.А. Навроцкого М. «Машиностроение». 1973. -496 с.

2. Калюжний В.Л. Узагальнена теорія аналізу процесів холодного видавлювання. Вестник Национального технического университета Украины «КПИ». Машиностроение, вып. 44.–Киев. –2003. –С. 78-82

3. Калюжний В.Л. Расчетно-экспериментальный анализ силовых режимов и качества деталей при холодном прессовании деталей из стали 45 с разной степенью деформации. // Вісник двигунобудування.- 2004.-№1.-С. 139-144

4. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением.- Киев: Вища школа. Головное изд-во., 1983, -175 с.

УДК 681.2:621.7

**В.О. Румбешта д-р техн.наук, проф., В.О. Ткачук студ.
НТУ України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна**

КЕРУВАННЯ ТОЧНІСТЮ НА МЕТАЛООБРОБЛЮВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ ТА СИСТЕМАХ З ЧПК

В данной статье рассмотрены вопросы относительно точности, области использования систем касания (в частности система ТОНТОР) и существенные недостатки которые значительно суживают возможности этих систем. Также предложена система, позволяет лишиться тех недостатков, которые присущие другим системам, и при этом, иметь достаточно высокую точность измерения.

For providing of the rational organization of assembly process under modern conditions of manufacturing, in article the new approach to manufacture technological preparation stages carrying out has been offered.

Вступ

На даний час існує багато різноманітних систем торкання, розроблено серію приладів, які допомагають вирішувати різнобічні технологічні задачі металообробки. Використання таких систем дозволяє автоматично керувати точністю обробки при різноманітних процесах різання [1]. Але усі вони мають свої недоліки, які сильно звужують коло використання систем на основі цих приладів. Головною проблемою цих систем залишається швидкість та точність визначення моменту торкання на будь якому матеріалі.