

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)

Деталей Машин і ПТМ
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

Магістр

(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Перспективи застосування цементованих сталей в редукторах
вантажопідіймальних кранів

Виконав: студент 6 курсу, групи М 313
напряму підготовки (спеціальності)
133 ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Герилович Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Сидоренко М.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Поліщук М.С.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

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

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Деталей машин і підйомно-транспортних механізмів
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) Магістр
 Спеціальність Підйомно-трансп., дорожні, будів., меліорат., машини і обладн.
 (код і назва)
 Напрямок підготовки Машинобудування
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«12» 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Гериловичу Дмитру Олеговичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Перспективи застосування цементованих сталей в редукторах вантажопідйомних кранів»

керівник проекту (роботи) к.т.н., доцент Сидоренко Михайло Володимирович,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, звання, звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «7» 11 2018 року №334

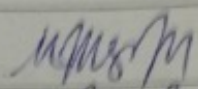
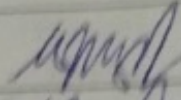
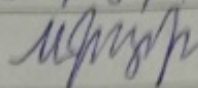
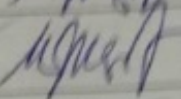
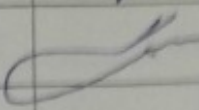
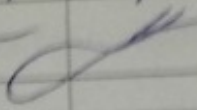
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Зразки зі Сталі 12Х2НВФА (EI-712) і 13Х3НВМ2Ф (ВКС-4)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Літературний огляд 2. Методика випробувань 3. Результати випробувань на контактну витривалість 4. Розробка технологічних рекомендацій щодо підвищення контактної витривалості досліджених сталей 5. Охорона праці та безпеки надзвичайних ситуаціях Висновки : Перелік використаної літератури Додаток А

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Плакат графіку функції розподілу довговічності зразків

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

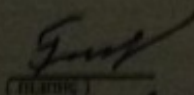
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видан	прийняв виконання завдання
1	Сидоренко М.В., к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ		
2	Сидоренко М.В., к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ		
3	Нестеров О.В., к.т.н., доцент кафедри ОПНС		

7. Дата видачі завдання 3.09.2018

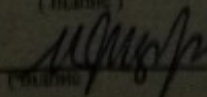
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Ознайомлення з завданням	10.09.2018	
2	Методика випробувань на витривалість	1.10.2018	
3	Випробування зразків	5.10.2018	
4	Обробка даних та умови експерименту	15.10.2018	
5	Вплив температури на контактну втому	21.10.2018	
6	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	02.11.2018	
7	Розробка таблиць	02.11.2018	
8	Виготовлення графічної частини	05.11.2018	
9	Оформлення дипломної роботи	23.11.2018	

Студент

Геридович Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Сидоренко М.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 45 сторінок, 6 рисунків, 2 таблиці, 14 джерел.

Проводиться дослідження характеристик контактної витривалості теплостійких сталей з врахуванням типів мастил, що є актуальною задачею сучасного авіадвигунобудування.

Мета роботи: дослідження характеристик контактної витривалості сталей 12Х2НВФА та 13Х3НВМ2Ф в статистичному аспекті при різних типах мастил при нормальній та підвищеній температурах.

Метод дослідження – з використанням стандартних пакетів: Word, КОМПАС – 3DV17.1.

Об'єкт дослідження: відповідальні деталі ГТД, що працюють в умовах циклічних контактних та термічних навантажень, а також процеси, що їх супроводжують. Предмет дослідження: закономірності впливу параметрів термомеханічного навантаження, а також робочого середовища на характеристики контактної витривалості теплостійких сталей.

Робота виконана на кафедрі ДМ і ПТМ Запорізького національного технічного університету.

У проекті вирішені такі задачі: встановлена якісна залежність між структурними змінами, які викликані термомеханічним навантаженням, і стабільністю характеристик контактної витривалості поверхневого шару, що дозволяє перейти на новий рівень оцінки теплостійкості розглянутого класу сталей. Отримані порівняльні характеристики контактної витривалості сталей 12Х2НВФА та 13Х3НВМ2Ф при різних типах масел, що дозволить раціоналізувати режим термообробки, а також тип мастильного матеріалу в розглянутому інтервалі температур.

КОНТАКТНА ВИТРИВАЛІСТЬ, ТЕПЛОСТІЙКІСТЬ, СТРУКТУРА, МАСТИЛО

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	3
1.Методика випробувань на контактну витривалість.....	4
1.1. Випробувальний стенд.....	4
1.2. Випробуваний зразок та випробувальні диски.....	4
1.3. Умови експерименту.....	7
1.4. Статистична обробка даних.....	7
2. Вплив температури на контактну втому досліджуваних сталей.....	8
3. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	23
Заключення.....	43
Список використаних джерел.....	44

ВСТУП

Останнім часом підшипники кочення та зубчасті передачі все частіше застосовують при високих температурах. Однак багато питань працездатності зазначених деталей при цих умовах залишаються не з'ясованими. Очевидно, що дослідження контактної витривалості, яка є одним з найважливіших критеріїв працездатності підшипників кочення та зубчастої коліс, при підвищених температурах набувають особливої актуальності. Наочне дослідження, проводиться з метою вивчення впливу підвищеної температури на контактну витривалість декількох цементованих сталей при застосуванні мінеральних і синтетичних мастил.

Тип мастильного матеріалу має великий вплив на контактну витривалість сталі. Це було показано ще F.T. Barwell, D. Scott випробуваннями на чотирьохкульковій машині [1]. Пізніше М.Д. Безбородько та Г.С. Кривошеїн [2] встановили вплив типу фракції, виділеної з мастильного матеріалу, на виникнення контактного викришування. У роботі, виконаній у ДержНДІ цивільної авіації [3], підтвердили ці висновки, порівнюючи масло МС-20, гідравлічну рідину АМГ-10, гіпоідне масло і паливо ТС-1. Випробування П.П. Третьякова і В.П. Белишкова [4] охоплювали вже більш широкую номенклатуру авіаційних масел. В [5] отримані дані щодо впливу поверхнево-активних речовин на час до появи втомного викришування. Пітінгостійкість змінювалася за рахунок поверхневої міграції присадок в мікротріщини і впливу ПАР на їх ріст і розгалуження в глибину матеріалу.

Сталі 12Х2НВФА (ЕІ-712) і 13Х3НВМ2Ф (ВКС-4) використовуються для виготовлення зубчастих коліс ГТД [3], проте даних по їх контактній витривалості з урахуванням типів застосовуваних масел недостатньо. Тому дослідження їх контактної витривалості є важливою актуальною задачею. Мета роботи: дослідження характеристик контактної витривалості сталей 12Х2НВФА і 13Х3НВМ2Ф в статистичному аспекті при різних типах мастильних матеріалів при нормальній і підвищеній (200 ° С) температурах.

1. МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ НА КОНТАКТНУ ВИТРИВАЛІСТЬ

1.1. ВИПРОБУВАЛЬНИЙ СТЕНД

Експерименти проводилися на установках МКВ-К, конструкції НДІ підшипникової промисловості, а також на універсальних стендах МКВ-Т [9], що дозволяють проводити випробування в умовах підвищених температур. Принципова схема випробувань показана на рисунку 2. Подібні стенди мають широке застосування в багатьох країнах, у зв'язку з чим тут докладне пояснення їх конструкції і роботи не представляється необхідним.

Випробування при підвищених температурах здійснюється шляхом обробки випробуваного зразка між двома «гарячими» обертовими дисками, нагрів яких виробляється електронагрівачами, вбудованими в кільцеві пріточки їх маточин і обертовими разом з ними. Напруга живлення підводиться до електронагрівача за допомогою струмоз'ємника. Контроль і регулювання температури в процесі випробувань здійснюється безконтактним способом [10].

1.2. ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЗРАЗОК ТА ВИПРОБУВАЛЬНІ ДИСКИ

Випробуваний зразок та випробувальні диски цієї серії випробувань були прийняті зразки сферичної форми з радіусом сфери $R = 3 \pm 0,01$ мм і випробувальні диски циліндричної форми діаметром 150 мм. шорхуватість поверхні $Ra=0,63 \dots 0,32$ мкм; биття по $\phi 6 \pm 0,02$ и $\phi 4^{+0,009}_{-0,001}$ не більше 10 мкм.

У кожній партії випробували 15-20 зразків (рис. 1). Зразки були виготовлені з квадратних прутків зі стороною квадрата 10 мм із сталей 12Х2НВФА і 13Х3НВМ2Ф. Режими хіміко-термічної обробки згідно [7].

13Х3НВМ2Ф (ХТО-1 на первинну твердість):

- цементация 930-950 ° С, високий відпустку 630-680 ° С, гарт 910-930 ° С
обробка холодом і відпустку 350-370 ° С. 13Х3НВМ2Ф

(ХТО-2 на вторинну твердість):

- цементация 1030-1050 ° С з безпосередньої загартуванням і подальший п'ятикратний відпуск 530-550 ° С.

12Х2НВФА:

- цементация 930-950 ° С, високий відпуск 650 ° С, гарт 880 ° С обробка холодом і відпуск 270 ° С. Твердість після обробки HRC 60 ... 62.

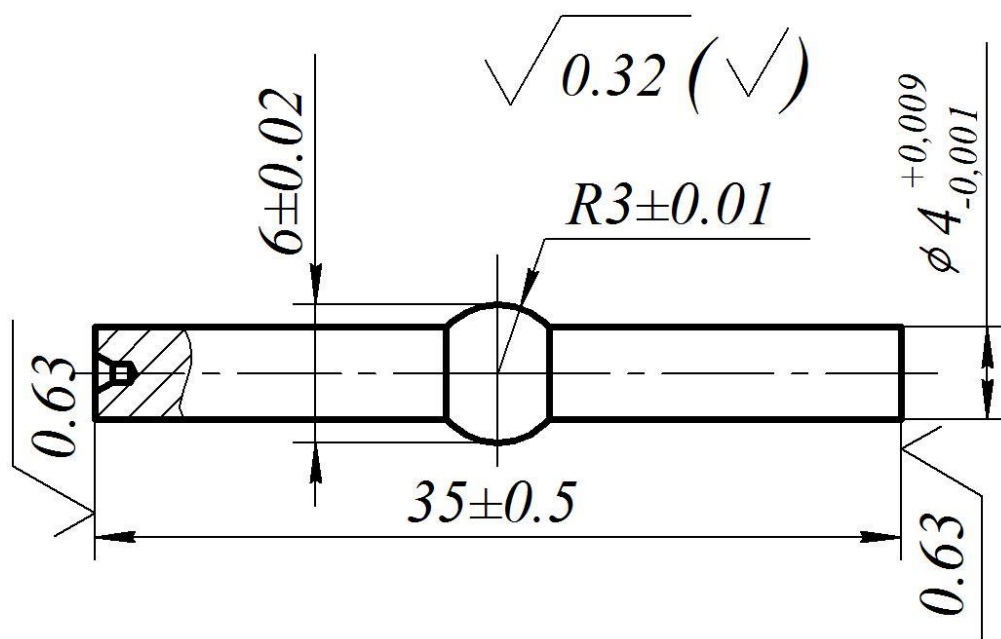
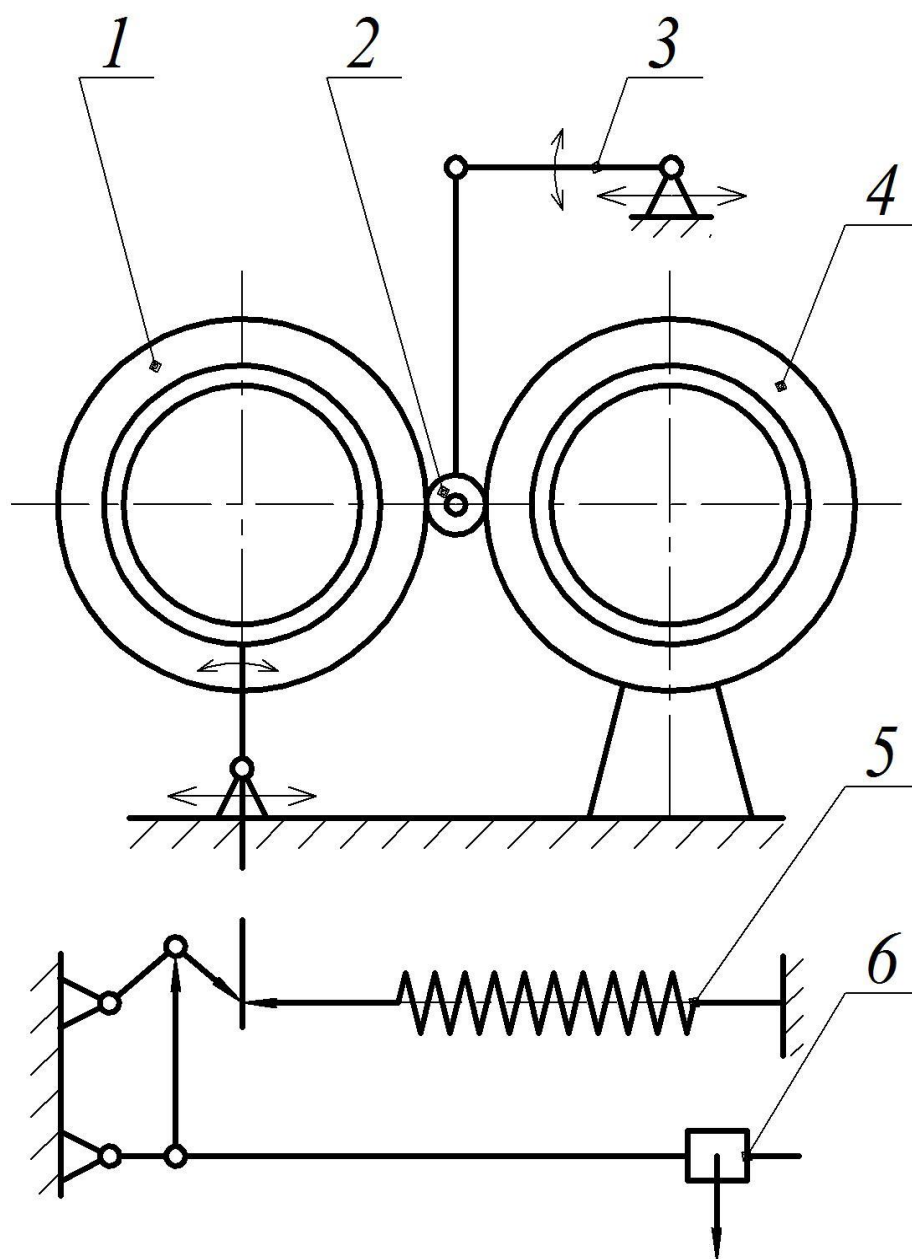


Рисунок 1 - Зразок для випробувань на контактну втому



1. Притискний диск ; 2. Зразок ; 3. Підвіска зразка ; 4. Приводний диск ;
 5. Вузол навантаження зразка ; 6. Вузол розвантаження зразка

Рисунок 2: Принципова схема стенду МКВ-Т

1.3. УМОВИ ЕКСПЕРЕМЕНТУ

В кожному варіанті випробуванню піддавали від 10 до 20 зразків до появи на їх поверхні робочої пітінга, момент виникнення якого фіксувався за допомогою електронного вимикача. При цьому одночасно реєструвалось число циклів навантажень. Випробування проводилися при максимальних напруженнях по Герцу 4000 МПа, швидкість обкатки становила 7,94 м / с, досліди проводилися з використанням 2-х типів мастила: сумішшю мінеральних масел МС-20 ГОСТ 21743-76 і трансформаторного ГОСТ 982-80 в співвідношенні 1:3, синтетичним маслом ПМ-10 ТУ 38.10112 99-90. Мастило в процесі випробувань підводилося до зразка за допомогою гнотів.

1.4. СТАТИЧНА ОБРОБКА ДАНИХ

Контактну витривалість оцінювали середньоймовірною довговічністю « N_{50} », відповідної 50% вірогідності руйнування зразків при контактному навантаженні, і гарантованою довговічністю « N_{10} » (за 10% вірогідності руйнування).

$$N_{50} = 10^{\lg \bar{N}} ;$$

$$\lg \bar{N} = \frac{\sum \lg N_i}{n}$$

$$S_{\lg n} = \sqrt{(\lg N)^2 - (\lg \bar{N})^2}$$

де: $\lg N$ – середній логарифм довговічності

n – число зразків.

2.ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА КОНТАКТНУ ВТОМУ ДОСЛІДЖУЄМИХ СТАЛЕЙ.

В результаті статистичної обробки були визначені середньологаріфмічна довговічність N_{50} , що відповідає 50% імовірності руйнування; гарантована довговічність N_{10} , відповідну 10% ймовірності руйнування зразків (табл. 1), а також середньоквадратичне відхилення S_{lgN} . За обчисленими значеннями i S_{lgN} були побудовані прямі, що апроксимують функції розподілу логарифмів чисел циклів: (рис. 3).

$$lgN_{Pi} = lgN + U_{Pi} * S_{lgN}$$

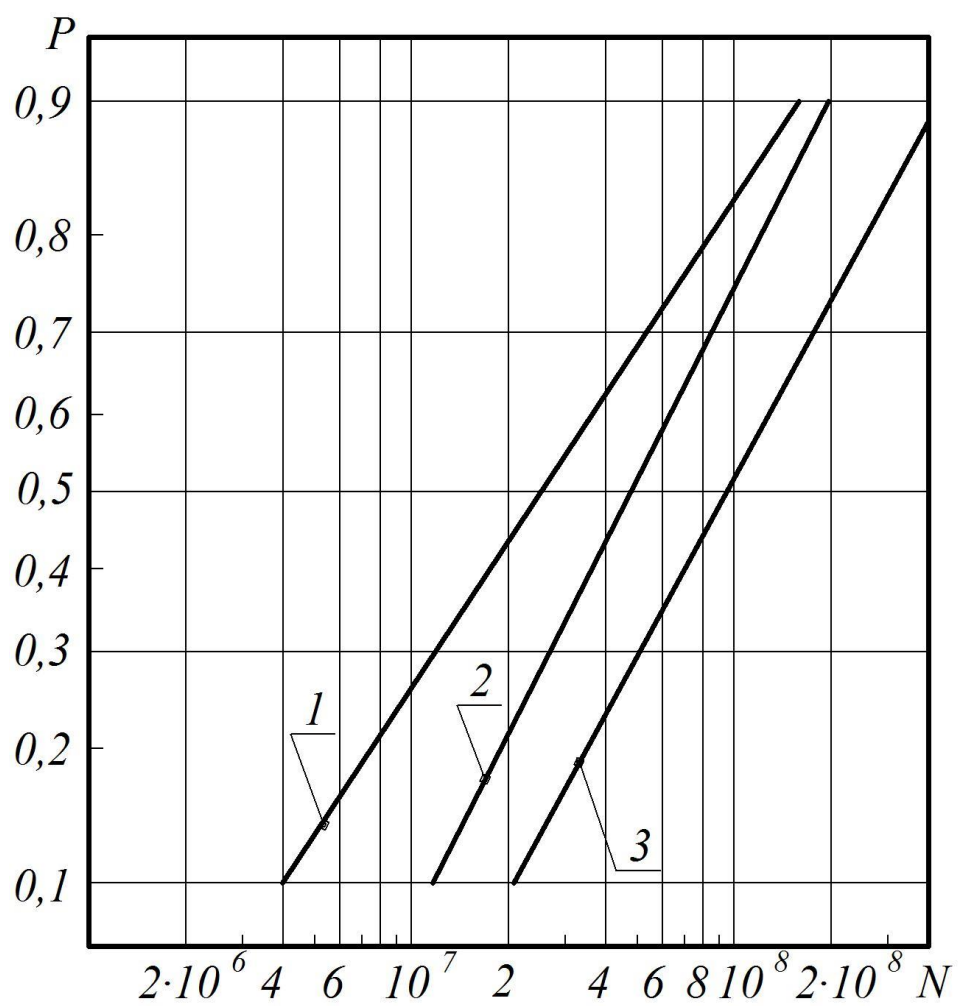
Таблиця 1

Результати порівняльних випробувань цементованих сталей на контактну витривалість

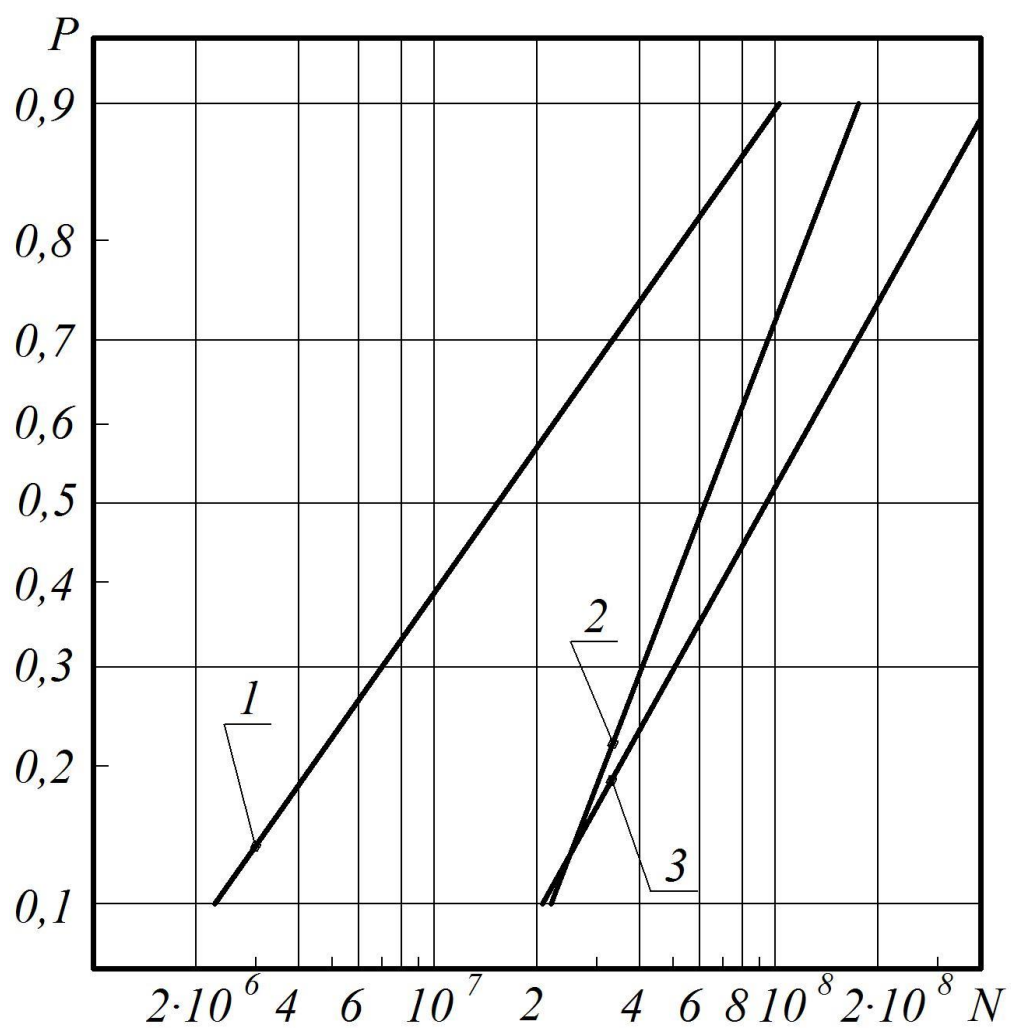
Марка сталі	Довговічність, млн. циклів		
	МС-20 + трансформаторне	ИПМ-10	
		Температура випробувань, °С	
	20	20	200
12Х2НВФА	93,2*	47,7	25,1
	20,67	11,61	3,98
13Х3НВМ2Ф (ХТО-1)	93,7	62,0	15,27
	20,76	21,92	2,27
13Х3НВМ2Ф (ХТО-2)	133	55,1	21,8
	39,04	18,04	4,17

Примітка: чисельник - середньоїмовірна довговічність « N_{50} »;

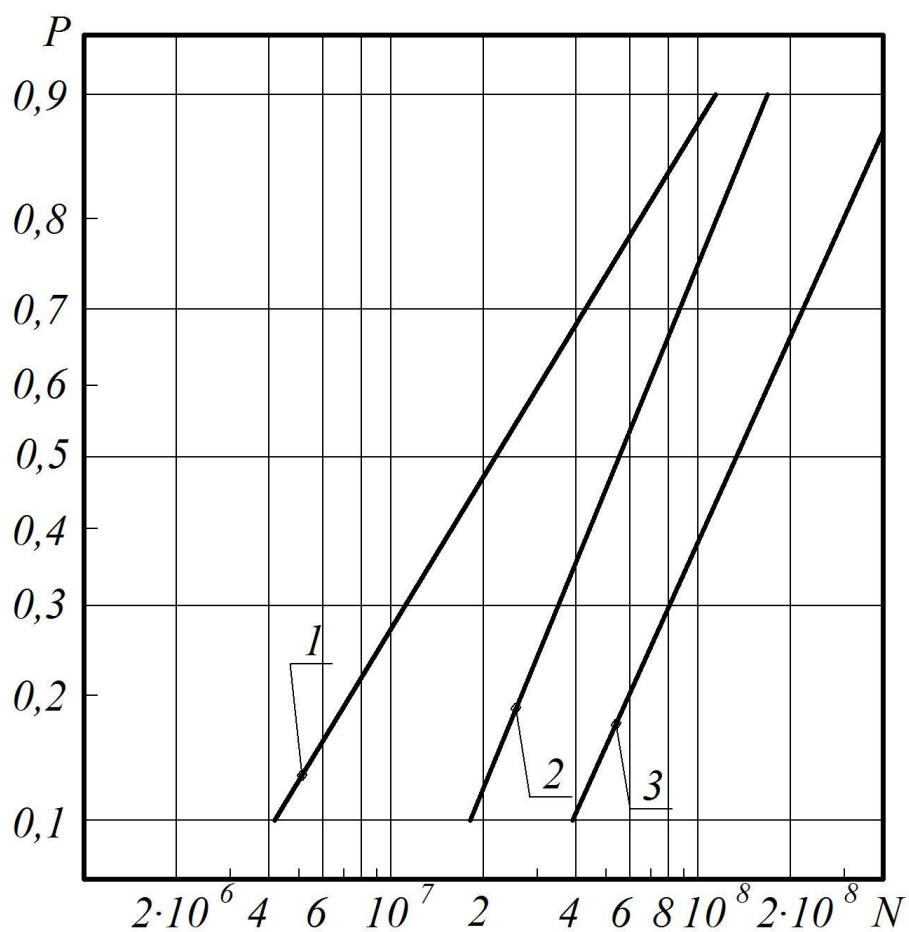
Знаменник - гарантована довговічність « N_{10} ».



a)



6)



в)

Рисунок 3 – Графіки функції розподілу довговічності зразків

(1–ІПМ-10, $t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2–ІПМ-10, $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3–МС-20+трансформаторне, $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

а – 12Х2НВФА; б – 13Х3НВМ2Ф (ХТО-1); в – 13Х3НВМ2Ф (ХТО-2).

Підвищена температура випробувань призвела до різкого зниження довговічності «N₅₀» (в середньому від 4,4 до 2,4 разів) і «N₁₀» - від 1,0 до 1,6 разів.

Таким чином, зниження рівня довговічності в результаті підвищення робочої температури не викликає сумніву, однак, оцінити чисто вплив температури на довговічність вельми складно, так як підвищення температури призводить не тільки до різкої зміни фізико-хімічних властивостей змащення, інтенсивності хімічної взаємодії мастила з контактними поверхнями зразків і нагрітої навколишнім середовищем, але і робить вплив на матеріал.

Завдання це надзвичайно складне і різноманітне. Отримані результати довговічності досліджених сталей показують деякі переваги сталі 13X3HBM2Ф (ХТО-2) як при змащенні мінеральним, так і при змащенні синтетичним маслом, особливо по гарантованій довговічності «N₁₀». З метою з'ясування причин різного рівня контактної витривалості цементованих сталей провели комплексні металографічні дослідження за допомогою оптичного та електронного мікроскопа. Відомий факт, що специфічні умови роботи підшипників кочення і зубчастих коліс призводять до зміни структури і властивостей сталі [12,13], в результаті чого знижується їх довговічність. Вид руйнувань характерний для контактних випробувань (рисунок 4, а, б). Огляд зразків до і після випробувань показав, що знос їх внаслідок стирання практично був відсутній, тобто випробування проходили в режимі рідинного тертя. Електронографічне дослідження пітінгу (рисунок 4 в) також підтверджувало типово втомний характер, а ребристий рельєф частини поверхні пітінга переконливо доводить, що злам виникає шляхом поступового поширення мікротріщини.



a)



6)



в

Рисунок 4 – Характер поверхні викришування

а – $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\times 70$); б – $t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\times 70$); в – ($\times 5000$)

На робочій поверхні випробуваних зразків зафіксовані структурні зміни у вигляді «білих нетравлених» верств і скупчень карбідів, які у вихідному стані не спостерігалися (рисунок 5 а). Характерно, що утворення білого шару що не травиться частіше спостерігали на випробувальних зразках із сталі 12Х2НВФА, до того ж розміри структурно-змінених ділянок були великими. На зразках зі сталі 13Х3НВМ2Ф (ХТО -1) спостерігали іноді скупчення карбідів, розміри яких перевищували розміри вихідних, а на зразках зі сталі 13Х3НВМ2Ф (ХТО-2) структурні зміни зустрічалися рідко та мали локальний характер. Підвищення температури випробувань сприяло збільшенню площі та кількості структурно-змінених ділянок, особливо, на зразках зі сталі 12Х2НВФА (рисунок 5 б).

На поперечних мікрошліфах в зоні дії дотичних напружень було виявлено структурні зміни у вигляді вибудованих під кутом до поверхні кочення рядків карбідів (рисунок 5 в)



a)



6)



в)

Рисунок 5 – Структурні зміни в досліджуваних сталях після випробувань

($\times 500$)

а – $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$; б – $t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$; в – рядки карбідів під кутом до поверхні

Примітно, що мікротріщини пов'язані з карбідними включеннями і проходять переважно по їх границям (рисунок 6 а). На ряді шліфів відмічено своєрідне розхитування великого карбіду і подальше його викришування (рисунок 6 б). Цьому, безсумнівно, сприяють підвищені температури, що створюють термічні напруги на межі розділу «карбід-матриця». Переважне розповсюдження втомної тріщини в місцях скупчення карбідів зазначив у своїй роботі С.В. Пінегін [11].

Однією з причин високого рівня довговічності сталі 13ХЗНВМ2Ф (ХТО-2) можна вважати кращий опір контактному втомному руйнуванню дрібнодисперсної структури поверхневого шару і підвищену теплостійкість дифузійного шару. На користь даного припущення свідчать також результати попередніх досліджень теплостійких шарикопідшипникових сталей [14].



а)



б)

Рисунок 6 Розповсюдження втомної тріщини і викришування карбідів

а) $\times 10000$; б) $\times 500$

Порівняльні випробування показують перевагу сталі 13ХЗНВМ2Ф (ХТО-2) як при мастилi мінеральної маслосумішшю, так і при змащуванні синтетичним маслом ПМ-10 за сукупністю характеристик. Для сталей, в яких відбуваються значні структурні перетворення, кут нахилу функції розподілу довговічності до осі абсцис зменшується. Котангенс цього кута визначається середньоквадратичним відхиленням. Отримані коефіцієнти варіації логарифма довговічності (табл. 2) показують, що значні структурні перетворення досліджуваних сталей призводять до істотного зниження стабільності властивостей поверхневого шару.

Таблиця 2

Коефіцієнти варіації логарифма довговічності при змащенні маслом ІПМ-10

Марка сталі	МС-20 + трансформаторне	ІПМ-10	
	Температура випробування, °С		
	20	20	200
12Х2НВФА	0,064	0,0623	0,0843
13Х3НВМ2ФА (ХТО-1)	0,064	0,0452	0,0899
13Х3НВМ2ФА (ХТО-2)	0,051	0,0488	0,0764

3. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

В розділі подані основні заходи охорони праці, при вирішенні проблем застосування цементованих сталей для виготовлення шестернів редукторів кранів.

3.1 Аналіз потенційних небезпек

- а) Незадовільно організоване робоче місце дослідника в приміщенні дослідницької лабораторії, внаслідок невиконання умов ергономічності стосовно організації робочого місця, або захаращення зони що може призвести до зниження працездатності, або механічної травми;
- б) Можливість ураження електричним струмом внаслідок порушень правил з електричної безпеки, несправності електро споживаючого обладнання або відсутності групових засобів захисту, що може призвести до електричних травм або летального наслідку;
- в) Проблеми пов'язані з підвищенням контактної міцності шестернів редукторів при різних типів мастильних матеріалів;
- г) Небезпеки які пов'язані безпосереднім проведенням досліджень, які стосуються вибору режимів цементування, зокрема техніка безпеки при роботі з мікроскопом;
- д) Небезпеки які пов'язані з обробкою отриманих результатів з використанням комп'ютерної техніки;

Наприклад:

- 1) Негативний вплив електромагнітних випромінювання при використанні відео-дисплейних терміналів, застарілих моделей. Це погано впливає на імунну систему робітника.
- 2) Негативний вплив візуальних ефектів при низькій, або не достатній контрастності (дозволу) зображення. Наслідок підвищення напруження зорового нерву.
- 3) Можливість астенопії – відчуття дискомфорту та біль в очах. В наслідок частоті зміни сприймання зображення та роботою с клавіатурою.

- 4) Підвищення напруженості і інтенсивність праці, що пов'язана з ПК, що може призвести до погіршення якості зору.
- 5) Підвищення психо-емоціональних навантажень, що призводить до професійного вигорання та стресових ситуацій.
- е) Незадовільні параметри повітряного середовища в адміністративному приміщенні в наслідок не ефективної роботи систем опалення та повітря обміну, що може призвести до захворювання
- ж) Незадовільний рівень освітлення дослідницької лабораторії, що може бути пов'язаний виходом з ладу освітлювальних приладів або конструктивних недоліків систем загального штучного освітлення.
- з) Можливість загорань в наслідок порушень правил с пожежної безпеки, що може призвести до пожежі.
- і) Небезпеки, які пов'язані з умовами праці у надзвичайних ситуаціях.

3.2 Заходи із забезпечення техніки безпеки

а) вимоги ергономіки згідно ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общеэргономические требования» при організації робочого місця проектувальника забезпечують швидкість та ефективність роботи.

Важливими моментами, які необхідно врахувати для організації робочого місця, є такі:

- робоча поза;
- конфігурація та спосіб розміщення панелей індикаторів та органів управління;
- потреба в огляді робочого місця;
- необхідність використання робочої поверхні для писання або інших робіт, установлення телефонних апаратів, іншої техніки, допоміжних засобів;
- простір для ніг та стоп при роботі сидячи.

Конструктивне рішення щодо організації робочого місця обов'язково має забезпечити оптимальність усіх зон досяжності моторного та інформаційного полів. Під інформаційним полем розуміють простір робочого місця з розміщеними засобами відображення інформації та іншими джерелами інформації, якими користується людина в процесі праці. Оптимальною зоною інформаційного поля називається та його частина, у якій забезпечується найкраще сприйняття інформації, при цьому враховують кут огляду, оскільки більшість інформації оператори сприймають очима. Рекомендуються такі параметри: кут огляду має становити 30—400 по відношенню до горизонталі робочого місця та 0—300 вертикальній площині по відношенню до горизонталі.

б) Для запобігання ураження електричним струмом, передбачено: електрообладнання має відповідати ГОСТ 12.1.019-79 « Система стандартів безпеки праці. Електробезпеки. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту» та ПУЕ-2013. Експлуатацію електрообладнання та електроустановок потрібно проводити згідно з « Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» та « Правил технічної безпеки при експлуатації електроустановок споживачів»:

- ізоляція струмоведучих частин (робота, додаткова, посилена, подвійна) повинна відповідати ГОСТ 12.2.007-75 « Системи стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;

- захисне відключення відповідно ГОСТ 12.2.007-75 «Системи стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;
- відповідність електрообладнання відповідно ГОСТ 12.2.019-79 « Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту».

в) Вирішення проблем при застосуванні цементованих сталей для виготовлення шестернів редукторів кранів.

Дослідження контактної витривалості є одним з найважливіших критеріїв працездатності підшипників кочення та зубчастих коліс, при підвищених температурах набувають особливої актуальності, застосування таких сталей як 12Х2НВФА і 13Х3НВМ2Ф.

Тому, за результатами випробувань цементованих сталей вирішення даної проблеми полягає в наступному: з метою зв'язування причин різного рівня контактної витривалості цементованих сталей провели комплексні металографічні дослідження за допомогою оптичного та електронного мікроскопу з метою підвищення експлуатаційної надійності редукторів.

г) Персонал зобов'язаний дотримуватись правила техніки безпеки при роботі з мікроскопом, а саме: для роботи з мікроскопом поле зору повинно бути освітленим. Обертаючи револьвер, встановлюють об'єктив з малим збільшенням. Після того як встановлено найкраще освітлення, поміщають препарат на столик мікроскопу, укріплюють його затискачами і, дивлячись з боку, за допомогою макрометричного гвинта опускають об'єктив майже до препарату. Тубус далі повільно підіймають до появи чітких контурів препарату. Фокус уточнюють мікрометричним гвинтом, після чого обертаючи револьвер підводять під тубус об'єктив із середнім збільшенням 40 або 60.

Мікроскоп весь час має зберігатися в футлярі або ящику, захищений від прямих сонячних променів. До оптичної частини торкатися пальцями не слід, а протирають тканиною змоченою в бензині. Рухомі частини мікроскопа кожні 4-6 місяців змащують маслами.

Відходи, сміття та невикористані матеріали прибрати з робочого місця у визначене місце.

У разі виникнення аварійної ситуації слід негайно припинити роботу.

д) Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції, розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналів, персональними електророзрахунковими машинами і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і помилку комп'ютера.

Основні правила організації простору навколо робочого місця:

– при тривалому і інтенсивному використанні, на поверхні модулів ПК (системний блок, монітор, мишка і т.д.) виникають невеликі розряди струму. Ці частинки активізуються під час дотиків до них і призводять до виходу техніки з ладу. Потрібно регулярно використовувати нейтралізатори, зволожувачі повітря, антистатика;

– навколо столу не повинно бути звисаючих проводів, користувач не повинен контактувати з ними;

важлива цілісність корпусу розетки і штепсельної вилки;

При виконанні роботи

Оскільки персональний комп'ютер має всі властивості електричного приладу, то на нього поширюються основні правила безпеки при взаємодії з провідниками струму:

- не можна розміщувати будь-які речі на проводах, а також самостійно змінювати їх розташування без особливої потреби;
- рекомендується уникати розташування рідин поруч з модулями комп'ютера;
- неприпустимо знімати корпус будь-якої із складових частин ПК під час його роботи;
- під час роботи на комп'ютері не можна одночасно торкатися до інших металевих конструкцій, які стоять на тій же поверхні. Це стосується опалювальних батарей або трубопроводів;

– при відчутті навіть незначного запаху гару, потрібно якомога швидше вимкнути ПК з мережі і звернутися до відповідального за обслуговування комп'ютерної техніки.

Щоб мінімізувати вплив при тривалому знаходженні за монітором, варто назавжди запам'ятати наступні правила:

- відстань між очима користувача і екраном становить не менше 600 мм;
- клавіатура повинна встановлюватись під кутом $150(\pm 5)$;
- стілець розташовується таким чином, щоб тримати рівну поставу;
- кість руки повинна мати опору, для чого відстань від клавіатури до краю стола становить 100-150 мм;
- надзвичайно важлива періодична зарядка. Щогодини потрібно вставати з крісла, розминати м'язи і суглоби на протязі 10-15 хв.

Режим праці та відпочинку при роботі з комп'ютером повинні організовуватися в залежності від виду та категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності поділяються на 3 групи:

Група А – робота з зчитування інформації з екрана комп'ютера з попереднім запитом;

Група Б – робота з введення інформації;

Група В – творча робота в режимі діалогу.

За основу роботу з комп'ютером слід приймати таку, яка займає не менше 50 % часу протягом часу роботи комп'ютера.

Для видів трудової діяльності встановлюється 3 категорії тяжкості і напруженості роботи з комп'ютером, які визначаються:

для групи А – по сумарному числу прочитуються знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи Б – по сумарному числу зчитування або вводяться знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи В – по сумарному часу безпосередньої роботи з комп'ютером, але не більше 6 годин за час роботи з комп'ютером ;

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем. Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях. Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшеного числа помилок у роботі, але і проводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової системи, імунної системи.

При роботі з ПЕОМ норми ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» висувають вимоги наявності в приміщеннях систем опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05-91. Нормовані параметри мікроклімату, температури, відносної вологості й рухливості повітря, його іонного складу, вмісту шкідливих речовин мають відповідати вимогам СН 4088-86, СН2152-80, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.007-76. Температура повітря в приміщенні при роботі за ПЕОМ в холодну пору року повинна становити 21-23° С, в теплу пору – 22-24° С, відносна вологість повітря повинна складати 40-60%, швидкість руху повітряних мас повинна бути не вище 0,2 м/с.

Рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях, обладнаних ПЕОМ мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-83, ГР 2411-81. Рівень шуму при роботі за ПЕОМ не повинен перевищувати 60 дБ.

Під час виконання робіт з ПЕОМ у виробничих приміщеннях значення характеристик вібрації на робочих місцях мають не перевищувати допустимі відповідно до СН 3044-84 та ГОСТ 12.1.012-90.

Значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях мають не перевищувати допустимих значень згідно ГОСТ 12.1.045-84. «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля». Значення напруженості електромагнітних полів на робочих місцях мають відповідати нормативним значенням згідно ГОСТ 12.1.006-84 «ССБТ Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

Обладнання і організація робочого місця працюючих з ПЕОМ мають відповідати ергономічним вимогам, конструкція робочого місця має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози та відповідати сучасним

вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання і документів.

Працюючі з ПЕОМ підлягають обов'язковим медичним оглядам. Періодичні огляди мають проводитися раз на два роки

3.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

- е) забезпечення належних параметрів повітряного середовища у адміністративних приміщеннях.

Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: устрій технічних систем, які повинні забезпечувати параметри повітряного середовища у відповідності до норм, які вказані в таблиці 1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 10.1 Оптимальні фізичні параметри повітряного середовища цеху.

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

В теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або кондиціювання згідно СНиП 2.04.05-91 «Отопление вентиляция и кондиционирование», а в холодний період – системи водяного опалення.

ж) При проведенні робіт застосовувати систему комбінованого освітлення. Освітленість при роботі 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 поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк, якщо ці значення неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення.

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.

Штучне освітлення – освітлення будинків, приміщень, споруд та створення зовнішнього освітлення за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників. Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення.

Для виконання визначених робіт в лабораторії необхідно провести розрахунок рівномірного загального освітлення виробничого приміщення методом світлового потоку.

1) Вибір системи освітлення:

Вибір системи освітлення залежить від зорових робіт і визначається за Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.5.-28-2006 “Природне і штучне освітлення”. Розряд зорової роботи IIIа, застосовуємо систему комбінованого освітлення.

2) Визначення рівня нормованої освітленості (E_n) проводимо за дод. А [28] в залежності від розряду зорових робіт, фону, контрасту об’єкта з фоном та системи освітлення. Приймаємо $E_n = 400$ лк.

3) Вибір джерела світла: використовуємо люмінесцентні лампи ЛБ (білого кольору 2500-2800К), тому що вони рекомендовані для приміщень висотою до 6м.

Розміри приміщення лабораторії: довжина $A = 6$ м, ширина $B = 6$ м, висота $H = 2,8$ м.

4) Вибір типу світильника проводимо з урахуванням умов навколишнього середовища, характеристики і освітлювального приміщення за вибухопожежонебезпекою. Для лабораторій, та приміщень з висотою до 5 м обираємо тип світильника ПВЛ. Коефіцієнт світильника $[L/h] = 1,5$.

5) Оцінка коефіцієнта запасу та коефіцієнта нерівномірності (мінімального) освітлення:

Коефіцієнт запасу k_z враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов. Обираємо $k_z = 1,5$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення $z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп.

6) Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення:

Обирається в залежності від виділення пилу у процесі роботи.

У приміщеннях з незначним пиловиділенням $\rho_c = 50\%$ - відбиття від стелі, $\rho_{ст} = 30\%$ - відбиття від стін, $\rho_p = 10\%$ - відбиття від підлоги.

7) Значення індексу приміщення визначаємо за формулою:

$$i = AB/(h(A+B)), \quad (4.1)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

$$h = H - h_p - h_z, \quad (4.2)$$

де H – висота виробничого приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

(як правило, висота умовної робочої поверхні $h_p = 0,8$ м)

h_z – висота звисання світильника від стелі, м.

Так як h_z не задана, то розрахунок проводимо за формулами:

а) Розраховуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = B/((H - h_p) * [L/h]), \quad (4.3)$$

де $[L/h] = 1,5$ – числове значення коефіцієнта світильника за дод. В [27].

$$N_p = 6/((2,8 - 0,8) * 1,5) = 2 \text{ ряда}$$

б) визначаємо максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{\max} = \left[\frac{B}{N} \right] \cdot p = 6/2 = 3 \text{ м} \quad (4.4)$$

в) розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = L_{\max} / ([L/h]) = 3/1,5 = 2 \text{ м} \quad (4.5)$$

г) знаходимо висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h = 2,8 - 0,8 - 2 = 0 \text{ м} \quad (4.6)$$

Знаходимо чисельне значення індексу приміщення за формулою (4.1):

$$i = (6 \cdot 6) / (2(6+6)) = 1,5$$

8) Значення коефіцієнта використання світлового потоку η обираємо в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (ρ_s , ρ_{st} , ρ_p) та індексу приміщення за дод. Д [28]. Приймаємо $\eta = 40\%$.

9) Проводимо розрахунок світлового потоку лампи та загальної кількості світильників за схемою:

а) Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = (E_n \cdot S \cdot k_{z \cdot z}) / \eta, \quad (4.7)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлювальної поверхні, м²;

k_z – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку

$$\Phi_{\Sigma} = (400 \cdot 36 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / 0,4 = 59\,400 \text{ лк}$$

б) Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = AB / (L_{\max}^2) = (6 \cdot 6) / 3^2 = 4 \text{ світильника} \quad (4.8)$$

в) Розраховуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \Phi_{\Sigma} / N_{\text{л}}, \text{ лм} \quad (4.9)$$

де $N_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\text{л}} = N^* \cdot n = 4 \cdot 2 = 8 \text{ шт}$$

n – кількість ламп у світильнику.

$$\Phi_{\text{л}}^* = (59\,400) / 8 = 7\,425 \text{ лм}$$

г) Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{л}}$ і розраховуємо коефіцієнт m . Тип лампи – ЛБ, $P_{\text{л}} = 80 \text{ Вт}$ – потужність лампи, $\Phi_{\text{л}} = 5\,400 \text{ лм}$ – світловий потік лампи, $L = 1,5 \text{ м}$ – довжина лампи.

$$m = (\Phi_{\text{л}}^*) / \Phi_{\text{л}} = (7\,425) / (5\,400) = 1,375 \quad (4.10)$$

д) Визначаємо оптимальну кількість ламп у приміщенні:

$$N = N_{\text{л}} \cdot m = 8 \cdot 1,375 = 11 \text{ ламп} \quad (4.11)$$

Приймаємо фактичну кількість ламп у приміщенні $N_{\text{фл}} = 12$ ламп.

10) Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = (\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{фл}} \cdot \eta) / (S \cdot k_z \cdot z) = (5400 \cdot 12 \cdot 0,4) / (36 \cdot 1,5 \cdot 1,1) = 436,4 \text{ лк} \quad (4.12)$$

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп повинна виконуватися умова:

$$E_p = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_n, \text{ лк} \quad (4.13)$$

$$E_p = 360 \dots 480 \text{ лк}$$

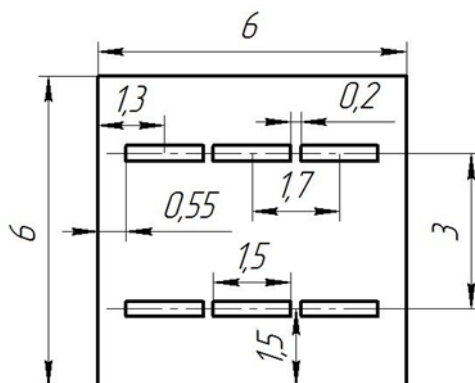
Розрахункове значення освітленості E_p складає 436,4 лк, отже необхідна умова виконується.

11) Розраховуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{л}} \cdot P_{\text{л}} = 12 \cdot 80 = 960 \text{ Вт} \quad (4.14)$$

12) Виконаємо ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників. Ескіз розташування див. рисунок 4.1

Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильників у виробничому приміщенні



3.4 Заходи з пожежної безпеки

з) Для попередження пожежі та вибухів на ділянках передбачені такі заходи як наявність первинних засобів пожежогасіння.

В комплексі заходів, що використовуються в системі протипожежного захисту, важливе значення має вибір найбільш раціональних способів та засобів гасіння різних горючих речовин матеріалів згідно зі СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений».

Для гасіння пожеж використовуються такі вогнегасні речовини: вода, вода з домішками, піна (хімічна або повітряно-механічна), спеціальні порошки, зріджений вуглекислий газ, галоїдовані вуглеводні. Для забезпечення зручності і з метою віддалення людини від полум'я, ці речовини поміщують в спеціальні улаштування – вогнегасники.

За ГОСТ 27331–87 “Пожарная техника. Классификация пожаров” встановлено чотири класи пожеж, а також їх символи:

клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);

клас В – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;

клас С – пожежі газоподібних речовин;

клас D – пожежі металів та їх сплавів.

Відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати:

20 м – для громадських будівель та споруд;

30 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та рідини);

40 м – для приміщень категорій В, Г;

70 м – для приміщень категорії Д.

В зв'язку з цим приймаються вогнегасники які призначені для прямого застосування для гасіння пожежі.

Вогнегасники:

- 1) Пінні (ВХП-10, ВВП-5, ВВП-9, ВВП-100) – для тушіння твердих горючих речовин та нафтопродуктів;
- 2) Порошкові (ВП-5, ВПК-2, ВПУ-10) – для тушіння пожежі металів;
- 3) Вуглекислотні (ВУ-2, ВУ-10, ВВК-3) – для тушіння електроустановок у тому числі і під напругою;
- 4) Хладонові (ВАХ, ВХ-3, ВБХ-3, ВС-8МФ) – для тушіння речовин які горять без доступу кисня.

Наприклад:

Площа ділянки (робочої зони) складає 36м². Виходячи з цього згідно НАПБ Б.03.001.-2004 «Типові норми належності вогнегасників» в якості первинних засобів пожежогасіння передбачено використання 4 переносних вогнегасників порошкових ВП-5, відстань між вогнегасником і місцем можливого загоряння не більш 15м . Так само для первинних засобів пожежогасіння передбачені ящики з піском ємністю 0,5м³, лопати залізні, відра і ломи.

3.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

- i) «Інженерно-технічні заходи від впливу електромагнітного імпульсу на елементи виробництва».

Ядерний вибух має декілька вражаючих факторів, які впливають на людей та механізми. Ці фактори складаються зі світового випромінювання, ударної хвилі та електромагнітного імпульсу, окрім цього радіоактивне враження.

Електромагнітний імпульс супроводжує ядерний вибух у вигляді короткого імпульсу, який вражає електричну та електронну апаратуру.

Особливість електромагнітного імпульсу полягає в його здатності поширюватися на десятки кілометрів в оточуючому середовищі та по різних комунікаціям.

В мережах електропостачання виникають перевантаження, які викликають пробій ізоляції обмоток електродвигуна, міжфазне коротке замикання, замикання на корпус, пробій ізоляції проводів, які підключають двигун до мережі.

Ступінь ушкодження залежить від амплітуди наведеного імпульсу напруги або струму та електричної міцності обладнання. Особливо незахищеним до впливу електромагнітного імпульсу є апаратура на напівпровідниках.

Електромагнітний імпульс випалює елементи електросхем, викликає коротке замикання, іонізацію діелектриків.

Електромагнітний імпульс вражає також резистори, викликає іскріння у міжконтактних з'єднаннях. Це призводить до нагріву та пошкодження опору поверхні, що буває небезпечно.

Електромагнітний імпульс ядерного вибуху вражає електротехнічні пристрої керування електродвигуном, тому необхідно вірно оцінити ймовірність пошкодження наявних схем і систем внаслідок дії електромагнітного імпульсу (ЕМІ).

Головна задача захисних пристроїв від ЕМІ – виключити доступ наведених струмів до чутливих вузлів та елементів обладнання, яке захищається.

Одним з методів захисту від дії сильного ЕМІ є використання металевих екранів. Вони віддзеркалюють електромагнітні хвилі та гасять високовольтну

високочастотну енергію. Через систему заземлення струм, наведений ЕМІ, збігає в землю.

Для розширення спектру частот ЕМІ, що поглинаються, використовують різні типи екранів, виготовлених з різних елементів. Найдешевший екрануючий матеріал – холоднокатана сталь. Стінки екранів можуть виконуватися у вигляді сіток та у вигляді листів.

Також використовуються розрядники, які встановлюються в лінії електропостачання на вході та виході електродвигуна, що захищається.

Основні функції захисного розрядника – розімкнути лінію або відвести енергію для попередження пошкодження в двигуні або обладнанні, що захищається.

Розрізняють два види розрядників:

“жорсткі” обмежувачі – прилади з пробоем (газові розрядники, діоди);

“м'які” обмежувачі – нелінійні опори, які залежать від напруги (конденсатори).

Для електродвигунів основну небезпеку представляє імпульс, який приходить до мережі живлення.

Для захисту використовують запобіжники та вхідні пристрої, які реагують на підвищення струму або напруги. Найбільш ефективними є вказані пристрої з використанням плавких запобіжників.

При появі між провідною лінією і землею великої різниці потенціалів розрядники у ряді випадків забезпечать “стікання” великого заряду в землю без пошкодження ізоляційних елементів ліній.

Для захисту двигунів в цьому випадку використовують: плавкі вставки з автоматичним відновленням, замикаючі котушки, розрядники, дренажні котушки, двопровідну лінію, екран кабелю та пристрій вимикання двигунів.

Також для захисту кабелів, які живлять електродвигуни, використовують екранування і прокладання кабелів в металевих трубах. При цьому використовуються кабелі з високим коефіцієнтом екранування і високою електричною та механічною міцністю, тому що прокладання в трубах викликане великими труднощами.

При виборі захисних пристроїв слід враховувати, що ЕМІ характеризується дуже великим об'ємом, тобто одночасним спрацюванням захисних засобів у всіх ланцюгах, які будуть знаходитись в зоні джерела ЕМІ. Тому схеми захисту,

що використовуються, повинні автоматично відновлювати працездатність ланцюгів.

Стійкість електродвигунів до дії ЕМІ у великій мірі залежить від правильної експлуатації ліній та правильного контролю справності засобів захисту. До важливих вимог експлуатації відносять періодичну і своєчасну перевірку електричної міцності ізоляції ліній до входних ланцюгів електрорадіотехнічної апаратури, своєчасне виявлення та усунення вимикаючих заземлень проводки, контроль працездатності розрядників, плавких вставок і т. і.

Вказані засоби захисту повинні застосовуватися на усіх видах електротехнічної апаратури з урахуванням характеру вражаючої дії електромагнітних випромінювань ядерного вибуху для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах ракетно-ядерної війни.

Усі розглянуті заходи в розділі “Охорона праці” сприяють покращенню умов праці та безпеки, зменшують шкідливий вплив виробничих факторів на людину, а тому призводять до покращення якості виконаних робіт.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

На основі результатів, що було отримано при випробуваннях на контактну втому цементованих сталей 12Х2НВФА і 13Х3НВМ2Ф на установці МКВ-Т, можна зробити наступні висновки:

1. Отримано характеристики контактної витривалості сталей 12Х2НВФА і 13Х3НВМ2Ф при різних видах хіміко-термічної обробки і різних типах масел.
2. Порівняльні випробування показують перевагу стали 13Х3НВМ2Ф (ХТО-2) як при мастилі мінеральної маслосумішшю, так і при мастилі синтетичним маслом ІПМ-10.
3. Показано, що структурні зміни, викликані температурним і силовим впливами, призводять до зниження довговічності і стабільності властивостей поверхневого шару.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Barwell F.T. The effect of lubrication on the pitting of ball Bearings / F.T. Barwell, D. Scott // Engineering -1956. - v. 182. - P. 9
2. Безбородько М.Д. Исследование питтинга на четырехшариковой машине / М.Д. Безбородько, Г.С. Кривошеин // В кн.: Трение и износ в машинах. - М.: Изд АН СССР, 1962. – Вып XVI. – С. 5 – 23.
3. Крылов К.А. Долговечность узлов трения самолетов / Крылов К.А., Хаймзон М.Е. - М.: Транспорт, 1976. – 184 с.
4. Третьяков П.П. Исследование вязкостных и противоизносных свойств некоторых образцов вертолетных масел / П.П. Третьяков, В.П. Бельшков // Труды ГосНИИ ГА – 1972. – Вып 76. – С. 52 – 59.
5. Курпатов П.А. Усталостная прочность поверхности твердых тел в активной среде // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1999. – № 3. – С. 51 – 53.
6. Производство зубчатых колес газотурбинных двигателей: Произв.-практ. издание / Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов, И.П. Нежурин и др., Под ред. Ю.С. Елисеева. – М.: Высшая школа, 2001. – 493с.
7. Алексеева Г.П. Жаропрочная цементуемая сталь 13Х3НВМ2ФА / Г.П. Алексеева, И.П. Банас, И.Н. Лазечный и др. // Вестник машиностроения – 1973. – № 7. – С. 45 – 47.
8. Методические указания. Надежность в технике. Методы испытаний на контактную усталость. Изд-во стандартов. М., 1974 г.
9. Вильчек А.И. и др. Универсальная установка для исследования контактной выносливости материалов. Запорожье, 1977 г.
10. Вильчек А.И. и др. Метод измерения температуры поверхности вращающихся деталей. Заводская лаборатория, 1978, № 1.

11. Пинегин С.В. Контактная прочность и сопротивление качению. М.: Машиностроение, 1969. 244 с.
12. Любарский И.П. Повышение износоустойчивости тяжело нагруженных шестерен М.: Машиностроение, 1965. 132 с.
13. Bear H.R., Butler R.H. Preliminary metallographic studies of ball fatigue under rolling-contact conditions. NASA, TN-3925, 1957 42 p.
14. Банас И.П., Вильчек А.И. и др. Исследование контактной выносливости сталей различной теплоустойчивости. Физико-химическая механика материалов, 1971, № 2.

text.ru/antiplagiat/unauthorized

Бронювання готелів ROZETKA AliExpress Lamoda Найди! Сравни! Купи! Facebook

Магазин статей
Магазин новостей

SEO анализ
Синонимы к слову

Регулярная проверка
API уникальности
Пакеты символов

ПРОВЕРКА ТЕКСТА НА УНИКАЛЬНОСТЬ [FAQ](#) [API проверки](#)

Гости [9 текстов в очереди](#) Время проверки уникальности: 16.12.2018 19:53 (UTC +03:00)

+ Новый текст

Проверка уникальности
Уникальность: **98.96%**
[www.znu.edu.ua/faculty/fizky/bls/30-119_0...](#) **1%**
[Подробнее](#)

Проверка орфографии
В тексте найдено 80 ошибок:

- авіадвигунобудування
- повтор пробела
- досліджуємих

[Подробнее](#)

SEO-анализ текста
 Всего символов: **13190** Заспамленность: **60%**
 Без пробелов: **11510** Вода: **3%**
 Количество слов: **1669** Замена символов: **526**
[Подробнее](#)

Подсвечено: ☒ Неуникальные фрагменты

РЕФЕРАТ
 ПЗ: 45 сторінок, 6 рисунків, 2 таблиці, 14 джерел.
 Проводиться дослідження характеристик контактної витривалості теплостійких сталей з врахуванням типів мастил, що є актуальною задачею сучасного авіадвигунобудування.
 Мета роботи: дослідження характеристик контактної витривалості сталей 12Х2НВФ4 та 13Х3НВМ2Ф в статистичному аспекті при різних типах мастил при нормальній та підвищеній температурах.
 Метод дослідження – з використанням стандартних пакетів: Word, КОМПАС – 3DV17.1.
 Об'єкт дослідження: відповідальні деталі ПД, що працюють в умовах циклічних контактних та термічних навантажень, а також процеси, що їх супроводжують. Предмет дослідження: закономірності впливу параметрів термомеханічного навантаження, а також робочого середовища на характеристики контактної витривалості теплостійких сталей.
 Робота виконана на кафедрі ДМ і ПТМ Запорізького національного технічного університету.

Версии текста:
 6 минут назад (UTC +03:00)
 Уникальность: **98%** Орфография: **80**
 Всего символов: **13190** Заспамленность: **60%**
 Без пробелов: **11510** Вода: **3%**
 Количество слов: **1669** Замена символов: **526**