

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал колінчастий» робота-маніпулятора та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

Кондратюк А.С.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2024 р

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Вал колінчастий» робота-маніпулятора та обґрунтування
параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM/CAE
систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

Кондратюк А.С.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

(підпис)

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

(підпис)

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Нечасів В.П. /

(підпис)

Кривий Ріг
2024 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Затверджую
Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Нечаєв В.П.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Студент гр. ПМ-20 КОНДРАТЮК Андрій Сергійович

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал колінчастий» робота-маніпулятора та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM/CAE систем

1. Керівник проекту к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Тема затверджена наказом по КНУ № 253с від “08 ”04 2024 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 3 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.

2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки:

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ

3.1 Токарна обробка у FEATURE CAM

4 СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ у SolidWorks Simulation

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

5.1 Охорона праці та екологія

5.2 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки

6 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ КУВАННЯ НА ГЕОМЕТРИЧНУ ТОЧНІСТЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗНЯТТЯ

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла. 2. Креслення заготовки 3. Креслення деталі. 4. Ремонтне креслення 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження.

6. Календарний план:

| Етап роботи | Термін виконання |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 Аналіз службового призначення машини, вузла 1.1 Призначення, будова, принцип роботи блюмінга стана 1.2 Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей об'єкту виробництва 1.3 Розробка карти дефектації 1.4 Вибір методу відновлення деталі вал колінчатий 1.5 Розрахунок припусків на відновлення шийки шатунної валу колінчатого 1.6 Проектування технологічного процесу складання механізму (вузла) 1.6.1 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів 1.6.2 Розробка технологічного процесу складання 1.6.3 Розрахункова частина 1.6.3.1 Розрахунок складання підшипників кочення 3003752 1.6.3.2 Визначення зусиль запресовування | До 28.04 2024р. |
| 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ 2.1 Службове призначення деталі .Вибір матеріалу і варіантів замін 2.2 Аналіз якості поверхонь деталі 2.3 Аналіз технологічності деталі 2.4 Вибір типу виробництва .Задачі проектування 2.5 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу 2.6 Проектування заготовки 2.7 Вибір та обґрунтування баз 2.8 Вибір обладнання для обробки 2.8.1 Вибір верстатного обладнання 2.8.2 Вибір ріжучого інструмента та розрахунок режимів різання для кожного інструменту 2.9 Розробка технологічного процесу обробки | 02.05 2022р.- 20.05.2024р. |
| 3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ 3.1 Токарна обробка у FEATURE CAM Креслення налагоджень | з 31.05.2024р. |
| 4 СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ у SolidWorks Simulation | |
| 5 Організаційно-економічна підготовка виробництва. 5.1 Охорона праці та екологія 5.2 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки | до 03.06 2024р. |
| 6 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ КУВАННЯ НА ГЕОМЕТРИЧНУ ТОЧНІСТЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗНЯТТЯ | |
| Попередній захист | 10 .06 2024р. |

Дата видачі завдання: “08” 04 2024р.

Студент _____ / Кондратюк А.С./

Керівник роботи _____ /Цивінда Н.І./

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------------------------------|-----------|----------|-------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | |
| A2 | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.РПЗ | Пояснювальна записка Альбом технологічних карт | | |
| A3 | 2 | | КНУ.КБР.131.24.1-08.ВК.2D.3D | Вал колінчастий | 1 | |
| A2 | 3 | | КНУ.КБР.131.24.1-08.МК.2D | Маніпулятор кантувача (складальне креслення) | 1 | |
| A0 | 4 | | КНУ.КБР.131.24.1-08.ВІН.2D | Верстатно інструментальє налагодження | 1 | |
| | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.ВІН.2D.3D | Статичне дослідження | 1 | |
| | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.МТО.3D | Моделювання в середовищі Feature CAM | 1 | |
| | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.ТРП | Карти технологічних операцій | 1 | |
| КНУ.КБР.131.24.1-08.ВЗА | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разраб. | Кондратюк | | | | Лит. | Лист |
| Проб. | Цивінда | | | | н/ | Листов |
| Н.контр. | Рязанцев | | | | 1 | |
| Утв. | Нечасів | | | | Кафедра ТМ гр. ПМ-20 | |
| | | | | | Формат А4 | |

Копіював

ЗМІСТ

ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА РЕФЕРАТ ВСТУП

- 1 Аналіз службового призначення машини, вузла
 - 1.1 Призначення, будова, принцип роботи бдюмінга стана
 - 1.2 Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей об'єкту виробництва
 - 1.3 Розробка карти дефектації
 - 1.4 Вибір методу відновлення деталі вал колінчатий
 - 1.5 Розрахунок припусків на відновлення шийки шатунної валу колінчатого
 - 1.6 Проектування технологічного процесу складання механізму (вузла)
 - 1.6.1 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів
 - 1.6.2 Розробка технологічного процесу складання
 - 1.6.3 Розрахункова частина
 - 1.6.3.1 Розрахунок складання підшипників кочення 3003752
 - 1.6.3.2 Визначення зусиль запресовування
- 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
 - 2.1 Службове призначення деталі .Вибір матеріалу і варіантів замін
 - 2.2 Аналіз якості поверхонь деталі
 - 2.3 Аналіз технологічності деталі
 - 2.4 Вибір типу виробництва .Задачі проектування
 - 2.5 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу
 - 2.6 Проектування заготовки
 - 2.7 Вибір та обґрунтування баз
 - 2.8 Вибір обладнання для обробки
 - 2.8.1 Вибір верстатного обладнання
 - 2.8.2 Вибір ріжучого інструмента та розрахунок режимів різання для кожного інструменту
 - 2.9 Розробка технологічного процесу обробки
- 3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ
 - 3.1 Токарна обробка у FEATURE CAM
- 4 СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ у SolidWorks Simulation
- 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|------------|------------------------------|---------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.3</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кандратюк</i> | | | <i>ЗМІСТ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушіє</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязаниєв</i> | | | | <i>Каф ТМ ПМ-20</i> | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечаєв</i> | | | | | | |

5.1 Охорона праці та екологія

5.2 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки

6 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ КУВАННЯ НА
ГЕОМЕТРИЧНУ ТОЧНІСТЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТА МЕТОДИ ЇХ
ЗНЯТТЯ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.3</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

ВСТУП

Машинобудування, яке постачає продукцію всім галузям народного господарства, відіграє важливу роль у розвитку науково-технічного прогресу України. Ефективність виробництва, якість продукції, що випускається, залежать від випереджаючого розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів і апаратів, від всебічного запровадження методів техніко-економічного аналізу.

Однією з найважливіших задач є розробка технологічних процесів виготовлення деталей та технологічних процесів складання вузлів і машин з урахуванням наукомістких технологій та врахуванням умов конкурентноздатності деталі.

Виробництво деталей для машин і механізмів сьогодні неможливе без виготовлення виливків, поковок, штампованих, пресованих, зварюваних, склепуваних, склеюваних, пластмасових, гумових, порошкових заготовок, значного розмаїття сортового та спеціального прокату, композитних матеріалів тощо. Сучасні способи формоутворення дають змогу отримувати заготовки великих і малих розмірів з високою точністю та якістю поверхонь, що вимагають незначного оброблення різанням.

Темою даної роботи є проектування технологічного процесу виготовлення деталі та складання вузла, до якого входить деталь з метою зниження собівартості обробки, підвищення продуктивності та з урахуванням сучасних умов виробництва.

Реалізація цієї цілі буде здійснюватись за рахунок вибору прогресивного типового технологічного процесу обробки деталі різанням, проектуванням і виготовленням заготовки дешевим способом, вибором сучасного автоматизованого обладнання, розрахунком прогресивних режимів різання і правильною послідовністю технологічних операцій, складальних, контрольних і термообробки.

Значно полегшує розробку технологічної документації застосування сучасного програмного забезпечення, яке скорочує час конструкторсько-технологічного проектування, звільняє інженерів від непродуктивної одноманітної праці.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|------------------------------|------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КРБ131..24.1-08.В</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кондратюк</i> | | | <i>ВСТУП</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязанцев</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечасів</i> | | | | | | |
| | | | | | | <i>Каф.ТМ гр.ПМ-20</i> | | |

РЕФЕРАТ

Об'єктом проектування є конструкторсько-технологічна підготовка виробництва вузла колінчастого валу робота – маніпулятора кантувача. КТП здійснювалась шляхом розробки технологічних процесів складання вузла колінчастого валу та ТП його виготовлення з заходами, що забезпечать параметри надійності процесу. Питання надійності процесу в роботі пов'язано з автоматизацією ТП. На етапі конструкторської підготовки застосовувався SOLID Works, при технологічній підготовці Feature CAM, щоб пов'язати параметри точності, продуктивності та економічності було проведено техніко-економічне обґрунтування прийняття технічних рішень.

Мета роботи: Розробити ефективні технологічні процеси складання вузла та механічної обробки деталі «Вал колінчастий» на основі САМ-САD технологій.

КАНТУВАЧ, РОБОТ - МАНІПУЛЯТОР, КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ, СКЛАДАННЯ, РОЗМІРНІ ЛАНЦЮГИ, БАЗУВАННЯ, МЕХАНІЧНА ОБРОБКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕФЕКТИВНІСТЬ

ABSTRACT

The object of the design is the design and technological preparation for the production of the crankshaft unit of the robot - the manipulator of the edger. KTP was carried out by developing technological processes for assembling the crankshaft assembly and TP for its manufacture with measures that will ensure process reliability parameters. The question of the reliability of the process in work is connected with the automation of TP.

At the stage of design preparation, SOLID Works was used, during the technological preparation of Feature CAM, in order to link the parameters of accuracy, productivity and economy, a technical and economic justification of technical decision-making was carried out.

The purpose of the work: to develop effective technological processes of assembly of the unit and mechanical processing of the "Crankshaft" part based on CAM-SAD technologies.

BENDER, ROBOT - MANIPULATOR, CRANKSHAFT, ASSEMBLY, DIMENSIONAL CHAINS, BASEING, MECHANICAL PROCESSING, TECHNOLOGICAL PROCESS, EFFICIENCY

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КРБ131..24.1-08.P</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кондратюк</i> | | | <i>РЕФЕРАТ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязанцев</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечасєв</i> | | | | | | |
| | | | | | | <i>Каф.ТМ гр..ПМ-20</i> | | |

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

1.1 Призначення, будова, принцип роботи блюмінга стану

Блюмінг - великий, важкий обтискний стан для попереднього обтискання сталевих злитків великого поперечного перерізу в блюми, призначений для обтискання сталевих зливків вагою від 3 до 10 т і більше на блюми, а при потребі — на сляби. Складається з робочої кліті з пристроями для переміщення і кантування зливків, привода валків робочої кліті, рольгангів, ножиць та інших допоміжних механізмів.

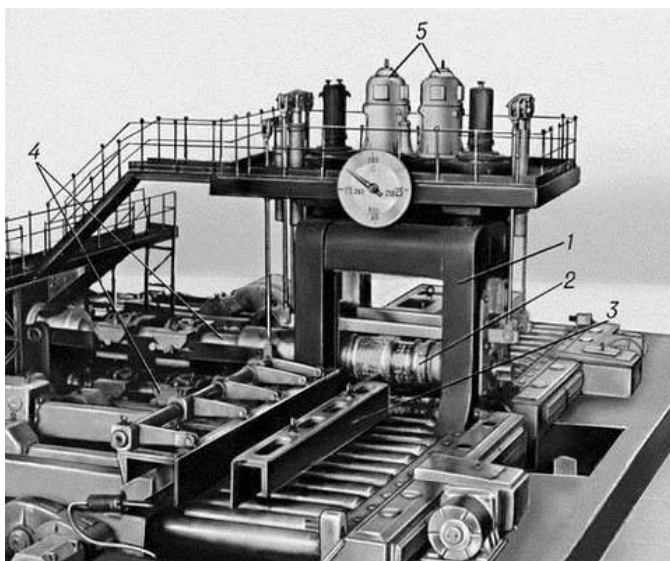


Рисунок 1.1 – Загальний вид Блюмінгу стану

Блюмінги можуть бути одно- і двох-клітьовими реверсивного виду. Діаметр валків в блюмінгів 800-1400 мм , довжина бочки 2000-2800 мм , число обертів валків 40-140 в хвилину, потужність електродвигуна 5000-5500 кВт.

В останні роки все більшого поширення набувають стани з індивідуальним приводом кожного валка від окремого електродвигуна потужністю близько 3500 кВт , завдяки чому виключається шестернева кліть і спрощується весь передавальний механізм , що складається з одних тільки шпинделів і муфт (рис. 2.1). Швидкість прокатки (окружна швидкість валків) у блюмінга доходить до 7 м / с; продуктивність його складає 2,0 -2500000 т прокату в рік , або 300-350 т / год.

| | | | | | | | |
|-----------|------|------------------|--------|------|----------------------------------------------------|------|---------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР1.31.24.1-08.01.АСПД</i> | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |
| Розроб. | | <i>Кондратюк</i> | | | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | <i>Цивінда</i> | | | | | |
| Реценз. | | | | | <i>Каф.ТМ зр..ПМ20</i> | | |
| Н. Контр. | | <i>Рязанцев</i> | | | | | |
| Зав. каф. | | <i>Нечасів</i> | | | | | |
| | | | | | <i>АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА</i> | | |

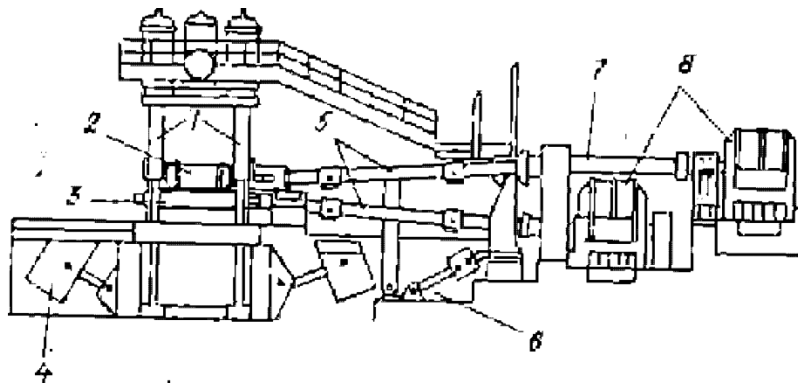


Рисунок 1.2 – Схема блужінгу стану: 1 - робоча кліть; 2 - верхній валок; 3 - нижній валок; 4 - пристрій для зрівноважування верхнього валка; 5 - універсальний шпindel; 6 - пристрій для зрівноважування верхнього шпindеля; 7 - проміжний вал; 8 - головний електродвигун

Вузол робота – маніпулятора кантувача виконує функції шатунного механізму завдяки колінчастому валуна якому закріплений штовхач. Обертаючий момент передається на колінчастий вал через муфту.

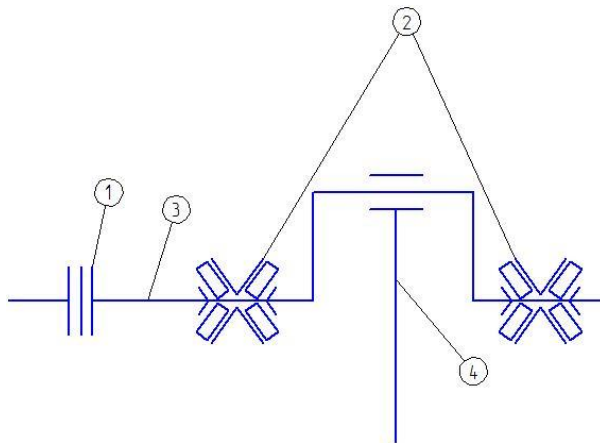


Рисунок 1.3 – Кінематична схема вузла колінчастого валу : 1 - муфта; 2 – підшипник 3003752; 3 – вал колінчастий; 4 – штовхач

1.2 Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей об'єкту виробництва

Таблиця 1.1 - Технологічний процес розбирання вузла колінчастого валу

| № з/п | Технологічна карта розбирання | Назва вузла: маніпулятор кантувача | | |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------|
| | | Місце розбирання: складальний цех | Кількість вузлів: 1 | |
| Зміст обробки | Номер деталі | Кількість | Засоби виконання | |
| | | | Назва | Кількість |
| | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|--------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------|------------|
| 2. | Зняття болтового з'єднання | 13,14,15 | 16,16,32 | Набір гаєчних ключів | 2 |
| 3. | Демонтаж кришки робота-робота-маніпулятора | 11 | 1 | Стропи, зубило, молоток. | 1, 1,1 |
| 4. | Демонтаж напівмуфти | 10 | 1 | Стропи, молоток | 1, 1 |
| 5. | Демонтаж кришки врізної | 12 | 1 | Молоток, зубило, стропи | 1,1,1 |
| 6. | Демонтаж валу колінчатого у зборі | СБ | 1 | Стропа | 1 |
| 7. | Демонтаж шпонки | 8 | 1 | Зубило, молоток, пресс, викрутка | 1, 1, 1, 1 |
| 8. | Розбір вузла колінчатого валу в зборі | 2,3,4,5,6,7 | 2,1,2,2,2,1 | Молоток, пресс, отвертка, зубило | 1, 1, 1, 1 |
| 8.1 | Демонтаж кришки розпорної | 9 | 1 | Молоток, зубило, стропи | 1 |
| 8.2 | Демонтаж втулки установочної | 7 | 1 | Молоток, зубило, стропи | 1 |
| 8.3 | Демонтаж болтів М20 | 5 | 1 | Викрутки | 1 |
| 8.4 | Демонтаж шайб стопорних | 4 | 1 | Молоток ,зубило | 1 |
| 8.5 | Демонтаж шайби упорної | 3 | 1 | Молоток, зубило | 1 |
| 8.6 | Демонтаж підшипників | 2 | 1 | Молоток(мідний), | 1 |
| 8.7 | Демонтаж вкладшів | 6 | 1 | Молоток, зубило | 1 |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД

Арк.

Таблиця 1.2 - Технологічний процес мийки вузла лівого валу і його деталей

| № | Операція | Обладнання та інструмент |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Зовнішня мийка вузла колінчатого валу | |
| 1.1 | Встановити вузли в мийну ванну | ТЭ05-521 в/п-0,5т |
| 1.2 | Промити вузли в мийній ванні, при робочій температурі 70°C содовим розчином | Ванна |
| 1.3 | Перевірити якість мийки вузла колінчатого валу в мийній ванні | |
| Технічні вимоги | | |
| На поверхні вузла колінчатого валу забруднень не допускається, при наявності забруднень направити на повторну мийку. | | |
| 2 | Обдути вузол колінчатого валу стисненим повітрям до повного видалення вологи. | Пістолет 199-ГАРО |
| 2.1 | Контроль ВТК. Перевірити якість мийки вузла колінчатого валу і направити його на дільницю складання | |
| 3 | Мийка деталей | |
| 3.1 | Розкласти деталі в корзини, і навісити на підвісний конвеєр, мийної машини. Крупні деталі вішати на конвеєр безпосередньо на схватках. | Мийна машина ОМ-4267, таль електрична ТЕ05, схватки, стропи. |
| 3.2 | Промити деталі в мийній машині при робочій температурі 70-85°C | Мийна машина ОМ-4267 |
| 3.3 | Зняти деталі з конвеєра і обдути стисненим повітрям до повного видалення вологи. | Таль електрична ТЕ05, стропи, Пістолет 199-ГАРО |
| 4 | Мийка кріпильних виробів | |
| 4.1 | Завантажити кріпильні вироби в ванну, увімкнути установку, промити протягом 10-15 хвилин. | Абразивна сітчата установка для мийки ОМ-6068, таль електрична ТЕ05, стропи |
| 4.2 | Вивантажити кріпильні вироби і обдути стисненим повітрям до повного видалення вологи. | Пістолет 199-ГАРО |
| 4.3 | Контроль ВТК. Перевірити якість мийки, та направити на дільницю дефектації. | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД | Арк. |
| | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.3 Розробка карти дефектації

Таблиця 1.5 – Карта дефектації колінчастого валу

| | | | Найменування вузла – вузол колінчастого валу | | | |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | Номер вузла - 2 | | | |
| | | | Найменування деталі – вал колінчастий | | | |
| | | | Номер деталі - 1 | | | |
| | | | Кількість на вузол - 1 | | | |
| | | | Матеріал деталі – Сталь 34ХН3М | | | |
| | | | Термообробка – відпал 2 роду, гартування 820-840 °С, відпуск – 550-600 °С. | | | |
| Твердість – 229...285 НВ | | | | | | |
| № позиції на ескізі | Найменування дефекту | Спосіб встановлення дефекту та вимірювальний інструмент | Розміри, мм | | | Спосіб ремонту |
| | | | Номінальний | Без ремонту | Для ремонту | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Виїдання шатунної шийок | Зовнішній огляд, штангенциркуль | ø250e8 | ø248 | ø254 | Наплавлення і обточка |
| 2 | Виїдання коренних шийок | Зовнішній огляд, штангенциркуль | ø260k6 | ø258 | ø264 | Наплавлення і обточка |
| 3 | Задири царпини коренних шийок, шатуної шийки та торцевих поверхонь | Зовнішній огляд, штангенциркуль | - | - | - | Наплавка, шліфування |
| 4 | Руйнування шпоночного пазу | Зовнішній огляд | - | - | - | Бракувати |
| 5 | Прогин колінчастого валу | Зовнішній огляд, прогибомір | - | - | - | Бракувати |
| 6 | Тріщини колінчастого валу | Зовнішній огляд | - | - | - | Бракувати |
| 7 | Руйнація кріпильних отворів | Зовнішній огляд, штангенциркуль | M22 | - | - | Бракувати |

Враховуючи, що колінчастий вал працює у силовому режимі при руйнації валу, шпоночного пазу та кріпильних отворів слід виготовити новий колінчастий вал.

1.4 Вибір методу відновлення деталі вал колінчастий

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|--|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Для відновлення різних пошкоджень деталі вал колінчастий можна використовувати декілька методів відновлення.

1) Для відновлення шийок валу обираємо метод наплавлення плазмове. При наплавленні матеріалу шар металу рівномірно наноситься на відновлювану поверхню і після наплавлення проводиться механічна обробка для досягання номінального розміру та подальша експлуатація деталі.

2) Ремонт задир виконується за допомогою зашліфовування їх та на відповідних верстатах.

3) При прогині колінчатого валу, вал бракується

4) При утворенні тріщин на колінчатих валах вали бракуються і виконується нова деталь

5) При руйнації отворів під кріпильні отвори та шпонкових пазів деталь бракується, так як при відновленні або переточці даних елементів може створитися дисбаланс валу.

1.5 Розрахунок припусків на відновлення шийки шатунної валу колінчатого

Для відновлення шийки шатунної використовуємо метод наплавлення під флюсом.

Розрахуємо шар металу що буде оптимальним для відновлення даної поверхні деталі

1) Розрахуємо граничні розміри деталі яка підлягає ремонту

- найменування деталі – вал колінчастий;
- вид з'єднання – посадка із зазором Н7/е8 ;
- розмір деталі – Ø250
- метод відновлення – наплавлення під шаром флюсу

В нашому випадку шийка шатунна має посадкове місце з зазором таким чином використовуємо наступну формулу для з'єднання з зазором :

$$d_3 = d_{max} + \alpha \cdot ei \quad (1.1)$$

де $d_{н.мах}$ – максимальне значення діаметра нового вала;

α – число одиниць допуску до ремонту, $\alpha = 5$;

ei – нижнє відхилення допуску на виготовлення діаметр зношеного отвору

$$d_3 = 249,9 - 5 \cdot 0,172 = 249,04 \text{ мм}$$

2) Розрахуємо припуск і розмір валу після попередньої механічної обробки:

$$2z = 2(R_{z,3} + T_3) \quad (1.2)$$

$$d_{п.по} = d_3 - 2z' \quad (1.3)$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД

де $2z'$ – припуск на попередню механічну обробку ;
 $R_{z.3}$ – шорсткість зношеної поверхні, $R_{z.3} = 20 \dots 100$ мкм ;
 T_3 – дефектний шар зношеної поверхні, $T_3 = 0,1 \dots 0,8$ мм ;
 $d_{п.по}$ – діаметр деталі після попередньої механічної обробки.

$$2z' = 2 (0,064 + 0,5) = 1,128 \text{ мм}$$

$$d_{п.по} = 249,14 - 1,128 = 248,012 \text{ мм}$$

3) Розрахуємо припуск на чистову обробку:

$$2 Z'' = 2 (R_{z_{ч.о}} + T_{ч.о}) \quad (1.4)$$

$$d_{ч.о} = d_H + 2 Z'' \quad (1.5)$$

де $R_{z_{ч.о}}$ – шорсткість поверхні після чорнової обробки відновленої деталі
 $T_{ч.о}$ – дефектний шар після чорнової обробки відновленої деталі
 $d_{ч.о}$ – діаметр відновленої деталі після чорнової обробки.

$$2 Z'' = 2 (0,064 + 0,3) = 0,73 \text{ мм}$$

$$d_{ч.о} = 250 + 0,73 = 250,73 \text{ мм}$$

4) Розрахуємо припуск на чорнову механічну обробку відновленого валу:

$$2 Z''' = 2 (R_{z_B} + T_B) \quad (1.6)$$

$$d_B = d_{ч.о} + 2 Z''' \quad (1.7)$$

де R_{z_B} – шорсткість поверхні відновленої деталі;
 T_B – дефектний шар відновленої поверхні;
 d_B – діаметр деталі після відновлення .

$$2 Z''' = 2 (0,8 + 1,0) = 3,6 \text{ мм}$$

$$d_B = 250,73 + 3,6 = 254,33 \text{ мм}$$

5) Визначення товщини нарощування шару при відновленні валу:

$$h = \frac{d_{п.по} - d_B}{2} \quad (1.8)$$

$$h = \frac{254,33 - 248,016}{2} = 3,16 \text{ мм}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.6 Проектування технологічного процесу складання механізму (вузла)

1.6.1 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів

Для виконання службового призначення заданого вузла необхідно витримати точність осьового положення шатунної шийки робота-маніпулятора. Необхідну точність отримують застосуванням компенсуючого елемента. Розрахунок лінійного розмірного ланцюга будемо проводити однойменним методом-компенсації.

В якості компенсуючого ланки обираємо дистанційне кільце (ланка A_{Δ}) так як вона є не дуже відповідальною і легко виготовляється

Знаходимо граничні відхилення на всі ланки крім A_{Δ} :

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_{Ai} \quad (1.9)$$

$$T_{\Sigma} = (1,05 + 0,74 + 2,50 + 0,250 + 1 + 0,25 + 0,740 + 0,05) = 4,08 \text{ мм.}$$

Знаходимо координати середини поля допуску :

$$\Delta C_{\Sigma} = \Delta C_{зб} - \Delta C_{зм} \quad (1.10)$$

$$\Delta C_{\Sigma} = (0,525) - (0,37 + 0,025 + 0,0125 + 0,5 + 0,125 + 0,37) = -0,99 \text{ мм}$$

Граничні відхилення технологічно досяжної замикаючої ланки:

$$es_{\Sigma} = \Delta C_{\Sigma} + \frac{T_{\Sigma}}{2} \quad (1.11)$$

$$ei_{\Sigma} = \Delta C_{\Sigma} - \frac{T_{\Sigma}}{2} \quad (1.12)$$

$$es_{\Sigma} = -0,99 + \frac{4,08}{2} = 1,05 \text{ мм}$$

$$ei_{\Sigma} = -0,99 - \frac{4,08}{2} = -3,03 \text{ мм}$$

Величина компенсації визначається по формулі:

$$T_K = T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}] \quad (1.13)$$

$$T_K = 4,08 - 0,1 = 3,98 \text{ мм} \quad A_{\Sigma} = 3,98_{-3,03}^{+1,05} \text{ мм.}$$

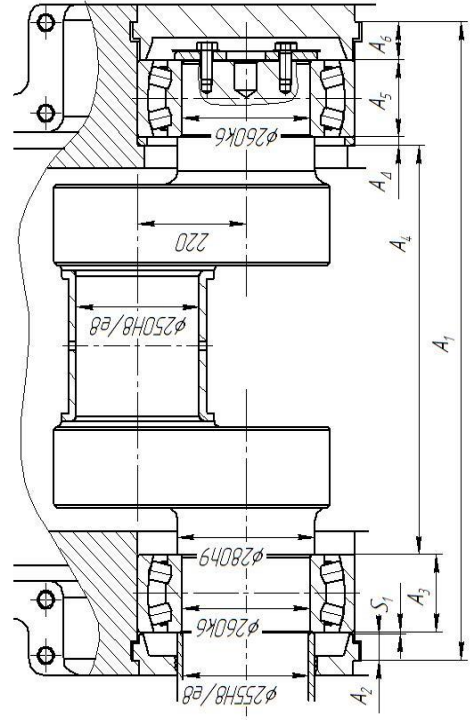
Так як ширина ланки менша номінальної збільшуємо її до номінального розміру залишаючи допуск на її розмір. Отже замикаюча ланка буду $A_{\Sigma} = 20_{-3,03}^{+1,05}$ мм

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розрахунок лінійних розмірів ланцюгів методом компенсуючого елемента

$$A_7 = 20^{+0,1} \text{ мм} \quad \Delta C_7 = 0,05 \text{ мм} \quad T_7 = 0,1 \text{ мм}$$

| Призначення розмірного ланцюга | Ланцюг А – забезпечення позиціонування положення шпindelа кінтубача | Значення вихідної ланки компенсатора | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|
| | | Позначення ланки | Номинальний розмір | Квалітет IT | Допуск на ланку, мкм | Розмір з відхиленням |
| Вихідні дані | | | | | | |
| Схема розмірного ланцюга | | | | | | |
| | | 1173 | 12 | 1050 | 1173 \pm 0,525 | 0 |
| | | 53 | 9 | 74 | 53 $^{+0,03}_{-0,04}$ | 0,037 |
| | | 144 | с11 | 250 | 144 \pm 0,125 | 0 |
| | | 756 | 12 | 1000 | 756 \pm 0,5 | 0 |
| | | 144 | с11 | 250 | 144 \pm 0,125 | 0 |
| | | 53 | 9 | 74 | 53 $^{+0,03}_{-0,04}$ | 0,037 |
| Ланка | Найменшавання ланки | | | | | |
| A_1 | Відстань між торцями кришок врізних | | | | | |
| A_2 | Ширина ніжки врізної кришки | | | | | |
| S_1 | Зазор між кришкою та підшипником | | | | | |
| A_3 | Ширина ролікопідшипника | | | | | |
| A_4 | Відстань між торцем підшипником і компенсуючим кільцем | | | | | |
| A_5 | Ширина компенсуючого елемента (кільця) | | | | | |
| A_6 | Ширина ролікопідшипника | | | | | |
| A_7 | Ширина кришки врізної | | | | | |



1.6.2 Розробка технологічного процесу складання

Схема складального з'єднання, яка показує порядок комплектації окремих деталей представлена на рисунку для даного вузла

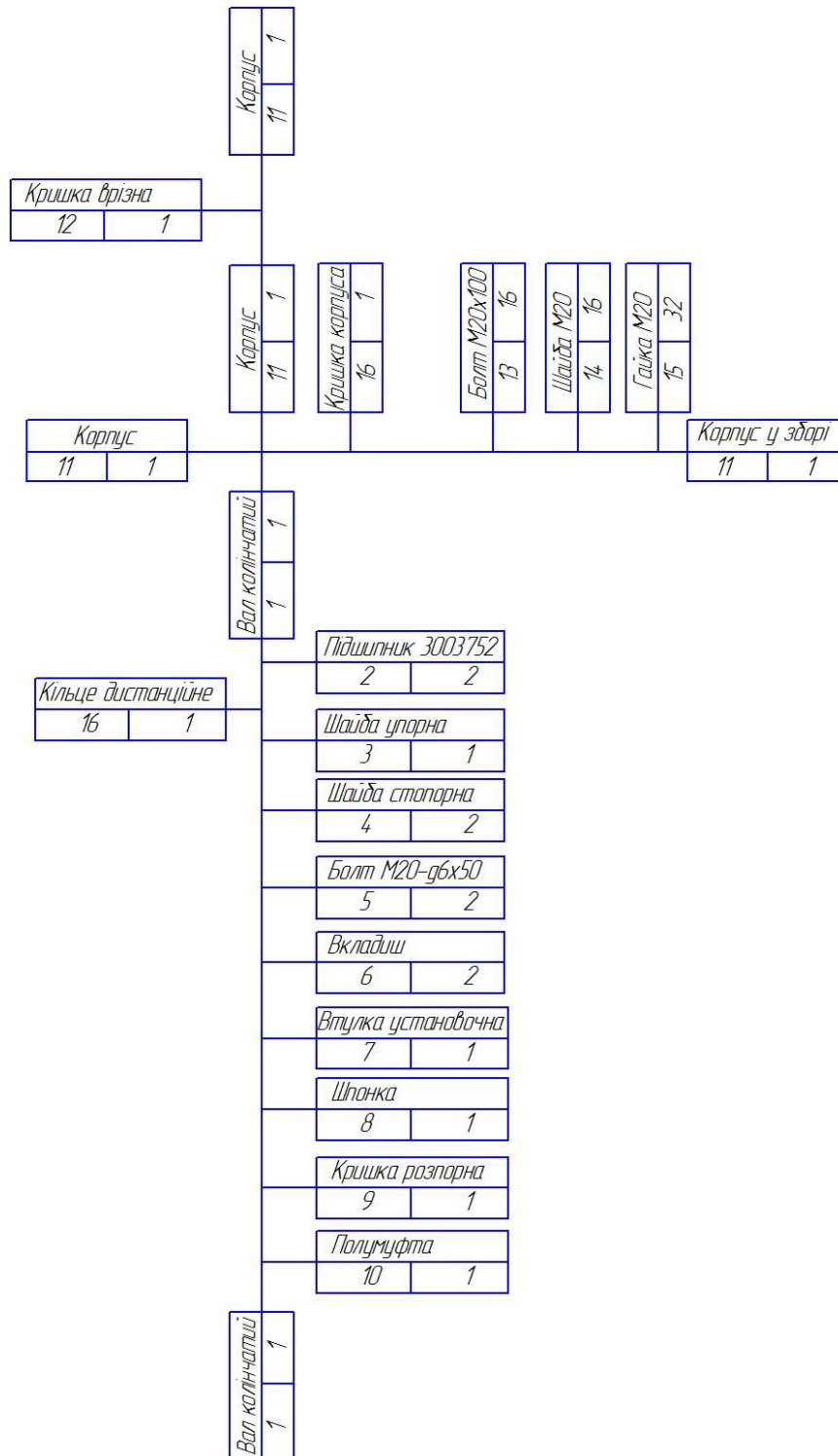


Рисунок 1.4 – Схема складального з'єднання вузла робота- маніпулятора кантувача

Для заданої схеми розробимо технологічний процес складання вузла

Таблиця 1.6 - Технологічний процес складання вузла

| № | Зміст основних операцій | Час ,год |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 | Оглянути вал колінчастий | 0,2 |
| 2 | Одіти дистанційне кільце на колінчастий вал | 0,05 |
| 3 | Запресувати підшипник 3003752 | 0,5 |
| 4 | Встановити упорну шайбу | 0,02 |
| 5 | Загвинтити болти М20 попередньо встановити шайби стопорні | 0,2 |
| 6 | Встановити вкладці на шатунну шийку | 0,05 |
| 7 | Запресувати підшипник 3003752 | 0,3 |
| 8 | Встановити втулку установчу | 0,02 |
| 9 | Встановити кришку розпорну 2 | 0,03 |
| 10 | Запресувати шпонку 32x60x280 | 0,5 |
| 11 | Встановити розпорну кришку в корпус робота-маніпулятора кантувача | 0,05 |
| 12 | Встановити вузол колінчатого валу в корпус попередньо вивірівши дистанційне кільце та кришку розпорну | 1,02 |
| 13 | Вивірити та встановити кришку корпусу | 0,5 |
| 14 | Загвинтити болтові з'єднання що зкріплюють кришку корпусу та корпус(16 болтів М20, 16 шайба 22, 32 гайка М20) | 0,8 |
| 15 | Встановити напівмуфту на вал колінчастий | 0,3 |
| 16 | Загальний огляд механізму | 0,2 |
| | Всього | 4,74 |

1.6.3 Розрахункова частина

1.6.3.1 Розрахунок складання підшипників кочення 3003752.

Під час установки підшипника кочення на вал з натягом провадиться нагрів його в мастилі.

Температуру нагріву підшипника знаходять за формулою

$$t = \frac{N_{max} + \Delta}{0.000011 \cdot d} + t_0 \quad (1.14)$$

де N_{max} – найбільший натяг, мм (визначається за допомогою таблиць допусків та посадок);

d – внутрішній діаметр підшипника, мм;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД | | | | |

Δ – зазор, необхідний для складання з'єднання, мм;

$$\Delta = (0,0003 \dots 0,0005)d ;$$

t_0 – початкова температура; $t_0 = 20^\circ\text{C}$.

Розрахуємо температуру Посадку підшипника 3003752 на вал $\varnothing 260\text{k6}$.

1) Відхилення внутрішнього діаметру $\varnothing 260$ підшипника класу 0

$$ES = 0$$

$$EI = -0,035 \text{ мм}$$

2) Відхилення вала $\varnothing 260\text{k8}$

$$es = +0,025 \text{ мм}$$

$$ei = -0,056 \text{ мм}$$

3) Величина максимального натягу

$$N_{\max} = 0,025 - (-0,035) = 0,06 \text{ мм.}$$

4) Монтажний зазор, необхідний для складання

$$\Delta = 0,0004 \cdot 260 = 0,104 \text{ мм}$$

5) Температура нагріву підшипника:

$$t = \frac{0,06 + 0,104}{0,000011 \cdot 260} + 20 = 77,34^\circ\text{C}$$

1.6.3.2 Визначення зусиль запресовування

Спосіб запресовування деталей ремонтуємого вузла та необхідне для цього обладнання вибирають на підставі величини зусилля запресовування.

1) Зусилля поздовжнього запресовування визначають за формулою:

$$P = f p \pi d l \quad , \text{ Н} , \quad (1.15)$$

де f - коефіцієнт тертя при запресовуванні;

p - тиск на спряжених поверхнях , МПа ;

d - діаметр спряжених поверхонь , мм;

l - довжина спряжених поверхонь

Статичне навантаження що випробовує підшипник 3003752 становить 1960000 Н, розрахуємо зусилля запресування:

1) Натяг для посадки підшипника на вал

$$N_{\max} = es - EI \quad , \quad (1.16)$$

де , $es = +0,025 \text{ мм}$

$$EI = 0$$

$$N_{\max} = 0,230 - 0 = 0,230 \text{ мм} .$$

2) Коефіцієнти пропорційності для вала та підшипника:

$$C_1 = 1 - \mu_1 ; \quad (1.17)$$

$$C_2 = 1 + \mu_2 \quad (1.18)$$

μ_1 – коефіцієнт Пуансона для вала,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

μ_2 – коефіцієнт Пуансона підшипника

$$C_1 = 1 - 0,3 = 0,7$$

$$C_2 = 1 + 0,3 = 1,3$$

3) Напруження на спряжених поверхнях визначається за формулою :

$$p = \frac{N_{\max}}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \text{ МПа} \quad (1.19)$$

де, N_{\max} – максимальна розрахункова величина натягу, мм ;

E_1, E_2 – модулі пружності матеріалу охоплюваної (1) та охоплюючої (2) деталі, Н/мм²

$$p = \frac{0,025}{260 \left(\frac{0,7}{2 \cdot 10^5} + \frac{1,3}{2 \cdot 10^5} \right)} = 9,6 \text{ МПа}$$

4) Зусилля запресовування

$$P = 0,18 \cdot 9,6 \cdot 3,14 \cdot 260 \cdot 144 = 64696,4 \text{ Н.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.01.АСПД</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

Колінчастий вал - деталь (або вузол деталей у разі складеного валу) складної форми, що має шийки для кріплення шатунів, від яких сприймає зусилля і перетворює в крутний момент. Складова частина кривошипно-шатунного механізму.

Корінна шийка - опора валу, що лежить в корінному підшипнику, розміщеному в картері двигуна.

Шатунна шийка - опора, за допомогою якої вал зв'язується з шатунами (для змащення шатунних підшипників маються масляні канали).

Щоки - пов'язують корінні і шатунні шийки.

Передня вихідна частина валу (носок) - частина валу на якій кріпиться зубчасте колесо або шків відбору потужності для приводу газорозподільного механізму (ГРМ) і різних допоміжних вузлів, систем і агрегатів.

Задня вихідна частина валу (хвостовик) - частина валу з'єднується з маховиком або масивною шестернею відбору основної частини потужності.

Противаги - забезпечують розвантаження корінних підшипників від відцентрових сил інерції першого порядку невірноважених мас кривошипа і нижній частині шатуна.

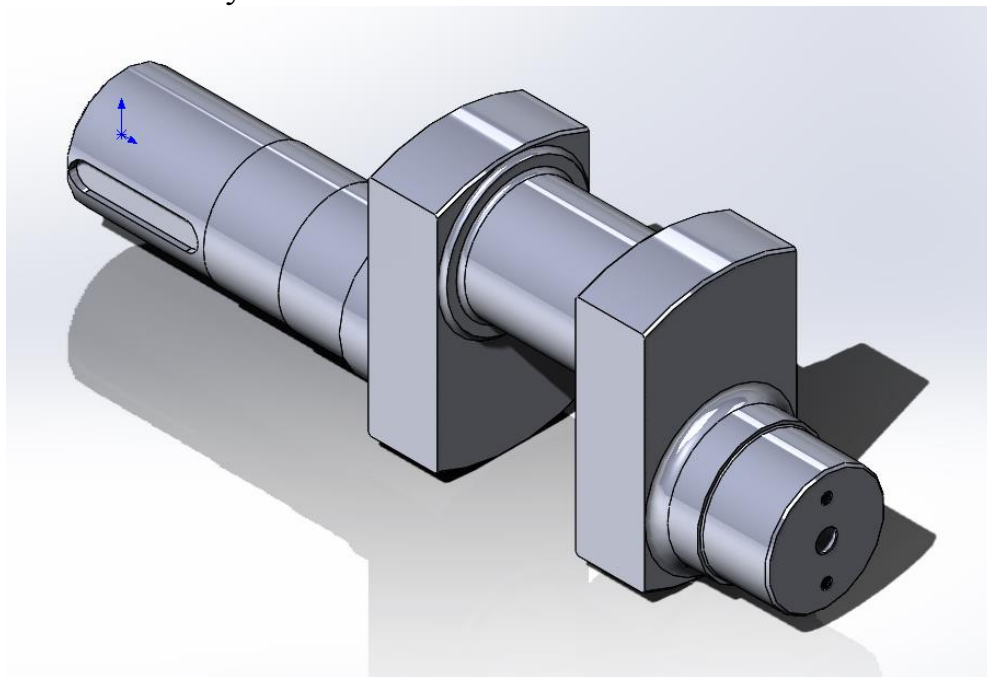


Рисунок 2.1- Твердотільна модель валу колінчастого

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------------|---------------|-------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.02 ПТП</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | <i>Кондратюк</i> | | | <i>ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ</i> | Літ. | Арк. | Акрушіє |
| Перевір. | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | <i>Каф. ТМ ПМ-20</i> | | |
| Н. Контр. | | <i>Рязанцев</i> | | | | | | |
| Зав. каф. | | <i>Нечасєв</i> | | | | | | |

Коефіцієнт використання металу є нормальним для деталей такої форми.

2) Середня точність визначається з формули:

$$T_{cp} = \frac{\sum IT \cdot n}{N} \quad (2.2)$$

де $\sum IT$ – це сума допусків на розміри у вигляді квалітетів;
 N – кількість розмірів.

$$T_{cp} = \frac{14 \cdot 18 + 11 \cdot 2 + 8 \cdot 4 + 6 \cdot 4}{28} = 11,78$$

Отже деталь має низьку точність для машинобудування, так як з низькою точністю поверхонь на деталі значно більше.

3) Середню шорсткість визначають за формулою:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra \cdot n}{N} \quad (2.3)$$

де $\sum Ra$ – сума шорсткості всіх поверхонь;
 N – кількість поверхонь.

$$Ra_{cp} = \frac{6,3 \cdot 7 + 3,2 \cdot 10 + 1,6 \cdot 11}{28} = 3,34$$

Середня шорсткість достатньо висока, відноситься до групи чистової обробки.

4) Визначаємо коефіцієнт уніфікації розмірів за формулою:

$$K_{ун} = \frac{N_{ун}}{N} \quad (2.4)$$

де $N_{ун}$ – кількість розмірів, що відповідають нормальним рядам;
 N – загальна кількість розмірів.

$$K_{ун} = \frac{21}{28} = 0,75$$

Деталь можна вважати уніфікованою, за виключенням деяких нестандартних розмірів.

Взагалі деталь є технологічною за виключенням шатунної шийки і має не високі вимоги до точності.

2.4 Вибір типу виробництва. Задачі проектування

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

КНУКБР.131.24.1-08.02.ПТТ
 КНУКБР.131.24.1-08.02.ПТТ

4 Кількість верстатів, на яких виконуються операції механічної обробки –

Річна програма випуску деталі – 1000 шт.

Штучно-калькуляційний час на виконання операцій на верстатах загалом складає 4836,13 хв.

$$P_{oi} = \frac{\eta_n}{\eta_3}, \quad (2.6)$$

де η_n - планований нормативний коефіцієнт завантаження 0,8;

η_3 - коефіцієнт завантаження верстата проєктований (заданою) операцією

Приймаємо $\eta_n = 0,8$.

Висновок: виробництво середньо серійне, метод роботи переміно-поточний

| Вихідні дані | |
|-------------------------------------------------|---------------|
| Річна програма N_p , шт | 1000 |
| Штучно-калькуляційний час, хв | |
| $T_{шт-к.1}$ | 185,7 |
| $T_{шт-к.2}$ | 1045,9 |
| $T_{шт-к.3}$ | 9,98 |
| $T_{шт-к.4}$ | 1289,6 |
| $T_{шт-к.5}$ | 0 |
| Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3) | 2 |
| Кількість змін | 1 |

| Коефіцієнт закріплення операцій | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| $K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_i}$ | |
| <p>де $\sum \Pi_{oi}$ – сумарне число різних операцій за місяць з розрахунку на одного змінного $\sum P_i$ – явочне число робітників ділянки, що виконують різні операції при роботі в одну</p> | |
| $\Pi_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_n}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$ | |
| <p>де η_n – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9;</p> | |
| <p>N_M – місячна програма випуску заданої деталі, $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$</p> | |
| $\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{185,7 \cdot 83,333} = 0,6815$ | $\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ |
| $\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{1045,9 \cdot 83,333} = 0,121$ | $P_1 = 0,96 \cdot \eta_n = 0,96 \cdot 0,8 = 0,768$ |
| $\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{9,98 \cdot 83,333} = 12,68$ | $\sum P_i = 4 \cdot 0,768 = 3,072 = 4$ |
| $\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{1289,6 \cdot 83,333} = 0,0981$ | $K_{з.о.} = \frac{13,58}{4} = 3,4$ |

| Розмір партії деталей | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $n = \frac{N_p \cdot a}{\Phi}$ | |
| <p>де Φ – число робочих днів в році; a – кількість днів запаса деталей на складі; для крупних деталей – 2...3 дн.; середніх – 3...5 дн.; дрібних – 5...10 дн.</p> | |
| $n = \frac{1000 \cdot 2}{249} = 8 \text{ шт.}$ | |

Рисунок 2.2- Розрахунок типу виробництва

| | | | | |
|---------------------------|------|----------|---------|------|
| Змін. | Арк. | № док.м. | Підопис | Дата |
| | | | | |
| КНУ.КБР.13124.1-08.02.ПТТ | | | | |
| | Арк. | | | |

2.5 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу

Деталь вал колінчастий виготовляється в умовах середньо-серійного типу виробництва.

Проектування механічного цеху в якому виготовляються деталь вал колінчастий проводиться за умовною програмою.

На всіх операція буде доцільно виконати заміну верстатів на більш сучасні багатоцільові з ЧПК, оскільки заводські верстати не дають необхідної точності.

2.6 Проектування заготовки

Дана деталь відноситься до крупногабаритних деталей маючи масу 925 кг та довжину 1530 мм.

Отже найвигіднішим і економічно доцільнішим методом отримання заготовки такої ваги для даної деталі є метод вільного кування на гідравлічному пресу з великими габаритами столу (рис2.1).

Проектування ведемо за ДСТУ 9182:2022 Поковки з вуглецевої і легованої сталі, виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски.

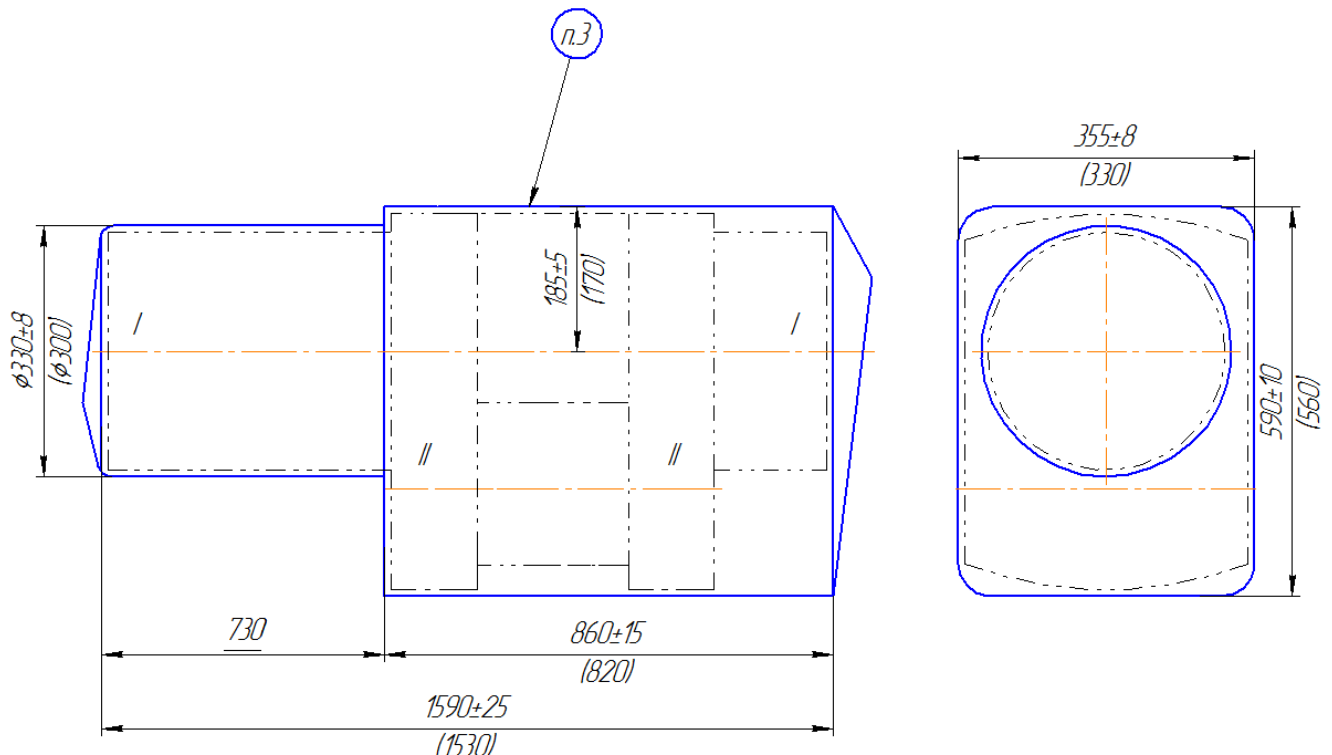


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд заготовки

2.7 Вибір та обґрунтування баз

1. Фрезерна та центрувальна операції.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТП | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.8.1 Вибір верстатного обладнання

Для вибору верстатного устаткування розробимо процес обробки деталі.

Таблиця 2.4 – Маршрут обробки деталі

| Номер операції | Найменування операції | Модель верстата |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 005 | Фрезерна з ЧПК | Поздовжньо-фрезерний верстат з ЧПК FZ2500 |
| 010 | Розміточна | - |
| 015 | Центрувальна з ЧПК | Фрезерно-свердлильно-розточувальний верстат з ЧПК HSTK6511 x 2/13 |
| 020 | Багатоцільова з ЧПК | Токарно-фрезерний з ЧПК DMG CTX 4000 TC |
| 025 | Контрольна | - |

Нижче представлено загальний вигляд та технічні характеристики обраних верстатів:

1. Верстат поздовжньо-фрезерний з ЧПК FZ2500



Рисунок 2.4 - Поздовжньо-фрезерний верстат з ЧПК FZ2500

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики верстата FZ2500

| Найменування характеристики | Параметр |
|-----------------------------|-------------------|
| Макс. розмір форм. дет., мм | 2500 x 1250 |
| Хід по осях X / Y / Z, мм | 2900 x 1650 x 560 |
| Кут повороту осі B " | 285 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУКБР.131.24.1-08.02.ПТП</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | |
|------------------------------|-----|---------------------------|
| Потужність основного двигуна | кВт | 18.5 / 23 (30хв) / td> |
| Маса | кг | 4000 |

3. Багатоцільовий токарно-фрезерний верстат з ЧПК DMG CTX 4000 TC



Рисунок 2.6 - Багатоцільовий токарно-фрезерний верстат з ЧПК DMG CTX 4000 TC

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики верстата DMG CTX 4000 TC

| Найменування характеристики | Параметр |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| Макс. діаметр деталі, мм | 1070 |
| Максимальний діаметр обробки | Хід по осі X, мм 1040 |
| | Хід по осі Y, мм 330 |
| | Хід по осі Z, мм 4150 |
| Управління та індикація ЧПК | Siemens 840D solutionline |
| Діаметр токарного патрона, мм | 200-800 |
| Діапазон частоти обертання шпинделя, об / хв | 12000 |
| Потужність двигуна шпинделя, кВт | 35 |

2.8.2 Вибір ріжучого інструмента та розрахунок режимів різання для кожного інструменту

Для більш зручної класифікації та вибору ріжучого інструменту розділемо весь інструмент по операціям

005 Фрезерна

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТП</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

RE радіус при вершині-8 мм
 S-товщина пластини 4.7625 мм
 АРМХ-тах глибина різання 8 мм
 ІС-діаметр пластини 16 мм

Для даної операції обираємо рекомендовані режими різання з каталогу Sandvik:

Подача на зуб $-f_z = 0,04$ мм/зуб
 Швидкість різання $v_c = 200$ мм/хв
 Глибина різання 5 мм
 Кількість проходів – 40

Розрахунок часу обробки на 1 прохід тут і далі розраховуємо у програмі Walter Cut :

| Фрезерование Торцевое фрезерование | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| S Жаропрочные сплавы на основе Fe, упрочненные (HВ 280, Rm 943 N/mm ²) | Диаметр | 100.00 | Скорость резания | 157 |
| | Dc mm | | Vc m/min | |
| Кол-во зубьев | 10 | Глубина резания | 25.00 | Частота вращения, об./мин |
| Z | | ap mm | | n RPM |
| Подача на оборот | 0.40 | Ширина резания | 70.00 | Главный угол в плане |
| fn mm/rev | | ae mm | | κ ° |
| Минутная подача | 200 | Длина обработки | 860 | Подача на зуб |
| vf mm/min | | Вылет | 0.00 | fz mm |
| КПД станка | 70 | Передний угол | 0 | ym ° |
| η % | | Формулы расчета | | |
| Критерий износа | 0 | Средняя толщина стружки | 0.02 hm mm | |
| % | | Удельный съём материала | 350.00 cm ³ /min | |
| | | Время обработки | 4 Минут 18.00 Секунд | |
| | | Момент | 1058.63 Mc Nm | |
| | | Мощность | 55.40 Pmot KW | |

Рисунок 2.9 – Режимы різання при фрезеруванні

Кількість проходів – 40 .

Час операційної обробки – 172 хв – 3 год 12 хв

Фрезерна з ЧПК 015

Для данної операції обираємо туж саму фрезу і ті ж самі пластини так як вони задовольняють умови обробки.

Розіб'ємо операцію на декілька переходів.

Подача на зуб $-f_z = 0,04$ мм/зуб

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТТ

Кількість проходів для даного переходу – 272
 Час фрезерування виїмки №1– 319 хв 36 с

Фрезерування виїмки №2 LxВxH (240x235x340)

| Фрезерование Торцевое фрезерование | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| S | Жаропрочные сплавы на основе Fe, упрочненные (HB 280, Rm 943 N/mm ²) | | Диаметр | Скорость резания | Частота вращения, об./мин |
| | | | 100.00 Dc mm | 157 Vc m/min | 500 n RPM |
| Кол-во зубьев | Глубина резания | Ширина резания | Главный угол в плане | Подача на зуб | |
| 10 | 5.00 | 80.00 | 45 | 0.04 | |
| Z | ap mm | ae mm | k ° | fz mm | |
| Подача на оборот | Минутная подача | Длина обработки | Вылет | Передний угол | |
| 0.40 | 200 | 235 | 0.00 | 0 | |
| fn mm/rev | vf mm/min | lm mm | U mm | y ° | |
| КПД станка | Критерий износа | Формулы расчета | Средняя толщина стружки | | 0.02 hm mm |
| 70 | 0 | f_x | Удельный съём материала | | 80.00 cm ³ /min |
| η % | % | | Время обработки | | 1 Минут 10.50 Секунд |
| | | | Момент | | 240.60 Mc Nm |
| | | | Мощность | | 12.59 Pmot KW |

Рисунок 2.12 – Режимы різання при фрезеруванні виїмки №2

Кількість проходів - 204
 Час фрезерування виїмки №2 – 239 хв 42с

Фрезерування фасок – 8 шт.

| Фрезерование Торцевое фрезерование | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| S | Жаропрочные сплавы на основе Fe, упрочненные (HB 280, Rm 943 N/mm ²) | | Диаметр | Скорость резания | Частота вращения, об./мин |
| | | | 100.00 Dc mm | 157 Vc m/min | 500 n RPM |
| Кол-во зубьев | Глубина резания | Ширина резания | Главный угол в плане | Подача на зуб | |
| 10 | 5.00 | 90.00 | 45 | 0.04 | |
| Z | ap mm | ae mm | k ° | fz mm | |
| Подача на оборот | Минутная подача | Длина обработки | Вылет | Передний угол | |
| 0.40 | 200 | 175 | 0.00 | 0 | |
| fn mm/rev | vf mm/min | lm mm | U mm | y ° | |
| КПД станка | Критерий износа | Формулы расчета | Средняя толщина стружки | | 0.02 hm mm |
| 70 | 0 | f_x | Удельный съём материала | | 90.00 cm ³ /min |
| η % | % | | Время обработки | | 52.50 Секунд |
| | | | Момент | | 270.87 Mc Nm |
| | | | Мощность | | 14.18 Pmot KW |

Рисунок 2.13 – Режимы різання при фрезеруванні фасок зовнішніх

Кількість проходів – 48

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТП | | | | |

Геометричні параметри свердла: $D_c = 45$ мм $l_2 = 188$ мм $l_{3S} = 95$ мм $l_{1S} = 120$ мм
 $l_c = 68$ мм

Центральна пластина : SPGX 1504-C1



Рисунок 2.18- Зовнішній вигляд центральної пластини

Покриття пластини : T400D , хімічний склад покриття (Ti, AL)N + TiN.

Переферійна пластина : SCGX 150512-P2

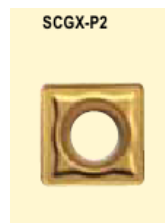


Рисунок 2.19- Зовнішній вигляд переферійної пластини

Покриття пластини : T1000D, хімічний склад покриття: Ti (C, N) + Al₂O₃ + TiN

Свердління центруючого отвору

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|------------------|
| S Жаропрочные сплавы на основе Fe, упрочненные (HB 280, Rm 943 N/mm ²) | Диаметр | | Предварительный диаметр | Скорость резания | |
| | 45.00 | | 0.00 | 28 | |
| | Dc mm | | d mm | Vc m/min | |
| | Частота вращения, об./мин | Кол-во зубьев | Главный угол в плане | Подача на зуб | Подача на оборот |
| | 200 | 6 | 90 | 0.02 | 0.10 |
| n RPM | Z | k ° | fz mm | fn mm/rev | |
| Минутная подача | Глубина отверстия | Передний угол | КПД станка | Критерий износа | |
| 20 | 51 | 5 | 90 | 0 | |
| vf mm/min | lm mm | γ ° | η % | % | |
| Формулы расчета <input type="button" value="fx"/> | | | Усилие подачи | 10558.53 Ff N | |
| | | | Удельный съём материала | 31.82 cm ³ /min | |
| | | | Время обработки | 2 Минут 33.00 Секунд | |
| | | | Момент | 118.88 Mc Nm | |
| | | | Мощность | 2.49 Pmot KW | |

Рисунок 2.20 – Свердління центрального отвору

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТП | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Параметри пластини:

СТРТ-тип операції - попередні

L - довжина ріжучої кромки 11.6279 мм

S - товщина пластини 4.7625 мм

IC- діаметр вписаної окружності 9.525 мм

LE - ефективна довжина ріжучої кромки 10.4279 мм

RE - радіус при вершині 1.2 мм

GRADE - сплав 5015

Для чистової та остаточної обробки обираємо пластину DNMG 11 04 12-PF LC25

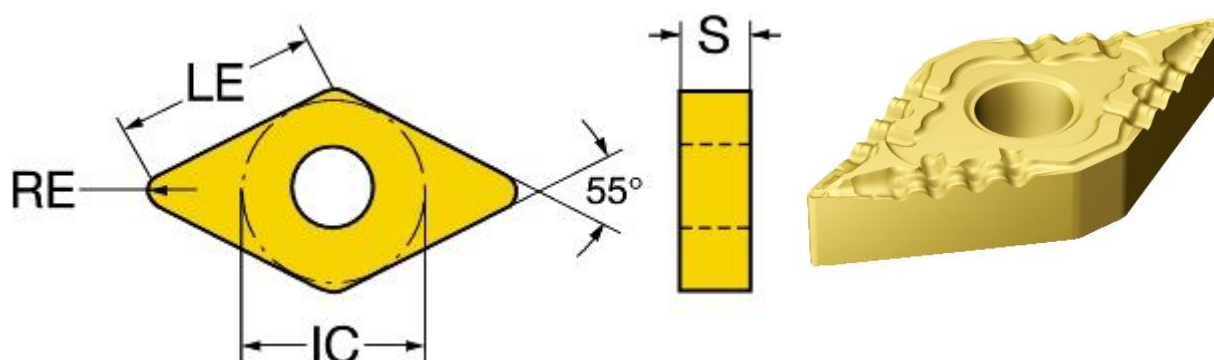


Рисунок 2.25 – Пластина твердосплавна для чистового та остаточного точіння DNMG 11 04 12-PF LC25

Параметри пластини:

СТРТ-тип операції - фінішні

L - довжина ріжучої кромки 11.6279 мм

S - товщина пластини 4.7625 мм

IC- діаметр вписаної окружності 9.525 мм

LE - ефективна довжина ріжучої кромки 10.4279 мм

RE - радіус при вершині 1.2 мм

GRADE - сплав LC25

Для точіння шатунної шийки обираємо державку CFML 3225P08

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТП

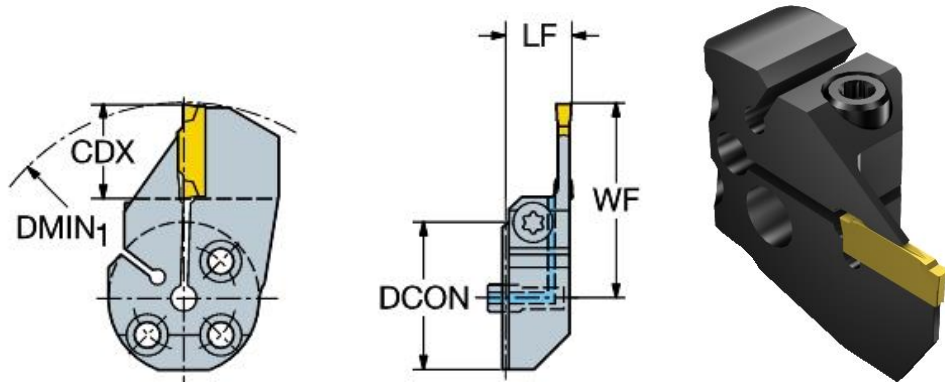


Рисунок 2.26 – Зовнішній вигляд Різцевої головки 570-40R123K18B

Геометричні параметри державки: $b = 32$ мм $h = 32$ мм $l_1 = 170$ мм $f_1 = 28$ мм
 $l_3 = 74$ мм $a_p = 5$ мм $a_r = 40$ мм

Для державки обираємо пластини для чорнової напівчистої та чистої обробки.

1) чорнова та напівчистова обробка : Пластина R123H2-0400-0502-СМ 2135 покриття TR200

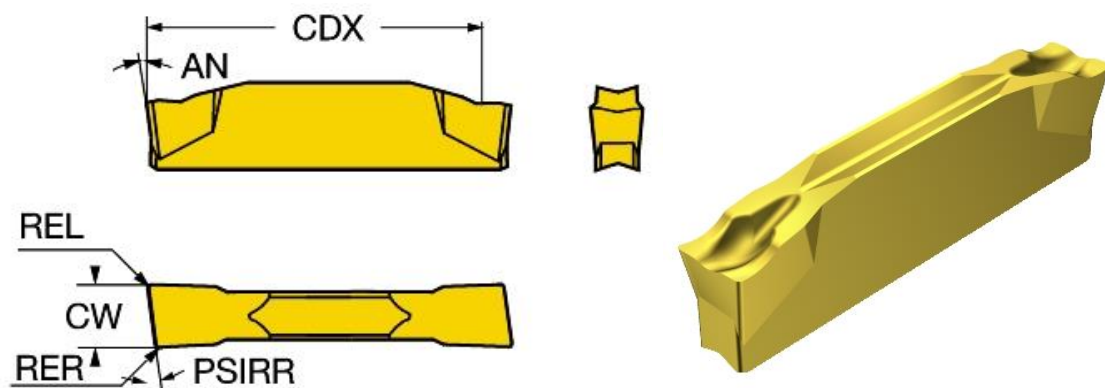


Рисунок 2.27 – Зовнішній вигляд Пластина R123H2-0400-0502-СМ 2135

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТТ

Арк.

2.9 Розробка технологічного процесу обробки

Складемо таблицю маршруту обробки деталі

Таблиця 2.8 – Маршрут обробки деталі

| № поверхні, розмір | Найменування переходу | Шорсткість, Ra | Точність, IT | Допуск, Т мкм | Припуск, t мм | Міжопераційний розмір з допуском |
|--------------------|-----------------------|----------------|--------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1,2 L=1530 | Заготовка | 125 | 16 | 7800 | | 1590±3,9 |
| | Фрезерувати торці | 12,5 | 14 | 1300 | 30·2 | 1530±0,65 |
| 3 Ø250r6 | Заготовка | 125 | 16 | 3200 | | Ø300±1,6 |
| | Точити: | | | | | |
| | Попередньо | 12,5 | 14 | 1300 | 10·2 | Ø280±0,65 |
| | Начерно | 12,5 | 12 | 520 | 8·2 | Ø254±0,26 |
| Напівчисто | | 6,3 | 8 | 81 | 1,5·2 | Ø251±0,04 |
| | начисто | 3,2 | 6 | 32 | 0,5·2 | Ø250 ^{+0,113} _{+0,084} |
| 4 Ø255e8 | Заготовка | 125 | 16 | 3200 | | Ø300±1,6 |
| | Точити: | | | | | |
| | Попередньо | 12,5 | 14 | 1300 | 10·2 | Ø280±0,65 |
| | Начерно | 12,5 | 12 | 520 | 12·2 | Ø256±0,26 |
| Напівчисто | 6,3 | 8 | 81 | 0,5·2 | Ø255 ^{-0,11} _{0,191} | |
| 5 Ø260k6 | Заготовка | 125 | 16 | 3200 | | Ø300±1,6 |
| | Точити: | | | | | |
| | Попередньо | 12,5 | 14 | 1300 | 10·2 | Ø280±0,65 |
| | Начерно | 12,5 | 12 | 520 | 8·2 | Ø264±0,26 |
| Напівчисто | 6,3 | 8 | 81 | 1,5·2 | Ø261±0,04 | |
| начисто | 3,2 | 6 | 32 | 0,5·2 | Ø260 ^{+0,036} _{+0,004} | |
| 6 Ø280 | Заготовка | 125 | 16 | 3200 | | Ø300±1,6 |
| | Точити: | | | | | |
| Начерно | 12,5 | 14 | 1300 | 10·2 | Ø280±0,65 | |
| 7 Ø250e8 | Заготовка | 125 | 16 | 3200 | | B=342 |
| | Фрезерувати | 12,5 | 14 | 1300 | 12 | Ø330±1,6 |
| | Точити: | | | | | |
| | Попередньо | 12,5 | 14 | 1300 | 15·2 | Ø290±0,65 |
| | Начерно | 12,5 | 12 | 520 | 10·2 | Ø260±0,26 |
| | Напівчисто | 6,3 | 8 | 81 | 8,5·2 | Ø253±0,04 |
| Начисто | 3,2 | 8 | 81 | 1,5·2 | Ø251±0,04 | |
| Остаточно | 1,6 | 8 | 72 | 0,5·2 | Ø250 ^{+0,100} _{+0,172} | |
| 8 Ø280 | Заготовка | 125 | 16 | 3200 | | Ø300±1,6 |
| | Точити: | | | | | |
| Начерно | 12,5 | 14 | 1300 | 10·2 | Ø280±0,65 | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КНУ.КБР.131.24.1-08.02.ПТП

Арк.

Рисунок 2.30 – Кадр програми Timeline 2013

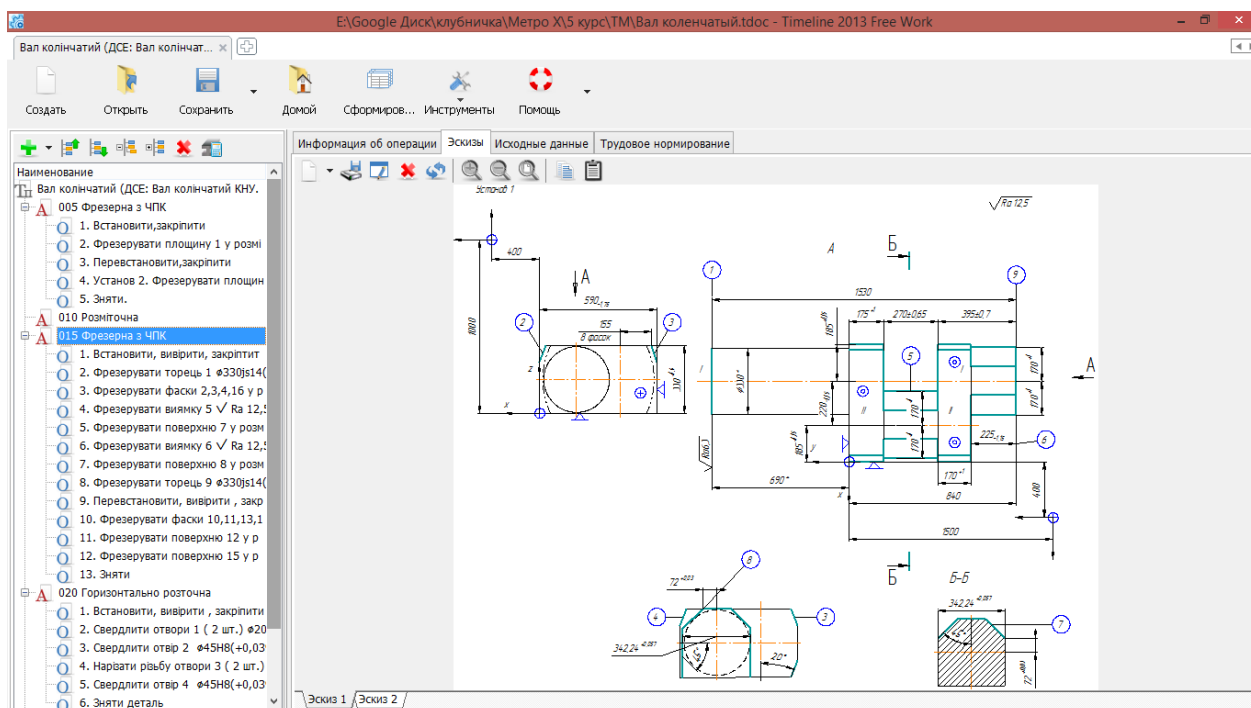


Рисунок 2.31 – Кадр програми Timeline 2013

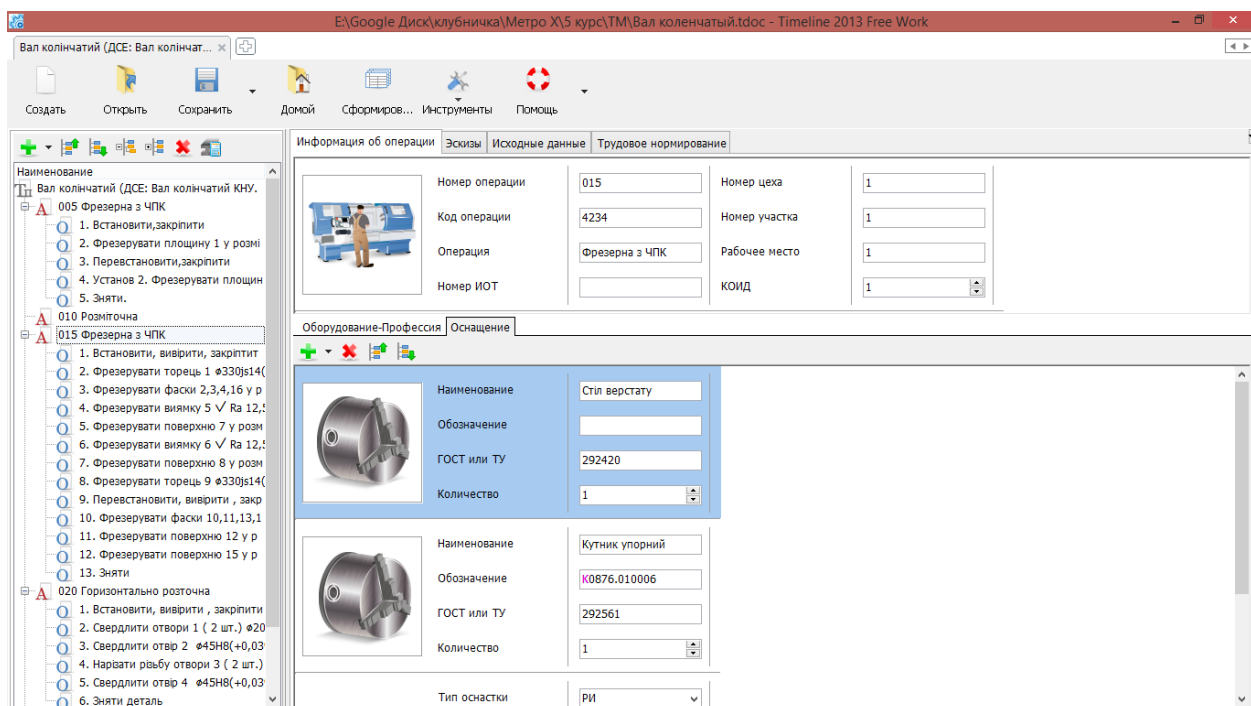


Рисунок 2.32 – Кадр програми Timeline 2013

3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ НА БАГАТОЦІЛЬОВУ ОПЕРАЦІЮ (ОБРОБКА ШИЙКИ ПІД ШАТУН)

З урахуванням кількості і змісту раніше передбачених технологічних методів обробки поверхонь розроблюємо інструментальне налагодження. Інструмент обираємо з каталогів Sandvik .Дані заносимо в таблицю 3.1

Вихідні дані:

Деталь – Колінчатий.

Операція – багатоцільова з ЧПК

Верстат – Багатоцільовий токарно фрезерний верстат DMG CTX 4000

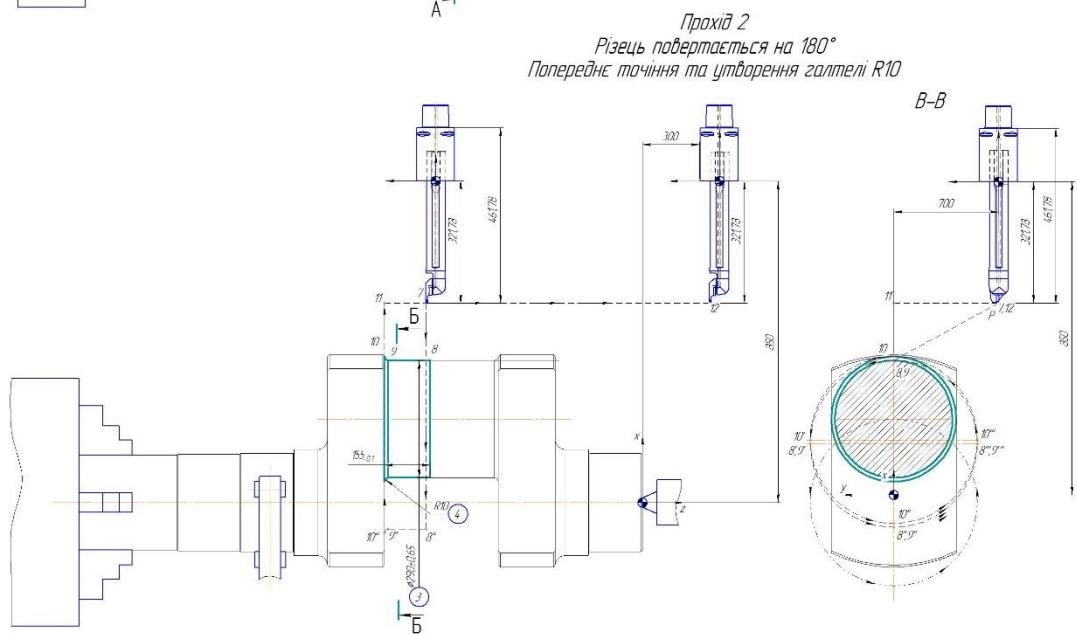
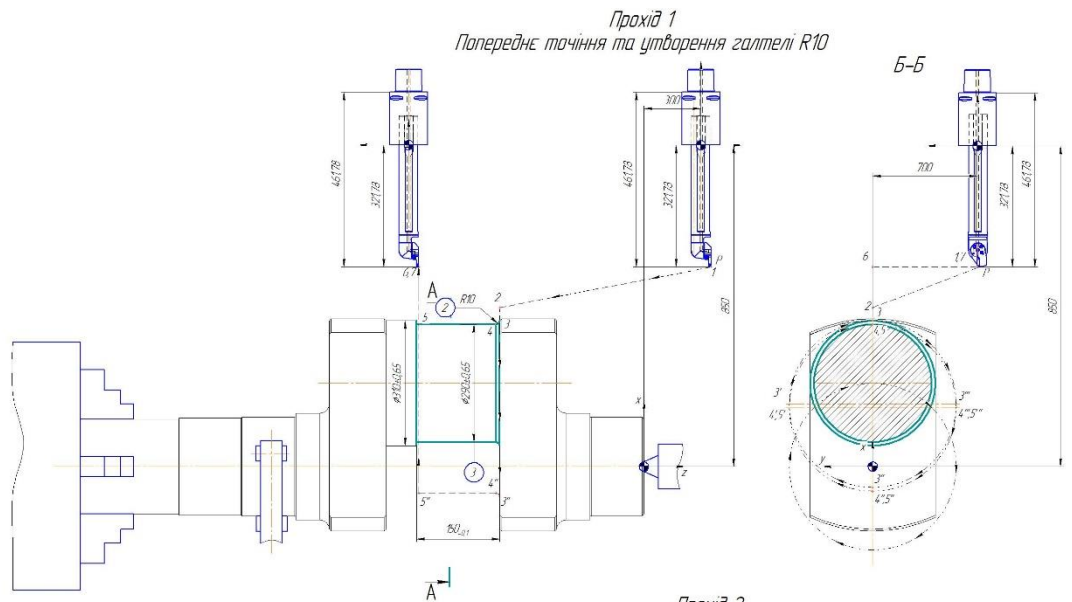
ТС

Таблиця 3.1 – Вибір ріжучого інструменту

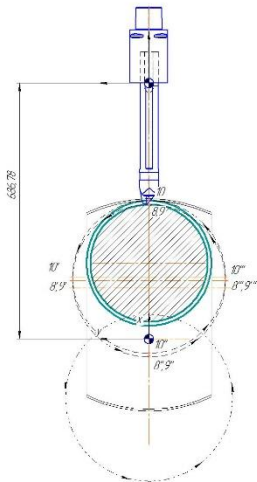
| № позиції | Найменування інструменту |
|-----------|------------------------------------------------------|
| T01 | Фреза торцева для контурної обробки RA300-102R38-16L |
| T02 | Різцева головка 570-40R123K18B |

Ескіз обробки деталі на операцію зображений на рисунку 3.2.

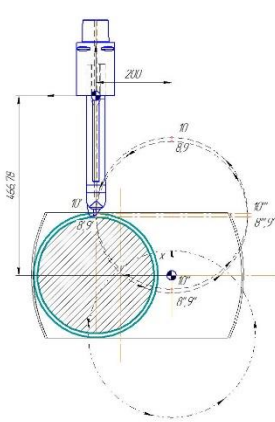
| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.03.РВІН</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО— ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушіє</i> |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кондратюк</i> | | | | | | |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цицинда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязанцев</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечаєв</i> | | | | | | <i>Каф. ТМ ПМ-20</i> |



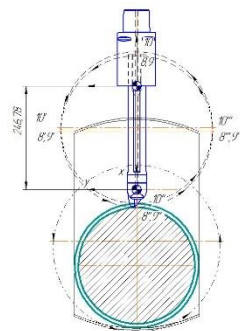
Положення інструменту в точках 8,9,10, розтин В-В



Положення інструменту в точках 8,9,10, розтин В-В



Положення інструменту в точках 8,9,10, розтин В-В



Положення інструменту в точках 8,9,10, розтин В-В

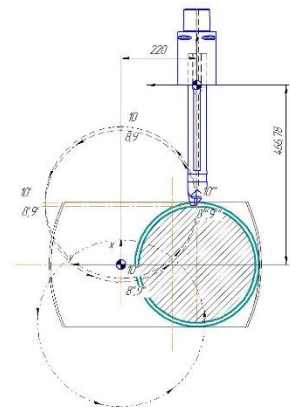


Рисунок 3.3 – Ескіз обробки (попереднє та чорнове точіння шатунної шийки)

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

КНУ.КБР.131.24.1-08.03.РВІН

Арк.

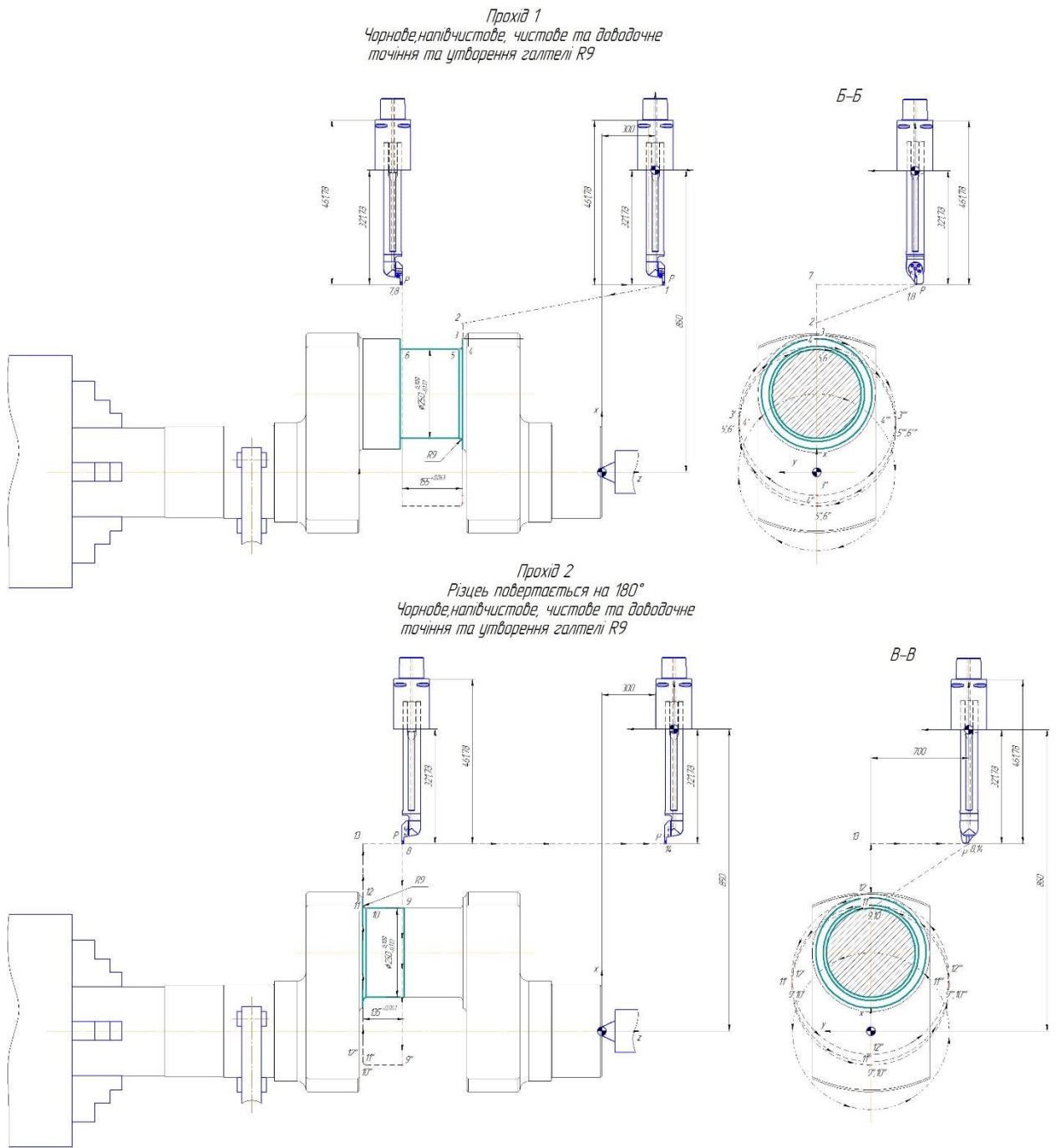


Рисунок 3.4 – Ескіз операції (напідчистове чистове та остаточне точіння шатунної шийки)

Підготовка керуючої програми для багатоцільового токарно-фрезерного верстату DMG CTX 4000 TC з пристроєм Siemens 840D solutionline.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Таблиця 3.2 – Підготовка програми для обробки шатунної шийки

| № | Інструментальний перехід | Інструмент | Позиція | D, мм | l, мм | Z, мм | n, об ⁻¹ | S, мм/об | Коректор |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|---------------------|----------|----------|
| 1 | Фрезерувати шатунну шийку Ø310±0,65 | Фреза торцева RA300-102R38-16L пластина R300-1648M-PM 4240 | T1 | 310 | 300 | 32 | 500 | 0,8 | L1 |
| 2 | Попередньо точити шийку Ø290±0,65 | Різцева головка 570-40R123K18B пластина R123H2-0400-0502-СМ 2135 | T2 | 290 | 280 | 20 | 20 | 0,5 | D2 |
| 3 | Начерно точити шийку Ø290±0,65 | Різцева головка 570-40R123K18B пластина R123H2-0400-0502-СМ 2135 | T2 | 260 | 280 | 30 | 20 | 0,5 | D2 |
| 4 | Попередньо точити шийку Ø290±0,65 | Різцева головка 570-40R123K18B пластина N123K2-0714-0008-GF 4125 | T2 | 253 | 280 | 17 | 20 | 0,2 | D3 |
| 5 | Попередньо точити шийку Ø290±0,65 | Різцева головка 570-40R123K18B пластина N123K2-0714-0008-GF 4125 | T3 | 251 | 280 | 2 | 24 | 0,2 | D3 |
| 6 | Попередньо точити шийку Ø290±0,65 | Різцева головка 570-40R123K18B пластина N123K2-0714-0008-GF 4125 | T3 | 250 | 280 | 1 | 24 | 0,1 | D3 |

Багатоцільовий токарно-фрезерний верстат з ЧПК DMG CTX 4000 TC



Рисунок 3.5 - Багатоцільовий токарно-фрезерний верстат з ЧПК DMG CTX 4000 TC

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.03.РВІН</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики верстата DMG CTX 4000 TC

| Найменування характеристики | Параметр |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| Макс. діаметр деталі, мм | 1070 |
| Максимальний діаметр обробки | Хід по осі X, мм 1040 |
| | Хід по осі Y, мм 330 |
| | Хід по осі Z, мм 4150 |
| Управління та індикація ЧПК | Siemens 840D solutionline |
| Діаметр токарного патрона, мм | 200-800 |
| Діапазон частоти обертання шпинделя, об / хв | 12000 |
| Потужність двигуна шпинделя, кВт | 35 |

3.1 Токарна обробка у FEATURE CAM

При Створенні твердотільної моделі був взятий у CAD редактор SOLIDWORKS.

За основу було взято Колінчастий вал, нижче наведено його креслення.

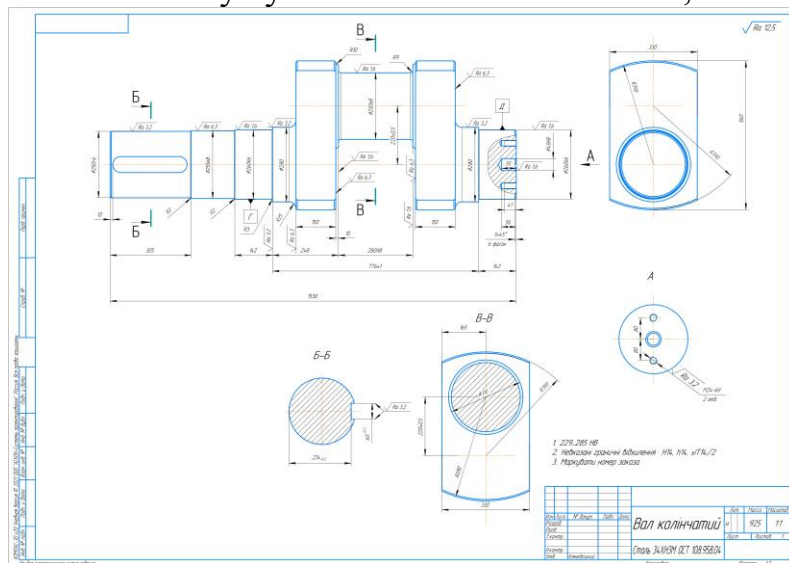


Рисунок 3.6 – Креслення колінчастого валу

Застосовуючи засоби моделювання SolidWorks було відтворено колінчастий вал.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.03.РВІН | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

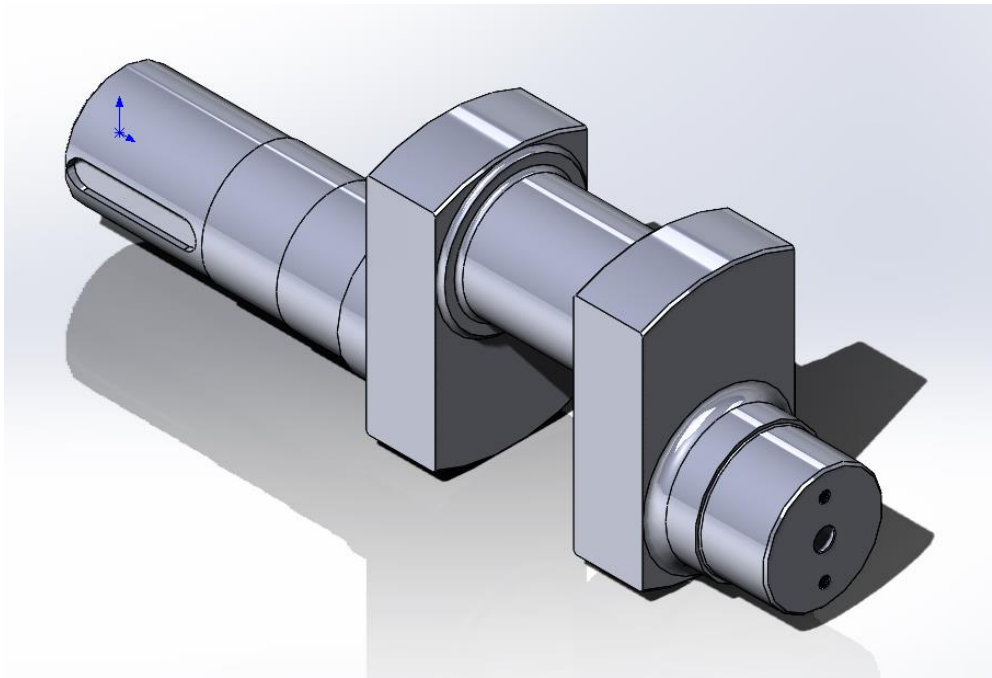


Рисунок 3.7 – Твердотільна модель колінчастого валу

В даному випадку буде виконуватись обробка шийок колінчастого валу. За характером операції – токарні на Багатоцільовому токарно-фрезерний верстат з ЧПК DMG STX 4000 TC Припуск наобробку – 1 мм.

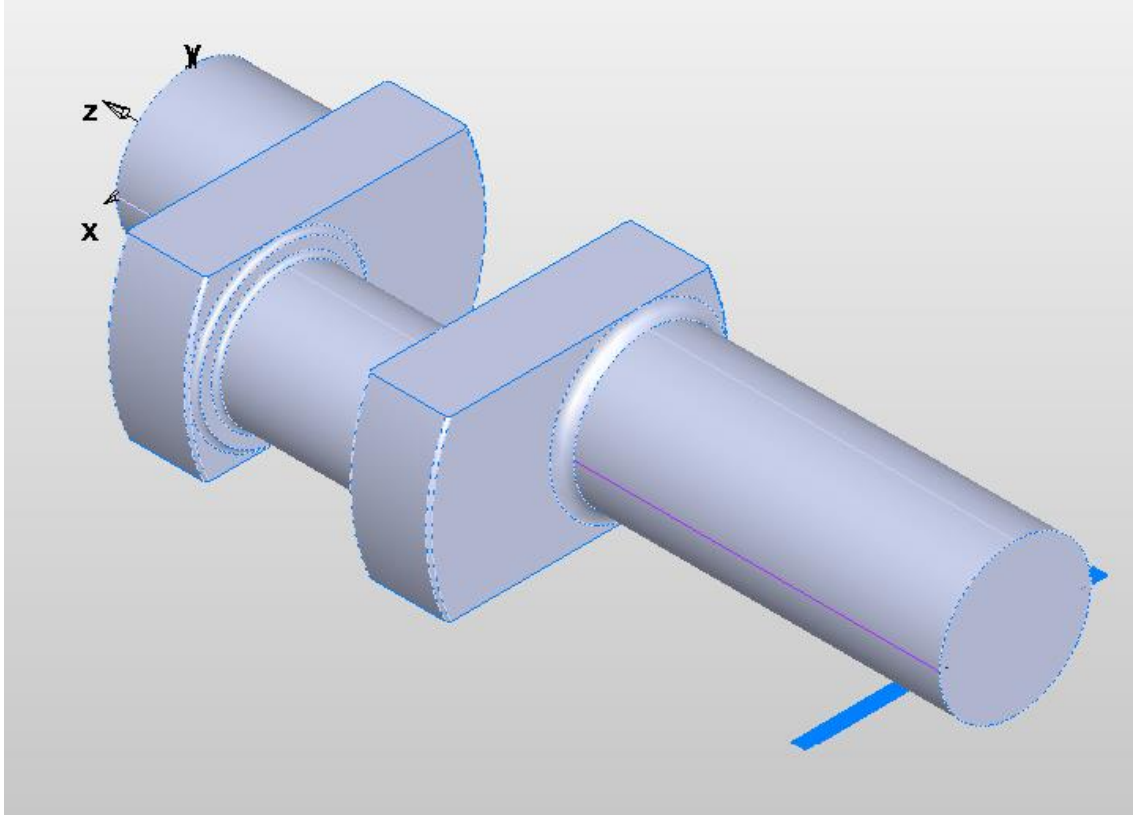


Рисунок 3.8 – Вихідне положення заготовки

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КНУКБР.131.24.1-08.03.РВІН

Арк.

7. Чорнова операція :
- Подача – 0,381 мм/об
 - Швидкість шпинделя – 171 м/хв
 - Глибина різання – 2 мм
8. Полу-чистова операція:
- Подача – 0,152 мм/об
 - Швидкість шпинделя – 247 м/хв
 - Глибина різання – 0,5 мм
- Шийка діаметром 280мм (Установ 2) – режими різання:
9. Чорнова операція :
- Подача – 0,381 мм/об
 - Швидкість шпинделя – 171 м/хв
 - Глибина різання – 0,7 мм
10. Полу-чистова операція:
- Подача – 0,152 мм/об
 - Швидкість шпинделя – 247 м/хв
 - Глибина різання – 0,3 мм
- Шийка діаметром 260мм (Установ 2) – режими різання:
11. Чорнова операція :
- Подача – 0,381 мм/об
 - Швидкість шпинделя – 171 м/хв
 - Глибина різання – 9,5 мм
12. Чистова операція:
- Подача – 0,152 мм/об
 - Швидкість шпинделя – 247 м/хв
 - Глибина різання – 0,5 мм

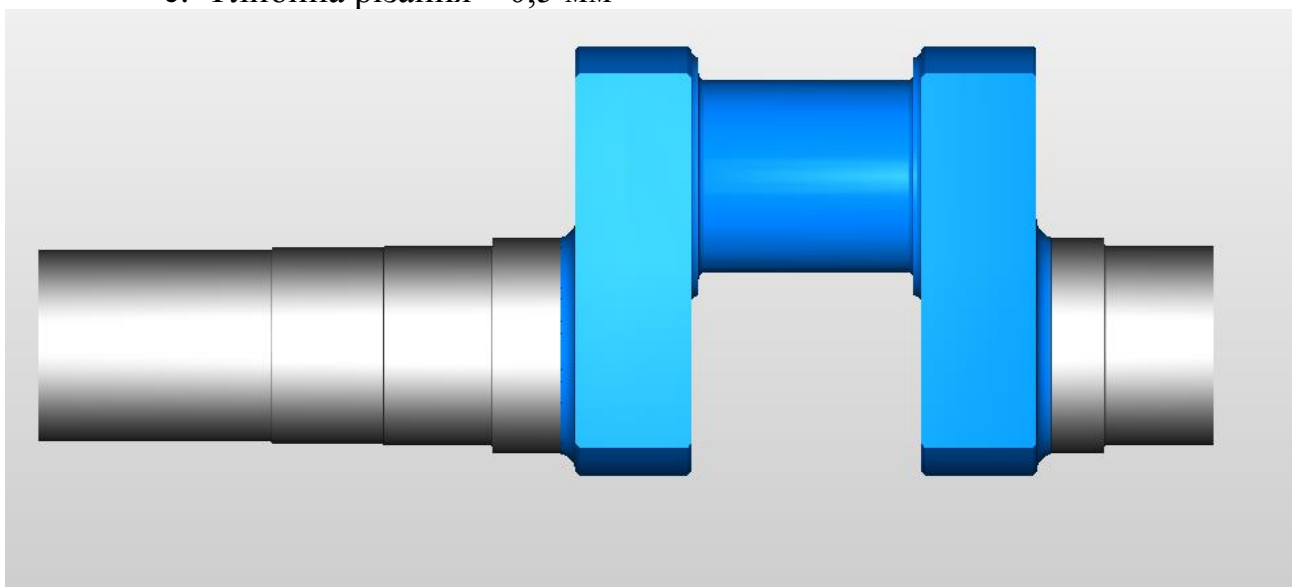


Рисунок 3.10 – Оброблена деталь

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131..24.1-08.03.РВІН</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

N80 G00 X280.2 Z2.0 M8
 N85 G01 Z-681.0 F0.
 N90 X281.018
 N95 X281.725 Z-680.646
 N100 G00 Z3.0
 N105 (TURN SEMI-FINISH ТОЧЕНИЕ1)
 N110 G50 S1600
 N115 G96 S246
 N120 X280.1
 N125 G01 Z-681.0 F0.
 N130 X285.757 Z-678.172
 N135 G00 X786.0
 N140 (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ2)
 N145 G50 S1600
 N150 G96 S170
 N155 Z3.0
 N160 X274.067
 N165 G01 Z-591.9 F0.
 N170 X281.0
 N175 X281.707 Z-591.546
 N180 G00 Z3.0
 N185 G01 X267.133
 N190 Z-591.9
 N195 X274.067
 N200 X274.774 Z-591.546
 N205 G00 Z3.0
 N210 G01 X260.2
 N215 Z-590.0
 N220 G02 X264.0 Z-591.9 R1.9
 N225 G01 X267.133
 N230 X267.84 Z-591.546
 N235 G00 Z3.0
 N240 (TURN FINISH ТОЧЕНИЕ2)
 N245 G50 S1600
 N250 G96 S246
 N255 X260.0
 N260 G01 Z-590.0 F0.
 N265 G02 X264.0 Z-592.0 R2.0
 N270 G01 X278.0
 N275 X283.657 Z-589.172
 N280 G00 X786.0
 N285 (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ3)
 N290 G50 S1600
 N295 G96 S170
 N300 Z3.0
 N305 X272.4
 N310 G01 Z-449.9 F0.
 N315 X281.0
 N320 X281.707 Z-449.546
 N325 G00 Z3.0
 N330 G01 X263.8
 N335 Z-449.9
 N340 X272.4
 N345 X273.107 Z-449.546
 N350 G00 Z3.0
 N355 G01 X255.2
 N360 Z-449.0
 N365 G02 X257.0 Z-449.9 R0.9
 N370 G01 X263.8
 N375 X264.507 Z-449.546
 N380 G00 Z3.0
 N385 (TURN SEMI-FINISH ТОЧЕНИЕ3)
 N390 G50 S1600
 N395 G96 S246

КНУКБР.131.24.1-08.03.РВІН

Арк.

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

N400 X255.1
 N405 G01 Z-449.0 F0.
 N410 G02 X257.0 Z-449.95 R0.95
 N415 G01 X259.0
 N420 X264.657 Z-447.122
 N425 G00 X786.0
 N430 (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ4)
 N435 G50 S1600
 N440 G96 S170
 N445 Z3.0
 N450 X273.3
 N455 G01 Z-304.9 F0.
 N460 X281.0
 N465 X281.707 Z-304.546
 N470 G00 Z3.0
 N475 G01 X265.6
 N480 Z-304.9
 N485 X273.3
 N490 X274.007 Z-304.546
 N495 G00 Z3.0
 N500 G01 X257.9
 N505 Z-304.9
 N510 X265.6
 N515 X266.307 Z-304.546
 N520 G00 Z3.0
 N525 G01 X250.2
 N530 Z-304.0
 N535 G02 X252.0 Z-304.9 R0.9
 N540 G01 X257.9
 N545 X258.607 Z-304.546
 N550 G00 Z3.0
 N555 (TURN SEMI-FINISH ТОЧЕНИЕ4)
 N560 G50 S1600
 N565 G96 S246
 N570 X250.1
 N575 G01 Z-304.0 F0.
 N580 G02 X252.0 Z-304.95 R0.95
 N585 G01 X257.657 Z-302.122
 N590 G00 X786.0
 N595 Z3.0
 N600 (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ5)
 N605 G50 S1600
 N610 G96 S170
 N615 G00 Z2.0 M8
 N620 X280.2
 N625 G01 Z-211.0 F0.
 N630 X281.018
 N635 X281.725 Z-210.646
 N640 G00 Z3.0
 N645 (TURN SEMI-FINISH ТОЧЕНИЕ5)
 N650 G50 S1600
 N655 G96 S246
 N660 X280.1
 N665 G01 Z-211.0 F0.
 N670 X285.757 Z-208.172
 N675 G00 X786.0
 N680 (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ6)
 N685 G50 S1600
 N690 G96 S170
 N695 Z3.0
 N700 X274.067
 N705 G01 Z-141.9 F0.
 N710 X281.0
 N715 X281.707 Z-141.546

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.03.РВІН</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

N720 G00 Z3.0
N725 G01 X267.133
N730 Z-141.9
N735 X274.067
N740 X274.774 Z-141.546
N745 G00 Z3.0
N750 G01 X260.2
N755 Z-140.0
N760 G02 X264.0 Z-141.9 R1.9
N765 G01 X267.133
N770 X267.84 Z-141.546
N775 G00 Z3.0

N780 (TURN FINISH ТОЧЕНИЕ6)
N785 G50 S1600
N790 G96 S246
N795 X260.0
N800 G01 Z-140.0 F0.
N805 G02 X264.0 Z-142.0 R2.0
N810 G01 X278.0
N815 X283.657 Z-139.172
N820 G00 X786.0
N825 Z3.0
N830 G00 X250.0 Z125.0
N835 M30
%

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.03.РВИН</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4 СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ у SolidWorks Simulation

В даному розділі буде проведено статичне дослідження обробленої деталі за тих умов, які будуть впливати на неї під час роботи колінчастого валу.

До таких умов належить сила, прикладена до коліна валу при його закріпленні на крайніх шийках. Для симуляції такого стану звернемося порграми до SolidWorks Simulation, яка буде імітувати прикладені до даного валу сили із його закріпленнями, та дасть змогу розрахувати вплив цих сили на загальну конструкцію.

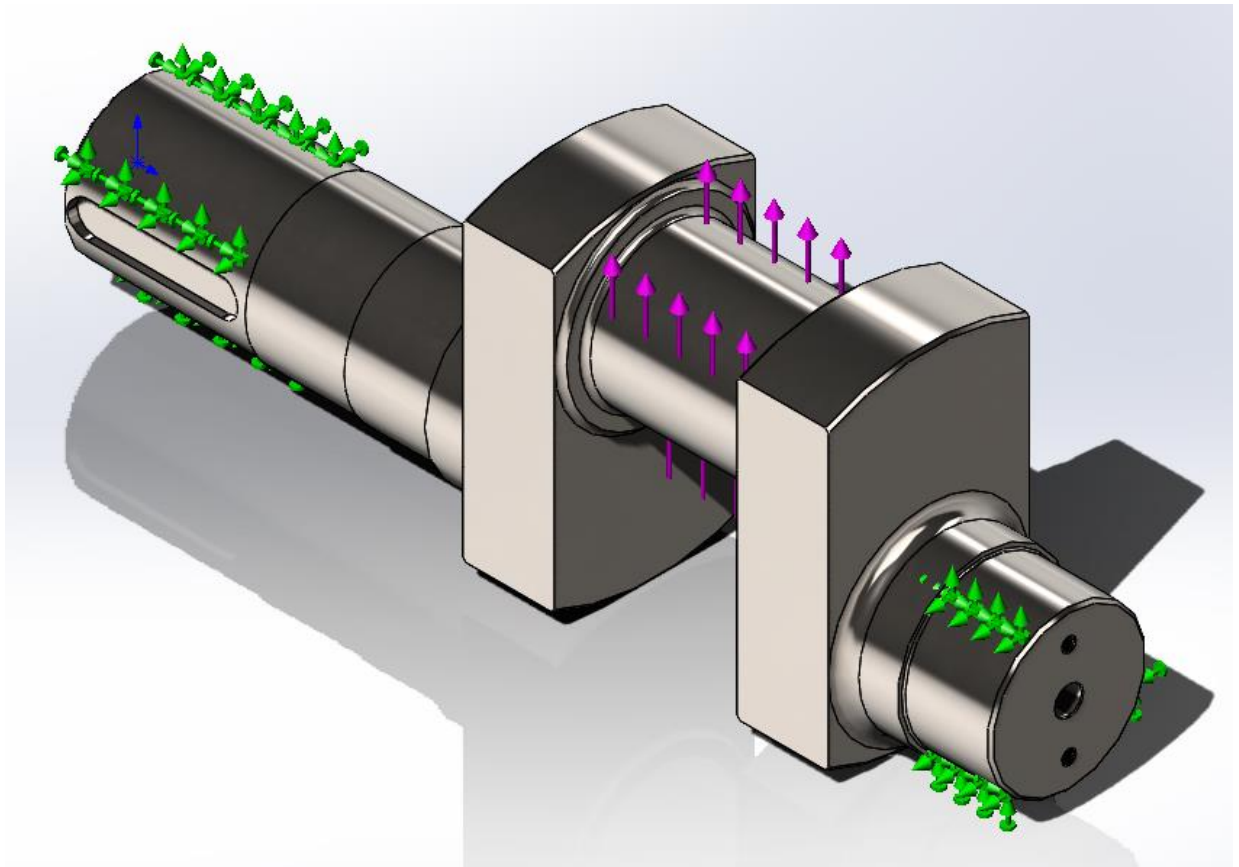


Рисунок 4.1 – Вигляд прикладених сил та фіксацій
До моделі була прикладена сила в 10 кН. Як результат отримуємо епюру напруги моделі.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.04СД</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кондратюк</i> | | | | | | |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязанцев</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечаєв</i> | | | <i>Каф. ТМ гр. ПМ20</i> | | | |

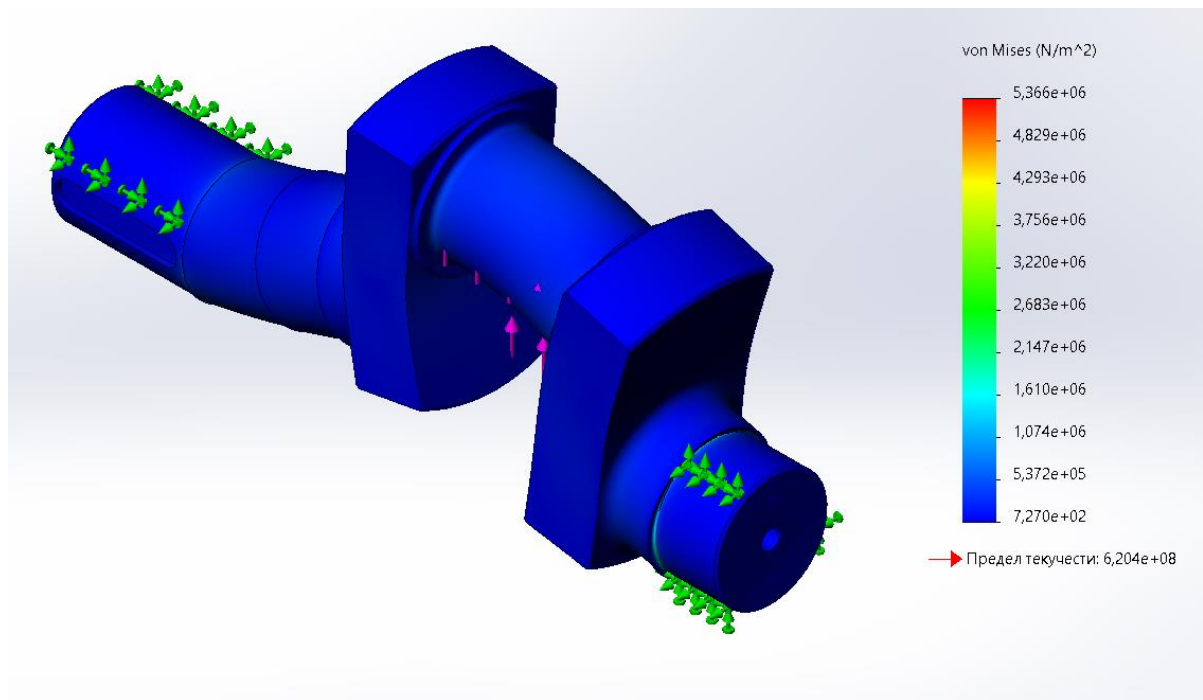


Рисунок 4.2 – Епюра напружень

Із отриманих результатів можна зробити висновки, що прикладена сила не зможе призвести до руйнування деталі, оскільки максимальна прикладена напруга не перевищує межі плинності даної моделі (викривлення представлені на епюрі є уявними).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.04.СД | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

5.1 Охорона праці та екологія виробництва

Проведемо визначення небезпечних та шкідливих факторів (табл. 1), що впливають на здоров'я і працездатність працівників при механічній обробці деталей. Згідно за визначеними небезпечностями та шкідливостями складемо «Карту умов праці» (табл.5.1) та розробимо заходи, спрямовані на забезпечення безпечних і здорових умов праці, безаварійної роботи виробничого устаткування, пожежної безпеки.

Таблиця 5.1- Карту умов праці

| № п/п | Шкідливі та небезпечні виробничі фактори | Джерела утворення факторів | ГДК (ГДР) | Факт. знач. |
|----------------|------------------------------------------------|----------------------------|-----------|-------------|
| <i>фізичні</i> | | | | |
| 1 | Частини виробничого устаткування, що рухаються | Обладнання | | |
| 2 | Стружка оброблюваних матеріалів | Оброблювана деталь | | |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|------------------------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.05.0ЕП</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кондратюк</i> | | | <i>ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязанцев</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечаєв</i> | | | | | | |
| | | | | | | <i>ПМ20</i> | | |

| | | | | |
|----|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3 | Осколки інструментів | Різальний інструмент | | |
| 4 | Вироби і заготовки, що пересуваються | Оснастка обладнання | | |
| 5 | Висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструмента | Оброблювана деталь, оснастка обладнання | | |
| 6 | Підвищена напруга в електричному ланцюзі | Електрообладнання | 2-3В перемінного струму | |
| 7 | Наявність статичної електрики | Зони навколо ультразвукових генераторів, дефектоскопів; ємності для ультразвукової обробки | 25 кВ/м Пил в кількості більше 1 мг/м ³ | |
| 8 | Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони | Консервація обладнання та металовиробів гарячим способом | | |
| 9 | Підвищена запиленість повітря робочої зони | Обрубання виливок і поковок із застосуванням пневмоінструменту та зубила вручну; видалення поверхневих пороків металу методом пневматичної вирубки | | |
| 10 | Високий рівень шуму | Обробка деталей на верстатах | 80дБ | |
| 11 | Високий рівень вібрації | Обробка деталей на верстатах | 85дБ $0,2 \times 10^2 \text{ м/с}$ | 102 дБ $1,5 \times 10^2 \text{ м/с}$ |
| 12 | Недостатня освітленість робочої зони | Миття і сушіння деталей | КПО $\geq 1,5\%$ | |
| 13 | Наявність прямого і відбитих відблисків | Обробка деталей на верстатах | КЕО дорівнює 5%, для спільного освітлення КЕО = 2% | |
| 14 | Підвищена пульсація світлового потоку | Використання освітлювальних приладів | 750 лк | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КНУ.КБР.131.24.1-08.05.0ЕП

Арк.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>хімічні</i> | | | | |
| 15 | Суміш пару, газів і аерозолів | продукти термоокислюючої деструкції | 32,6 | |
| 16 | Розчинники та інші шкідливі хімічні речовини не нижче третього класу небезпеки | Миття вручну змішувачів, деталей (вузлів), інструменту, пристосування, тари | | |
| 17 | Фарба, розчинники та інші шкідливі хімічні речовини не нижче третього класу небезпеки | Фарбування деталей епоксидними, поліуретановими, хлорвініловими, акриловими та іншими лакофарбовими матеріалами | вінілацетат (10,0 мг/м ³), оцет кислота (5,0 мг/м ³), ацетат альдегід (5,0 мг/м ³) | |
| <i>психофізіологічні</i> | | | | |
| 18 | Фізичні перевантаження | установка, закріплення і знімання великогабаритних деталей | зусилля на рукоятках, маховиках 40Н | |
| | Перенапруга зору | Обробка деталей на верстатах | | |
| | Монотонність праці | Обробка деталей на верстатах | | |
| <i>біологічні</i> | | | | |
| | Хвороботворні мікроорганізми і бактерії | Масляний туман що виявляється в результаті розбризкування та випаровування ЗОР | концентрації аерозолів масла 15- 22 мг/м ³ аерозолів мінеральних олій, нафтових 5 мг / м | концентрації аерозолів масла 50-120 мг/м ³ аерозолів мінеральних олій, нафтових 15-25 мг / м |

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------|------|
| | | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.05.0ЕП | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 5.2 - Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | | | | | Відносна вологість | | Швидкість руху, м/с | |
|-------------|---------------------------|-----------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|
| | | оптимальна | припустима | | | | оптимальна | припустима на робочих місцях | оптимальна, не більш | припустима на робочих місцях та не постійних * |
| | | | верхня межа | | нижня межа | | | | | |
| | | | постійних | непостійних | постійних | непостійних | | | | |
| Холодний | Легка - I а | 22-24 | 25 | 26 | 21 | 18 | 40-60 | 75 | 0,1 | Не більш 0,1 |
| | Легка - I б | 21-23 | 24 | 25 | 20 | 17 | 40-60 | 75 | 0,1 | Не більш 0,2 |
| | Середньої важкості - II а | 18-20 | 23 | 24 | 17 | 15 | 40-60 | 75 | 0,2 | Не більш 0,3 |
| | Середньої важкості - II б | 17-19 | 21 | 23 | 15 | 13 | 40-60 | 75 | 0,2 | Не більш 0,4 |
| | Важка - III | 16-18 | 19 | 20 | 13 | 12 | 40-60 | 75 | 0,3 | Не більш 0,5 |
| Теплий | Легка - I а | 23-25 | 28 | 30 | 22 | 20 | 40-60 | 55 (при 28 °С) | 0,1 | 0,1-0,2 |
| | Легка - I б | 22-24 | 28 | 30 | 21 | 19 | 40-60 | 60 (при 27 °С) | 0,2 | 0,1-0,3 |
| | Середньої важкості - II а | 21-23 | 27 | 29 | 18 | 17 | 40-60 | 65 (при 26 °С) | 0,3 | 0,2-0,4 |
| | Середньої важкості - II б | 20-22 | 27 | 29 | 16 | 15 | 40-60 | 70 (при 25 °С) | 0,3 | 0,2-0,5 |
| | Важка - III | 18-20 | 26 | 28 | 15 | 13 | 40-60 | 75 (при 24 °С та нижче) | 0,4 | 0,2-0,6 |

*Велика швидкість руху повітря в теплий період року відповідає максимальній температурі повітря, менша - мінімальній температурі повітря. Для проміжних величин температури повітря швидкість його руху допускається визначати інтерполяцією; при мінімальній температурі повітря швидкість його руху може прийматися також нижче 0,1 м/с - при легкій роботі і нижче 0,2 м/с - при роботі середньої ваги і важкої.

Таким чином, в процесі виготовлення деталі працівники виконують фізичні роботи середньої тяжкості з енерговитратами від 200 до 250 ккал/год.

Заходи щодо покращення умов праці, їх обґрунтування

1. Технічні:

Модернізація, розміщення та перепланування технологічного обладнання.

Впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

2. Організаційні:

2.1. Усі працюючі повинні проходити інструктаж і навчання безпечним прийомом та правилам виконання робіт відповідно до вимог ГОСТ 12.0.004—79 «ССБТ. Організація навчання працюючих безпеки праці. Загальні положення».

2.2. Робота щодо професійного відбору.

2.3. Здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

3. Санітарно-виробничі:

3.1. Придбання пристроїв, які захищають працюючих від дії частин виробничого устаткування, що рухаються, виробів і заготовок, що пересуваються; стружки оброблюваних матеріалів, осколків інструментів, пилу, газів, шуму, вібрації тощо.

3.2. Улаштування нових та реконструкція діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціонування.

3.3. Реконструкція та переобладнання душових, гардеробних. Облаштування кімнат відпочинку.

4. Медико-профілактичні:

4.1. Організація профілактичних медичних оглядів.

4.2. Придбання молока, миючих та знешкоджуючих засобів.

5.2. Вибір системи вентиляції та розрахунок її параметрів.

Під час вибору системи технологічного вентиляції його обладнання, необхідно знати вид і властивості шкідливостей, що виділяються, а в також загальну виробничу обстановку і кліматичні умови району, де розташоване підприємство. Крім того, під час вентиляції та їхню економіку. Тому під час вибору системи вентиляції для виробничих приміщень необхідно керуватися такими загальними принципами:

1) Обладнати місцевою вентиляцією такі пункти:

а) усі можливі місця виділення шкідливих парів і газів (наприклад, різні завантажувальні доки, відкриті поверхні випаровування, грохоти, дробарки тощо);

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.05.0ЕП</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

б) ділянки з різними за властивостями шкідливостями і режимами їх виділення, які різко відрізняються (доцільно приймати тільки самостійними системами витяжної вентиляції);

в) приміщення з малим об'ємом, незначною токсичністю, речовин, що забруднюють повітря, і відсутністю тепловиділень, а також склади, не опалювальні виробничі приміщення, де не передбачено постійне перебування людей, і всі допоміжні і побутові приміщення

Свіже повітря в усіх зазначених випадках буде надходити через квартирки, відкриті двері, через не щільності притворів і шляхом інфільтрації стін і стель.

2. Обладнати загальнообмінною вентиляцією приміщення, де необхідно доведення до комфортності виробничого середовища за наявності місцевої витяжної вентиляції, а саме:

а) про велику питому напруженість, з великими тепло-, волого-, газо- і пиловиділенням;

б) із значними тепловиділеннями та малою шкідливістю (приміщення для електродвигунів, топкові тощо);

в) з незначними шкідливостями (пульти керування, моторні коридори тощо) з метою створення перешкоди до проникненню забрудненого повітря із суміжних приміщень;

г) із суворим систематичним контролем виробничого середовища.

Під час проектування загальнообмінної виробничої вентиляції приміщення насамперед рекомендується використовувати систему аерації, тобто. природну загальнообмінну вентиляцію у поєднанні з місцевими механічними витяжками та припливом повітря на робоче місце.

У приміщеннях, де потрібний особливо надійний та підвищений обмін повітря, рекомендується застосовувати механічну припливну та витяжну вентиляцію. При цьому свіже повітря припливу рекомендуємо подавати в робочу зону (а не в місці найбільшого виділення шкідливостей) через розподільні насадки, які розташовуються на висоті від 1 до 3м.

5.2 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки

Проводимо економічне порівняння двох варіантів обробки на Багатоцільовій операції 025, базового варіанту з верстатами токарно-гвинторізний верстат 1А660, повздовжньо фрезерний верстат : та обраного варіанту токарно-фрезерний верстат з ЧПК DMG CTX 4000 TC деталі за допомогою програмного продукту Economical Linksmoon .

5.4 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.05.0ЕП</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Входные данные

Перед началом ввода убедитесь, что включена АНГЛИЙСКАЯ РАСКЛАДКА КЛАВИАТУРЫ и правой цифровой панели клавиатуры введите требуемые данные. Для перехода в следу

| Трудоёмкость | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|-------------------------------------|-----------------|--------------|
| Годовой объём выпуска деталей, шт | 1000 | 1000 |
| Штучное время обработки детали, мин | 17835 | 4836,13 |

| Время настройки станка в течение года | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|----------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Количество запусков, шт | 12 | 6 |
| Время наладки станка, мин | 250 | 115 |

| Время настройки инструмента вне станка на протяжении года | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Среднее время настройки по прибору одного инструмента вне станка, мин | 14 | 4 |
| Среднее количество граней пластинки, шт | 1 | 3 |
| Средний период стойкости инструмента, мин | 60 | 90 |

| Количество станочников | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|-------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Количество станков, обслуживаемых одним рабочим | 1 | 2 |

| Дополнительное количество рабочих по обслуживанию станков с ЧПУ | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Эффективный годовой фонд времени работы станка | 4015 | 4015 |
| Коэффициент загрузки станка | 0.45 | 0.85 |

| Балансовая стоимость станка | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|------------------------------------|-----------------|--------------|
| Оптовая цена станка | 4050 | 28800 |

| Масса станка, т | Базовый вариант | Станок с ЧПУ |
|------------------------|-----------------|--------------|
| | 23,2 | 25 |

Рисунок 2.37 – Первый кадр программы

6 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ ПІСЛЯ КУВАННЯ НА ГЕОМЕТРИЧНУ ТОЧНІСТЬ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗНЯТТЯ

Вивчався вплив залишкових напружень в поверхневому шарі заготовки після кування, проаналізовані методи зняття напружень, які використовуються в сучасному машинобудуванні .

На сьогоднішній день актуальною є проблема впливу залишкових напружень різного роду на геометричну точність великогабаритних деталей, зокрема колінчастих валів блюмінгів.

Одним із способів підвищення довговічності роботи таких деталей є зменшення стискаючих залишкових напружень у поверхневому шарі .

Існуючі на сьогоднішній день методики розрахунку залишкових напружень у поверхневому шарі носять в переважній більшості експериментальний характер і дозволяють визначити одну або дві компоненти тензора залишкових напружень .

Для отримання заготовки колінчастого валу раціонально застосовувати метод вільного кування на пресах.

Але при куванні температура заготовки піднімається вище точки $A_{c1}(720^{\circ}C)$, проходять фазові перетворення в металі та утворюються різні види залишкових напружень. Зокрема утворюються напруження першого другого і третього роду.

Залишкові напруження виникають через нерівномірне охолодження заготовок і особливо сильно позначаються при нераціональній конструктивній формі останніх. Ці напруження негативно впливають на геометрію нестійких та не жорстких заготовок (довгі валики, колінчасті вали та ін.).

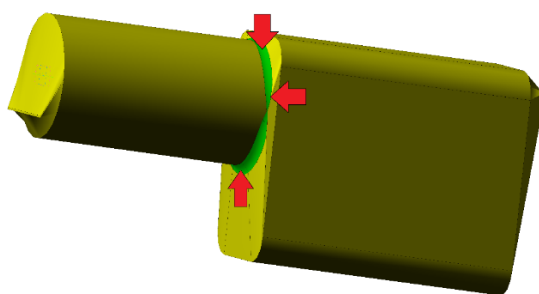


Рисунок 6.1- Місце концентраторів напружень в заготовці колінчастого валу

| | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------------|--|--|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.06.АВЗН</i> | | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ | | | | | |
| <i>Розроб.</i> | <i>Кандратюк</i> | | | | | | | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | <i>Цивінда</i> | | | | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | Каф.ТМ гр. ПМ- 20 | | |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Рязанцев</i> | | | | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | <i>Нечасів</i> | | | | | | | | | |

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі бакалавра була розглянута конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал колінчастий», для забезпечення надійності складального вузла ів цілому робота - маніпулятора кантувача.

Для цього проведено проектування технологічного процесу складання вузла, визначені та розраховані лінійні розмірні ланцюги. Розроблена послідовність складання. Також була проведена дефектація деталі та розраховані деякі параметри складання.

При розробці нового технологічного процесу на основі заводського були прийняті зміни у вигляді: заміна верстатів на верстати з ЧПК, що дозволило зменшити затрати часу на операціях, а також дало можливість обробки декількох окремих операцій в одну. Зміни були обґрунтовані техніко-економічними розрахунками.

Розроблений маршрут обробки, послідовність технологічних операцій, приведені розрахунки міжопераційних діаметральних та лінійних розмірів та припусків на обробку, розрахунок режимів різання та норм часу.

Техніко-економічне обґрунтування на основі прийнятих змін у заводському технологічному процесі показало зменшення собівартості виготовлення деталі, а також строк окупності за 3,07 роки.

На багатоцільову операцію розроблене верстатно-інструментальне налагодження для обробки на багатоцільовому токарно-фрезерному верстаті DMG STX 4000TC.

Проведені заходи КТП дозволять підвищити продуктивність виготовлення та знизити собівартість.

| | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|--|--|-----------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.В</i> | | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>ВИСНОВОК</i> | | | | | |
| <i>Розроб.</i> | <i>Кондратюк</i> | | | | | | | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | <i>Цивінда</i> | | | | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | <i>Ка.ф. ТМ ПМ-20</i> | | |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Рязанцев</i> | | | | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | <i>Нечасєв</i> | | | | | | | | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко, Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко. – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
2. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування [Текст] : Навчальний посібник / ЖДТУ, – Житомир: 2005. – 835 с.
3. Ю.С. Рудь Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл.
4. 5. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. Навчальний посібник / Боженко Л.І.-Львів.:Світ, 2013,–328с.
5. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.
 - а. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
6. 46. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
7. 47. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
8. Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
9. Шеремет В.О., Каракаш О.І., Марунчак В.Ф. та ін. Довідниковий посібник керівника та спеціаліста гірничо-металургійного підприємства з охорони праці: Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД»,2005.-850с
10. Смирнов В.А. Безпека життєдіяльності [Текст]: навч. посібник / В.А. Смирнов, С. А. Дикань. – К. : Кафедра. 2012. – 304 с.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|---------------|------------|-----------------------------------|--------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КНУКБР.131.24.1-08.СВД</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Кандлатюк</i> | | | <i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушіє</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Цивінда</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | <i>КафТМ ПМ-20</i> | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Рязаниєв</i> | | | | | | |
| <i>Зав. каф.</i> | | <i>Нечаєв</i> | | | | | | |

24. ДСТУ 2860-94 Надійність у техніці. Терміни та визначення
25. ДСТУ 2.703:2014 ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем.
26. ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови
27. ДСТУ 2.610:2006 ЄСКД. Правила виконання експлуатаційних документів
28. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила Оформлювання ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання
29. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах.
30. Методичні вказівки до виконання Кваліфікаційної бакалаврської роботи для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання /Укладачі: М.В. Кіяновський, д-р. техн. наук, проф., В.П. Нечаєв, канд. техн.наук, доц., А. В. Пікільняк, канд. техн.наук, доц., Н.І. Цивінда, канд. техн.наук, доц., О.В. Бондар, канд. техн.наук, доц., А.О. Рязанцев канд. техн.наук, доц., Д.Ю.Кравцова канд.фіз.-мат.наук ,ст.викл., м. Кривий Ріг, КНУ 2024

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|-----|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>КНУ.КБР.131.24.1-08.СВД</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | |

ДОДАТКИ

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал колінчастий» робота-маніпулятора та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Виконав:

ст. групи ПМ-20 _____

Кондратюк А.С.

Керівник роботи _____

к.т.н, доцент
Цивінда Н.І.

Нормоконтроль _____

(підпис)

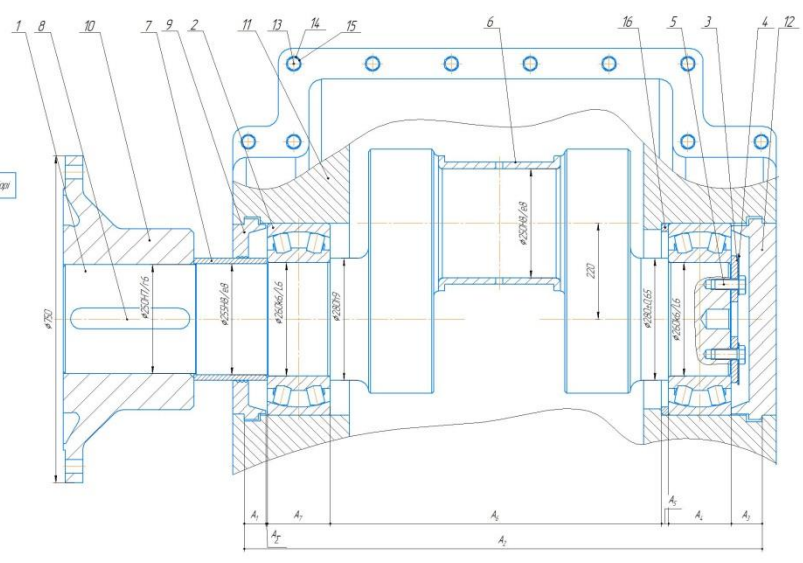
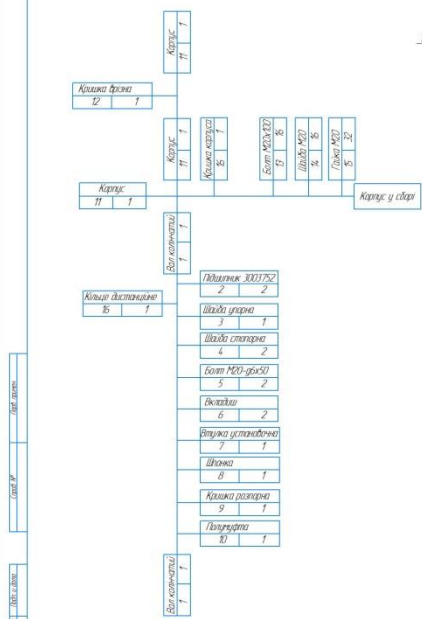
к.н.т., доцент
Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри _____

к.т.н., доцент
Нечасв В.П.

Кривий Ріг
2024 р.

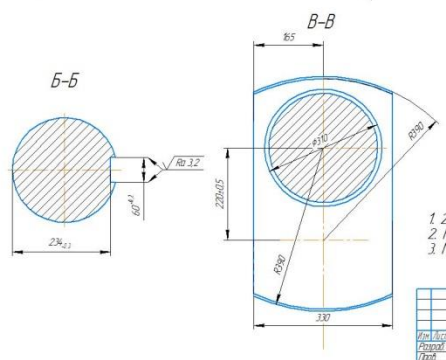
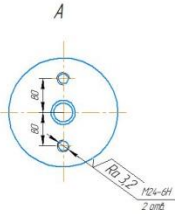
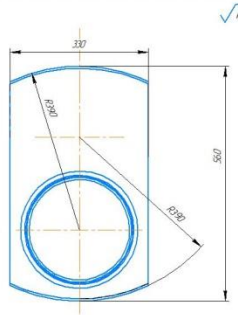
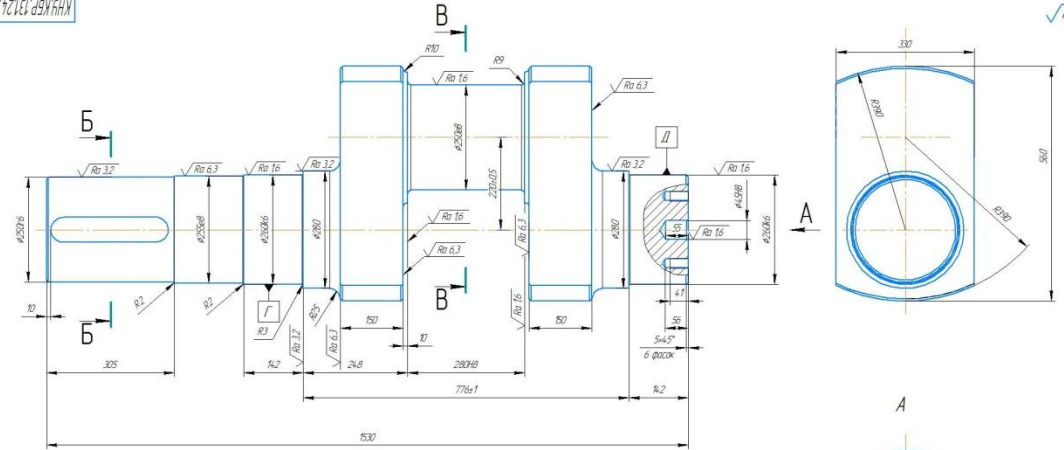
КНУКБР 13124.1-08.МК.20



| КНУКБР 13124.1-08.МК.20 | | Лист | Всего |
|-------------------------|---------------|------|-------|
| Исполн. | М.И.Иванов | 11 | 11 |
| Провер. | С.В.Петров | | |
| Утверд. | И.А.Сидоров | | |
| Дата | 15.05.20 | | |
| Контракт | № 12345 | | |
| Материал | Сталь | | |
| Изделие | Крышка фланца | | |

КНУКБР.13124.1-08.ВК.20.30

Лист № _____
 Назва № _____
 Вид № _____
 Дата _____

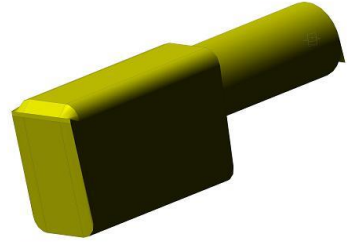
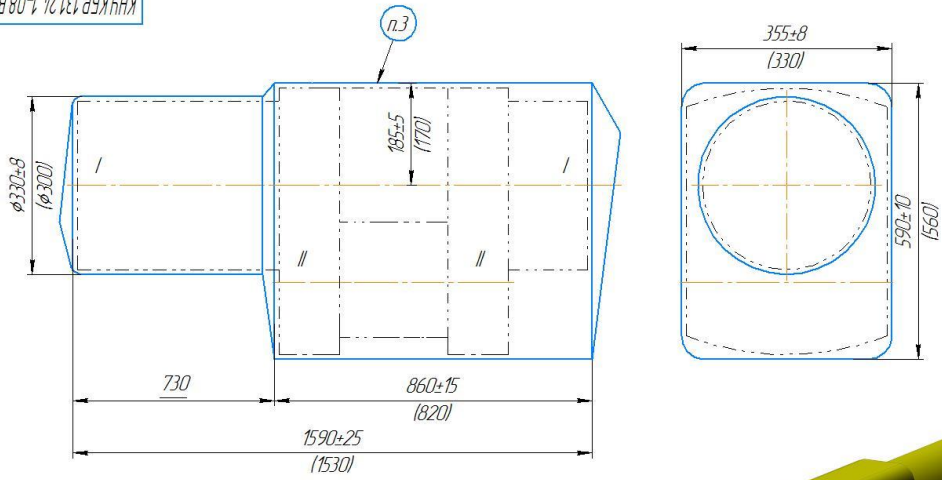


1. 229_285 HB
2. Невказані граничні відхилення - Н14, h14, $\pm IT14/2$
3. Матрицями номер заказа

| | | | | | | |
|----------------------------|----------------|-------------|-------|--------|--------|---------|
| КНУКБР.13124.1-08.ВК.20.30 | | | | Лист | Кресло | Масштаб |
| Вал колінчатий | | | | № | 925 | 1:1 |
| Матеріал | Розробив | Перевірив | Лист | Кресло | ТМ | |
| Сталь 34-НЗМ | ДСТУ 9182-2022 | Кордація ТМ | ГМ-20 | Формат | A2 | |

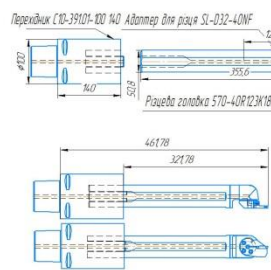
КНУ.КБР.131.24.1-08.ВКП.20.3Д

√ Ra 40

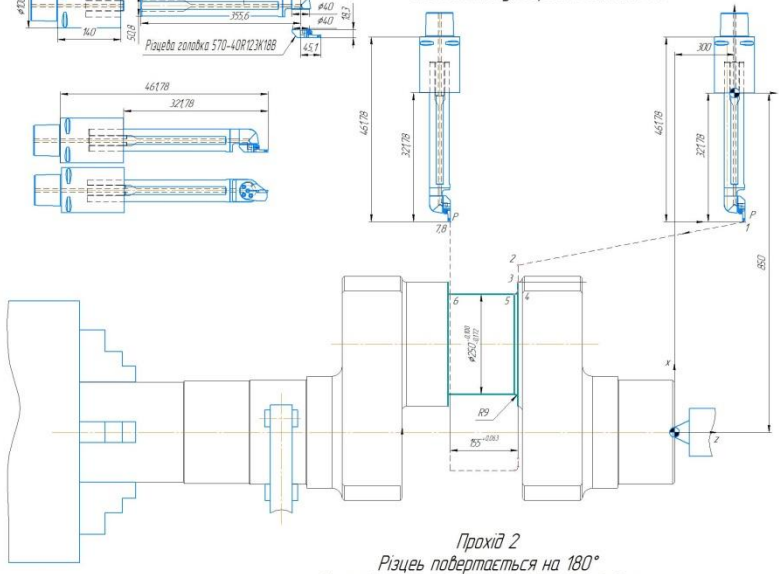


1. Відполити до 235...285 НВ
2. Гр. III ГОСТ8479-70
3. Покавка не повинна мати флокенів, тріщин, усадочних рихлостей
4. Контролювати 15% деталей
5. Маркувати.

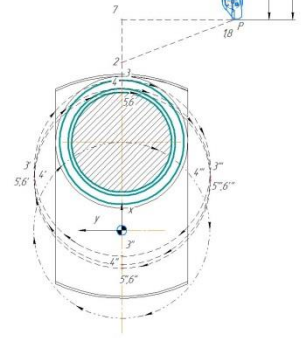
| | | | | | | | | |
|----------|------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------------------|------|------|---------------------|
| | | | | КНУ.КБР.131.24.1-08.ВКП.20.3Д | | | | |
| Вид | Лист | № докум | Підп. | Дата | Вал колінчатий (покавка) | Лит | Маса | Масштаб |
| Розроб | | Конструктор | | | | Н | 1728 | 1:5 |
| Проб | | Цубінда | | | | Лист | | Листів 1 |
| Т.контр. | | | | | | | | |
| Н.контр. | | Рязанцев | | | Сталь 34ХНЗМ ДСТУ 9182-2022 | | | Кафедра ТМ ПМ-20 |
| Уліт. | | Нечев | | | Копіявал | | | Формат А3 |



Прохід 1
Чорнаб, напівчистове, чистове та довадочне точіння та утворення галтели R9



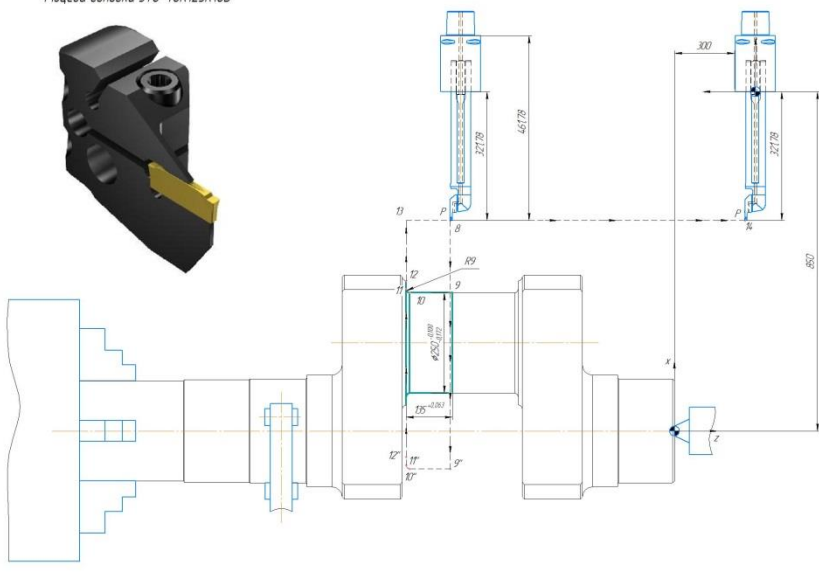
Б-Б



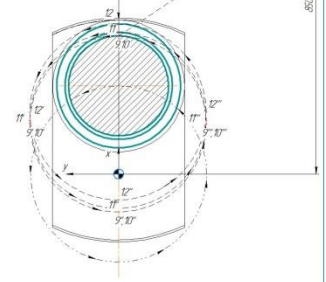
Різець головка 570-40R123K188



Прохід 2
Різець повертається на 180°
Чорнаб, напівчистове, чистове та довадочне точіння та утворення галтели R9



Б-Б



Багатоцільовий верстат DMG CTX 4000 TC



| Назва/Знак інструменту | | ØВ mm | L mm | L ₁ mm | S _{max} mm/об | V _{max} м/хв | n _{opt} об/хв | L _{шт} шт | Тол. хв |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|---------|----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|
| Різець головка 570-40R123K188 Пластина W23K2-010B-0502-DM 215 | Чорнаб точіння | 260 | 280 | 20 | 0.5 | 19 | 20 | 2 | 14.0 |
| Різець головка 570-40R123K188 Пластина W23K2-010B-0502-DM 215 | Напівчистове точіння | 253 | 280 | 17 | 0.2 | 19 | 20 | 3 | 21.0 |
| Різець головка 570-40R123K188 Пластина W23K2-0174-0008-GF 425 | Чистове точіння | 251 | 280 | 2 | 0.2 | 24 | 30 | 4 | 18.6 |
| Різець головка 570-40R123K188 Пластина W23K2-0174-0008-GF 425 | Остаточне точіння | 250 | 280 | 1 | 0.1 | 24 | 30 | 2 | 19.8 |

| КНУКБР 13124.1-08.ВК1.20 | | Верстат інструментальне | Класифікація | № | Дата | Відбито |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----|------|---------|
| Різець | W23K2-010B-0502-DM 215 | DMG CTX 4000 TC | W23K2-010B-0502-DM 215 | 11 | | |
| Пластина | W23K2-0174-0008-GF 425 | DMG CTX 4000 TC | W23K2-0174-0008-GF 425 | 11 | | |
| Пластина | W23K2-0174-0008-GF 425 | DMG CTX 4000 TC | W23K2-0174-0008-GF 425 | 11 | | |

Додаток

АЛЬБОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Розроб. | | | | | | | | | | | | | | |
| Перев | | | | | | | | | | | | | | |
| Согласов. | | | | | | | | | | | | | | |
| Т. контр. | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | | | | | | | |

«Затверджую»

Зав. кафедрою технології машинобудування

_____ (Нечасв В.П.)

«__» _____ 2024 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі вал колінчастий

Узгоджено:

Керівник _____ Цивінда Н.І. _____ (_____)

Розробник _____ Кондратюк А.С. _____ (_____)

Н.контрль _____ Рязанцев А.О. _____ (_____)

ТП

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

