

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Рибаченка Євгенія Валерійовича
(ПІБ)

академічної групи 131-163-1
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вісь» в умовах серійного виробництва

(назва за наказом ректора)

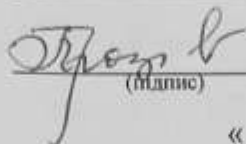
| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|------------------------|--------------------|------------------|---------------|--------|
| | | рейтинговою | інституційною | |
| кваліфікаційної роботи | Піньковський С.Г. | 92 | | |
| розділів | | | | |
| Аналітичний | Піньковський С.Г. | 90 | | |
| Технологічний | Піньковський С.Г. | 90 | | |
| Спеціальний | Піньковський С.Г. | 95 | | |
| Рецензент | | | | |
| Нормоконтроль | | | | |

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства

(повна назва)


(підпис)

В.В. Проців
(прізвище, ініціали)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту Рибаченку Є.В. академічної групи 131-163-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-професійною програмою _____
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему **Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал вторинний»**
в умовах серійного виробництва

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.05.20 №257-с

| Розділ | Зміст | Термін виконання |
|---------------|--|------------------|
| Аналітичний | Характеристика об'єкта виробництва; Виконання робочого кресленника заданої деталі, аналіз технологічності її конструкції | 9.05.2020 |
| Технологічний | Призначення способу отримання заготовки, проектування робочого кресленника | 15.05.2020 |
| | Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі і виконання маршрутної карти | 20.05.2020 |
| | Розрахунок міжопераційних розмірів механічної обробки | 24.05.2020 |
| | Детальна розробка операцій механічної обробки з розрахунком технічної норми часу, оформлення комплексу технологічної документації і карт налагодження на характерні операції | 2.06.2020 |
| Спеціальний | Обробка обкатуванням важко навантажених валів | 12.06.2020 |

Завдання видано


(підпис керівника)

Піньковський С.Г.
(прізвище, ініціали)

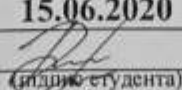
Дата видачі

04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії

15.06.2020

Прийнято до виконання


(підпис студента)

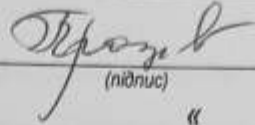
Рибаченко Є.В.
(прізвище, ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

«Затверджую»

Завідувач кафедру технологій
та матеріалознавства

(повна назва)


(підпис)

В.В.Проців

(прізвище, ініціали)

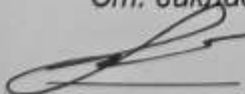
« ___ » _____ 20 ___ р.

ВІСЬ

Проект технологічного процесу виготовлення

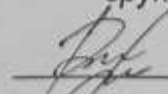
ТММ.ОППБ.20.01.01

Керівник роботи
Ст. викладач кафедри ТММ

 С.Г. Пінковський

« ___ » _____ 20 ___ р.

Студентка
групи 131-163-1 ММФ


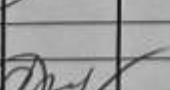
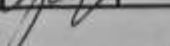
 Є.В. Рибаченко

« ___ » _____ 20 ___ р.

Зміст

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Аналітичний розділ | 4 |
| 1.1 | Введення | 4 |
| 1.2 | Характеристика об'єкта виробництва | 6 |
| 1.3 | Аналіз технологічності конструкції деталі | 8 |
| 2 | Технологічний розділ | 12 |
| 2.1 | Призначення річної виробничої програми випуску деталі | 12 |
| 2.2 | Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки | 13 |
| 2.3 | Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі | 16 |
| 2.4 | Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки | 19 |
| 2.5 | Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі ... | 21 |
| 3 | Спеціальний розділ | 30 |
| 3.1 | Обробка обкатуванням важконавантажених валів | 30 |
| | Висновки | 37 |
| | Список посилань | 38 |
| | Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи | 39 |
| | Додаток Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи | 40 |

ТММ.ОППБ.20.01.00 ПЗ

| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
|----------|------|--------------|---|------|---|------|------|--------|
| Розроб. | | Рибаченко |  | | Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вісь» в умовах серійного виробництва | Лист | Лист | Листов |
| Перев. | | Піньковський |  | | | 3 | | |
| Н.контр. | | | | | НТУ «ДП» | | | |
| Затв. | | Праців |  | | | | | |

Додаток А

| № | Позначення | Найменування | Кіл. аркуш | Примітки |
|----|-------------------------|---------------------------------|------------|----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | <u>Документація</u> | | |
| 3 | | | | |
| 4 | A4 ТММ.КРБ-20.01.00 ПЗ | Пояснювальна записка | 40 | |
| 5 | A4 02070743.01140.01301 | Комплект техдокументації | 29 | |
| 6 | | Презентаційні матеріали | | Е-файл |
| 7 | | | | |
| 8 | | <u>Графічні матеріали</u> | | |
| 9 | | | | |
| 10 | A1 ТММ.КРБ-20.01.01 | Вісь | 1 | РК |
| 11 | A2 ТММ.КРБ-20.01.02 | Вісь (заготівка) | 1 | РК |
| 12 | A1 ТММ.КРБ-20.01.03 | Налагодження технологічне оп.20 | 1 | |
| 13 | A1 ТММ.КРБ-20.01.04 | Налагодження технологічне оп.30 | 1 | |
| 14 | A2 ТММ.КРБ-20.01.05 | Налагодження технологічне оп.40 | 1 | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |

ТММДПБ-20.01.00

| Зм. | № Докум. | Підпис | Дата |
|----------|--------------|--------|------|
| Розроб. | Рибаченко | | |
| Керівник | Піньковський | | |
| Н.контр. | | | |
| Затв. | Проців | | |

Відомість матеріалів
кваліфікаційної роботи

| Літ | Аркуш | Арк |
|-----|-------|-----|
| | | |

НТУ «ДП»

Додаток Б

Відгук керівника кваліфікаційної роботи

Рубасова Євген Валерійович з фахової кваліфікаційної роботи на тему "Проект технологічного процесу вироблення деталі "Віс"..." здійснював дослідження її в новому об'єкті.

Ця робота Рубасова Є.В. носила добру загально-технічну і спеціальну цінність. Прийняв зацікавлені висловлювати проблеми, дискусії, отримувати і рішення.

Належно самостійно ознайомився з оформленням відповідно до вимог чинного стандарту ДСТУ 2.105-95, а технологічне дослідження до БСІД.

Своїм розумом і досвідом призначив спеціальному роз'ясненню і внаслідок цього внаслідок. У зв'язку з тим, що виробництво гідроінфільтрації в Україні.

Загалом, робота заслуговує високої оцінки, а її автор заслуговує на підвищення кваліфікації "технік-технолог" (механік)

Керівник роботи
ст. інженер Олександр ТИМ

 Зінкевич Олександр

| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Аркуш |
|----------------------|------|----------|--------|------|-------|
| | | | | | |
| ТММ.ОППБ.20.01.00 ПЗ | | | | | |

Зміст

| | |
|---|----|
| 1 Аналітичний розділ | 4 |
| 1.1 Введення | 4 |
| 1.2 Характеристика об'єкта виробництва | 6 |
| 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі | 8 |
| 2 Технологічний розділ | 12 |
| 2.1 Призначення річної виробничої програми випуску деталі | 12 |
| 2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки | 13 |
| 2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі | 16 |
| 2.4 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки | 19 |
| 2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі ... | 21 |
| 3 Спеціальний розділ | 30 |
| 3.1 Обробка обкатуванням важконавантажених валів | 30 |
| Висновки | 37 |
| Список посилань | 38 |
| Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи | 39 |
| Додаток Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи..... | 40 |

1 Аналітичний розділ

1.1 Введення

Машинобудування значною мірою визначає рівень економічного добробуту держави. Технічний прогрес машинобудування характеризується як поліпшенням конструкцій машин, так і безперервним удосконалюванням технології їхнього виготовлення. Основне завдання - виготовити машину заданої якості в потрібній кількості при найменших витратах матеріалів, мінімальній собівартості й високій продуктивності. У цей час у промисловому виробництві велике значення має підвищення продуктивності при високій гнучкості виробничого процесу, що задовольняється за рахунок використання засобів автоматизації й швидко переналагоджувального технологічного й допоміжного устаткування.

Ефективність машинобудування може підвищуватися й за рахунок зміни структури парку металорізального обладнання. Це досягається шляхом збільшення питомої ваги автоматизованого обладнання, оснащених мікропроцесорною й обчислювальною технікою, що дозволяє швидко й ефективно перебудовувати виробництво на випуск нових виробів. У машинобудівному виробництві більше 50% парку металорізальних верстатів працюють в умовах серійного й одиничного виробництва. При цьому, питома вага машинного (основного) часу становить не більше 20-40%. Виходячи із цього, при проектуванні нових цехів необхідно забезпечити оптимальне співвідношення наявних універсальних верстатів напівавтоматів і верстатів зі ЧПК. Економічно обґрунтоване завантаження обладнання повинне забезпечуватися відповідною організацією виробничого процесу в цеху, заснованою на прогнозуванні й оперативному керуванні з використанням обчислювальної техніки, що дозволяє скоротити час на технологічну підготовку й простій верстатів у налагодженні.

У сучасному машинобудуванні обробка різанням є головним технологічним методом, що забезпечує високу якість і точність оброблюваних поверхонь деталей. Тому розроблювальний технологічний процес повинен бути прогресивним, забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості деталей, скорочення трудових і матеріальних витрат на його реалізацію, зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище. Базовою вихідною інформацією для проектування технологічних процесів служать: робочий кресленник деталі, технічні вимоги, які регламентують точність, параметр шорсткості поверхні й інших вимог якості; обсяг річного випуску виробів, і розмір партії.

При проектуванні нових виробництв в основі технологічних розробок і вибору обладнання повинні знаходитися не тільки прогресивний технологічний процес, але й техніко-економічне обґрунтування, що підтверджує вигідність застосування нового високопродуктивного обладнання, складних і дорогих засобів технологічного оснащення. На діючих заводах необхідно враховувати наявне обладнання, однак це не повинне давати вирішального впливу на розроблювальний технологічний процес, якщо умови виробництва забезпечують раціональне використання спеціального устаткування, досягнення високої продуктивності роботи, зниження собівартості деталей.

У даній кваліфікаційній роботі розроблений технологічний процес механічної обробки деталі електровоза ДЭ1-006 «Вісь» в умовах серійного виробництва.

При виконанні проектних процедур використані сучасні методики розрахунків режимів різання для прогресивного різального інструменту, які перевірені у виробничих умовах, що діє нормативно-технічна документація й стандарти системи ЄСКД і ЄСТД.

1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Основними вихідними даними для технологічного проектування є конструкторський документ у вигляді робочого креслення, що виконаний на форматі А1 за ГОСТ 2.301-68 і подає повну інформацію про матеріал деталі і його механічних властивостей, термообробку, форму, розміри і точність розташування поверхонь. Графічна й текстова інформація представлена відповідно до вимог ЄСКД.

Для розробки оптимального технологічного процесу виготовлення деталі, забезпечення раціональної концентрації технологічних операцій із застосуванням економічно обґрунтованих і технологічно необхідних методів обробки, необхідно проаналізувати призначення робочих поверхонь деталі, використовувані матеріали й технічні вимоги до них з погляду умов збирання й експлуатації.

Дана деталь є основним елементом у колісній парі - найвідповідальнішій частини електровозу ДЭ1-006. Через колісні пари на рейки передається все навантаження від кузова, візків і тягових електродвигунів. При русі по рейках колісна пара жорстко сприймає всі удари на стиках, хрестовинах і інших нерівностях дорожнього полотна. Тому на виготовлення й утримування колісних пар звертають особливу увагу. Колісна пара електровоза складається з наступних елементів: осі, двох колісних центрів, двох або одного зубчастого колеса із центрами й двох бандажів зі зміцнювальними (бандажними) кільцями. Разом з бандажем колісний центр становить колесо. Колесо напресовується на вісь. Розміри й вид колісних пар залежать від типу й конструкції електровоза.

Деталь «Вісь» зазнає на собі не тільки тиск, переданий на неї від ваги електровоза й згинаючий вісь, але також піддається значному зусиллю, що скручує і походить як від передачі зусилля від тягового електродвигуна через зубчасті колеса, так і від ковзання одного колеса щодо іншого. При цьому зусилля, випробовувані віссю від тертя колеса об рейки й від всіх поштовхів, сприйманих колесами, тобто зусилля, що скручують вісь, тим більше, чим більше діаметр коліс.

Основними конструкторськими базами деталі «Вісь» слугують циліндричні шейки діаметром 210±6 мм і торці поверхонь діаметром 180±6 мм, які визначають точність встановлення вала в підшипникових опорах.

Конструкція деталі представлена на рисунку 1. Частина 3 осі, на яку напресовується колесо, називається підматочною частиною, а частина 1, на яку насаджується роликовий підшипник, - шийкою. Перехід 2 від підматочної частини осі до шийки зветься передпідматочною частиною. Частина 4 з боку підматочних частин є шейками під моторновісєві підшипники. Частина 5 є середньою частиною осі. Переходи від одного діаметра осі до іншого називаються перехідними галтелями, виконаними для зменшення концентрації напруг у цих місцях.

Рисунок 1 – Конструкція вісі

Найбільш відповідальні поверхні деталі: циліндричні поверхні під підшипники (180±6, поверхні під ходові колеса (228, поверхня під зубчасте колесо (230). До перерахованих поверхонь пред'являються підвищені вимоги. Всі посадкові ділянки осі обробляються до шорсткості $Ra=0,8$ мкм. На ці поверхні задані допуски паралельності в межах 0,01мм і 0,025мм і допуски на радіальне биття в межах 0,03мм і 0,05мм. Невиконання зазначених вимог може привести до перекосу підшипників, їхньому заклинюванню, перегріву й поломці, до порушення нормального зачеплення зубчастого колеса. Відмінною рисою деталі можна вважати спеціальну конструкцію й високу якість поверхні перехідних галтелей, що виправдано необхідністю забезпечити високу витривалу міцність у зв'язку з дією інтенсивного знакозмінного навантаження на скручування.

Метал для вісєй електровозів повинен мати наступні механічні властивості: межа міцності при розтяганні 55-61 кг/мм²; при відносному подовженні 21-23% зразка довжиною

75 мм і діаметром 15 мм. Цим вимогам відповідає сталь марки 40Х ГОСТ 4543-71. Хімічний склад сталі наведений в таблиці 1.4, а механічні властивості повинні відповідати даним, наведеним у таблиці 1.5 [10].

Таблиця 1.4

в процентах

| C | Mn | Si | Cr | Ni | P | S | Cu | Ti |
|----------|---------|-----------|-----|-----|----------|------|------|------|
| | | | | | не более | | | |
| 0,35-0,4 | 0,5-0,8 | 0,15-0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,045 | 0,05 | 0,25 | 0,05 |

Таблиця 1.5

| $\sigma_{0,2}$ | σ_8 | δ_5 | RCU, Дж/см ² | HB |
|----------------|------------|------------|-------------------------|---------|
| МПа | | % | | |
| 784 | 980 | 10 | 59 | 207-217 |

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Склад робіт із забезпечення технологічності конструкції виробів на всіх стадіях їхнього створення встановлюється Єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Розрізняють виробничу, експлуатаційну й ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції виробу є її економічна доцільність при заданій якості й прийнятих умовах виробництва й експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки, коли конструкторські документи вже затверджені й не підлягають радикальним змінам, доцільно здійснювати якісний аналіз технологічності конструкції деталі з метою узагальнено, на підставі досвіду виконавця, встановити ступінь відповідності між показниками якості й прийнятих умов виробництва. Кількісну оцінку виконують за деякими показниками, щоб охарактеризувати ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

Деталь належить до класу валів, то ж є тілом обертання з довжиною більше двох діаметрів, і одночасно є елементом зубчастої передачі.

Основною характеристикою валів, що визначає технологічність конструкції, є жорсткість, яку оцінюють по величині відносини L/d_{np} , де L – довжина вала, мм; d_{np} – наведений діаметр вала, визначений по формулі:

$$d_{np} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot l_i}{L} = \frac{2 \cdot 140 \cdot 11 + 2 \cdot 170 \cdot 45 + 2 \cdot 165,5 \cdot 10 + 2 \cdot 180 \cdot 300 + 2 \cdot 210 \cdot 55 + 2 \cdot 288 \cdot 210 + 227 \cdot 45 + 230 \cdot 255 + 2 \cdot 224 \cdot 85 + 200 \cdot 920}{2520} = 224,9(\text{мм}), \quad (1.1)$$

де d_i – діаметр i -того щабля вала, мм;

l_i – довжина i -того щабля вала, мм.

В даному випадку відношення дорівнює 11,2, що більше рекомендованого значення (10). Отже, для ефективної механічної обробки без обмеження режимів різання і досягнення економічно обґрунтованої точності, необхідно застосовувати схеми базування для нежорстких валів.

Основні конструкторські бази деталі - дві циліндричні поверхні діаметром 210 мм з допуском шостого квалітету поверхонь. Вимоги до точності робочих поверхонь вала відповідають їхньому службовому призначенню, не є завищувати і не знижують технологічність конструкції деталі.

Застосований матеріал забезпечує виконання вимог до механічних властивостей поверхонь і деталі в цілому, і має гарні технологічні характеристики як при обробці тиском, так і різанням.

Конструкція осі дозволяє вести обробку в центрах, тобто забезпечити поєднання технологічних і вимірювальних баз, а також виконати вимогу сталості баз, що гарантує співвісне розташування робочих поверхонь вала. Двостороннє розташування уступів і співвідношення діаметрів ступенів благоприємні для продуктивного токарного оброблення та рівномірної концентрації операцій. Співвідношення квалітетів і параметрів шорсткості оброблюваних поверхонь є оптимальним.

Таким чином, технологічність конструкції деталі «Вісь» після якісного аналізу можна оцінити як добру за основними показниками.

Кількісну оцінку технологічності конструкції деталі виконаємо по трьох з одинадцяти, передбачених ГОСТ 14.201-83 показникам.

1. Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів визначається по формулі:

$$K_{y.э} = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}, \quad (1.2)$$

де $Q_{у.э}$ – число уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів;

$Q_э$ – загальне число типорозмірів конструктивних елементів;

Прикладами конструктивних елементів виробу є різьблення, кріплення, галтелі, фаски, проточки, отвори й т.п. Ознаки по яких конструктивний елемент може вважатися уніфікованим встановлюється галузевою нормативно-технічною документацією. Дані для аналізу наведені в таблиці 1.1.

Таблица 1.1

| Вид конструктивного елемента | Кількість | |
|------------------------------|-----------|--------------|
| | загальна | уніфікованих |
| Лінійні розміри | 70 | 46 |
| Фаски | 8 | 6 |
| Радіуси | 17 | 13 |
| Кути | 9 | 9 |
| Центрові отвори | 2 | 2 |
| Галтелі | 7 | 0 |
| Різьблення | 6 | 6 |
| Канавки | 2 | 2 |
| Всього | 111 | 84 |

Підставивши дані в формулу 1.1, отримуємо:

$$K_{у.э} = \frac{84}{111} = 0,76$$

Оскільки коефіцієнт не менше 0,6, то за коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічною

2. Коефіцієнт точності обробки визначається по формулі:

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (1.3)$$

де $A_{ср}$ – середній квалітет розмірів виробу, що визначається за формулою:

$$\begin{aligned} A_{ср} &= \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 12n_{12} + 13n_{13} + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12} + n_{13} + n_{14}} = \\ &= \frac{6 \cdot 3 + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 2 + 9 \cdot 1 + 11 \cdot 6 + 14 \cdot 68}{82} = 13,1 \end{aligned} \quad (1.4)$$

де A – квалітет розміру;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету.

Підставивши отримане значення в формулу 1.3 одержимо результат:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{13,1} = 0,92,$$

При такому значенні коефіцієнта точності обробки деталей вважається технологічною, оскільки $K_{mч}$ більше нормативного значення (0,8).

3. Коефіцієнт шорсткості поверхні визначається по формулі:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.5)$$

де $B_{ср}$ – середнє значення параметра шорсткості, що визначене по формулі:

$$B_{ср} = \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{50 \cdot n_1 + 25 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_7 + 0,4 \cdot n_8 + \dots + 0,0012 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_7 + n_8 + \dots + n_{14}} =$$
$$= \frac{12,5 \cdot 24 + 6,3 \cdot 6 + 3,2 \cdot 2 + 1,6 \cdot 3 + 0,8 \cdot 14}{49} = 7,4 \text{ (мкм)} \quad (1.6)$$

де B – числове значення параметра шорсткості за шкалою Ra ГОСТ 2789-73;

n_i – кількість поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

Підставивши отримане значення в формулу 1.5 одержимо результат:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{7,4} = 0,86$$

Таке значення при обробці чорних металів свідчить про технологічність деталі по даному показнику.

2 Технологічний розділ

2.1 Призначення річної виробничої програми випуску деталі

Виробнича програма випуску деталей встановлюється залежно від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов збирання. На початковому етапі проектування технологічних процесів виготовлення деталей, що входять у виріб, річна виробнича програма випуску визначається по формулі:

$$N = N_{\text{в}} \cdot q \cdot \left(1 + \frac{h}{100}\right), \text{ (шт)} \quad (2.1)$$

де $N_{\text{в}}$ – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – відсоток деталей, призначених на запасні частини.

Річна потреба в колісних парах становить 300 штук. Кожна колісна пара складається з однієї осі, на яку встановлюють дві букси. З огляду на умови роботи деталей, приймаємо для деталі «Вісь» $q = 4\%$. Підставивши вихідні в формулу (2.1), отримуємо значення річної виробничої програми

$$N = 300 \cdot 1 \cdot 1,04 = 312 \text{ шт, приймаємо } 312 \text{ шт.}$$

Загальноприйнятим критерієм при розробці й аналізі технологічного процесу використовується така класифікаційна категорія, як тип виробництва. Попереднє визначення типу виробництва ґрунтується на взаємозв'язку між річною програмою випуску деталі і її масою. Виходячи із прийнятої річної виробничої програми випуску деталей і їхньої маси, приймаємо серійний тип виробництва. Одним з показників, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, що запускаються одночасно у виробництво. Вона визначається по формулі:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} = \frac{312 \cdot 20}{251} = 12,4, \quad (2.2)$$

де a - періодичність запуску деталей у виробництво, днів. Для серійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на десять робочих днів;

Φ - число робочих днів у році, 251.

Таким чином, при виробництві заданої деталі при розмірі виробничої партії 12 штук річна програма буде виконана після 26-и запусків.

2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення. Вибрати заготовку – означає встановити спосіб її отримання, призначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати вимоги до точності виготовлення. При виборі заготовки для знов проєктованого технологічного процесу розглянемо два способи отримання заготовки, які не викликають істотних змін в побудові і змісті процесу механічної обробки. В цьому випадку перевага віддається заготовці, що характеризується кращим використанням металу і меншою вартістю з урахуванням приведених витрат на одиницю продукції по статтях витрат, що відрізняються. Інакше остаточне рішення можна ухвалити тільки після економічного комплексного розрахунку собівартості заготовки і механічної обробки в цілому.

З огляду на експлуатаційне призначення деталі, яка передбачає високу міцність від втоми, розглядаємо єдино можливий метод отримання заготовки - обробку тиском в гарячому стані, оскільки тільки методом проковування можна досягти високого класу карбідної неоднорідності матеріалу, що забезпечує необхідну витривалу міцність.

Нормативно-технічним документом, що встановлює величину припусків на механічну обробку, напуски і допуски на номінальні розміри поковки, виготовленої куванням на пресах, є ГОСТ 7062-79. Розміри і конфігурація деталі, які визначають форму і розміри поковки, наведені на рисунку 2.1.

Форма поковки, найбільшою мірою наближена до форми деталі, характеризується наявністю уступів і виїмки. Відповідно до методики, запропонованої НТД, встановлюємо II групу точності поковки і за таблицею 3 [3] призначаємо припуски і граничні відхилення на зовнішні циліндричні поверхні, виходячи з повної довжини вала і діаметра розглянутого перерізу.

Крім того, на всі перерізи поковки, крім основного, призначається додатковий припуск. Відповідно до таблиці 6, додатковий припуск дорівнює 2 мм на діаметр, оскільки різниця діаметрів сусідніх ступенів не перевищує 56 мм. Основним перерізом для поковок даного типу є переріз максимального діаметру. Отримані дані наведені в таблиці 2.1.

Рисунок 2.1 – Конфігурація та розміри готової деталі

Таблиця 2.1

| Розмір перерізу деталі, мм | Загальний припуск, мм | Додатковий припуск, мм | Розмір поковки, мм |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| $\varnothing 180$ n6 | 18 | 2 | $\varnothing 200 \pm 7$ |
| $\varnothing 200^{+0,115}$ | 19 | 2 | $\varnothing 221 \pm 7$ |
| $\varnothing 230$ h7 | 21 | - | $\varnothing 251 \pm 7$ |

Припуски і граничні відхилення на загальну довжину і розміри від єдиної бази до виступів і уступів поковки розраховують і призначають відповідно до схеми, наведеної на рисунку 2.2. Результати розрахунку наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Розрахунок лінійних розмірів кування

| Розмір деталі, мм | Розрахункова формула | Розрахунковий розмір, мм | Виконавчий розмір, мм |
|-------------------|--|--|-----------------------|
| 680 | $(l_1 + 1,5\delta_1) \pm 1,5\Delta_1/2$ | $680 + 1,5 \cdot 21 = 711,5$ | 710 ± 10 |
| 920 | $(l_2 - 0,75\delta_1 - 0,75\delta_3)$ | $920 - 0,75 \cdot (19 + 21) = 890$ | 890 |
| 1310 | $(l_2 + l_3 + 0,75\delta_3 - 0,75\delta_1) \pm 1,5\Delta_1/2$ | $1310 + 0,75 \cdot 21 - 0,75 \cdot 21 = 1310$ | 1310 ± 10 |
| 1575 | $(l_2 + l_3 + l_4 + 1,5\delta_4 - 0,75\delta_1) \pm 1,5\Delta_1/2$ | $1575 + 1,5 \cdot 18 - 0,75 \cdot 21 = 1587,8$ | 1585 ± 10 |
| 2520 | $(L + 1,5\delta_5 + 1,5\delta_4) \pm 1,5(\Delta_5/2 + \Delta_4/2)$ | $2520 + 1,5 \cdot 18 + 1,5 \cdot 18 = 2574$ | 2575 ± 21 |

Рисунок 2.2 – Форма поковки з уступами та виїмками

Можливість утворення уступів і виїмок перевіряється по мінімально допустимим розмірам висот і довжин в залежності від довжини поковки і розмірів прилеглих поверхонь. Так, для діаметрів сусідніх поверхонь до 200 мм мінімальна висота уступу або виїмки 13 мм при довжині 170 мм. Таким чином, на проектованій заготівлі можливе виконання як буртів, так і виїмки.

Обсяг і масу поковки визначають виходячи з встановлених розмірів з урахуванням напусків на скосах і торцях, кут яких не повинен перевищувати 15 градусів. Вихідні дані для розрахунку наведені на рисунку 2.3, а результати розрахунку - в таблиці 2.3.

Рисунок 2.3 – Форма і розміри кування

Таблиця 2.3

Розрахунок маси поковки

| Номер фігури на рис.2.3 | Маса, кг | Примітка |
|-------------------------|----------|--|
| 1 | 69,02 | |
| 2 | 275,16 | зі скосами |
| 3 | 267,86 | |
| 4 | 105,36 | зі скосами |
| 5 | 67,78 | |
| Скосы після рубки | 5,88 | $P=2 \times 0,28 \cdot 10^{-6} (D+\delta)^3$ |
| Всього | 791,06 | $K_{вм} = 0,82$ |

2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Виробничий процес в умовах серійного типу виробництва характеризується широкою номенклатурою виробів і значними обсягами випуску.

Найбільш ефективним засобом, що дозволяє забезпечити найвищий ступінь автоматизації, високу універсальність і значну продуктивність при великій насиченості технологічних операцій, є раціональне використання встаткування із числовим програмним керуванням і пов'язані з ним технології організації робочих місць, складів, транспорту, контролю операцій і керування виробничими процесами.

Перелік оброблюваних поверхонь деталі «Вісь» і пропонувані методи обробки, що забезпечують необхідну точність, наведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4

| Вид поверхні, розмір, мм | Квалітет | Шорсткість Ra, мкм | Метод обробки поверхні |
|----------------------------------|----------|--------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішня $\varnothing 180$ h6 мм | 6 | 0,8 | Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування чорнове Шліфування чистове |
| Зовнішня $\varnothing 210$ s6 | 6 | 0,8 | Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування |
| Зовнішня $\varnothing 230$ h7 мм | 7 | 0,8 | Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування |
| Зовнішня $\varnothing 228$ u8 мм | 8 | 0,8 | Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування |

Продовження таблиці 2.4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|----|------|--|
| Зовнішня $\varnothing 140$ h8 мм | 8 | 3,2 | Точіння чорнове Точіння чистове |
| Зовнішня $\varnothing 200$. h9 мм | 9 | 1,6 | Точіння Шліфування |
| Зовнішня M170x3-6g | - | 3,2 | Точіння чорнове Точіння чистове Точіння різьблення |
| Внутрішня $\varnothing 70^{+0,74}$ мм | 14 | 12,5 | Розточування одноразове |
| Внутрішня M16-7H | - | 6,3 | Свердління Різьбонарізання |
| Торцеві 2520, 300H11 мм | 14 | 6,3 | Точіння одноразове |
| Торцова $11^{+0,43}$ мм | 14 | 3,2 | Точіння чорнове Точіння чистове |
| Паз 40H11 мм | 11 | 6,3 | Фрезерування одноразове |

Технологічними базами для обробки більшості поверхонь деталі будуть торці осі і центрові отвори, які обробляються на першій операції. Центрові отвори за кресленням мають форму «В» і розташовані в виточенні $\varnothing 70^{+1,2}$ мм, несоосність отворів щодо загальної осі не більше 0,3 мм. Щодо цієї ж осі заданий допуск на симетричність паза 40H11 в межах 120 мкм. Оскільки допуски розташування вказаних поверхонь не є підвищеними, для досягнення кон-центричності ступенів обробляти вісь слід з одного установу. На цій же операції можлива обробка чотирьох отворів M16-7H. В умовах серійного виробництва можливе використання як універсальних, так і спеціальних верстатів. В даному випадку на першій операції доцільно використовувати горизонтально-розточний верстат. Можливості верстата дозволяють проводити обробку без переустановлення деталі (поворот столу на 180°), що забезпечить виконання заданих в робочому кресленні вимог. Базами на першій операції є поверхні опорних шийок осі.

Конструктивні особливості центрових отворів дають можливість застосування спеціального центру повідкового типу для передачі крутного моменту на деталь за допомогою упорів, розташованих в виточенні. При цьому забезпечується вільний доступ до поверхонь з лівого торця і можлива обробка деталі з однієї установки.

Чорнова обробка ведеться з установкою осі в центрах на токарно-копіювальному верстаті. На операції чистового точіння опорних шийок осі і канавок, враховуючи схему обробки, жорсткість деталі і розташування канавок, доцільно використовувати верстат з ЧПК.

Шліфування опорних шийок осі можливо за одну технологічну операцію методом поздовжньої подачі на круглошліфувальних верстаті, що має як автоматичну подачу під час реверсування столу, так і ручну поперечну подачу. Чистове шліфування здійснюється на окремій операції, тому що буде потрібно шліфувальний круг з іншими характеристиками, ніж для чорнового шліфування. Крім того, цю операцію доцільно виконувати останньою, після зміцнюючого обкатування, для виконання вимог до точності взаємного розташування основних поверхонь.

Оскільки при роботі в вузлі поверхні деталі відчувають змінне навантаження, то для підвищення міцності і зносостійкості на заключному етапі обробки необхідно піддати їх поверхневому пластичному деформуванню. З цією метою виконується зміцнюючі обкатування галтелів осі роликком під тиском на спеціальному накатному верстаті.

Технологічний процес виготовлення деталі завершується контрольною операцією, на якій здійснюється контроль отриманих розмірів поверхонь, точності форми і їх взаємного розташування.

Пропонований технологічний маршрут наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

| № оп | Найменування операції | Стислий зміст операції | Модель верстата |
|------|------------------------|---|-----------------|
| 05 | Горизонтально-розточна | Підрізування торців, розточення виточки, підготовка центрових отворів, фрезерування паза, обробка різьбових отворів | 2A635 |
| 10 | Токарно-копіювальна | Обдирання та чорнове точіння ступенів з лівого торця | 1732Г |
| 15 | Токарно-копіювальна | Обдирання та чорнове точіння ступенів з правого торця | 1732Г |
| 20 | Токарна з ЧПК | Чистове точіння ступенів осі, торців, канавок, радіусів | 1740РФ3 |
| 25 | Круглошліфувальна | Попереднє і одноразове шліфування ступенів і шийок осі | 3М193 |
| 30 | Спеціальна токарна | Зміцнювальна накатка галтелей | 1835 |
| 35 | Круглошліфувальна | Чистове шліфування поверхонь $\varnothing 140\text{ h}8$, $\varnothing 210\text{ h}6$ и $\varnothing 230\text{ h}7$ мм | 3М193 |
| 40 | Круглошліфувальна | Чистове шліфування поверхонь $\varnothing 180\text{ n}6$ мм | 3М175 |
| 45 | Контрольна | Комплексний контроль деталі | |

2.4 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки

Мінімальна величина припуску при обробці циліндричних поверхонь визначається по формулі:

$$2Z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.3)$$

де Rz та h – параметр шорсткості й глибина дефектного шару, що характеризують умови попереднього технологічного переходу (заготівку), мкм;

Δ_{Σ} – сумарна величина просторових відхилень після виконання попереднього технологічного переходу, мкм;

ε_i – похибка встановлення деталі в пристосуванні на виконуваному технологічному переході, мкм.

Визначимо значення параметрів, що входять у формулу 2.3, і виконаємо розрахунок міжопераційних розмірів відповідно до загальноприйнятої методики на найбільш точну поверхню – опорну шийку діаметром 180 пб мм. Використаємо формулу (2.3) враховуючи, що похибка встановлення дорівнює нулю, так як деталь при обробці базується у центрах.

Особливістю обробки даної деталі є виконання обкатування після операції шліфування. При цьому, припуски на обкатування зазвичай не залишають, так як процес пластичного деформування впливає на розмір незначно – мнуться мікронерівності в межах допуску на заданий клас шорсткості.

Метод обробки даної поверхні наведено у таблиці 2.4. Вважаємо, що при обробці конструкційної сталі та прийнятої точності заготівки, досягнути необхідних характеристик поверхні можна за 4 технологічних переходи: чорнове точіння забезпечить 12 квалітет розміру ($T=460$ мкм, $Rz = 125$ мкм, $h = 120$ мкм); чистове точіння забезпечить 10 квалітет розміру ($T=185$ мкм, $Rz = 40$ мкм, $h = 40$ мкм); чорнове шліфування забезпечить 8 квалітет розміру ($T=63$ мкм, $Rz = 15$ мкм, $h = 15$ мкм) і чистове необхідний 6 квалітет $Rz = 5$ мкм, $h = 5$ мкм. Параметри заготівки, прийняті для розрахунку: $Rz + h = 2500$ мкм [24. Табл.11 с.185], допуск - 14 мм (див. табл. 2.1)

Сумарну величину просторових відхилень поверхні кованої заготівки, які обробляються у центрах, визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{ц}^2}, \quad (2.4)$$

де $\Delta_{кор}$ – жолоблення кування, яке враховує кривизну та неспіввісність циліндричних ступенів, мм ($\Delta_{кор} = 5$ мм);

Δ_c – похибка зацентровки, що визначається за формулою:

$$\Delta_c = 0,25 \sqrt{T^2 + 1} = 0,25 \sqrt{14^2 + 1} = 3,631 \text{ (мм)}, \quad (2.5)$$

де T – допуск на діаметральний розмір найбільшої ступені кування, що являється технологічною базою при зацентровці, мм.

Підставляючи значення у формулу (2.4) отримуємо:

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \sqrt{5^2 + 3,631^2} = 6,179 \text{ (мм)}.$$

Величина просторових відхилень оброблюваної поверхні після кожного технологічного переходу визначається по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma_{заг}} \cdot K_y, \quad (2.6)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми, що залежить від виду технологічного переходу

Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

| МОП $\varnothing 180 \text{ н6}^{+0,052}_{+0,027} \text{ мм}$ | Елементи припуску, мкм | | | Припуск, мкм | Розрахунковий розмір, мм | Допуск, мкм | Розмір, мм | | Припуск, мм | |
|--|------------------------|-----|-------------------|--------------|--------------------------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | Rz | h | Δ_{Σ} | | | | D_{min} | D_{max} | Z_{min} | Z_{max} |
| Заготівка | 2500 | | 6179 | | 198,867 | 14000 | 199 | 213 | | |
| Точіння чорнове | 125 | 120 | 371 | 17358 | 181,509 | 460 | 181,5 | 181,96 | 17,50 | 31,04 |
| Точіння чистове | 40 | 40 | 15 | 1232 | 180,277 | 185 | 180,280 | 180,465 | 1,220 | 1,495 |
| Шліфування чорнове. | 15 | 15 | - | 190 | 180,087 | 63 | 180,087 | 180,150 | 0,193 | 0,315 |
| Шліфування чистове | 5 | 5 | - | 60 | 180,027 | 25 | 180,027 | 180,052 | 0,060 | 0,098 |

Розрахунок міжопераційних розмірів на обробку інших поверхонь виконано табличним способом і результати наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 Міжопераційні розміри оброблюваних поверхонь деталі «Вісь»

| Метод обробки поверхні | Припуск, мм | Розрахунковий розмір, мм | Допуск, мкм | Розмір, мм | | Припуск, мм | |
|--|-------------|--------------------------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | | | | D_{min} | D_{max} | Z_{min} | Z_{max} |
| Зовнішня циліндрична діаметром $230 \text{ h7}(-0,047) \text{ мм}$ | | | | | | | |
| Заготівка | - | 250,953 | 14000 | 251 | 265 | - | - |
| Точіння чорнове | 17,6 | 233,353 | 720 | 233,35 | 234,07 | 17,65 | 30,93 |
| Точіння чистове | 2,2 | 231,153 | 185 | 231,153 | 231,338 | 2,197 | 2,732 |
| Шліфування | 1,2 | 229,953 | 47 | 229,953 | 230 | 1,200 | 1,338 |

Продовження таблиці 2.7

| Метод обробки поверхні | Припуск, мм | Розрахунковий розмір, мм | Допуск, мкм | Розмір, мм | | Припуск, мм | |
|--|-------------|--------------------------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | | | | D_{min} | D_{max} | Z_{min} | Z_{max} |
| Зовнішня циліндрична діаметром 228 u8 ($+0,356$ / $+0,284$) мм | | | | | | | |
| Заготівка | - | 249,284 | 14000 | 251 | 265 | | |
| Точіння чорнове | 17,6 | 231,684 | 720 | 231,70 | 232,42 | 19,30 | 32,58 |
| Точіння чистове | 2,2 | 229,484 | 290 | 229,48 | 229,77 | 2,22 | 2,65 |
| Шліфування | 1,2 | 228,284 | 72 | 228,284 | 228,356 | 1,196 | 1,414 |
| Зовнішня циліндрична діаметром 200 h9($-0,115$) мм | | | | | | | |
| Заготівка | | 220,885 | 14000 | 221 | 235 | | |
| Точіння | 19,8 | 201,085 | 460 | 201,10 | 201,56 | 19,9 | |
| Шліфування | 1,2 | 199,885 | 115 | 199,885 | 200,000 | 1,215 | |
| Торцеві, зв'язані розміром 2520 \pm 1,65 мм | | | | | | | |
| Заготівка | | 2554,35 | 42000 | 2554 | 2596 | | |
| Обробка лівого торця | 18 | 2536,35 | 5400 | 2535,4 | 2540,8 | 18,6 | |
| Обробка правого торця | 18 | 2518,35 | 3300 | 2518,35 | 2521,65 | 17,05 | |

2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі

Основна мета детальної розробки технологічної операції - розробка технологічної документації, що містить повну інформацію про зміст операції, її технологічному й метрологічному оснащенні, трудовитратах. Початковими даними, що визначають послідовність операцій та їх призначення, є технологічний маршрут виготовлення деталі, наведений в таблиці 2.5. Призначення режимів різання, вимоги до точності розмірів здійснюється на основі результатів розрахунку міжопераційних припусків та розмірів, які приведені в таблиці 2.7.

Виготовлення деталі «Вісь» передбачає 8 технологічних операцій механічної обробки. Зведені дані щодо технологічного оснащення та режимами різання для всіх операцій механічної обробки наведені в таблиці 2.. Розрахунки режимів різання виконані табличним способом за методикою, приведеною у [19]. Докладну ілюстрацію методики приводимо для операції «10».

Операція 10, Токарно-копіювальна

Операція виконується на центровому токарно-копіювальному напівавтоматі моделі 1732Г, оснащеним чотирьохпозиційним копінним пристроєм, двохпозиційною револьверною голівкою і поперековим супортом.

Заготівля базується в центрах. Задній центр – обертова ний, посилений А-1-6-У ГОСТ 8742-75. Крутний момент передається спеціальним повідковим пристроєм через торцевий паз. Інструмент встановлений в двох позиціях РГ. Охолоджуюча рідина - 2-5% емульсія НГЛ 205.

Чорновій обробці піддається ліва половина заготівки. Оскільки максимально можливий припуск на обробку складає 30,9 мм на діаметр (см. Табл. 2.14), передбачається трипрохідна обробка:

- 1 - з використанням першої позиції копірного пристрою здійснюється «обдирання» бічних поверхонь ступені найбільшого діаметра з формуванням двох конусів з кутами 8° і 12° . Глибина різання при цьому змінна і одномоментно може досягати 16 мм. Різучий інструмент - лівий різець з механічним кріпленням чотиригранної непереточуваної пластини з твердого сплаву Т5К10 2102-0196 ГОСТ 21151-75 тип 1, з головним кутом в плані 45° , встановлюється в першій позиції РГ. З огляду на значну відстань між двома поверхнями, що оброблюються (500 мм), рух супорта здійснюється з «перескоком». Тобто застосовується прискорене переміщення на пасивній ділянці траєкторії руху.
- 2 - друга позиція копірного пристрою використовується для попереднього точіння і формування необхідного профілю поверхні. Глибина різання більш стабільна і не перевищує 6 мм. Використовується такий же різець, що і на попередньому переході.
- 3 - на третьому переході остаточно формується профіль і розміри поверхонь, передбачених після чорнового точіння. Різучий інструмент - різець для контурного точіння з механічним кріпленням тригранної твердосплавної пластини Т15К6 2101-0972 ГОСТ 20872-80, тип 4, встановлений у другій позиції РГ.

Стисла характеристика верстата

| | | |
|--|--------------|------|
| 1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм | над станиною | 590 |
| | над супортом | 320 |
| 2. Найбільша довжина заготівки, мм | | 2800 |
| 3. Найбільше переміщення копіювального супорта, мм | поздовжнє | 2785 |
| | поперекове | 161 |
| 4. Найбільше переміщення поперекового супорта, мм | | 153 |

5. Ряд частот обертання шпинделя об/хв

56; 63; 76; 80; 89; 100;
112; 126; 145; 161; 180;
202; 227; 253; 275; 310;
348; 388; 435; 490; 552;
622; 700; 785; 880; 990

6. Діапазон робочих подач супортів, мм/хв (б/с)

копіювального 20-450
поперечного 10-240

7. Швидке переміщення копіювального супорта, мм/хв

4000

8. Кількість позицій револьверної голівки

2

9. Кількість позицій копірного пристрою

4

10. Потужність приводу головного руху, кВт

40

Рекомендоване значення подачі при чорновому точінні поверхні діаметром 250 мм з сталей VI групи різцями з пластинами з твердого сплаву з перетином державки 32x32 мм - 0,42 мм / об. Дане значення уточнюється за змінюваних умов обробки за формулою:

$$S_0 = S_{om} \cdot K_{sn} \cdot K_{su} \cdot K_{sf} \cdot K_{s3} \cdot K_{sj} \cdot K_{sm} = 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,07 = 0,36 \text{ мм/об} \quad (2.7)$$

де S_{om} – табличне значення подачі на оборот;

K_{sn} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні;

K_{su} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

K_{sf} – коефіцієнт, що враховує наявність і вид фасонної поверхні;

K_{s3} – коефіцієнт, що враховує вплив загартування;

K_{sj} – коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи;

K_{sm} – коефіцієнт, що враховує групу оброблюваного матеріалу.

Для даного верстата подача регулюється безступінево і буде встановлена після призначення частоти обертання шпинделя.

По таблиці 36 [19] призначається рекомендована швидкість різання - 153 м / хв.

Дане значення уточнюється за змінюваних умов обробки за формулою:

$$V = V_m \cdot K_{vm} \cdot K_{vu} \cdot K_{v\gamma} \cdot K_{vm} \cdot K_{vj} \cdot K_{vn} \cdot K_{vo} = 153 \cdot 0,85 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 71,9 \text{ м/хв} \quad (2.8)$$

Де V_m – матричне значення швидкості різання;;

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

K_{vu} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$K_{v\gamma}$ – коефіцієнт, що враховує кут в плані;

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

K_{vj} – коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи;

K_{vn} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної пов.

K_{vo} – коефіцієнт, що враховує вплив МОР.

За розрахунковою швидкістю різання визначаємо потрібну частоту обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 71,9}{3,14 \cdot 251} = 91,2 \text{ об/хв} \quad (2.9)$$

За паспортом верстата найближче менше значення дорівнює 89 об / хв. Тоді хвилинна подача копіювального супорта дорівнює 32 мм / хв.

Визначаємо основний час на виконання переходу:

$$T_o = \sum \frac{L_{px.i}}{S_{мин}} + \frac{L_{хол}}{S_{уск.}} = \frac{110}{32} + \frac{508}{4000} + \frac{185}{32} = 9,35 \text{ (хв)} \quad (2.10)$$

де $L_{px.i}$ - довжина робочої ділянки траєкторії руху, мм;

$L_{хол}$ - довжина ділянки швидкого переміщення («перескоку») супорта, мм;

$S_{мин}$ -робоча хвилинна подача супорта, мм / хв;

$S_{хол}$ – прискорена подача холостого ходу супорта, мм / хв;;

Результати розрахунку режимів різання та оснащення для всіх операції наведені в таблиці 2.8.

| Операція 05, Горизонтально-розточувальна | | | | | | |
|--|----------------------------|---|-------|------------------------------------|----------|------------|
| Модель верстата | Пристрій | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ |
| | | хв | хв | хв | хв | |
| 2635 | Комплект призм та прижимів | 71,62 | 32 | 135 | 110,05 | 0,81 |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | |
| Зміст переходу | | Ріжучий інструмент | | Допоміжний інструмент | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | |
| 1. Фрезерувати торець | | Фреза 2214-0171 Т5К10 ГОСТ 9473-80 | | Оправка 6620-0219 ГОСТ 13041-83 | | |
| 2. Точити пов. $\varnothing 142$ мм довжиною 10 мм і фаску з радіального супорта | | Різець 2112-0073 Т5К10 ГОСТ 18880-73 | | - | | |
| 3. Фрезерувати паз 40 Н11 мм, глибиною $11^{+0,43}$ | | Фреза 2223-0019 ГОСТ 17026-71 | | Втулка 6100-0147 ГОСТ 13598-85 | | |

Продовження таблиці 2.8

| 1 | | 2 | | 3 | | | | | |
|---|-------|--|---------|---|----------|----------------------|--------|---------------------|---------------------|
| 4. Фрезерувати фаски 1x45° з обох сторін пазу | | Зенківка 2353-0135 ГОСТ 14953-80 | | Втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 5. Сверлити отвір $\varnothing 12^{+0,43}$ | | Сверло 2301-0039 ГОСТ 10903-77 | | Втулка 6100-0222 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 6. Фрезерувати отвір $\varnothing 70^{+0,74}$ мм на глибину 11 мм | | Фреза 22223-0557 ГОСТ 20538-75 | | - | | | | | |
| 7. Зенкувати фаску кутом 120° на діаметрі 40 мм. | | Зенківка 2353-0124 ГОСТ 14953-80 | | Втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 8. Зенкувати фаску кутом 60° на діаметрі 30 мм. | | Зенківка 2353-0145 ГОСТ 14953-80 | | Втулка 6100-0229 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 9. Сверлити 2 отв. $\varnothing 13,8$ під різьбу М16-7Н, витримуючи розмір 56^{+3} мм | | Свердел 2301-0505 ГОСТ 2092-77 | | Втулка 6100-0228 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 10 Зенкувати 2 фаски | | Зенківка 2353-0135 ГОСТ 14953-80 | | Втулка 6100-0229 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 11. Нарізати різьбу М16-7Н на глибину 45^{+4} мм | | Позначник 035-2620-0546 ОСТ2 И52-1-74 | | Патрон 191221053 ТУ2 035-681-79 Втулка 6100-0207 ГОСТ 13598-85 | | | | | |
| 12. Переустановити заготовку. Повторити переходи 1-11 | | | | | | | | | |
| <i>Характеристика переходів</i> | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t, мм | S, мм/хв | V, м/хв | DaбoB, мм | n, об/хв | L _{рх} , мм | i, шт. | T _o , хв | T _д , хв |
| <i>Позиція 1</i> | | | | | | | | | |
| 1 | 18 | 100 | 123,6 | 315 | 125 | 210 | 1 | 2,10 | 2,3 |
| 2 | 5 | 56 | 65 | 207 | 100 | 11 | 5 | 0,98 | 3,5 |
| 3 | 11 | 120 | 50,2 | 40 | 400 | 186 | 1 | 1,55 | 2,3 |
| 4 | 2 | 227 | 39,6 | 36 | 315 | 160 | 2 | 1,41 | 2,1 |
| 5 | 6,0 | 80 | 30,1 | 12 | 800 | 37 | 1 | 0,46 | 2,3 |
| 6 | 15 | 32 | 22,0 | 70 | 100 | 11,5 | 1 | 0,36 | 2,0 |
| 7 | 16 | 60 | 12,6 | 40 | 100 | 8 | 1 | 0,13 | 2,0 |
| 8 | 18 | 64 | 15,1 | 30 | 160 | 16 | 1 | 0,25 | 2,0 |
| 9 | 7,0 | 63 | 27,7 | 14 | 630 | 56 | 2 | 1,78 | 2,5 |
| 10 | 2,2 | 31,5 | 35,6 | 18 | 630 | 2,0 | 2 | 0,13 | 2,5 |
| 11 | - | 2,0мм/об | 15,8 | 16 | 315 | 56x2 | 2 | 0,36 | 2,8 |
| <i>Загальні витрати часу на позицію 1</i> | | | | | | | | 9,51 | 26,3 |
| <i>Загальні витрати часу на позицію 2</i> | | | | | | | | 9,51 | 26,3 |
| <i>Загальні витрати машинного часу на операцію</i> | | | | | | | | 19,02 | 52,6 |

Продовження таблиці 2.8

| Операція 10, Токарно-копіювальна | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------|------------|---|-------------|---------------|-----------------------|------------|------------|
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | |
| 1732Г | Повідковий пристрій Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | 43,84 | 15,6 | 120 | 65,67 | 0,83 | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | |
| 1. Обдирна обробка конусів | | | | Різець 2102-0196 Т5К10 ГОСТ 21151-75, тун1 | | | Копір 10-1 | | |
| 2. Точити попередньо по контуру | | | | - | | | Копір 10-2 | | |
| 3. Чорнове точіння по контуру | | | | Різець 2101-0972 Т15К6 ГОСТ 20872-80, тун4 | | | Копір 10-3 | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | T_d , хв |
| 1 | 16 | 35 | 70,1 | 251 | 89 | 295 | 1 | 9,35 | 0,9 |
| 2 | 6 | 45 | 70,1 | 251 | 89 | 1250 | 1 | 27,78 | 0,9 |
| 3 | 6 | 108 | 132,2 | 234 | 180 | 1250 | 1 | 11,57 | 0,9 |
| Операція 15, Токарно-копіювальна | | | | | | | | | |
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | |
| 1732Г | Повідковий пристрій Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | 47,35 | 15,6 | 120 | 69,44 | 0,83 | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | |
| 1. Обдирна обробка конусів | | | | Різець 2102-0196 Т5К10 ГОСТ 21151-75, тун1 | | | Копір 15-1 | | |
| 2. Точити попередньо по контуру | | | | - | | | Копір 15-2 | | |
| 3. Чорнове точіння по контуру | | | | Різець 2101-0972 Т15К6 ГОСТ 20872-80, тун4 | | | Копір 15-3 | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | T_d , хв |
| 1 | 16 | 35 | 70,1 | 251 | 89 | 295 | 1 | 10,69 | 0,9 |
| 2 | 6 | 45 | 70,1 | 251 | 89 | 1250 | 1 | 27,89 | 0,9 |
| 3 | 6 | 108 | 132,2 | 234 | 180 | 1250 | 1 | 11,62 | 0,9 |

Продовження таблиці 2.8

| Операція 20, Токарна з ЧПК | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------|------------|-----------------------------------|-------------|---------------|---|------------|------------|--|
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $K_{сер.}$ | | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | | |
| 1740РФЗ | Повідковий пристрій Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | 91,12 | 15,6 | 210 | 118,44 | 0,74 | | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | | |
| 1. Точіння за програмою з лівого торця до середини заготовки | | | | Різець 2103-0726 ГОСТ 20872-80 | | | Різцетримач 191711048 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| 2. Точіння за програмою з правого торця до середини заготовки | | | | Різець 2103-0725 ГОСТ 20872-80 | | | Різцетримач 191711047 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| 3. Точіння зарізьбової канавки з лівого торця | | | | Різець К.01.4525.000-01 ВНИИи | | | Різцетримач 191711048 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| 4. Точіння різьблення М170-6g з лівого торця | | | | Різець К.01.4526.01-05 ВНИИи | | | Різцетримач 191711048 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| 5. Точіння зарізьбової канавки з правого торця | | | | Різець К.01.4525.000 ВНИИи | | | Різцетримач 191711047 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| 6. Точіння різьблення М170-6g з лівого торця | | | | Різець К.01.4526-04 ВНИИи | | | Різцетримач 191711047 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| 7. Точіння п'яти галтелей | | | | Різець 2101-0973 ГОСТ 20872-80 | | | Різцетримач 191711047 ОСТ2 У16-2-78 | | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | T_d , хв | |
| 1 | 1,37 | 38 | 180,6 | 230 | 250 | 1265 | 1 | 33,29 | 0,3 | |
| 2 | 1,37 | 38 | 180,6 | 230 | 250 | 1270 | 1 | 33,42 | 0,3 | |
| 3 | 5 | 15 | 84,8 | 180 | 150 | 19 | - | 1,27 | 0,5 | |
| 4 | - | 3 мм/об | 106,8 | 170 | 200 | 116 | 7 | 0,86 | 0,7 | |
| 5 | 5 | 15 | 84,8 | 180 | 150 | 19 | - | 1,27 | 0,5 | |
| 6 | - | 3 мм/об | 106,8 | 170 | 200 | 116 | 7 | 0,86 | 0,7 | |
| 7 | 0,50 | 22 | 207,7 | 210 | 315 | 204 | 1 | 9,27 | 0,4 | |
| 8 | 0,50 | 22 | 207,7 | 210 | 315 | 158 | 1 | 7,18 | 0,3 | |

Продовження таблиці 2.8

| Операція 25, Круглошліфувальна | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|---------------|---|------------------|---------------|---|------------|------------|
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | |
| ЗМ193 | Повідковий пристрій Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | 112,1 | 15,6 | 45 | 134,31 | 0,72 | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | |
| 1. Шліфування пов. $\varnothing 180, 15_{-0,063}$ мм з двох боків заготовки | | | | Круг ПП 750x80x305 24А 40 СТ1 К8 ГОСТ 2424-83 | | | - | | |
| 2. Однократное шліфування двох пов. $\varnothing 228$ и 8 мм | | | | | | | | | |
| 3. Однократное шліфування пов. $\varnothing 200_{-0,115}$ мм | | | | | | | | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S_t , мм/хід | S_d , мм/об | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | T_o , хв | T_d , хв |
| 1 | 0,16 | 0,002 | 60 | 60 | 180 | 105 | 210 | 11,2 | 3,5 |
| 2 | 0,7 | 0,003 | | | 228 | 85 | 380 | 14,2 | 3,5 |
| 3 | 0,78 | 0,003 | | | 200 | 95 | 915 | 78 | 1,7 |
| Операція 30, Спеціальна токарна | | | | | | | | | |
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | |
| 1835 | Повідковий пристрій центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | 50,0 | 15,6 | 30 | 68,82 | 0,83 | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | |
| 1. Полірувати галтелі | | | | Круг ПП 250x75x20 ЭБ32 3 СМ1 ГОСТ 2424-83 | | | Пристрій полірувальний | | |
| 2. Обкатати галтелі | | | | Ролік 150 ГОСТ 16344-70 | | | Голівка роликів ГОСТ 16343-70 Тримач ГОСТ 16340-70 | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | T_d , хв |
| 1 | 0,005 | 45 | 50 м/с | 225 | 63 | 315 | 2 | 14,0 | 3,2 |
| 2 | 0,005 | 24 | 125 | 225 | 180 | 315 | 2 | 26,3 | 6,5 |

Продовження таблиці 2.8

| Операція 35, Круглошліфувальна | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------|---------------|---|------------------|-------------|-----------------------|------------|------------|---|--|
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ | | | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | | | |
| ЗМ193 | Повідковий пристрій Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | 41,6 | 15,6 | 45 | 61,71 | 0,91 | | | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | | | |
| 1. Шліфування пов. $\varnothing 140$ h8 мм з обох боків деталі | | | | Круг ПП 750x40x305 24А 40 СТ1 К8 ГОСТ 2424-83 | | | - | | | - | |
| 2. Шліфування поверхні $\varnothing 210$ і6 мм с обох боків деталі | | | | | | | | | | | |
| 3. Шліфування поверхні $\varnothing 230$ h7 мм | | | | | | | | | | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S_t , мм/хід | S_v , мм/об | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | T_o , хв | T_d , хв | | |
| 1 | 0,40 | - | 0,005 | 70,3 | 140 | 160 | 11 | 1,0 | 0,8 | | |
| 2 | 0,45 | - | 0,003 | 65,9 | 210 | 100 | 35 | 3,0 | 0,8 | | |
| 3 | 0,67 | 20 | 0,002 | 72,2 | 230 | 100 | 300 | 33,5 | 2,5 | | |
| Операція 40, Круглошліфувальна | | | | | | | | | | | |
| Модель верстату | Пристрій | | | T_o | T_d | $T_{пз}$ | $T_{шк}$ | $k_{сер.}$ | | | |
| | | | | хв | хв | хв | хв | | | | |
| ЗМ175 | Додаток Б | | | 17,5 | 15,6 | 45 | 36,64 | 0,96 | | | |
| Зміст та оснащення операції | | | | | | | | | | | |
| Зміст переходу | | | | Ріжучий інструмент | | | Допоміжний інструмент | | | | |
| 1. Шліфування остаточно дві шийки $\varnothing 180$ і6 мм | | | | Круг ПП 750x48x305 24А 25 СТ1 К8 ГОСТ 2424-83 | | | - | | | | |
| Характеристика переходів | | | | | | | | | | | |
| Номер переходу | t , мм | S_t , мм/хід | S_v , мм/об | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | T_o , хв | T_d , хв | | |
| 1 | 0.05 | 0.001 | 16 | 70,7 | 180 | 25 | 210 | 5.25 | 3.5 | | |
| 2 | 0.05 | 0.001 | | | 180 | 125 | 210 | 5.25 | 3.5 | | |

3 Спеціальний розділ

3.1 Обробка обкатуванням важко навантажених валів

Обробка обкатуванням полягає в пластичній деформації поверхневого шару деталі гладким полірованим роликом високої твердості. При цьому в результаті змінання нерівностей, що залишилися від попередньої обробки, створюється новий профіль поверхні зі зменшеною висотою мікронерівностей. Відмінність чистої обробки обкатуванням від різних способів обробки різанням полягає в тому, що поверхневий шар металу пластично деформується, але не руйнується й не видаляється. Пластична деформація супроводжується наклепом металу, отже, підвищенням твердості поверхневого шару й виникненням у ньому стискаючих залишкових напруг. Крім зменшення шорсткості поверхні обкатуванням, у багатьох випадках поліпшуються експлуатаційні властивості деталей машин. Наприклад, підвищується витривала міцність.

З технологічної точки зору обкатування роликками має ряд переваг перед іншими способами чистої обробки. Обкатуванням легко досягається 7, 8, а при необхідності й більше високі класи чистоти.

Порівняння різних способів чистої обробки по продуктивності в більшості випадків виявляється на користь застосування обкатування, особливо у важкому машинобудуванні з індивідуальним і дрібносерійним характером виробництва при використанні універсального металорізального обладнання. Характерне для важкого машинобудування завершення чистових операцій на токарських, карусельних, стругальних, розточувальних верстатах, пов'язане з обмеженим поширенням шліфувальних верстатів, придатних для обробки особливо великих деталей, відкриває широкі можливості для використання обкатування.

Але й у тих випадках, коли шліфування можливо, обкатування може його успішно замінити, якщо використовуваний на останній операції верстат забезпечує необхідну точність. Суміщення операцій дає при цьому значне скорочення виробничого циклу.

Результат чистої обробки обкатуванням досягнення необхідної шорсткості поверхні залежить від наступних змінних факторів: твердості оброблюваного матеріалу, вихідної шорсткості, діаметра оброблюваної поверхні деталі, діаметра й профільного радіуса робочого ролика, а також робочого зусилля, подачі, швидкості й числа проходів при обкатуванні.

Встановлено, що на м'яких сталях легше досягаються високі класи чистоти, чим на сталях підвищеної твердості. Досить істотно впливає на шорсткість після обкатування вихідний стан поверхні. Часто вдається поліпшити мікрогеометрію на 2-3 класи за ГОСТ 2789-59. Шорсткість поверхні звичайно зменшується до деякої межі в міру збільшення робочого зусилля, зниження подачі, збільшення профільного радіуса ролика й числа проходів. Зміна швидкості обкатування в межах до 100 м/хв незначно позначається на шорсткості поверхні.

Якість поверхні при обкатуванні роликами залежить від умов контакту ролика й деталі. У міру здійснення поздовжнього переміщення ролика мікропрофіль поверхні визначається пластичною деформацією металу на виході з-під ролика, як показано на рисунку 3.1. Вирішальне значення при цьому має величина кута вдавнення ролика в деталь φ_a . У тому випадку, коли цей кут великий, на обкачаній поверхні може з'явитися помітна хвилястість. Практично величина кута становить $\varphi_a = 2^\circ 30'$.

Рисунок-3.1 - Схема роботи ролика при обкатуванні

Площадка нерухливого контакту ролика з деталлю в загальному випадку має форму еліпса зі співвідношенням вісей, яке залежить від геометричних розмірів деталі D_d і ролика D_p . Як показали численні виміри відбитків роликів, отримані в різних умовах, відношення $\frac{b_0}{a_0}$ визначене по формулах рішення контактної задачі теорії пружності, незначно відрізняється від цього відношення й при пластичній деформації, незважаючи на те, що абсолютні розміри вісей відбитка, як правило, набагато більше й визначаються не пружними характеристиками, а твердістю оброблюваного матеріалу.

Величина робочого зусилля обкатування може бути визначена з рівняння Мейера, що зв'язує силу вдавнення кульки P_w із діаметром відбитка при вимірі твердості:

$$\varphi, \quad (3.1)$$

де m - залежить від діаметра кульки D_w і властивостей оброблюваного матеріалу;

n - залежить від здатності матеріалу до наклепу;

d_w - діаметр відбитка;

φ - кут вдавнення кульки.

При зміні діаметра кульки, але при збереженні геометричної подоби відбитків величина зусилля змінюється пропорційно площі відбитка F_w . У загальному випадку контакту ролика й деталі, при еліптичній формі відбитка, умова подоби замінена рівністю середнього кута вдавнення

$$(3.2)$$

де φ_a - кут вдавнення ролика в осьовому перерізі;

φ_b - кут вдавнення ролика в радіальному перетині.

При цьому з урахуванням рівняння Мейера зусилля вдавнення ролика P_1 яке створює відбиток із площею F , буде дорівнювати

$$P_1 = P_i \frac{F}{F_i} = 4mD_i^{n-2} \sin^2 \varphi_b \cdot \sin^{n-2} \varphi_a \cdot \frac{b_0}{a_0} r^2$$

Величина постійних m і n визначається дослідним шляхом. Для більшості конструкційних сталей середнє значення показника n може бути прийнято рівним 2,3. Якщо виділити в останній формулі величини, що залежать від геометричних розмірів деталі й ролика, і підставити значення $\varphi_a = 2^\circ 30'$ і $n = 2,3$, робоче зусилля обкатування визначиться як добуток:

$$P = k \cdot P_1 \quad (3.3)$$

де k - коефіцієнт, що залежить від твердості оброблюваного матеріалу;

P_1 - приведенне зусилля, що залежить від розмірів деталі й ролика.

Графік залежності приведенного зусилля від геометричних величин наведений на рисунку 3.2. Він охоплює всі можливі сполучення розмірів оброблюваної деталі й ролика. Графік дає величину приведенного зусилля, що може бути прийняте як робоче зусилля для низьковуглецевих сталей ($k=1$).

Рисунок-3.2 - Графік для визначення зусилля обкатування

У випадках обробки інших сталей, робоче зусилля визначається відповідно до формули $P = k \cdot P_1$ при цьому коефіцієнт k береться по емпіричній залежності;

$$k = 0,01 (HB - 40), \quad (4.4)$$

де HB — твердість по Бринеллю.

На поверхні оброблюваної деталі утворюється відбиток ролика, що відповідає прийнятій умові $\varphi_a = 2^\circ 30'$. Розмір його в напрямку осі деталі:

$$2a = 2r \sin \varphi_a = 0,087r$$

Цей розмір характеризує не тільки нерухливий контакт ролика з деталлю, але може бути прийнятий, з малою похибкою, і за ширину кільцевого сліду, що утвориться на поверхні деталі при її обертанні.

При вмиканні подачі супорта слід ролика набуває гвинтову форму, і на поверхні деталі залежно від величини подачі створюється відповідний профіль мікронерівностей. Висота мікронерівностей при цьому.

$$R_z = r - \frac{\sqrt{4r^2 - s^2}}{2}$$

Приймаючи R_z рівним граничній висоті мікронерівностей необхідного класу шорсткості R_z' , можна розрахувати величину припустимої подачі по формулі:

$$s_{\text{расч}} = 2\sqrt{2r \cdot R_z' - (R_z')^2} \approx 2,82\sqrt{r \cdot R_z'}$$

У тих випадках, коли підготовлена поверхня має малу вихідну шорсткість, дійсна висота мікронерівностей при обкатуванні відповідає розрахункової. При обкатуванні деталей, що мають вихідну поверхню, підготовлену із шорсткістю R_z' 4—7 класів чистоти (ГОСТ 2789—59) величина робочої подачі, що розрахована по формулі, коректується. Залежно від необхідного класу чистоти подача зменшується на 20% для одержання сьомого класу чистоти й на 40% для одержання восьмого або дев'ятого.

Залежно від вихідної шорсткості поверхні прийнята величина перекриття подачі шириною контактного сліду ролика $2a$. Для поверхонь, оброблених не гірше п'ятого класу чистоти, прийняте відношення $\frac{2a}{s}$ не краще - 1,5 для зменшення шорсткості поверхні на один клас, не менш 3 — на два класи й не менш 6 — на три класи.

Обкатування деталей, що мають вихідну шорсткість поверхні четвертого класу чистоти, при необхідності одержати сьомий клас вимагає подальшого збільшення перекриття, що забезпечується збільшенням числа проходів до 2 і 3. Величини подач і числа проходів, розраховані з урахуванням зазначених корективів, наведені в таблиці 3.1.

У таблиці врахована також кількість роликів для багатороликівих пристосувань. Застосування таких пристосувань дозволяє в деяких випадках збільшити подачу за рахунок компенсації необхідної величини перекриття.

У таблиці врахована також кількість роликів для багатороликівих пристосувань. Застосування таких пристосувань дозволяє в деяких випадках збільшити подачу за рахунок компенсації необхідної величини перекриття.

Для одержання точних розмірів особливо велика роль шорсткості поверхні, підготовленої під обкатування. Крім саме висоти мікронерівностей R_z' на зміну розміру впливає й спосіб обробки під обкатування. Це пов'язано, можливо, з особливостями мікропрофілю поверхонь після різних способів обробки різанням. У таблиці 3.2 наведені величини зміни розмірів деталей при обкатуванні після шліфування й точиння звичайним і широким різцем.

Таблиця 3.1

| Профільний радіус роліка, r, мм | при вихідній шорсткості поверхні R_z' , для класов чистоти | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|--------------------------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|--|--|
| | 4 $R_z \approx 32-40$ | | | 4 $R_z \approx 20-32$ | | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | | | | | |
| | при кількості роликів в пристосуванні | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2-3 | 1 | 2-3 | 1-3 | 1 | 2-3 | 1-3 | 1 | 2-2 | 1-3 | | |
| 10 | 0,15 | | | | | 0,29 | 0,56 | | 0,15 | 0,30 | | 0,15 | 0,21 | | | |
| 12,5 | 0,18 | | | | | 0,37 | 0,64 | | 0,18 | 0,34 | | 0,18 | 0,24 | | | |
| 16 | 0,23 | | | | | 0,47 | 0,72 | | 0,23 | 0,39 | | 0,23 | 0,27 | | | |
| 20 | 0,29 | | | | | 0,58 | 0,80 | | 0,29 | 0,42 | | 0,29 | 0,30 | | | |
| 25 | 0,37 | | | | | 0,83 | 0,88 | | 0,37 | 0,48 | | 0,35 | | | | |
| 32 | 0,47 | | | | | 0,94 | 1,00 | | 0,47 | 0,54 | | 0,39 | | | | |
| 40 | 0,58 | | | | | 1,12 | | | 0,58 | 0,60 | | 0,43 | | | | |
| 50 | 0,74 | | | | | 1,24 | | | 0,66 | | | 0,48 | | | | |
| 63 | 0,92 | | | | | 1,40 | | | 0,72 | | | 0,54 | | | | |
| 80 | 1,17 | | | | | 1,60 | | | 0,84 | | | 0,60 | | | | |
| 100 | 1,45 | | | | | 1,80 | | | 0,96 | | | 0,66 | | | | |
| 125 | 1,80 | | | | | 2,00 | | | 1,05 | | | 0,75 | | | | |
| 160 | | | | 2,25 | | | | | 1,23 | | | 0,85 | | | | |
| 200 | | | | 2,55 | | | | | 1,35 | | | 0,95 | | | | |
| Кількість проходів, i | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | |

Таблиця 3.2

| Засіб попередньої обробки | Шорсткість підготовленої поверхні R_z' , клас чистоти | Зміна діаметра валу після обкатки, мм |
|------------------------------|--|--|
| Точіння | 4 | 0,03-0,06 |
| | 5 | 0,02-0,04 |
| | 6 | 0,01-0,02 |
| Шліфування | 5 | 0,01-0,03 |
| | 6 | 0,005-0,015 |
| Точіння широким різцем | 5 | 0,01-0,02 |
| | 6 | до 0,01 |

Поибки форми - овальність, конусність, перекоси обкатуванням виправити не можна. Їхня величина звичайно зберігається в тих же межах, що й до обкатування.

Все сказане щодо точності обкатування справедливо при обробці жорстких деталей, коли деформація під дією застосовуваних робочих зусиль локалізується в тонкому поверхневому шарі металу. При обкатуванні валів з більшим відношенням довжини до діаметра, тонкостінних циліндрів і ін. необхідно зважати на можливість перекручування їхньої форми й відповідно знижувати величину зусилля або вживати заходів для збільшення жорсткості деталей. Треба також враховувати можливість зростання деформації під роликом поблизу торців, виточень і т.п. Ці особливості доводиться враховувати при розробці технології обкатування конкретних деталей.

Висновки

Запропонований проект технологічного процесу дозволяє максимально ефективно здійснити підготовку серійного виробництва деталі «Вісь» з річною програмою випуску 312 штук.

Зважаючи на габарити деталі і її експлуатаційні властивості, багато уваги приділено способу отримання заготовки, а також застосовано обробку галтелей вісі методом пластичного деформування. Ці питання розглянуті в спеціальному розділі кваліфікаційної роботи. Коефіцієнт використання матеріалу – 0,82

Для виконання річної програми запуски будуть здійснюватися раз на два тижні, а партія деталей у 12 штук буде оброблена максимально за три зміни Тому задіяні універсальні токарно-револьверні верстати і верстати з ЧПК. На оздоблювальних операціях використовуються круглошліфувальні напівавтомати. Це дозволило підвищити продуктивність обробки.

Для підвищення продуктивності технологічного проектування на етапі розробки конструкторської та технологічної документації використовувалися автоматизовані бази даних для призначення режимів різання, кодування технологічної інформації

Список посилань

1. ГОСТ 7062-79 Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на прессах «Припуски и допуски».
2. Кащук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. – М.: Машиностроение, 1988, 480 с.
3. Кодирование технологической информации: Справочное пособие/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГУ, 2003.-24с.
4. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.И.Холоша, Ю.Г.Кравченко – Днепропетровск: НГУ, 2004.-34с.
5. Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ Справочник. – М.: Машиностроение, 1983, 359 с.
6. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина – М.: Машиностроение, 1989
7. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник / В.С.Самойлов, Э.Ф.Эйхманс, В.А.Фальковский и др. – М.: Машиностроение, 368 с.
8. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988, 736 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.
10. Отделочные операции в машиностроении: Справ/ П.А.Руденко, М.Н.Шуба, В.А.Огнинец и др.-К.:Тэхника, 1990.-150 с.
11. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Под ред. В.И.Баранчикова . - М.: Машиностроение, 1990, 399 с.
12. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев.: Вища школа, 1991
13. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г.Кравченко, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГАУ, 2002.-15с.
14. Справочник технолога-машиностроителя 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. Т.1.
15. Справочник технолога-машиностроителя 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. Т.2.
16. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.А.Гусев, Е.Р.Ковальчук, И.М.Колесов и др.- М.: Машиностроение, 1986, 480 с.

Додаток Б

Відгук керівника кваліфікаційної роботи

Department of Materials Science and Mechanical Engineering Technologies

| | | | |
|--------------------------|------------------|----|---|
| HTU «ДП» | ТММ.ОПБ.20.01.01 | 29 | 1 |
| 02070743. 01140.01301 | | | |
| Вісь | | | |

«Затверджую»

Головний інженер ()

« » 20 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Колісна пара

ПОГОДЖЕНО:

Метрол. контроль _____ ()

Вед. технолог _____ ()

Н. контроль _____ ()

Акт № _____ від « _____ » _____ 20 р.

Підпис _____

Гол. спеціаліст _____ ()

Нач. техбюро _____ ()

Розробник _____ (Рибаченко)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|----------|--------|------|------------------------------|---------------------------------|----------|--------|------|----------------------|------|----------|--------|------|-------|---|----|----|------|----|----|-----|-----|--|-----|---|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 02070743.01140.01301 | | | | | 02070743.01140.01301 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 1 | |
| Розроб | Рибаченко | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M01 | Сталь 40X ГОСТ 4543-71 / Штампування ГОСТ 8479-70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Цех | Уч. | РМ | Опер | Код, найменування операції | | | | | | | | | СМ | Проф. | Р | УП | КР | КОВД | ОН | ОП | Кшт | Тпз | | Тшт | | |
| B | Код, найменування обладнання | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 03 | 13 | 1 | 1 | 05 | 4221, Горизонтально-розточна | 02070743. 60140. 00001; ИОТ 1-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B 04 | 041161; 2A635 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 06 | 13 | 1 | 4 | 10 | 4117, Токарно-копіювальна | 02070743. 60140. 00002; ИОТ 1-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B 07 | 041171; 1732Г | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 09 | 13 | 1 | 5 | 15 | 4117, Токарно-копіювальна | 02070743. 60140. 00003 ИОТ 1-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B 10 | 041171; 1732Г | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 12 | 13 | 1 | 9 | 20 | 4233, Токарна з ЧПК | 02070743. 60146. 00004; ИОТ 1-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B 13 | 041162; 1740PФ3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 15 | 13 | 1 | 16 | 25 | 4131, Круглошліфувальна | 02070743. 60140. 00005; ИОТ 3-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B 16 | 041319; 3M193 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|-------|--|--|
| Дубл. | | |
| Зам. | | |
| Подп. | | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|----------|--------|------|
| Зм. | Арк | № Докум. | Підпис | Дата | Зм. | Арк | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | 02070743.10140.00001 | | | | |
| | | | | | 2 | | | | |

| | | ТММ.ОПБ.20.01.01 | | | 02070743.60140. 00001 | | 05 | |
|------|--|------------------|-------|-------|--------------------------|----------|-----------|---------|
| Р | ПИ | D або B, мм | L, мм | t, мм | i | S, мм/об | n, об/мин | V, м/хв |
| О 01 | 5. Фрезерувати фаски з обох сторін паза, витримавши розмір 18 | | | | | | 2,1 | 1,41 |
| Т 02 | 291431, Втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85; 282464, Зенківка 2353-0135 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон | | | | | | | |
| Р 03 | - | 36 | 160 | 2 | 2 | 227 | 315 | 39,6 |
| О 04 | 6. Свердлийти отвори, витримавши розміри 2, 3 | | | | | | 2,3 | 0,46 |
| Т 05 | 291431, Втулка 6100-0222 ГОСТ 13598-85; 282412, Свердло 2301-0039 ГОСТ 10903-77; 414000, Калібр-пробка 8133-0926 Н14 | | | | | | | |
| Р 06 | - | 12 | 37 | 6 | 1 | 80 | 800 | 30,1 |
| О 07 | 7. Фрезерувати отвори, витримавши розміри 7, 9, 17 | | | | | | 2,0 | 0,36 |
| Т 08 | 282161, Фреза 2223-0557 ГОСТ 20538-75 | | | | | | | |
| Р 09 | - | 70 | 11,5 | 15 | 1 | 32 | 100 | 22,0 |
| О 10 | 8. Зенкувати кінчну поверхню до діаметру 40 ^{-0,62} мм, витримавши розмір 12 | | | | | | 2,0 | 0,13 |
| Т 11 | 291431, Втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85; 282464, Зенківка 2353-0146 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон | | | | | | | |
| Р 12 | - | 40 | 8 | 16 | 1 | 60 | 100 | 12,6 |
| О 13 | 9. Зенкувати кінчну поверхню, витримавши розміри 8, 10 | | | | | | 2,0 | 0,25 |
| Т 14 | 291431, Втулка 6100-0229 ГОСТ 13598-85; 282464, Зенківка 2353-0124 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон | | | | | | | |
| Р 15 | - | 30 | 16 | 18 | 1 | 64 | 160 | 15,1 |
| О 16 | 10. Свердлийти два отвори, витримавши розміри 22, 23 ($\varnothing 14^{+0,4}$) | | | | | | 2,5 | 1,78 |
| Т 17 | 291431, Втулка 6100-0228 ГОСТ 13598-85; 282412, Свердло 2301-0505 ГОСТ 2092-77; 414000, Калібр-пробка 8133-0928 Н14 | | | | | | | |
| Р 18 | - | 14 | 56 | 7 | 2 | 63 | 630 | 27,7 |

| | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | |
| Зам. | | | | | |
| Подл. | | | | | |

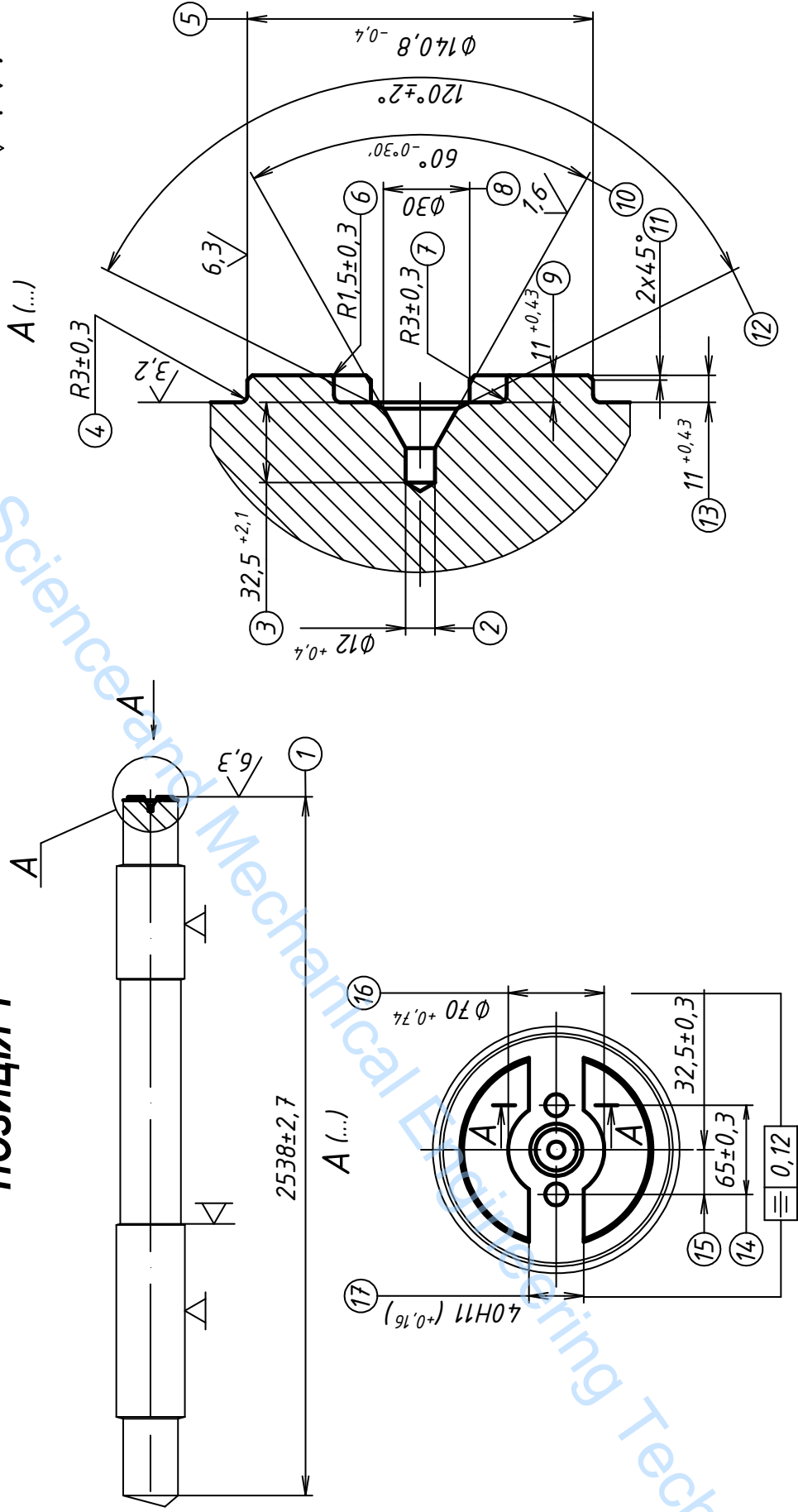
| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

| | | | | |
|----------------------|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| 02070743.60140.00001 | 2 | | | 1 |

| | | | | |
|---------|-----------|----------|-------------------|----------------------|
| Розроб. | Рибаченко | НТУ «ДП» | ТММ.ОГПБ.20.01.01 | 02070743.20140.00001 |
|---------|-----------|----------|-------------------|----------------------|

| | | | | | |
|-----------|--|------|---|---|----|
| Н. контр. | | Вісь | | | |
| | | 13 | 1 | 1 | 05 |

ПОЗИЦІЯ 1



| | |
|-------|--|
| Дубл. | |
| Зам. | |
| Подл. | |

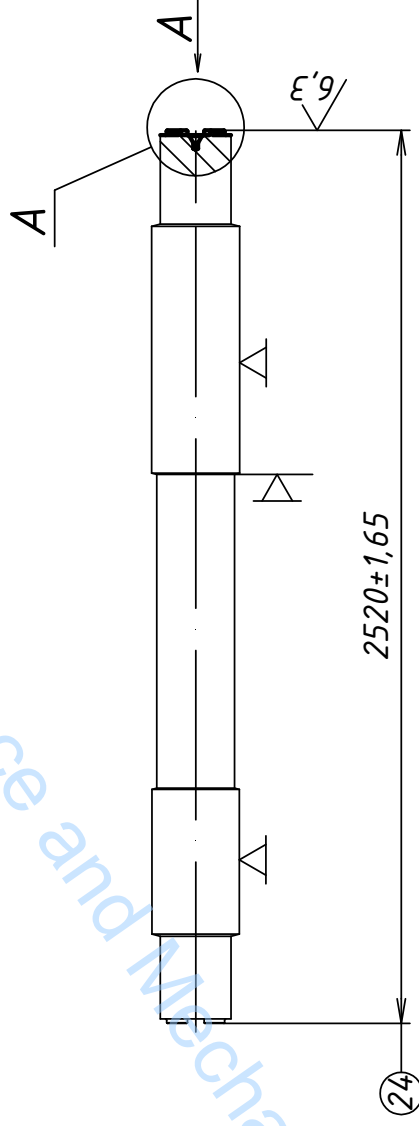
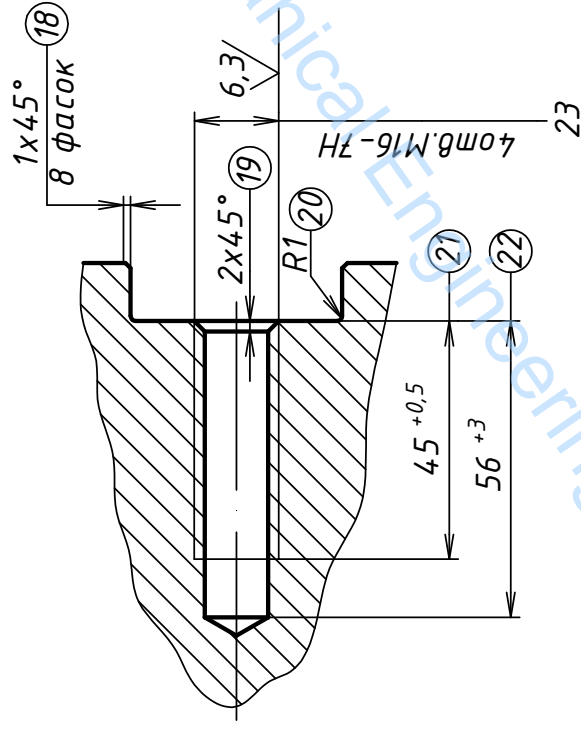
| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Зм.. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Зм.. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

02070743.60140.000001 2

| | | | |
|-------------------|--|----------------------|----|
| ТММ.ОГПБ.20.01.01 | | 02070743.20140.00001 | 05 |
|-------------------|--|----------------------|----|

A-A (...)



ПОЗИЦІЯ 2

| | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | |
| Зам. | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | |

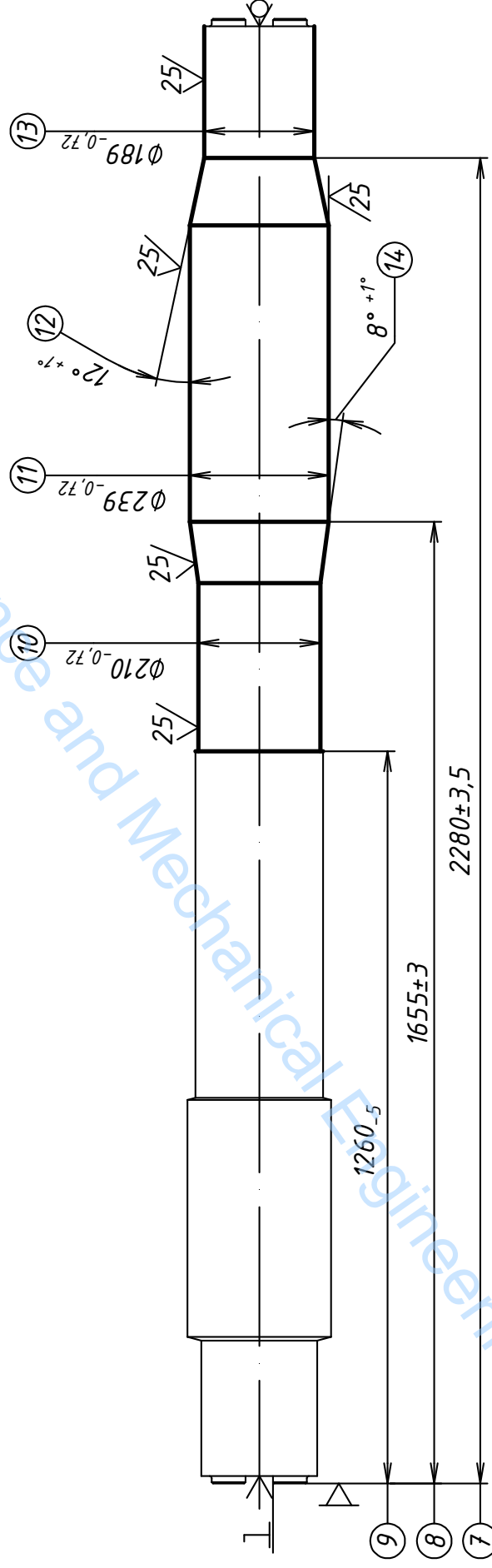
| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

02070743.60140.000002 2

| | | | |
|-------------------|--|----------------------|----|
| ТММ.ОППБ.20.01.01 | | 02070743.20140.00002 | 10 |
|-------------------|--|----------------------|----|

ПОЗИЦІЯ 2



| | |
|-------|--|
| Дубл. | |
| Зам. | |
| Подл. | |

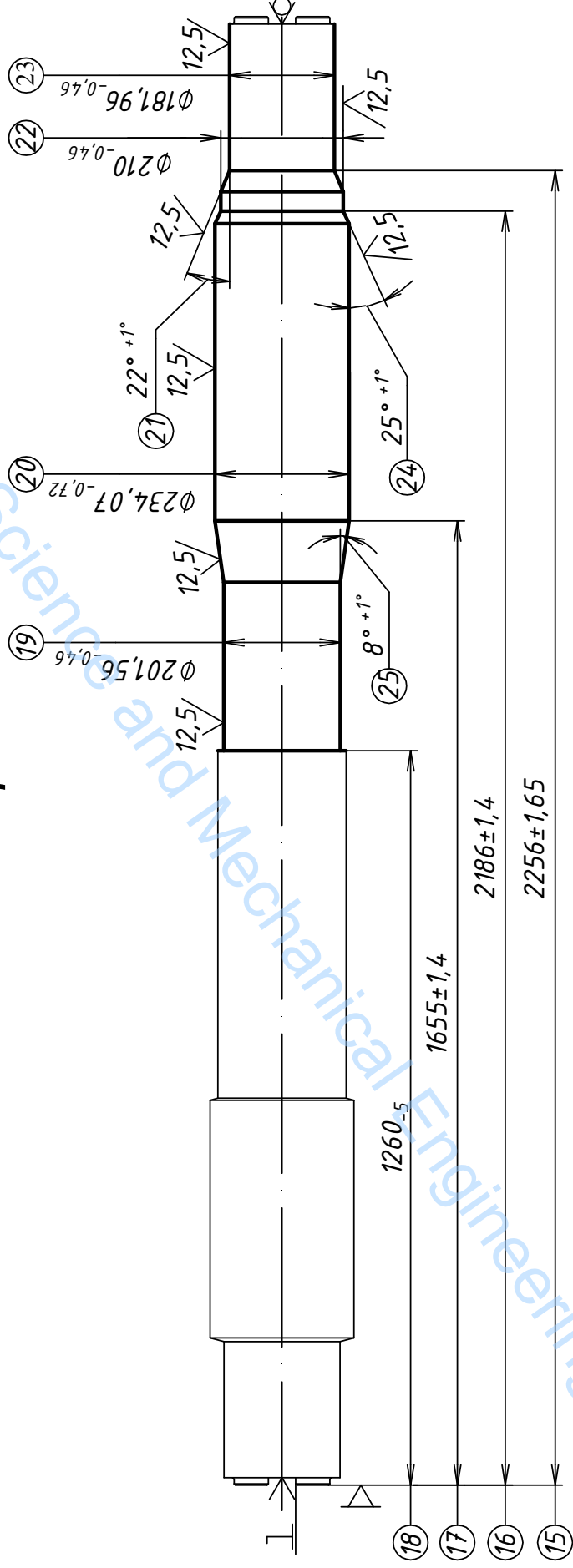
| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

02070743.60140.000002 3

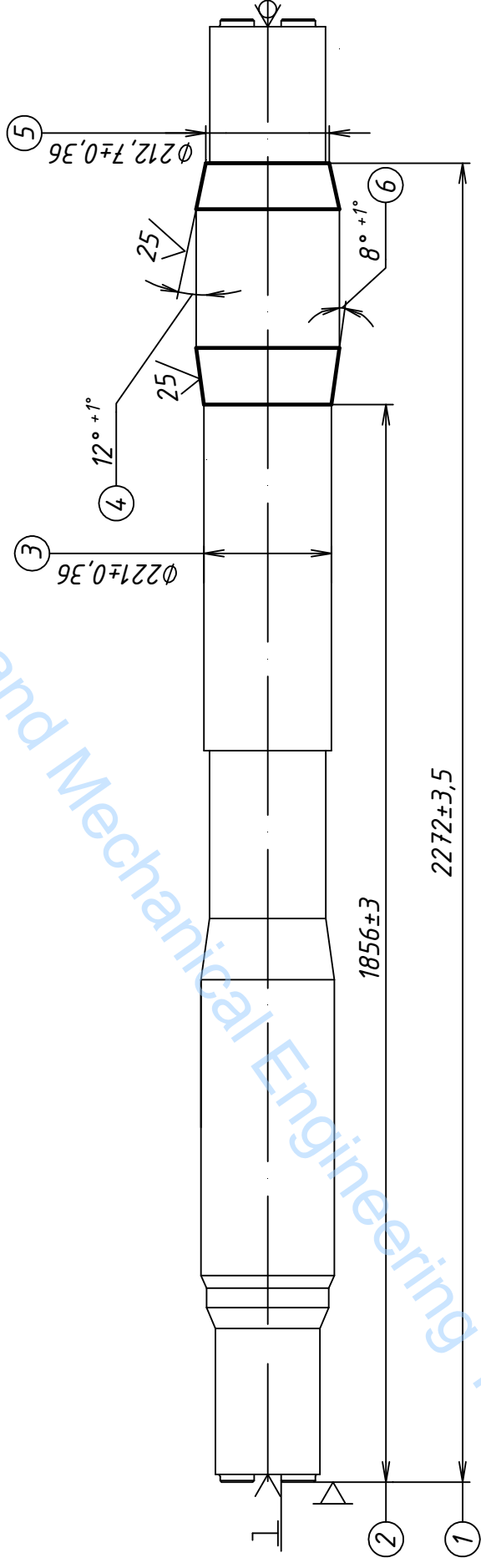
| | | | |
|------------------|--|----------------------|----|
| ТММ.ОПБ.20.01.01 | | 02070743.20140.00002 | 10 |
|------------------|--|----------------------|----|

ПОЗИЦІЯ 3



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|--|-------------------|----------|---------|------|----------------------|--|------|----------|--------|------|---|---|----|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Розроб | Рибаченко | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Зм. | | Арк. | № Докум. | Підпись | Дата | Зм. | | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | | | | | |
| | | | | | | | | 02070743.60140.00003 | | | | 3 | 1 | | | | | |
| НТУ «ДП» | | | | ТММ.ОППБ.20.01.01 | | | | 02070743.20140.00003 | | | | | | | | | | |
| Вісь | | | | | | | | | | | | | 13 | 1 | 5 | 15 | | |

ПОЗИЦІЯ 1



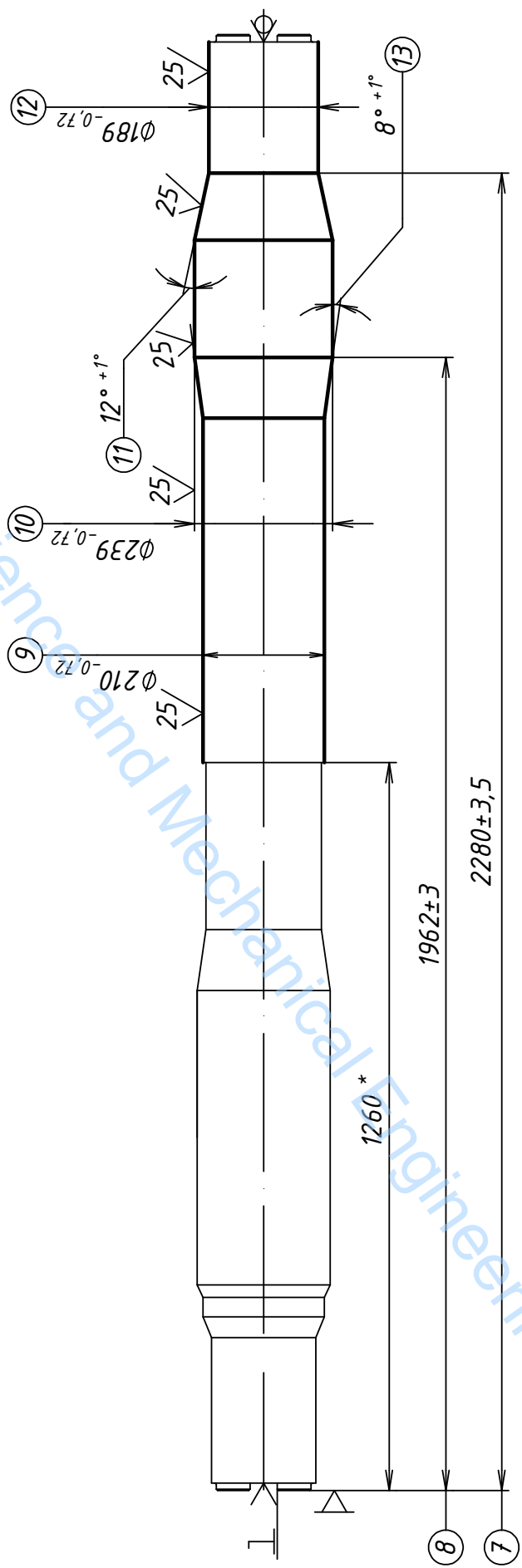
| | |
|-------|--|
| Дубл. | |
| Зам. | |
| Подл. | |

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|
| 02070743.60140.00003 | | | | | 2 | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|--|--|--|----------------------|--|--|--|--|----|--|--|--|--|
| ТММ.ОПБ.20.01.01 | | | | | 02070743.20140.00003 | | | | | 15 | | | | |
|------------------|--|--|--|--|----------------------|--|--|--|--|----|--|--|--|--|

ПОЗИЦІЯ 2



* Размер для справки

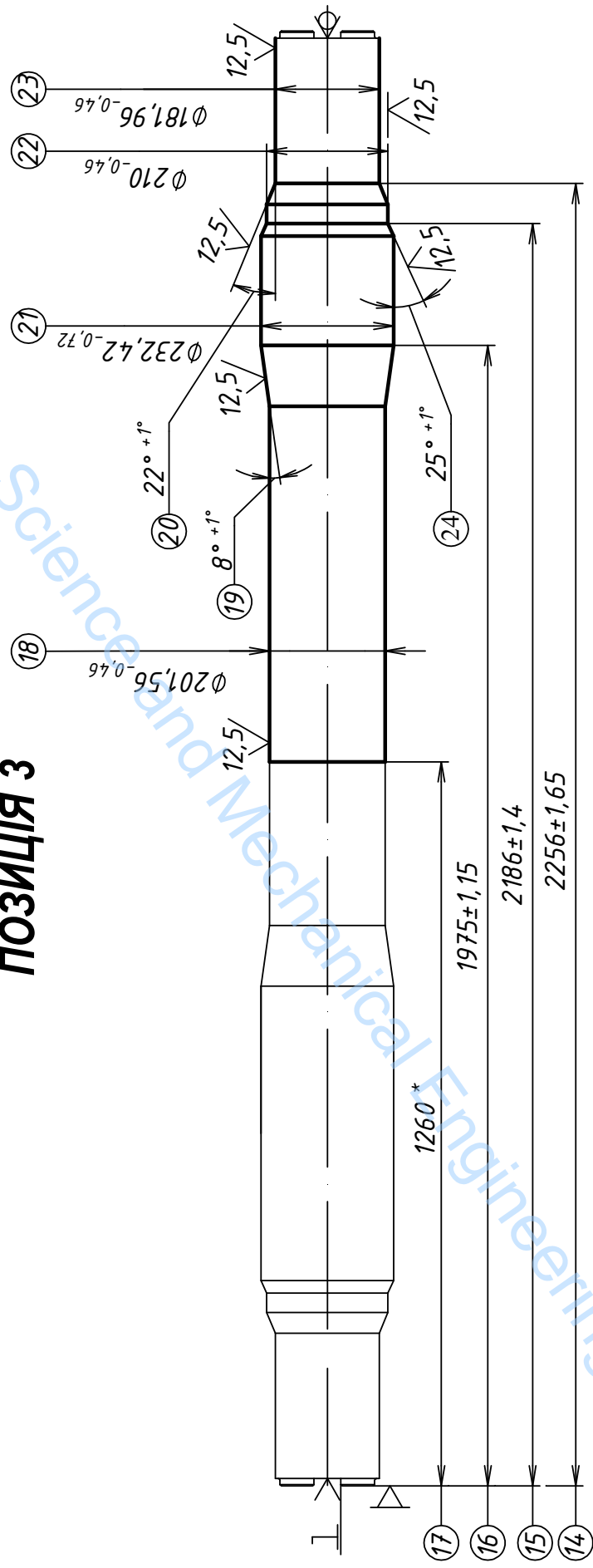
| | |
|-------|--|
| Дубл. | |
| Зам. | |
| Подп. | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |

| | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| 02070743.60140.000003 | | | | |
| 3 | | | | |

| | | | |
|------------------|--|----------------------|----|
| ТММ.ОПБ.20.01.01 | | 02070743.20140.00003 | 15 |
|------------------|--|----------------------|----|

ПОЗИЦІЯ 3

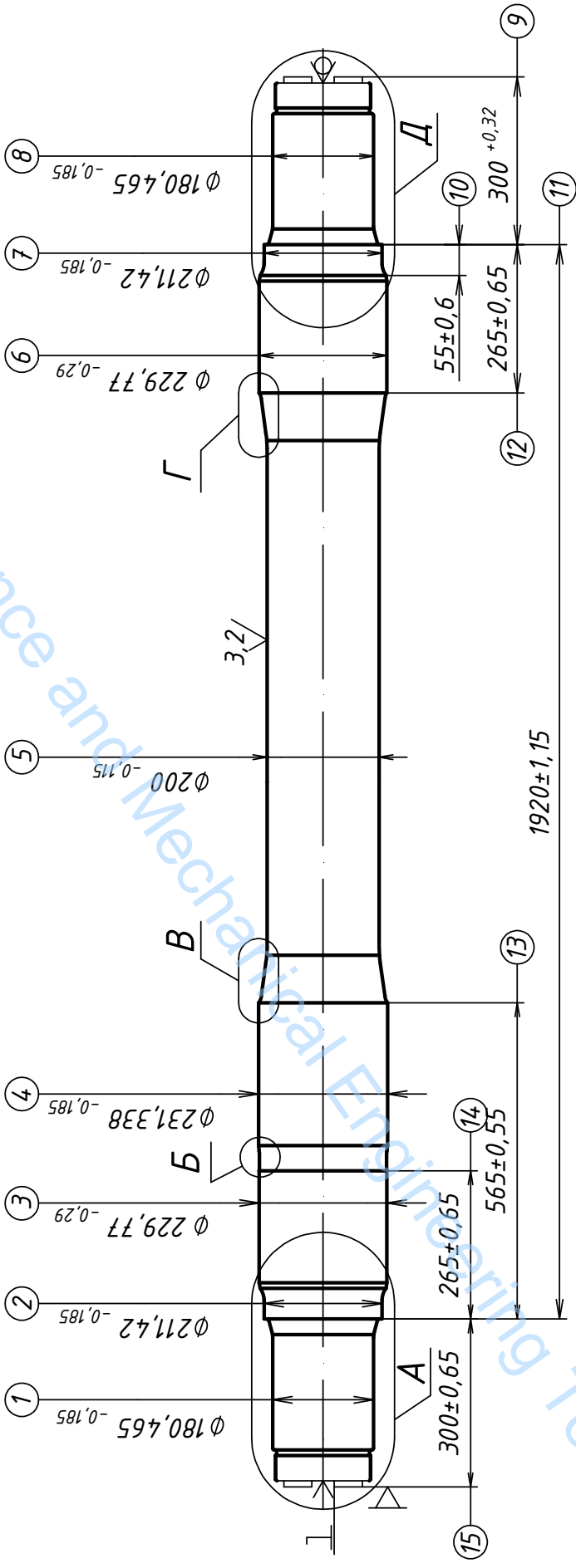


| Дубл. Зам. Подл. | Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
|------------------------|---|---------------------|-------------|------------------|------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--------|------|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Розроб. | Рибаченко | | | ТММ.ОПБ.20.01.01 | | | 02070743.60146. 00004 | | | |
| Н. контр. | НТУ «ДП» | | | Вісь | | | 13 1 9 20 | | | |
| | Найменування операції | Матеріал | Твердість | ОВ | МД | Профіль та розміри | | МЗ | КОВД | |
| | Токарная с ЧПУ | Сталь 40X | 207-217 НВ | кг | 650 | Ø230×2520 | | 672 | 1 | |
| | Обладнання, система ЧПК | Позначення програми | То | Т0 | Тпз | Тшт | | ЗОР | | |
| | 1740РФ3, H22-1M | 1301-20 | 91,12 | 15,6 | 210 | 118,44 | | 2-5% емульсія НГП-205 | | |
| P | Пі | Л | Д або В, мм | т, мм | і | п, об/хв | С, мм/об | V, м/хв | 15,6 | |
| O 01 | 1. Встановити деталь у центрах та зняти | | | | | | | | | |
| T 02 | 292269, Пристрій поводковий; 292153, Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75 | | | | | | | | | |
| O 03 | | | | | | | | | | |
| O 04 | 2. Точити за програмою, витримавши розміри 1-5, 13 (566±0,55), 15 (299±0,65), 18 (65 ^{-0,74}), 32 | | | | | | | | | |
| T 05 | 291411, Ріцетримач 191711048 ОСТ2 У16-2-78; 281133, Різець 2103-0726 ГОСТ 20872-80 | | | | | | | | | |
| P 06 | 1 | 230 | 1265 | 1,37 | 1 | 38 | 250 | 180,6 | | |
| O 07 | 3. Точити за програмою, витримавши р-ри 5-8, 9(299±0,65), 10(53±0,6), 11(1221 ^{+1,5}), 12(266±0,65), 46(65 ^{-0,74}), 42 | | | | | | | | | |
| T 08 | 291411, Ріцетримач 191711047 ОСТ2 У16-2-78; 281133, Різець 2103-0725 ГОСТ 20872-80 | | | | | | | | | |
| P 09 | 2 | 230 | 1270 | 1,37 | 1 | 38 | 250 | 180,6 | | |
| O 10 | 4. Точити за різьбову канавку, витримавши розміри 16-18, 20, 21, 31 | | | | | | | | | |
| T 11 | 291411, Ріцетримач 191711048 ОСТ2 У16-2-78; 281223, Різець К.01.4525.000-01 ВНИИи; 417000, Шаблон | | | | | | | | | |
| P 12 | 3 | 180 | 19 | 5 | - | 15 | 150 | 84,8 | | |
| 13 | | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | |
| Зам. | | | | | |
| Подл. | | | | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|----------|------------------|--------------------------|--------|------|
| Розроб | Рибаченко | НТУ «ДП» | ТММ.ОПБ.20.01.01 | 02070743.20146. 00004 | Підпис | Дата |
| | | | | | | |
| Н. контр. | | | Вісь | | 13 | 1 |
| | | | | | 9 | 20 |

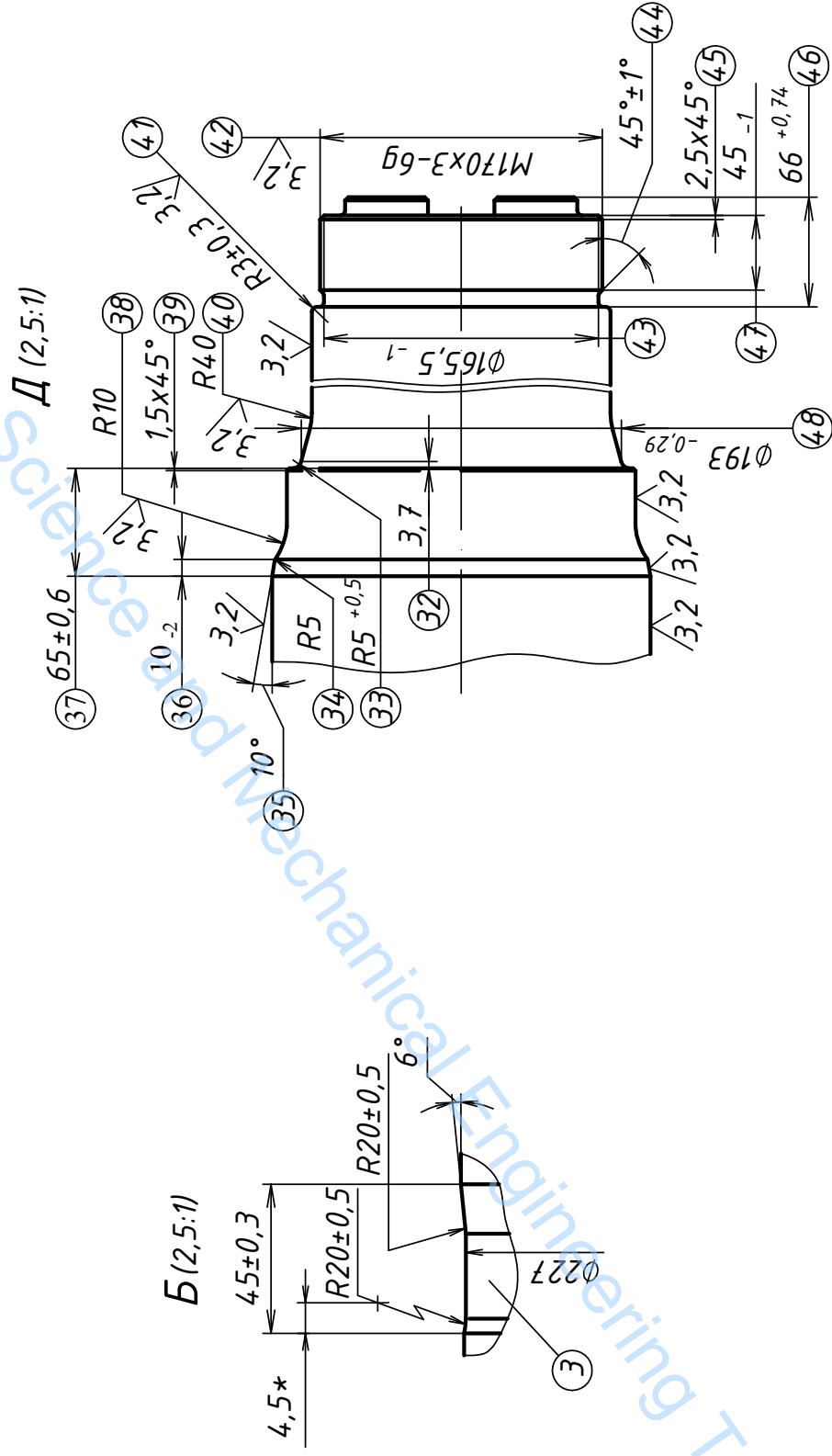


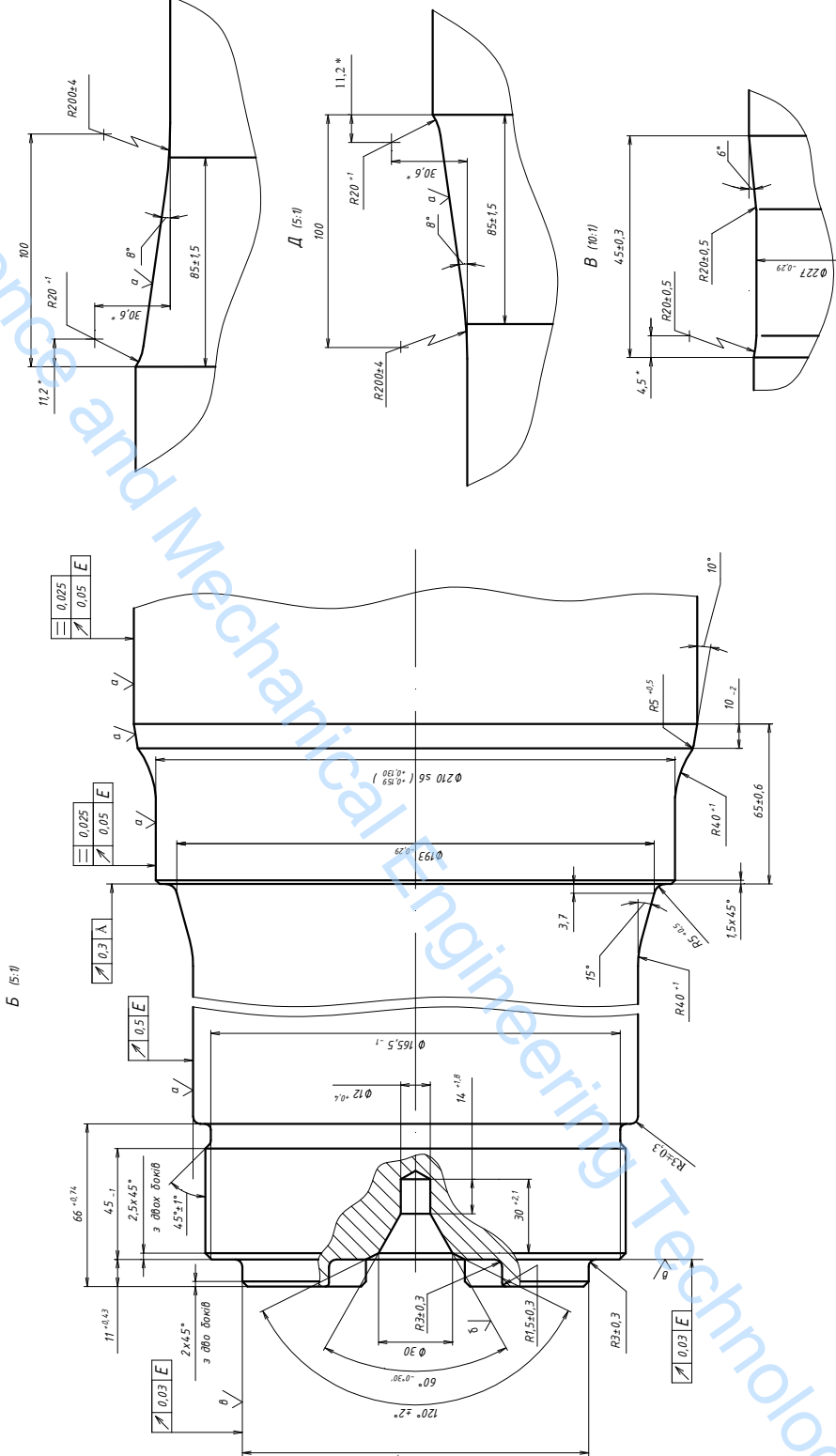
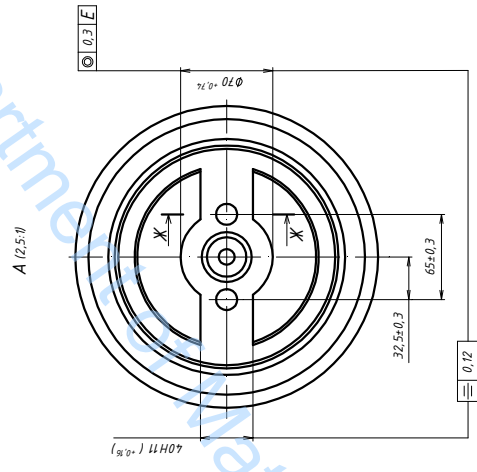
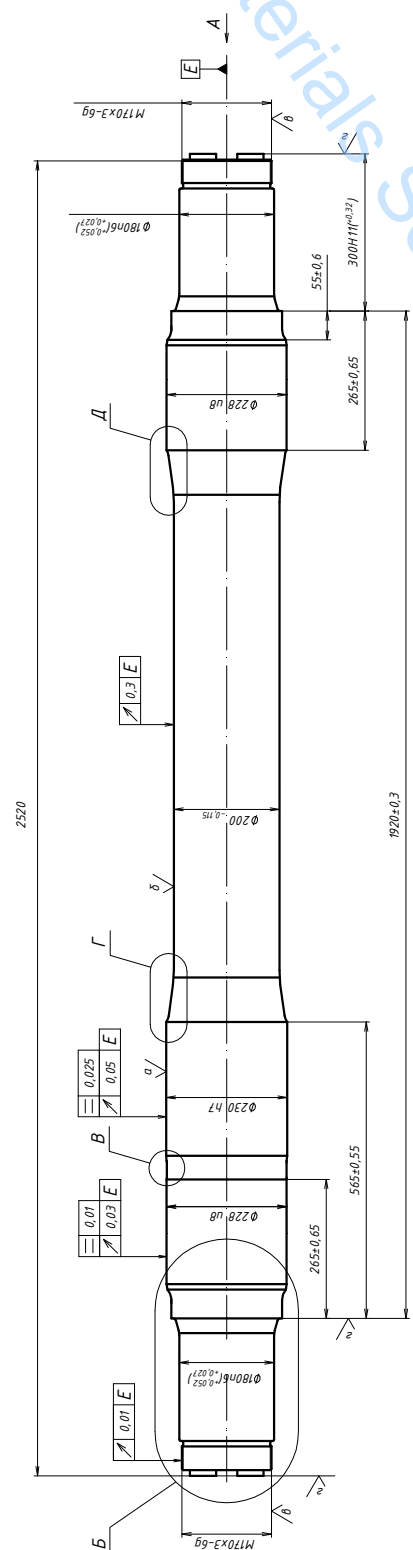
| | |
|-------|--|
| Дубл. | |
| Зам. | |
| Подп. | |

| | | | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|-----|----------|--------|------|
| Зм. | Арк | № Докум. | Підпис | Дата | Арк | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | | | | | |

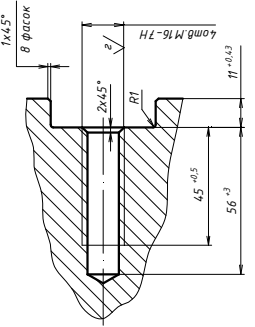
02070743.60146.00004 3

| | | | | |
|-------------------|--|----------------------|--|----|
| ТММ.ОГПБ.20.01.01 | | 02070743.20146.00004 | | 20 |
|-------------------|--|----------------------|--|----|





Ж-Ж (2:1)



* Размеры для доводки

** Размеры обеспечиваются инструментом

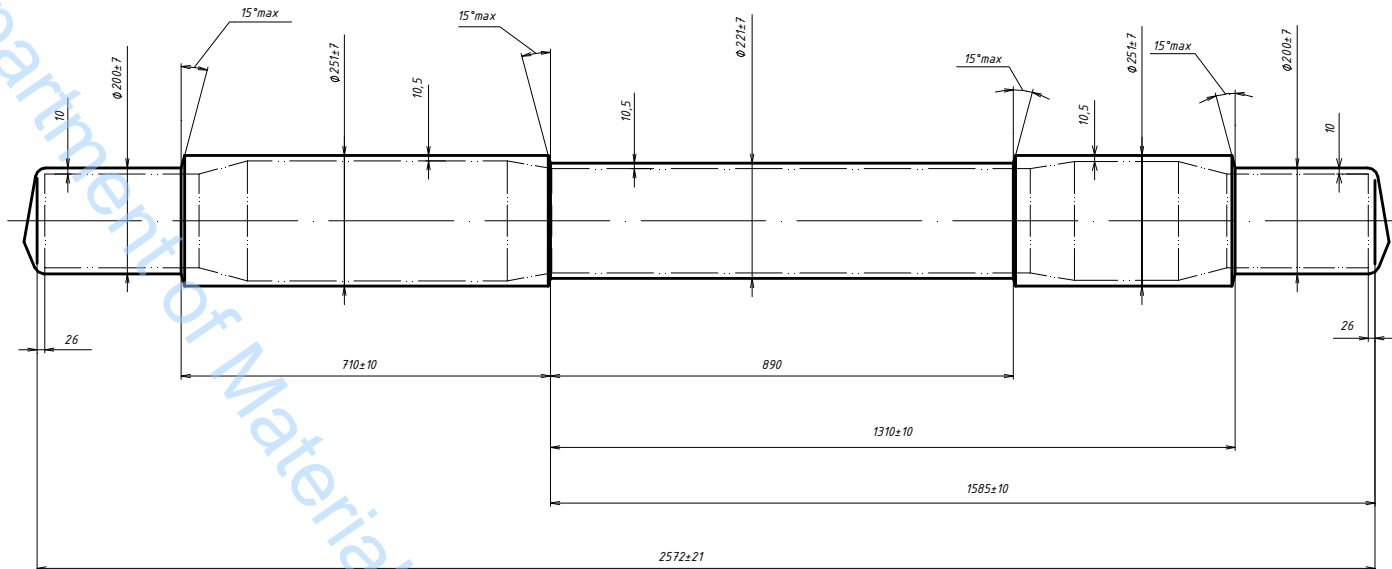
1. 207... 217 НВ

2. $\sqrt{\frac{\delta}{Ra}} = \sqrt{\frac{0.8}{Ra}} = \sqrt{\frac{16}{Ra}} = \sqrt{\frac{3.2}{Ra}} = \sqrt{\frac{2}{Ra}} = \sqrt{\frac{6.3}{Ra}}$

3. Невыясненные отклонения размеров 114, 114, 114, 114, 114, 114

4. Маркировки латуня приведены в соответствии с ГОСТ 3281-81

| | | | | | | | |
|-------------------|------|----------|---------|------------------|--------|----------|------|
| ТММ ОПЛБ.20.01.01 | | Вось | | 40X ГОСТ 4543-71 | | НТУ "ДП" | |
| Экз. | Лист | № докум. | Исполн. | Дата | Измен. | Исполн. | Дата |
| 1 | 1 | | | | | | |
| 2 | 1 | | | | | | |
| 3 | 1 | | | | | | |
| 4 | 1 | | | | | | |
| 5 | 1 | | | | | | |
| 6 | 1 | | | | | | |
| 7 | 1 | | | | | | |
| 8 | 1 | | | | | | |
| 9 | 1 | | | | | | |
| 10 | 1 | | | | | | |
| 11 | 1 | | | | | | |
| 12 | 1 | | | | | | |
| 13 | 1 | | | | | | |
| 14 | 1 | | | | | | |
| 15 | 1 | | | | | | |
| 16 | 1 | | | | | | |
| 17 | 1 | | | | | | |
| 18 | 1 | | | | | | |
| 19 | 1 | | | | | | |
| 20 | 1 | | | | | | |
| 21 | 1 | | | | | | |
| 22 | 1 | | | | | | |
| 23 | 1 | | | | | | |
| 24 | 1 | | | | | | |
| 25 | 1 | | | | | | |
| 26 | 1 | | | | | | |
| 27 | 1 | | | | | | |
| 28 | 1 | | | | | | |
| 29 | 1 | | | | | | |
| 30 | 1 | | | | | | |
| 31 | 1 | | | | | | |
| 32 | 1 | | | | | | |
| 33 | 1 | | | | | | |
| 34 | 1 | | | | | | |
| 35 | 1 | | | | | | |
| 36 | 1 | | | | | | |
| 37 | 1 | | | | | | |
| 38 | 1 | | | | | | |
| 39 | 1 | | | | | | |
| 40 | 1 | | | | | | |
| 41 | 1 | | | | | | |
| 42 | 1 | | | | | | |
| 43 | 1 | | | | | | |
| 44 | 1 | | | | | | |
| 45 | 1 | | | | | | |
| 46 | 1 | | | | | | |
| 47 | 1 | | | | | | |
| 48 | 1 | | | | | | |
| 49 | 1 | | | | | | |
| 50 | 1 | | | | | | |
| 51 | 1 | | | | | | |
| 52 | 1 | | | | | | |
| 53 | 1 | | | | | | |
| 54 | 1 | | | | | | |
| 55 | 1 | | | | | | |
| 56 | 1 | | | | | | |
| 57 | 1 | | | | | | |
| 58 | 1 | | | | | | |
| 59 | 1 | | | | | | |
| 60 | 1 | | | | | | |
| 61 | 1 | | | | | | |
| 62 | 1 | | | | | | |
| 63 | 1 | | | | | | |
| 64 | 1 | | | | | | |
| 65 | 1 | | | | | | |
| 66 | 1 | | | | | | |
| 67 | 1 | | | | | | |
| 68 | 1 | | | | | | |
| 69 | 1 | | | | | | |
| 70 | 1 | | | | | | |
| 71 | 1 | | | | | | |
| 72 | 1 | | | | | | |
| 73 | 1 | | | | | | |
| 74 | 1 | | | | | | |
| 75 | 1 | | | | | | |
| 76 | 1 | | | | | | |
| 77 | 1 | | | | | | |
| 78 | 1 | | | | | | |
| 79 | 1 | | | | | | |
| 80 | 1 | | | | | | |
| 81 | 1 | | | | | | |
| 82 | 1 | | | | | | |
| 83 | 1 | | | | | | |
| 84 | 1 | | | | | | |
| 85 | 1 | | | | | | |
| 86 | 1 | | | | | | |
| 87 | 1 | | | | | | |
| 88 | 1 | | | | | | |
| 89 | 1 | | | | | | |
| 90 | 1 | | | | | | |
| 91 | 1 | | | | | | |
| 92 | 1 | | | | | | |
| 93 | 1 | | | | | | |
| 94 | 1 | | | | | | |
| 95 | 1 | | | | | | |
| 96 | 1 | | | | | | |
| 97 | 1 | | | | | | |
| 98 | 1 | | | | | | |
| 99 | 1 | | | | | | |
| 100 | 1 | | | | | | |



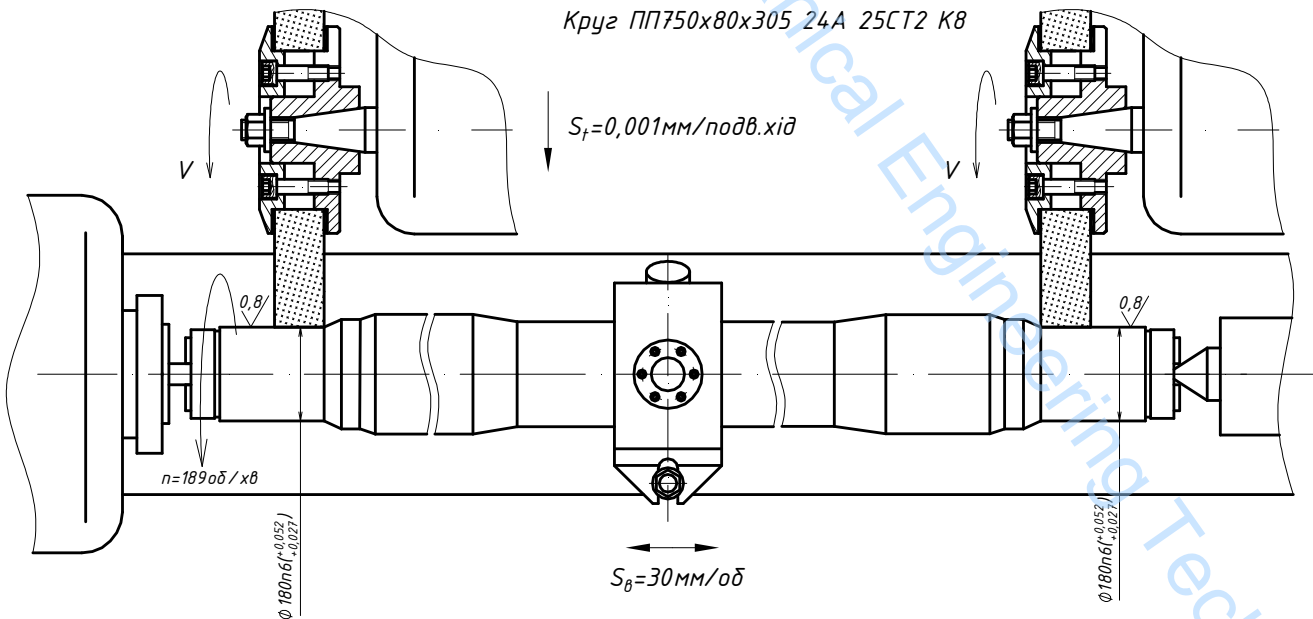
1. 207...217 HB
2. Кубання II групи точності за ГОСТ 7062-79
3. Схили відрубів повинні бути без задирок і не повинні заважати встановленню центрів.
4. Мінімальні розміри висот та довжин виступів, а також вм'ятин кубань відповідно з типовими кресленнями деталей за ГОСТ 7062-79
5. Заготівку перевірити на відсутність тріщин методом магнітної дефектоскопії. Трещини, раковини та волосовини не допускаються
6. Очистити від окалини механічним засобом
7. Інші технічні вимоги за ГОСТ 8479-70

| | | | | | | | | |
|----------|-------------|------------|--------|------|------------------|-------------------|----------|--|
| | | | | | | TMM.OPPB.20.01.02 | | |
| Зм. | Арх. | Кр. Діагр. | Підпис | Дат. | Вісь | | | |
| Розроб. | Рівбаченко | | | | Заготівка | | | |
| Перев. | Піняковська | | | | Лист | Маса | Масштаб | |
| Інженер | | | | | | 775 | 1:5 | |
| Начальн. | | | | | Архив | Архівов. | 1 | |
| Зав. | Проців | | | | 40X ГОСТ 4543-71 | | НТУ "ДП" | |

Операція 40, Крулошліфувальна Верстат 3М175

$T_0 = 17,5 \text{ хв}$, $T_d = 15,6 \text{ хв}$, $T_{пз} = 45 \text{ хв}$, $T_{шк} = 36,64 \text{ хв}$

Круг ПП750x80x305 24A 25CТ2 К8

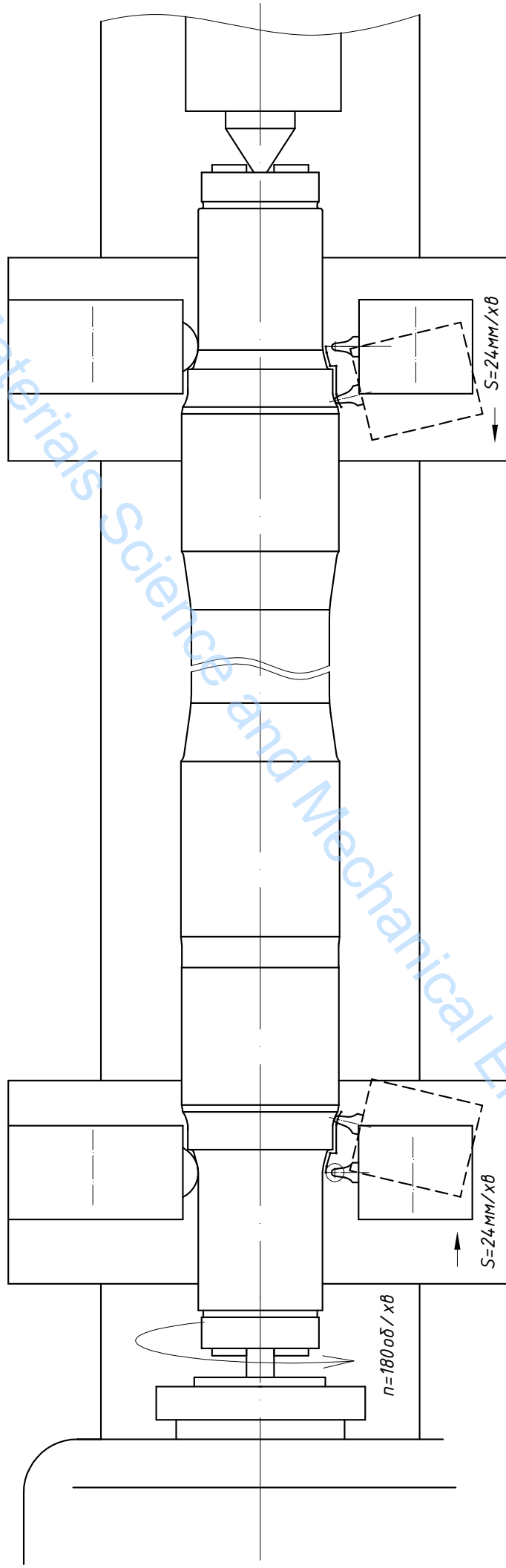


| | | | | | | | | |
|----------|-------------|------------|--------|------|--------------------|-------------------|----------|--|
| | | | | | | TMM.OPPB.20.01.05 | | |
| Зм. | Арх. | Кр. Діагр. | Підпис | Дат. | Налагодження | | | |
| Розроб. | Рівбаченко | | | | технологічне оп 40 | | | |
| Перев. | Піняковська | | | | Лист | Маса | Масштаб | |
| Інженер | | | | | | - | - | |
| Начальн. | | | | | Архив | Архівов. | 1 | |
| Зав. | Проців | | | | | | НТУ "ДП" | |

Операція 30, Спеціальна токарна

Верстат КЖ 1844

$T_0 = 50,8 \text{ хв}$, $T_0 = 15,6 \text{ хв}$, $T_{пз} = 30 \text{ хв}$, $T_{шк} = 68,8 \text{ хв}$



| | | | |
|--------------------|------------|-----------|-------|
| ТММ.ОПЛБ.20.01.04 | | | |
| Лист | Масо | Кількість | |
| 1 | 1 | 1 | |
| Накладження | | | |
| ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОП.30 | | | |
| Зам. Адам | Вір. Вадим | Приймач | Датум |
| Розроб | Робляченко | | |
| Перев. | Пиливченко | | |
| Специр. | | | |
| Виконав | Григор | | |
| Зачек | | | |
| НТУ "ДП" | | | |