

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут (МФ)
 (повне найменування інституту, назва факультету)
Обробки металів тиском
 (повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр
 (рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему Вдосконалення технології виробництва
середньоміжаритних деталей методом
горячого штампування

Виконав: студент 6 курсу, групи МЗ 813-М
 спеціальності (напряму підготовки)

спеціальність 131. Прикладна
 (код і назва напряму підготовки, спеціальності)
механіка

Тешченко О.В. ЖМТ
 (прізвище та ініціали)

Керівник Продр. В. І. Лубина
 (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
 (прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
 20 18 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний, М.Ф.
 Кафедра Обробки металів тиском
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність Обладнання та технології механічного оформлення конструкцій машин (код і назва)
 Напрямок підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

“ 20 ” _____ 20 18 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тешетко Олександр Володимирович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологій виробництва середньогабаритних деталей методом горячего штамповання.

керівник роботи проф. Аубина В. І.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” _____ 20 _____ року № _____

2. Строк подання студентом роботи 17 грудня 2018

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі АК 819 50 171
Катажка попереднього керування; звіт з магістерської стажування.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Обладнання та способи штампування виробів. Аналіз можливості розробки технологічних процесів за допомогою комп'ютерного моделювання. Розрахунок раціонального варіанту виготовлення деталі АК 819 50 171 «Катажка попереднього керування». Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентаційний матеріал.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
1	Бемь А.М.		
2	Бемь А.М.		
3	Бемь А.М.		
4	Нестеров О.В.		
Норм. контр	Матюхім А.Ю.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
	1. обладнання та способи апримання штампованих виробів	19.10.2018	
	2. Аналіз можливості розробки технологічних процесів за допомогою комп'ютерного моделювання	14.11.2018	
	3. Розрахунок раціонального варіанту виготовлення деталі АК 81950171 «Коліска попереднього керування»	30.11.2018	
	4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	14.12.2018	

Студент

А.В. Тешенко
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

В.І.Дубина
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. Визначення найбільш технологічного варіанту виготовлення деталі АК81950171 «Качалка поперечного керування», що входить в механізм автомата перекошу вертольотів Мі-2, Мі-8 і їх модифікацій в умовах АТ «Мотор Січ», з урахуванням необхідної кількості виготовлення деталей не більше 25 штук на рік.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є визначення найбільш технологічного варіанту виготовлення деталі АК81950171 в умовах АТ «Мотор Січ».

Для досягнення поставленої мети необхідно сформулювати і вирішити такі завдання:

- провести огляд наукової літератури по способам виготовлення деталей на особливо відповідальні вироби.
- проаналізувати і вибрати найбільш прийнятний варіант виготовлення деталі.
- підготувати і провести теоретичний розрахунок виготовлення деталі в програмі QForm.
- проаналізувати отримані дані, на підставі отриманих даних розробити технологічний процес штампування деталі.

**ГАРЯЧЕ ШТАМПУВАННЯ, ДЕФОРМАЦІЯ, ПРЕС,
ТЕМПЕРАТУРА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПОКОВКА,
НАГРІВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ, ЗУСИЛЛЯ ДЕФОРМАЦІЇ,
ТРУДОМІСТКІСТЬ, ЦЕХ, СОБІВАРТІСТЬ**

РЕФЕРАТ

Актуальность темы. Определение наиболее технологического варианта изготовления детали АК81950171 «Качалка поперечного управления», что входит в механизм автомата перекоса вертолетов Ми-2, Ми-8 и их модификаций в условиях АО «Мотор Сич», с учетом необходимого количества изготовления деталей не более 25 штук в год.

Цель и задачи исследования. Целью работы является определение наиболее технологической версии производства деталей АК81950171 в условиях АО «Мотор Сич».

Для достижение поставленной цели необходимо сформулировать и решить следующие задачи:

- провести обзор научной литературы по способам изготовления деталей на особо ответственных изделий;
- подготовить и провести теоретический расчет изготовления детали в программе Qform.
- проанализировать полученные данные, на основании полученных данных разработать технологический процесс штамповки детали.

ГОРЯЧА ШТАМПОВКА, ДЕФОРМАЦИЯ, ПРЕСС, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПОКОВКА, НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, УСИЛИЯ ДЕФОРМАЦИИ, ТРУДОЕМКОСТЬ, ЦЕХ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

ABSTRACT

Actuality of theme. Determination of the most technological version of the production of the AK81950171 part of the “cross control” , which is included in the mechanism of the slipping machine of helicopters Mi-2, Mi-8 and their modifications under the conditions of Motor Sich JSC, taking into account the required amount of manufacturing parts, no more than 25 pieces a year.

The purpose and objectives of the study. The purpose of the work is to determine the manufacture of parts AK81950171 in the conditions of JSC “Motor Sich”.

To achieve the goal, it is necessary to formulate and solve the following tasks:

- to review the scientific literature on the methods of manufacturing parts for particularly responsible products.
- analyze and choose the most suitable variant of manufacture of parts for especially responsible products.
- prepare and carry out a theoretical calculation of the production of parts in the Qform program.
- to analyze the obtained data, on the basis of the received data to develop the technological process of stamping the part.

HOT STAMPING, DEFORMATION, PRESS, TEMPERATURE, PROCESS,
FORGING, HEATING DEVICES, DEFORMATION EFFORT, LABOR
INTENSITY, WORKSHOP, PRIME COST

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	9
Вступ.....	10
1 Обладнання та способи отримання штампованих виробів	13
1.1 Штампування деталей на КГШП	13
1.2 Особливості штампування на КГШП	14
1.3 Класифікація поковок, що штампуються на КГШП	17
1.4 Типовий технологічний процес виготовлення деталі на КГШП	21
1.5 Особливості штампування на молотах	23
1.6 Принцип дії і класифікація молотів	26
1.7 Типи молотів і їх застосування.....	29
1.8 Тенденції розвитку приводних молотів.....	31
1.9 Типовий технологічний процес штампування деталей на молоті.....	32
1.10 Принцип дії і класифікація гідравлічних пресів.....	34
1.11 Гідравлічні преси для кування.....	37
1.12 Типова технологія штампування деталей на гідравлічному пресі	39
Висновки.....	42
2 Аналіз можливості розробки технологічних процесів за допомогою комп'ютерного моделювання	43
2.1. Розробка технологічних процесів за допомогою комп'ютерного моделювання.....	43
2.2 Розробка технологічних процесів у QForm 2D/3D.....	47
3 Розрахунок раціонального варіанту виготовлення деталі АК81950171 «Качалка поперечного керування».....	60
3.1 Особливості розрахунку в QForm	60
3.2 Підготовка геометрії та запуск розрахунку.....	61
3.3 Результати попереднього розрахунку.....	76
3.4 Оптимальний процес виготовлення	78

	8
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	86
4.1 Аналіз потенційних небезпек	86
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки	87
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	91
4.4 Заходи з пожежної безпеки	95
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях	97
Висновки.....	101
Перелік джерел	103
Додаток А_Технологічний процес виготовлення деталі «Качалка поперечного керування».....	105
ДОДАТОК Б Ескіз молотового штампу для виготовлення деталі «Качалка поперечного керування».....	131

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

КГШП – кривошипний гарячештампувальний прес;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ГКМ – горизонтально кувальна машина;

ВР – вибухові речовини;

МПЧ – маса падаючих частин;

ЧПУ – числове програмне управління;

ОМТ – обробка металів тиском;

ОП – охорона праці;

ПК – персональний комп'ютер;

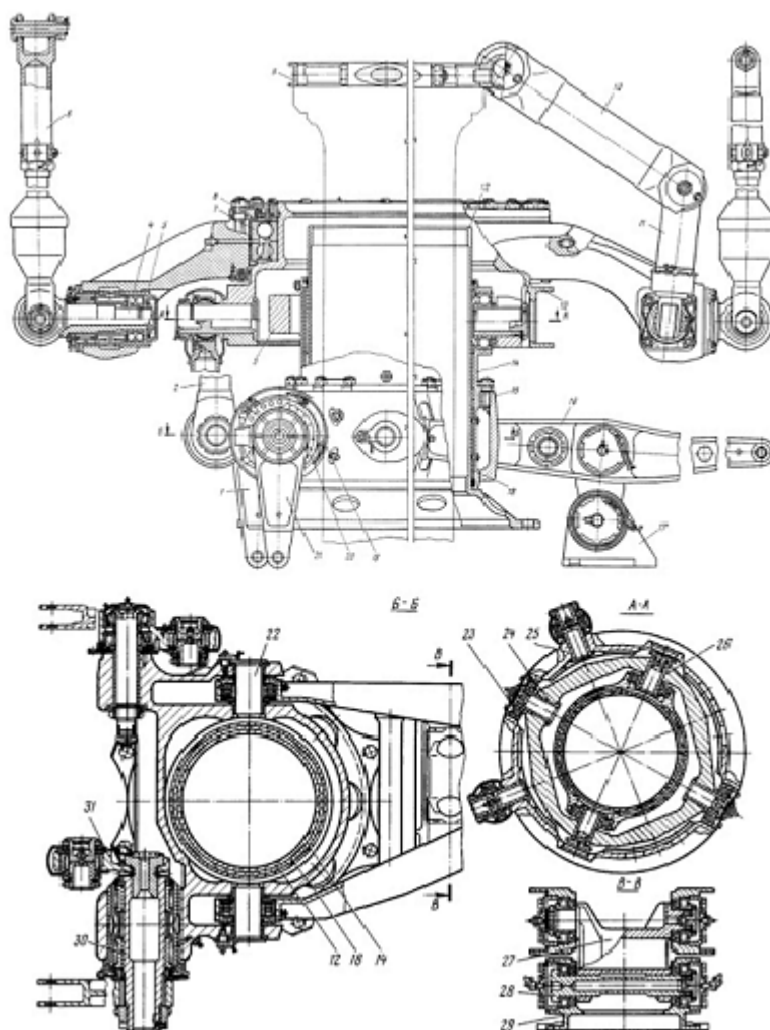
ЕМП — електромагнітні поля.

ВСТУП

На вертольоті Мі-8 застосований автомат перекоосу, схема якого була запропонована російським ученим Б. Н. Юр'євим в 1911 р.

Основні частини автомата перекоосу (рис.1.):

- напрямна повзуна загального кроку 1, закріплена на картері головного редуктора;
- повзун 2 загального кроку;
- внутрішнє 3 і зовнішнє 4 кільця кардана, шарнірно закріплені на повзуніві. Осі обертання кілець взаємно перпендикулярні, і тому зовнішнє кільце може відхилятися в будь-яку сторону.
- тарілка 5 автомата перекоосу, закріплена на зовнішньому кільці кардана через підшипник;
- тяги повороту лопастей 6 кріпляться до тарілки автомата перекоосу і до важелів на осьових шарнірах втулки несучого гвинта;
- поводок 7 виконаний у вигляді дволанкового механізму, кріпиться до валу головного редуктора і до тарілки автомата перекоосу. Через поводок передається крутний момент на тарілку;
- тяги поздовжнього керування 9, поперечного управління 10, управління спільним кроком несучого гвинта 11. Тяга управління спільним кроком несучого гвинта пов'язана з повзуном через важіль 8.



1 - напрямна повзуна; 2 - повзун; 3 - внутрішнє кільце кардана; 4 - зовнішнє кільце кардана; 5 - тарілка автомата перекоосу; 6 - тяга повороту лопасті; 7 - поводок; 8 - важіль повзуна; 9 - тяга поздовжнього керування; 10 - тяга поперечного управління; 11 - тяга управління спільним кроком

Рисунок 1 - Принципова схема автомата перекоосу

При піднятті вгору важеля загального кроку в кабіні вертольота повзун, а разом з ним і тарілка автомата перекоосу піднімуться вгору, що призведе до одночасного збільшення установчого кута всіх лопастей і, отже, до збільшення сили тяги несучого гвинта.

При відхиленні льотчиком в кабіні ручки поздовжньо-поперечного управління відбувається переміщення тяги 9 або 10, при цьому тарілка

автомата перекоосу буде нахилитися. В результаті буде відбуватися зміна кутів установки лопастей. Причому з одного боку кути установки лопастей зменшаться, з іншого - збільшаться. Внаслідок цього, зміниться напрямок вектора тяги несучого гвинта.

Тяги поздовжнього 9 і поперечного 10 управління кріпляться до зовнішнього кільця з урахуванням кута випередження.

1 ОБЛАДНАННЯ ТА СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ШТАМПОВАНИХ ВИРОБІВ

1.1 Штампування деталей на КГШП

В роботі автори описують кривошипні гарячештампувальні преси, які призначені для виконання різних технологічних процесів гарячого об'ємного штампування (у відкритих і закритих штампах) і гарячого пресування поковок із сортового прокату. Залежно від конструктивного пристрою, параметрів і технологічного призначення КГШП автори їх підрозділяють на універсальні преси простої дії для гарячого пресування, преси подвійної дії і преси для штампування низьких поковок. [1]

Так само автори описують у своїх роботах основні параметри і розміри універсальних пресів простої дії з номінальним зусиллям від 6,3 до 63 МН при ході повзуна $H=200...460$ мм і числі ходів від 40 до 90 в хвилину регламентовані ГОСТ 6809 . На машинобудівельних заводах виготовляють і більш потужні КГШП з $P_{ном}$ до 160 МН.

КГШП - це вертикальні двостійкові однокривошипні закриті преси з відкритим і закритим приводом.

Далі авторами описані особливості КГШП які полягають у наступному:

- жорстка конструкція головних вузлів і преса в цілому;
- посилені напрямні повзуна;
- збільшене число ходів повзуна.

1.2 Особливості штампування на КГШП

Кривошипні гарячештампувальні преси широко застосовуються для гарячого об'ємного штампування, так як мають низку переваг в порівнянні з молотовим штампуванням: [2]

1. Отримані на КГШП поковки точніші за розмірами завдяки постійності ходу преса і фіксованому нижньому положенню повзуна, що дозволяє зменшити відхилення розмірів поковки по висоті. Поковки можна не контролювати на зсув, так як повзун рухається по напрямних станини і точно збігається з верхньою і нижньою частинами штампа, оснащеного напрямними колонками і втулками.

2. Штампування характеризується більш високим коефіцієнтом використання металу, так як штампи мають верхні і нижні виштовхувачі, що дозволяють зменшити штампувальні нахили, припуски, напуски і допуски, що призводить до економії металу і зменшення трудомісткості при подальшій обробці поковок різанням.

3. Поліпшуються умови праці внаслідок меншого рівня шуму, вібрації і струсу ґрунту, безударного характеру роботи, що дозволяє встановлювати КГШП в будівлях полегшеної конструкції.

4. Штампування на КГШП добре піддається автоматизації.

5. Завдяки тому, що деформація на пресі в кожному рівчаку відбувається за один хід преса, а на молоті за кілька ударів, перехід на штампування на КГШП супроводжується підвищенням продуктивності в 1,4...2 рази. [3]

6. Коефіцієнт корисної дії (ККД) преса, приведений до енергії палива, в 2...4 рази вище, ніж у молота.

7. Собівартість продукції, отриманої на КГШП, нижча, ніж на молоті, завдяки зниженню витрати металу за рахунок менших радіусів

заокруглення, менших штампувальних нахилів, припусків під механічну обробку внаслідок економії металу і експлуатаційних витрат.

До недоліків КГШП і штампування на даному обладнанні в порівнянні з молотом штампування слід віднести:

1. Вищу (в 3...4 рази) вартість КГШП при порівнянних потужностях з молотами. [4]

2. Небезпека заклинювання і поломки пресів при крайньому нижньому положенні повзуна, на усунення якого витрачається багато часу.

3. Меншу універсальність в вироблених операціях (через жорсткий ходу повзуна не застосовують протягання і підкочування заготовок).

4. Необхідність очищення заготовок перед штампуванням від окалини, так як деформація проходить за один хід преса при безударном навантаженні, і окалина може бути заштампована в поверхню поковки.

5. Необхідність застосування більшої кількості ривчаків при отриманні поволок складної форми через гірше заповнення глибоких порожнин.

6. Більш складні конструкції штампів і їх регулювання.

Особливістю кінематичної схеми КГШП, що забезпечує жорсткий зв'язок між приводом і повзуном, є те, що при підході шатуна до нижнього положення (нижньої мертвої точки кривошипного механізму) при одному і тому ж моменті на кривошипному валу зусилля на повзуні теоретично може рости до безкінечності. Зростання зусилля веде до збільшення деформації деталей преса. При значному перевантаженні, наприклад через різке охолодження тонкого облою, повзун КГШП може не дійти до нижнього положення, зупинитися, і станеться заклинювання преса. [5]

Для попередження заклинювання преса зіткнення частин штампа не допускається. Тому при штампуванні на КГШП передбачають облой, товщина якого більше, ніж товщина облою при багатударному штампуванні на молоті. Наявність більш товстого, а отже, і більш гарячого облою призводить до зменшення підпору в порожнині штампа, більшого витікання металу з порожнини і гіршого заповнення його глибоких виїмок.

В результаті при однаковій сумарній деформації і складній формі поковок штампування на КГШП виконується з використанням більшого числа рівчаків, ніж при штампуванні на молоті. На відміну від штампування на молоті при штампуванні на КГШП значної різниці в заповненні верхньої і нижньої порожнини штамп преса не спостерігається, що потрібно враховувати при розробці процесів штампування на КГШП.

При штампуванні на КГШП виконують такі переходи: осадку, перетискання, гнуття, попереднє і остаточне штампування у відкритому чи закритому штампі, штампування видавлюванням, калібрування і відрубку.

Як правило, на пресі для отримання поковки необхідні один-три рівчака, а для складних поковок - до п'яти рівчаків, включаючи осадку.

Підкочування і протяжку через небезпеку заклинювання на пресі зазвичай не проводять, тому підготовку заготовок ефективніше здійснювати на іншому обладнанні, наприклад, на кувальних вальцях, станах поперечної прокатки, вальцях поперечно-клинової прокатки і т. д. [6]

Щоб уникнути заштамповування в тіло поковки окалини і отримати поковки з чистими поверхнями, слід застосовувати більш досконалі види нагрівання заготовок (безокислювальне полуменеве, газове швидкісне, електронагрівання, в тому числі індукційне) або очищення заготовки від окалини перед штампуванням. Іноді очищення заготовок виконують в процесі штампування, наприклад, при осаджуванні заготовки на штампі з обдуванням окалини повітрям або парою.

Сучасні КГШП мають підвищене число ходів в хвилину, що скорочує час деформації заготовки, знижує розігрів штампів і збільшує їх стійкість. Поковки, що штампуються на КГШП, підрозділяють:

- в залежності від характеру формозміни і плинності металу при формозміні на два класи: клас поковок, одержуваних з переважанням процесу осаджування, і клас поковок, одержуваних з переважанням процесу видавлювання;

- в залежності від конфігурації і складності виготовлення - на п'ять основних груп. Методи виготовлення враховують при виділенні підгруп поковок.

1.3 Класифікація поковок, що штампуються на КГШП

На рис.1.1 зображено класифікацію штампованих поковок за групами:

Група	Підгрупа		
	1	2	3
I			
II			
III			
IV			
V			

Рисунок 1.1 - Групи штампованих поковок

Група I - вісесиметричні поковки, виготовлені осадкою в торець або осадкою з одночасним видавлюванням. Поковки круглі в плані або близькі до цієї форми, в тому числі квадратні і близькі до круглих і квадратних в плані, а також поковки з відростками; [7]

Група II - поковки подовженої форми, що мають невелику різницю в площах поперечних перерізів, які частіше штампують без попередньої підготовки заготовок;

Група III - поковки подовженої форми, з великою різницею в площах поперечних перерізів. Для них необхідні заготовки, попередньо оброблені висадкою на ГKM або видавлюванням (1-а підгрупа), гнуття на кувальних вальцях або вальцях поперечно-клинової прокатки або на іншому аналогічному обладнанні (2-а підгрупа) і комбінованими процесами (3-а підгрупа);

Група IV - поковки із зігнутою віссю. При виготовленні поковок 1-ї підгрупи застосовують штампи з замком; 2-ї підгрупи - гнучкі струмки; 3-ї підгрупи - штампи з замком і згинальними струмками. При штампуванні особливо складних поковок із зігнутою віссю заготовки часто отримують на окремому обладнанні, а в штампах крім згинальних застосовують всі види рівчаків, в тому числі при необхідності застосовують і розсікачі;

Група V - поковки, виготовлені видавлюванням. [8]

При штампуванні на КГШП застосовують такі види заготовок:

- сортовий прокат - для поковок всіх груп;
- профільовані заготовки - для поковок групи III (іноді і групи IV);
- калібровані заготовки - для окремих випадків штампування в закритих штампах;
- труби - для поковок групи V 3-й підгрупи.

Найбільш ефективно профілювання заготовок на кувальних вальцях або на станах поперечної, поперечно-клинової і поперечно-гвинтової прокатки, що встановлюються в лінію з пресом, так як дозволяє здійснювати штампування з одного нагрівання. Температура нагрівання в цьому випадку повинна бути максимальною, щоб заготовка надходила в штамп преса з необхідною для штампування температурою. Перед гнуттям із заготовки видаляють окалину, щоб уникнути вдавлення її в метал заготовки і швидкого зносу штампів.

Креслення поковки, яка штампується на КГШП, складають за тими ж правилами, що і поковки, які штампуються на молоті. Припуски і допуски на поковки призначають відповідно до ГОСТ 7505-89.

Абсолютно точну поковку при штампуванні отримати не можна, однак чим менше будуть припуски, напуски і допуски, тим вище буде коефіцієнт використання металу КВМ, менше витрати на обробку різанням. При цьому необхідно враховувати зношення інструменту, термін його служби, потребу переналадок і вибирати оптимальний варіант. [9]

При штампуванні на КГШП отримують поковки, які ближчі за формою до готової деталі, ніж при штампуванні на молотах. Це спрощує конструкції основного і обрізного штампів. Наявність виштовхувачів дозволяє штампувати в напрямку, паралельному осі повзуна, в результаті чого спрощується конструкція поковки, знижується її маса і зменшується облой, що підвищує КВМ. Для поковок, що штампуються видавлюванням, лінію роз'єму зазвичай встановлюють по верхній зовнішній поверхні поковки.

Штампування на КГШП характеризується відсутністю динамічного впливу, що дозволяє застосовувати збірні штампи, які мають переваги перед молотовими штампами, так як спрощується виготовлення змінного інструменту і створюються умови для економії дорогих інструментальних сталей. Штампи складаються зі штампових вставок з виконаними в них рівчками і блоків (пакетів) або державок, в яких закріплюють вставки.

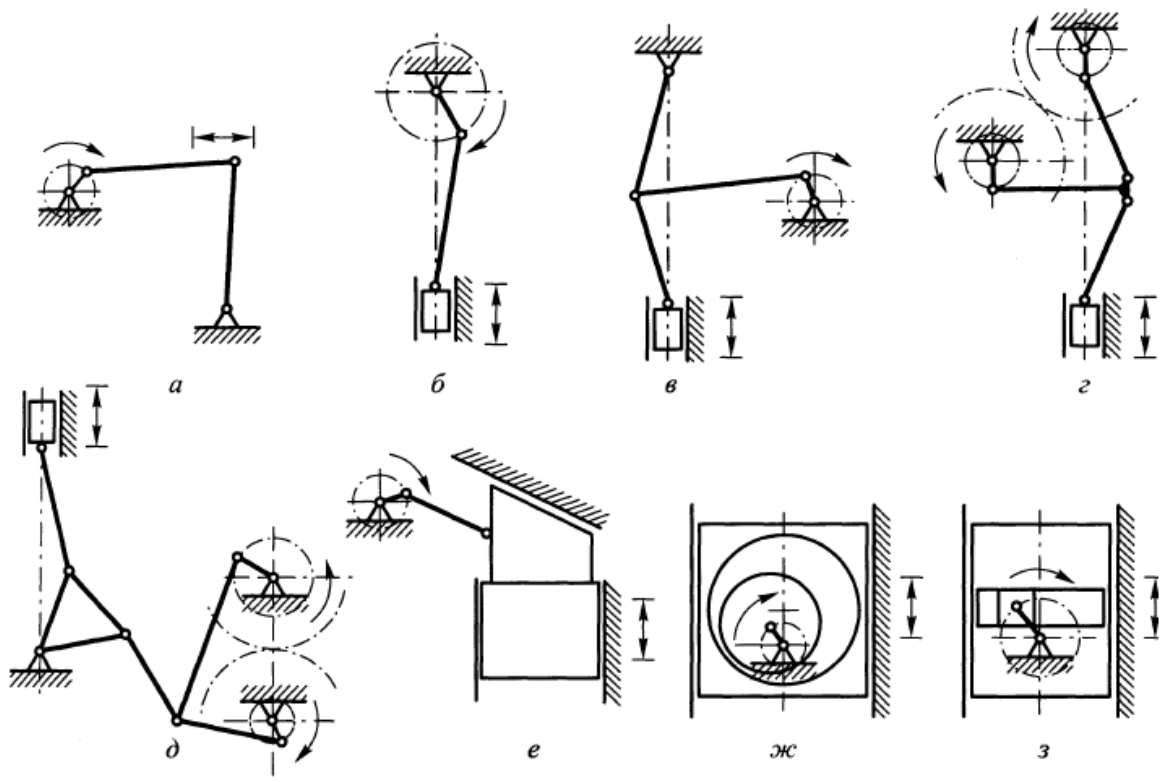
У штампах КГШП конструюють заготівельні і штампувальні рівчаки. Висівковий ніж, як правило, не використовують. Іноді на КГШП виконують операції обрізки облою і пробивання отворів.

У комплект пакета штампів КГШП входить верхня і нижня монтажні плити (підстава і черевик), пов'язані між собою напрямними колонками, а також деталі кріплення штампових вставок і виштовхувальних механізмів. Верхня плита пакета кріпиться болтами до повзуна преса, нижня - до столу.

Враховуючи вищесказане, штампування на КГШП доцільно використовувати при великосерійному виробництві. [10]

В роботі добре описаний принцип дії кривошипного преса який заснований на перетворенні обертального руху приводу за допомогою кривошипного механізму тієї чи іншої модифікації в рух, що гойдає коромисло, в зворотно-поступальний рух повзуна із закріпленням на ньому інструментом. На рис. 1.2 наводяться різні модифікації кривошипного механізму: кривошипно-коромисловий (костильний преси-автомати); кривошипно-повзунний (більшість кривошипних пресів для листового і об'ємного штампування); кривошипно-колінний (чеканочні преси та преси для видавлювання); двохкривошипний з двома ступенями рухливості (кривошипно-шарнірні витяжні преси); двохкривошипний колінно-повзунний з двома ступенями рухливості (преси потрійної дії для чистової вирубки); кривошипно-клинової (КГШП); кривошипно-кругової (спеціалізовані вирубні преси); кривошипно-кулісні (КГШП і ГКМ).

Перетворення енергії обертального руху приводу в енергію деформації металу зумовлено наявністю кінематичних зв'язків між усіма рухомими частинами кривошипного преса. Це виключає залежність швидкості руху робочого інструменту від механічних характеристик оброблюваного металу в будь-який момент часу: зміна швидкості руху інструменту за весь час дії преса буде визначатися кінематикою машини (без урахування нерівномірності руху обертових деталей приводу і пружного деформування машини). [11]



a – кривошипно-коромисловий; *б* - кривошипно-повзунний; *в* – кривошипно-колінний; *г* - двохкривошипний з двома ступенями рухливості; *д* - колінно-повзунний; *е* – кривошипно-клинової; *ж* - кривошипно-круговий; *з* – кривошипно-кулісний.

Рисунок 1.2 - Кінематичні схеми кривошипних механізмів

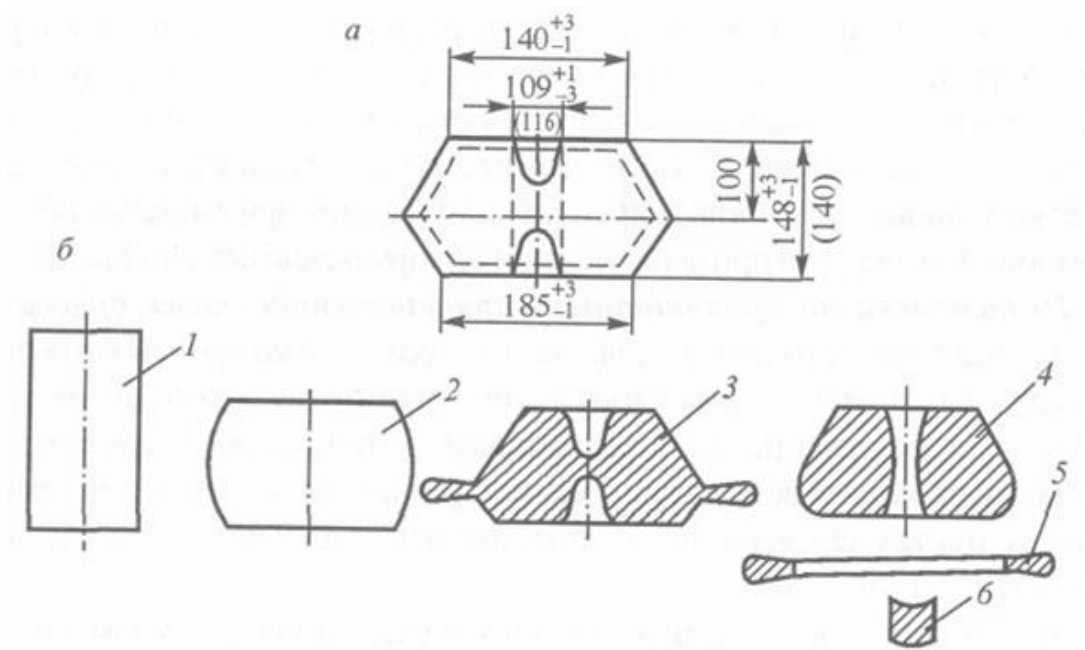
1.4 Типовий технологічний процес виготовлення деталі на КГШП

Отримання вихідної заготовки із заготівельної ділянки або цеху в залежності від специфіки виробництва

Технологічний процес гарячого об'ємного штампування містить наступні переходи:

- нагрів (нагрів до температури деформації проводиться в газових або електричних печах);
- штампування;

- обрізка облою і пробивання плівок (рис. 1.3, поз. 4,5,6);
- правка (виконується при необхідності якщо викривлення деталей перевищує допустимі норми);
- очистка поковок від окалини;
- контроль готових поковок (перевіряються геометричні параметри відштампованої деталі).



a - креслення поковки; *б* - операції виготовлення шестерні; 1 - вихідна заготовка; 2 - заготовка після осаджування; 3 - поковка з облоєм; 4 - кування після обрізання та прошивання; 5 - облой; 6 — видра

Рисунок 1.3 - Типовий технологічний процес виготовлення деталі на КГШП

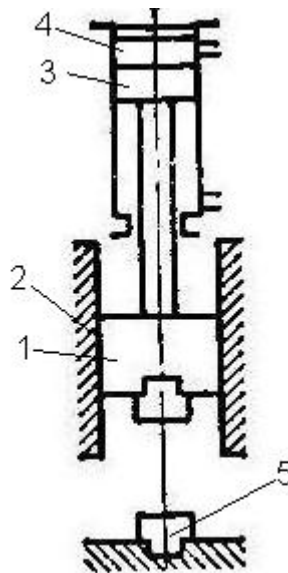
Перед штампуванням заготовки повинні бути нагріті рівномірно по всьому об'єму до заданої температури. При нагріванні повинні бути мінімальними окалиноутворення (окислення) і знеуглецьовування поверхні заготовки. Використовуються електроконтактні установки, в яких заготовка,

затиснута мідними контактами, нагрівається при проведенні через неї струму; індукційні установки, в яких заготовка нагрівається вихровими струмами; газові печі, з безокислювальним нагріванням заготовок в захисній атмосфері. [12]

Штапування здійснюють у відкритих і закритих штампах. У відкритих штампах отримують поковки подовженої і вісесиметричної форми. У закритих штампах - переважно вісесиметричні поковки, в тому числі з малопластичних матеріалів. Поковки простої форми штампують в штампах з однієї порожниною. Складні поковки з різкими змінами перетинів по довжині, з вигнутою віссю і т.п. штампують в багаторівчачкових штампах.

1.5 Особливості штапування на молотах

Молоти різних конструкцій застосовують для гарячого штапування переважно у відкритих штампах. Штапування на молоті економічно доцільне в серійному виробництві. Великогабаритні поковки масою понад 60 кг через обмежену потужність пресів можуть бути відштамповані тільки на важких штапувальних молотах. Найбільш поширені пароповітряні молоти (рис. 1.4). При штапуванні на молотах можливе регулювання енергії удару, слабкі удари можуть бути нанесені з підвищеною частотою. Деформування в одному рівчаку здійснюється за кілька ударів. Великі швидкості деформації при штапуванні на молотах сприятливо позначаються на заповненні складного рельєфу штампа.



1 - баба; 2 - направляючі; 3 - поршень; 4 - циліндр; 5 - штамп

Рисунок 1.4 - Схема штампувального молота

Точність розмірів 16-17 квалітет, шорсткість Ra 50-6,3 мкм. Економічно доцільно застосовувати при величині партії 2500-3000 шт для важких заготовок, і 4000-10000 шт. для дрібних.

Молоти мають малий ККД (не більше 30%). Вони неекономічні в експлуатації при виготовленні дрібних і середніх поковок. Висока вартість молотових установок пов'язана з використанням котелень або компресорних станцій і громіздких фундаментів. [13]

Штампуння на молотах характеризується невисокою продуктивністю праці; невисокою точністю розмірів поковок (допуск досягає декількох міліметрів), великою витратою металу на напуски від штампувальних нахилів внаслідок обмеженого застосування виштовхувачів.

Технологічні особливості високошвидкісних молотів наступні:

- наявність нижнього поршня;
- мінімальна швидкість удару 3 м/с;
- при максимальній енергії удару 160 кДж мінімальний робочий хід 3...5 мм;

- відхилення величини енергії послідовних ударів становить не більше 2...5% від номінального значення;
- робочі цикли складають 3-15 с.

Поковки, як правило, штампують за один удар. Метал контактує з пуансоном і матрицею вельми короткий час. Передача тепла від заготовки до штампу незначна. Крім того, втрати тепла компенсуються теплом, виділеним при деформації.

Отримувані при високошвидкісному штампуванні поковки (рис. 1.5) мають дрібнозернисту рівновісну структуру, що забезпечує їх більш високі механічні властивості (на 10...15% і вище), ніж у поковок, виготовлених на пароповітряних молотах. Одноударне штампування на високошвидкісних молотах дозволяє деформувати метал з високими ступенями, що перевищують 30%. Час рекристалізації незначний, тому забезпечується фіксація структури поковки. [14]



Рисунок 1.5 - Поковки виготовлені на штампувальних молотах

Високошвидкісні молоти широко використовуються при штампуванні важкодеформованих металів і сплавів, в основному для виготовлення вісесиметричних поковок. Основним критерієм доцільності отримання поковок на високошвидкісних молотах є в багатьох випадках неможливість отримання їх на звичайному обладнанні через наявність у поковки тонких ребер, стінок, полотен, малих радіусів заокруглень і штампувальних нахилів.

У низці випадків високошвидкісне штампування є єдиним способом, що забезпечує отримання спеціальних поковок із важкодеформованих матеріалів. [15]

1.6 Принцип дії і класифікація молотів

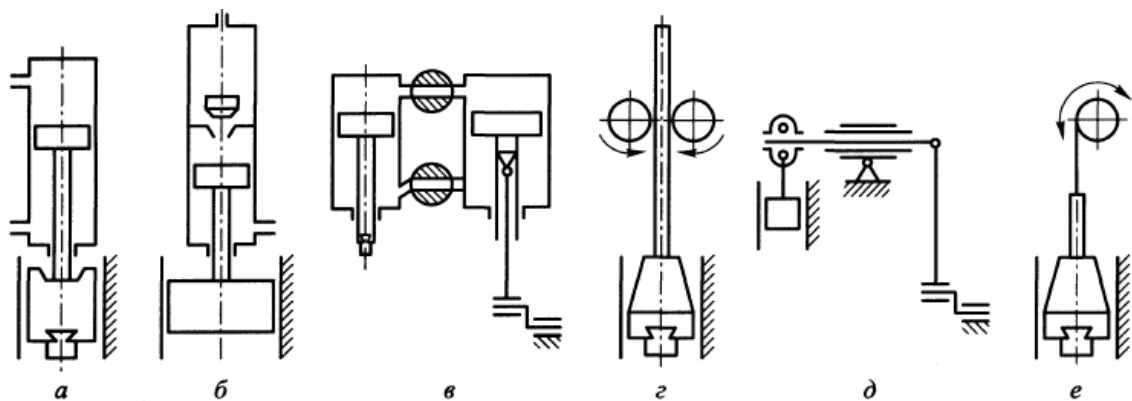
Так само авторами розглянуте штампування на молотах, на яких загальним для всіх молотів є характер їхньої дії в період робочого ходу, заснованого на перетворенні кінетичної енергії рухомих частин приводу, виконавчого механізму та навіть станини за допомогою удару в енергію пластичного деформування оброблюваного металу.

Молоти класифікують за такими ознаками, що розкривають принцип дії, пристрій і застосування їх як машин-знарядь: за видом приводу, технологічним призначенням, конструктивним виконанням.

У роботі розглянуті види приводів, які є характеристиками рухового і передавального механізмів молота. Вони визначені особливостями системи, яка служить для перетворення зовнішньої енергії, яка підводиться, в енергію поступального переміщення рухомих частин. Для приводу рухомих частин молотів використовують енергію: водяної пари, стисненого повітря або газу, горючих сумішей і вибухових речовин, обертального руху, рідини високого тиску і електрики. Відповідно до цього розрізняють молоти:

пароповітряні, високошвидкісні (газові, вибухові, пневматичні) і приводні (механічні, гідравлічні і електричні).

Пароповітряний молот (рис. 1.6, а). Це типова парова машина з робочим циліндром, в нижній і верхній порожнині якого поперемінно впускають або випускають пар (стиснене повітря). Тим самим забезпечують зворотно-поступальний рух вгору-вниз поршня, що утворює з циліндром руховий механізм, штока (передавальний механізм) і баби (виконавчий орган) з верхнім бойком або штампом. Поршень, шток і бабу прийнято об'єднувати в одному конструктивному вузлі рухомих або падаючих частин.



а - суміш пару; *б* - високошвидкісні вибухові; *в* - пневматичні; *г* - фрикційні з дошкою; *д* - ресорні; *е* - з гнучким зв'язком

Рисунок 1.6 - Класифікація молотів за видом приводу

У пароповітряних молотів максимальна швидкість падаючих частин при ході вниз не перевищує зазвичай 7...8 м/с, що пояснюється відносно невеликою питомою концентрацією енергії в приводі.

В якості інтенсивного прискорювача у високошвидкісних молотах використовують енергію розширення інертних газів, стиснених під великим тиском, вибуху горючих газових сумішей і вибухових речовин (ВР). Орієнтовна схема високошвидкісного газового молота показана на рис.1.6,

б. Верхній циліндр служить газовим акумулятором. При відкритті прохідного отвору відбувається інтенсивне перетікання газу в нижній циліндр і його тиск на поршень. Рухомі частини прискорено рухаються вниз. Їх підйом здійснює тиск газу, що знаходиться в нижній порожнині циліндра. [16]

Вибуховий молот за принципом дії подібний до двигуна внутрішнього згоряння з використанням в якості робочого тіла горючих сумішей. Вибуховий молот, що працює на ВР, аналогічний вогнепальній системі (гармати) і містить казенну частину, в яку закладають дозований заряд (наприклад, у вигляді патрона), і затвор з детонатором електричного або ударної дії. Під час вибуху газові продукти з великим тиском діють на бойок, прискорюючи його до десятків метрів в секунду.

Пневматичний молот (рис. 1.6, в) має вбудований компресорний циліндр для перекачування повітря в нижню або верхню порожнини лівого робочого циліндра. Стиснене повітря, виконуючи функції робочого тіла, пружно зв'язує компресорний і робочий поршні, примушує падаючі частини до циклічного зворотно-поступального переміщення. У пневматичних молотів привід індивідуальний від електродвигуна, обертальний рух якого перетворюється в прямолінійний зворотно-поступальний компресорного поршня з використанням кривошипно-повзунного механізму.

Приводні механічні молоти також мають індивідуальний привід від електродвигуна, причому передача руху від кінцевої ланки приводу до падаючих частин (бабі зі штампом або бойком) здійснюється за допомогою механічних зв'язків жорсткого, пружного або гнучкого типу. Перший тип зв'язків застосовують у фрикційних молотах з дошкою (рис. 1.6, г), в яких підйом баби забезпечують сили зчеплення, що виникають між обертовими в різні боки роликками і дошкою. Рух вниз здійснюється під дією сили тяжіння при розведених роликках. [17]

У гідравлічному молоті робочим тілом служить рідина високого тиску (від індивідуального насосного приводу), яка впускається в порожнину

робочого циліндра під поршнем при ході вгору або над поршнем при ході вниз. Таким чином, молот працює за схемою, подібною зазначеній на рис. 1.6, а.

В електричному молоті використовують енергію поля, утвореного обмотками електромагніту, який втягує металевий сердечник-шток і піднімає падаючі частини вгору.

Молоти застосовують для виконання багатьох технологічних процесів ковальсько-штампувального виробництва і металообробки: кування, об'ємної і листового штампування, а так звані імпульсні ножиці, тобто вибухові молоти - для розрізання сортового прокату.

Відповідно до технологічного призначенням розрізняють кувальні, штампувальні та листоштампувальні молоти.

Галузеве призначення молотів дуже широке. Їх можна використовувати на заводах, в сільських кузнях і навіть на кораблях (корабельні пневматичні молоти).

Різноманіття приводу молотів не дає можливості детально класифікувати їх за конструктивним виконанням, як, наприклад, кривошипні преси. Однак є ознаки, що дозволяють відокремити більшість молотів за загальними конструктивними групами: способу удару рухомих частин; кратності дії енергоносія; конструкції станини; влаштування фундаменту.

1.7 Типи молотів і їх застосування

Галузь застосування пароповітряних молотів охоплює всі три головні технологічні комплекси: кування, об'ємне гаряче і листове штампування.

Пароповітряний кувальний молот, володіючи такими важливими перевагами, як простота пристрою і управління при універсальності

технологічних можливостей, є провідною машиною в індивідуальному і дрібносерійному виробництві поковок. Проте подальша тенденція до заміни пароповітряних кувальних молотів і раніше продовжує існувати. Вважають, що замість кувальних молотів з масою падаючих частин (МПЧ) більше 3000 кг в ковальських цехах машинобудівних заводів доцільно встановлювати гідравлічні преси відповідного номіналу, а з МПЧ менше 1000 кг - пневматичні молоти. [18]

Передбачено виготовлення молотів арочного і мостового типу з МПЧ 1000...8000 кг при ефективній енергії удару 25...200 кДж. Стандартом встановлено, що маса шабота дорівнює 15-кратній номінальній МПЧ.

Аналогічно йде справа і з штампувальними молотами. У нових цехах вважають за краще встановлювати КГШП, які доступні для застосування широкої механізації та автоматизації. Однак у багатьох ковальсько-штампувальних цехах провідною машиною поки залишається пароповітряний молот; створення фундаменту на віброізолюваній підставці і деякі інші нововведення в ряді випадків спонукають проектувальників до традиційних рішень. Тому в умовах серійного виробництва доцільно застосовувати штампувальні молоти з МПЧ до 25000...40000 кг. Для штампування дуже великих поковок застосовують безшаботні молоти.

Пароповітряні штампувальні молоти подвійної дії виготовляють згідно ГОСТ 7024 з номінальною МПЧ 630...25000 кг при повному ході 1000...1600 мм, причому перевищення маси шабота має бути 20-кратним. Тиск пари або повітря, передбачене вищевказаними стандартами для молотів подвійної дії, дорівнює 0,6...0,9 МПа.

Виготовлення облицювальних і інших деталей літальних апаратів з не залізних листових сплавів вимагає специфічного механічного режиму обробки. Найбільш підходящим обладнанням для цього виявляються листоштампувальні молоти. [19]

1.8 Тенденції розвитку приводних молотів

У зв'язку з вимогами нової техніки габаритні розміри і маса таких поковок безперервно збільшуються, що призводить до необхідності створення енергоємного ковальсько-штампувального обладнання. Складні поковки з великою масою можна штампувати декількома ударами молота. Однак це не завжди дозволяє досягти бажаної мети, тому створюють молоти зі збільшеною МПЧ і їхньою швидкістю в момент удару. Особлива увага приділяється подальшому вдосконаленню конструкції гідравлічних штампувальних молотів, МПЧ яких досягає 10000 кг. Це дозволяє забезпечити ефективну енергію в момент удару 250 кДж. Побудова гідравлічних молотів з такою силою удару, в свою чергу, висуває проблему віброізоляції фундаментів.

Більшість молотів відносять до універсального ковальсько-штампувального обладнання. У зв'язку з цим виникла необхідність, регулювання енергії удару, створення механізуючих і автоматизуючих пристроїв, а також систем управління процесом штампування.

Тенденції в розвитку приводних молотів спрямовані на створення матеріалів, що володіють високою довговічністю. Це відноситься до елементів, що забезпечують гнучкий зв'язок між бабою і приводом. Велику увагу слід також приділяти системам управління приводних молотів. Будівництво молотів з такою енергією в свою чергу має велику проблему з віброізоляцією фундаменту.

В якості підставки ковальських молотів, як правило, використовують масивні бетонні фундаменти (рис. 1.7), необхідні для перерозподілу і гасіння високих динамічних навантажень переданих при ударах молота через фундамент на ґрунтову основу. Розміри фундаменту здебільшого залежать від величини ударної енергії молота і характеристик ґрунту, тобто від несучої здатності ґрунту. Незважаючи на великі розміри фундаментів

вібрації, що виникають при ударі молота, поширюються в навколишнє середовище. При цьому часто не вдається уникнути осадження ґрунту основи і перекосів установки. [20]

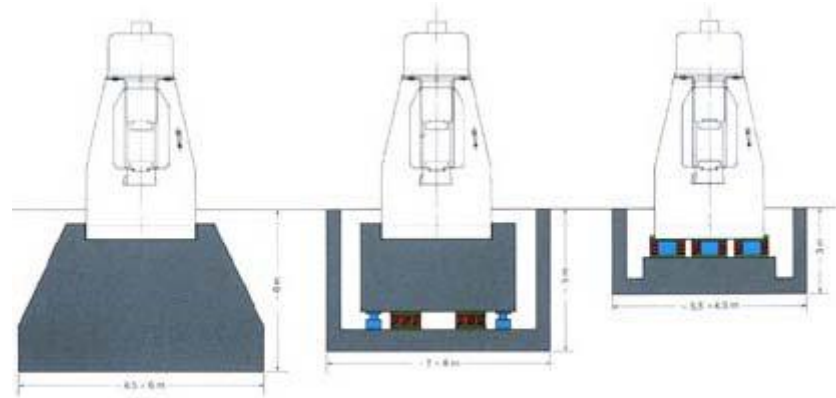


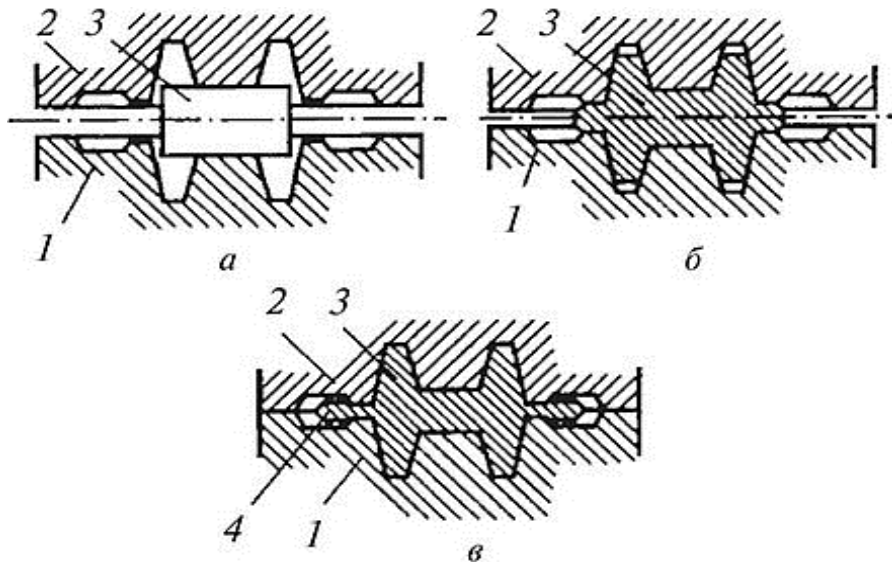
Рисунок 1.7 - Типи фундаментів молотів

Кілька десятиліть тому фірма "GERB" розробила пружну установку молотів, при якій фундаментний блок, підтримуваний пружинними елементами в фундаментній ванні. Розміри і маса віброізовованого за допомогою пружин фундаментного блоку завдяки використанню VISCO-демпферів значно знижуються в порівнянні зі звичайною конструкцією фундаменту.

1.9 Типовий технологічний процес штампування деталей на молоті

На рис. 1.8 зображено основні етапи заповнення металом рівчака штампа. При штампуванні нагрітої заготовки 3 укладають в рівчак нижнього штампа і наносять по ній удари верхнім штампом до моменту

їхнього зіткнення по площині роз'єму. Надлишок металу витісняється в роз'єм між штампами, утворюючи облой (задирок). Поковка є точною копією рівчака штампа.



a, б, в - етапи; *1* - нижній штамп; *2* - верхній штамп; *3* - заготовка; *4* - задирок (облой)

Рисунок 1.8 - Етапи заповнення металом рівчаків штампа

Процес виготовлення поковки включає в себе: різання вихідного металу на мірні заготовки, нагрівання заготовок, штампування, обрізку задирки (облою), термічну обробку поковки, очищення від окалини, правку і контроль поковок.

1.10 Принцип дії і класифікація гідравлічних пресів

Схема гідравлічного преса для кування показана на рис. 1.9. Основні його вузли: станина колонного типу, рухома поперечина 7, головний (робочий) 9 і поворотні 4 циліндри. У конструкціях потужних пресів передбачений гідравлічний циліндр, який врівноважує рухома поперечину. Станина складається з нерухомих верхньої 1 та нижньої (стіл преса) 3 поперечин, з'єднаних в жорстку раму колонами 2, і призначена для розташування всіх вузлів преса.

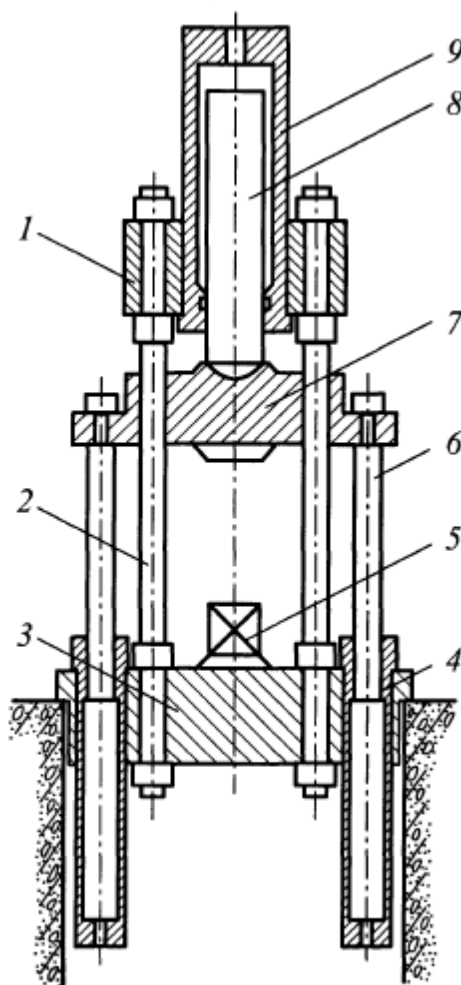


Рисунок 1.9 - Схема гідравлічного преса для кування

На рухомій поперечині 7, пов'язаній з плунжерами головного і зворотних циліндрів 6, і нерухомою нижньою (стіл преса) 5 встановлюють і прикріплюють до них робочий інструмент (бойки плоскі або вирізні, плити для осаджування тощо).

Принцип дії гідравлічного преса полягає в тому, що під тиском рідини, що є носієм енергії (робочим тілом), плунжер 8 виштовхується з головного циліндра 9, переміщує рухому поперечину 7 з встановленим на ній бойком і після упору в заготовку 5, розташовану на столі 3, пластично деформує її.

Щоб подолати опір з боку заготовки 5 при її деформації, в робочі циліндри гідравлічних пресів подають рідину високого тиску (до 32 МПа і більше). Швидкість переміщення рухомої поперечини рідко перевищує 30 см/с, тому кінетична енергія поступального руху рухомих частин преса дуже мала в порівнянні з накопичуваною рідиною потенційною енергією і нею зазвичай нехтують. У зв'язку з цим гідравлічні преси відносять до ковальських машин квазістатичного дії.

Рухома поперечина повертається у вихідне положення під тиском рідини, яка подається в поворотні циліндри. Описаний принцип дії гідравлічного преса залишається незмінним незважаючи на різноманітність технологічного призначення, конструктивних форм і типів приводу.

Повний цикл одного подвійного ходу рухомої поперечини гідравлічного преса включає прямий і зворотний ходи, а також технологічні паузи. Прямий хід має дві ділянки. На першій робочий інструмент підводиться до заготовки (корисна робота не проводиться). Це - прямий холостий хід (хід наближення). На другій ділянці прямого ходу відбувається деформування заготовки, тобто відбувається корисна робота. Це - робочий хід. При зворотному (поворотному холостому) ході рухома поперечина займає свою попередню позицію і корисна робота також не проводиться.

Рухому поперечину гідравлічного преса можна зупинити в будь-якій точці її ходу. Ці зупинки, необхідні для виконання допоміжних операцій,

наприклад маніпулювання заготовкою, зміни робочого інструменту і ін., називаються технологічними паузами.

Щоб провести прямий холостий хід рухомої поперечини, необхідно головний циліндр за допомогою наповнювального клапана (золотника) з'єднати з джерелом рідини низького тиску (наповнювальним баком), а зворотні циліндри - з відкритим зливним (насосним) баком. Для здійснення прямого робочого ходу в головний циліндр подають рідину високого тиску з акумулятора (насоса). При цьому зі зворотних циліндрів рідина зливається в наповнювальний або зливний бак. У деяких швидкохідних пресах поворотні циліндри в процесі робочого ходу постійно пов'язані з джерелом рідини високого тиску. Це призводить до деяких втрат енергії, але підвищує швидкохідність, так як виключається час, необхідний для відкриття клапанів і наростання тиску в зворотних циліндрах при перемиканні на зворотний холостий хід.

У загальному випадку для здійснення зворотного холостого ходу необхідно з'єднати головний циліндр з наповнювальним баком, а поворотні - з джерелом рідини високого тиску. При нижньому розташуванні робочих циліндрів зворотний холостий хід відбувається під дією сили тяжіння і поворотні циліндри в принципі не потрібні.

Тримання рухомої поперечини на вазі під час технологічної паузи можливо, якщо робочий циліндр відключений від джерела рідини високого тиску і перекрито витікання її зі зворотних циліндрів. При нижньому розташуванні робочого циліндра утримання рухомої поперечини на вазі можливо завдяки припиненню подачі в нього рідини.

Для притискання заготовки необхідно ізолювати робочий циліндр, наповнений рідиною високого тиску.

При роботі гідравлічного преса рідина високого тиску витрачається тільки під час прямого робочого і зворотного ходів. У зв'язку з таким переривчастим і в той же час нерівномірним (під час робочого ходу витрата рідини значно більша, ніж під час зворотного ходу) витрачанням рідини в

приводі встановлюють пристрої - акумулятори, що дозволяють накопичувати її під час технологічних пауз і прямого холостого ходу. Використання акумуляторів дозволяє істотно знизити встановлену потужність насосного приводу.

З розглянутого повного циклу роботи гідравлічного преса виходить, що робочий і поворотні циліндри поперемінно з'єднуються з джерелами рідини високого і низького тиску. Потоки рідини перерозподіляють за допомогою клапанних або золотникових пристроїв, зазвичай встановлених в одному блоці, який називають головним розподільником.

Загальна ознака гідравлічного преса - використання потенційної енергії тиску рідини для здійснення повного циклу руху рухомої поперечини. Привід (електродвигун і насос) перетворює електричну енергію в механічну, а потім в потенційну - тиск рідини, яка використовується для пластичного деформування заготовки. Тому привід цих пресів завжди насосний.

1.11 Гідравлічні преси для кування

В роботі розглянуті кувальні гідравлічні ковальські преси які призначені для виконання операцій кування, а також об'ємного штампування в підкладних штампах. Їхні конструкції повинні забезпечувати вільний допуск і хороший огляд робочого простору. Цій умові задовольняють преси з одностоїчною станиною відкритого типу зусиллям до 5 МН, а в деяких випадках до 12 МН, а також преси з колонною станиною, що мають зусилля до 150 МН і застосовуються для кування зливків масою до 320 т. Лінійні і швидкісні параметри гідравлічних чотирьохколонних пресів номінальним зусиллям від 5 до 50 МН

регламентовані ГОСТ 7284-88, а понад 50 МН не регламентовані і повинні бути узгоджені із замовником.

Залежно від номінального зусилля кування преси мають один, два або три робочих циліндра, які зазвичай встановлюють у верхній частині станини і лише в деяких випадках - в нижній.

Кувальні преси в порівнянні з іншими працюють в найбільш важких умовах, оскільки вони є найбільш швидкохідними і мають ексцентричне додаткове навантаження. У зв'язку з цим в колонних конструкціях для направлення рухомої поперечини іноді передбачають хвостовик, що забезпечує зменшення згинального моменту в колонах. Така конструкція можлива тільки для пресів з двома робочими циліндрами.

При роботі кувального преса температура деталей, що знаходяться в робочому просторі, підвищується до 150°C і навіть вище. Тому робоча рідина в звичайних конструкціях пресів повинна бути безпечною в пожежному відношенні. Це зумовило використання води з додаванням 2...3% емульсолів.

Привід гідравлічного кувального преса може бути насосний з акумулятором і без, а також мультиплікаторні насосно-акумуляторні приводи можуть бути з однієї і трьома ступенями програми навантаження.

Одностійкові кувальні преси (рис. 1.10) широко застосовують для кування невеликих злитків. Особливість одностойчних станини кувального преса - доступність бойків з трьох сторін, в результаті чого спрощується робота в процесі кування, особливо при переході від протягання до шліхтування (використання широкої сторони бойка). З цією метою осі напрямних бойка розташовують під кутом 45° до осі стійки, як у пневматичних кувальних молотів.

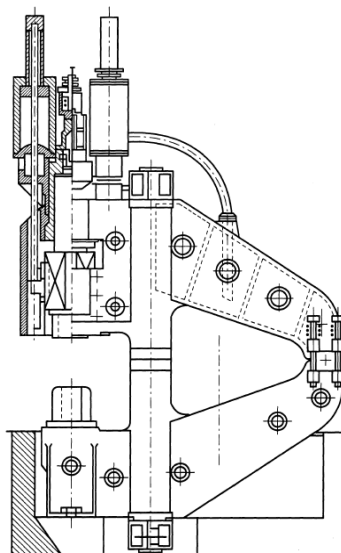


Рисунок 1.10 - Конструктивна схема кувального гідравлічного преса з одностойочною станиною

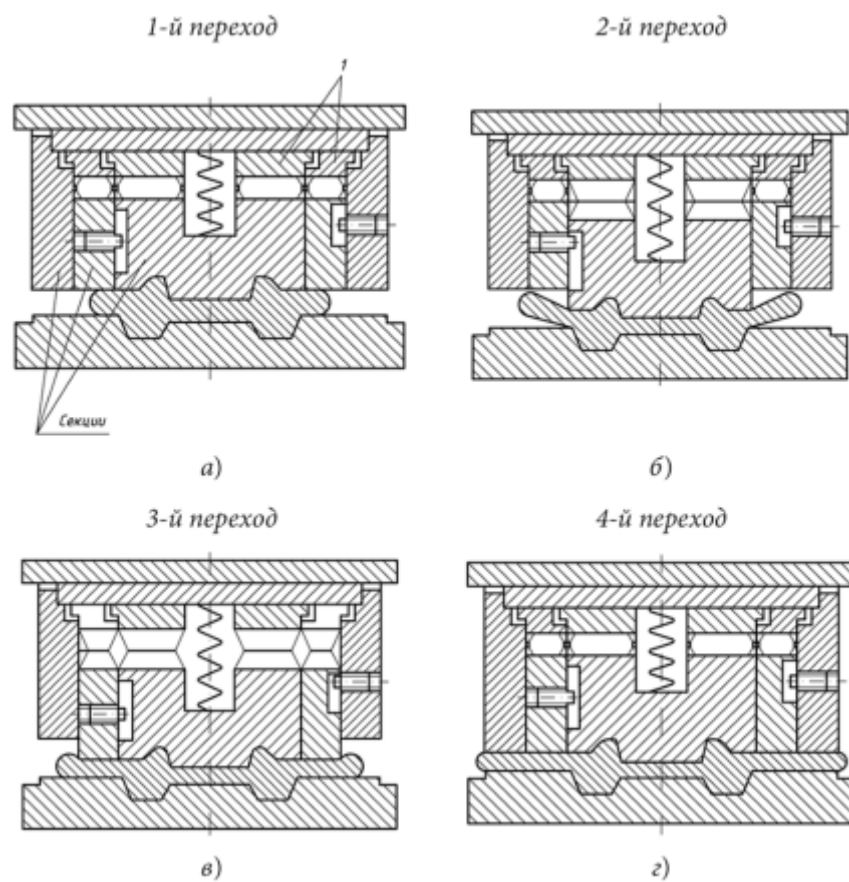
Недолік одностойочних кувальних пресів - щодо більш масивної конструкції станини. Найбільш надійним вважають збірну одностойочну станину, що складається з двох консольних балок. Балки посередині стягнуті двома колонами, силу попереднього затягування яких визначають за даними розрахунку. Напрямок рухомого бойка забезпечують напрямні головки плунжера циліндричного або квадратного поперечного перерізу. Сталеву станину преса виготовляють литтям.

1.12 Типова технологія штампування деталей на гідравлічному пресі

Нагріту заготовку подають в штамп рис. 1.11 з суцільною матрицею і секційним пуансоном, що складається з трьох концентричних секцій, причому центральна і середня секції рухомі і регулюються за висотою

спеціальними регулювальними кільцями, які в нижній частині мають виступи, відповідні пазам верхньої частини секції.

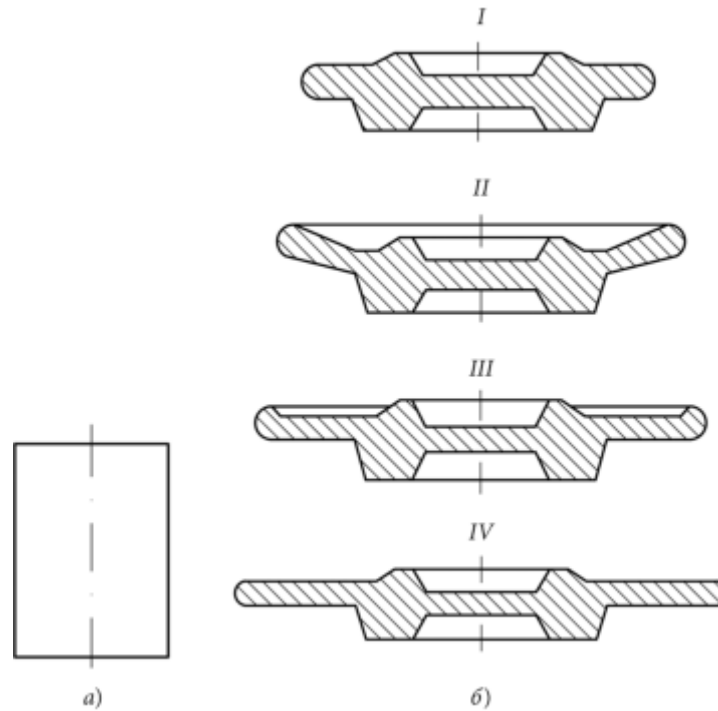
Можливі два положення секцій - верхнє, коли зуби регульованих кілець знаходяться в пазах секцій, і нижнє, коли регульовані кільця повернені на ширину паза і виступи кілець знаходяться проти виступу секцій. Регулювання положень секцій здійснюють незалежно один від одного.



1 - регулювальні кільця

Рисунок 1.11 - Схема штампування диска в штампі з секційним пуансоном

Форму поковки та технологію її виготовлення за переходами наведено на рис. 1.12.



а – заготовка; б – переходи штампування диска

Рисунок 1.12 - Технологія штампування диска (I-IV)

У початковій стадії штампування (рис. 1.11, а), коли виступи кільця розташовані в пазах секцій, проводять попередню формовку диска. При ході траверси преса вгору центральна і середня секції опускаються на товщину регулювального кільця, завдяки чому фіксується поворотом регулювального кільця нижнє положення однієї секції або обох секцій. Потім регулювальне кільце повертається і здійснюється обтиснення центральної частини заготовки (рис. 1.11, б). За допомогою другого регулювального кільця обтискають середню частину заготовки (рис. 1.11, в), після чого обидва кільця повертають так, щоб їхні зуби знаходилися над пазами секцій (рис. 1.11, г), і здійснюють калібрування поковки.

ВИСНОВКИ

Провівши аналіз доступної літератури, з огляду на необхідність мінімальних припусків під механічну обробку та необхідність заповнення гравюри штампу у вертикальному напрямку, приймаємо за основний варіант виготовлення деталі АК81950171 «Качалка поперечного керування» на штампувальному молоті за один перехід. Так само, з огляду на велику різницю в площах за осьовим перетином та необхідністю виготовлення деталей в невеликому обсязі (не більше 25 штук на рік) технологія виготовлення передбачає велику перевитрату металу, внаслідок збільшеного облою в зв'язку з чим в конструкції штампа передбачаємо додаткову кишеню під облой що дозволило обійтись мінімальною кількістю штампового оснащення.

2 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Розробка технологічних процесів за допомогою комп'ютерного моделювання

У сучасному авіадвигунобудуванні в умовах гострої конкуренції особливої актуальності набуває завдання випуску якісної продукції в короткі терміни виробництва та здешевлення виробів.

У зв'язку з цим необхідна оптимізація технологій штампування з використанням сучасної спеціалізованої розрахункової системи, спрямована на підвищення продуктивності, скорочення витрати металу, підвищення стійкості штампового інструменту, запобігання появи дефекту в поковках і виключення необхідності проведення пробних штампованих операцій при відпрацюванні нової технології.

Гаряче об'ємне штампування забезпечує якість кінцевого продукту і, при наявності певної серійності, економію металу і зниження вартості виробу. При ускладненні форми поковок значно збільшуються час і витрати на розробку технологічного процесу і проектування штампового інструменту. Деформація металу при штампуванні поковок складної форми є нелінійним процесом, який неможливо уявити простими розрахунками, що відображають необхідне зусилля деформування, характер плину металу, а також напруження і деформації в заготовці і інструменті. У зв'язку з цим, при розробці технологічного процесу гарячого штампування поковок звичайними методами, мають місце неминучі, іноді тривалі, доведення процесу, що призводять до великих матеріальних втрат і втрати часу.

Тому для розробки технологічних процесів гарячого об'ємного штампування, що виключають дорогі проби і помилки технолога і конструктора, останнім часом стали широко застосовувати сучасні

програми комп'ютерного моделювання системи CAD/CAM Computer Desing / Computer Aided Manufacturing. Найбільше системне поширення програма CAD/CAM отримала в США, Англії, Німеччини, Франції, Японії, Росії та ін. В Росії такою системою є програма QForm 2D/3D, в США - FORM, у Франції - FORGE. З 1984 року в ФРН було організовано об'єднання, до якого увійшло 25 заводів, які виробляють поковки, метою якого є спільне впровадження автоматизованого проектування технології CAD/CAM.

Числове моделювання процесу точного штампування в системі CAD/CAM здійснюється за допомогою методу скінченних елементів, що дозволяє локально з високою точністю отримати поточний (тимчасовий) стан матеріалу. Для цього використовуються такі дані: ступінь складності форми поковки і її матеріал, розмір партії поковок, вид ковальсько-пресового устаткування. Моделювання процесу починається з перетворення форм готової деталі в форму поковки, розподілу обсягів металу в поковці, розрахунку температур поковки і інструменту в різних фазах вихідного стану (подача заготовки в штамп, укладання і безпосередньо деформація), а також проектування інструменту, аналіз і оптимізація кожної операції в зв'язку з конструкцією штампа. У моделі проводиться розрахунок контактних напружень при деформації поковок, а, отже, і зусилля штампування, деформацій штампа від термічних і механічних навантажень, а також усадки поковок при охолодженні. Надалі система дозволяє механічно виготовляти інструмент на верстатах з ЧПУ або електроерозійним способом, включаючи і конструкцію електродів.

При підготовці даних для моделювання в системах CAD/CAM задаються характеристики опору матеріалу поковки пластичної деформації, характеристики контактної тертя (технологічного змашувального матеріалу) і параметри обладнання. В таблично заданій моделі опору деформації, що проводиться при постійній швидкості, для обчислення проміжних значень напруження текучості в заданому діапазоні ступенів деформацій (від нуля до максимуму) використовують інтерполяції, а для

деформації вище максимального напруження текучості приймають рівним межі міцності (σ_B), відповідного максимальній деформації. Насправді, при деформації поковок складної форми, швидкість деформації змінюється як під час робочого ходу технологічного обладнання (наприклад, КГШП), так і в елементарних об'ємах штампованої поковки. Наприклад, при комбінованому видавлюванні колісного диска (рис. 2.1) швидкість деформування збільшується практично на порядок (в 5,5...10 разів) при плинні металу зі ступінчатої частини в вертикальну стінку. Крім того, криві межі текучості металу, побудовані за осадженням зразка при постійній швидкості деформування, не можуть бути безпосередньо використані для побудови моделі опору деформації, так як вони не відображають вплив зміцнення-знеміцнення, контактного тертя і теплового ефекту пластичної деформації на величину напруження плинності. Тому експериментальні криві текучості повинні бути скоректовані на величину зміни опору деформації внаслідок впливу контактного тертя і теплового ефекту. Інакше ці ефекти будуть враховані двічі і приведуть до завищеної оцінки силових параметрів процесу, наприклад, стосовно ізотермічного штампування алюмінієвого сплаву В95 в середньому на 8...16%.

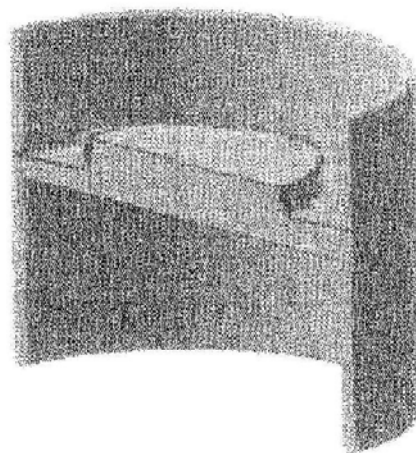


Рисунок 2.1 - Колісний диск з магнієвого сплаву МА2-1

Контактне тертя для комп'ютерного моделювання задається двома параметрами - коефіцієнтом контактного тертя, який є постійною величиною, що не залежить від термомеханічних умов деформації (температури, швидкості) і шорсткості інструменту, і коефіцієнтом теплопередачі. Коефіцієнт тертя в реальних умовах не є постійним протягом всього процесу деформації, а тому завдання фактора постійного тертя, наприклад, стосовно ізотермічного штампування магнієвого сплаву МАГ-1, призведе до збільшення зусилля деформування на 2...8%.

При наявності експериментальних даних щодо вихідної температури поковки і інструменту, часу контакту заготовки з інструментом і кінцевою формою поковки можливе введення цих параметрів в алгоритм програми з метою коригування розрахунку.

Програма ALPID (Analysis of Large Plastic Incremental Deformation) для вирішення завдань дослідження напружено-деформованого стану і температурних полів при штампуванні деталей авіадвигунів з титанових сплавів використовує припущення про жорстку і жорстко-в'язко-пластичну поведінку матеріалу поковки при вісесиметричному або плосконапруженому стані. У цій програмі особлива увага приділена аналізу тепловиділення при пластичному деформуванні і пов'язаних з ним структурними перетвореннями в матеріалі поковки.

Система автоматизованого проектування процесу точного штампування турбінних лопаток KF or Des-Blade (Kobe Forging Design Sistem for Blade) японської фірми «Kobe Steel» при введенні даних про готову деталь здійснює моделювання зусиль штампування, форми гравюри штампа, напрямку плину металу та інші дані, як в системі CAD/CAM.

Аналогічні завдання вирішує і програма DEFORM (США), яка визначає характер плину металу в деформованій поковці, ступінь деформації і температуру в різних точках поковки, зміну компонентів напружень і деформації протягом усього процесу. Ця програма ідеально підходить для передбачення властивостей і мікроструктури готової поковки,

а також для виявлення місця і часу виникнення дефектів в процесі деформування, що істотно скорочує час і витрати на отримання інструменту при виготовленні поковок, які розробляються.

2.2 Розробка технологічних процесів у QForm 2D/3D

Найбільш поширеною програмою, що відповідає найвищим вимогам в галузі моделювання процесів гарячої обробки тиском в ковальсько-штампувальному виробництві, в тому числі і штампування поковок для деталей авіадвигуна, є програма QForm 2D/3D. Ця програма, розроблена в тісному контакті з провідними виробниками авіаційних поковок Росії і зарубіжними фірмами Mc Williams Forging (США), Wyman Gordon Lincoln і Firth Rixon (Англія), використовується більш ніж в 16 організаціях Росії і України і 30 країнах.

Програма QForm моделює отримання поковок гарячою деформацією по всьому ланцюгу технологічного процесу, починаючи від керованого нагрівання і закінчуючи операціями термічної обробки з прогнозом властивостей поковки. Програма QForm, моделюючи формозміни в процесі деформації, захоплює обрізання та охолодження. При моделюванні процесу штампування складних поковок за програмою QForm враховується наявність нестационарного поля швидкостей плинну металу протягом всього процесу деформації і температурні поля металу, починаючи від вихідної заготовки і до отримання готової поковки; безперервно змінний характер кінематичних, термомеханічних і температурних граничних умов. Таке врахування максимального переліку чинників дозволяє визначати отримання регламентованої структури і прогнозувати відсутність несущальності поковки при деформації.

Для процесів ОМТ характерне якісне опрацювання структури матеріалу, проте в низці випадків спостерігається значна неоднорідність цього опрацювання, що є причиною виникнення різнозернистої структури і нерівномірності розподілу властивостей за об'ємом поковки.

У зв'язку з цим має важливе значення застосування методів прогнозування та управління характеристиками деталей, отриманих штампуванням, аналіз напружено-деформованого стану, на основі програми QForm.

При розробці технологічного процесу отримання поковки і проектування креслення поковки в програмі QForm може бути використана програма UNIGRAPHICS (UG), яка добре інтегрується з програмою QForm. На початку розробки технологічного процесу необхідно опрацювати конструкторську документацію (креслення деталі) на технологічність отримання поковки наміченим шляхом формоутворення. Після узгодження чистового креслення з конструктором, призначаються припуски, допуски, технологічні бази на поковки з подальшим складанням маршрутної карти технологічного процесу її виготовлення. Спроектоване креслення (математична модель) поковки узгоджується з технологом на механічній обробці. На рис. 2.2 представлена схема розробки технологічного процесу отримання поковки із застосуванням сучасних програм комп'ютерного моделювання.

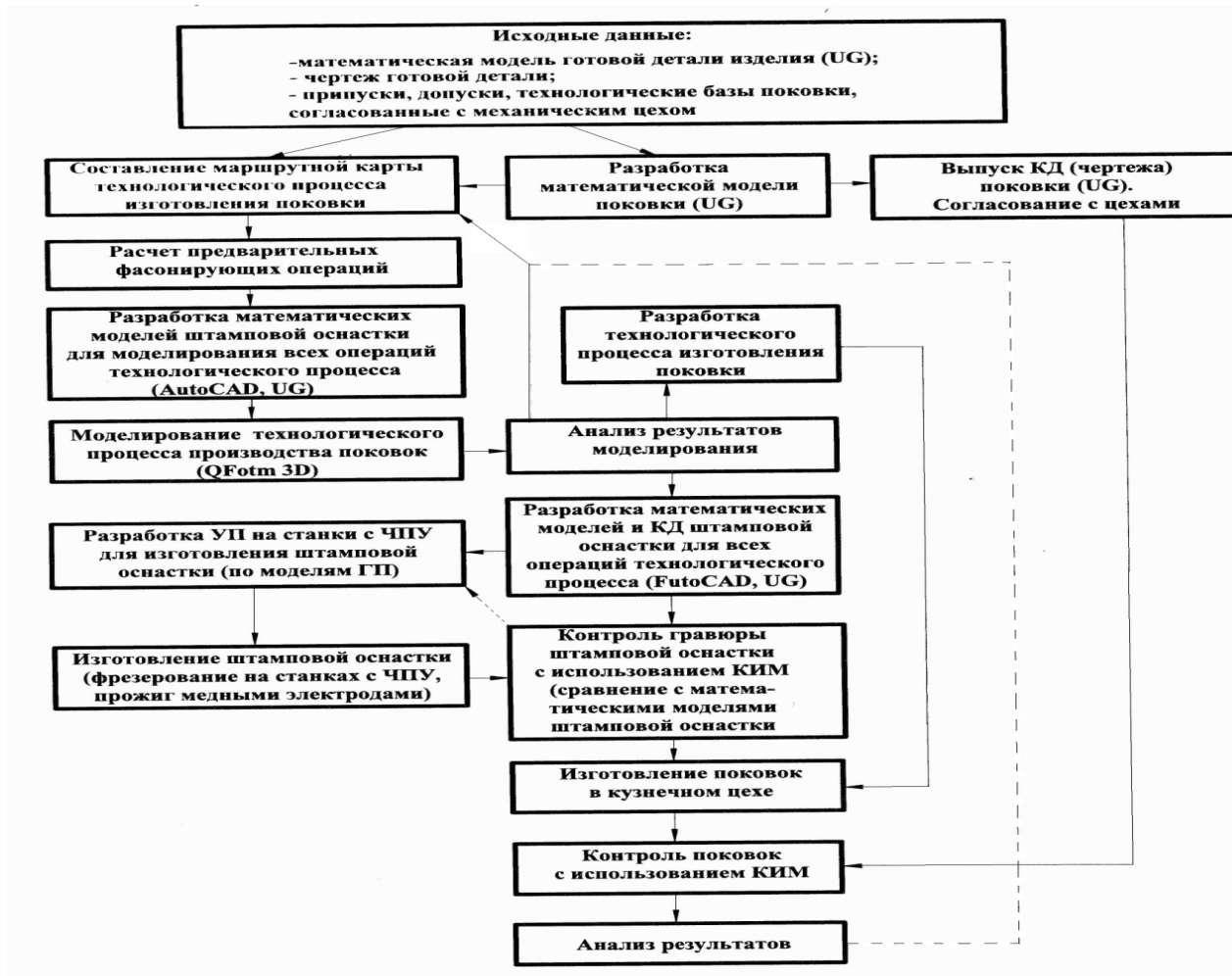


Рисунок 2.2 - Алгоритм розробки технологічного процесу гарячого об'ємного штампування із застосуванням сучасних програм проектування та моделювання

Узгоджена математична модель (креслення) поковки є основою для розрахунку технологічного процесу по всім операціям деформування, включаючи вихідний пруток і попередню заготовку і всі операції, пов'язані з отриманням поковки, а також для розробки конструкторської документації на необхідне оснащення, закінчуючи засобами вимірювання поковки, якщо вона являє собою складну просторову форму, якою є лопатка газотурбінного двигуна.

За матеріалом креслення поковки призначають вихідні дані за термомеханічними умовами деформації (температурний інтервал і час

нагрівання, допустимі степені деформації, температура підігрівання оснащення і ін.), на підставі яких вибирається необхідне обладнання, обчислюється зусилля деформування і ін. При моделюванні технологічного процесу за програмою QForm 3D час розрахунку залежить від складності поковки і потужності комп'ютера і може займати від декількох десятків хвилин до десятків годин.

Моделювання процесу штампування дозволяє виявити дефекти, що виникають при формоутворенні (закови на поверхні і простріли усередині поковки), а також аналізує заповнення гравюри штампа, оцінює температуру в об'ємі поковки, ступінь деформації, середнє напруження та ін.

Розрахунок напружень, що виникають в інструменті, ведеться з урахуванням особливості його геометрії (облойний місток, габаритні розміри), рекомендується проводити два варіанти розрахунку виробничого процесу при двох експериментальних умовах, відповідних граничним температурним інтервалам деформування (найнижчий і найвищий), допустимим для деформованого матеріалу поковки.

За результатами аналізу моделювання технологічного процесу гарячого штампування приймається рішення про необхідність його уточнення, коригування форми попередніх заготовок на проміжних операціях і виконується повторний розрахунок за програмою QForm. Після чого, в подальшому, проводиться проектування необхідного оснащення і вимірювального інструменту.

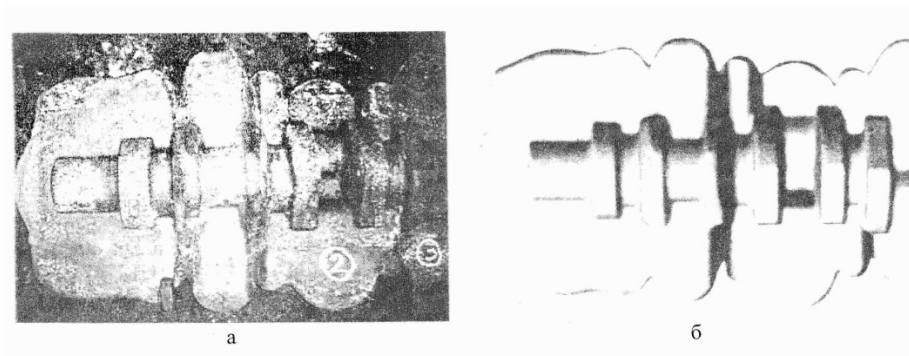
Розроблені математичні (геометричні) моделі поковки і креслення на деформуючу і міральному оснащенні слугують для розробки керуючих програм механічної, електрохімічної або електроерозійної обробок на верстатах з ЧПУ.

Технолог може задати будь-яку послідовність операцій, в яку можуть входити попередні і проміжні операції нагрівання і охолодження, фасонування та обрізання. Розрахунок може містити кілька варіантів

моделювання, з властивим їм порядком технологічних операцій, що дозволяє, аналізуючи кілька варіантів технології, визначати оптимальні параметри процесу.

Моделювання процесу починається з введення вихідних даних за допомогою спеціального «Майстра підготовки Вихідних Даних», який показує необхідні процедури і виключає помилки при введенні параметрів розрахунку. Під час розрахунку вихідні дані зображуються у «Редакторі Властивостей», а результати відображаються відразу після початку моделювання, що дозволяє оперативно визначати і виправляти помилки.

У програмі QForm при розрахунках використовується метод скінчених елементів, за допомогою якого легко і точно вирішуються складні завдання формоутворення поковок. Наприклад, при штампуванні колінчастого вала забезпечується висока схожість розрахункових і практичних даних, що підтверджується формою обля на кінцевій стадії штампування (рис. 2.3).

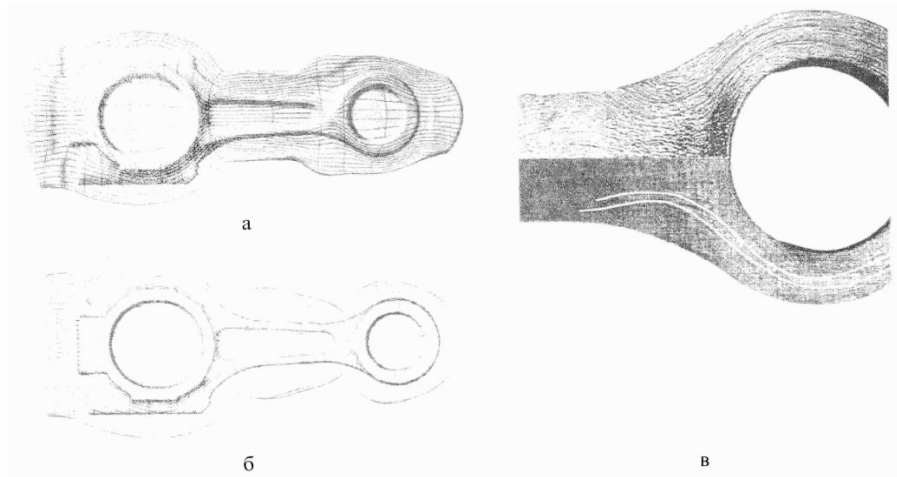


а – поковка колінчастого вала; б – модель колінчастого вала у QForm

Рисунок 2.3 - Колінчастий вал

Програма забезпечує для поковок складної форми досить якісне заповнення штампової порожнини, ребер, виступів, конічних порожнин, радіусів скруглення галтелей і ін.) І оптимальне (за конфігурацією поковки)

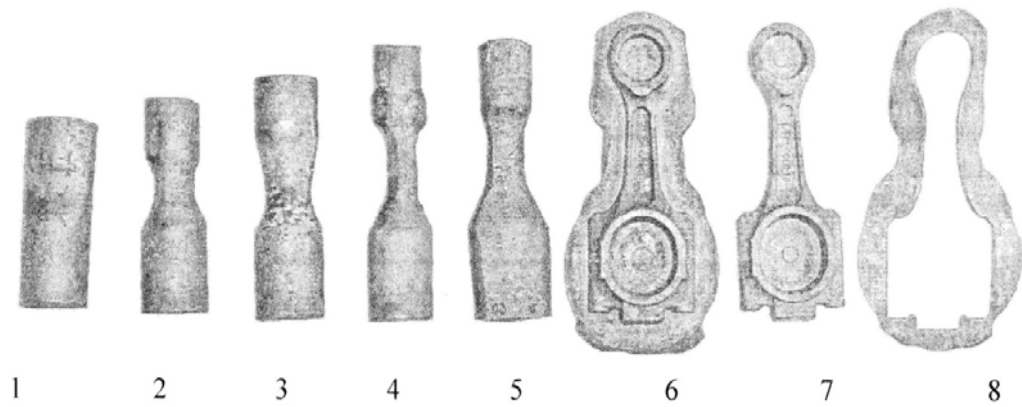
формування волокон, що підвищує експлуатаційні характеристики деталей (рис. 2.4).



а - до оптимізації; б - після оптимізації; в - реальна волокниста будова на зрізі деталі до і після оптимізації

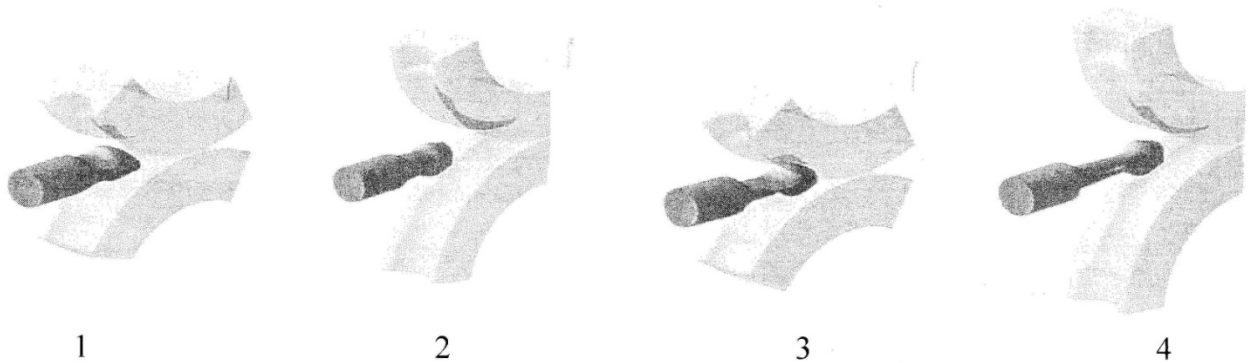
Рисунок 2.4 - Волокниста будова поковки шатуна, передбачене моделюванням

На рис. 2.5 представлені переходи отримання поковки шатуна автомобіля, що сприяють оптимальному розташуванню волокон (див. рис. 2.4), а на рис. 2.6 переходи вальцювання на кувальних вальцях для виготовлення попередньої заготовки для штампування шатуна.



1-4 - переходи вальцювання; 5 - осажена вальцьована заготовка;
6 - поковка із облоєм; 7 - готова поковка; 8- облой

Рисунок 2.5 - Технологічні переходи виготовлення поковки шатуна



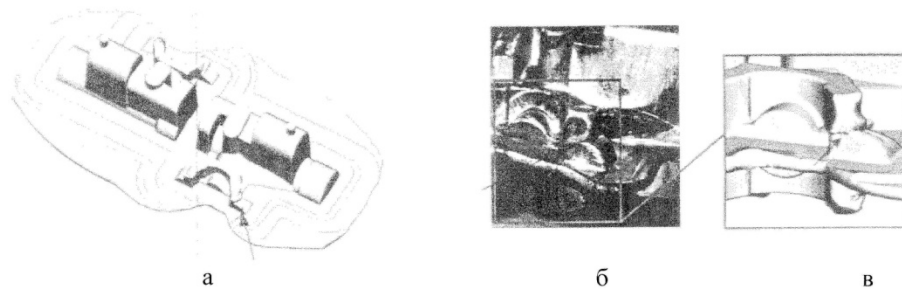
1 4 - переходи вальцювання

Рисунок 2.6 - Моделювання переходів вальцювання попередньої заготовки шатуна за програмою QForm

Однією з найважливіших властивостей програми QForm є автоматичне визначення місць виникнення дефектів в будь-якій зоні штамповок при будь-якій складності і внесення необхідних коригувань технологічного процесу для досягнення необхідної якості поковок. Поява заковів, складок, утяжин, прострелів призводить до появи невивправного дефекту. Причиною появи заковів є неправильна конфігурація параметрів

заготовки, при якій напрямок плинину металу при її штампуванні призводить до утворення заков. Глибина і розташування заковів програмою QForm відстежується через всю послідовність операцій формоутворення, а правильний підбір форми попередньої заготовки дозволяє взяти заходів щодо його усунення. При цьому відпадає необхідність введення нових вихідних даних, за винятком тих, що зазнали змін.

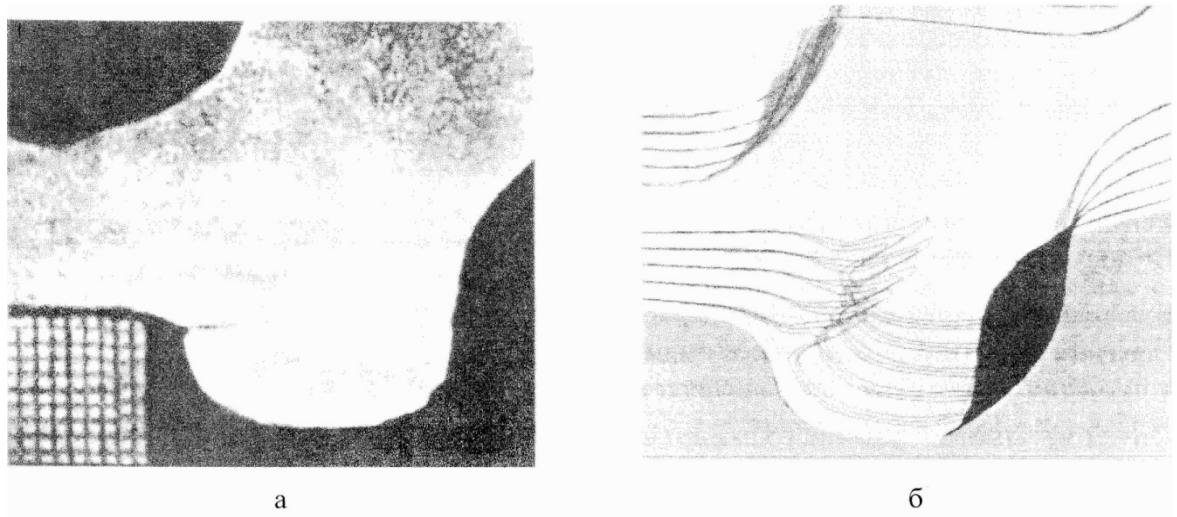
На рис. 2.7 представлені закови, які утворилися при штампуванні парної поковки (див. рис. 2.7, а, б) і моделювання їх утворення за допомогою програми (див. рис. 2.7, в).



а – парна поковка; б - фактично отриманий заков; в - фрагмент моделювання, який ілюструє механізм утворення дефекту

Рисунок 2.7 - Утворення заковів при заповненні гравюри штампа

Програма так само визначає появу ще одного дефекту (прострілу), що з'являється внаслідок відносних зсувних деформацій і наявності зустрічного плинину металу. Цей дефект виявляється в програмі QForm за допомогою приповерхневих ліній плинину, що ілюструють інтенсивність проникнення металу з поверхні вглиб поковки (рис. 2.8).



а - поява прострілу при штампуванні; б - ідентифікація цього дефекту при моделюванні в QForm

Рисунок 2.8 - Поява прострілу при штампуванні

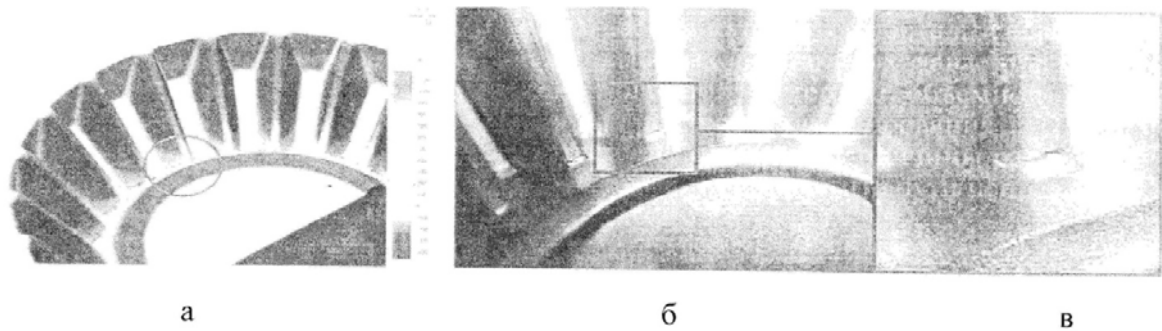
Гаряча обробка жароміцних нікелевих сплавів пов'язана з низкою проблем, вирішення яких значною мірою визначає якість і властивості одержуваних поковок. В роботі для оптимізації параметрів штампування сплавів методом комп'ютерного моделювання вирішені завдання: управління структурою в процесі деформування; спеціальної підготовки структури вихідної заготовки; вибору оптимальних термомеханічних параметрів деформації ступені, швидкості і температури, а також кількості міжопераційних переходів. Моделюється весь цикл штампування дисків, включаючи підготовчі та проміжні операції: нагрівання, охолодження, обрізання облою, пробивання отворів, кількість міжопераційних переходів.

За програмою QForm розроблена технологія виготовлення штампованих поковок, в тому числі і дисків із важкодеформованих жароміцних сплавів ЕП975, ЕП742, ЕК151, ВЖ175, підтверджена перевіреним моделюванням. При цьому виявлена необхідність нагрівання пакета штампа до температури не нижче 300°C, а використаних в ньому жароміцних вставок - до 800°C. Багатоперехідне штампування

великогабаритних дисків складної форми, що включає кілька операцій осаджування, попереднє і остаточне штампування, виконувалося на гідравлічному пресі зусиллям 100 МН.

Зважаючи на високу вартість штампового інструменту і поломок, які зустрічаються в процесі експлуатації, заслуговує на увагу представлений в програмі QForm розрахунок деформацій і напружень в інструменті від високих контактних навантажень, що утворюються в деформованій поковці. Ця програма забезпечує розрахунок напружено-деформованого стану як цілісного, так і складеного штампового інструменту, що складається з блоків, вставок, контейнерів та бандажів, а також вирішує завдання розрахунку пружної деформації штампів і її вплив на відхилення геометричних розмірів поковки. На стадії проектування інструменту програма QForm вирішує завдання оптимізації конструкції складеного інструменту і підбору матеріалу для вставок, профілювання рівчака штампа для компенсації пружної деформації від діючих навантажень.

За програмою моделювання QForm можна точно визначити причини руйнування інструменту та шляхи його усунення при гарячому, теплому і холодному об'ємному штампуванні. На рис. 2.9 показано, як за допомогою моделювання точно визначено місце концентрації розтягаючих напружень, при штампуванні конічної шестерні.



а - локалізація зони максимальних напруг, що розтягують; б - тріщить в інструменті; в - фрагмент тріщини

Рисунок 2.9 - Аналіз причин руйнування інструменту при моделюванні штампування шестерень

Остаточні розміри пера при точному штампуванні лопаток висувають високі вимоги до геометрії інструменту, тому велике значення має визначення локалізованих пружних деформацій рівчака штампа, викликаних контактними силами пера лопатки. Програма QForm дозволяє вирішувати шляхом аналізу деформацій штампа і проблему точності одержуваних поковок. Надалі результати цього розрахунку враховуються при проектуванні і виготовленні інструменту. При нерівномірному охолодженні поковки лопатки, через масивний хвостовика і тонке перо виникає її викривлення. Програма на основі розподілу залишкових напруг, що виникають в процесі деформації і подальшого охолодження, дозволяє отримати картину зміни форми поковки.

Підвищення надійності виробництва авіаційних двигунів нерозривно пов'язане з необхідністю сертифікації (атестації) виробництва поковок і надання результатів сертифікації споживачам поковок. Програма QForm, що має на меті моделювання операцій штампування і термообробки, повністю відповідає і гарантовано забезпечує теоретичну і звітну (цифрову) обґрунтованість проведених операцій. Точність результатів програми повністю відповідає вимогам фірм виробників авіадвигунів GE і SNECMA і

тому успішно застосовується для сертифікації технології виробництва. Наприклад, компанія GE, яка виготовляє авіадвигуни, вимагає від постачальників поковок надання опису гарячих і механічних параметрів виробництва заготовок у всіх точках і протягом всього циклу обробки.

Рекомендоване фірмою моделювання і розрахунок технологічного процесу з урахуванням його допусків повинні проводитися з наданням (для сертифікації) операційних карт за двома варіантами: при найнижчих і найвищих допустимих температурах деформації. Розрахункова інформація за операціями отримання поковки повинна мати схеми етапів нагрівання і штампування: попереднє і основне нагрівання заготовки із зазначенням періодів підвищення температури і часу витримки; переміщення заготовки в штампі; стан перебування заготовки в нижньому штампі до моменту деформації; безпосередньо штампування; переміщення поковки зі штампу; загартування або охолодження. Для сертифікації поковок необхідно виконати вимоги із моделювання процесів штампування і термообробки; що включають лінії переміщення металу всередині поковки.

Перед запуском продукції у виробництво представнику GE необхідно надати наступну інформацію щодо термомеханічних умов на кінцевій стадії деформації поковки, яка повинна включати:

- компоненти тензора кінцевих деформацій і їхню інтенсивність у вигляді ізоліній в поперечних перетинах поковки;
- ізолінії накопиченої ступеня деформації в кінці кожної операції штампування;
- розподіл (у вигляді ізоліній) максимально і мінімально досягнутої температури протягом операції деформування;
- графіки зусиль штампування від часу і переміщення робочого органу обладнання;
- швидкість верхнього інструменту, а також об'єму поковки в залежності від часу і переміщення.

Ця інформація за технологічним процесом виробництва поковок перед їх запуском у виробництво повинна бути представлена споживачеві поковок і, тільки після його схвалення, штампи запускаються у виробництво на виготовлення.

Таким чином, комп'ютерне моделювання процесів гарячої обробки металів тиском є інструментом, який дозволяє скоротити витрати виробництва за рахунок зменшення часу на підготовку виробництва, виключаючи метод проб і помилок при проектуванні переходів штампування. Все це виливається в зменшення варіантів виготовлення дорогого інструменту, скорочення витрат виробництва.

3 РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ АК81950171 «КАЧАЛКА ПОПЕРЕЧНОГО КЕРУВАННЯ»

3.1 Особливості розрахунку в QForm

Програма QForm є потужним інструментом для моделювання штампування в гарячому, теплом і холодному станах. Розрахунки можна проводити з використанням наступних типів обладнання: молоти, механічні, гвинтові і гідравлічні преси, електровисадочні машини, ковальські вальці. Моделювання дає точний прогноз плину металу в поковці. Програма передбачає навантаження і енергію, необхідні для здійснення процесу деформування, а також напруження і деформації в штампах. Моделювання значно зменшує вартість проектування і може повністю замінити пробні штампування.

Програма будує кінцево-елементну сітку в повністю автоматичному режимі без будь-якого втручання з боку користувача. Щільність сітки залежить від форми штампа і поковки, від ходу моделювання та інших параметрів, за якими програма стежить самостійно. Це гарантує якість рішення незалежно від рівня кваліфікації користувача в методі кінцевих елементів. В результаті сітка, згенерована програмою, має більш високу якість, ніж якби вона створювалася навіть досвідченим фахівцем. Адаптивний автоматичний алгоритм забезпечує оптимальну щільність сітки, тобто менші елементи автоматично створюються в критичних областях для аналізу особливих ефектів, таких як складки, «простріли», заповнення штампів і т.д. Результати моделювання показуються за допомогою 3D графіки в процесі моделювання, що дозволяє отримувати постійний відгук з боку програми.

При розробці технологічного процесу отримання поковки і проектування креслення поковки в програмі QForm може бути використана

програма UNIGRAPHICS (UG), яка добре інтегрується з програмою QForm. На початку розробки технологічного процесу необхідно опрацювати конструкторську документацію (креслення деталі) на технологічність отримання поковки наміченим шляхом формоутворення. Після узгодження чистового креслення з конструктором виробу, призначаються припуски, допуски, технологічні бази на поковки з подальшим складанням маршрутної карти технологічного процесу її виготовлення. Спроектване креслення (математична модель) поковки узгоджується з технологом на механічній обробці.

3.2 Підготовка геометрії та запуск розрахунку

Для розпізнавання програмою QForm математичних моделей оснащення і заготовки потрібно готові креслення зберегти в форматі STEP AP214 * .step * .stp як показано на рис.3.1

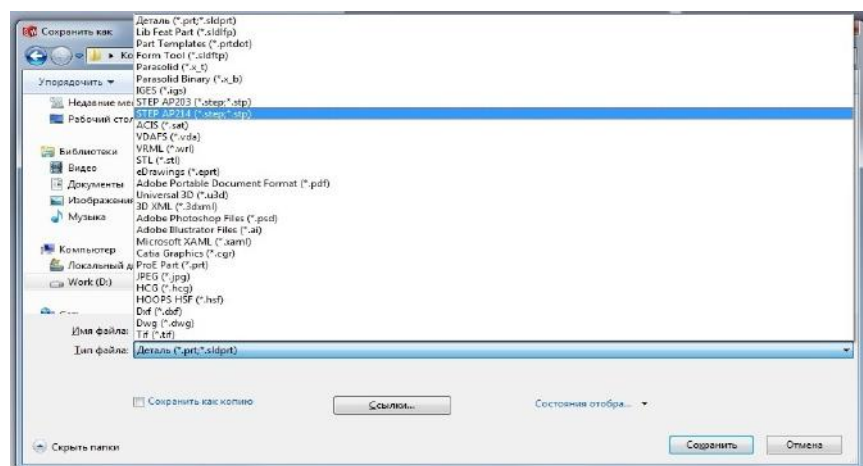


Рисунок 3.1 - Вікно збереження файлів для розпізнавання програмою Qshape

Для проведення розрахунку немає необхідності завдання спеціальних даних, що відносяться до кінцево-елементного алгоритму системи і процедури розрахунку. Тому точність результатів моделювання не залежить від кваліфікації користувача в області методу скінченних елементів. Вихідними даними, що визначають розрахунок, є тільки геометричні та технологічні дані.

Операції формозміни заготовок розраховуються для кривошипного преса, молота, гідравлічного і гвинтового пресів, для обертального обладнання і при електровисаджуванні.

Технологічний процес розглядається як технологічний ланцюжок. Реалізовано моделювання в єдиному технологічному ланцюжку, що включає як 2D, так і 3D деформацію.

Послідовність завдання вихідних даних визначається «Редактором підготовки вихідних даних» після збереження креслень запускаємо програму QForm і створюємо операцію №1 (рис. 3.2).

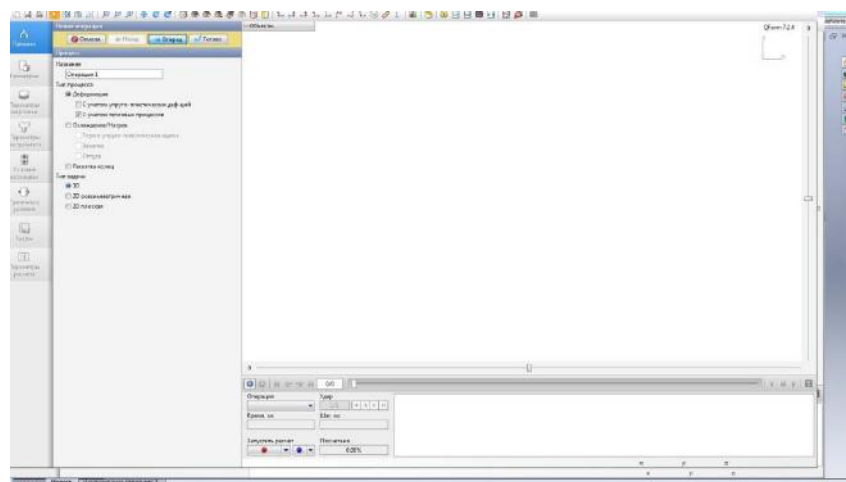


Рисунок 3.2 - Вікно створення процесу в програмі QForm

Геометрія для 3D моделювання імпортується за допомогою вбудованої програми QShare. Геометричні файли для 3D моделювання мають дозвіл *.SHL.

Геометрична інформація для 3D моделювання: тривимірні тверді тіла інструментів (до 20 інструментів), а так само заготовка. Допускається завдання одного верхнього інструменту і горизонтальної площини симетрії, перпендикулярній осі OZ, при цьому рух нижнього інструменту симетрично заданому.

Порядок імпорту та перетворення геометричної інформації описаний нижче.

У вікні «Геометрія» відкриваємо редактор Qshare (рис. 3.3).

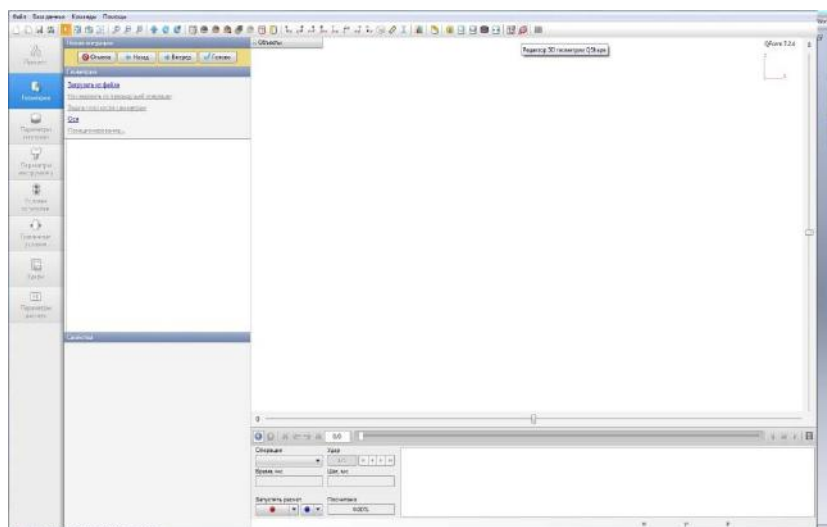


Рисунок 3.3 - Відкриття програми QForm

У самому редакторі відкриваємо наше креслення, збережене раніше в форматі *.stp, зайшовши через головне меню «Файл» (рис. 3.4) і в ньому обираємо пункт «Відкрити» (рис. 3.5).

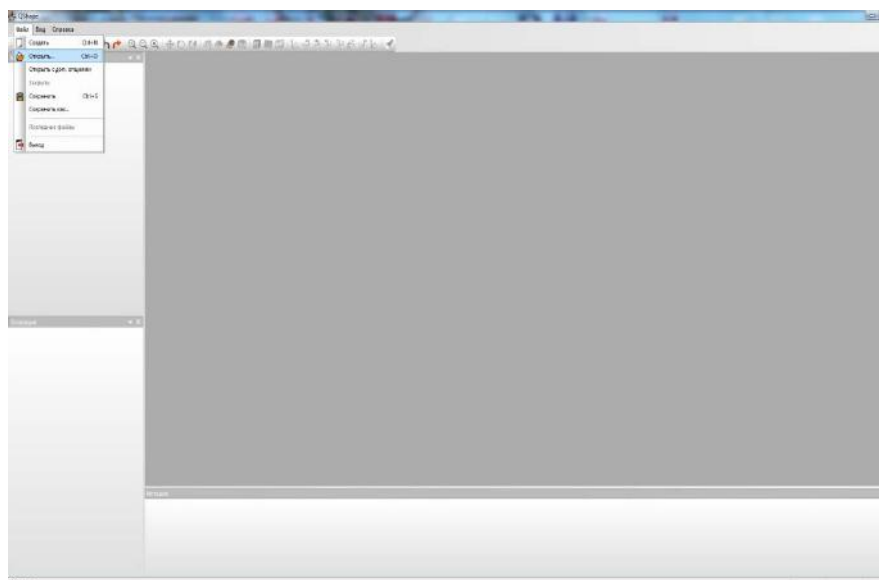


Рисунок 3.4 - Меню відкриття файлів для роботи в програмі QForm

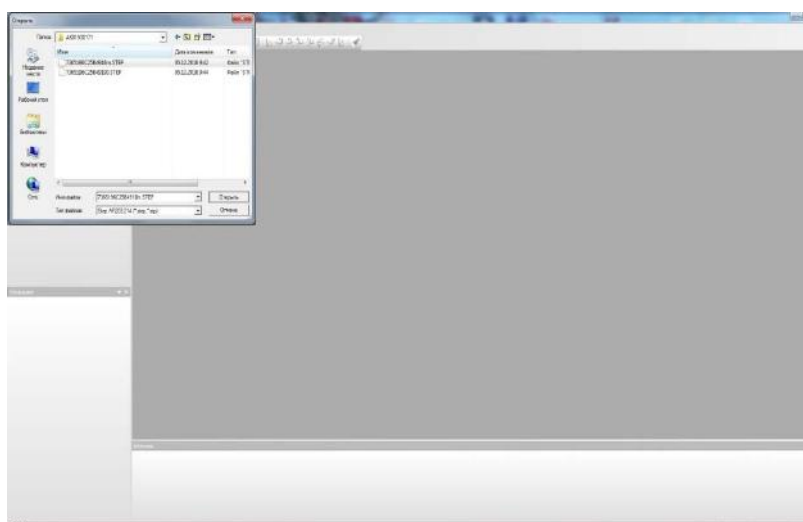


Рисунок 3.5 - Відкриття файлів для створення 3D моделей

Після відкриття файлу в програмі QShare він відображається як контури деталі. Для того що б зробити його твердим тілом потрібно виділити тіло натиснувши на нього як показано на рис. 3.6 і натиснути «Генерація сітки» для його перетворення. Після отримання твердого тіла перетворюємо його в інструмент (рис. 3.7).

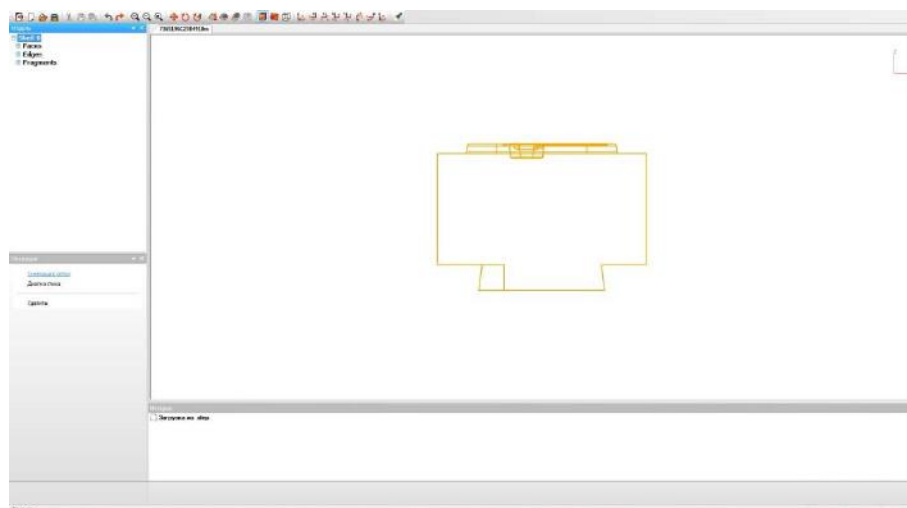


Рисунок 3.6 - Генерація сітки 3D моделі нижньої половинки штамп

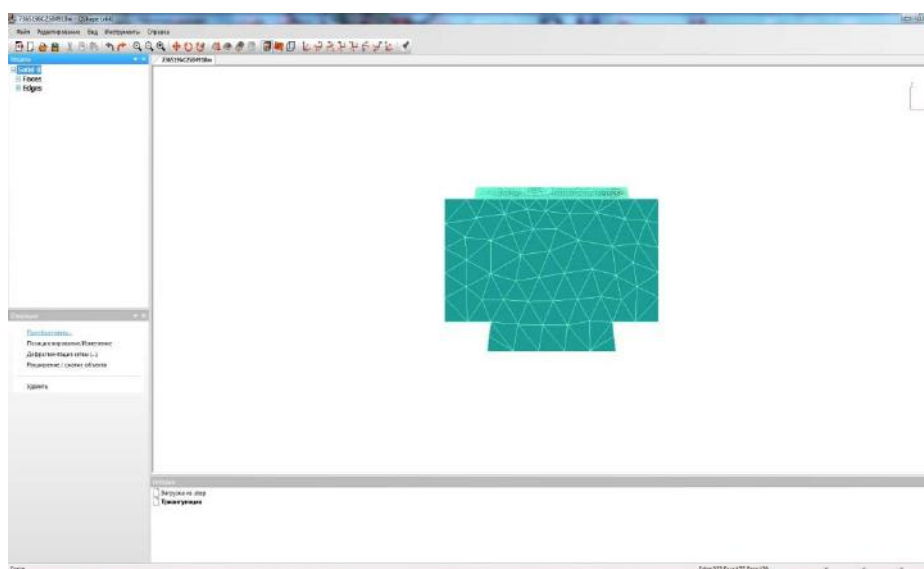


Рисунок 3.7 - Перетворення в програмний інструмент

Для коректного розпізнавання інструментів програмою прийнято:

Нижня половина штамп - TOOL1;

Верхня половина штамп - TOOL2;

Заготовка - WPIECE1.

Для подальшої роботи в програмі QForm потрібно зберегти файли із розширенням *.SHL (рис. 3.8).

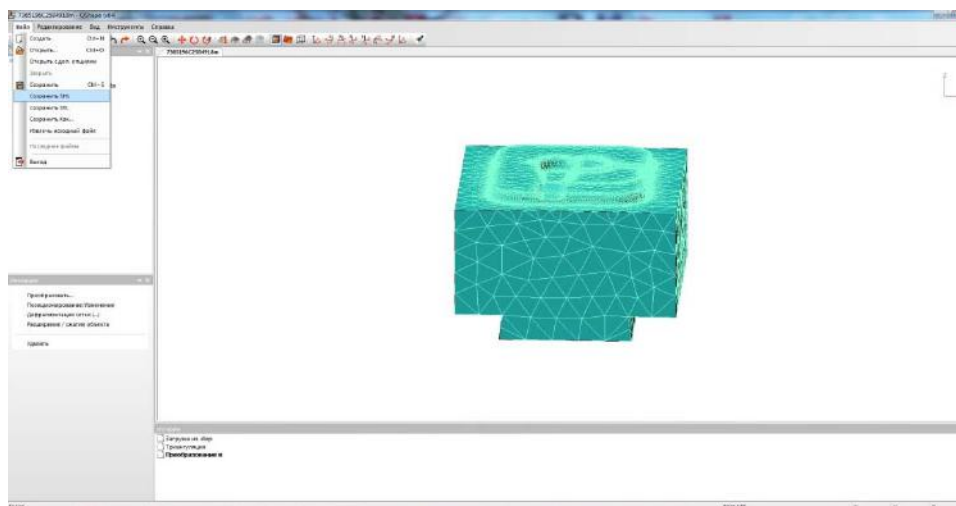


Рисунок 3.8 - Збереження нижньої половинки штампа

При підтвердженні збереження переконаємося в правильності вибору інструменту (рис. 3.9). Так само зберігаємо верхню половину штампа (рис. 3.10) і заготовку (рис. 3.11), переконуючись у правильності вибору інструменту.

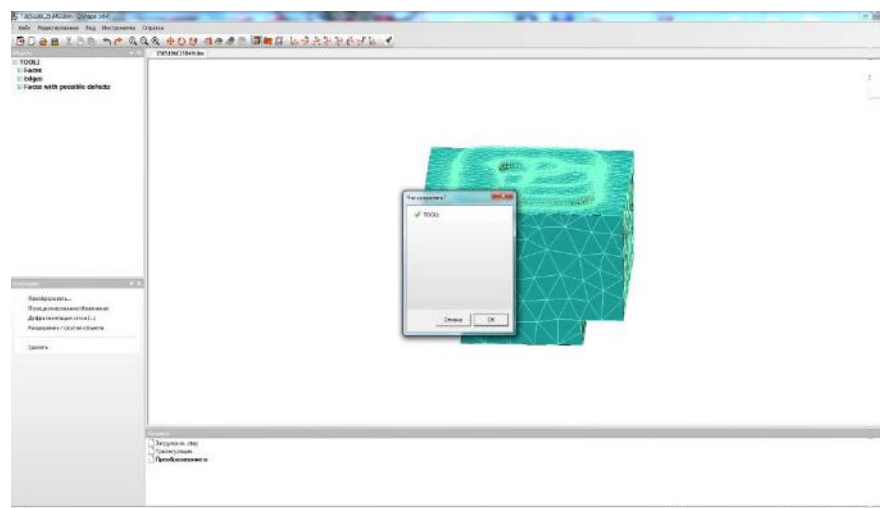


Рисунок 3.9 - Підтвердження правильності вибору інструменту (низ)

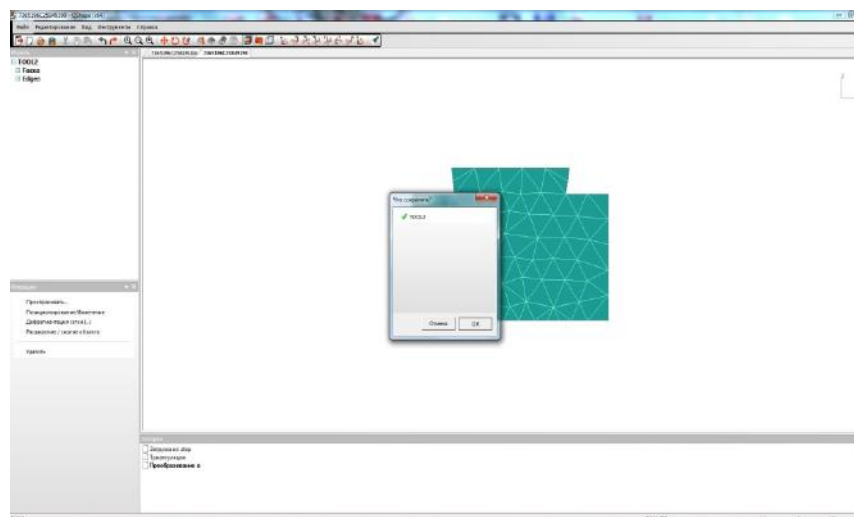


Рисунок 3.10 - Підтвердження правильності вибору інструменту (верх)

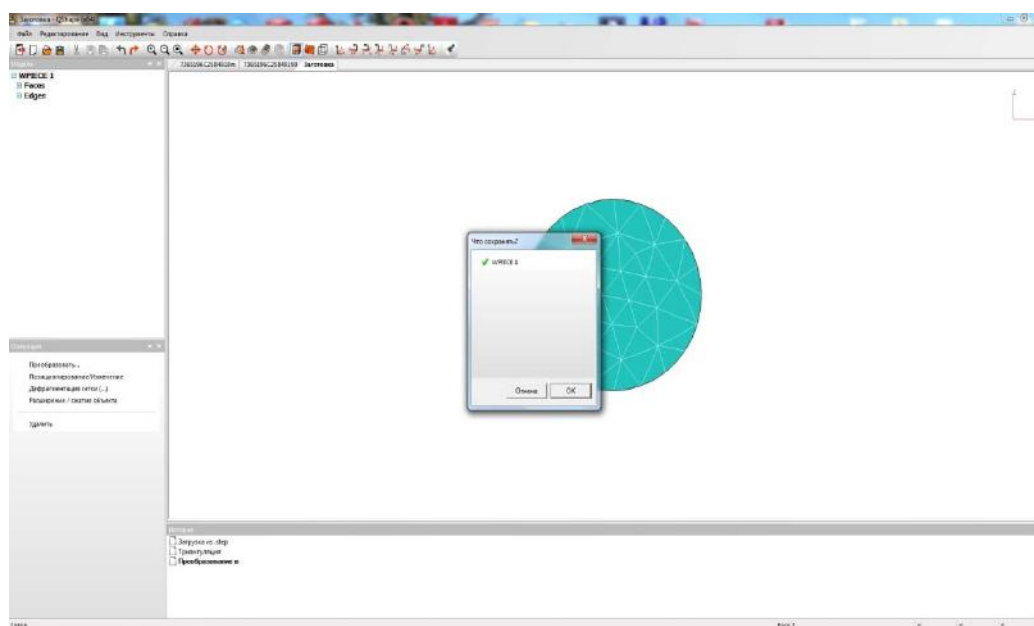


Рисунок 3.11 - Підтвердження правильності вибору інструменту (заготовка)

Після збереження інструментів і заготовок повертаємося в програму QForm для позиціонування інструментів і подальших розрахунків (рис. 3.12). Завантажуємо всі файли з папки в якій були збережені інструменти (рис. 3.13).

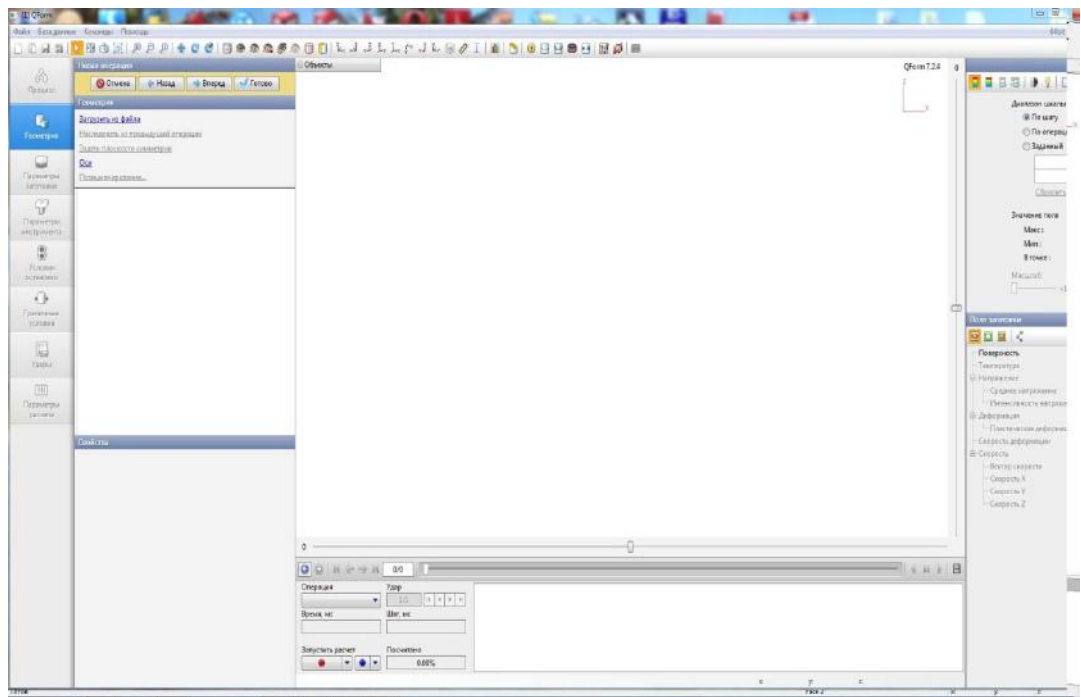


Рисунок 3.12 - Вікно завантаження фалів підготованих до роботи в програмі

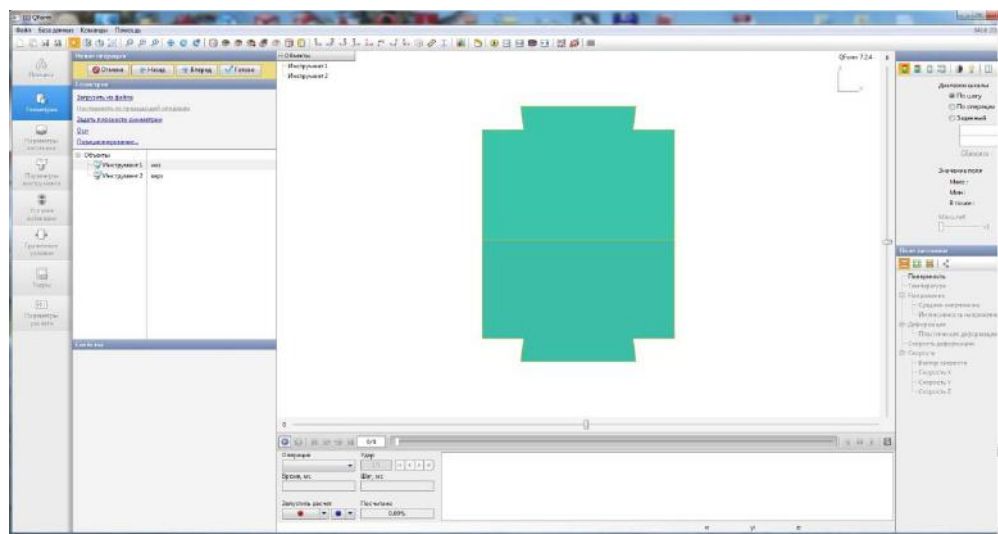


Рисунок 3.13 - Завантажені інструменти

Після завантаження всіх інструментів позиціонуємо все, щоб переконається в правильності інструменту і заготовки (рис. 3.14). Далі укладаємо заготовку на штамп (рис. 3.15).

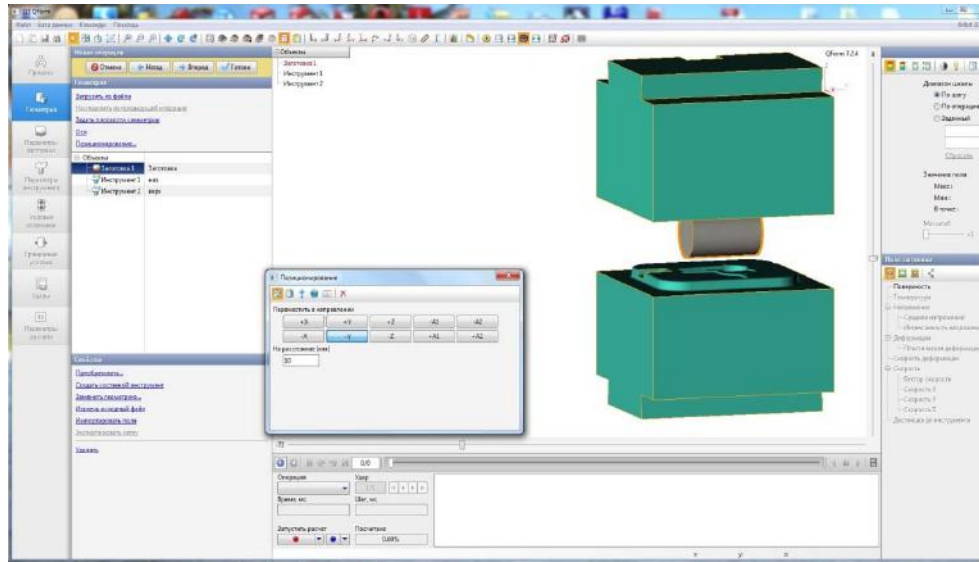


Рисунок 3.14 - Позиціонування інструментів

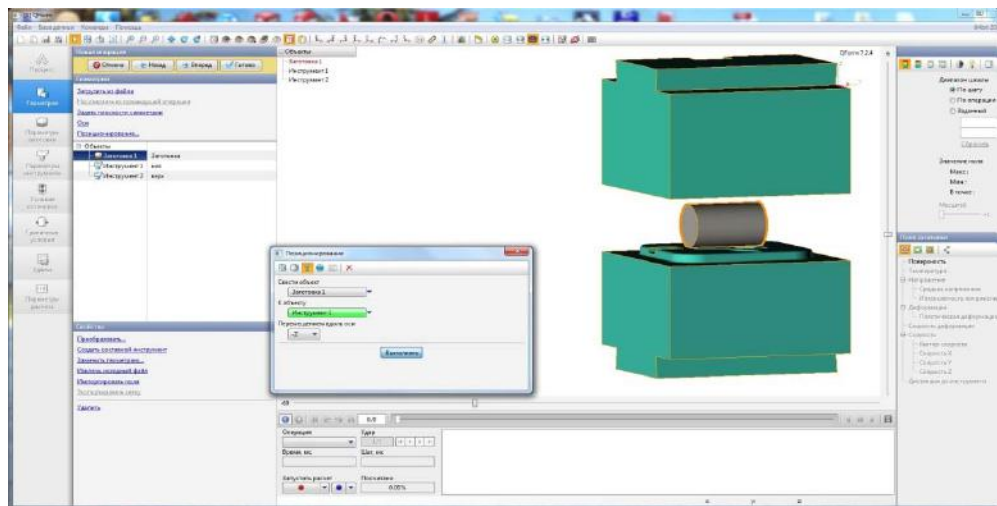


Рисунок 3.15 - Укладання заготовки на штамп

Натиснувши і утримуючи ліву кнопку миші на цьому зображенні, можемо обернути заготовку і штампи, що дозволяє додатково перевірити правильність вибору файлу і його відповідність вимогам програми.

Натискаємо «Вперед» і переходимо до наступної закладки.

На закладці «Параметри заготовки» необхідно задати марку і температуру нагрівання матеріалу заготовки (деформується матеріалу). У нашому випадку 40ХН2МА-Ш (рис. 3.16).

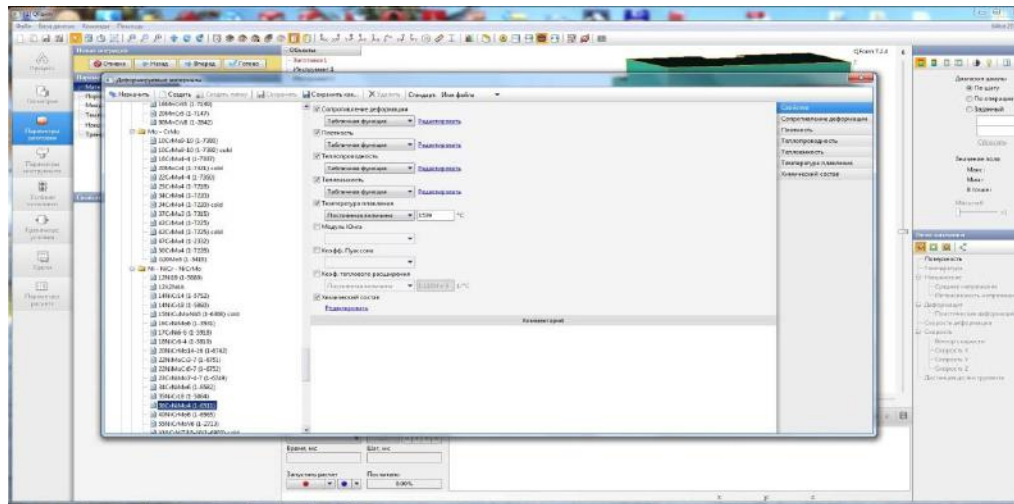


Рисунок 3.16 - Вікно вибору матеріалу заготовки

Після вибору марки матеріалу потрібно задати температуру. У нашому випадку це 1180°C (рис. 3.17).

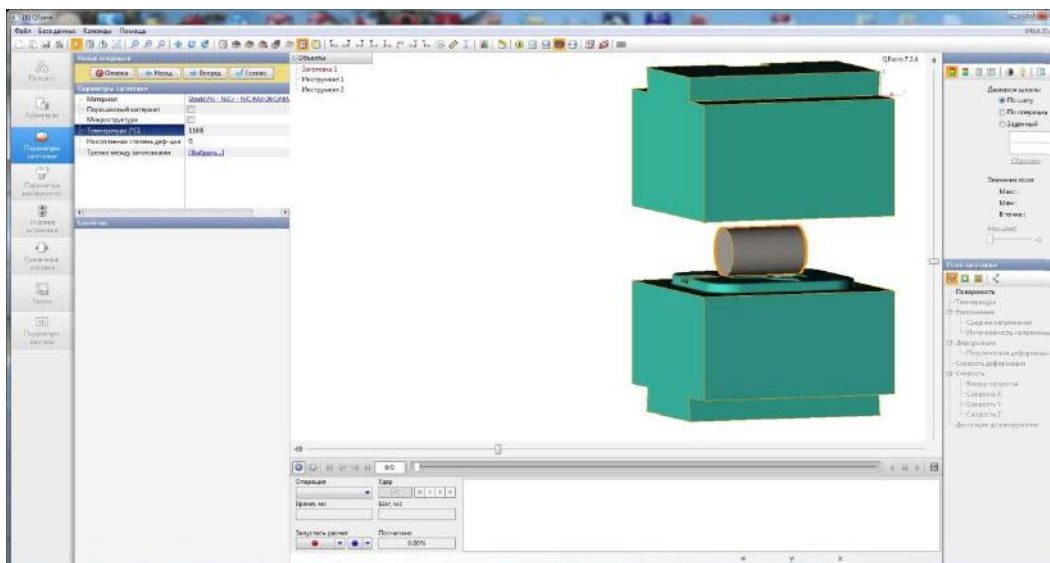


Рисунок 3.17 - Введення температури заготовки

Натискаємо на кнопку «Вперед» і переходимо на наступну закладку «Параметри інструменту». На цій закладці необхідно вказати обладнання, мастило, матеріал штампів і температуру нагрівання штампів.

Тип обладнання був обраний молот і ми встановлюємо «Інструмент 1» (Низ) нерухомим щодо осі OZ (рис. 3.18).

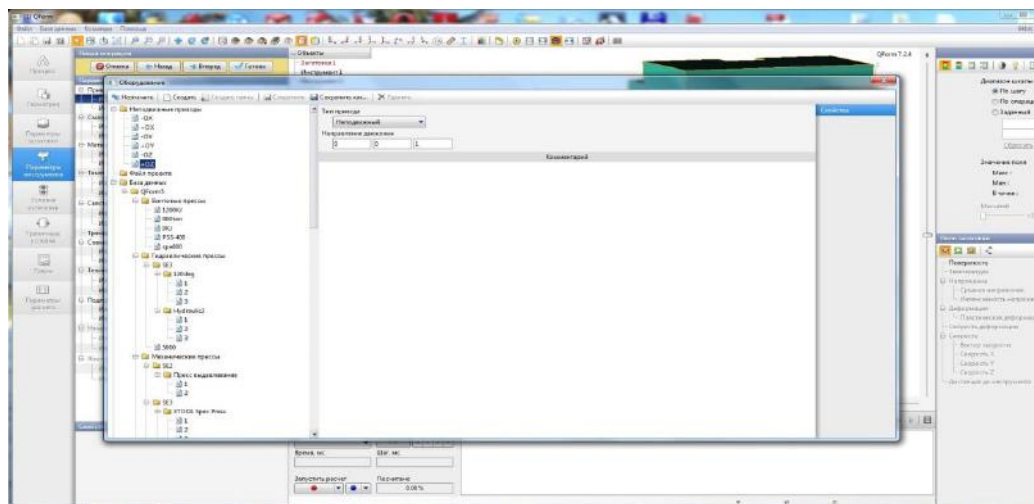


Рисунок 3.18 - Вибір приводу нижньої половинки штамп

А «Інструмент 2» (Верх) встановлюємо молот (рис. 3.19), таким чином обираємо привід верхньої половини штамп.

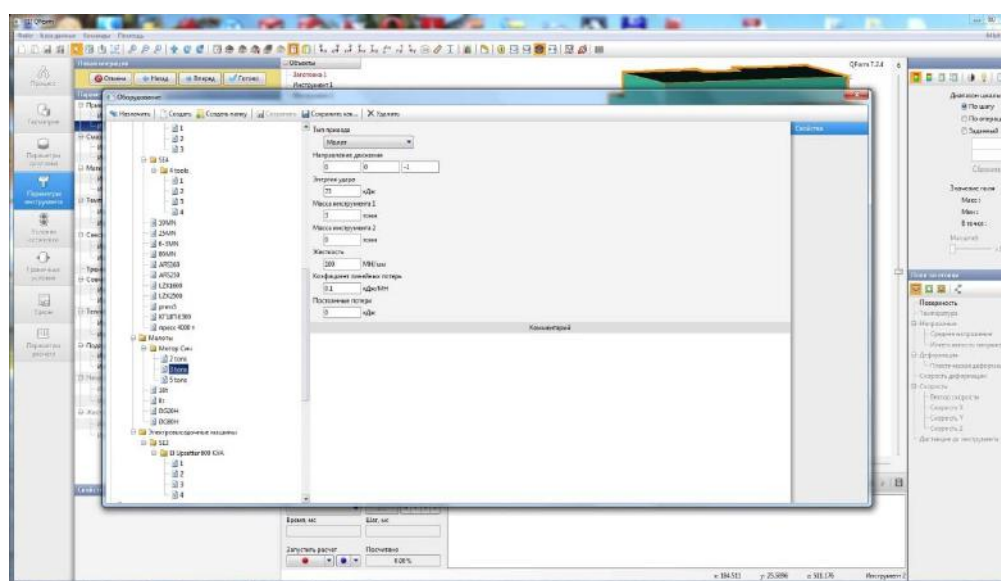


Рисунок 3.19 - Вибір приводу верхньої половинки штамп

Наступний пункт в даній закладці це «Мастило». У нашому випадку це графітова мастило (рис. 3.20).

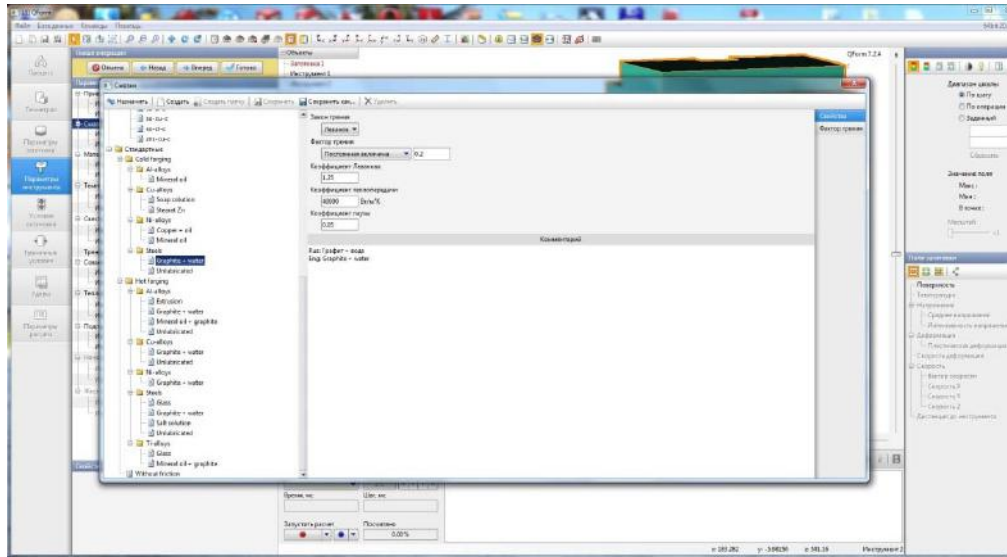


Рисунок 3.20 - Вибір мастила

Після завдання мастила потрібно вказати матеріал з якого виготовляються штампи. В даному випадку це 5ХНМ (рис. 3.21).

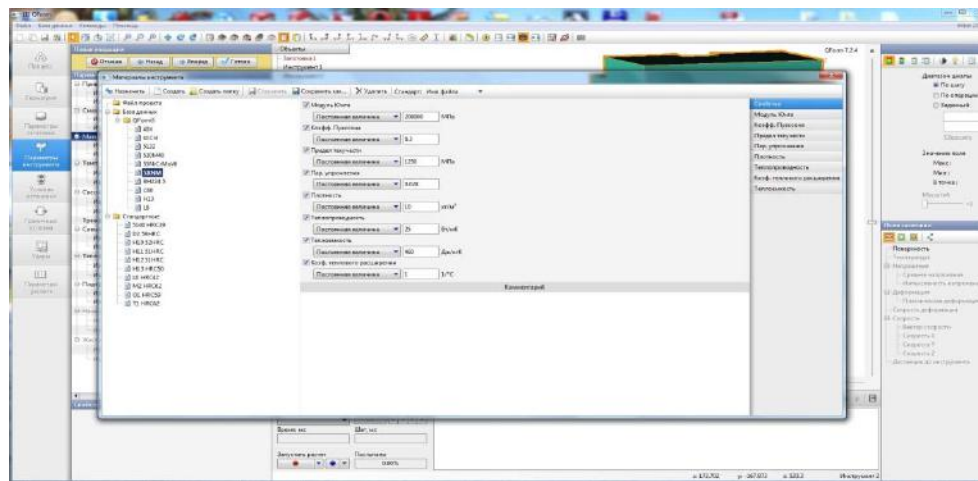


Рисунок 3.21 - Вибір матеріалу штампа

Після чого вказуємо температуру штампів на початок виконання операції. В даному випадку у нас штампи підігріваються до 150°C (рис. 3.22).

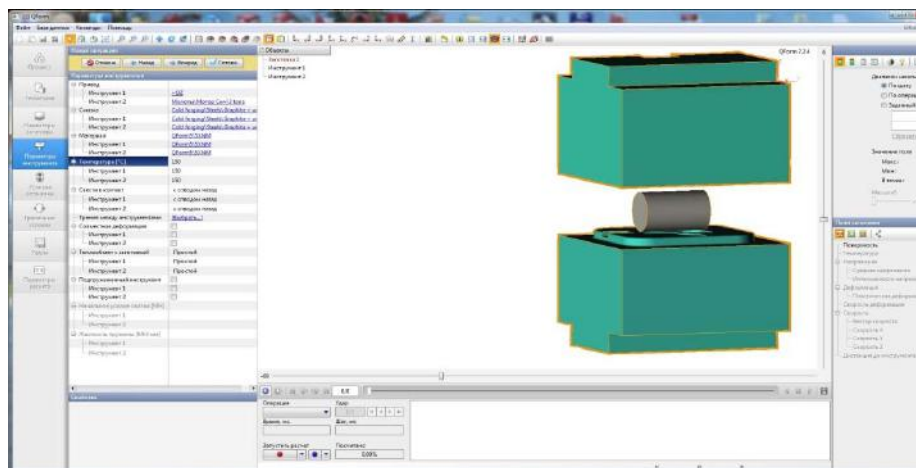


Рисунок 3.22 - Вибір температури штампів

При переході в наступну закладку «Умова зупинки» ми задаємо умову, до якого моменту програмі здійснювати розрахунок. У нашому випадку цією умовою є змикання нижнього штампа з верхнім. Ми задаємо відстань рівну $0,1\text{ мм}$ (рис. 3.23, 3.24).

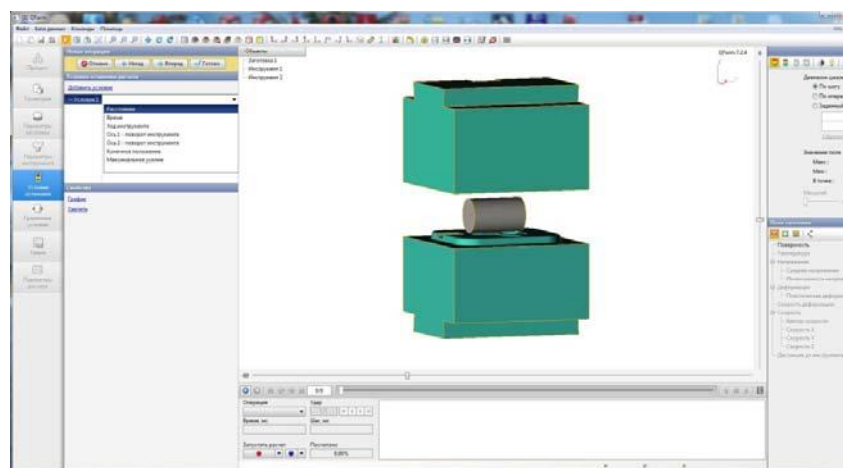


Рисунок 3.23 - Вибір умови зупинки розрахунку

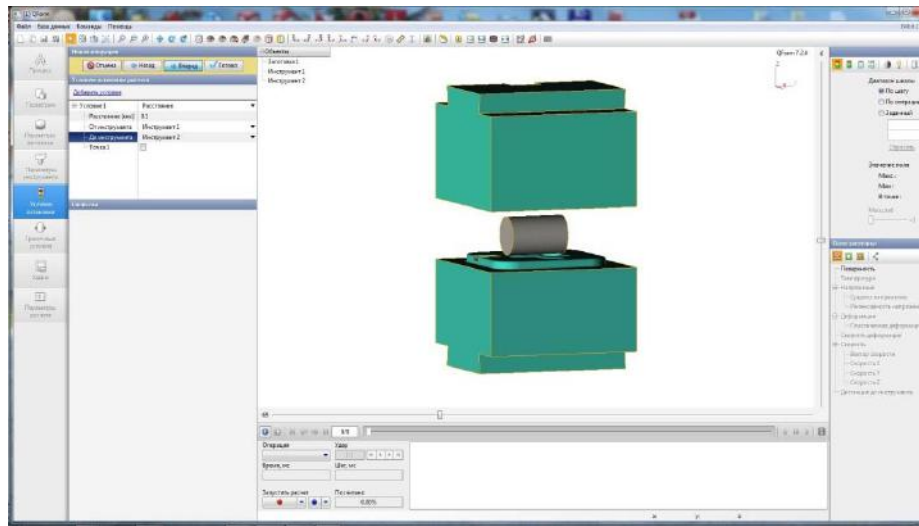


Рисунок 3.24 - Умова зупинки

Далі в закладках «Граничні умови», «Удари» і «Параметри розрахунку» все залишаємо як є, так як стандартні умови програми задовольняють наш запит і ми залишаємо все без змін (рис. 3.25-3.27).

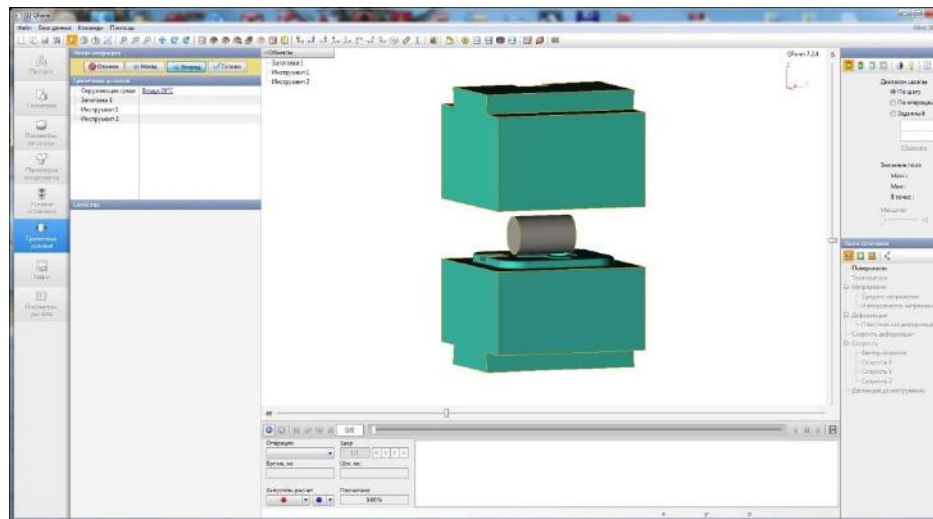


Рисунок 3.25 - Граничні умови

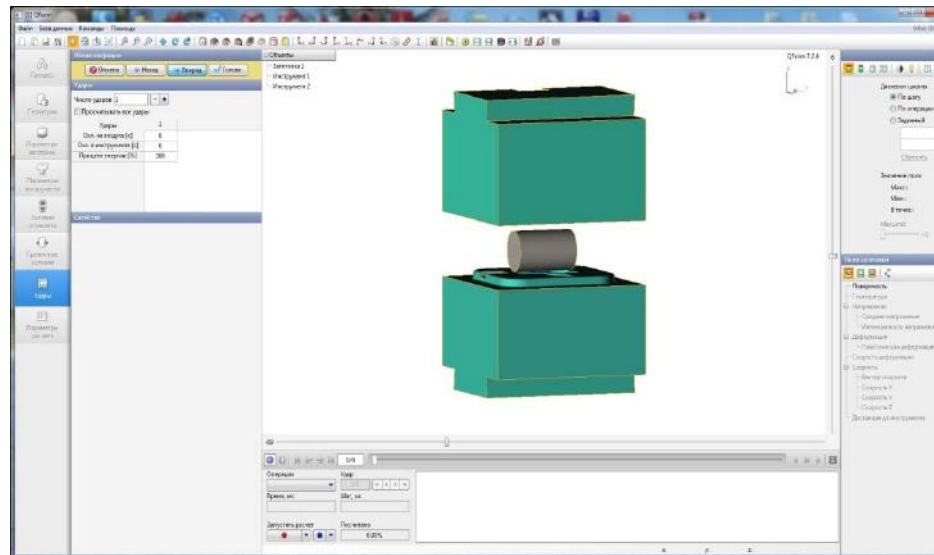


Рисунок 3.26 - Кількість ударів

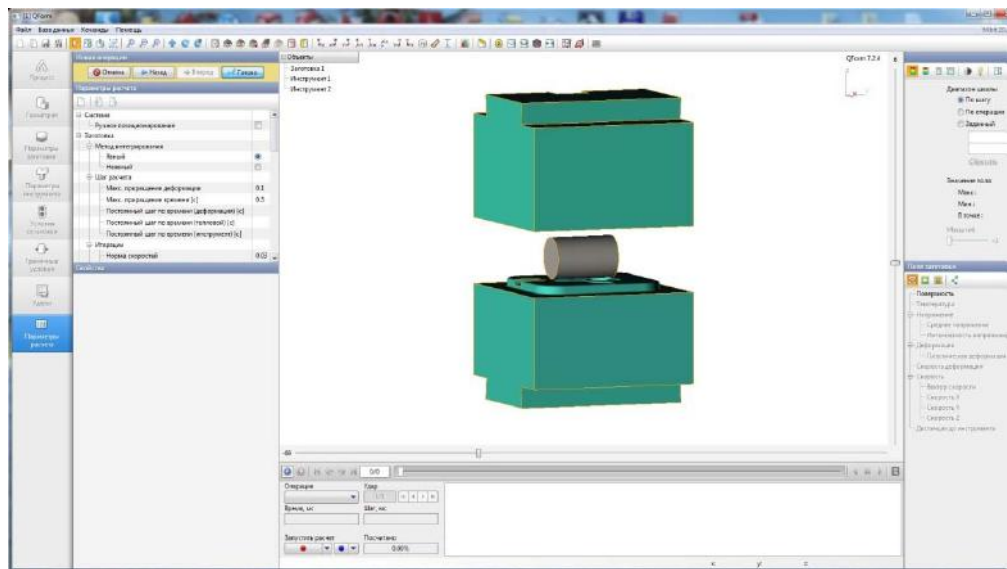


Рисунок 3.27 - Параметри розрахунку

Всі дані, необхідні для моделювання операції, задані. У нижній частині екрана при завершенні введення всіх параметрів на розрахунок при натисканні на клавішу «Запустити розрахунок» програма попросить створити файл проекту, в якому будуть зберігатися всі дані, необхідні для моделювання технологічного процесу (рис. 3.28).

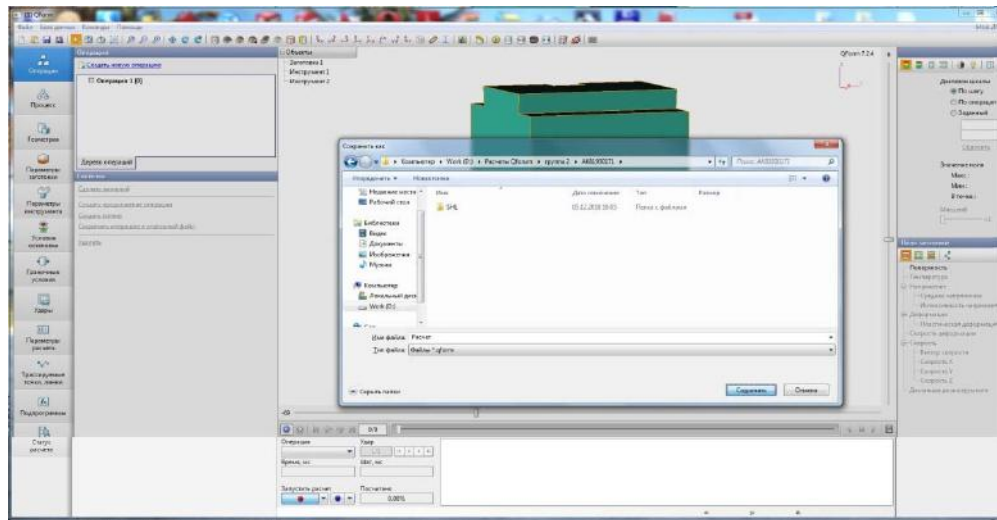


Рисунок 3.28 - Вікно збереження файлу з розрахунками

У вікні задайте ім'я файлу проекту і натисніть кнопку «Зберегти».

Файл створений і містить операцію розглянутого технологічного процесу. У вікні технологічних ланцюжків з'явиться інформація про тип створеної операції, що міститься в даному варіанті файлу.

3.3 Результати попереднього розрахунку

Після цього запускаємо процес розрахунку штампування заготовки у молотовому штампі. Спосіб розташування заготовки на дзеркалі штампу – вручну (рис. 3.29).

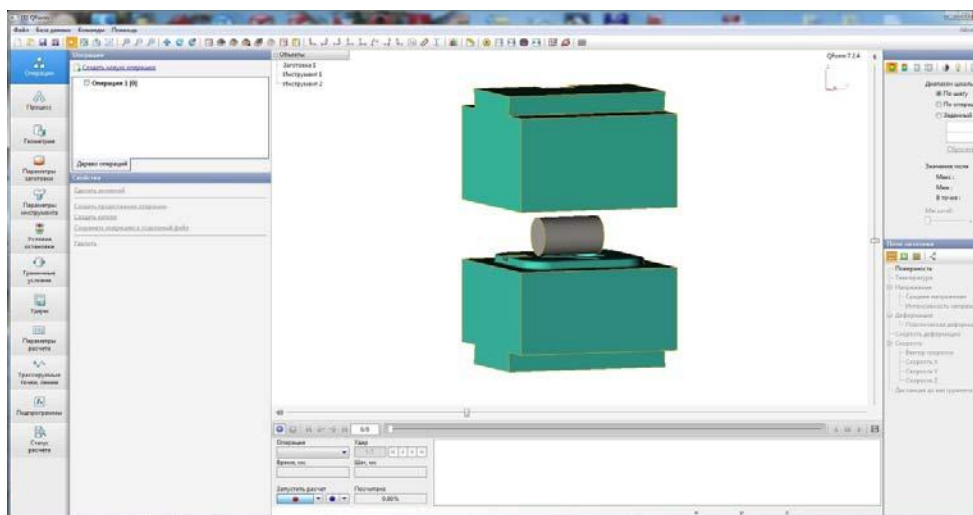
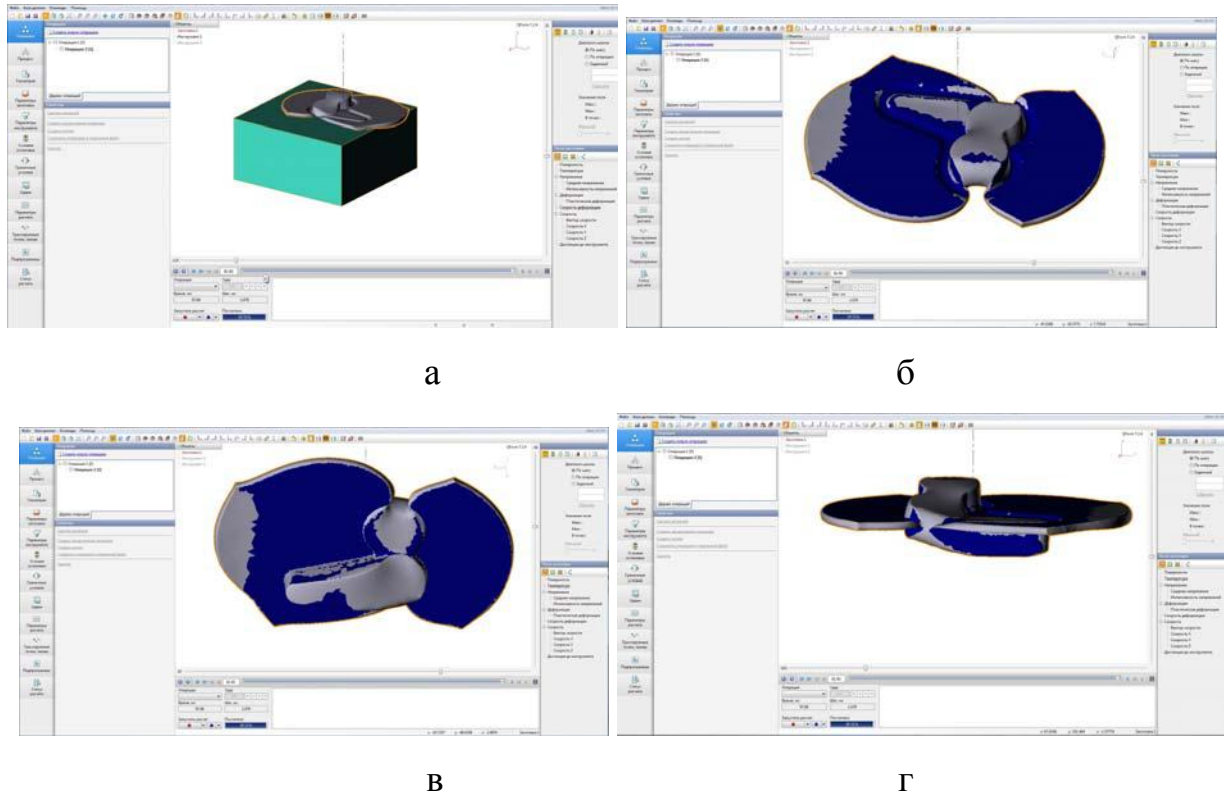


Рисунок 3.29 - Запуск розрахунку

При опрацюванні технологічного процесу перед початком проектування оснащення та її виготовлення мали місце кілька невдалих спроб розрахунку.

У зв'язку з великими перепадами площ по перетину мали місце труднощі з вибором заготовки. При виборі оптимальної заготовки мали місце незаповнення гравюри штампа показані на малюнку рис.3.30,а,б,в,г



а – недоштампована поковка у штампі; б – недоштампована поковка , вид зверху; в – недоштампована поковка, вид знизу; г – недоштампована поковка, фронтальний вид

Рисунок 3.30 - Незаповнення штампа

3.4 Оптимальний процес виготовлення

Після після вибору оптимальної заготовки і виконання розрахунку отримуємо наступні данні для аналізу та данні для корегування технологічного процесу: данні про заповнювання гравюри штампу (мал.3.30), рівномірність температури (мал. 3.31), середні напруження (мал. 3.32), пластична деформація (мал. 3.33), швидкість деформації(мал. 3.34), вектор швидкості (мал. 3.35)

На рисунку 3.30 зображено заповнення штампу. Синім кольором показано місця контакту поковки зі штампом, сірим неозовнені області.

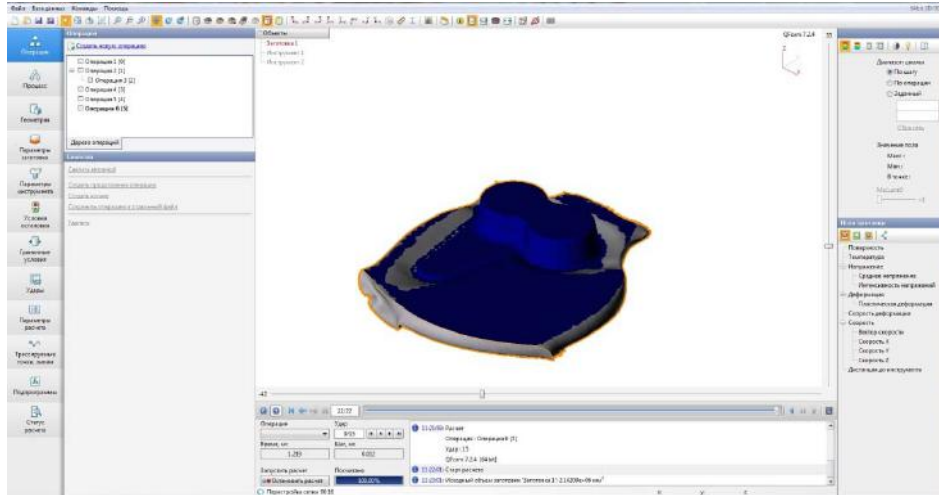


Рисунок 3.30 - Заповнювання штампу

На рисунку 3.31 показано діапазон температури поковки безпосередньо в момент удару. Більш яскраві області – показують місця котрі розігріваються внаслідок течії металу в штампі.

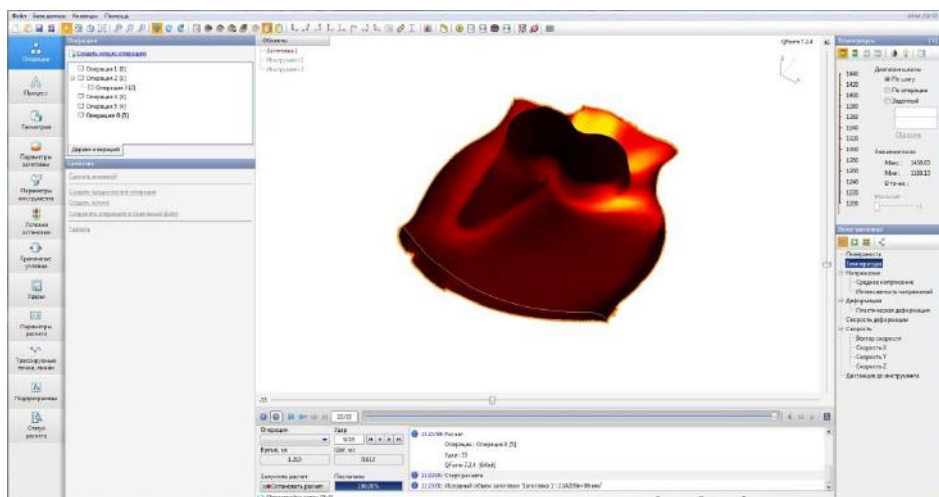


Рисунок 3.31 - Рівномірність температури

На рисунку 3.32 наочно показано області в яких утворюється більше напруження металу в молотовому штампі під час удару.

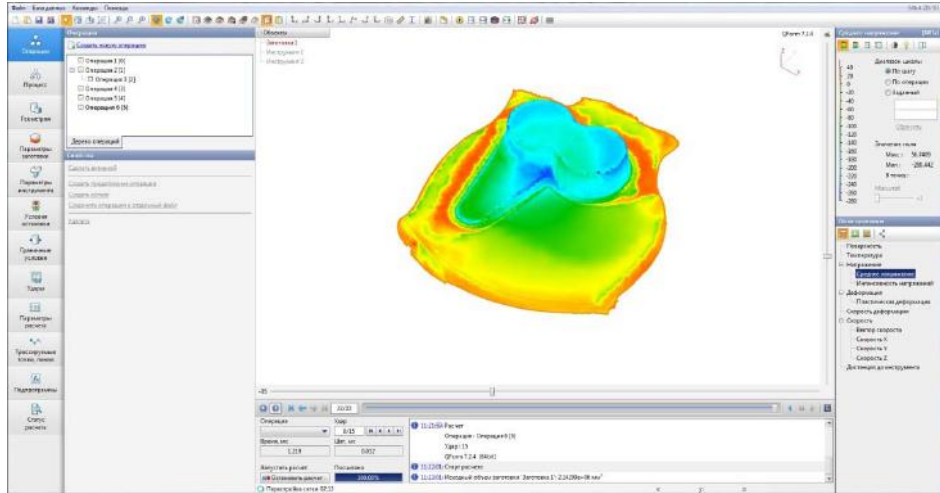


Рисунок 3.32 - Середні напруження

На рисунку 3.33 показана наочна демонстрація пластичної деформації поковки в штампі.

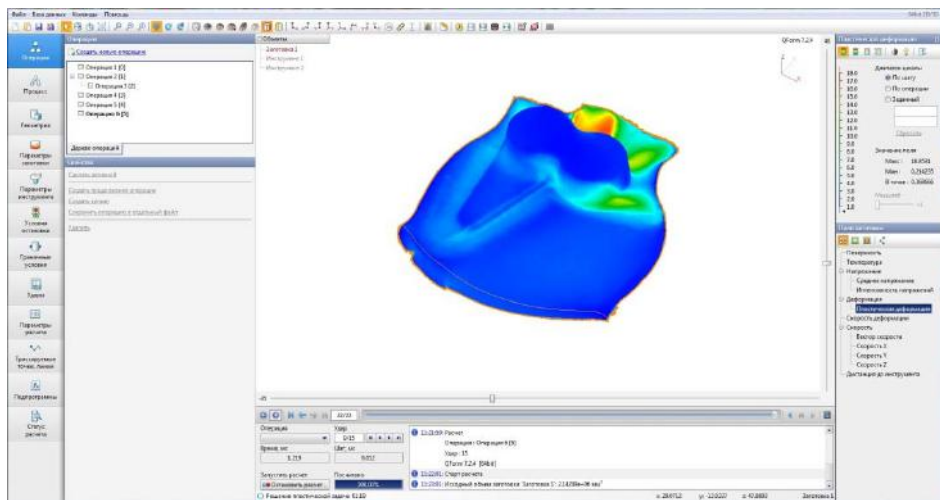


Рисунок 3.33 - Пластична деформація

На рисунку 3.34 показано з якою швидкістю проходить процес деформації поковки в штампі.

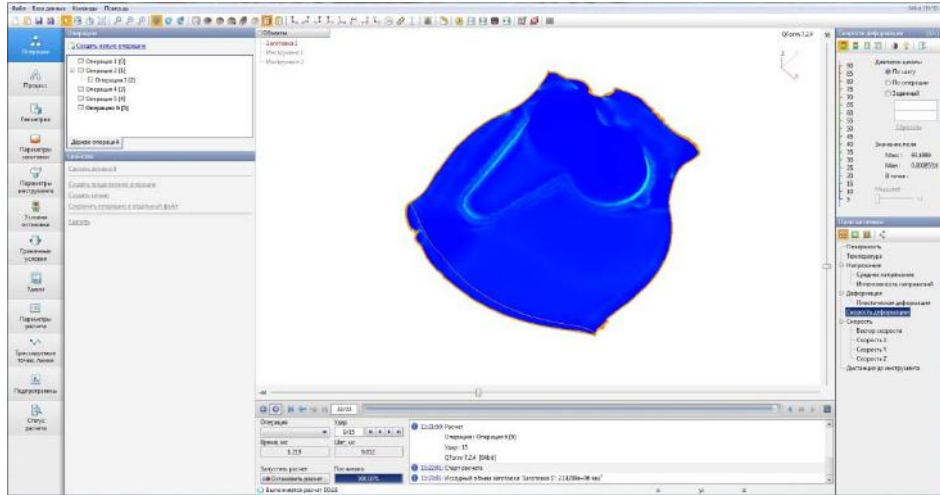


Рисунок 3.34 - Швидкість деформації

На рисунку 3.35 показано напрямок течії металу під час удару.

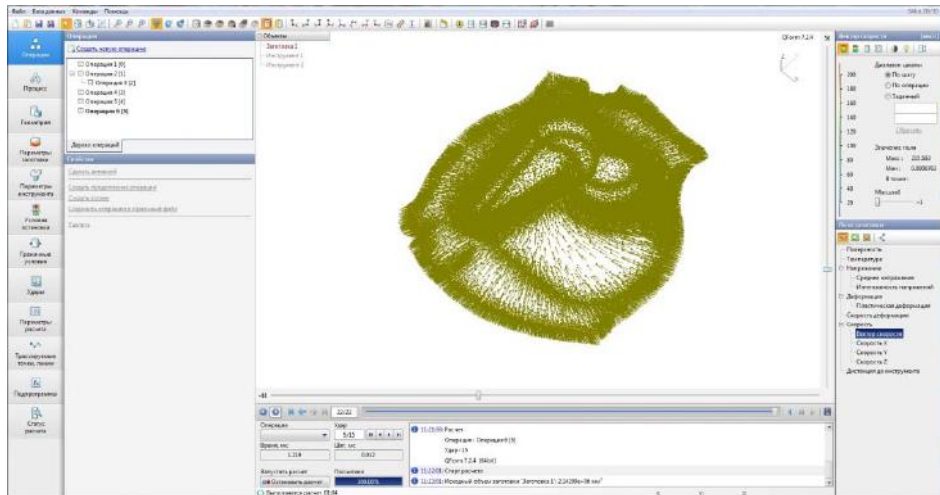


Рисунок 3.35 - Вектор швидкості

На рисунку 3.36 показано зусилля з яким молот б'є по деталі, стрибки графіку показують момент дотику до деталі.

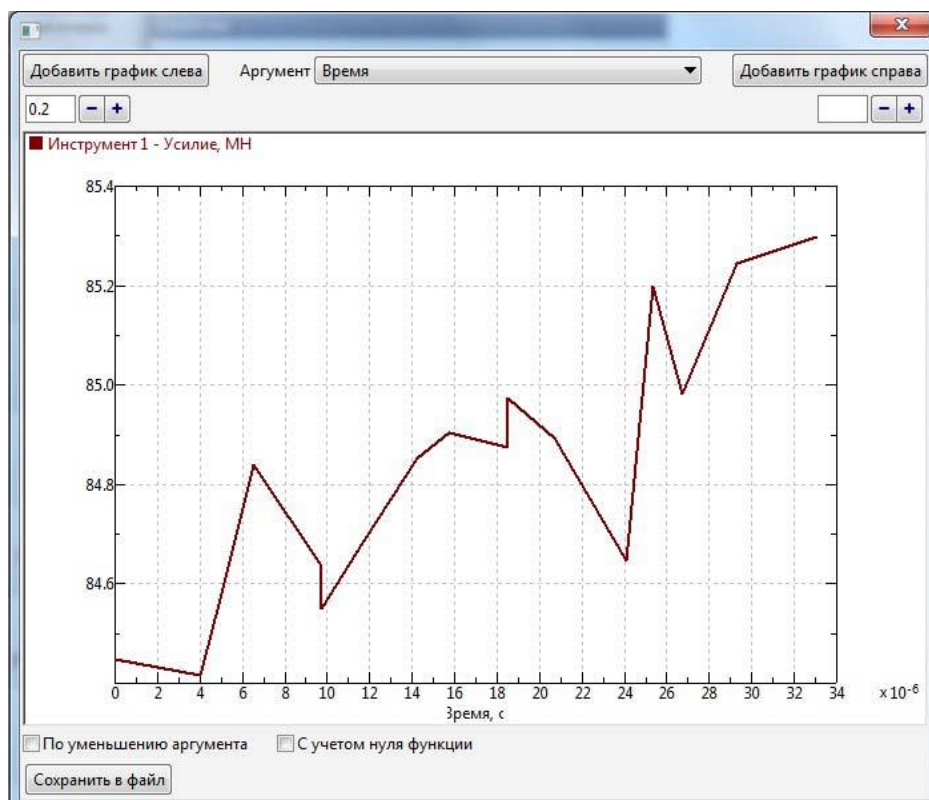


Рисунок 3.36 Графік зусилля

На рисунку 3.37 показано з якою потужністю молот б'ємо по поковці. Максимальне значення 70 МВт потужності на початку процесу.

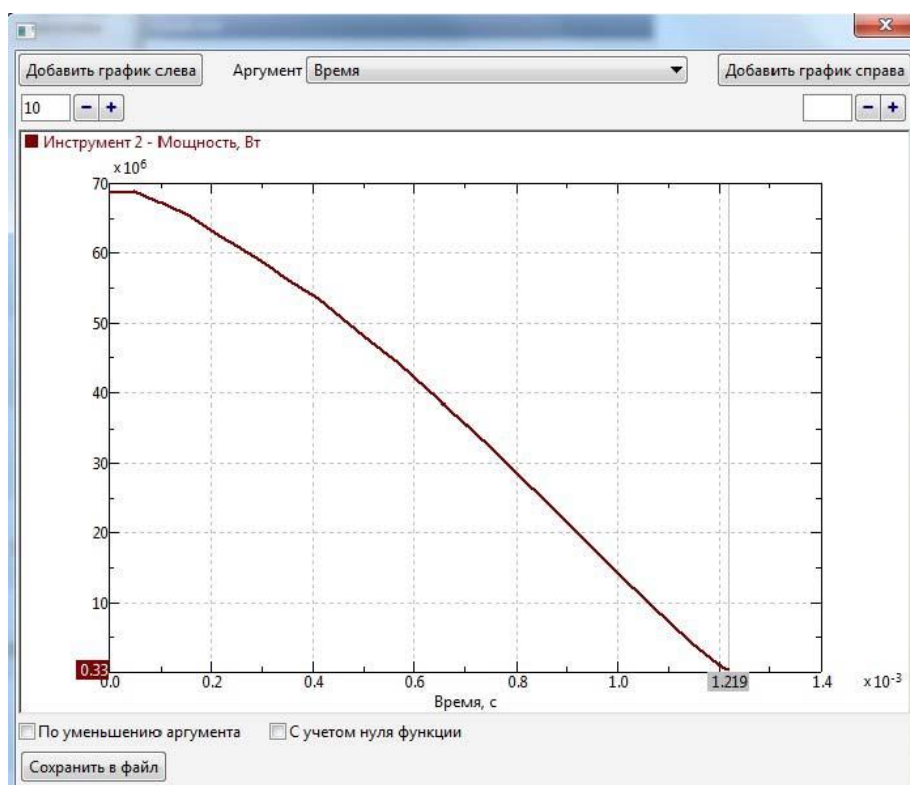


Рисунок 3.37 Графік потужності

На рис.3.38 зображено графік роботи процесу в залежності від часу проведення операції. Аналіз графіку показує повільне зростання значення роботи до максимального показника у 50.10 кДж в кінці процесу.

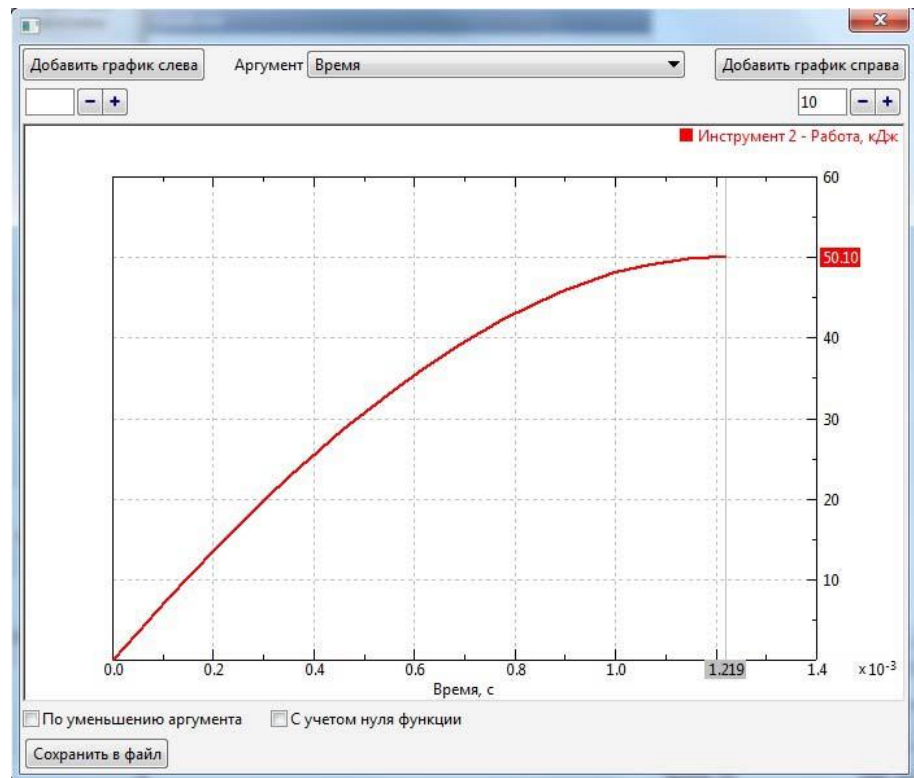


Рисунок 3.38 Графік роботи

Із аналізу видно, що температура підіймається до 1250°C в ділянці виходу металу в облойний міст, що відбувається внаслідок деформаційного розігрівання при штампуванні; на площині контакту найглибшого місця штампу із заготовкою температура падає до 900°C . На рис. 3.32 представлено середні напруження після штампування. Видно, що напруження змінюють свій знак, що характеризується зміною самої деформації від стискання у прес-залишку (-280 МПа) до розтягання у зоні найглибшого місця штампу (56 МПа), що характерно для всіх процесів штампування. На рис. 3.33 бачимо максимальні та мінімальні значення пластичної деформації, з цих даних можна зробити висновки, що найменша деформація в найглибших зонах штампу — 0.21, а найбільша на виході на облойний міст - 18, на рисунку 3.34 бачимо швидкість деформації, вона коливаються від 0.0008 до 93 1/с, виконавши аналіз траєкторії швидкості (рис. 3.35) бачимо що мінімальна швидкість деформації становить 0.09

мм/с, максимальна 215 мм/с. Необхідне зусилля деформації показане на малюнку 3.36, на малюнку 3.37 показана необхідна робота для виконання деформації яка становить $70 \cdot 10^6$ Вт, також на малюнку 3.38 маємо графік необхідної роботи для виконання пластичного деформування, необхідна робота становить 50.10 кДж. Враховуючи вищесказане для штампування деталі АК81950171 «КАЧАЛКА ПОПЕРЕЧНОГО КЕРУВАННЯ» обираємо молот штампувальний з масою падаючих частин 3.15 тон, перші 2-3 удари виконуємо на 30% від максимальної сили удару.

Згідно проведених розрахунків було прийнято наступну технологію (див. додаток А).

Ескізи оснащення для виготовлення деталі _____ наведено в додатку Б.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Незадовільна професійна підготовка фахівців, з причини відсутності фахових знань, не проведення інструктажів з ОП, що може призвести до аварійних ситуацій.

2. Можливість ураження електричним струмом. Головними причинами ураження можуть бути: невиконання правил електробезпеки, несправність енергоспоживаючого устаткування, наприклад, поява напружень на неструмоведучих частинах устаткування, в результаті обриву захисного заземлення, що може призвести до електричних травм або летального результату;

3. Можливість отримання механічних травм :

- недосконалість конструктивних рішень кріплення штампів на технологічному устаткуванні, зокрема, ненадійність кріплення штампів і їх вузлів у пресі;
- відсутність надійних огорожень зони деформації;
- порушення правил охорони праці;
- механічні травми внаслідок гострих кромок.

4. Небезпеки, які пов'язані з визначенням показників отриманих результатів та їх обробкою з використанням комп'ютерної техніки.

5. Підвищений рівень вібрації, який пов'язаний із специфікою технологічного процесу штампування і може призвести до віброхвороби;

6. Незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні внаслідок неефективної роботи систем опалення та повітрообміну, що може призвести до зниження працездатності та загальних захворювань.

7. Незадовільний рівень освітлення приміщення дослідницької лабораторії.

8. Можливість загорянь, причинами яких є порушення правил пожежної безпеки:

- витік горючих газів;
- коротке замикання.

Що може призвести до пожежі.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. До робіт допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, достатні знання за спеціальністю та отримали допуск до виконання робіт. Невід'ємними умовами є проведення усіх видів інструктажів з охорони праці, згідно СУООП.

2. Основними заходами захисту при ураженні електричним струмом мають бути:

Організаційні:

- до виконання робіт допускаються особи не молодше 18 років, пройшли навчання і перевірку знань з електробезпеки згідно ДНАОП 1.1.10-1.01 - 2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок - споживачів» і отримали допуск з електробезпеки відповідної групи;
- електроустаткування виробничих ділянок повинно відповідати вимогам НПАОН 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» і іншим чинним нормативним актам;
- експлуатацію і ремонт електроустановок повинен здійснювати спеціально підготовлений персонал;
- для кожного електроспоживаючого устаткування мають бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи. У

електричних схемах мають бути передбачені захисні електроприймачі від перевантажень і коротких замикань;

- усі неізольовані струмопровідні елементи електроустаткування мають бути надійно захищені суцільними обгороджуваннями, зняття або відкриття можливо тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

- розташування струмоведучих частин на недоступній висоті. Висота розташування визначається значенням напруги: при напрузі до 1000В - не менше 3,5 м, при напрузі більше 1000В - не менше 6м.

Технічні:

- використання електроізоляції. Стан ізоляції характеризується рівнем електростійкості опору. Встановлено, що опір ізоляції електричних дротів має бути не менше 0,5 м. Одним з найефективніших захисних заходів є подвійна електроізоляція.

- використання електричного блокування. Функції блокуючих облаштувань усунення небезпечних дій людини. Блокування ділиться на:

- електричне блокування - здійснює розрив ланцюга спеціальними контактами;
- механічне блокування - розриває ланцюги в механічний спосіб. Вимоги до блокування пристроїв визначені ГОСТ 12.4,155 - 85 «ССБТ. Облаштування захисного відключення. Класифікація. Загальнотехнічні вимоги. »

- облаштування захисного заземлення або занулення - це електричне з'єднання металевих частин устаткування, які не проводять струм, але можуть виявитися під напругою, із землею або із захисним нульовим дротом. Принцип дії захисного заземлення або занулення полягає в зниженні до безпечних значень напруги дотику, яка зумовлена замиканням на корпусі.

Електроустаткування необхідно заземляти або «зануляти» відповідно до ПУЕ - 2009 «Правила облаштування електроустановок».

- електричне розділення мережі на окремі електрично незв'язані між собою ділянки.
- включення джерел живлення технологічного устаткування здійснюється тільки через рубильник.

3. Для попередження механічних травм передбачено:

Організаційні:

- обов'язково виконувати «Положення про навчання та перевірку знань з питань охорони праці», зокрема проведення усіх передбачених інструктажів.

Технічні

- кріплення штампів для пресу можливо за допомогою болтів, прихватних плит або хвостовиків. Кріплення має бути надійним. Кількість елементів для кріплення визначається масою штампу і зусиллям при його роботі. При кріпленні верхньої частини штампу через хвостовик, його стан має забезпечувати надійність кріплення штампу. Перекіс направляючих втулок в колонках недопустимий.
- для безпечного подання і видалення заготовок зі штампу мають бути передбачені технологічні отвори для зручного користування пінцетом або кліщами. При неможливості виконання цих вимог має бути передбачене використання захисних огорожень, функціями яких мають бути: унеможливлення потрапляння рук працюючого в небезпечну зону, виключення травмування працюючого самою захисною огорожею. Конструкція огороження повинна давати можливість безпечного обслуговування штампу.
- при неможливості використання захисних пристроїв дворучне управління пресом є обов'язковим. Для автоматичної зупинки роботи пресу у разі відхилення від нормального режиму

(заклинювання пуансона, попадання в зону штампування сторонніх об'єктів, подвійний удар) передбачені запобіжні пристрої. До таких пристроїв відносяться:

- обмежувачі ходу, упори, кінцеві вимикачі, гальмівні пристрої;
- елементи конструкції устаткування типу «слабка ланка», зокрема, штифти, що зрізують, шпонки, фрикційних муфти, запобіжники;
- блокуючі пристрої, які можуть бути механічними, електромеханічними, фотоелектричними;
- сигналізуючі пристрої, які надають інформацію про виконання процесу або у разі прояву відхилень вказують на місце їх прояву. Такі пристрої зазвичай є частиною електричних схем ланцюгів управління устаткуванням.

Одними з поширених випадків порушень є розміщення в одномісній матриці двох заготівель одночасно, спроба коригувати положення заготівлі в матриці під час опускання пуансона, штучне блокування запобіжних пристроїв.

4. При визначені отриманих результатів найбільш виникають небезпеки в наявності гострих кромки, для запобігання порізів використовують індивідуальний захист безпеки - рукавиці.

При використанні комп'ютерної техніки слід зазначити:

- обладнання, силові та освітленні мережі приміщення (дослідницької лабораторії конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежонебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

- з технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо)

обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

- згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

- оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) що обладнане ПК з ВДТ має площу 39 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 №25 та зареєстрованих в МЮУ за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника - ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці відповідають вимогам ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці

за показниками шкідливості та небезпечних факторів виробничого середовища».

У відповідності ДСанПІН 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» за наявності шкідливих виробничих чинників клас виробництва встановлюємо як четвертий.

Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху по ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «Загальних санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони» приведені в таблиці 1

Таблиця 4.1 - Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1 -0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1 -0,4

В приміщеннях, де немає викидів шкідливих речовин у великій кількості, для забезпечення зазначених параметрів, в теплий період року, передбачено встановлення штучної механічної загальної обмінної вентиляції або кондиціонування, а в холодний період року встановлення систем водяного або електричного опалення, відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року проектом передбачається облаштування системи опалювання, поєднаної з припливною вентиляцією.

Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці згідно ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці

Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість	Швидкість повітря, м/с	Температура повітря на робочому місці
Середньої тяжкості	17-23	75	0,1-0,3	13-24

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, офісу, тощо) обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за №472/25249, ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» і НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Заходи і засоби захисту від вібрації відповідають вимогам ГОСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги», і ДСН 3.3.6.039-99 «Державних норм виробничої загальної і локальної вібрації».

Згідно ГОСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги», методи віброзахисту за організаційними ознаками діляться на колективні і індивідуальні.

Колективні методи віброзахисту передбачають такі заходи:

- зменшення вібрації в джерелах її виникнення - усі деталі верстатів і агрегатів, що рухаються, ретельно урівноважені, а для зменшення динамічних сил, які створюють вібрації, деталі змашуються;

- зменшення параметрів вібрації на шляхах її поширення від джерела збудження;
- організаційно-технічний планово-запобіжний ремонт і контроль за вібраційними параметрами;
- гігієнічні і лікувально-профілактичні.

Для досягнення нормованого рівня освітленості робочих місць та робочих зон у дослідницькій лабораторії, в якій у ДБН В.2.5-28-2016 «Інженерне обладнання будинків і споруд (природне і штучне освітлення)» визначається як не менш 200 люкс. Для забезпечення такого рівня доцільно використовувати природне та штучне освітлення. В якості джерел штучного освітлення доцільно використовувати світлодіодні та люмінесцентні лампи.

Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення приміщення дослідницької лабораторії методом світлового потоку.

Метод базується на розрахунку світлового потоку від джерела освітлення:

де E_n - нормативне значення освітлення - 200 лк;

S - площа 20 м²;

k_z - коефіцієнт запасу, який характеризується зношенням ламп — приймаємо 1.4;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, який залежить від обраного типу джерела освітлення, для люмінесцентних ламп — приймаємо 1.1;

n - коефіцієнт який характеризує ступінь відбиття світла від поверхонь приміщень, за умови використання люмінесцентних ламп потужністю 40 Вт; обираємо світильник типу НСП, при цьому індекс приміщення є 0.8, тому коефіцієнт $n = 0.44$.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 * 20 * 1,4 * 1,1}{0,44} = 14000 \text{ лм}$$

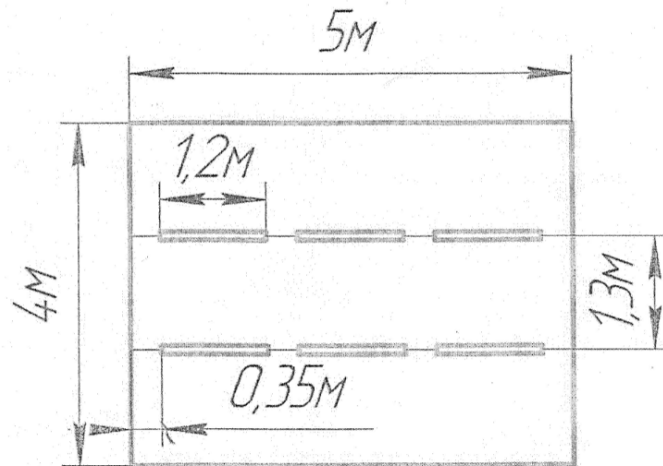


Рисунок 4.1 - Схема розміщення ламп в дослідницькій лабораторії

За умови світловіддачі від однієї лампи ЛД – $40 \text{ Вт} = 250 \text{ лм}$, тому потрібна кількість ламп буде 6.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Комплекс протипожежних заходів для виробничого приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ:

- згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A 1:2004, IDT) у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа

класів А (що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

- відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки — простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро) обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В. 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості. У разі виникнення пожежі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого - вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Обладнання, силові та освітленні мережі приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», та мають ступінь захисту ізоляції обладнання ГР44 яка відповідає класу пожежонебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи: на силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1

«ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВКб». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) що обладнане ПК з ВДТ має площу 39 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника - ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

На території проєктованого цеху повною мірою забезпечений захист персоналу від дії електромагнітних полів згідно ГСанПиН 3.3.6-096-2002 «Державних санітарних норми при роботі з джерелами електромагнітних полів», ДСН 476-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів». Засоби захисту використовуються при

усіх видах робіт згідно ГСанПиН 3.3.6-096-2002 з дотриманням усіх норм і правил.

Захист персоналу досягається шляхом проведення організаційних, інженерно-технічних заходів, а також використанням індивідуальних засобів захисту.

До організаційних заходів відносяться: призначення режимів роботи установок, зменшення місць і часу перебування персоналу в зоні випромінювання та ін. До інженерно-технічних заходів відноситься: раціональне розміщення устаткування, використання засобів які обмежують рівень випромінювання на робочому місці (поглинаючі матеріали, екрани). До засобів індивідуального захисту відносимо захисні окуляри, щитки, шоломи, захисний одяг (комбінезони, халати, окуляри з вмістом металу).

Спосіб захисту у кожному конкретному випадку визначається з урахуванням робочого діапазону частот, характеру роботи, необхідного рівня захисту.

Рівень електромагнітних полів контролюється і визначається перепадом потенціалів на робочому місці. Різниця в перепадах зон, які контролюються встановлюється 1 кВ/м (для магнітного поля частотою 50 Гц).

Рівень напруженості магнітного поля частотою 50 Гц при постійній дії не повинен перевищувати 1,4 кА/м упродовж робочого дня (8 годин).

Час перебування людини в магнітному полі напруженість більше 1,4 кА/м регламентується відповідно до ГСанПиН 3.3.6-096-2002 «Державних санітарних норми при роботі з джерелами електромагнітних полів» і показаний в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Державних санітарних норми при роботі з джерелами електромагнітних полів

Час прибуття персоналу, година	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля, к А/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТл	7,5	6,13	5,0	4,0 3,13		2,5	2,0	1,75

Для виміру в діапазоні частот 300 МГц...300 ГГц використовуються прилади, призначені для визначення середніх значень щільності потоку енергії, з погрішністю 40% в діапазоні частот 300 МГц...2 ГГц і 30% в діапазоні частот понад 2 ГГц.

Відповідно до ГОСТ 12.1.006-84 «Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю» виміру напруженості і щільності потоку енергії ЕМП проводяться не рідше за один раз в рік, а також в наступних випадках:

- при введенні в дію нових установок;
- при внесенні змін до конструкції, розміщення і режиму роботи діючих установок;
- у час і після проведення ремонтних робіт, які супроводжуються зміною випромінюваної потужності;
- при внесенні змін до засобів захисту від ЕМП;
- при організації нових робочих місць.

Виміру напруженості або щільності потоку енергії ЕМП допускається не проводити у випадках, якщо установка не працює в режимі випромінювання на відкритий хвилевід, антену або інший елемент,

призначений для випромінювання ЕМП в довкілля, і її нормальна потужність згідно з паспортними даними не перевищує:

- 2,5 Вт - в діапазоні частот від 60 кГц до 3 МГц;
- 400 мВт - в діапазоні частот понад 3 МГц до 30 МГц;
- 100 мВт - в діапазоні частот понад 30 МГц до 300 ГГц.

Таким чином, основними заходами з охорони праці є:

- заходи по забезпеченню техніки безпеки;
- заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці;
- заходи по пожежній безпеці;
- заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

1. Штамповані заготовки набули широкого поширення в машинобудівному і металургійному виробництвах. Вони можуть являти собою як власний виріб, так і заготівлею під подальшу обробку. Найбільш поширеними способами є обробка металів різанням і обробка металів тиском. Поряд з обробкою металів різанням, обробка металів тиском має ряд незаперечних переваг: високий КІМ, високі механічні властивості, висока продуктивність (особливо в умовах масового виробництва). Найбільш часто зустрічаються операціями обробки металів тиском при виготовленні кільцевих виробів є: обтиск, роздача, висадка, штампування, вільна осаду і осаду з обмеженням течії металу у внутрішній або зовнішній стороні. У свою чергу штампування виробів застосовується для збільшення КІМ і зменшення трудомісткості виготовлення виробу.

2. Одним з найважливіших показників при виробництві штампованих виробів методами обробки металів тиском є напружено-деформований стан, яке можна визначити як експериментальним, так і теоретичним шляхом за допомогою математичного моделювання технологічного процесу.

3. У роботі було сплановано, організовано і проведено розрахунок оптимального варіанту виготовлення деталі АК81950171 «Качалка поперечного керування» теоретичний аналіз напружено-деформованого стану штампованого виробу.

4. З огляду на необхідність мінімальних припусків під механічну обробку та необхідність заповнення гравюри штампу у вертикальному напрямку, прийнято за основний варіант виготовлення деталі АК81950171 «Качалка поперечного керування» на штампувальному молоті за один перехід. Так само, з огляду на велику різницю в площах за осьовим перетином та необхідністю виготовлення деталей в невеликому обсязі (не більше 25 штук на рік) технологія виготовлення передбачає велику

перевитрату металу, внаслідок збільшеного облою в зв'язку з чим в конструкції штампа передбачаємо додаткову кишеню під облой що дозволяє штамувати деталь в одному штампувальному рівчаку за 6 ударів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Ковка и штамповка: Справочник. в 4-х томах / Ред. Сонет: Е.И. Семёнов (пред.) и др.- М: Машиностроение, 1985 - Т.1. Материалы и нагрев оборудования. Оборудование. Ковка / Под редакцией Е.И. Семёнова. 1985. 568с., ил.
2. Ковка и штамповка: Справочник. в 4-х томах / Ред. Сонет: Е.И. Семёнов (пред.) и др.- М: Машиностроение, 1985 - Т.2. Горячая штамповка. Ковка / Под редакцией Е.И.Семёнова. 1985. 592 с., ил.
3. Проектування та розрахунків кривошипних пресів. Навчальний посібник. / А.В. Явтушенко - Запоріжжя: вид-во ЗНТУ, 2006.-301 с.
4. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник. В 6-ти томах. Под общ.ред. Е.С. Ямпольского. Т. 3. Проектирование цехов обработки металлов давлением и сварочного производства. Под ред. А. М. Мансурова. М., «Машиностроение», 1974 – 342 с.
5. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общей ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989 г. – 640 с.
6. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. Учебное пособие для вузов / И.А. Норицын. М., «Высшая школа», 1977 г.
7. Общемашиностроительные нормы времени на горячую штамповку. М.: Машиностроение, 1964г. – 113с.
8. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные допуски, припуски и кузнечные напуски»
9. Ковка и объёмная штамповка стали. Справочник в двух томах. Коллектив авторов. Под редакцией директора технических наук М.В. Сторожева. Том 2. Издание 2-е, переработано. М., Машиностроение, 1967-448с.
10. Атаманюк В.Г. Гражданская оборона.- М.: Высшая школа, 1987,-288с.

11. Игнатов А.А. Кривошипные горячештамповочные прессы. М."Машиностроение", 1974–347 с.
12. Методичні вказівки до дипломного проектування з розділу „Охорона праці”. Укладачі: Г.І.Дуднік, О.В.Коваленко та інші – Запоріжжя, ЗДТУ, 2000-59с.
13. Васильев Д.И., Тылкин М.А. Основы проектирования деформирующего инструмента: Учебное пособие для металлургических и машиностроительных специализированных вузов.-М.: Высшая школа. 1984–223с.
14. Брюханов А.Н. Ковка и объёмная штамповка. Учебное пособие для машиностроительных вузов. Издание 2-е, переработано и дополнено. М., «Машиностроение», 1975–407с.
15. Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для вузов- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.-560 с.
16. Мансуров А.Я. Технология горячей штамповки. М.: Металлургия, 1979, №3, с 67-72.
17. Металловедение и термическая обработка металлов. Ю.М.Лахтин. Издание 3е, переработанное и дополненное.
18. Сторожев М.В., Попов Е.А Теория обработки металлов давлением. М.:Машиностроение.1977 г.-424с.
19. Журавлев А.З. Основы теории штамповки в закрытых штампах. М.: Машиностроение, 1973г.-224с.
20. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М.: Машиностроение, 1976г. - 560с.

ДОДАТОК А

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КАЧАЛКА ПОПЕРЕЧНОГО КЕРУВАННЯ»

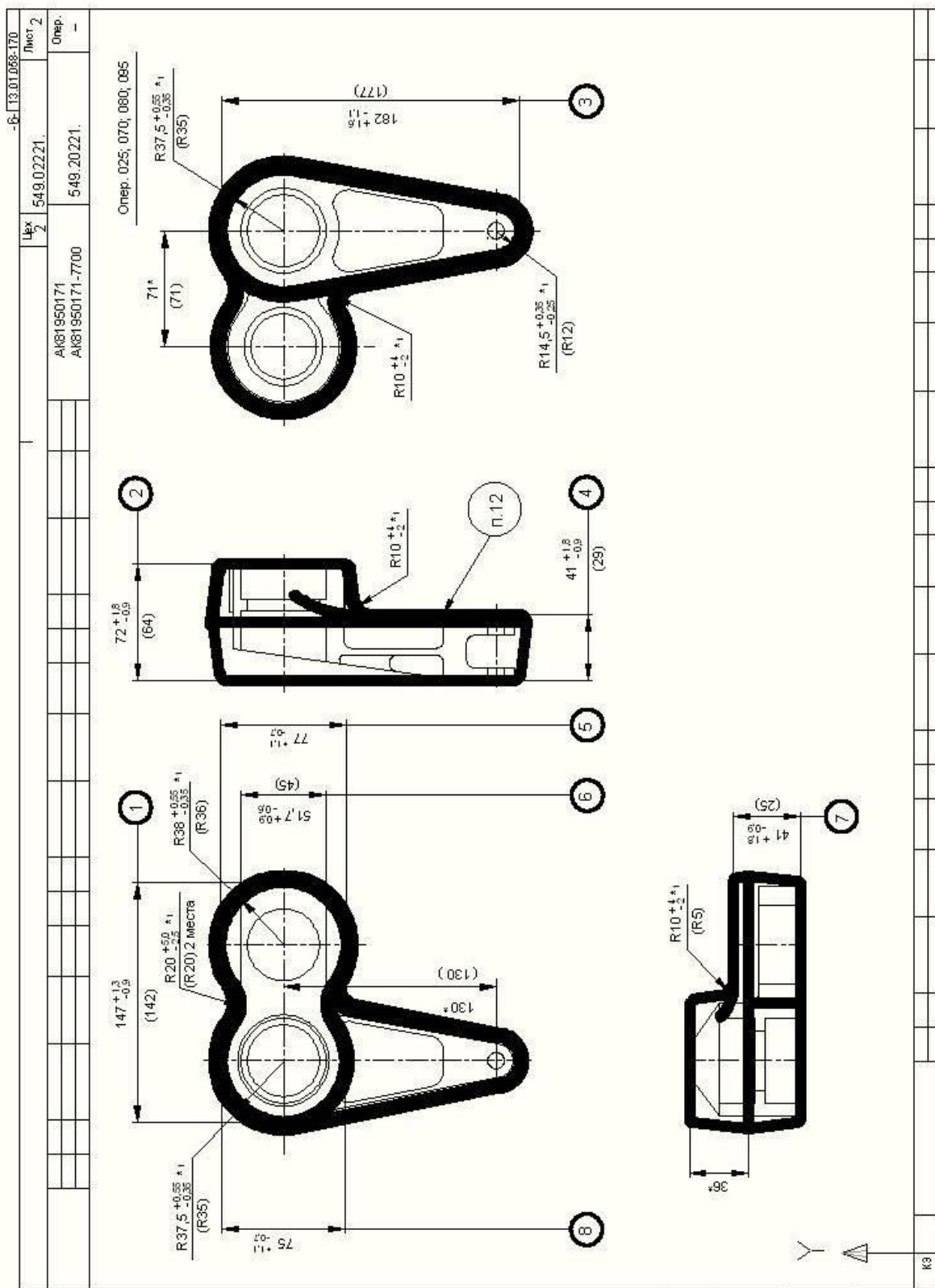
ИОТ №		549.02221.	1310.052.170	Деталь	1
		AK81950171 AK81950171-7700	549.20221.		
		Качалка поперечного управления			
		Павлюк	2	2	Опер.

Опер. 025; 070; 080; 095

1. Деталь паспортная.
2. Штамповка 2 группы контроля по ОСТ 1 90074-72.
3. Неуказанные штамповочные уклоны $7^\circ \pm 1^\circ$.
4. Неуказанные штамповочные радиусы $2,5^{+1,5}_{-1,0}$.
5. Допускаемое смещение по плоскости разреза штампа 0,8 мм.
6. Допускаемый остаток от облоя по периметру среза штамповки 1,5 мм на сторону.
7. Допускаемое коробление 1,0 мм.
8. Поверхностные дефекты не более половины фактического припуска на механическую обработку.
- 9.* Размеры для построения.
- 10.* Размеры обеспечиваются инструментом.
11. Приложить на партию деталей одной плашки не более ^{таже} штук один образец AK81950171-7700 той же плашки.
12. Маркировать условное обозначение плашки и индивидуальный номер детали способом У, шрифтом 5...10, глубиной не более 1,0 мм.

КЭ	Карта эскизов				
----	---------------	--	--	--	--

Друк
Вам
Помі



-6-[13.01.068-170

Лист 2
 549.02221.
 AK81950171
 AK81950171-7700
 549.20221.
 Омер. —

Омер. 025; 070; 080; 085

K3

Лист
 Взам.
 Изм.

Номер		Обозначение документа		Материал		Код		Код дел.		Масса детали		Коэффициент исп. литей. изделий		Расход материала на одну деталь		Вспомог. классификация	
участка	отряд	код	наименование	код	наименование	код	наименование	код	наименование	количество	масса	коэффициент	наименование	количество	масса	классификация	тип
2	010	0200	005 4260	ИСОДНЯ	Профиль	Масса	Кол.шт.	Код дел.	Единица измер.	Норма расхода	Тра. обра-ботки, °С	Время обра-ботки, мин	Проф.степ. зод.	Кол. раб-чих	Кол. дет.	Вспом. классификация	Тип
<p>1. Проверить заготовку согласно карте заготовки выборочно - 3...5 %.</p>																	
<p>ИСОДНЯ</p>																	
<p>КОНТРОЛЬ</p>																	
<p>ИОТ - 0505; 549.90242.</p>																	
<p>Штангенциркуль ШЦ-II-200-0,1 ГОСТ 166-89;</p>																	
<p>К Т П</p>																	

-11- 13.02.014.01.177

Листов 17

549.02221.

549.55221.

AK81950171
AK81950171-7700

Качели поперечно-го управления

Лит. О

Расход материала на одну деталь

Масса

Вспомог. классификация

Штангенциркуль

Облой

Проф.степ.

Утр

Разреза

Обточка

Нализа

Нарезность

Тра. обра-ботки, °С

Время обра-ботки, мин

Проф.степ. зод.

Кол. раб-чих

Кол. дет.

Вспомог. классификация

Тип

Информация

Участ. №		Чек № 2		549.02221.		AK81950171		AK81950171-7700		549.55221.		Лист 2	
Номер	участ. №	овер-дент	Наименование и содержание операции	Оборудование (каталожное код и идентификационный номер)	Оснастка, инструмент (каталожное код)	Темп. плавки, °С	Темп. обраб. болт., °С	Время нагрева, мин	Коэфф. шп. арматуры	Кол. рабочих	Кол. дят	Точн. срез	Дл.з
						Величина сжат	накло. концев	разд.	Профессия, код	разряд	Ед. норм.	Вид нормы	Пит.
2	015	0168	<p>ПОДГОТОВКА</p> <p>ИОТ-0572; ОПМ 78-1946; 549.25000.00826;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выписать технол. паспорт. 2. Запускать материал в производство строго по плавам. 3. Указать на термометре условное обозначение плавки. 4. Подогреть шtamпы согласно инструкции на температуру (250...350)°С. 		Горелка газовая У6892-2471-03; Пирометр Нимбус (-30...275)°С;								
													КТ III

Лист
Взам.
Лист

Учет. код		Номер		Цех		Лист					
				2		3					
				549.02221		549.55221					
				АИ81950171 АИ81950171-7700							
учет. код	операционный	Наименование и содержание операции	Оборудование (наименование, заводской номер)	Оснастка инструмента (наименование, код)	Темп, °С	Темп обра-ботки, °С	Время нагрева, мин	Классиф. шг. др. элемент	Код. работч. дет.	Код. проф. с/б/кз	Тп.з
					Вспомог. сырье	Макс. темп. нагрева	Классиф. код	Проф. с/б/кз	Разряд	Ед. изм.	Тип
2	020 0103	НАГРЕВАНИЕ ИЮТ-0572; 549.25000.00826; 1. Загрузить заготовки в печь не ближе 200 мм от дверцы печи. 2. Нагреть заготовку. Время нагрева считать с момента загрузки заготовки в печь.	Печь газовая Д Бухкамерная У6878-7811	Потенциометр автоматический КСП-3-И кл. 0,5 (400...1400)°С ГОСТ 7164-78; Термограмма ГОСТ 7826-93; Ограничитель Длины У5568-0967; Кочерга У5568-0615; Набор клещей У5568-0644; Очки защитные ГОСТ 12.4.013-85;	1170+10 - 30 до 30 штук в печь	90 135					
К.Т.П.											

Лист
Взам.
Лист

-16- 13.02.01.5-01-177 Лист 6		Чек 2 549.02221		АК81950171 АК81950171-7700 549.55221								
Номер участка за shift	Наименование и содержание операции	Оборудование (наименование, код идентификации)	Средства, инструменты (наименование, код)	Т-ра печи, °С Выходная среда	Т-ра обра- ботки, °С Начало работы	Время нагрева, мин	Коэфф. шт. работы	Кол. рабочих мест	Кол. шт.	Код сетки	Тип	
												Единица измерения работ
2 030 0103	НАГРЕВАНИЕ ИЮТ-0572; 549.25000.00826; 1. Загрузить заготовки в печь не ближе 200 мм от дверцы печи. 2. Нагреть заготовку. Время нагрева считать с момента загрузки заготовки в печь.	Печь газовая двухкамерная У6878-7811	Потенциометр автоматический КСПВ-II кл. 0,5 (400...1400)°С ГОСТ 7164-78; Термометра ГОСТ 7826-93; Ограничитель длины У5568-0967; Кочерга У5568-0615; Набор клещей У5568-0644; Очки защитные ГОСТ 12.01.3-85;	940+10 -30 До 15 штук в печь	10 15							
К.Т.П.												

Лист
 6 из
 6

Номер участка		Наименование и содержание операции	Оборудование (наименование, код, заводской номер)	Оснастка, инструмент (наименование, код)	Тра. пилы, °С	Тра. обра-ботки, °С	Время, мин	Коэфф. из-др. инструмента	Кол. рабочих	Кол. лет	Тариф. сезон	Дл.з	
участка	операции												
2	035 2103	ОБРЕЗКА ИЮТ-0224; ОГМ 78-531; 549.25201.00004; 1. Обрезать облой без трещин и расслоений. 2. Охлаждать штампованную заготовку на воздухе.	Пресс кривошипный DIU 315/800 315 тс или K-865 400 тс;	Штамп У6556-1175; Блок У5568-0507; Пуансоно-держатель У6553-0462 или У6553-1116;	950 850						549.55221.		
<p style="text-align: center;">AK81950171 AK81950171-7700</p>												549.55221.	
<p style="text-align: center;">Цех 2, 549.02221.</p>													
<p style="text-align: center;">-17- 13.02.015.01.177</p>													Лист 7

Лист
Взам
Лист

КТПП

№ 18-13.02.01.5-01-177		Цех 2 549.02221		Лист 8							
АК81950171		АК81950171-7700		549.55221							
Номер участка	операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (наименование, ход, номер, заводской номер)	Оснастка, инструмент (наименование, ход)	Тра. лент, °С Время лент, °С	Тра. обра-ботки, °С Время обра-ботки, мин.	Классиф. ш. времени	Класс работки	Кол. шт.	Тариф. ставка	Дл.з
		<p>Примечание -</p> <p>Допускается, при качественном срезе, Обрезку производить используя Нагрев опер. 020.</p>		<p>Щиток защитный</p> <p>У6558-2000-03;</p> <p>Очки защитные</p> <p>ГОСТ 12.4.013-85;</p> <p>Набор клещей</p> <p>У5568-0644</p> <p>У5568-0647;</p>							

КТП

Убл.
Взам.
Лист.

№		Цех		Лист								
		2	549.02221.	10								
		AK81950171 AK81950171-7700		549.55221.								
Номер	Учет за операци	Наименование и содержание операции		Оборудование (включая инструмент и приспособления)	Оснастка, инструмент (наименование доз)	Темп, °С	Темп обра-ботки, °С	Время обра-ботки, мин	Коэфф. шп. времени	Кол. рабочих лет	Тариф. класс	Прз
		Темп, °С	Темп обра-ботки, °С									
2	050 0387	КОНТРОЛЬ ИОТ-0505; 1. Контролировать поверхность заготовки. 2. Отметить дефекты красным карандашом. Трещины и заковы не допускаются.		Стол контрольный У6558-2216								
2	055 0109	ЗАЧ ИСТКА ИОТ-0323; 1. Зачистить поверхность от дефектов, отмеченных красным карандашом.		Пневмомашинка У5337-0007	Головка ш лифовальная AWU 10x25 24A25HC1 ГОСТ 2447-82; Очки защитные ГОСТ12.4.013-85;							

Лист
Вам
Пот
X

КТП

Участ. эк.		Номер		Наименование и содержание операции	Оборудование (базисное, код инвентаризационное)	Описание инструмента (наименование, код)	Темп, °С	Темп обра-ботки, °С	Время нагрева, мин	Коэфф. изм. времени	Кол. рабочих дет.	Кол. дет.	Турф. сетка	Тип.
2	065	01 03	НАГРЕВАНИЕ											
				ИОТ-0572; 549.25000.000826;	Печь газовая	Потенциометр	930+10		45	AK81950171			549.55221.	
				1. Загрузить заготовки в печь не ближе 200 мм от дверцы печи.	Автоматическая	автоматический	- 30		65	AK81950171-7700				
				2. Нагреть заготовку. Время нагрева считать с момента загрузки заготовки в печь.	У6878-7811	КСПЗ-И кл. 0,5 (400...1400)°С	до 30							
						ГОСТ 7164-78;	печь							
						Термограмма								
						ГОСТ 7826-83;								
						Ограничитель								
						Длины								
						У5568-0967;								
						Кочерга								
						У5568-0615;								
						Набор клещей								
						У5568-0644;								
						Очки защитные								
						ГОСТ 12.4.013-85;								

Лист
Взам.
Лист

КТП

22-13.02.01.5-01-177

Лист 12

Цех 2 549.02221.

AK81950171 549.55221.

AK81950171-7700

Номер участка		Наименование и содержание операции	Оборудование (наименование, год выпуска, производитель)	Оснастка, инструмент (наименование, год)	Температура, °С	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Время нагрева, мин	Коэфф. прироста, мм/м	Кол. рабочих	Кол. лет	Техн. усл.	Пр.з	
2	070													
2	070 2156	ПРАВКА ИОТ-0224; ОГМ 78-531; 549.20221. 1. Править штампованную заготовку согласно эскизу, если коробление превышает допусковое. 2. Выдувать окалину из ручья после каждой штампованной заготовки. 3. Охлаждать штампованную заготовку на воздухе.	Молот штамповочный паровоздушный М-2145 3,15 тс или М-213 3,15 тс	Штамп У6550-4059; Пирометр RAYNGER 312 MSC (200...1800)°С или MARATHON MR1 SA (600...1400)°С; Штангенциркули ШЦ-I-125-0,1 ШЦ-II-200-0,1 ГОСТ 166-89; Радиусный шаблон набор 1 ТУ2-034-228-87;	950 850									

-23- 13.03.015-01-177
Лист 13
Цех 2 549.02221.
AK81950171
AK81950171-7700
549.55221.

Лист
Взам
К III

-24		13.02.01.501.177		Лист 14									
		Центр 2		5-49.02221.									
		AK81960171		549.56221.									
		AK81960171-7700											
Номер участка	операция	Наименование и содержание операции		Описание (наименование, код)	Т.р. град. °С	Т.р. софр. °С	Время нагрева мин.	Коэфф. пл.кременн	Кол. работч	Кол. дет	Тариф смена	Тип	
		Описание (наименование, код)	Величина сдвиг										назад
				Наконечник для выдува окалины из ручья У6568-2693; Приспособление для наконечника У6378-6000; Щит защитный У6568-2622; Кочерга У6568-0615; Очки защитные ГОСТ112.40.13-85; Набор клещей У6568-0642;									

Итого			
Всего			
КТП			

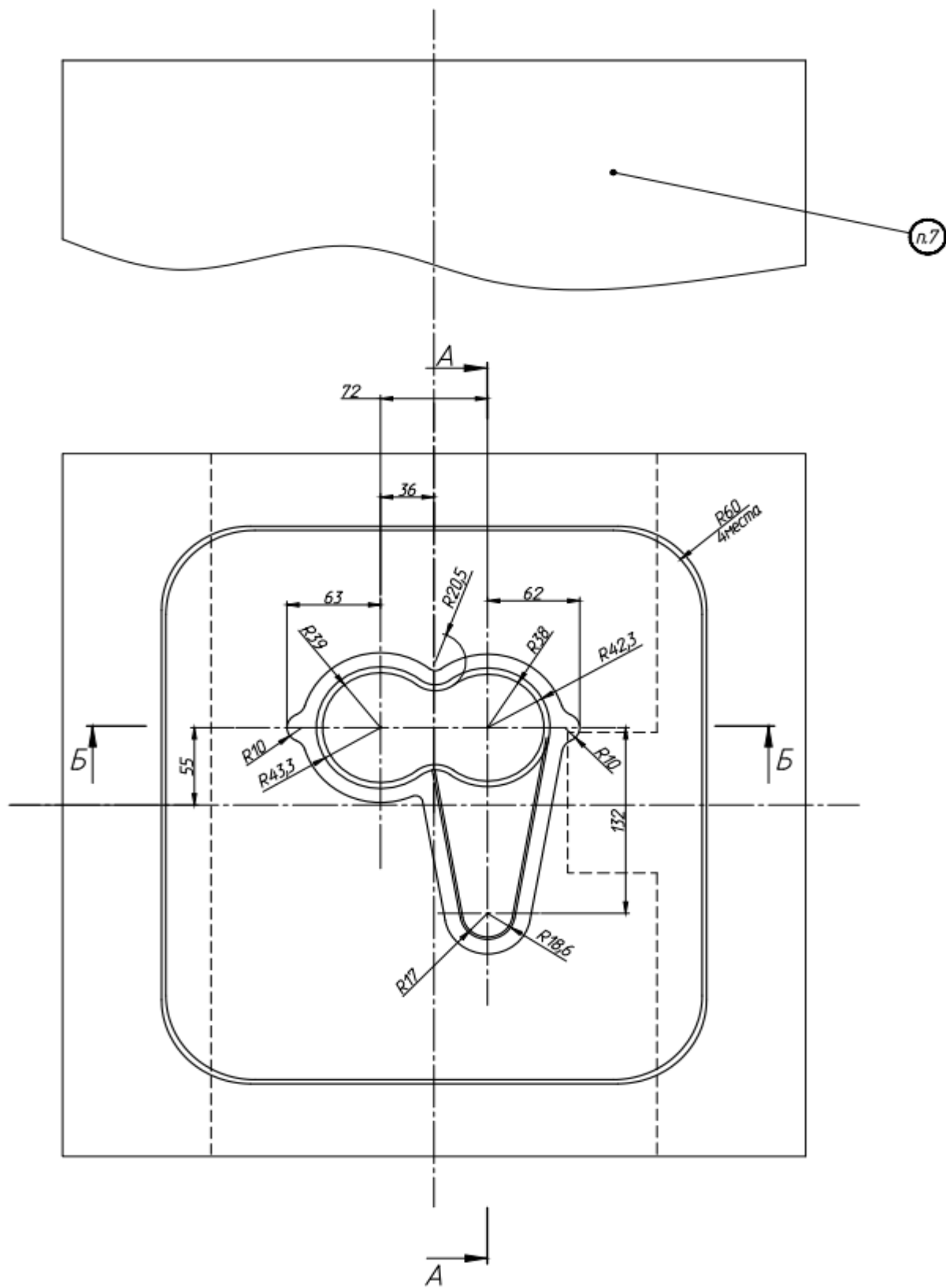
		Лист 15										
		№ 2	549.02221.									
		AK81950171 AK81950171-7700 549.55221.										
Учет- за.	Номер опера- ции	Наименование и содержание операции	Оборудование (наименование, код, индекс, марка)	Оснастка, инструмент (наименование, код)	Тра- обра- ботки, °С	Тра- обра- ботки, °С	Время надреза, мин	Коэф- фиц. ш. времени	Кол- во рабочих	Кол- во лет	Тиф. связь	Тиз.
2	075 0134	ОЧИСТКА 549.25000.00742; 1. Очистить штампованную заготовку в течение 6...10 минут.	Барабан дробельный 42223	Приспособление для загрузки и выгрузки У6874-8946;								
2	080 0109	ЗАЧИСТКА ИОТ-0323; 549.20221. 1. Зачистить облой согласно эскизу.	Пневмомашинка У5378-0868;	Круг ш лифровальный 1 100x20x20 25A25C1 ГОСТ 2424-83; Очи за щитные ГОСТ12.4.013-85;								

КТП

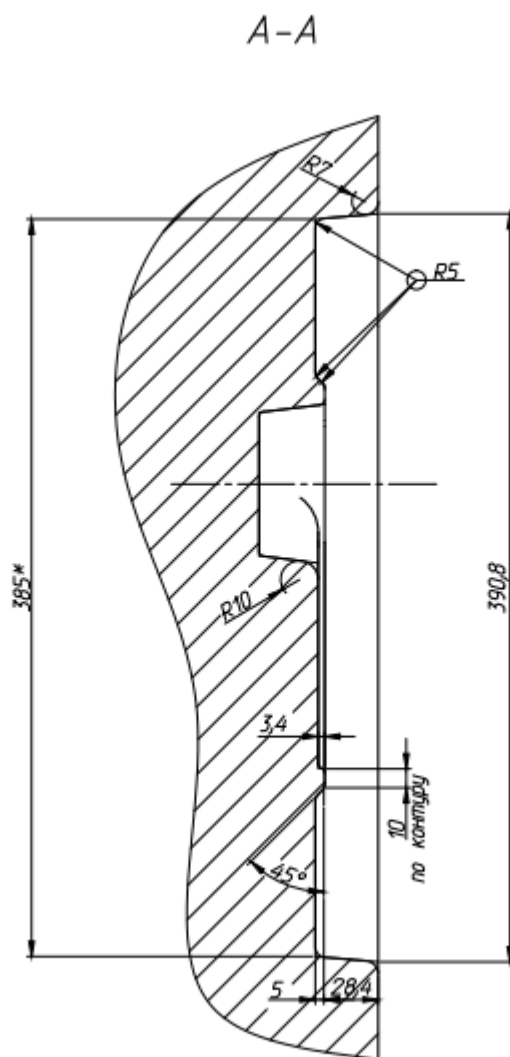
Исполн
Дата
Подп

ДОДАТОК Б

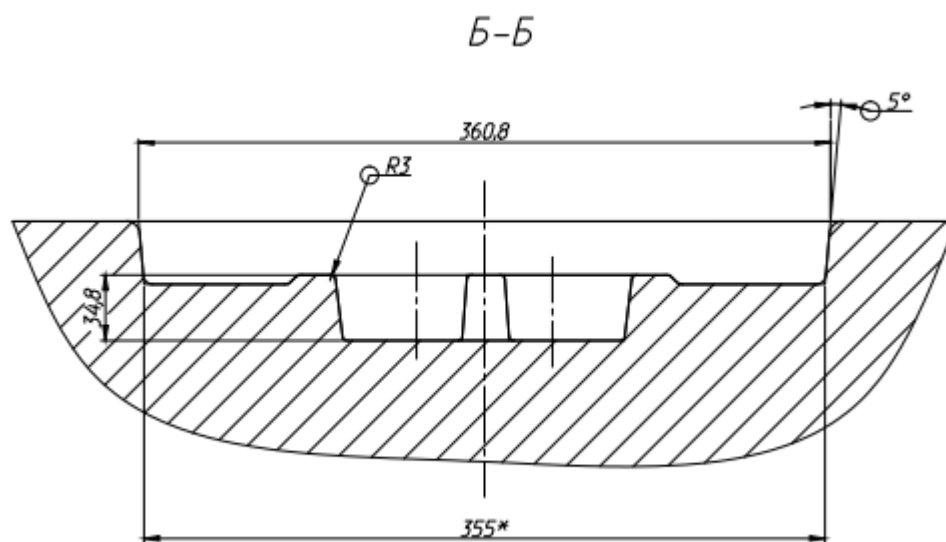
**ЕСКІЗ МОЛОТОВОГО ШТАМПУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
ДЕТАЛІ «КАЧАЛКА ПОПЕРЕЧНОГО КЕРУВАННЯ»**



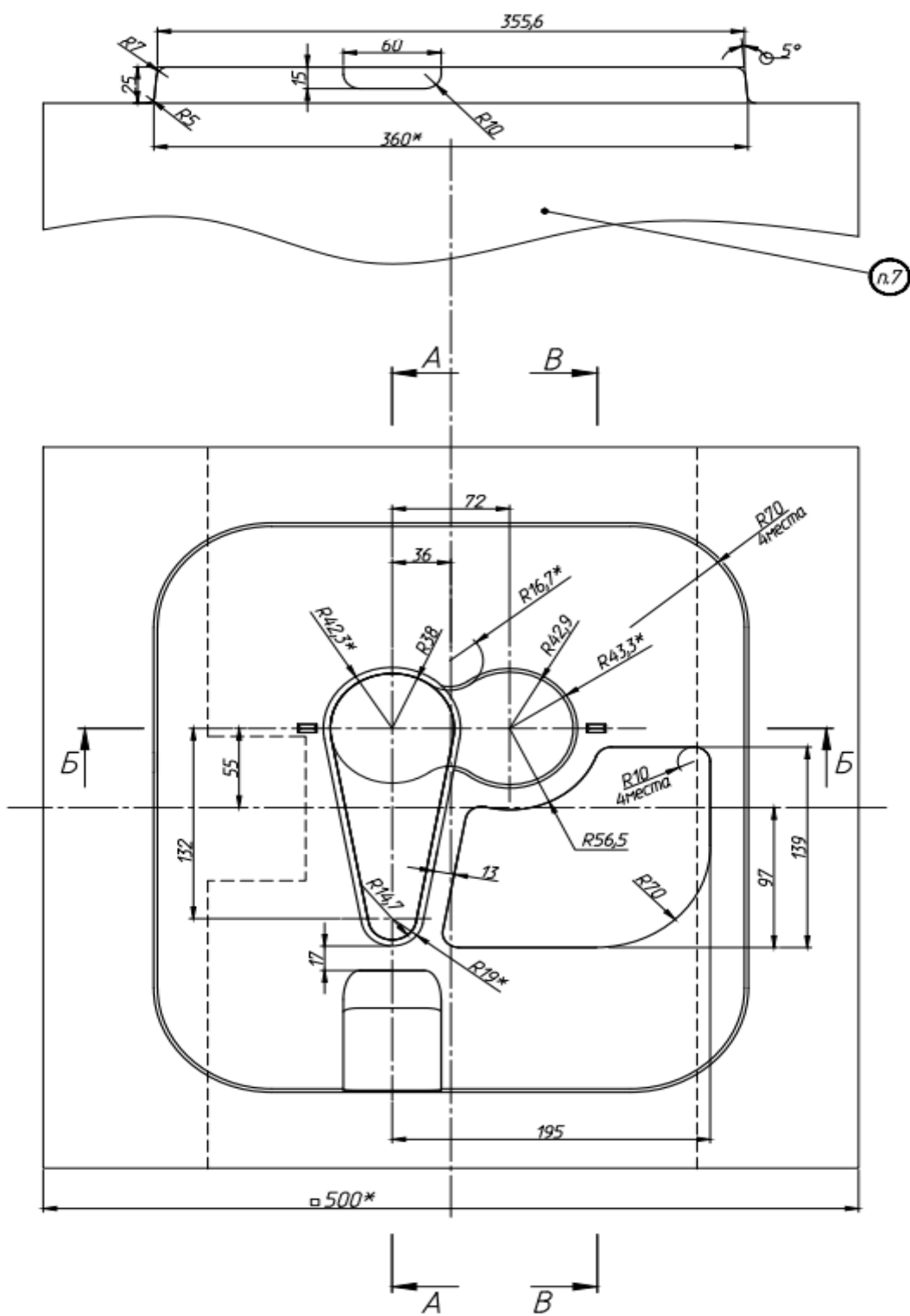
Загальний нижнього штапу



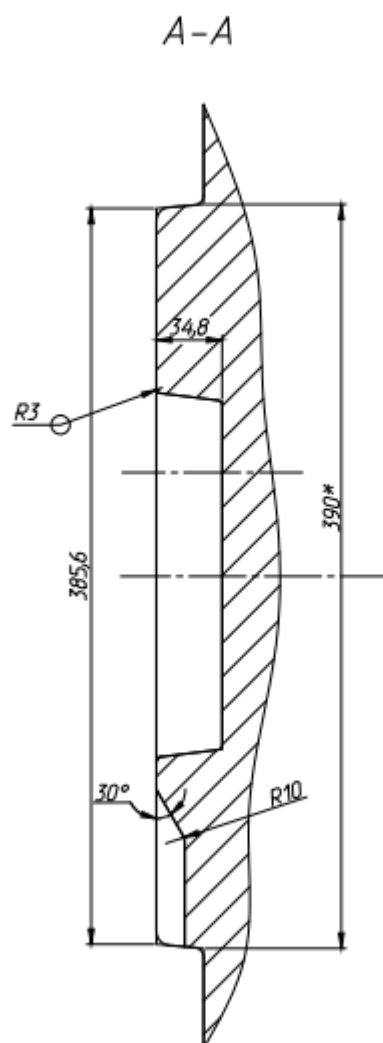
Розріз А-А нижнього штампу



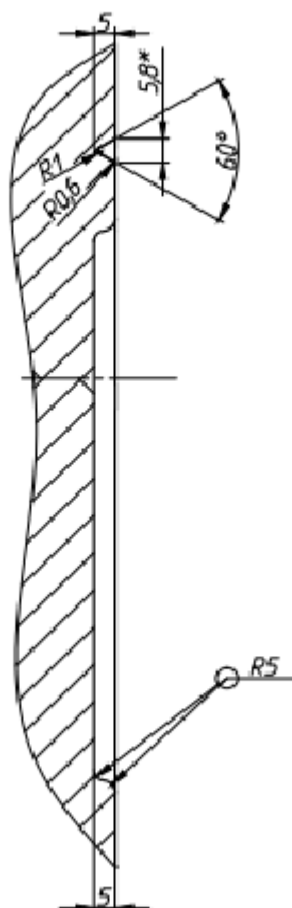
Розріз Б-Б нижнього штапу



Загальний вид верхнього штамп

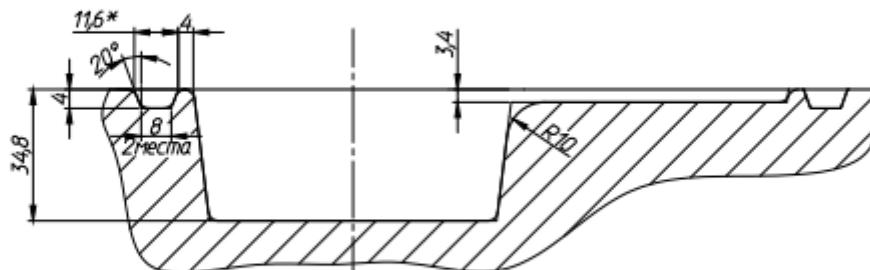


Розріз А-А верхнього штапу

B(1:1)

Вид В верхнього штампу

Б-Б(1:1)



Розріз В-В верхнього штапу