



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Підвищення якості обробки та контролю тонкостінних авіаційних деталей.

Студент Максімов Ігор Валерійович

Спеціальність і група 131 Прикладна механіка, М-113м

Обсяг проекту (роботи) Повний

Кількість аркушів креслень 10

Кількість сторінок пояснювальної записки 95

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень: технологічна частина, конструкторська робота; автоматизація, спецзавдання, аналіз конструкції деталі

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню

Виконана робота повністю відповідає поставленому завданню

в) характеристика виконання кожного розділу магістерської роботи, рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим методам роботи
Виконана робота на достатньому рівні відповідає останнім досягненням науки та техніки

г) негативні особливості виконання роботи

При перевірці виконаної роботи негативних особливостей не виявлено

д) позитивні особливості

Позитивною особливістю можна вважати: запропоновано методи неруйнівного контролю: магнітний та ультразвуковий, які можна застосовувати для дефектів у вигляді тріщин, порушень суцільності, корозійних виразок деталі «Екран».

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи

Графічна частина та пояснювальна записка виконані у відповідності до діючих стандартів

е) відгук про роботу загалом

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Максимова Ігоря Валерійовича відповідає вимогам вищої школи

ж) інші зауваження

У якості зауважень можна привести наступне: недостатньо інформації щодо антигідрації під час брикетування стружки

з) оцінка роботи

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Максимова Ігоря Валерійовича заслуговує оцінку «добре»

Рецензію склав доцент кафедри ТМБ Дядя С.І.

(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

13.12.18

2018 р.

(підпис)

[11:39:21] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №462 [2] (200036 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:39:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №472 [2] (200031 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:39:50] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №477 [2] (200051 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:40:04] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №482 [2] (200020 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:41:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №487 [2] (200062 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:43:41] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №492 [2] (200064 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:44:09] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №502 [2] (200046 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:44:28] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №507 [2] (200058 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:44:47] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №512 [2] (200050 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:45:20] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №517 [2] (200027 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:45:40] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №522 [2] (200055 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:45:51] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №497 [2] (200043 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:02] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №527 [2] (200037 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:14] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №532 [2] (200045 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:31] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №537 [2] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:34] Тип проверки: *Стандартная*

[11:46:34] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 28%)**

[11:46:34] **Уникальность текста 86%**[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Максимов І.В., провів
зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.



12.12.2018р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Технології машинобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Другий (магістерський)

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Підвищення якості борозки та контролю
тонкостінних авіаційних деталей

Виконав: студент VI курсу, групи М-113М
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Максимов Т.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Стеранов П.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дяда С.І.

(прізвище та ініціали)

Консультант Гончар Н.В.

(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя

20 18 рік

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

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра технології машинобудування
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Другий (магістерський)
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
 (код і назва)
 Напрямок підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПМ15
доц. Редя С.І.
 "13" 12 20 18 року

З А В Д А Н Н Я
 НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Максимов Ігор Валерійович
 (прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Темароботи Підвищення якості обробки та контролю тонкостінних авіаційних деталей

керівник роботи _____,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "26" листопада 2018 року № 366

2. Строк подання студентом роботи 14.12.18

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі "Екран"
Рівень програма випуску 2000 шт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Технічне рішення; конструкторське рішення, проектування робочого пристосування, контрольного пристосування, автоматизація систем контролю, оптимізація геометрії деталі; Експлуатація: черговий контроль авіаційних деталей; Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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

Креслення деталі; креслення робочого пристосування, креслення контрольного пристосування; Креслення маршруту обробки деталі;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
	Гончар Н.В. к.т.н. доц.	03.09.18	13.12.18
	Степанов Д.М. к.т.н. доц.	03.09.18	13.12.18
	Щмирко В.І. к.т.н. доц.	10.10.18	6.12.18
	Патрішкін С.В. к.т.н. доц.		

7. Дата видачі завдання 04.09.18

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Технологічне дослідження	04.09. – 10.10.18	
2.	Конструкторське дослідження	10.11.18 – 18.11.18	
3.	Автоматизація систем контролю	19.11.18 – 20.11.18	
4.	Спец. зовнішнє. Неразрушувальний контроль авіаційних деталей.	20.11.18 – 24.11.18	
5.	Оптимізація геометрії деталей	25.11.18 – 02.12.18	
6.	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	03.12.18 – 05.12.18	

Студент _____ (підпис) Максимов Т.В. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ (підпис) Деде С.І. (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 95 сторінок, 28 рисунків; 8 таблиць; 3 додатки; 26 джерел.

Об'єкт дослідження – Екран.

Мета – вдосконалення технологічного процесу механічної обробки Екрану для підвищення якості обробки тонкостінної деталі.

Метод дослідження - розрахунково-аналітичний, із застосуванням спеціальних систем САПР.

Підвищення вимог надійності авіаційних деталей, збільшення їх повного і міжремонтного ресурсу, викликає підвищення вимог до технології виробництва двигунів взагалі, а особливо до механічної обробки і контролю деталей і вузлів авіаційних двигунів.

Виконуючи роботу, закріпили і поглибили отримані знання, поповнили їх навичками прогресивних технологій, застосували нове обладнання, вивчили системи автоматизації та механізації технологічного процесу, накопили досвід ведення самостійної інженерної діяльності, за технологією виробництва заготовок, механічної обробки деталей підвищеної точності, конструювання оснащення, вимірювальної та контрольної апаратури.

ЕКРАН, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИПУСК, ДОПУСК, ЕСКІЗ, КВАЛІТЕТ, БАЗА, ЗАГОТОВКА, ІНСТРУМЕНТ, ТОЧНІСТЬ, РОЗМІР, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ОБЛАДНАННЯ, ВЕРСТАТ З ЧПК.

Зміст

Реферат.....	4
Перелік умовних скорочень.....	5
Вступ.....	8
1 Технологічна частина.....	10
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.....	10
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.....	11
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтування.....	13
1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі.....	15
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	15
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	20
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі.....	23
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	24
1.6 Розрахунок режимів різання.....	30
1.7 Розрахунок технічної норми часу.....	39
1.8 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ, з використанням NXCAM або іншої програми, що має САМ модуль.....	43
1.8.1 Розробка токарної операції.....	43
1.8.2 Розробка свердлильної операції.....	44
1.8.3 Розробка фрезерної операції.....	45
2 Конструкторська частина.....	46
2.1 Розрахунок пристосування на точність	46
2.2 Конструкція і принцип роботи пристосування.....	47
2.3 Визначення необхідної сили затиску.....	48
2.4 Проектування контрольного пристосування.....	49
3 Автоматизація (завантаження/вивантаження заготовки; транспортування між верстатами; системи контролю)	50
4 Неруйнівний контроль авіаційних деталей.....	59
4.1 Вимога до проведення контролю. Галузі застосування.....	60
4.2 Класифікація видів неруйнівного контролю.....	61
4.3 Ультразвуковий метод контролю.....	63
4.4 Магнітний неруйнівний метод контролю.....	66

5	Розрахунок на міцність. Визначення напружено-деформованого стану деталі	71
6	Охорона праці.....	74
6.1	Аналіз потенційних небезпек.....	74
6.2	Заходи по забезпеченню безпеки.....	75
6.3	Порівняльний аналіз забезпечення методів безпеки на верстатах різної модифікації.....	78
6.4	Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	83
6.5	Заходи з пожежної безпеки.....	87
6.6	Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	88
	Висновок.....	93
	Перелік посилань.....	94
	Додаток А. Специфікація на робоче пристосування.....	
	Додаток Б. Специфікація на контрольне пристосування.....	
	Додаток В. Комплект технологічних карт.....	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДСТУ Державні стандарти України

ЗОТС Змазуючо-охолоджуюче технологічне середовище

КЗ Карта заготовки

МВД Маршрут виготовлення деталі

МК Маршрутна карта

МОП Маршрут обробки поверхні

НК Неруйнівний контроль

ОК Операційна карта

ТО Термічна обробка

ТП Технологічний процес

ТУ Технологічні умови

CAM – Computer Aided Manufacturing

CAD – Computer Aided Design

ВСТУП

В магістерській роботі по виготовленню деталі “Екран” проектується технологічний процес обробки в умовах серійного виробництва. Метою проектування є впровадження більш досконалого устаткування, методів техніко-економічного аналізу, пошук шляхів підвищення продуктивності праці і якості виготовленої продукції.

Технологія машинобудування – це наука, що вивчає і встановлює закономірності протікання процесів обробки і параметри, вплив яких найбільше ефективно позначається на інтенсифікації процесів і підвищенні їхньої точності.

Основними задачами технології машинобудування є:

- ефективність використання устаткування за часом протягом робочих змін;
- перехід від перервних технологічних процесів до безперервним процесам;
- створення гнучких переналагоджувальних виробничих систем.

Усе це допомагає підвищити техніко-економічну ефективність виробництва, зменшує витрату матеріалу, витрати на інструмент, збільшує кількість і підвищує якість продукції, змінює собівартість, збільшує рівень виробництва і продуктивності процесу.

Задачами технологічного машинобудування є:

- засоби механічної обробки поверхонь;
- конструювання пристроїв;
- процеси складання;
- контроль якості продукції.

Технологія машинобудування забезпечує основну задачу виробництва:

- виготовлення виробів в потрібній кількості при найменших витратах матеріалів, мінімальній собівартості і високій продуктивності.

Комплексна механізація і автоматизація робочих процесів, переобладнання підприємств сучасними верстатами, повсемісне впровадження в практику технологічного проектування персональних комп'ютерів викликали переоцінку існуючих методів проектування. Сучасне технологічне проектування – це комплексна система взаємодії способів і методів, які обумовлюють створення високоякісної технологічної документації на основі широкого використання стандартних технологічних рішень.

Економічне значення і однорідність виготовленої продукції, будівництва авіаційних двигунів являється забезпечення галузі конкурентоспроможної авіаційної техніки.

Для отримання високих техніко-економічних показників в даному дипломному проекті виконується більш детальний і точніший розрахунок маси заготовки, внаслідок чого отримали економію матеріалу.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.

Екран призначений для огляду вікон турбіни після випробувань на різних режимах роботи (рисунок 1.1)

Екран – виріб авіаційного призначення, що обумовлює технічними умовами до хімічного складу відноситься матеріал 15Х16К5Н2МВФАБ–Ш.

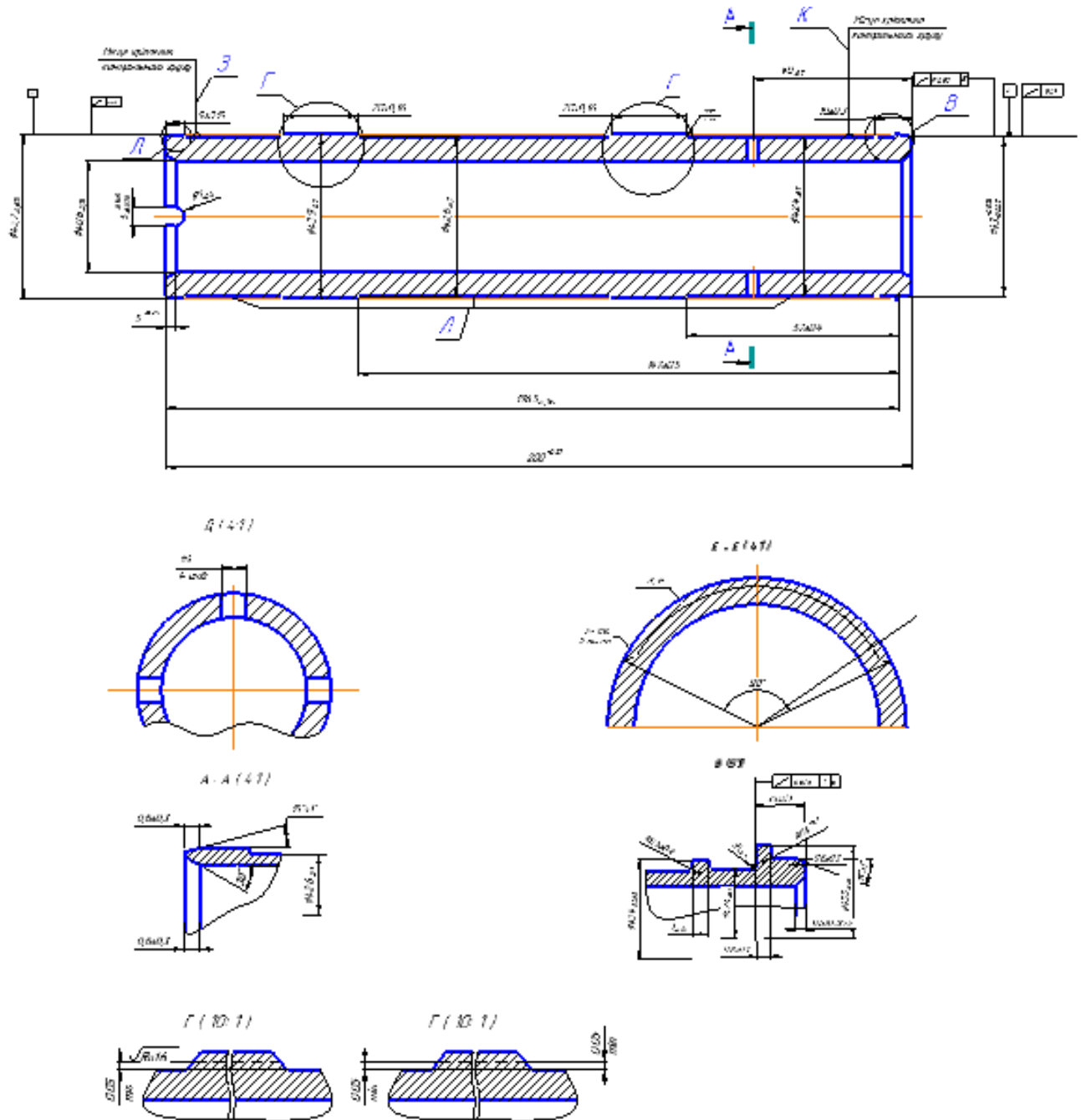


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі „ Екран ”

1.1.2 Хімічний склад та технічні властивості матеріалу

Таблиця 1.1 – Хімічний склад матеріалу 15X16K5H2MBФAB-III.

C	Si	Mn	Ni	P	S
0.12 – 0.18	До 0.4	0.5 – 0.9	0.4 – 0.8	До 0.03	До 0.025
Ti	Cu	V	W	Mo	Cr
До 0.2	0.3	0.15 – 0.3	0.7 – 0.11	0.5 – 0.7	0.11 – 0.18

Таблиця 1.2 – Механічні властивості 15X16K5H2MBФAB-III.

σ_B , МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	δ , %	Ψ , %	KCU, МДЖ/м	Твердість HRC
750	24	25	35	981	—

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.

У магістерській роботі необхідно спроектувати технологічний процес виготовлення деталі в умовах серійного виробництва.

Серійне виробництво займає проміжне положення між одиничним і масовим виробництвом. При серійному виробництві, вироби виготовляють партіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції й однакових по розмірах деталей, що запускаються у виробництво одночасно. Основним принципом цього виду виробництва є виготовлення всієї партії (серії) цілком, як при обробці, так і при складанні. Поняття «партія»

відноситься до кількості деталей, а поняття «серія» – до кількості машин, що запускаються у виробництво одночасно. Кількість деталей у партії і кількість машин у серії можуть бути різними.

У серійному виробництві, у залежності від кількості виробів у серії, їхньої характеристики і трудомісткості, частоти повторюваності серії протягом року розрізняють: дрібносерійне, середньо серійне, багатосерійне. Коефіцієнт закріплення операцій: $K_{30}=1...10$ – багатосерійне виробництво; $K_{30}=10...20$ – середньо серійне виробництво; $K_{30}=20...40$ – дрібносерійне виробництво.

У серійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, що закріплені за визначеними верстатами. Технологічний процес розробляється докладно. Верстати застосовуються різноманітних видів: універсальні, спеціалізовані, спеціальні, агрегатні, автоматизовані.

Верстатний парк повинний бути спеціалізований у такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до іншої. При використанні універсальних верстатів повинні широко застосовуватися спеціалізовані і спеціальні пристосування, різальний інструмент і вимірювальний інструмент у виді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Заготівка при серійному типі виробництва по конфігурації повинна наближатися до готової деталі, коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0.6 – 0.88. Кваліфікація робітників невисока.

Серійне виробництво значне економічне, чим одиничне, завдяки використанню устаткування, спеціалізації робітників, збільшення продуктивності праці. Усе це забезпечує зменшення собівартості продукції.

Серійне виробництво є найбільш розповсюдженим видом виробництва, у машинобудуванні. Деталь необхідно виготовити з мінімальними трудовими і матеріальними витратами, а це залежить від:

- грамотного вибору варіанта технологічного процесу;
- оснащення технологічного процесу;
- застосування спеціальних верстатів, напівавтоматів і автоматів;
- рівня механізації й автоматизації виробництва;
- застосування оптимальних режимів різання обробки деталей.

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Штамування на КГШП в закритих штампах: клас точності – Т3, група матеріалу – М3,

ступінь складності – С2, вихідний індекс – 12, зовнішні штампувальні відхилення - $7 \pm 1^\circ$, радіуси заокруглень – R5.

Модель заготовки штампування представлено на рисунку 1.2

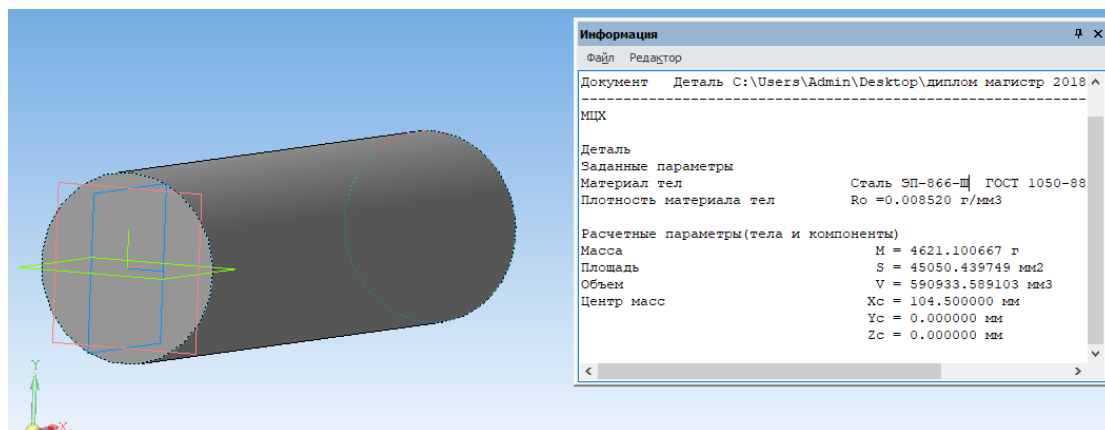


Рисунок 1.2 – 3Д модель заготовки штампування на КГШП.

Маса заготовки визначається за допомогою системи КОМПАС 3D шляхом вимірювання масово-центровочних характеристик $Q = 4.621$ кг.

Заготовка базова : прокат підвищеної точності клас точності – Т4, група матеріала – М3, вихідний індекс – 14.

Ескіз заготовки представлено на рисунку 1.3

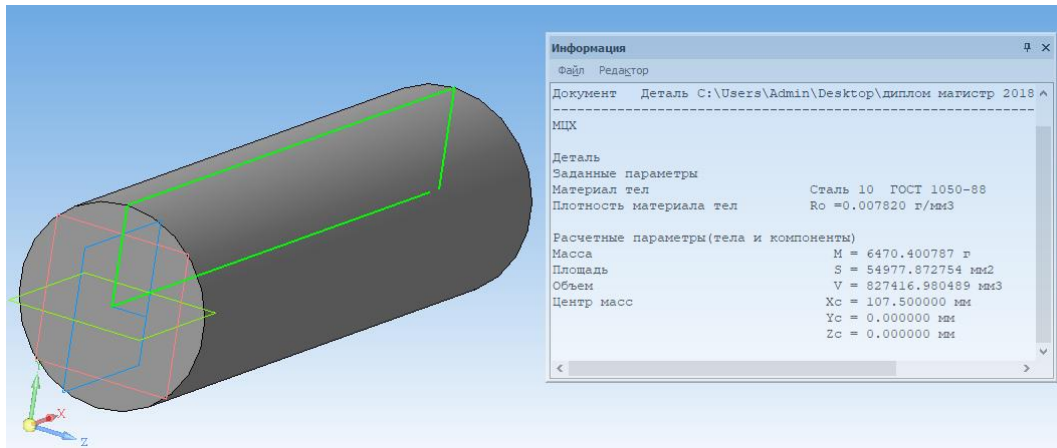


Рисунок 1.3 – Базова заготовка прокат.

Маса заготовки визначається за допомогою системи КОМПАС 3D шляхом вимірювання масово-центровочних характеристик: $Q_{\text{пр}} = 6.470$

Визначається вартість виготовлення однієї заготовки за формулою (1.1):

$$B = \frac{B_6}{1000} \cdot Q - (Q - q) \cdot \frac{B_{\text{відх}}}{1000} \quad (1.1)$$

де B_6 - базова вартість виготовлення 1т заготовки грн;

Q - маса заготовки, кг;

q - маса деталі, кг;

K_T, K_M, K_C, K_B, K_P - коефіцієнти, які враховують відповідно клас точності, матеріал, групу точності, масу заготовки, програму випуску;

$B_{\text{відх}}$ - вартість 1т стружки, грн.

$$B_{\text{шт}} = \frac{3150}{1000} \cdot 4.621 \cdot 0.9 \cdot 1.8 \cdot 0.89 \cdot 0.9 \cdot 1 - (4.621 - 1.616) \cdot \frac{140}{1000} = 18.47 \text{ грн}$$

$$B_{\text{пр}} = \frac{3500}{1000} \cdot 6.470 - (6.470 - 1.616) \cdot \frac{140}{1000} = 21.96 \text{ грн}$$

Розраховується коефіцієнт використання матеріалу за формулою (1.2):

$$\eta = \frac{q}{Q} \quad (1.2)$$

$$\eta_{\text{шт}} = \frac{1.616}{4.621} = 0,35$$

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{1.616}{6.470} = 0,25$$

Проводиться порівняння показників:

$$B_{\text{шт}} < B_{\text{пр}}$$

$$\eta_{\text{пр}} > \eta_{\text{пр}}$$

Найбільш доцільним і економічно вигідним є метод отримання заготовки прокат підвищеної точності.

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі.

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність.

Аналіз на технологічність деталі «Екран» (рис 1.4).

Під технологічністю конструкції виробу розуміють сукупність конструктивних особливостей виробу, що забезпечує зручність в експлуатації, ремонт та технічне обслуговування при використанні економічних та продуктивних методів обробки. Існує два види оцінки технологічності деталі: якісна та кількісна.

Якісна оцінка включає до себе відпрацювання її конструкції з метою максимальної уніфікації елементів (діаметральних розмірів, різьб, фасок, канавок, шліцьових з'єднань та інше); правильний вибір та постановку розмірів, оптимальних допусків та шорсткості поверхонь; дотримання всіх вимог, які пред'являються до заготовок; дотримання всіх вимог, які пред'являються до технологічності елементів при механічній обробці (доступність обробки, можливість входу та виходу інструменту, наявність надійних поверхонь для кріплення деталі при механічній обробці) та інше.

Виконуємо якісну оцінку:

- а) деталь має геометричну форму середньої складності, відноситься до класу «Вал»;
- б) деталь має жорстку конструкцію;
- в) деталь нормальної точності;
- г) уніфіковані елементи: радіуса та фаски виконані з урахуванням можливості обробки;
- д) деталь можна обробляти звичайним інструментом;

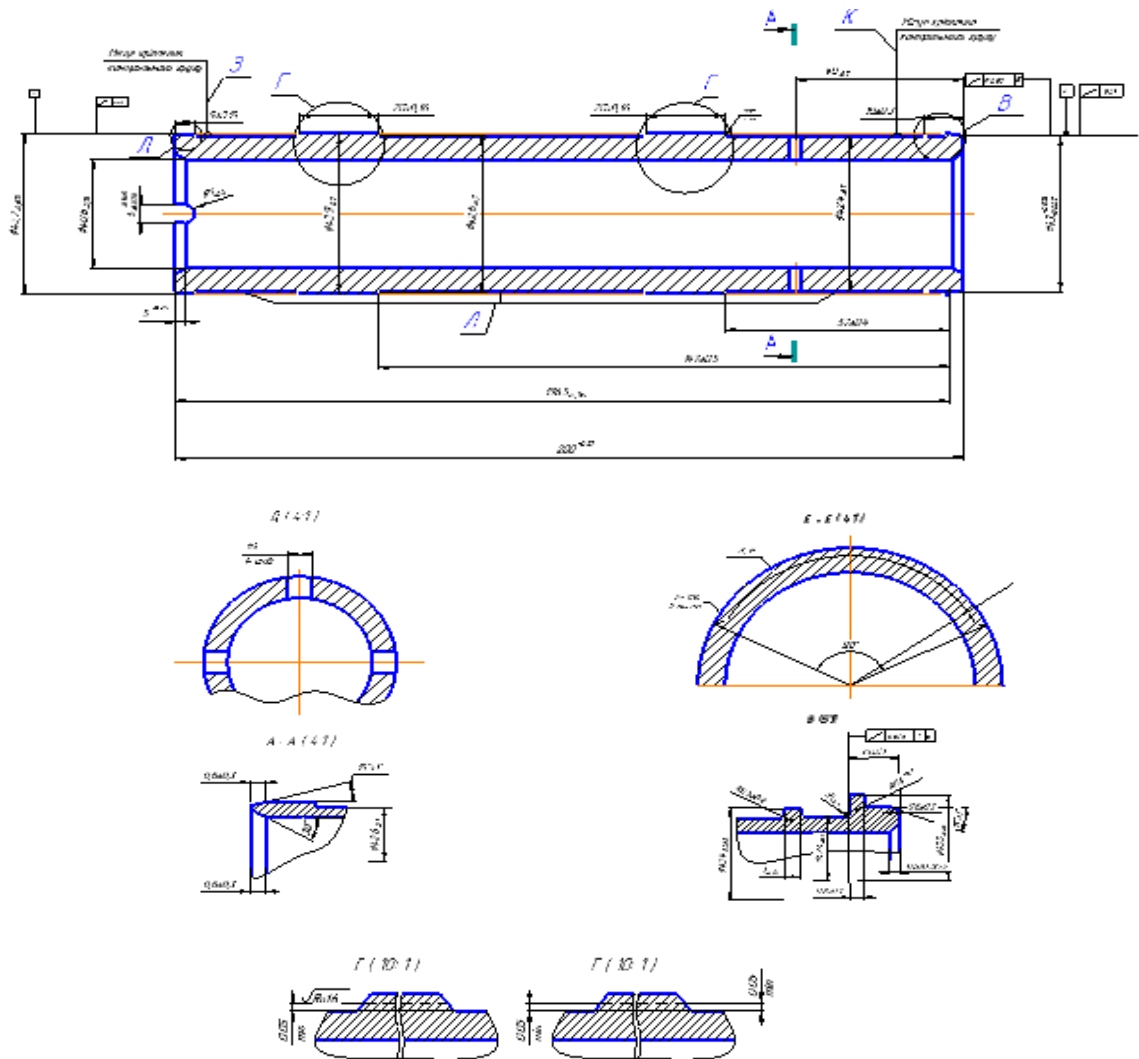


Рисунок 1.4 – Ескіз деталі „ Екран ”

Таблица 1.3 – Аналіз деталі на технологічність

№	Розміри	Квалітет	Шорсткість	Уніфікація
1	2	3	4	5
1	$\varnothing 43.7_{-0.016}$	h6	0.8/7	+
2	$\varnothing 40.6_{+0.16}$	H11	1.6/6	+
3	$\varnothing 43.9_{-0.1}$	h10	1.6/6	+
4	$\varnothing 42.6_{-0.1}$	h10	1.6/6	+
5	$\varnothing 42.4_{-0.1}$	h10	1.6/6	+
6	$\varnothing 43_{+0.018}$	h6	0.8/7	+
7	$\varnothing 45.5_{-0.25}$	h12	1.6/6	—
8	$\varnothing 43.4_{-0.062}$	h9	1.6/6	+
9	$5_{+0.15}$	h12	1.6/6	—
10	$20_{+0.16}$	h11	1.6/6	+
11	$10_{-0.3}$	h13	1.6/6	—
12	$196.5_{-0.115}$	h9	1.6/6	+
13	$145_{+0.5}$	h12	1.6/6	—
14	$57_{+0.4}$	h13	1.6/6	—
15	$200_{-0.29}$	h11	1.6/6	+
16	$3.5_{+0.1}$	h12	0.8/7	—
17	$40_{-0.1}$	h11	1.6/6	+

1.4.1.1 Визначимо загальний рівень технологічності деталі.

Кількісна оцінка визначається за коефіцієнтами за формулою:

$$K_{\text{тех}} = \frac{K_{\text{ye}} + K_{\text{точ}} + K_{\text{ш}}}{3} > (0.6 \dots 1), \quad (1.3)$$

де K_{ye} – коефіцієнт уніфікованих елементів;

$K_{\text{точ}}$ – коефіцієнт точності;

$K_{\text{ш}}$ – коефіцієнт шорсткості.

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою:

$$K_{\text{y.e.}} = \frac{Q_{\text{ye.}}}{Q_3} > 0.6, \quad (1.4)$$

де $K_{\text{y.e.}}$ – коефіцієнт уніфікації;

$Q_{\text{ye.}}$, Q_3 – відповідно кількість уніфікованих елементів і загальна кількість елементів.

$$K_{\text{y.e.}} = \frac{11}{17} = 0.65 > 0.6$$

Отже, по даному коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт точності визначається за формулою:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{\text{cp}}}, \quad (1.5)$$

де A_{cp} – середній квалітет точності визначається за формулою:

$$A_{\text{cp}} = \frac{15 \cdot n_1 + 14 \cdot n_2 + \dots + 6 \cdot n}{\sum n}, \quad (1.6)$$

де $n_{1\dots n}$ – кількість розмірів, що мають відповідний квалітет;

$\sum n$ – кількість усіх розмірів.

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулою:

$$K_w = 1 - \frac{1}{B_{cp}} > 0,6, \quad (1.7)$$

де K_w – коефіцієнт шорсткості;

B_{cp} – середній квалітет шорсткості визначається за формулою (1.6):

$$B_{cp} = \frac{K_4 \cdot n_1 + K_5 \cdot n_2 + \dots + K_7 \cdot n_n}{\Sigma n}, \quad (1.8)$$

де $K_{5...8}$ – клас шорсткості;

$n_1 \dots n_n$ – кількість розмірів, що мають відповідний клас шорсткості.

Коефіцієнт точності визначається за формулами (1.6), (1.7):

$$A_{cp} = \frac{6 \cdot 2 + 11 \cdot 4 + 10 \cdot 3 + 12 \cdot 4 + 9 \cdot 2 + 13 \cdot 2}{17} = 10.5$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{10.5} = 0.9 > 0.6$$

По даному коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулами (1.8), (1.7):

$$B_{cp} = \frac{6 \cdot 14 + 7 \cdot 3}{17} = 6.2$$

$$K_w = 1 - \frac{1}{6.2} = 0.84 > 0.6$$

По даному коефіцієнті деталь технологічна.

Загальний рівень технологічності визначаємо за формулою (1.3):

$$K_{mex} = \frac{0.65 + 0.9 + 0.84}{3} = 0.8 > 0.6$$

На підставі вищевикладених обчислень, можна зробити висновок, що деталь відповідає коефіцієнтам якісної і кількісної оцінки технологічності конструкції, для свого класу деталей є типова.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Маршрут обробки деталі (МОП) – певна послідовність технологічних переходів обробки поверхонь заготовки, необхідних для досягнення певних показників точності, якості поверхонь деталі.

Проводиться розрахунок зовнішньої поверхні:

Зовнішня поверхня $\varnothing 43h10(+0.018/+0.002)$, $R_a=0.8$ мкм, $T_d=0.016$ мм.

Заготовка $\varnothing 50_{-0.5}^{+1.5}$, IT17, $R_a = 80$ мкм, $TD=2$ мм.

Уточнення за показником T_d розраховується за формулою (1.3):

$$E_{Td} = \frac{TD}{T_d} \quad (1.3)$$

$$E_{Td} = \frac{2}{0.08} = 25$$

Уточнення за показником R_a розраховується за формулою (1.4):

$$E_{Ra} = \frac{Ra_{заг}}{Ra_{дет}} \quad (1.4)$$

$$E_{Ra} = 80/0.8 = 100$$

Розраховується кількість переходів по найбільшому уточненню :

$$k = 2\lg(E) \quad (1.5)$$

$$k = 2\lg(25) = 3$$

Приймаємо $k=3$.

Різниця класів шорсткості та їх розподіл $IT=IT16-IT6=10=4+3+2+1$

Встановлюємо послідовність показників точності: IT16–IT12–IT9–IT7–IT6

Значення допусків на кожній операції вибираються по [2]:

$TD=7$ мм – заготовка $R_a 80$;

$Td_2 = 0.39$ мм – точіння чорнове $R_a 40$;

$Td_3 = 0.16$ мм – точіння полу чистове $R_a 20$;

$Td_4 = 0.039$ мм - точіння чистове $R_a 10$.

Розраховуються міжопераційні уточнення за формулами (1.6), (1.7):

$$E_{Tdi} = Td_{i-1}/Td_i \quad (1.6)$$

$$E_{Rai} = Ra_{i-1}/Ra_i \quad (1.7)$$

$$E_{Td2} = \frac{7}{0,39} = 17.94 \text{ мм}$$

$$E_{Ra2} = \frac{80}{40} = 2 \text{ мкм}$$

Розрахунки зводяться в таблицю 1.4

Проводиться розрахунок внутрішньої поверхні:

Внутрішня поверхня $\varnothing 42.6H10(+0.2_{-0.1})$, Ra 1.6 мкм, $Td=0.3$ мм.

Заготовка $\varnothing 46.4(+0.4_{-0.2})$, IT14, $Ra = 80$ мкм, $TD=6$ мм.

Розраховується уточнення за показниками Td та Ra за формулами(1.3),(1.4):

$$E_{Td} = \frac{6}{0,03} = 20 \text{ мм}$$

$$E_{Ra} = 80/1.6 = 5 \text{ мкм}$$

Розраховується кількість переходів по найбільшому уточненню за формулою (1.5):

$$k = 2 \lg(20) = 2.6$$

Приймається кількість переходів $k=3$.

Різниця класів шорсткості та їх розподіл $IT=IT16-IT7=9=3+3+2+1$

Встановлюємо послідовність показників точності: IT16–IT13–IT10–IT8–IT7

Значення допусків на кожній операції вибираються по[3]:

$TD=6$ мм – заготовка $R_a 80$;

$Td_2 = 0.46$ мм – точіння чорнове $R_a 40$;

$Td_3 = 0.12$ мм – точіння полу чистове $R_a 20$;

$Td_5 = 0.046$ мм - точіння чистове $R_a 1,6$;

Розраховуються міжопераційні уточнення за формулами (1.6), (1.7):

$$E_{Td2} = \frac{6}{0.46} = 13 \text{ мм}$$

$$E_{Ra2} = \frac{80}{40} = 2 \text{ мкм}$$

Таблиця 1.4 – Маршрут обробки поверхонь

Характеристики та показники точності	Уточнення		Кількість переходів		Різниця показників ППТК	МОП		Параметр по переходам		Уточнення	
	Показник	Значення	Разр	Прийн		i	Метод обробки	Td	Ra	Td	Ra
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зовнішня поверхня Ø43h10 ^(+0.018/+0.002) R _a 0.8 мкм T _d = 0.016 мм Заготовка Ø50 ^{+1,5/-0,5} IT16 R _a 40 мкм TD=6 мм	Td		3	3	Δ=16-6=10=4+3+2+1=16→12→9→7→6	1	Заготовка	1.6	40	—	—
						2	Точіння чорнове	0.35	20	6.2	2
						3	Точіння получистове	0.087	5	4	4
	Ra					4	Точіння чистове	0.035	2.5	2.5	2
Внутрішня поверхня Ø42.6H7 ^(+0.2/-0.1) Ra1.6 Td=0.03мм Заготовка Ø46.4IT16 ^(+0.4/-0.2) Ra40 TD=1.9мм	Td		2.6	3	Δ=16-7=9=3+3+2+1=16→13→10→8→7	1	Заготовка	1.9	40	—	—
						2	Розточування чорнове	0.46	20	4.13	2
	Ra					3	Розточування получистове	0.12	5	3.83	4
						4	Розточування чистове	0.046	2.5	2.6	2

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі.

Технологічний процес виготовлення деталі “Екран” складається з 2 операцій та багатьох переходів різного характеру. У даному технологічному процесі до 1-ї операції входить 3 переходи які являються токарними.

До 2-ї операції відносяться 5 – токарних переходів, 1 – фрезерний, 1 свердлильний є слюсарна операція та декілька спеціальних.

Маршрут виготовлення деталі “Екран” показаний в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Операції виготовлення деталі.

№	Назва операції	Обладнання
005	Заготівельна	—
010	Комплексна Токарна	Верстат токарно–фрезерний з ЧПК CTX gamma 2000 TC
015	Термообробка (закалка, відпуск)	Піч
020	Комплексна (токарна, фрезерна, свердлильна, слюсарна, контрольна)	Верстат токарно–фрезерний з ЧПК CTX gamma 2000 TC
025	Маркування електрохімічне	Установка
030	Магнітний неруйнівний контроль	Дефектоскоп
035	Балансування	Балансувальний

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Припуск – шар металу, який віддаляється із заготівки в процесі обробки, в цілях досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні.

Припуски діляться на загальні і міжопераційні. Під загальним припуском розуміють припуск, який знімається протягом всієї обробки даної поверхні - від розміру заготівки до остаточного розміру готової деталі. Міжопераційній називають припуск, який видаляють при виконанні окремої операції. Міжопераційний припуск повинен бути достатнім для того, щоб при обробці були видалені всі дефекти попереднього переходу (дефектний шар і просторові відхилення).

Припуск повинен мати розміри, які б забезпечували виконання необхідної для даної деталі механічної обробки, необхідних вимог до шорсткості і точності розмірів деталі при найменших витратах матеріалу і собівартості деталі.

При багатоперехідній обробці на кожну операцію (перехід) дається операційний припуск, сума операційних припусків дає загальний припуск. Операційний припуск повинен бути достатнім для того, щоб при обробці були видалені всі дефекти, передуючі переходу.

Величина припусків може бути визначена аналітичним або табличним методом. Величина припусків, одержаних аналітично, як правило, менше табличних, що дає економічний ефект в умовах масового і серійного виробництва.

Величини припусків на обробку і допусків на розміри заготовок залежать від ряду чинників, ступінь впливу яких різний.

До основних чинників відносять наступні:

- а) матеріал заготівки;
- б) конфігурація і розміри заготівки;
- в) вид заготівки і спосіб її виготовлення;
- г) вимоги по відношенню до механічної обробки;

д) технічні умови до кількості і класу шорсткості поверхонь і точності розмірів деталі.

Розрахунковим шляхом визначають спочатку мінімальний, а потім максимальний припуск.

Визначення припусків і міжопераційних розмірів на $\varnothing 44.5^{(+0.8)}_{(-0.4)} h9$

1 Призначаємо маршрут обробки. Обираємо операційні допуски по [1, с. 8-12, табл. 4-5].

Маршрут обробки:

Заготовка – штампування $h17$ (2550 мкм).

Точіння чорнове $h15$ ($'$) ($T_D' = 1000$ мкм).

Точіння полужистове $h14$ ($''$) ($T_D'' = 620$ мкм).

Точіння чистове $h12$ ($'''$) ($T_D''' = 250$ мкм).

2 Вибираємо величини, які характеризують якість поверхонь:

$Rz = 200$ мкм $h = 250$ мкм, [1, с. 186, табл. 12]

$Rz' = 250$ мкм $h' = 240$ мкм

$Rz'' = 125$ мкм $h'' = 120$ мкм

$Rz''' = 125$ мкм $h''' = 120$ мкм

Залишкові просторові відхилення:

$$\Delta_{\text{заг}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + \Delta_{\text{см}}^2} = \sqrt{(3 \cdot 45.5)^2 + 800^2} = 936.5 \text{ мкм}$$

[1, с. 186, 187, табл. 16, 18]

де Δ_k - кривизна штампу;

$\Delta_{\text{см}}$ – відхилення від співвісності.

Для інших операцій $\Delta_{\text{інш}} = k_y \Delta_{\text{заг}}$

$$\Delta' = 0.06 \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0.06 \cdot 936.5 = 56.2 \text{ мкм}$$

$$\Delta'' = 0.05 \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0.05 \cdot 936.5 = 46.8 \text{ мкм}$$

$$\Delta''' = 0.04 \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0.04 \cdot 936.5 = 37.5 \text{ мкм}$$

Значення коефіцієнту k_y уточнення вибираємо з таблиці .

Похибка встановлення:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.9)$$

$$\varepsilon_y' = 120 \text{ мкм} [1, \text{ с. 41-44, табл. 12-17}]$$

$$\varepsilon_y'' = 80 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_y''' = 70 \text{ мкм}$$

Заносимо знайдені величини в таблицю (1.6)

3 Визначаємо величину мінімального припуску по переходам:

$$2Z'_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] = 2 \left[(200 + 250) + \sqrt{936.5^2 + 120^2} \right] = 3013 \text{ мкм}$$

$$2Z''_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] = 2 \left[(250 + 240) + \sqrt{56.2^2 + 80^2} \right] = 1252.4 \text{ мкм}$$

$$2Z'''_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] = 2 \left[(125 + 120) + \sqrt{37.5^2 + 70^2} \right] = 705 \text{ мкм}$$

4 Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам і кінцеві розміри заготовки за формулою:

$$D_{\min i-1} = D_{\min i} + 2Z_{\min i}; \quad D_{\max i-1} = D_{\min i-1} + T_{D i-1} \quad (1.10)$$

$$D_{\min}''' = D_{\max}''' - T_{D}''' = 45.5 - 0.250 = 45.25 \text{ мм}$$

$$D_{\min}'' = D_{\min}''' + 2Z_{\min}''' = 45.25 + 0.705 = 45.955 \text{ мм}$$

$$D_{\max}'' = D_{\min}'' + T_{D}'' = 45.955 + 0.620 = 46.575 \text{ мм}$$

$$D'_{\min} = D''_{\min} + 2Z''_{\min} = 45.955 + 1.254 = 47.209 \text{ мм}$$

$$D'_{\max} = D'_{\min} + TD' = 47.209 + 1.0 = 48.209 \text{ мм}$$

$$D^{\text{заг}}_{\min} = D'_{\min} + 2Z'_{\min} = 47.209 + 3.013 = 50.222 \text{ мм}$$

$$D^{\text{заг}}_{\max} = D^{\text{заг}}_{\min} + TD^{\text{заг}} = 50.222 + 2.55 = 52.772 \text{ мм}$$

5 Визначаємо одержані граничні припуски:

$$Z_{\max i-1} = D_{\max i} - D_{\min i-1}; \quad Z_{\min i-1} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (1.11)$$

$$Z'_{\min} = D^{\text{заг}}_{\min} - D'_{\min} = 50.222 - 47.209 = 3.013 \text{ мм}$$

$$Z'_{\max} = D^{\text{заг}}_{\max} - D'_{\max} = 52.722 - 48.209 = 4.563 \text{ мм}$$

$$Z''_{\min} = D'_{\min} - D''_{\min} = 47.209 - 45.955 = 1.254 \text{ мм}$$

$$Z''_{\max} = D'_{\max} - D''_{\max} = 48.209 - 46.575 = 1.634 \text{ мм}$$

$$Z'''_{\min} = D''_{\min} - D'''_{\min} = 45.955 - 45.25 = 0.705 \text{ мм}$$

$$Z'''_{\max} = D''_{\max} - D'''_{\max} = 46.575 - 45.5 = 1.075 \text{ мм}$$

$$\text{Номінальний розмір заготовки: } D_{\text{ном}} = D^{\text{заг}}_{\min} - Es = 52.772 - 1.6 = 51.172 \text{ мм}$$

Розрахунки виконані вірно, заносимо їх у таблицю 1.6.

6 Знаходимо одержаний загальний припуск:

$$2Z_{\text{заг max}} = \Sigma 2Z_{\text{max}} = 7.272 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{заг min}} = \Sigma 2Z_{\text{min}} = 4.972 \text{ мм}$$

7 Виконуємо перевірку правильності розрахунків за формулою:

$$T_{(D,l) \text{ заг}} - T_{(D,l) \text{ дет}} = 2Z_{\text{заг max}} - 2Z_{\text{заг min}} \quad (1.12)$$

$$T_{D \text{ заг}} - T_{D \text{ дет}} = 2550 - 250 = 2300 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{заг max}} - 2Z_{\text{заг min}} = 7272 - 4972 = 2300 \text{ мкм}$$

Розрахунки виконані вірно, заносимо їх у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Розрахунок припусків аналітично.

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри		Граничні припуски		Виконавчий розмір
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ø 45.5(-0.25)	Заготівка Прутки підвищеної точності	200	250	936.5	—	—	50.222	2550	52.772	50.222	7272	4972	51.172
	Точіння чорнове h15	250	240	56.2	120	3013	47.209	1000	48.209	47.209	4563	3013	48.209
	Точіння полумистове h14	125	120	46.8	80	1252,4	45.955	620	46.575	45.955	1634	1254	46.575
	Точіння чистове h12	125	120	37.5	70	705	45.25	250	45.5	45.25	1075	705	45.5

Таблиця 1.7 – Розрахунок припусків по таблицям.

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск	Розрахунковий розмір, мкм	Допуск, мкм	Граничні розміри мм		Граничні припуски мкм		Виконавчий розмір
1	2	3	4	5	L _{max}	L _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	10
200(-0.29)	Заготівка прутка підвищеної точності	4800	204.51	2550	207.06	204.51	7060	4800	205.46
	Точіння чорнове h15	1600	202.91	1150	204.06	202.91	3000	1600	204.06
	Точіння полущистове h14	1600	201.31	1150	202.46	201.31	1600	1600	202.46
	Точіння чистове h12	800	200.51	290	200.8	200.51	1660	800	200.8
	Точіння тонке h11	800	199.71	290	200	199.71	800	800	200

1.6 Розрахунок режимів різання

Розрахунок і призначення режимів різання на операції технологічного процесу.

Визначення режимів різання та основного часу аналітичним способом на операцію 010 перехід 3 токарний.

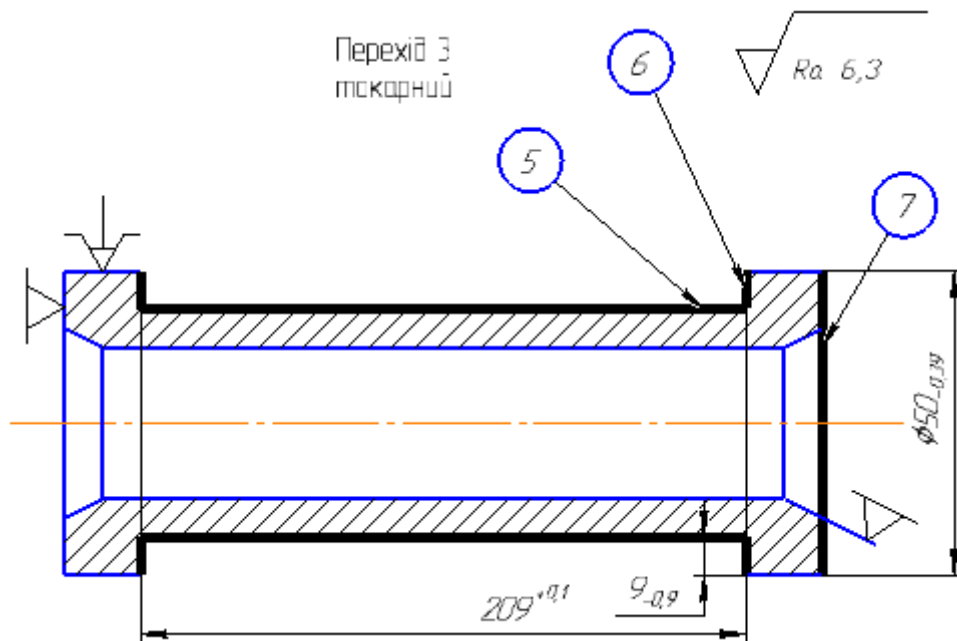


Рисунок 1.5 – Токарна операція 10 перехід 3.

1. Встановити, закріпити, підрізати торець 7, точити пов. 6, точити пов. 5, розкріпити, зняти.

2. Згідно вихідних даних вибираємо ріжучий інструмент: матеріал різальної частини [1, с. 115-118]: різець токарний прохідний відігнутий ГОСТ 1888-73 – твердий сплав ВК8.

3. Визначаємо глибину різання t в мм:

$$t = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (1.13)$$

$$t = \frac{60 - 58}{2} = 1 \text{ мм}$$

4. Вибираємо подачу S_0 в мм/об, [1,с.277-278] :

$$S_0=0.2 \text{ мм/об}$$

Приймаємо за паспортом верстата $S_0=0.2$ мм/об .

5. Визначаємо швидкість різання, яка допускається ріжучими властивостями інструменту в м/хв:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s_{\text{em}}^y} K_v, \quad (1.14)$$

де $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$ – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує фактичні умови різання.

Стійкість інструменту приймається $T=60$ хв; $T=120$ хв – для фасонного точіння C_v , m , x , y вибираємо з [1 ,с. 269-270, табл. 17]:

де K_{mv} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико–механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання, вибираємо з [1,с. 263,табл.5];

K_{nv} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання, вводиться тільки при розсвердлюванні та зенкеруванні штампованих або литих отворів вибираємо з [1, с. 263, табл. 5];

K_{uv} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання вибираємо з [1,с.263,табл.6];

K_{lv} - поправочний коефіцієнт, який враховує відношення глибини свердління до діаметру вибираємо з [1, с. 280, табл. 31].

$$K_{mv}=0.6; K_{nv}=1; K_{uv}=1; K_{lv}=0.3; C_v=420; m=0.20; y=0.20; x=0.15.$$

$$V = \frac{420}{120^{0.20} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.1^{0.20}} \cdot 0.3 = 76.8 \text{ м/хв}$$

6. Визначаємо частоту обертання інструменту відповідно знайдений швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ хв}^{-1} \quad (1.15)$$

$$n=407 \text{ хв}^{-1}$$

7. Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстату та встановлюємо дійсну частоту [3, с. 422].

$$n_{\text{см}}=400 \text{ хв}^{-1}$$

8. Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв.} \quad (1.16)$$

$$V_o = \frac{3.14 \cdot 60 \cdot 200}{1000} = 37.7 \text{ м/хв.}$$

9. Визначаємо осьову силу різання P_z за формулою:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s_{\text{овм}}^y \cdot V_d^n \cdot K_p, \quad (1.17)$$

де C_p, x, y, q визначаємо за [1, с.281, табл.32]

$$K_p = K_{mp}, \quad (1.18)$$

де K_{mp} – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико–механічних властивостей оброблюваного матеріалу на силові залежності вибираємо з [1, с. 264-265].

$$C_p=204 ; y=0,75; x=1,0;$$

$$K_p = 1,034$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1^{1.0} \cdot 0.1^{0.75} \cdot 37.68^0 \cdot 1.034 = 373.46 \text{ Н}$$

10. Визначаємо потужність, яка витрачається на різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (1.19)$$

$$N = \frac{373.4 \cdot 37.68}{1020 \cdot 60} = 0.230, \text{ кВт}$$

11. Вибраний режим різання перевіряємо по потужності верстату.

Обробка можлива, якщо $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$

де $N_{\text{шп}}$ – потужність на шпинделі верстату, кВт.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт}, \quad (1.20)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна верстату, кВт.

η – КПД верстату [3, с.422]

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 94 \text{ кВт} \quad (1.21)$$

$$0.230 \text{ кВт} < 94 \text{ кВт}$$

12. Визначаємо машинний час:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ хв} \quad (1.22)$$

де L – шлях інструменту в напрямку подачі в мм;

n – частота обертання інструменту (шпинделя) в хв.^{-1} ;

S – подача в мм/об.

$$L = l + y + \Delta, \quad (1.23)$$

де l – глибина отвору, який обробляється в мм;

y – величина врізання мм;

$\Delta = 1 \div 3$ мм – вихід ріжучого інструменту (перебіг)

$$L = l + y + \Delta = 206 + (89 / 2 \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ) + 1 = 296 \text{ мм} \quad (1.24)$$

$$T_o = \frac{296}{400 \cdot 0.2} = 3.7, \text{ хв.}$$

Визначення режимів різання та основного часу аналітичним способом на операцію 020 перехід 5 свердлильний.

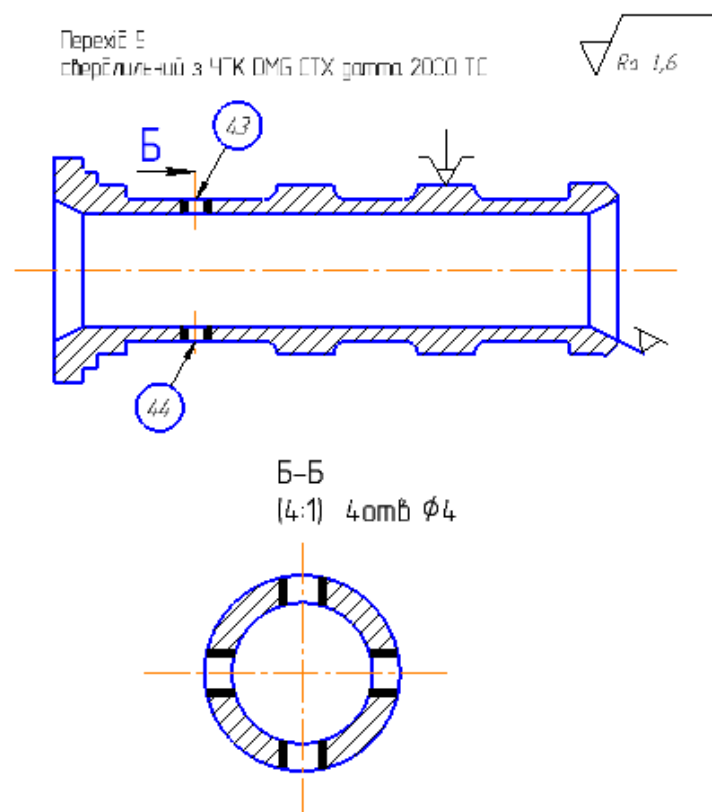


Рисунок 1.6 – Свердлильна операція 20 перехід 5.

1. Перезакріпити , просвердлити 4 отвори $\varnothing 4$.

2. Згідно вихідних даних вибираємо ріжучий інструмент: матеріал різальної частини [1, с. 115-118]: свердло спіральне з циліндричним хвостовиком ГОСТ 10902-77 матеріал ріжучої частини P18.

3. Визначаємо глибину різання t в мм використовуючи формулу (1.12):

$$t = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}$$

4. Вибираємо подачу S_0 в мм/об, [1.с.277-278]:

$$S_0 = 0.15 \text{ мм/об}$$

Коректуємо за паспортом верстата $S_0 = 0.15 \text{ мм/об}$.

5. Визначаємо швидкість різання, яка допускається ріжучими властивостями інструменту в м/хв :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_{gm}^y} \cdot K_v, \text{ м/хв.} \quad (1.25)$$

$$V = \frac{0.7 \cdot 4^{0.75}}{15^{0.25} \cdot 0.15^{0.85}} \cdot 1 = 5 \text{ м/хв}$$

6. Визначаємо частоту обертання інструменту відповідно знайдений швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1} \quad (1.26)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 5}{3.14 \cdot 4} \cdot 1 = 398, \text{ хв}^{-1}$$

7. Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстату та встановлюємо дійсну частоту [3, с. 422]:

$$n_{gm} = 400 \text{ хв}^{-1}$$

8. Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою (1.15):

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 4 \cdot 400}{1000} = 5 \text{ м / хв}$$

9. Вибраний режим різання перевіряємо по потужності верстату.

Обробка можлива, якщо $N_{різ} < N_{шп}$,

де $N_{шп}$ – потужність на шпинделі верстату:

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta, \text{ кВт}, \quad (1.27)$$

де $N_{дв}$ – потужність електродвигуна верстату, кВт.

η – КПД верстату [3, с.422]:

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 94 \text{ кВт}$$

$$2.5 \text{ кВт} < 94 \text{ кВт}$$

10. Визначаємо машинний час:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ хв} \quad (1.28)$$

де L – шлях інструменту в напрямку подачі в мм;

n – частота обертання інструменту (шпинделя) в хв.⁻¹;

S – подача в мм/об.

$$L = l + y + \Delta, \quad (1.29)$$

де l – глибина отвору, який обробляється в мм;

y – величина врізання мм;

$\Delta = 1 \div 3$ мм – вихід ріжучого інструменту (перебіг)

$$L = l + y + \Delta = 0.9 + 2 + 1 = 3.9, \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{3.9 \cdot 4}{400 \cdot 0.15} = 0.26, \text{ хв.}$$

Визначення режимів різання та основного часу аналітичним способом на операцію 020 перехід 6 фрезерний.

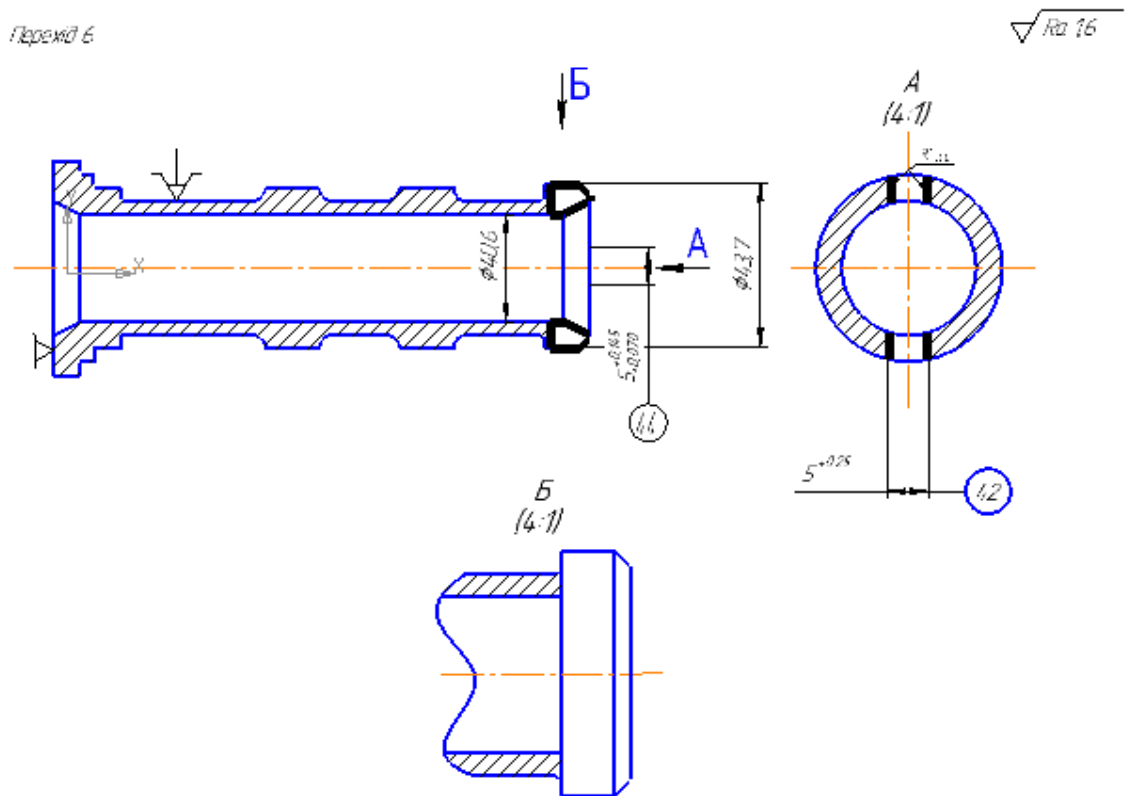


Рисунок 1.7 – Фрезерна операція 20 перехід 6.

1. Перезакріпити , фрезерувати 2 пази 42, 43.
2. Згідно вихідних даних вибираємо ріжучий інструмент: матеріал різальної частини [1, с. 115-118]: фреза кінцева , матеріал ріжучої частини ВК4.
3. Визначаємо глибину різання t в мм використовуючи формулу (1.12):

$$t = \frac{60-55}{2} = 2.5, \text{ мм}$$

4. Вибір подачі - S мм/об, [3, ст. 36 – 40]:

$$S_z = 0.1 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо за паспортом $S_z = 0.1$ мм/зуб.

5. Визначення швидкості різання $V_{різ}$, [3, ст. 44 – 59]:

$$V_{різ} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z^p \cdot B^z} \cdot K_v, \text{ м/хв.} \quad (1.30)$$

$$V = \frac{20 \cdot 5}{90^{0.35} \cdot 2.5^{0.3} \cdot 0.1^{0.3} \cdot 5^{0.2} \cdot 5^{0.2}} \cdot 1 = 23, \text{ м/хв.}$$

6. Визначення частоти обертів оброблювальної деталі:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{різ.}}{\pi \cdot D_{фр}}, \text{ хв}^{-1} \quad (1.31)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23}{3.14 \cdot 5} = 1465 \text{ хв}^{-1}$$

7. Одержані значення частоти оброблювальної деталі коректуються за паспортом верстату, приймаємо найближче менше значення $n_{вт} \text{ хв}^{-1}$ – [5, ст.421 – 422]:

$$n_{вт} = 1500 \text{ хв}^{-1}$$

8. Визначення дійсної швидкості різання:

$$V_{факт} = \frac{\pi \cdot D_{фр} \cdot n_{ш}}{1000}, \text{ м/хв.} \quad (1.32)$$

$$V_{факт} = \frac{3.14 \cdot 5 \cdot 1500}{1000} = 23.5 \text{ м/хв}$$

9. Визначення потужності на різання:

$$N_{різ.} = 8 \text{ кВт}$$

10. Вибраний режим різання перевіряємо по потужності верстату:

$$N_{різ.} \leq N_{шп.} \quad (1.33)$$

$$8 < 94$$

11. Визначення машинного часу:

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв.ем}}} = \frac{l + y + \Delta}{S_{\text{оет}} \cdot n_{\text{ет}}}, \text{хв.} \quad (1.34)$$

де - $L = 5 + 3 + 43.7 = 51.7$, мм

$\Delta = 1 - 3$, мм

$$T_o = \frac{51.7}{0.1 \cdot 1500} \cdot 1 = 0.35 \text{ хв.}$$

1.7 Розрахунок технічної норми часу.

Проводимо розрахунок норми часу токарної операції 10 перехід 3.

Установка і закріплення деталі виконується в мембранному патроні з автоматичним затиском від пневмоприводу: $T_{\text{утс.сн.}} = 0.12$ хв.

Час на переустановку враховується з коефіцієнтом переустановки $K = 0.5$:

$$T_{\text{уст}} = 0.12 + 0.12 \cdot 0.4 = 0.17 \text{ хв}$$

Розраховуємо допоміжний час, $T_{\text{доп}}$, хв, за формулою (1.35):

$$\begin{aligned} T_{\text{доп}} &= T_{\text{уст}} + T_{\text{контр}} + T_{\text{пер}} \\ T_{\text{доп}} &= 0.17 + 0.4 = 0.57 \text{ хв} \end{aligned} \quad (1.35)$$

Розраховуємо операційний час, $T_{\text{оп}}$, хв, за формулою (1.36):

$$\begin{aligned} T_{\text{оп}} &= T_o + T_{\text{доп}} \\ T_{\text{оп}} &= 3.7 + 0.57 = 4.27 \text{ хв} \end{aligned} \quad (1.36)$$

Розраховуємо час на організаційно-технічне обслуговування, $T_{\text{орг.тех}}$, хв, за формулою (1.37):

$$T_{\text{орг.тех}} = a\% \cdot T_{\text{оп}} \quad (1.37)$$

$a_{\text{обсл}}=8\%$ – час на обслуговування робочого місця [4,с.223,табл.45];

$$T_{\text{орг.тех}} = \frac{8.0 \cdot 4.27}{100} = 0.34 \text{ хв}$$

Розраховується додатковий час, $T_{\text{дод}}$, хв, за формулою (1.38):

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{орг.тех}} + T_{\text{отл}} \quad (1.38)$$

$$T_{\text{дод}} = 0.34 \text{ хв}$$

Розраховується штучний час $T_{\text{шт}}$, хв, за формулою (1.39):

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{приб}} \quad (1.39)$$

$$T_{\text{шт}} = 4.27 + 0.34 = 4.61 \text{ хв}$$

Розраховуємо $T_{\text{п.з}}$, хв:

Час закріплення деталі – 3 хв.

Отримання інструменту до початку робочої зміни – 2 хв.

$$T_{\text{п.з}} = 3 + 2 = 5 \text{ хв}$$

Проводимо розрахунок норми часу свердлильної операції 20 перехід 5.

$$T_{\text{уст}} = 0.12 + 0.12 \cdot 0.4 = 0.17$$

$$T_{\text{пер}} = 0.03 \cdot 2 + 0.05 \cdot 3 + 0.02 + 0.03 \cdot 5 = 0.4 \text{ мин}$$

Розраховуємо допоміжний час, $T_{\text{доп}}$, хв, за формулою (1.35):

$$T_{\text{доп}} = 0.17 + 0.4 = 0.57 \text{ хв}$$

Розраховуємо операційний час, $T_{\text{оп}}$, хв, за формулою (1.36):

$$T_{\text{оп}} = 0.26 + 0.57 = 0.83 \text{ хв}$$

Розраховуємо час на організаційно-технічне обслуговування, $T_{\text{орг.тех}}$, хв, за формулою (1.37):

$$T_{\text{орг.тех}} = \frac{8,0 \cdot 0.83}{100} = 0.067 \text{ хв}$$

Розраховується додатковий час, $T_{\text{дод}}$, хв, за формулою (1.38):

$$T_{\text{дод}} = 0.067 \text{ хв}$$

Розраховується штучний час $T_{\text{шт}}$, хв, за формулою (1.39):

$$T_{\text{шт}} = 0.83 + 0.067 = 0.9 \text{ хв}$$

Розраховуємо підготовчо-заключний час, $T_{\text{п.з}}$, хв .

Час на перезакріплення деталі – 0.35 хв.

$$T_{\text{п.з}} = 0.35 \text{ хв}$$

Проводимо розрахунок норми часу фрезерної операції 20 перехід 6.

$$T_{\text{уст}} = 0.12 + 0.12 \cdot 0.4 = 0.17$$

$$T_{\text{пер}} = 0.03 \cdot 2 + 0.05 \cdot 3 + 0.02 + 0.03 \cdot 5 = 0.4 \text{ мин}$$

Розраховуємо допоміжний час, $T_{\text{доп}}$, хв, за формулою (1.35):

$$T_{\text{доп}} = 0.17 + 0.4 = 0.57 \text{ хв}$$

Розраховуємо операційний час, $T_{\text{оп}}$, хв, за формулою (1.36):

$$T_{\text{оп}} = 0.35 + 0.57 = 0.92 \text{ хв}$$

Розраховуємо час на організаційно-технічне обслуговування, $T_{\text{орг.тех}}$, хв, за формулою (1.37):

$$T_{\text{орг.тех}} = \frac{8,0 \cdot 0,92}{100} = 0,15 \text{ хв}$$

Розраховується додатковий час, $T_{\text{дод}}$, хв, за формулою (1.38):

$$T_{\text{дод}} = 0,15 \text{ хв}$$

Розраховується штучний час $T_{\text{шт}}$, хв, за формулою (1.39):

$$T_{\text{шт}} = 0,92 + 0,15 = 1,07 \text{ хв}$$

Розраховуємо підготовчо-заклучний час, $T_{\text{п.з}}$, хв .

Час на перезакріплення деталі – 0,4 хв.

$$T_{\text{п.з}} = 0,4 \text{ хв}$$

Всі останні розрахунки по нормуванню зводимо до таблиці 1.11.

Таблиця 1.8 – Норма часу по переходам.

№ оп.	Найменування переходу	Модель верстату	Норма часу			
			T_o	$T_{\text{дод}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{пз}}$
1	2	3	4	5	6	7
Комплексна Операція 010 Перехід 1	Токарний	Токарно-фрезений з ЧПК «СТХ gamma 2000 ТС»	6.3	0.35	6.65	5
Операція 010 Перехід 2	Токарний		4.87	0.35	5.22	0.4
Операція 010 Перехід 3	Токарний		3.7	0.34	4.61	5
Комплексна Операція 020 Перехід 1	Токарний		8.3	0.35	8.65	5

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5	6	7
Операція 020 Перехід 2	Токарний	Токарно–фрезений з ЧПК «CTX gamma 2000 TC»	8.3	0.35	8.65	0.4
Операція 020 Перехід 3(ч.1)	Токарний		5.4	0.35	5.75	0.4
Операція 020 Перехід 3(ч.2)	Токарний		7.21	0.35	7.56	0.4
Операція 020 Перехід 4	Токарний		3.5	0.35	3.85	0.4
Операція 020 Перехід 5	Свердлильний		0.26	0.067	0.9	0.35
Операція 020 Перехід 6	Фрезерний		0.35	0.15	1.07	0.4

1.8 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ, з використанням NXCAM або іншої програми, що має САМ – модуль.

1.8.1 Розробка токарної операції.

Операція виконується на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК моделі CTX gamma 2000 TC. Заготовка затискається в спеціальному пристрої.

Перехід 1 – підрізати торець 7, 6

Інструмент – різець токарний прохідний з відігнутим різцем з твердого сплаву ВК8.

Перехід 2 – точити поверхню 5.

Інструмент – різець токарний прохідний відігнутий з пластиною із твердого сплаву ВК8. (рис. 1.5).

Розробка токарної операції виконується у програмному комплексі

Siemens NX.

В програмі Siemens NX вибирається інструмент, вибираємо поверхність, яку хочемо обробити, далі показується траєкторія по якій рухається інструмент, також показуються програма в ISO 7 bit.

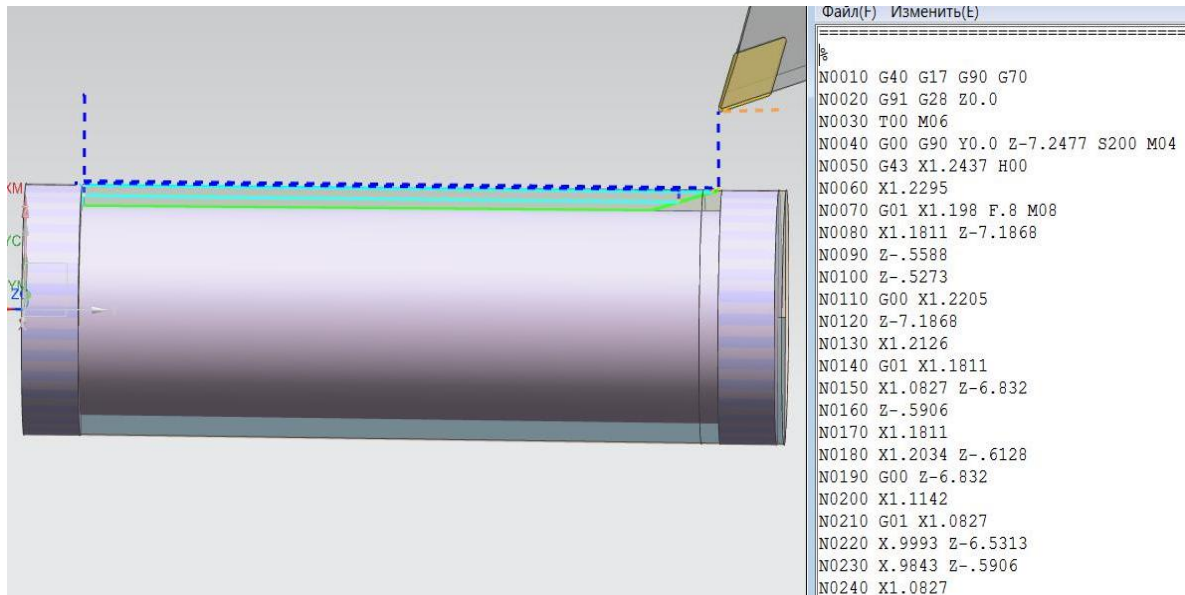


Рисунок 1.6 – Траєкторія обробки токарної операції 10 переходу 3.

Комплексна операція 20 перехід 5 – свердлильний.

Перехід 1– просвердлити 4 отвори $\varnothing 4$.

Інструмент – свердло спіральне з циліндричним хвостовиком ГОСТ 10902-77, матеріал ріжучої частини P18 (рис. 1.6) .

Розробка свердлильної операції виконується у програмному комплексі Siemens NX.

Деталь під час свердління нерухома. Чотири отвори обробляються, послідовно – повертаючи деталь послідовно на 90° .

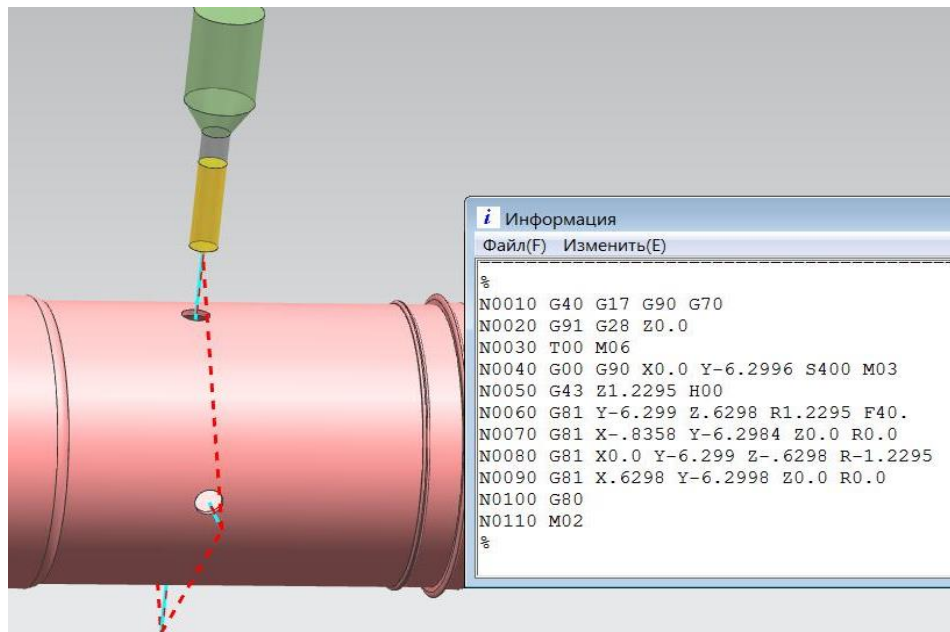


Рисунок 1.8 – Траєкторія обробки свердлильної операції 20 переходу 5.

Комплексна операція 20 перехід 6 фрезерний.

Перехід 1– фрезерувати 2 пази 42, 43.

Інструмент – фреза кінцева $\varnothing 4$, матеріал ріжучої частини BK4 (рис. 1.7).

Розробка свердлильної операції виконується у програмному комплексі Siemens NX.

Під час обробки деталь повертається послідовно на 180° .

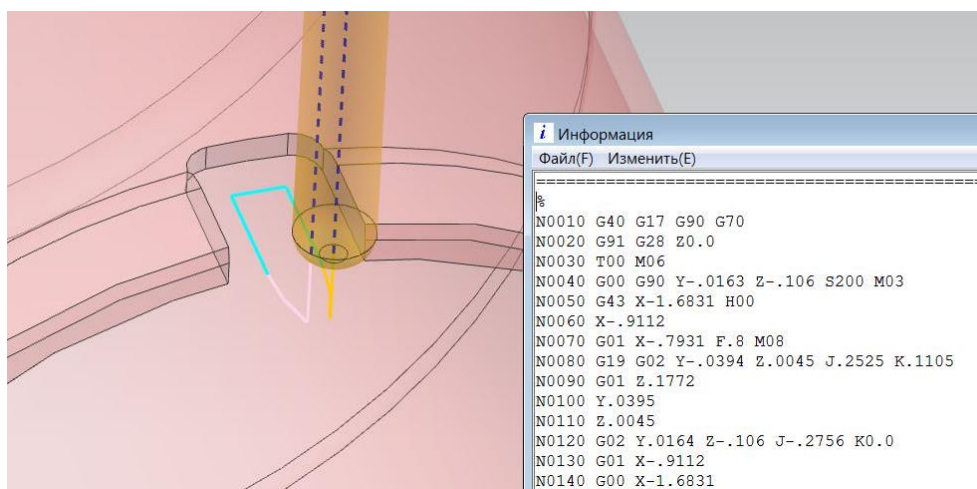


Рисунок 1.10 – Траєкторія обробки фрезерної операції 20 переходу 6.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування.

Для забезпечення завданої точності обробки необхідно дотримуватися умови:

$$\sum E_i \leq T_{обр} \quad (2.1)$$

де $T_{обр}$ – допуск на розмір обробки.

Необхідно витримати розмір обробки $\varnothing 43.9_{-0.016}$ мм. Розраховуємо номінальний розмір та допуск на виготовлення габариту установи.

Визначаємо середній розмір обробки за формулою [2]:

$$A_{cp} = A - \frac{TA}{2}, \quad (2.2)$$

де A – розмір обробки, мм;

TA – допуск на розмір обробки, мм.

$$A_{cp} = 35 - \frac{0.016}{2} = 34.99 \text{ мм}$$

Визначаємо середній розмір висоти установу:

$$H_{cp} = A_{cp} + A = \left(A - \frac{TA}{2} \right) + A \quad (2.3)$$

де A – розмір, що пов'язує розмір установу та розмір обробки.

$$H_{cp} = 34.99 + 7.3 = 42.29, \text{ мм}$$

Розраховуємо допуск на виготовлення установу:

$$T_H \leq T_A - (k_1 \cdot E_{\delta} + E_2 + k_2 \cdot w) \quad (2.4)$$

де $k_1 = 0.8 \dots 0.85$ коефіцієнт, що враховує відхилення позиціонування значень від знаку нормального розподілення внаслідок того, що дійсний розмір поверхонь установок рідко дорівнює граничному;

E_{δ} – похибка базування при виконанні операції;

E_2 – похибка закріплення, яка виникає в результаті прикладених зусиль тиску мкм;

$\kappa_2 = 0.6 \dots 0.65$ – коефіцієнт зменшення величини w , який враховує долю похибки обробки, визвану факторами, які не залежать від пристосування;

w – середня економічна точність обробки на цю операцію [3, табл. 4.2г...4.2е, 4.24, 4.25], мкм;

T_{np} – допуск на виготовлення пристосування, мкм;

$$T_H \leq 200 - (0.8 \cdot 50 + 40 + 0.6 \cdot 15)$$

$$T_H \leq 111$$

Визначаємо величину $\pm \frac{T_H}{2}$, округливши значення до найближчого нормалізованого. Приймаємо $\frac{T_H}{2} = \pm 0,055$ мм. Виконавчий розмір габариту установи: $\varnothing 42.29 \pm 0,055$.

2.2 Конструкція і принцип роботи пристосування.

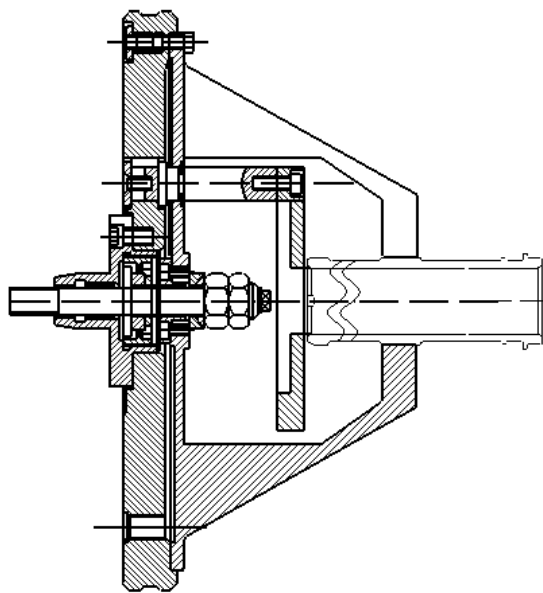


Рисунок 2.1 – Пристосування робоче.

Закріплення деталі: стисле повітря подається в праву порожнину циліндра, поршень переміщується вліво, тягне шток, шток давить на гайку і кулачки стягують деталь.

Розкріплення деталі: повітря з правої порожнини стравлюється і подається в ліву порожнину, давить на поршень, переміщує шток з гайкою вправо, кулачки розжимаються.

Пристрій складається з: планшайби, кулачка, стакану, втулки, уплотнителя, кришки, пробки, диску, шайби.

2.3 Визначення необхідної сили затиску

В магістерській роботі для встановлення деталі на токарно–фрезерному верстаті з ЧПК мод. СТХ gamma 2000 ТС використовується пристрій із затиском деталі за допомогою мембранного пристосування.

Для того, щоб визначити силу затиску, що діє на заготовку, необхідно виконати певні рішення.

Необхідну сумарну силу затиску визначаємо за формулою (2.1):

$$W = Q \cdot l \cdot \frac{1}{r}, \text{ Н} \quad (2.1)$$

де Q – сила затиску, Н;

r – 0.95 радіус, мм;

$$Q = P_z \cdot r, \text{ Н}$$

$$Q = 373.46 \cdot 0.95 = 354.787 \text{ Н}$$

Визначаємо силу затиску:

$$W = 373.46 \cdot \frac{1}{0.95} = 373.46 \text{ Н}$$

Знаходимо діаметр циліндра за формулою (2.2):

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}; \quad (2.2)$$

де Q – сила затиску, Н;

$\rho = 0.4$ – густина, г/см³;

$\eta = 0.85$ – коефіцієнт корисної дії

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 354.787}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 0.85}} = 36.46 \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 40$ мм – діаметр циліндра; [2, с.85].

З розрахунків видно, що сила затиску привода дорівнює 354.787 Н, а необхідна сила затиску 373.46 Н, а так як сила затиску привода більша сили затиску з якою потрібно закріпити деталь, тому пневмоциліндр вибрано вірно.

2.4 Проектування контрольного пристосування.

В магістерській роботі для перевірки биття зовнішнього діаметру деталі “Екран” використовується контрольний пристрій.

Деталь встановлюється в центри 6 і 9, по внутрішньому конусу заготовки $\varnothing 40.6^{+0.16}$ і перевіряється $\varnothing 43.9_{-0.016}$. Під час перевірки биття деталь обертають в центрах навколо своєї вісі. Щуп індикаторного годинника торкається поверхні, яка перевіряється. Відхилення радіального биття відображається на індикаторному годиннику, і не повинно перевищувати 0.01 мм.

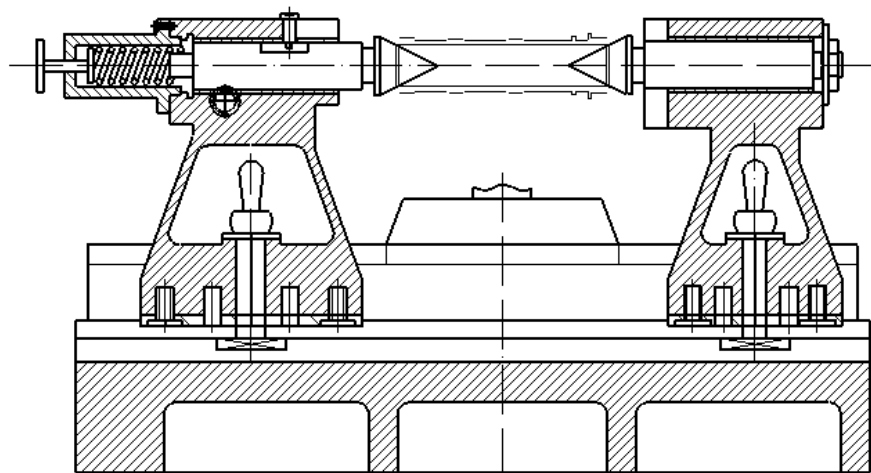


Рисунок 2.2 – Контрольне пристосування

Контрольний пристрій складається з: стойки, корпусу, підставки, основи, планки; переднього центру, заднього центру, штиря.

З АВТОМАТИЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, ПОДРІБНЕННЯ І БРИКЕТУВАННЯ СТРУЖКИ

Пропонуються сучасні методи переробки та брикетування металевої стружки в автоматизованих виробництвах. Розглянуто основні види обладнання, схема побудови технологічної лінії переробки стружки, виявлено ключові моменти, пов'язані з управлінням процесами стружкоутворення, стружкоподрібнення, очищення стружки від мастильно-охолоджувальної рідини та брикетування [20].

У процесі виробничої діяльності машинобудівних підприємств утворюється велика кількість різноманітних відходів, багато з яких є цінною вторинною сировиною. Рішення задач ресурсозбереження вимагає включення відходів в технологічний цикл підприємства, дозволяє збільшити рентабельність виробництва, знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище, що актуально в умовах виснаження запасів природних ресурсів, особливо металів і сплавів, які широко використовуються в машинобудуванні.

Цінним видом відходів є металева стружка, що утворюється при механообробці у великих обсягах. На заводі середньої величини її кількість може становити близько 18 – 20 тис. т в рік.

Ефективна утилізація металевої стружки, що утворюється при механічній обробці, представляє для машинобудівних підприємств серйозну проблему. Зазвичай стружка забруднена всілякими домішками: змазуючо-охолоджувальною рідиною (ЗОТС), маслом, вологою, кварцевим піском, шламом, сміттям, що ускладнює проблему її переробки на місці утворення. При зберіганні стружка інтенсивно іржавіє і злежується, у великих обсягах відбуваються термічні процеси, пов'язані з окисленням та саморозігріву стружки, випаровуванням ЗОТСі забрудненням атмосфери.

Загальна забрудненість стружки ЗОТС, вологою, маслом і піском становить 10 – 15 %, що знижує її металургійну цінність. Разом з тим, в стружці містяться елементи Si, Cr, Ni, Cu, V, Ti, Mo, B, що робить її привабливою для переплаву.

Можливість прямого використання в ливарному виробництві підприємств відходів у вигляді металевої стружки обмежена за наявності забруднень, сипучого стану, що утрудняє доставку і завантаження стружки в плавильні агрегати, а також внаслідок великого чаду під час плавки.

Найбільш ефективний комплексний підхід до вирішення означеної проблеми полягає, по-перше, в цілеспрямованому формуванні властивостей утворюється стружки в умовах автоматизованого виробництва, організації роздільного збору стружки з різних металів і, по-друге, обладнанні механічних виробництв технологічними лініями переробки та брикетування стружки.

Перша задача пов'язана з проблемою надійного подрібнення і видалення стружки з зони різання, що має велике значення при використанні твердосплавних різців, особливо при обробці пластичних матеріалів. Нагріта до високих температур стружка у вигляді безперервної стрічки може намотуватися на заготовку і різець, псувати оброблювану поверхню і являє собою серйозну небезпеку для верстатників.

Особливу актуальність завдання управління процесом стружкоподрібнення набуває при обробці виробів на автоматичних верстатах, верстатах з ЧПУ і використанні маніпуляторів.

Для отримання транспортабельної форми стружки у вигляді окремих шматочків, сегментів, кілець, коротких завитків або суцільної пружини застосовують спеціальні способи стружкозавивання і стружколомання. Зазвичай для цього на передній поверхні різця на шляху сходу стружки створюють спеціальні перешкоди у вигляді лунок, канавок, сферичних виступів або заглиблень уздовж ріжучої кромки, а також накладних нерегульованих уступів і регульованих стружколомів.

В автоматизованому виробництві застосовують також кінематичний спосіб подрібнення стружки, що полягає у використанні примусових коливань різця в напрямку подачі. При цьому товщина стружки змінюється, стружка розпадається на окремі шматочки. Цей метод дещо знижує стійкість інструменту і вимагає застосування спеціальних пристроїв, вбудованих у механізм подачі верстата, що ускладнює його конструкцію.

Розвиток автоматизованих виробництв в машинобудуванні вимагає вирішення завдання автоматизації відведення та прибирання стружки, що утворюється при обробці на металорізальних верстатах. Відомі способи транспортування стружки за допомогою стрічкових, гвинтових, скребкових, вібраційних та інших конвеєрів. До їх недоліків відносяться неможливість відведення стружки безпосередньо з зони різання і мала ефективність при транспортуванні зливної стружки.

Для кожного виду металевої стружки необхідно визначити найбільш раціональний склад обладнання технологічної лінії системи переробки та брикетування. До складу обладнання входять: дробарка для подрібнення довгої зливної стружки в дрібну, центрифуга (сепаратор) для відділення залишків ЗОТС, брикетувальний прес. До додаткових блоків відносяться: накопичувачі і транспортери, вібросито-сепаратор залишкових відходів, магнітний сепаратор (для відділення сталевих стружок від кольорової), спеціальний скіповий підйомник, фільтри ЗОТС, повітряні фільтри. При реалізації способу гарячого брикетування потрібні печі для випалу стружки – газові, електричні або індукційні.

Для подрібнення зливної крученої стружки до сипучого стану застосовуються різні види стружкодробилок: ножові, роторні, молоткові тощо, що володіють різними властивостями. Так, молоткові дробарки при високій продуктивності є чутливими до вихідної засміченості стружки різними твердими і кінцевими відходами металообробки. При роботі одновалкових стружкодробарок можливі аварійні зупинки через забивання стружкою зазору між сіткою і ротором з його подальшим заклинюванням.

Багатовалкові дробарки мають швидке зношення ріжучих крайок, вимагають частої і досить трудомісткої перезаточки ножів.

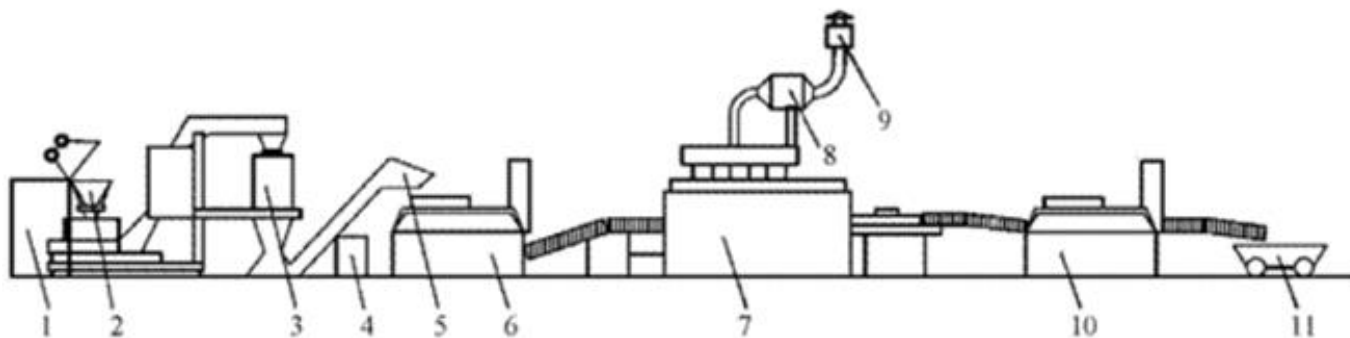
Перспективним є застосування стружкодробілок, в яких подрібнення стружки відбувається за рахунок тертя витків один по одному, без різання або ударів. Таке дроблення дозволяє розривати щільні грудки довгої зливної крученої стружки, вимагає мінімум енергії при невеликому зношенні робочих елементів та високій аварійній стійкості за рахунок автоматичного відділення великих предметів.

Для відділення залишків ЗОТС від стружки застосовуються різні сепаратори. Технологічні в роботі центрифуги НД з горизонтальним розташуванням барабана, що забезпечують велике відцентрове прискорення ($n_{об} = 740 - 1440 \text{ хв}^{-1}$) і високий ступінь сепарації, в яких ЗОТС відводиться через клиновий решітчастий екран. При початковій вологості стружки 10 – 15 %, залишкова становить 1 – 2 %. Горизонтальна конструкція барабану полегшує обслуговування, система електронного пуску і регулювання частоти обертання дозволяє оптимізувати енергоспоживання.

Завершальною операцією переробки стружки є брикетування. Економічний ефект тут визначається зменшенням при пресуванні на порядок контактної поверхні стружки, підвищенням щільності брикетів, що дозволяє їм швидко занурюватися в розплавлений метал, багаторазово знижуючи окислення і чад під час плавки в порівнянні з використанням сипучої стружки. Крім цього, за рахунок зменшення займаного брикетами об'єму (5 – 10% від вихідної сипучої стружки) істотно знижуються витрати на тимчасове зберігання і транспортування. Відомі різні способи брикетування стружки:

- із застосуванням сполучних матеріалів;
- електробрикетування;
- безперервне брикетування в холодному стані;
- методом контактного зварювання;
- методом ковальського зварювання.

На рисунку 3.1 показано лінію автоматизованого брикетування стружки.[21]



1 – навантажувач стружки; 2 – дробарка; 3 – сепаратор; 4 – фільтр; 5 – транспортер; 6, 10 – преси; 7 – піч газова; 8 – теплообмінник; 9 – фільтр; 11 – вивозка брикетів.

Рисунок 3.1 – Автоматична лінія гарячого брикетування металеві стружки.

Робочий процес лінії складається з таких операцій: завантаження стружки в накопичувальний бункер подрібнювача; дроблення стружки в більш дрібну фракцію розміром 3 – 5 см; вивантаження стружки на транспортер; подача в центрифугу. Потім через проміжний накопичувальний бункер очищена від ЗОТС стружка транспортером подається в накопичувальний бункер преса, виконує перше холодне брикетування. Брикети збираються в бункері транспортуючого конвеєра і потім направляються в конвеєрну піч для відпалу при температурі 900 ° С. Тут видаляються залишки ЗОТС. Потім гарячі брикети направляються в бункер преса для виконання завершального етапу гарячого пресування. Готові брикети скидаються в накопичувальний бункер. Обладнання управляється від інтегрованої системи автоматичного управління.

Продуктивність лінії складає 100 – 2000 кг/год; щільність брикетів сталеві або чавунної стружки 6.3 – 6.5 кг/дм³; залишкова вологість брикетів 0%. Забезпечуються вимоги екології - фільтрація відпрацьованих газів і

сепарированої рідини. Термін окупаємості капіталовкладень близько 0.5 – 1.5 року.



Рисунок 3.2 – Преси для брикетування стружки.

Прес для брикетування стружки (рис. 3.2) можна експлуатувати при від’ємній температурі при установці додаткових тенів для прогріву масла (за запитом замовника встановлюється відразу на заводі) [22].

Можна ставити прес для брикетування під навіс від снігу і дощу і експлуатувати на вулиці. Подача сировини відбувається з накопичувального бункера. Далі в залежності від обсягу можна наповнювати його вручну, можна встановити транспортер.

Компактність установки забезпечується вертикальним принципом пресування. Головний циліндр розташовується у верхній частині установки. Опорами є чотири масивних хромованих колони. Матеріал під вагою власної ваги безперервно сиплеться з завантажувального бункера. Дозування здійснюється за допомогою додатково циліндра, що працює в горизонтальній площині, який дозує подачу матеріалу до склянки пресування. Головний

циліндр тисне зверху. Готовий брикет автоматично виштовхується третім циліндром у вікно вивантаження. Довга в'юноподібна стружка не призначена для переробки і повинна бути попередньо подрібнена. Обладнання працює як в автоматичному, так і в ручному режимі. Пульт управління оснащено програмним забезпеченням.

Існує режим роботи «подвійного циклу подачі» - циліндр подачі двічі здійснює завантаження матеріалу безпосередньо перед пресуванням, що істотно збільшує продуктивність. Обладнання використовується для пресування сталевих, чавунних, алюмінієвих, мідних стружок.

Стружкоподрібнювачі (рис. 3.3) і преси для брикетування (рис. 3.4) вносять свій внесок у підвищення рентабельності виробництва, їх використання доцільно з економічної, екологічної та фінансової точок зору.

Непресована стружка часто накопичується і вивозиться у великих контейнерах при відносно невеликому завантаженні вантажного автомобіля. Завдяки брикетуванню можна знизити транспортні витрати, а також використовувати контейнери меншого розміру [20].

Прес необхідний і при переробці відходів алюмінію з вмістом вологи. Крім зменшення обсягу, підприємство може відновлювати охолоджуючу речовину і мастило зі стружки. Волога алюмінієва стружка може містити до 25% змазуючо-охолоджувальної рідини. При неправильному поводженні зі стружкою, рідина може витікати на підлогу виробничого приміщення і стати причиною фінансових і екологічних проблем.

Можливість значної економії на мастильно-охолоджувальній рідині

Партія алюмінієвої стружки вагою 100 т з вмістом вологи 15% містить приблизно 15 тис. літрів ЗОТС. Відновлення цієї дорогої речовини також приносить певну економію (в залежності від виду ЗОТС) в перерахунку на її вартість при закупівлі. Тверді брикети мають більш високу вартість при продажу, ніж стружка з високим вмістом вологи.



Рисунок 3.3 – Подрібнювач стружки фірми “Erdwich”.



Рисунок 3.4 – брикетувальний прес моделі “RUF”.

Чистий або низьколегований алюміній зазвичай легко піддається брикетуванню. Пластичність матеріалу забезпечує легкість формування. Досягається щільність трохи більше $2...2.6 \text{ кг/дм}^3$ (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Пресовані брикети зі стружки.

Процес брикетування дозволяє зменшити обсяг вихідного матеріалу до 20 разів, в залежності від типу стружки. Брикетування стружки підвищує її вартість в цілому.

4 НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ АВІАЦІЙНИХ ДЕТАЛЕЙ

Контроль якості продукції, що випускається є істотною частиною системи управління її властивостями. На кожній стадії виробництва існують специфічні вимоги, що пред'являються до різних видів продукції, а значить, і до застосовуваних матеріалів. Проводити перевірку функціональних здібностей виробів без їх руйнування стало можливим завдяки вдосконаленню методів неруйнівного контролю. Види та способи проведення його дозволяють оцінити різноманітні параметри без порушення цілісності продукту. Сьогодні жоден технологічний процес виробництва відповідальної продукції без сформованої системи контролю не має права впроваджуватися в промисловість.[23].



Рисунок 4.1 – Система контролю виробів.

Так, різними видами неруйнівного контролю (НК) по ДСТУ можуть вимірюватися геометричні параметри виробів, оцінюватися якість обробки поверхні (наприклад, шорсткість), структура матеріалу і його хімічний склад, наявність всіляких дефектів. Своєчасність і достовірність отриманих даних дозволяє скорегувати технологічний процес і випустити конкурентоспроможну продукцію, а також не допустити фінансових витрат.

4.1 Вимоги до проведення контролю. Галузі застосування.

Основні вимоги:

- можливість його проведення на всіх стадіях виготовлення, в процесі експлуатації та ремонту виробів;
- контроль повинен проводитися по максимально можливому числу із заданих параметрів для конкретного виробництва;
- час, що витрачається на контроль, має розумно співвідноситися з іншими етапами виробничого процесу;
- достовірність результатів повинна бути дуже високою;
- максимально контроль технологічних процесів має бути механізований і автоматизований;
- надійність апаратів та обладнання, що застосовуються в ході неруйнівного контролю, види і умови їх використання повинні бути різноманітними;
- простота методик, економічна і технічна доступність.

Галузі застосування представлено різними етапами виробництва машинобудівних підприємств.

Все розмаїття видів і методів неруйнівного контролю по ГОСТу застосовується для наступних цілей:

- виявлення дефектів відповідальних деталей і вузлів (атомних реакторів, літальних апаратів, підводних і надводних плавальних засобів, космічних кораблів, тощо);
- дефектоскопія пристроїв, розрахованих для тривалої експлуатації (портових споруд, мостів, вантажопідйомних кранів, атомних електростанцій та інших);
- дослідження методами неруйнівного контролю металів, видів їх структур і можливих дефектів у виробках для удосконалення технології;

– безперервний контроль над виникненням дефектів агрегатів і пристроїв найвищої відповідальності (наприклад, котлів атомних електростанцій).

4.2 Класифікація видів неруйнівного контролю

Грунтуючись на принципах роботи обладнання та фізико-хімічних явищах, всі методи ділять на десять типів:

- акустичні (зокрема, ультразвукові);
- віброакустичні;
- з проникаючими речовинами (капілярні і контроль протікання);
- магнітні (або магнітопорошкові);
- оптичні (візуально-оптичні);
- радіаційний;
- радіохвильові;
- тепловий;
- електричний;
- вихорострумові (або електромагнітні).

Розглянемо методи, що дозволяють виявити поверхневі і під поверхневі дефекти.

Радіаційні методи засновані на дії на об'єкт іонізуючих електромагнітних випромінювань з подальшою реєстрацією параметрів цієї дії і підведенням результатів контролю. Для радіаційного вида неруйнівного контролю використовують різноманітні випромінювання, що дозволяє описати їх кванти наступними фізичними величинами: частота, довжина хвилі або енергія.

Проходячи через виріб, рентгенівське або гамма-випромінювання, а також потоки нейтрино послаблюються різною мірою в перетинах з дефектами і без них. Вони дозволяють судити про внутрішню наявність вад.

Вони успішно використовуються для перевірки (рис. 4.2) зварних і паяних швів, прокату.

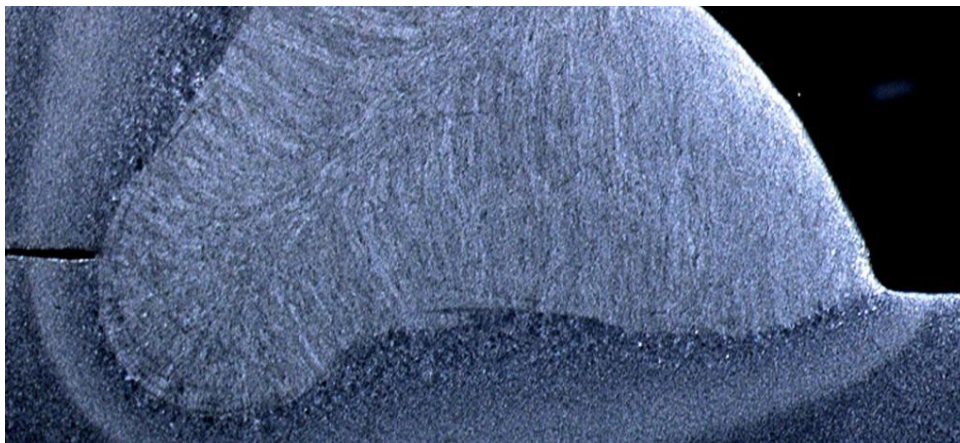


Рисунок 4.2 – Перевірки на вади зварних і паяних швів, прокату.

Радіаційні види неруйнівного контролю несуть біологічну небезпеку, діючи приховано. Це вимагає дотримання організаційних і санітарних норм охорони праці та правил техніки безпеки.

Теплові методи. Важливим параметром є реєстрація змін, що відбуваються в теплових або температурних полях аналізованого зразка. Для контролю вимірюють температуру і перепади теплових характеристик об'єкта.

Тепловий вид неруйнівного контролю може бути пасивним або активним. У першому випадку на зразки не діють зовнішніми джерелами тепла, а температурне поле заміряють у працюючого механізму. Підвищення або зниження температури в деяких місцях може говорити про наявність якихось вад, наприклад тріщин у двигунах. При активному тепловому контролі проводиться нагрівання або охолодження матеріалів або виробів, а вимірювання температури проводять з двох його протилежних сторін.

Для отримання точних і об'єктивних даних застосовують такі первинні вимірювальні перетворювачі теплового випромінювання: термометри, термопари, термоопору, напівпровідникові прилади, електронно-вакуумні прилади, піроелектричні елементи. Нерідко використовуються індикатори

теплових полів, що представляють собою пластини, пасти, плівки з термочутливих речовин, які змінюються при досягненні деяких температур. Так, виділяють термоіндикатори плавлення, що змінюють свій колір термоіндикатори і люмінофори.

Завдяки використанню особливого обладнання, теплові методи дозволяють вимірювати фізичні та геометричні параметри об'єктів безконтактно на досить великих відстанях. Також вони дозволяють виявляти на їх поверхнях хімічні й фізичні забруднення, (рис. 4.3) шорсткості, покриття, базуючись на значеннях коефіцієнта теплового випромінювання.

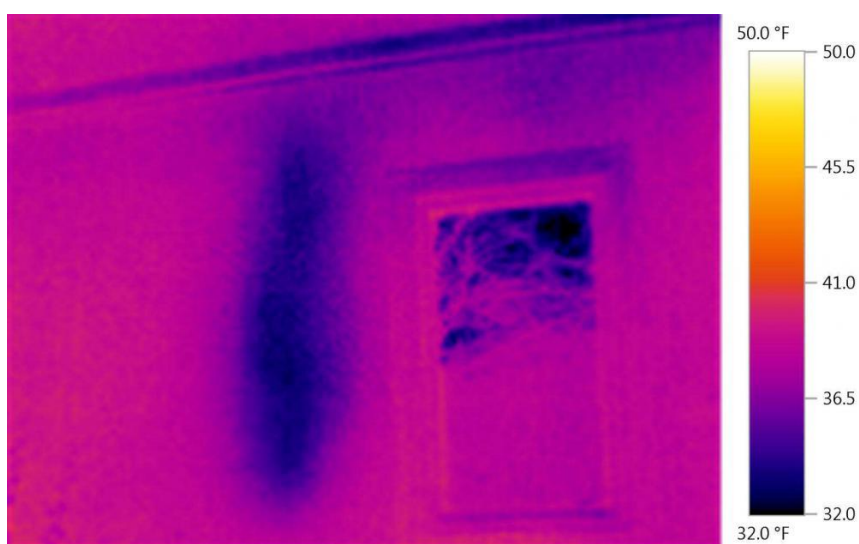


Рисунок 4.3 – Виявлення на поверхні хімічного і фізичного забруднення тепловим методом.

4.3 Ультразвуковий метод контролю.

В конкретному випадку для деталі «Екран» використовується магнітний неруйнівний контроль і як альтернативу можна використати ультразвуковий метод.

Ультразвуковий метод. Ультразвуковою хвилею називається процес поширення пружних коливань ультразвукової частоти в матеріальному середовищі. Напрямок, в якому поширюється максимум енергії хвильового процесу, називається променем.

Поздовжньою хвилею називається така хвиля, в якій коливальний рух окремих частинок відбувається в тому ж напрямку, в якому поширюється хвиля.

Поперечною називають таку хвилю, в якій окремі частинки коливаються в напрямі, перпендикулярному напрямку поширення хвилі. Поверхневими хвилями (хвилями Релея) називають пружні хвилі, що поширюються вздовж вільної (або слабо навантаженої) межі твердого тіла і швидко затухають з глибиною.

Звукові хвилі не змінюють траєкторії руху в однорідному матеріалі. Відображення акустичних хвиль походить від розділу середовищ з різними питомими акустичними опорами. Чим більше різняться акустичні опори, тим більша частина звукових хвиль відіб'ється і повернеться до приймача при проходженні фронту хвилі через межу розділу. Включення в металі часто містять повітря, що має на кілька порядків більше питомий акустичний опір, ніж сам метал, тому за включення хвилі практично не проходять.

Розширення акустичного дослідження визначається довжиною використовуваної звукової хвилі. Це обмеження накладається тим фактом, що при розмірі перешкоди менше чверті довжини хвилі, хвиля від нього практично не позначається. Це визначає використання високочастотних коливань — ультразвуку.

Випромінювання ультразвуку проводиться за допомогою резонатора, який перетворює електричні коливання в акустичні за допомогою зворотного п'єзоелектричного ефекту і вводить їх в досліджуваний матеріал. Відображені сигнали потрапивши на п'єзопластини через прямий п'єзоелектричний ефект перетворюються в електричні, які й реєструються вимірювальними ланцюгами.

Існує п'ять методів проведення дослідження:

— ехо-метод - найпоширеніший: резонатор генерує коливання (генератор) і він же приймає відбиті від дефектів сигнали (приймач);

– тіньовий - використовуються два резонатора, які знаходяться по різні боки від досліджуваної деталі на одній лінії. У цьому випадку один з резонаторів генерує коливання (генератор), а другий бере їх (приймач). Ознакою наявності дефекту буде значне зменшення амплітуди прийнятого сигналу, або його пропажа (дефект створює акустичну тінь);

– дзеркально-тіньовий - використовується для контролю деталей з паралельними двома сторонами, розвиток тіньового методу: резонатор генерує коливання і приймає їх відображення від протилежної грані деталі, ознакою дефекту, як і при тіньовому методі буде вважатися пропажа відбитих коливань. Основна перевага цього методу на відміну від тіньового полягає в доступі до деталі з одного боку;

– дзеркальний - використовуються два перетворювача з одного боку деталі: згенеровані коливання відбиваються від дефекту в бік приймача. На практиці використовується тільки для специфічних дефектів (це пов'язано зі складністю прогнозування відображення сигналів від дефектів) і тільки разом з іншими методами.

— дельта-метод - різновид дзеркального методу - відрізняється механізмом відображення хвилі від дефекту і способом прийняття. На практиці не використовується.

Сучасні дефектоскопи використовують одночасно кілька методів у різних поєднаннях, формують вузький промінь акустичних хвиль і точно заміряють час, що минув від моменту випромінювання, до прийому луно-сигналу, що дозволяє досягти високого просторового дослідження та достовірності прийнятого рішення про дефектності досліджуваної деталі. Комп'ютеризовані системи з фазованими ґратами випромінювачів дозволяють отримати тривимірне зображення дефектів у металі.

Ультразвукове дослідження не руйнує і не пошкоджує зразок, що є його головною перевагою. Так само можна виділити високу швидкість і достовірність дослідження при низькій вартості і низькій небезпеці для людини.

4.4 Магнітний неруйнівний метод контролю.

Магнітний метод неруйнівного контролю. Використовується для виявлення прихованих дефектів у деталях, матеріалом для яких служить ферромагнітні метали (сталь, чавун), тобто матеріали, здатні під впливом зовнішнього магнітного збурення змінювати свої магнітні характеристики.

Це – метод контролю, в основі якого лежить здатність виявлення різних магнітних полів розсіювання, що виникають над місцем утворення дефектів (рис. 4.4) при локальному намагнічуванні, використовуючи форму розташування індикаторної речовини - порошку з ферромагнітними властивостями або магнітної суспензії [24].

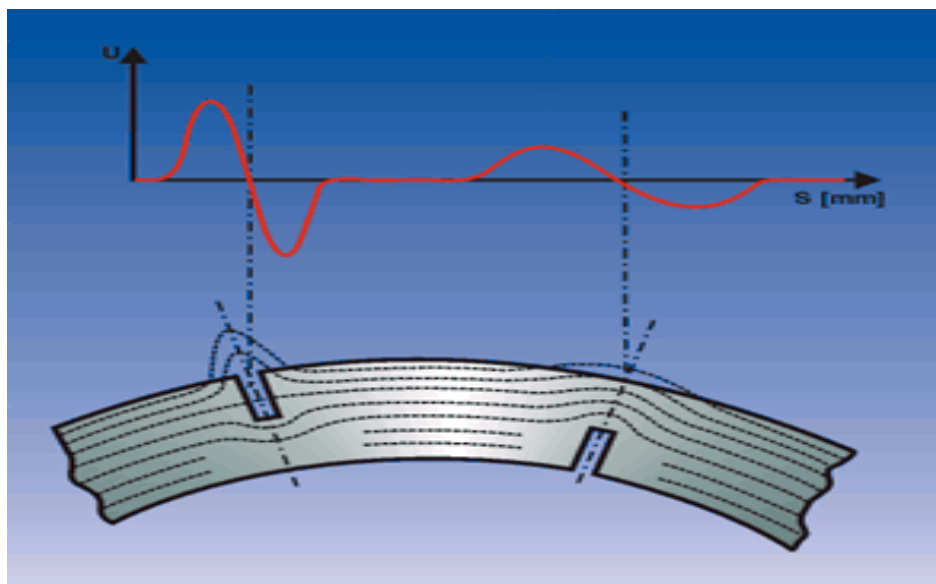


Рисунок 4.4 – Магнітний неруйнівний контроль (вихрєвий метод)

За способом отримання первинної інформації поділяють на кілька методів магнітного контролю: магнітопорошковий, магнітографічний, ферозондовий, ефект Холла, індукційний, пондеромоторні, магніторезисторний.

Усі без винятку методи магнітного НК для визначення суцільності металевих виробів засновані на виявленні локальних збурень поля, що з'являються через наявність дефектів у намагніченому ферромагнетіку. Після намагнічування об'єкта магнітний потік, що протікає по об'єкту контролю у

разі зустрічі несучільності в товщі виробу на шляху магнітних ліній, виникають поля розсіювання, форма і амплітуда яких інформують про характер, розмір і глибину дефекту.

У переважній більшості ситуацій, пов'язаних з магнітним контролем, доводиться мати справу з короткочасним виміром або індикацією магнітних полів у відносній близькості від поверхні виробів. У цих випадках використовують різні магнітні перетворювачі, з яких найбільш широкого поширення набули ферозондові, датчик Холла, індукційні та магніторезистивні. Магнітні дефектоскопи призначено для локалізації дефектів у вигляді тріщин, порушень суцільності, корозійних виразок, неметалевих включень тощо в феромагнітних об'єктах (рис. 4.5), а також вимірювання товщини основного шару [25].

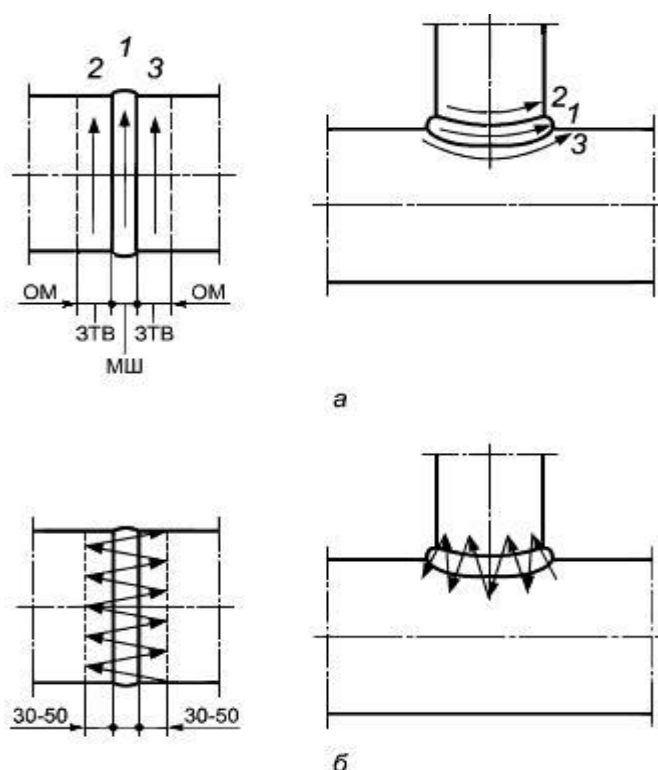


Рисунок 4.5 – Схема сканування датчиком при діагностиці зварних з'єднань при намагнічуванні металу ГОСТ Р ИСО 24497-3-2009 (метод магнітної пам'яті металу).

Магнітопорошковий метод (рис. 4.6) серед інших методів магнітного контролю знайшов найбільше застосування, завдяки легкості і простоти

отримання необхідного результату. Близько 80% всіх контрольованих деталей з феромагнітних матеріалів проходять контроль якості саме цим методом. Висока універсальність, чутливість, відносно низька трудомісткість контролю та простота - ці якості забезпечили йому досить широке застосування в промисловості сфері та на транспорті. Недоліком є чимала витратність для обладнання автоматизованого процесу контролю. Для виявлення магнітного поля розсіяння на контрольовані зони деталі наносять магнітний порошок. [26].

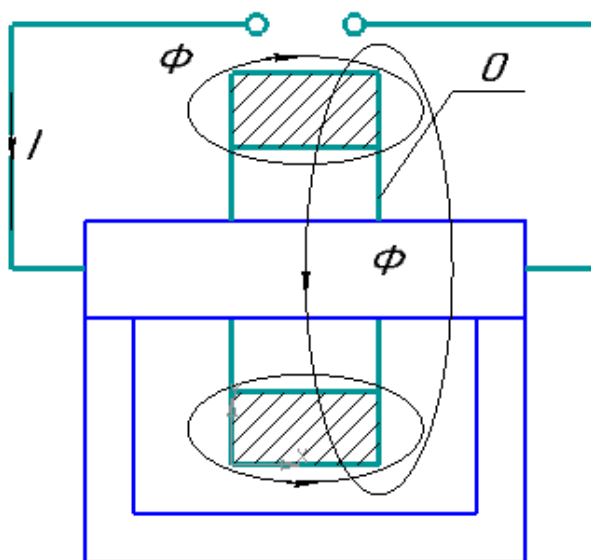


Рисунок 4.6 – Магнітопорошковий метод.

Нанесення магнітного порошку на контрольовану поверхню деталі здійснюють двома способами, що реалізують “сухий” або “мокрый” метод. У першому випадку для виявлення дефектів після намагнічування наноситься феромагнітний порошок, що поставляється в банках або коробках по 1 кг. Використовуючи “мокрый” метод контролю наносять на намагнічену деталь за допомогою аерозолі магнітну суспензію, тобто суспензії феромагнітних частинок в нетоксичних рідких середовищах: трансформаторному маслі, суміші гасу з трансформаторним маслом, розчину антикорозійних речовин у звичайній воді. Магнітне поле розсіювання проявляється тим, що на

феромагнітні частки порошку діють пондеромоторні сили цього поля, які прагнуть затягнути ці частки в місця найбільшої концентрації магнітних силових ліній. В результаті феромагнітні частки збираються над дефектом, утворюючи особливий малюнок у вигляді смужок або ланцюжків, повністю передаючи структуру дефекту. Смужки з магнітних частинок за своїми розміром зазвичай перевищують ширину дефекту, тому цей метод контролю ідеальний для виявлення навіть маленьких тріщин, надривів, волосовин та інших дрібних дефектів. Магнітопорошковому контролю можуть бути піддані деталі, виготовлені з феромагнітних матеріалів з відносною магнітною проникністю не менше 40.

Чутливість і якість магнітопорошкового методу залежить від кількох факторів:

- магнітних характеристик матеріалу, що застосовується для виготовлення деталі;
- сили напруженості намагнічуваного поля;
- взаємного напрямка магнітного поля і дефекту;
- параметричних характеристик: розміру, форми і шорсткості поверхні деталі;
- розміру, форми, місця розташування і орієнтації дефекту;
- властивостей дефектоскопічного робочого матеріалу, що застосовується для проведення контролю;
- способу нанесення дефектоскопічного матеріалу на поверхню деталі.

Магнітопорошковий метод виявляє дефекти наступних параметрів:

- поверхневі з шириною розкриття у поверхні 0.002 мм і більше, глибиною 0.01 мм і більше;
- підповерхневі, розташовані на глибині до 2 мм;
- внутрішні (великих розмірів), що лежать на глибині більше 2 мм;
- під різного роду покриттями, але за умови, що товщина немагнітного покриття не більше 0.25 мм.

Магнітний контроль в наші дні застосовується майже у всіх галузях важкої і легкої промисловості: нафтохімічній галузі, чорна металургія, машинобудування та авіаційна промисловість, енергетичне і хімічне машинобудування (ГРЕС, ТЕЦ, АЕС), автомобільна промисловість і суднобудування, будівництво (трубопроводи, сталеві конструкції, промислові цистерни), транспорт (авіація, залізничний, автотранспорт).

Магнітний неруйнівний контроль застосовується для дефектів у вигляді тріщин, порушень суцільності, корозійних виразок деталі «Екран».

Магнітний неруйнівний контроль та ультразвуковий контроль є альтернативними методами, які можна застосовувати для дефектів у вигляді тріщин, порушень суцільності, корозійних виразок деталі «Екран».

5 МІЦНОСТНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛІ

Вихідні дані:

- деталь – “Екран”.
- модуль пружності – $E = 1.15 \cdot 10^5$ МПа;
- коефіцієнт Пуассона – $\mu = 0.3$;
- межа міцності – $\sigma_b = 1100$ МПа.

Розрахунок напружено-деформованого стану виконуємо у програмі NX ADVANTAGE SIMULATION. Тривимірна модель та сітка показані на (рис. 5.1), та (рис.5.2).

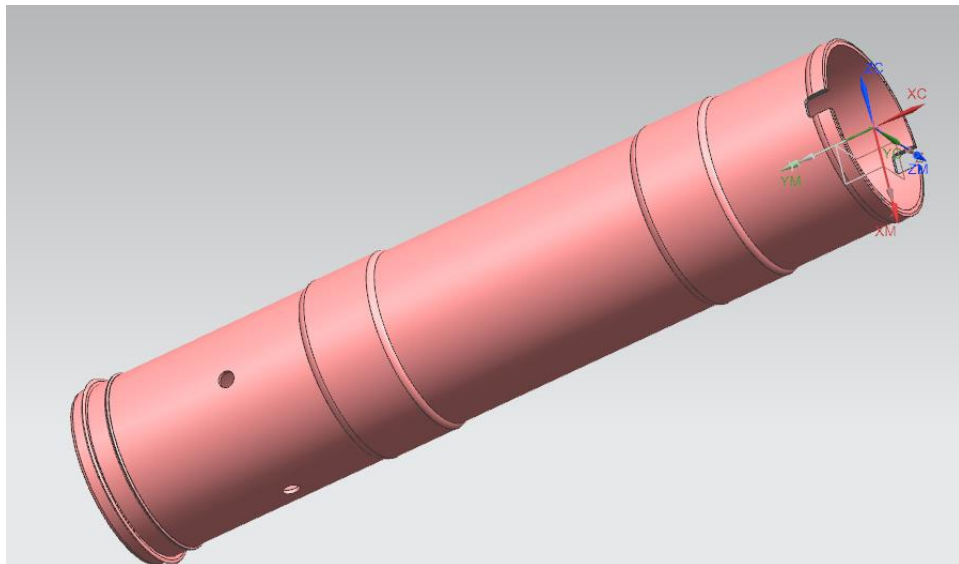


Рисунок 5.1 – Тривимірна модель, виконана в програмі NX.

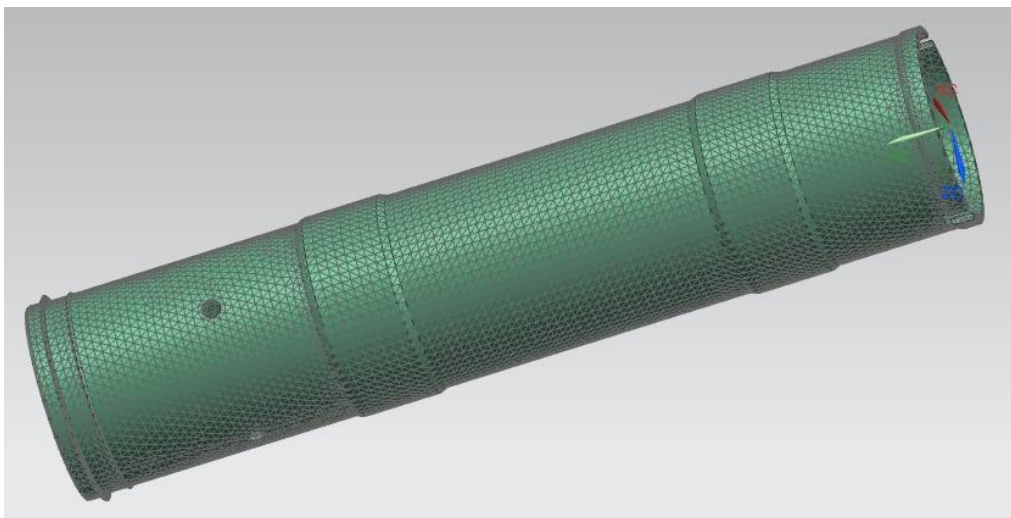


Рисунок 5.2 – Розбиття деталі на кінцеві елементи (сітку).

Виконуємо накладення обмежень, що виключають переміщення деталі. Закріплюємо деталь по двом поверхням послідовно діаметром $\varnothing 43.9$; прикладаємо навантаження 1 МПа і 10 МПа. Отримуємо картину розподілу напруження (рис. 5.3, 5.4).

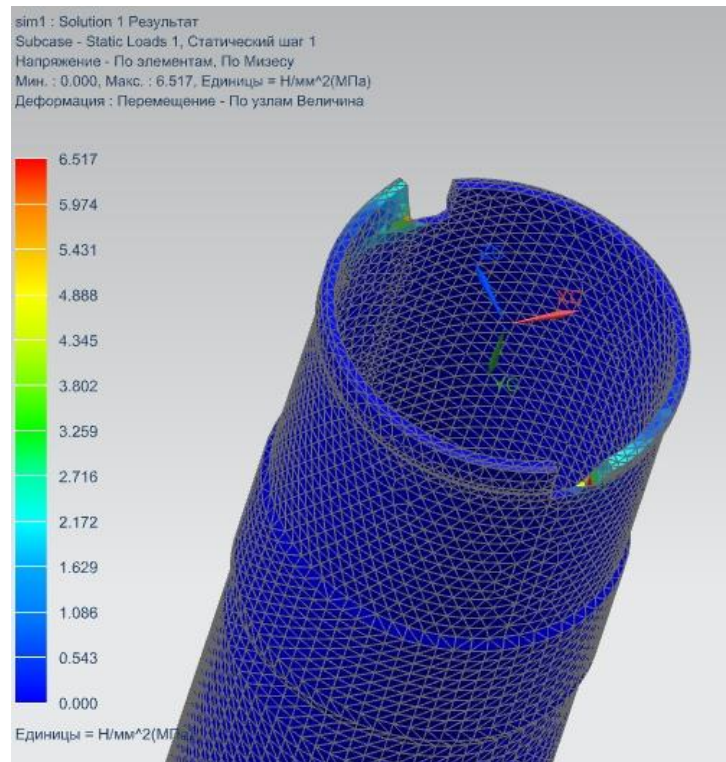


Рисунок 5.4 – Розподіл напружень моделі при навантаженні 1 МПа.

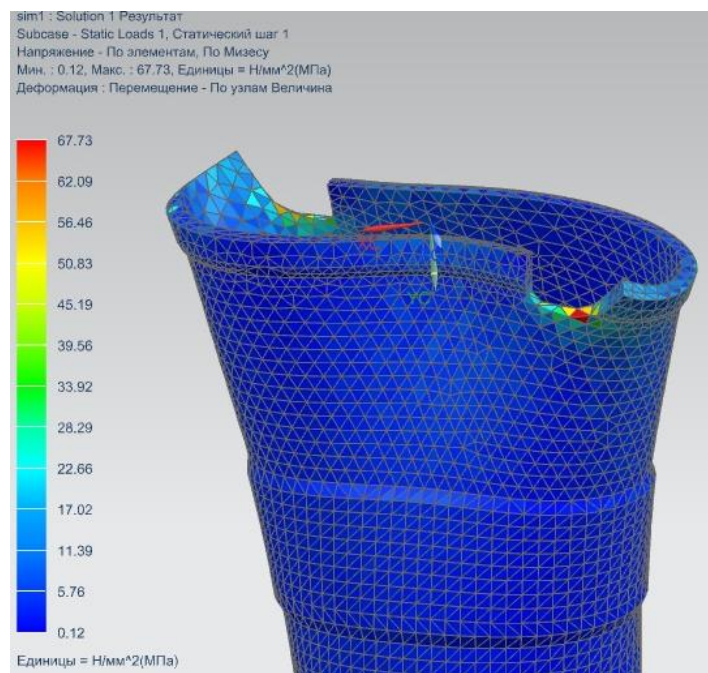


Рисунок 5.5 – Розподіл напружень моделі при навантаженні 10 МПа.

З урахуванням тонкостінності конструкції, а також паза (прямокутного надрізу), який є концентратором напружень, знижуючими вихідну міцність матеріалу до $\sigma_{кр} = 55$ МПа.

Для авіаційно–космічної галузі коефіцієнт запасу по напруженню становить $n_{\sigma} = 2 \dots 5$.

Екран не являється особо відповідальною деталлю, тому $[n_{\sigma}] = 2$.

Тому що $[n_{\sigma}] = \frac{\sigma_{кр}}{[\sigma]}$, звідси допустиме значення напруження $[\sigma] = \frac{\sigma_{кр}}{[n_{\sigma}]} = 55/2 = 27,5$ МПа.

Визначимо допустиме крикладене навантаження $[\sigma_0]$, за допомогою графіку (рис. 5.6).

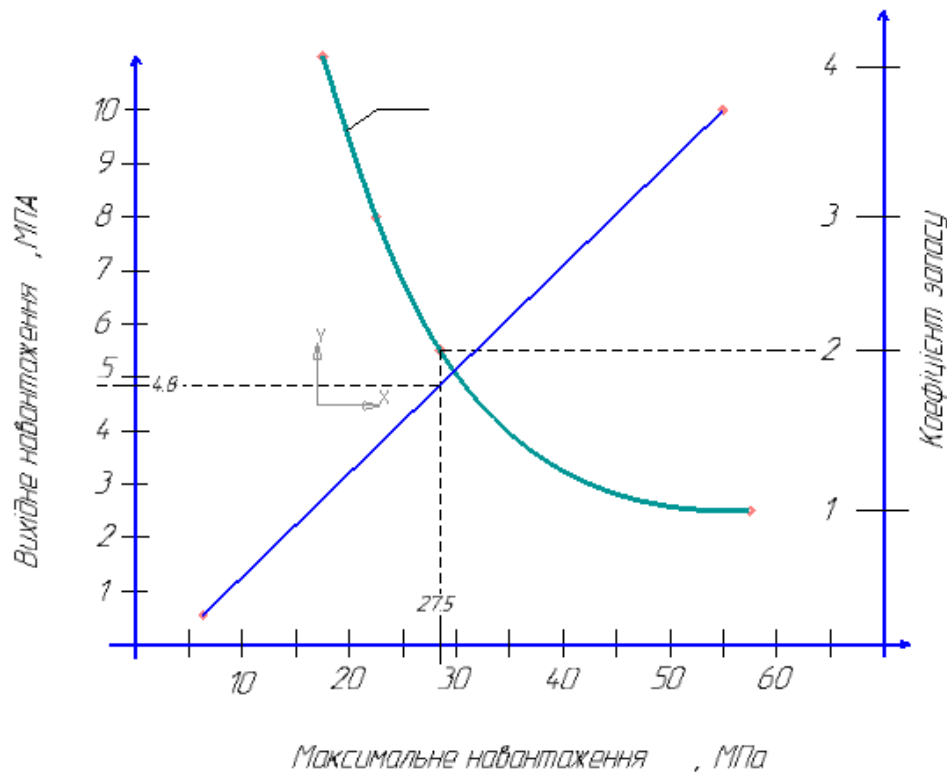


Рисунок 5.6 – Залежності $\sigma_{max} = f_1(\sigma_0)$ і $\sigma_{max} = f_2(n)$.

Із графіку можна визначити, що допустиме навантаження на поверхні пазу $[\sigma_0]$ становить не більше 4,8 МПа.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Магістерська робота тема якої «Підвищення якості обробки та контролю тонкостінних авіаційних деталей» .

В даному розділі наведений аналіз потенційно небезпечних факторів, що характеризують умови роботи, заходи з забезпечення техніки безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці, а також пожежної безпеки.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Металорізальні верстати насамперед є складним обладнанням, робота за яким потребує уважності та дотримання правил експлуатації, від цього залежить безпека роботи робітника та довговічність обладнання.

Можна виділити наступні потенційні небезпеки:

Фізичні:

- при контакті робітника з поверхнею деталі чи поверхнею яка обробляється можна дістати опік, внаслідок зниження уваги працівника;
- при контакті с рухомими частинами токарно–фрезерного верстата існує ймовірність захвату одягу чи волосся робітника, що може призвести до отримання травм різної ступені тяжкості, внаслідок знехтування техніки безпеки;
- при замкненні верстату внаслідок порушення ізоляції , що може призвести до електротравм різної тяжкості;
- при контакті робітника з гострими частинами ріжучого інструмента, шорсткістю та задирками існує ймовірність порізів, внаслідок недотримання правил техніки безпеки.

Психофізіологічні:

- нервово-емоційне перевантаження внаслідок порушення режиму праці та відпочинку, конфліктних ситуацій у колективі, великому рівні відповідальності та стресових ситуацій може призвести до головного болю, роздратованості, порушення сну, відчуття неспокою, депресивного стану.

Санітарно-гігієнічні:

- недостатня освітленість робочого місця, може призвести в першу чергу до втрати зору, а в подальшому може призвести і до професійних захворювань;

- підвищена запиленість повітря парами рідин і пилом, що виникають в результаті випаровуванню змазувально-охолоджуючих рідин і мастил, яка в подальшому призводить до подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, що може призвести до запалення органів дихання та дихальних шляхів;

- підвищений рівень шуму на робочому місці при роботі обладнання створює навантаження на органи слуху, яка в подальшому може призвести до його часткової або повної втрати;

- підвищений рівень вібрації обладнання призводить до погіршення постачання кінцівок кров'ю, що викликає порушення їх чутливості та може стати причиною розвитку віброхвороби, а також спостерігається порушення діяльності центральної нервової системи;

До потенційних небезпек, що пов'язані з порушеннями правил пожежної безпеки можна віднести коротке замикання, та несправності системи охолодження, які можуть призвести до пожежі.

До потенційних небезпеки, що пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій можна віднести невідповідність персоналу в умовах надзвичайних ситуацій.

6.2 Заходи з забезпечення техніки безпеки

Для уникнення механічних та електричних травм під час роботи за обладнанням передбачені заходи по проведенню навчання, перевірки знань з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих згідно НПАОП 0.00–4.21–05

«Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Для забезпечення безпеки при проведенні дослідів використовується обладнання, що відповідає ГОСТ 12.2.003–91. ССБТ. «Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки». Органи керування верстатом відповідають вимогам ГОСТ 12.2.064–81. ССБТ. «Органи керування виробничим обладнанням. Загальні ергономічні вимоги». Робітники повинні дотримуватися правил безпеки при роботі згідно НПАОП 28.5–1.34–90 «Правила безпеки при обробці металів різанням». Відповідальність за дотримання справного стану і безпечну експлуатацію металорізального верстату покладається на керівника підрозділу, за яким закріплений верстат.

Перед початком роботи потрібно перевірити справність обладнання, гальмівних пристроїв на холостому ходу, а також перевірити на справність та наявність дефектів ріжучий інструмент та засоби для закріплення деталей для уникнення ймовірності їх вильоту внаслідок недостатнього закріплення. Не допускати при роботі різних змін режимів різання для того, щоб уникнути можливості руйнування інструменту або порушення закріплення деталі. НПАОП 0.00–1.30–01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями».

Для захисту від можливих порізів, опіків та травм, пов'язаних з вильотом стружки необхідно надати робітнику засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, очей) згідно НПАОП 0.00–4.01–08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».

Засоби колективного захисту повинні бути передбачені згідно ГОСТ 12.4.125–83 ССБТ «Засоби колективного захисту працюючих від впливу механічних факторів. Класифікація».

Відстань від проходу до фронтальної частини токарно–фрезерного верстата повинна становити 1 м, до бокової та тильної сторони 0.5 м. Ширина проходів складає 1.4 м, зона робітника приймається рівною 0.8 м.

Розташування обладнання з точки зору безпеки та ергономіки повинно бути згідно ГОСТ 12.2.049-80. «ССБТ. Обладнання виробниче. Загальні ергономічні вимоги».

Робітник повинен утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його деталями, металевими відходами, сміттям. Під час роботи не вживати алкогольні напої, дотримуватися вимог санітарних норм та правил особистої гігієни.

Для здійснення безпечної, безаварійної та високопродуктивної роботи електроустановок необхідно правильно організовувати їх експлуатацію для уникнення можливості помилок зі сторони обслуговуючого персоналу.

Робітники не мають досвіду відносяться до I групи.

Група привласнюється особам, що не мають спеціальної електротехнічної підготовки, але мають елементарне поняття про небезпеку поразки електричним струмом і про заходи електробезпеки при роботі на обслуговуваній ділянці, електроустановці. Для I групи стаж роботи з електроустановками не нормується.

Робітники які відносяться до II групи.

Особи цієї групи повинні мати елементарне технічне знайомство з електроустановками, чітко представляти небезпеку поразки електрострумом, небезпеку при наближенні до струмоведучих частин, знати основні заходи безпеки при роботі на електроустановках, вміти надавати першу долікарську допомогу.

Вузьконаправлені спеціалісти відносяться до III групи.

Особи, що відносяться до цієї групи, повинні: знати улаштування електроустановок й вміти їх обслуговувати; мати уявлення про небезпеку під час обслуговування електроустановок; знати загальні правила безпечної техніки, правила допуску до роботи в електроустановках до 1000 В,

спеціальні правила безпечної техніки по тих видах робіт, які входять в круг обов'язків даної особи; вміти контролювати тих, хто працює з електроустановками і надавати першу долікарську допомогу.

Спеціалісти які мають досвід відносяться до IV групи.

Особи цієї групи повинні: мати знання по електротехніці в об'ємі спеціалізованого профучилища; мати повне уявлення про небезпеку під час роботи на електроустановках; повністю знати ПТЕ, ПУЕ, ПБТ; знати установку настільки, щоб вільно орієнтуватися в тому, які саме елементи мають бути відключеними для безпечного виконання робіт та ін.

Для усунення ймовірності ураження електричним струмом передбачаються організаційні та технічні заходи. До організаційних відносять проведення навчання правилам електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». До технічних заходів відноситься дотримання ПУЕ-2014 «Правила улаштування електроустановок». Захисне заземлення передбачається згідно ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення.

Для вчасного запобігання, вияву та лікування захворювань необхідно регулярно та своєчасно проходити медогляди згідно наказу міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій».

6.3 Порівняльний аналіз забезпечення методів безпеки на верстатах різної модифікації.

Металорізальні верстати з ручним керуванням все більше витісняються сучасними автоматичними верстатами, застосування яких дозволяє знизити виробничий травматизм при обробці металів різанням, так як при цьому виключається контакт робітника з багатьма небезпечними виробничими факторами. Автоматичні верстати і автоматичні лінії верстатів

застосовуються в масовому і серійному виробництві. За останній час значна частина металообробних верстатів оновлена.

Впровадження верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ) дає значне поліпшення умов праці і зменшує вірогідність травмування робітника, оскільки в процесі обробки металу робітник може перебувати поза зоною небезпеки.

На підприємствах електротехнічної промисловості разом з тим ще знаходиться в експлуатації багато верстатів з ручним управлінням - токарних, фрезерних, свердлильних, розточувальних, стругальних, шліфувальних і інших, що виконують різні операції, при яких виникає певна небезпека травмування робітника-верстатника.

Основними видами травм при роботі на верстатах є поранення рук, очей, обличчя, забої тіла. Причинами травм в основному є неправильне розміщення верстатного обладнання в цеху, відсутність або недосконалість конструкцій огорож, нетривке закріплення оброблюваної деталі або інструменту, відсутність чи незастосування захисних пристосувань і засобів індивідуального захисту, а також неправильні прийоми роботи.

Щоб уникнути захоплення одягу рухомими частинами верстата, що може привести до тяжких травм, всі рухомі частини верстатів повинні мати міцні огорожі. Виступаючі кінці валів також повинні бути закриті кожухами.

При необхідності періодичного відкривання огорож протягом робочої зміни встановлюється електричне блокування, що забезпечує зупинку верстата при відкриванні огорожі.

На токарних верстатах, особливо при обробці деталей з крихких матеріалів (чавуну, бронзи, алюмінієвих сплавів), що утворюється стружка розламується і шматки металу відлітають на значну відстань. Щоб уникнути поранення обличчя та очей робітника в зоні різання встановлюють захисні щитки з міцного прозорого матеріалу, наприклад органічного скла. Під час обробки в'язких металів утворюється довга стружка, яку необхідно видаляти з зони, так як вона може бути причиною важких травм (наприклад, поранення

з пошкодженням сухожилів). Мірою захисту від таких поранень служить застосування спеціальних різців, що забезпечують ломку або завивання довгої стружки. В'ється стружку видаляють спеціальними гачками із захисним екраном у рукоятки. Якщо чому-небудь огорожу в зоні різання не встановлено, необхідно працювати в захисних окулярах або масці.

Розглянемо конструктивні особливості токарно–револьверного верстату моделі 1341 і токарно-фрезерного верстату моделі СТХ gamma 2000 ТС.

Токарно–револьверний верстат моделі 1341:

Токарно-револьверний верстат має 16-позиційну револьверну головку з горизонтальною віссю обертання, паралельної осі шпинделя. Ріжучий інструмент за допомогою спеціального приладдя кріпиться в отворах револьверної головки.

Необхідні для кожного переходу числа обертів шпинделя і величин подач встановлюються автоматично легко переналагоджуваним командоапаратом, керуючим електромагнітними муфтами коробок швидкостей і подач, або вручну перемикачами, розташованими на пульті коробки швидкостей і подач.

Вал револьверної головки і жорстко сидить на ньому барабан командоапарата мають однакове число позицій. На кожній позиції барабана встановлені два кулачка, керуючі електромагнітними муфтами: один — коробки швидкостей, інший — коробки подач.

Коробка швидкостей має чотири багатодискові електромагнітні муфти типу ЕТМ-122, за допомогою яких включається одне з чотирьох чисел оборотів шпинделя, у кожній з двох позицій. Коробка подач має дві електромагнітні муфти типу ЕТМ-092, дві обгінні муфти і двухвенцевим пересувний зубчастий блок, який забезпечує отримання двох діапазонів подач з чотирма автоматично перемикаються подачами у кожному з двох діапазонів. Для включення кругової подачі револьверної головки встановлена одна електромагнітна муфта типу ЕГМ-092.

Затиск і подача прутка в цангі, а також затискач штучних заготовок в трьохкулачковому патроні проводиться автоматично гідравлічним механізмом з електричним управлінням. Найбільше допустиме коливання діаметра прутка, затискається в цангі, ± 2 мм, а найбільше коливання штучних заготовок, зажимаємих в патроні, ± 3 мм Керування механізмами однорукоятчне. Після закінчення розтиску автоматично починається подача прутка. Весь цикл затиску, подачі і розтиску триває 2-3 сек.

Верстат має автоматичне вимикання поздовжньої подачі по жорсткому упору, що забезпечує високу точність обробки по довжині. Поперечна подача також обмежується жорстким упором.

Наявність револьверної головки з горизонтальною віссю повороту дозволяє використовувати верстат для розточування внутрішніх камер і зовнішньої проточки за буртом інструментами, закріпленими в державках револьверної головки.

На відміну від більшості токарно-револьверних верстатів верстат моделі 1341 має такі особливості, що дозволяють використовувати його більш ефективно:

- командоапарат, автоматично включає при повороті револьверної головки в кожен наступну позицію встановлену частоту обертання шпинделя і величину подачі супорта;
- гідравлічний механізм подачі та затиску прутка, що дозволяє обробляти на верстаті не тільки холоднотягнуті, але і гарячекатані прутки та штучні заготовки, виготовлені з меншою точністю;
- копірну лінійку для торцевого і поздовжнього копіювання, що дозволяє обробляти конічні і фасонні поверхні заготовок;
- різьбонарізні пристрій, призначений для нарізування по копіру зовнішніх і внутрішніх різьб різцями або гребінками;
- стійки для підтримки труби з прутком, що встановлюються з лівого торця верстата.

Токарно-фрезерний верстат моделі СТХ gamma 2000 TC

Токарно-фрезерувальний верстат CTX gamma 2000 TC компанії DMG з можливістю фрезерування одночасно на 5 осях.

Токарно-фрезерувальний верстат CTX gamma 2000 TC компанії DMG з можливістю фрезерування одночасно на 5 осях. На ринку металообробного обладнання з'явилася інноваційна модель великогабаритного токарно-фрезерувальних центру CTX gamma 2000 TC, призначеного для обробки деталей, довжина яких досягає 3 метрів, діаметр – до 700 мм. Основною перевагою є можливість здійснювати фрезерування заготовок одночасно по 5 осях.

Верстат оснащений 12-позиційною револьверною головкою, яка грає роль другорядного держателя інструментів. На всіх гніздах пристрою закріплюються обертові фрези VDI40. Шпиндель розвиває швидкість 4000 об / хв і крутний момент до 30 н / м при потужності 9,4 кВт. Додаткова револьверна головка дає можливість здійснення багатоосевого фрезерування виробів при роботі одного шпинделя або синхронну обробку при обертанні головного шпинделя і противошпинделя. В першу чергу верстат CTX gamma 2000 TC широко використовується підприємствами, зайнятими в різних галузях важкої промисловості в цілях обробки деталей типу валів для електростанцій, турбін, суднових двигунів і вітроенергетичних установок.

Потужність приводу головного шпинделя становить 59 кВт, крутний момент дорівнює 4000 Н/м при швидкості обертання 2500 об/хв. Противошпиндель має потужність 52 кВт і розвиває момент сили до 2200 Н/м при швидкості 4000 об/хв. Обертання фрезерних шпинделів HSK-64A і HSK-100 супроводжується роботою 36-позиційної револьверної головки або ланцюгового накопичувача, який розрахований на 120 інструментів. Швидкість переміщення по осях X / Y / Z становить відповідно 40 / 40 / 30 м/хв. Два нерухомих люнета можуть застосовуватися для підтримки великогазових деталей.

Внутрішня конструкція нової моделі заснована на наявності жорсткої стійки, горизонтально піднятої на осі Z. особливе розташування лінійних

напрямних сприяє збереженню стійкості всієї конструкції. Висока точність обробки досягається за рахунок спеціальних лінійних шкал, а також безперервного охолодження всіх деталей обробного центру, включаючи головний, фрезерний і противошпиндели.

Контроль робочого процесу здійснюється за допомогою системи управління Siemens 840D з комутаційною панеллю ERGOline і 19-дюймовим екраном. Програмне забезпечення виробничого обладнання ShopTurn 3G дозволяє ефективно контролювати зміну робочого інструменту.

6.4 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.

Загальні санітарно-гігієнічні показники повітря в приміщенні при роботі за верстатом повинні відповідати ГОСТ 12.1.005-88. «ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

Згідно санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”) визначення категорії важкості праці здійснюють на основі загальних енерговитрат організму. За величиною енерговитрат фізичні роботи поділяють на три категорії:

- легкі (категорія I), що охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105 – 140 Вт (90 – 120 ккал/год) – категорія Ia (виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження) та 141 – 175 Вт (121 – 150 ккал/год) – категорія Ib (виконуються сидячи, стоячи або пов’язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням);

- середньої важкості (категорія II), що охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176 – 232 Вт (151 – 200 ккал/год) – категорія IIa (пов’язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження) та 233 – 290 Вт (201 – 250 ккал/год) – категорія IIb (виконуються стоячи, пов’язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням);

– важкі (категорія ІІІ), що охоплюють види діяльності, при яких виграти енергії становлять 291 – 349 Вт (251 – 300 ккал/год) (пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль).

Виходячи із важкості праці та її впливу на фізіологічний стан людини, обґрунтовано режими праці і відпочинку, які передбачають щоденний відпочинок (позмінна робота), щотижневий відпочинок (вихідні дні) і щорічний відпочинок (щорічна відпустка).

Допустимі величини температури, вологості і швидкості руху повітря в робочому місці виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень". Оптимальні значення температури в холодну пору року за токарно–фрезерним верстатом 18 – 20° С, в теплу пору року 21 – 23° С та мати відносну вологість 40 – 60%, швидкість руху повітря в робочій зоні приміщення повинна бути не більше 0.2 м/с.

Для запобігання запиленості та загазованості приміщення пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні змазувально-охолоджуючих рідин та мастил необхідно передбачити вентиляційні системи, які повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Вентиляційні системи також повинні відповідати загальним вимогам ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системи вентиляційні. Загальні вимоги».

Для усунення негативних наслідків впливу шуму на організм людини обладнання повинно відповідати допустимим шумовим характеристикам згідно ГОСТ 12.2.107-85 ССБТ. «Шум. Станки металорізучі. Допустимі шумові характеристики».

Рівень шуму при проведенні дослідів за верстатом в лабораторії не повинен перевищувати 80 дБ згідно вимог ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки». При організації робочого місця необхідно приймати всі необхідні заходи для зменшення шуму, який впливає на людину

на робочих місцях до значень, котрі не перевищують допустимі. Це досягається за рахунок розробки шумобезпечної техніки, застосування засобів і методів колективного та індивідуального захисту, а також це повинно враховуватись при проектуванні підприємств, будівель та споруд різного призначення.

Оцінку впливу рівня вібрацій необхідно проводити за ДСТУ ISO 2631-1:2004 «Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину».

Необхідно дотримуватися санітарних норм при роботі з наявністю вібрацій згідно ДСН 3.3.6.039-99. «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій». При роботі, яка супроводжується вібраціями необхідно робити перерву через кожні 10-15 хвилин роботи. Потрібно зменшувати вібрації за рахунок застосувань конструктивних і технологічних методів, застосовувати засоби віброізоляції та вібропоглинання, своєчасно проводити плановий та попереджувальний ремонт обладнання. Потрібно застосовувати заходи лікувально-профілактичного характеру: професійні та профілактичні огляди, вітамінізація, лікувальні гімнастика та масаж рук. Для профілактичного лікування та відпочинку працюючих повинні бути організовані профілакторії та кабінети і кімнати, де проводять масаж рук у струмені теплого повітря або сухий обігрів та мікромасаж на спеціальному обладнанні.

До освітлення промислових об'єктів, в тому числі, цехів, будівельних майданчиків, торгових залів, майстерень пред'являються особливі вимоги через великі площ, кліматичних умов і наявності інших факторів. Промислові освітлювальні прилади в залежності від експлуатаційних характеристик, повинні відповідати таким вимогам, як:

- стійкість до вібрацій і температурних перепадів;
- висока зносостійкість і надійність при експлуатації;
- екологічність і високий коефіцієнт корисної дії.

Тому, для раціонального та безпечного освітлення виробничих приміщень використовуються комплектуючі та товари, які повинні відповідати галузевим стандартам в галузі охорони праці та санітарним нормам.

У промисловості застосовують три види освітлення:

- природний – здійснюється за допомогою впливу сонячної енергії через вікна, дах і т. д. Але не завжди енергії сонця достатньо для забезпечення якісного освітлення;

- штучне досягається за допомогою різного роду приладів освітлення і спеціального обладнання;

- комбіноване забезпечується шляхом поєднання двох попередніх видів.

Правильно спроектоване та виконане освітлення забезпечує можливість нормальної діяльності, зберігає зір людини, стан його центральної нервової системи. В значній мірі від умов освітленості залежить безпека та продуктивність праці.

При проведенні робіт за металорізальним обладнанням необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Освітленість при роботі за фрезерним верстатом в зоні обробки повинна бути не менше 2 000 лк, що досягається за рахунок місцевого освітлення, яке передбачається конструкцією обладнання. Вимоги природного та штучного освітлення в приміщеннях повинні виконуватись згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»

Приміщення повинні мати природне та штучне освітлення. Значення освітленості на робочому місці в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк, якщо ці значення неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати штучне освітлення.

6.5 Заходи з пожежної безпеки

Пожежі представляють собою велику загрозу життю та здоров'ю працівників та можуть призвести до величезних матеріальних збитків.

Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Ці правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки до будівель, обладнання, майна.

В приміщенні зберігаються незаймисті речовини і матеріали в холодному стані, розташовується обладнання і електропроводи до нього, а також предмети меблів. Згідно аналізу приміщення можна віднести до категорії Д(пожежо – небезпечною) за вибухопожежною та пожежною небезпекою згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

Пожежа, яка може виникнути відноситься до класу пожеж А, це пожежі твердих речовин переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір) згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Причинами пожежі можуть бути: несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження); тривале перевантаження двигунів, приводів; порушення ізоляції, потрапляння іскор або стружки з високою температурою на легкозаймисті матеріали або спецодяг.

На ділянці передбачені наступні засоби пожежогасіння.

На території встановлюються пожежні щити, з розрахунку - один щит на площу 5000 м². У ньому розміщені:

- вогнегасники - 3 шт;
- ящик з піском - 1 шт;
- покривало з вогнетривкого теплоізоляційного матеріалу - 1шт;
- багри - 3 шт;
- ломы - 2 шт;
- сокири - 2 шт.

Рекомендується для даної категорії приміщення і класу пожежі оснащувати приміщення порошковими вогнегасниками місткістю 5 л в кількості 1 шт згідно НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників». При чому гранична захищувана площа складає 900 м², що більш ніж достатньо для приміщення площею 36 м² в якому проводяться науково-дослідницькі роботи. В порошкових вогнегасниках джерелом гасіння є сухий порошок. Призначаються для гасіння твердих, рідких та газоподібних речовин, а також для матеріалів, які тліють. Рекомендуються для гасіння електроустановок з напругою до 1 000 В. Зберігати потрібно у вертикальному стані в легкодоступному місці, захищеному від прямих сонячних променів і далеко від нагрівальних приладів.

6.6 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Заходи проведення рятувальних робіт при ліквідації аварій на АЕС, в зонах радіоактивного зараження

Ліквідація наслідків радіоактивного зараження при аварії на АЕС з викидом радіоактивних речовин, або на інших підприємствах, які використовують радіоактивні речовини, повинна починатися після проведення детальної радіаційної розвідки з метою визначення рівня радіації на території АЕС і шляхах підходу та евакуації.

Розвідку шляхів підходу до АЕС проводять з метою евакуації обслуговуючого персоналу чергової зміни і забезпечення роботи по розшукуванню, збиранню і завантаженню в металеві контейнери небезпечні осколки радіоактивних речовин.

Розвідку проводять спеціально підготовленими ланками на розвідувальних машинах, які мають надійний протирадіаційний захист (танки, бронетранспортери).

Для розшуку небезпечних в радіаційному відношенні осколків, які є джерелом випромінювання, і їх наступного збирання, прилади радіаційної розвідки обладнують коліматорними пристроями. На території АЕС, де рівень радіації може

бути дуже високим, розвідку проводять з використанням розвідувальних роботів, які обладнані, крім штатних приладів радіаційної розвідки, ще й гама-визорами. Знайдені розвідкою великі осколки джерел іонізуючого випромінювання з допомогою інженерних машин вантажать в металеві контейнери і вивозять в місця захоронення.

Якщо використання важкої техніки неможливе, то можуть використовуватись для збору небезпечних джерел іонізуючого випромінювання легкі мобільні роботи (моботи).

Для очистки від радіоактивних джерел покрівель будинків нарівні з моботами використовують гідромонітори.

Дезактивація території АЕС в місцях з високим рівнем радіації проводиться шляхом збору зараженого ґрунту важкими гусеничними радіокерованими роботами (бульдозерами) з наступним вантаженням його в металеві контейнери з допомогою інженерних машин і екскаваторів, які мають надійний протирадіаційний захист.

На менш заражених територіях шар ґрунту знімають з використанням бульдозерів, грейдерів і навісного бульдозерного обладнання, а при низьких рівнях радіації - вручну лопатами. З метою підвищення коефіцієнта дезактивації територію, на якій було знято верхній шар зараженого ґрунту, перекривають бетонними плитами, а місця між плитами замурують бетонним розчином, або повністю бетонують чи асфальтують.

Для боротьби з вторинним зараженням, яке може бути викликане переносом радіоактивного порошку вітром, в районі розташування АЕС і прилягаючих до неї територіях, проводять заходи по прибиранню порошу різними методами. Для цього місцевість поливають плівкоутворюючими і закріплюючими розчинами, такими як латекс, спиртово-сульфітна барда, нафтовими шлами та ін.

Розчини наносять з допомогою вертольотів із спеціальними виливними (розпилюючими) пристроями і машин APC.

Проїжджу частину доріг в зоні радіоактивного зараження підтримують у вологому стані, поливаючи водою з поливальних мачин або АРС. Узбіччя доріг поливають нафтовими шламами.

Дезактивація внутрішніх поверхонь будівель виробничої зони, машин і обладнання проводять шляхом розпилення на них плівкоутворюючих розчинів з наступним зняттям їх разом з радіоактивними частинками, а також відсмоктуванням радіоактивного порошку потужними насосами. Дезактивація поштукатурених і пофарбованих поверхонь методом покриття їх плівкоутворюючими розчинами не проводиться, бо плівка з цих поверхонь знімається погано.

Дезактивацію з допомогою розчину на основі порошку СФ-2У з одночасним протиранням щітками проводять при відсутності засобів безводної обробки.

Перераховані засоби можуть повторюватися декілька раз для досягнення необхідного коефіцієнту дезактивації.

З метою зменшення зовнішнього гамма-фону вікна службових приміщень з зовнішнього боку перекриваються свинцевим екраном.

Для дезактивації зовнішніх поверхонь будівель і споруд можуть використовуватись такі заходи, як і для дезактивації внутрішніх поверхонь. Крім того, дезактивація має проводитись струменем води із пожежних машин з протиранням щітками або піскоструменевою обробкою штукатурки. М'яка покрівля будівель підлягає заміні. З метою зменшення порохопереносу зовнішні і внутрішні поверхні будівель після їх дезактивації фарбують олійними, емалевими або водоемульсійними фарбами. Дезактивацію автомобільної та інженерної техніки проводять на пунктах спеціальної обробки, які розгортаються близько АЕС, а також і за межами зони радіоактивного зараження. Для дезактивації техніки використовують пожежні машини і водопомпи. Можуть також використовуватись мийні машини, які працюють з підігрівом води.

З тих випадках, коли автомобільна та інженерна техніка після багаторазової дезактивації залишається зараженою більше норми, і виводять на площадку

відстою, а після зниження ступеня зараженості за рахунок природної дезактивації, направляють для вторинної дезактивації.

При дезактивації населених пунктів зовнішні поверхні житлових і господарських будівель обробляють водою або дезактивуючим розчином за допомогою пожежних машин, мотопомп і інших засобів.

Крони дерев, які ростуть близько від будинків і в садках, дезактивують водою із брандспойтів. Заражений ґрунт з трав'яним покривом у внутрішніх дворах, на узбіччях вулиць (доріг) і на майданах знімають на глибину не менше 5 см, вивозять і викидають у відведеному місці. При необхідності насипають новий ґрунт або дезактивовані ділянки асфальтують.

Дезактивація оброблюваних земель (городів, полів) проводиться оранням з відволом або перекопуванням лопатою з перевертанням пласта на глибину 20-30 см. Більш якісної дезактивації поля і городу при оранні і перекопуванні досягають перемішуванням землі з глиною, яка діє як адсорбент і комплексоутворювач, що зв'язує радіонукліди або переводить їх в нерозчинні сполуки.

Криниці шахтового типу в населених пунктах після аналізу зараженої води з брандспойта з наступним багаторазовим відкачуванням води з криниці разом з верхнім шаром мулу.

Заражені відкриті водойми обробляють адсорбуючими і комплексоутворюючими глинами. Наприклад, глауконітами, шляхом диспергування їх з повітря літаком (вертольотом) або розкиданням з плотів та човнів.

Для очистки стоків водойм, річок, струмків будують греблі фільтруючого типу, в яких фільтр-адсорбуючий наповнювач.

Для безпеки особового складу формувань, які ліквідують наслідки радіоактивного зараження при аварії на АЕС, роботи ведуться позмінне, вахтовим методом. Тривалість кожної зміни і вахти визначається з врахуванням допустимого радіоактивного опромінення особового складу.

При виконанні робіт в зонах радіоактивного зараження для захисту особового складу використовується техніка, респіратори, спеціальні окуляри, захисні

рукавиці. Контроль опромінювання особового складу формувань проводять індивідуальним і груповим способом. При роботі в умовах сильного радіоактивного зараження і заповнення доцільно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри.

Санітарна обробка змін формування проводиться в повному обсязі на спеціальних пунктах.

6.7 Висновки

В ході роботи був проведений аналіз потенційних небезпек, які можуть виникнути при роботі за токарно–фрезерним верстатом . Аналіз показав, що робота за верстатом супроводжується великою кількістю факторів, які створюють небезпеку та можуть призвести до негативних наслідків у разі недотримання правил и вимог техніки безпеки. Були проведені заходи щодо забезпечення техніки безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці, а також пожежної безпеки з урахуванням вимог нормативних документів та стандартів, які забезпечують безпечні та комфортні умови для використання обладнання. Розроблені інженерно–технічні заходи, які направлені на забезпечення стійкості роботи комунально–енергетичних систем промислових об’єктів в умовах надзвичайної ситуації. Наведені вимоги до систем електропостачання, водопостачання та газопостачання.

ВИСНОВОК

В ході магістерської роботи модернізували технологічний процес. Змінили верстат з токарно-гвинторізного моделі 1341 на токарно-фрезерний з ЧПУ моделі CTX gamma 2000 TC. В програмі NX CAM – зробили траєкторію обробки на такі операції: токарна, свердлильна, фрезерна. В програмі NX ADVANTAGE SIMULATION провели аналіз деталі на міцність, спочатку розбивши деталь на сітку, а потім прклавши навантаження в 1МПа та 10 МПа. Автомазували процес зборки металевої стружки, яка потім перетворюється в брикет. Спеціальною темою магістерської роботи став неруйнівним метод контролю Магнітний неруйнівний контроль та ультразвуковий контроль є альтернативними методами, які можна застосовувати для дефектів у вигляді тріщин, порушень суцільності, корозійних виразок деталі «Екран».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочник технолога-машиностроителя Т1. /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.- 694 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя Т2. /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.- 652 с.
3. Косилова, А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении/ А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М. А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 352 с.
4. Ципак, В.І. Розрахунки технологічних розмірів при проектуванні процесів механічної обробки. /В.І.Ципак – Запоріжжя: ЗДТУ, 1996. – 91 с.
5. Курсовое проектирование по технологии машиностроения /Под ред. А.Ф. Горбачевича. - Минск: Высшая школа, 1983 – 256 с.
6. Методичні рекомендації до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування та машинобудування / В.К. Яценко, В.І. Ципак, Є.Я. Кореневський. – Запоріжжя: ЗДТУ, 2000. – 245 с.
7. Обработка металлов резанием / Под ред. М.И. Панова. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.
8. Режимы резания металлов /Под ред. Ю.В. Барановского. –М.: Машиностроение, 1972. – 176 с.
9. Фридлиндер, И.Г. Размерный анализ технологических процессов обработки / И.Г.Фридлиндер– Л.: Машиностроение, 1987. – 152 с.
10. Металлорежущие станки и автоматы / Под ред. Проникова А.С.– М.: Машиностроение, 1981. – 308 с.
11. Камышный, Н.И. Автоматизация загрузки станков / Камышный, Н.И. – М.: Машиностроение, 1977. – 252 с.
12. Корсаков, В.С. Основы проектирования приспособлений /В.С. Корсаков– М.: Машиностроение, 1983. – 248 с.
13. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров.– М.: Машиностроение, 1975. – 447 с.

14. Конструкции приспособлений /Под ред. В.А. Богуслаева.-Запорожье: Изд-во «Мотор Сич», 2004. – 203 с.
15. Фираго, В.П. Основы проектирования приспособлений /В.П.Фираго – М.: Оборонгиз, 1973. – 240 с.
16. Егоров, М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов/М.Е.Егоров.– М.: Высшая школа, 1969. – 344 с.
17. Хромец, Ю.Н. Современные кронструкции промышленных зданий /Ю.Н. Хромец – М.: Стройиздат, 1982. – 416 с.
18. СНиП II 90-80. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования.– М.: Госстрой, 1981.– 144 с.
19. СНиП II 92-76. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования.– М.: Госстрой, 1981. – 124 с.
20. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://365-tv.ru/index.php/stati/promyshlennoe-oborudovanie/511-izmelchenie-i-briketirovanie-metallicheskoj-struzhki-prinosit-finansovuyu-vygodu>.
21. Электронный ресурс. Режим доступа: http://metallsam.ru/Современные_технологии_переработки_и_брикетирования_металлической_стружки_в_автоматизированных_производствах.
22. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.etwinternational.ru/2-3-iron-chip-briquetting-press-38252.html>.
23. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://fb.ru/article/379281/vidyi-nerazrushayuschego-kontrolya-klassifikatsiya-vidov-i-metodov>.
24. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.defectoscop.ru/methods.html>.
25. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://docs.pravo.ru/document/view/20893425/>.
26. Электронный ресурс. Режим доступа: https://allgosts.ru/19/100/gost_21105-87.