

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)
Деталей машин і П.Т.М.
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Дослідження динамічних з'єднань
щетамоконструкцій ванталоопірйомих
кранів

Виконав: студент 6 курсу, групи М-313
спеціальності (напряму підготовки)

133" Галузево машинобудування
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Гришин М.Ю.
(прізвище та ініціали)
Керівник Руднев О.М.
(прізвище та ініціали)
Рецензент Плотов В.П.
(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 приводно-транспортних механізмів
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність Приводно-трансп. доросні будів, меліорат машини і об'єктів
 (код і назва)
 Напрямок підготовки Машинобудування
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

"6" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гришину Максиму Тарасовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження болтових з'єднань
металоконструкцій вантажопідійомних кранів

керівник роботи К.Т.Н. доцент Руднев Олександр Михайлович,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" листопада 2018 року № 334

2. Строк подання студентом роботи 11 грудня 2018 року

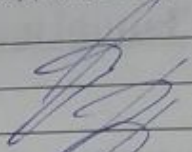
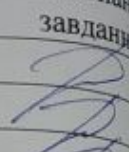
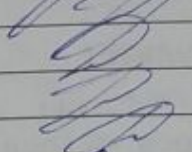
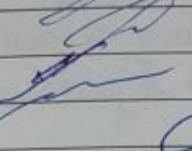
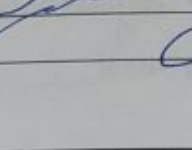
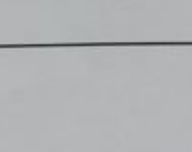
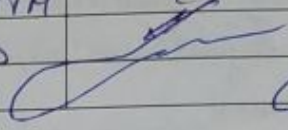
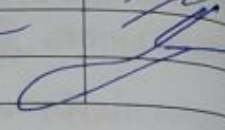
3. Вихідні дані до роботи аварія поворотної частини крана
КБ-674

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Застосування болтового з'єднання в Аварії
пов'язані з руйнуванням ОПП 3. Порядок розрахунку
болтового з'єднання 4. Конструкція з'єднання 5. Висновок
до міцності матеріалу болтів 6. Охорона праці та
безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

1. Залежності характеристик від матеріалу болтів
Din та ВСТУ 2. Графіки порівняння зусиль та
моменту з'єднання Din та ВСТУ.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконання завдання
1	Руднев О.М. ктн, доцент кафедр. ФМ; ІТМ		
2	Руднев О.М. ктн, доцент кафедр. ФМ; ІТМ		
3	Руднев О.М. ктн, доцент кафедр. ФМ; ІТМ		
4	Руднев О.М. ктн, доцент кафедр. ФМ; ІТМ		
5	Руднев О.М. ктн, доцент кафедр. ФМ; ІТМ		
6	К.Т.Н., доцент Нестеров О.В.		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Ознайомлення з завданням	10.09.18	
2	Вгляд аварій пов'язаних з бойовим з'єднанням	01.10.18	
3	Пошук мотивів вирішення проблеми	05.10.18	
4	Шляхи покращення структурної міцності бетону	15.10.18	
5	Порівняння характеристик	21.10.18	
6	Охорона праці та безпеки у надзвичайн. ситуац.	02.11.18	
7	Виготовлення графічної частини	05.11.18	
8	Оформлення дипломної роботи	23.11.18	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Бирощин А.

(прізвище та ініціали)

Руднев О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 63 с., 8 таблиць, 17 рисунків, 14 джерел.

Мета роботи – дослідження болтових з'єднань металоконструкцій вантажопідйомних кранів.

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

У проекті вирішені такі задачі: познайомилися з болтовими з'єднаннями в металоконструкції, з їх хімічним складом та механічними характеристиками. Аналізували аварії пов'язані з руйнуванням ОПП.

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

Ключові слова: БОЛТ, ВИСКОМІЦНИЙ БОЛТ, БОЛТОВЕ З'ЄДАННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАСТОСУВАННЯ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ	7
2 АВАРІЇ ПОВ'ЯЗАНІ З РУЙНУВАННЯМ ОПП.....	10
3 ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ	13
3.1. розрахунок для болтів опорного кільця.....	14
4 КОНТРОЛЬ ЗАТЯЖКИ.....	23
5 ВИМОГИ ДО МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛА БОЛТІВ	28
ВИСНОВОК.....	42
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	43
6.1 Аналіз потенційних небезпек	43
6.2 Заходи із забезпечення техніки безпеки	44
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	50
6.4 Заходи з пожежної безпеки	58
6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	59
Перелік використаної літератури	64

ВСТУП

Машинобудування досить важко уявити без застосування болтових з'єднань. Не менш складно придумати технологічну сферу, де не використовувалися елементи різьбових з'єднань, в силу їх простоти, надійності та універсальності. Поява в практичній діяльності людини різьбових кріпильних виробів рівноцінно винаходу колеса і зубчастих передач.

Перші різьбові кріпильні деталі почали застосовуватися ще в Стародавньому Римі на початку Н. Е. при виготовленні ювелірних виробів і медицині. Більш широко болти і гайки стали застосовуватися в п'ятнадцятому столітті для практичного використання. Так верстат німецького першодрукаря Йоганна Гутенберга, створений в період 1448-1450 роках, мав з'єднання. Схожі з сучасними різьбові кріпильні з'єднання почали застосовувати на початку сімнадцятого століття. З тих пір вдосконалення болтових з'єднань йшло по шляху не тільки розробки їх конструктивного виконання, а й застосування нових матеріалів для їх виготовлення і розробки технології виробництва, які забезпечують необхідні експлуатаційні властивості. Широке впровадження стандартизації і уніфікації елементів болтових з'єднань і стрімкий розвиток комп'ютерних технологій перетворило процедуру розрахунку і вибору матеріалів для виготовлення болтів, здавалося б, в просту формальність при конструюванні виробів, будівельних конструкцій, машин і механізмів. Разом з тим, як показує аналіз аварій, що сталися через руйнування болтових з'єднань, причинами трагедій, що трапилися, були технічні прорахунки, пов'язані з недостатнім розумінням самої суті механіки структурного руйнування і неприйняттям (на рівні підсвідомості) основних принципів оцінки ризику при виборі тих чи інших технічних рішень.

1 ЗАСТОСУВАННЯ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ

У металевих конструкціях використовують переважно болти діаметром 10...30 мм. Діаметри анкерних болтів досягають 100 мм та більше. Довжина болтів зумовлена конструкцією з'єднання і може змінюватися у широких межах. Розмір головки болта під ключ найчастіше становить 1,5d.

Розрізняють болти грубої та нормальної точності, підвищеної точності і високоміцні.

Болти грубої та нормальної точності здебільшого використовують у монтажних з'єднаннях для фіксації елементів. Переважно використовують болти М20, а для дрібного фасонного прокату – М16. Встановлюють болти в отвори, діаметр яких більший за діаметр болтів на 3 мм (для зазначених діаметрів). Отвори формують в окремих з'єднуваних деталях шляхом пробивання чи свердлення. Тому при складанні спостерігається деяке неспівпадання осей отворів.

При дії сил зсуву використовують болти підвищеної точності та високоміцні болти.

Болти підвищеної точності встановлюють у отвори, номінальні діаметри яких відповідають діаметрам болтів, тобто забезпечуємо щільний контакт між болтом і стінкою отвору. При цьому отвори в усіх з'єднуваних деталях повинні накладатися, бо інакше не вдасться встановити болти. Тому отвори просвердлюють у зібраному й зафіксованому пакеті з'єднуваних елементів або попередньо просвердлюють чи пробивають отвори меншого діаметра в окремих деталях, а після збирання пакету розсвердлюють їх на проектний діаметр. Можливе свердлення отворів в окремих деталях відразу на проектний діаметр. Але тоді обов'язковим є використання кондукторів, які забезпечують точне розміщення отворів.

Виготовляють болти грубої, нормальної, а також підвищеної точності найчастіше з маловуглецевих сталей. При цьому використання болтів з автоматної сталі у будівельних конструкціях не допускається, що необхідно зазначати на кресленнях. Доволі широко застосовують також сталі підвищеної міцності.

Залежно від міцності матеріалу болти об'єднують у класи, які позначають двома числами, розділеними крапкою (наприклад, 4.6, 5.6, 6.6, 8.8). Перше число, помножене на 100, позначає най-менше значення межі міцності (МПа), а добуток першого числа на друге збільшений у 10 разів, - значення межі текучості (МПа). Приймають клас болтів згідно з рекомендаціями норм відповідно до напруженого стану та враховуючи кліматичні особливості району будівництва.

Клас міцності гайок повинен відповідати міцності болтів. Гайки класу міцності 4 використовують для болтів класів 4.6, 4.8, 5.6 та 5.8, класів міцності 5 і 6 — відповідно для болтів класів 6.6 і 8.8, класу 8 — для болтів класу 10.9.

Під головки болтів грубої, нормальної та підвищеної точності та гайки обов'язково, повинні встановлюватися круглі шайби: не більше двох під гайку і однієї під головку. У місцях прилягання головки болтів до похилих площин ставлять косі шайби, нахили поверхонь яких відповідають кутам спряження площин з'єднаних елементів. Для закріплення гайок на постійних болтах застосовують контргайки чи пружинні шайби. Вид закріплення необхідно зазначати у проекті

Високоміцні болти виготовляють лише з високо міцних сталей: 40 Х Селект, 38 ХС Селект, 40 ХФА Селект, 30 ХЗМФ, 30 Х2НМФА та інших і піддають термічній обробці для додаткового зміцнення. Застосовують їх у робочих (розрахункових) з'єднаннях, які працюють на зсув чи розтяг.

Найпоширенішими є болти діаметрами 20, 24, 30 мм. Встановлюють такі болти в отвори, діаметр яких перевищує діаметр болтів на 1...4 мм.

Висока міцність болтів дає змогу інтенсивно обтиснути пакет з'єднаних деталей. Як наслідок, на контактних поверхнях виникають значні зусилля тертя, які забезпечують нерухомість з'єднання при зсувних навантаженнях. Доцільними є такі болти і в з'єднаннях, що передають великі зусилля розтягу. При невеликих зусиллях розтягу більш раціональним є використання дешевших болтів грубої чи нормальної точності.

Встановлено, що високоміцні болти при циклічному розтягуванні швидко руйнуються, якщо вони не затягнуті або слабо затягнуті. Однак втомна міцність різко підвищується при натягу болтів в межах їх розрахункового опору. Позитивна роль попереднього натягу зумовлена тим, що велика частина зовнішньої змінної навантаження сприймається чинним в з'єднанні контактним зусиллям стиснення. При цьому в болтах підвищується коефіцієнт асиметрії циклу і зменшується амплітуда діючих на них циклічних напружень.

В якості прикладу розглянемо втомні пошкодження з'єднань на високоміцних болтах. При обстеженні металевих конструкцій киснево-конвекторного цеху після 21 року експлуатації в опорних вузлах кріплення підкранових балок до колон було виявлено велику кількість високоміцних болтів зруйнувалися від втоми.

2 АВАРІЇ ПОВ'ЯЗАНІ З РУЙНУВАННЯМ ОПП

Однією з найбільш резонансних аварій було падіння поворотної частини крана КБ-674 через одночасне руйнування 48-ми болтів через порушення технології їх виготовлення. При простоті виготовлення високоміцних болтів із вуглецевих низьколегованих сталей типу 40Х (і інших марок сталей) отримання необхідних механічних властивостей, відповідних заданому класу міцності, в процесі їх термообробки (гарт + відпустку) під силу лише спеціалізованим підприємствам.

Разом з тим, в процесі розслідування аварій, пов'язаних з руйнуванням болтових з'єднань, було встановлено, що мікроструктура металу не відповідала необхідним вимогам, а в останньому прикладі (з краном КБ-674) в мікроструктурі спостерігалось 95 - 96% мартенситу, т. Е. практично після гарту відпустку не проводився.

Як показують дослідження, в таких виробках в процесі загартування на мартенсит виникає внутрішня напруга, величина яких може досягати до 600 МПа, через що може виникати крихке руйнування без додатка будь - якої додаткової навантаження або затримане руйнування в процесі експлуатації, якщо будуть допущені прорахунки при виборі режимів відпустки.



Рис 2.1 - кран КБ-674

У колишньому Союзі диктат головних організацій по кранобудування (ВНШПТмаш, ВНШСтройдормаш) відводив болтовим з'єднанням другорядну роль при проектуванні таких складних конструкцій, як підйомне спорудження в цілому. Роль «попелюшки» в КРАНОБУДІВНА «королівстві», як показала практика експлуатації кранів, приводила до прорахунків в застосуванні високоміцних болтів зі сталі 40Х через нестабільність одержуваних міцності після їх термообробки. При цьому більшістю КРАНОБУДІВНА підприємств не приділялося належної уваги до організації вхідного контролю високоміцних болтів. У кращому випадку зверталася увага на наявність сертифікатів.

Можливо тому заклик Є. В. Москвяк до науково-технічної громадськості і виробничникам залишився «гласом волаючого в пустелі».

З іншого боку, при почався повсюдне розвалі у КРАНОБУДІВНА галузі було одне завдання - ВИЖИТИ.

Разом з тим, аварії з кранами тривали, тим більше що до кінця 2010 року 85% (із загальної кількості кранів) відпрацювало нормативний термін.

З підвищенням поверховості будинків при їх будівництві будівельні і монтажні організації стали проводити реконструкцію кранів, що були в експлуатації, з метою забезпечення необхідних технологічних можливостей. При цьому якщо металоконструкції окремих вузлів посилювалися відповідно до рекомендацій заводів-виготовлювачів, то рекомендації в частині заміни високоміцних болтів на болти з більш високим класом міцності не скрізь дотримувалися.

Такий нічим невиправданий ризик привів до ряду аварій після реконструкції кранів КБ505 і КБ507 через руйнування болтів.

На початку минулого року під час пуску в експлуатацію машини ПМ-1000 створилася позаштатна ситуація через руйнування високоміцних болтів

M24 зі сталі 40X в вузлах болтових з'єднань, де рівень напружень не перевищував 40-60% від GB: спочатку відірвалися головки на декількох болтах, а потім через нетривалий час кількість зруйнованих болтів обчислювалася десятками.



Рис 2.2 Суднонавантажувальна машина ПМ-1000 НТ

За проектом, розробленим інститутом «Укркраненерго» (м.Харків), болти M24 мали відповідати класу міцності 12.9 по DiN 931. Підприємство - виробник металоконструкцій, відчуючи труднощі з комплектацією болтами з класом міцності 12.9, отримало згоду проектанта на заміну болтів зі сталі 40X з класом міцності 10.9. Вхідний контроль болтів не здійснювався.

Лише після створилася аварійної ситуації перевірка болтів на відповідність НТД показала: болти виготовлені зі сталі 40X; межа міцності GB становить 1350 - 1440 МПа, твердість - 440 - 477 НВ.

При таких неприродно високих значеннях, не характерних для термопокрощення сталі 40X, було прийнято рішення провести металографічні дослідження мікроструктури відібраних зразків.

3 ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ

При проведенні розрахунку на міцність болтів приймають такий порядок розрахунку:

- 1) Встановлюють вихідні дані для розрахунку;
- 2) Призводять ескіз з'єднання з вказівкою всіх розмірів, необхідних для розрахунку на міцність;
- 3) Визначають все механічні характеристики матеріалу при обраній термічній обробці;
- 4) Складають розрахункову схему з'єднання із зазначенням, до якої системи болта або прокладки належить кожна деталь з'єднання; визначають податливість деталей і коефіцієнт зовнішнього навантаження; визначають розрахункові навантаження - зусилля затяжки, розрахункові зовнішні навантаження, обертові навантаження; в спеціальних випадках визначають згинальні навантаження.

При розрахунку болтів на статичну міцність вказують небезпечні перетини по нарізний і гладкою частинам; підраховують площі поперечного перерізу болта в небезпечних перетинах; визначають напруги σ і τ в небезпечних перетинах і запас міцності по пластичній деформації

При розрахунку болтів на витривалість визначають номінальну напругу від затягування і від зовнішніх навантажень, а також параметри витривалості, коефіцієнти концентрації напружень для небезпечних перетинів, межа витривалості, коефіцієнт $(\Psi_0)_D$ і запаси міцності n_a і n_{max} .

3.1. розрахунок для болтів опорного кільця

Болти, що з'єднують опорне кільце зі сталеву конструкцією, є одним з важливих елементів безпеки для крана. Напруження в діаметрі початкової окружності зубчастого зачеплення передаються на болти впливом плеча сили. Тому доцільно плечі сили виконувати конструкційно правильно. Розрахунок проводиться за наступним прикладом.

Кількість болтів на номінальний діаметр: 60 шт x M33 зовні і всередині;

Альтернативний розрахунок: 60 шт x M33 зовні і всередині;

Внутрішній круг болтів $L_i = 1885$ мм; відстань між болтами 98,7 мм;

Зовнішній круг болтів: $L_a = 2125$ мм; відстань між болтами 111,3мм;

Зовнішній діаметр: $D_a = 2272$ мм; внутрішній діаметр $D_i = 1800$ мм;

Діаметр окружності повороту: $DL02000$ мм; Внутрішнє кільце $D_o = 02036$ мм;

Товщина зовнішнього кільця: $H_1 = 117$ мм; товщина внутрішнього кільця $H_2 = 138$ мм.

Навантаження на зону підвищеного ротягування: 12989 Н/см;

Максимальне навантаження на сегмент: $F_r = 12989 \times DL \times \pi/60 = 136000$ Н.

Несуче зовнішнє кільце: $DT = 2230$ мм; плече сили 11,50/5,25 см;

Внутрішнє навантаження на болт: $F_s = 136000 \times 9,25/3,5 = 359360$ Н

Зовнішнє навантаження на болт: $F_s = 136000 \times 11,5/5,25 = 297847$ Н

При цьому не враховується відносно невелика власна жорсткість кільця ОПП, припускаючи, що примикаючи конструкції виконані жорстко від скручувань і механічно рівно оброблені.

$\varnothing_{\text{болта M36}} = 32,0 \text{ мм}; F_s = 8,04 \text{ см}^2;$

$\varnothing_{\text{болта M33}} = 29,5 \text{ мм}; F_s = 6,83 \text{ см}^2;$

Матеріал болта 10,9 із Cr Ni Mo 8V; $s = 90000 \text{ Н/см}^2$.

Сила попереднього напруження М 33; $F_v = 90000 \times 6,83 \times 0,85 = 522495 \text{ Н}$ (85% від σ_3) М36: $F_v = 90000 \times 8,04 \times 0,85 = 615060 \text{ Н}$.

Найвище напруження виникає на внутрішньому кільцю, проте і на зовнішньому кільцю необхідно повторно перевірити напруження.

Поверхнєве стискання внутрішнього і зовнішнього кільця з поверхнею прилягання до сталюї конструкції:

Ширина конструкції з поверхнею болтового кріплення буде:

$B_{ki} = (D_o - D_i)/2 = (2036 - 1800)/2 = 118 \text{ мм}; B_{ka} = (D_a - U_i)/2 = 123 \text{ мм}.$

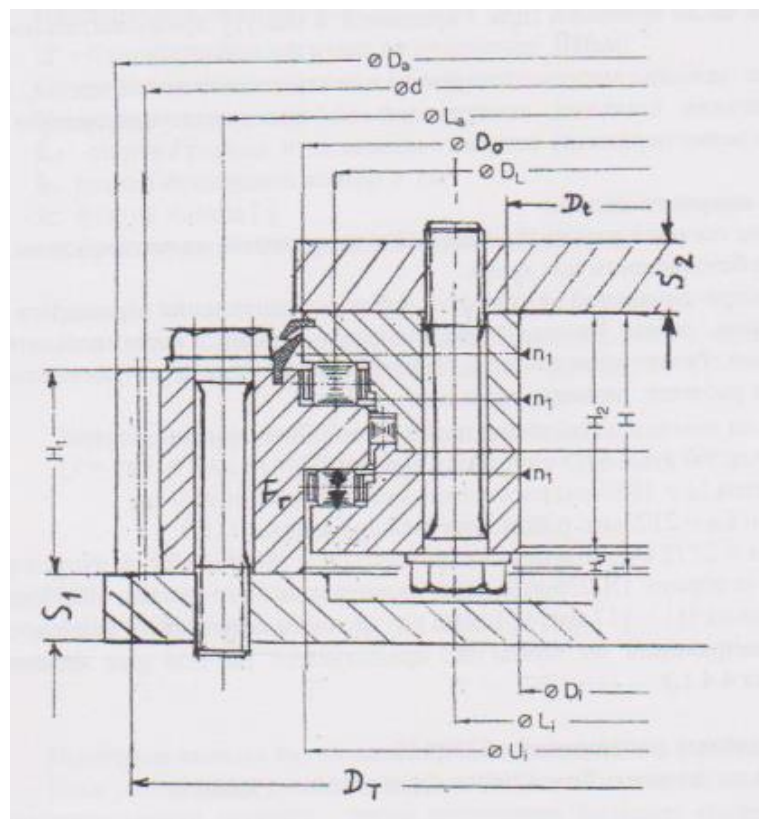


Рис 3.1.1 - Роликово опорно-поворотне з'єднання з болтовим кріпленням.

Діючі поверхні направлені , проте, на центра тяжіння результируючих навантажень, розраховуючих нижче, для контрольного вантажу:

Внутрішнє кільце з болтовим кріпленням, відстань між центром тяжіння від внутрішнього діаметру:

М33			М36		
Н × см = Н см			Н × см = Н см		
F _r →	- 136000 × 10,0	= - 1360000	- 136000 × 10,0	= - 1360000	
F _v →	522495 × 4,25	= 2220603	615060 × 4,25	= 2614005	
Итого:	386495 × 2,23	= 860603	479060 × 2,62	= 1254005	

Сприймаючий тиск поверхня трикутника: $3 \times 2,23 = 6,69$ см;

$3 \times 2,62 = 7,86$ см (<11,8 ширина кільця);

Зовнішня кромка отвору під болт:

$3,8/2 + (L_i - D_i)/2 = 1,9 + 4,25 = 6,15$ см.

Максимальне стискаюче напруження на внутрішній радіус внутрішнього кільця:

$$p_i = 2 \times 386495 / (9,87 \times 6,69)$$

$$p_i = 2 \times 479060 / (9,87 \times 7,86)$$

$$p_i = 11706 \text{ Н/см}^2$$

$$p_i = 12350 \text{ Н/см}^2$$

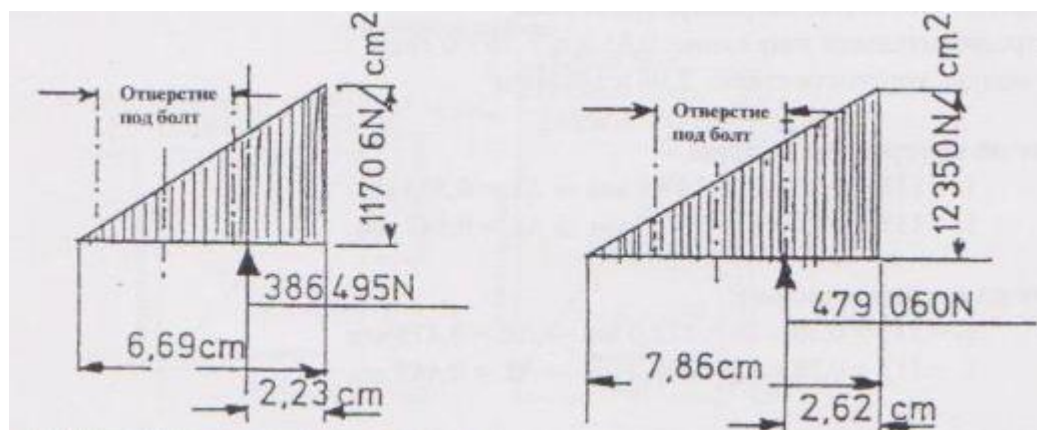


Рис 3.1.2 - Розподіл тиску на внутрішнє кільце

Зовнішнє кільце з болтовим з'єднанням, відстань центра тяжіння від зовнішнього діаметра :

М33			М36		
$H \times \text{см} = H \text{ см}$			$H \times \text{см} = H \text{ см}$		
Fr →	- 136000 × 13,6	= - 1849600	-136000 × 13,6	= -1849600	
Fv →	522495 × 7,53	= 3934387	615060 × 7,53	= 4631402	
Всього:	386495 × 5,39	= 2084787	479060 × 5,80	= 2781802	

Трапеція (площа нажим): $12,3 \text{ см} < 3 \times 5,39$ и $3 \times 5,80 \text{ см}$

Ексцентрик: $12,3/2 - 5,39 = 0,76 \text{ см}$ $12,3/2 - 5,8 = 0,35 \text{ см}$

Напруження на кромку зубчатого вінця:

$$p_a = 386495 / (11,13 \times 12,3) +$$

$$p_a = 479060 / (11,3 \times 12,3) +$$

$$386495 \times 0,76 / (11,13 \times 12,3^2/6)$$

$$479060 \times 0,35 / (11,3 \times 12,3^2/6)$$

$$p_a = 3860 \text{ Н/см}^2$$

$$p_a = 3944 \text{ Н/см}^2$$

$$p_i = 1779 \text{ Н/см}^2$$

$$p_i = 2849 \text{ Н/см}^2$$

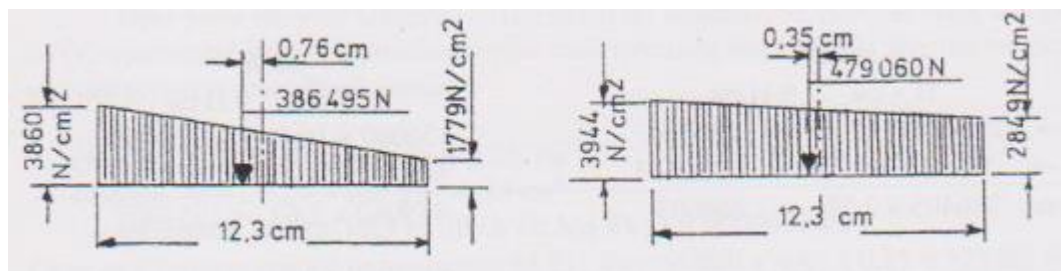


Рис 3.1.3 - Розподіл тиску на зовнішнє кільце

Діаграма залежності болтів від навантаження:

Розрахункове подовження болтів:

$$\Delta L = L \times \sigma_v / E [\text{мм}]$$

L : довжина розтягнення болтів = силі натягу + $X_L \times ds$ мм ($X_L = 0,0085 \times ds$);

ds : номінальний діаметр болта в мм;

σ_s : границя текучості, наприклад, 90000 Н/см^2 ;

σ_v : попередній натяг: $0,85 \times \sigma_s = 76500 \text{ Н/см}^2$;

E : модуль пружності сталі: $2,06 \times 10^7 \text{ Н/см}^2$.

Болт на внутрішнє кільце:

$$L = 138 + 0,30 \times 36 = 149,0 \text{ мм} \rightarrow \Delta L = 0,553 \text{ мм}$$

$$L = 138 + 0,28 \times 33 = 147,3 \text{ мм} \rightarrow \Delta L = 0,547 \text{ мм}$$

Болт на зовнішнє кільце:

$$L = 117 + 0,30 \times 36 = 128,0 \text{ мм} \rightarrow \Delta L = 0,475 \text{ мм}$$

$$L = 117 + 0,28 \times 33 = 126,3 \text{ мм} \rightarrow \Delta L = 0,469 \text{ мм}$$

Поверхня розтягнення під болт в кругу ОПП:

$$F_d = (8,5^2 - 3,8^2) \times \frac{\pi}{4} = 45,4 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{v1} = 76500 \times \frac{8,04}{45,4} = 13548 \text{ Н/см}^2 \rightarrow (\text{M36})$$

$$\sigma_{v2} = 76500 \times \frac{6,83}{45,4} = 11509 \text{ Н/см}^2 \rightarrow (\text{M33})$$

Стиск на внутрішнє кільце:

$$\Delta L = 138 \times \frac{\sigma_{v1}}{E} = 0,091 \text{ мм} \rightarrow (\text{M 36})$$

$$\Delta L = 138 \times \frac{\sigma_{v1}}{E} = 0,076 \text{ мм} \rightarrow (\text{M 33})$$

Стиск на зовнішнє кільце:

$$\Delta L = 117 \times \frac{\sigma_{v1}}{E} = 0,077 \text{ мм} \rightarrow (\text{М 36})$$

$$\Delta L = 117 \times \frac{\sigma_{v2}}{E} = 0,064 \text{ мм} \rightarrow (\text{М 33})$$

Діаграма подовження болтів показує, що товщина болта М33 гарантує безпеку. Найвище напруження виникає в внутрішньому кільці, а саме, від відношення важелів виникає трикутне розподілення тиску. А це допустимо, якщо поверхня, що сприймає тиск, перекриває кромку отвору для болта. Однак, якщо очікується груба, точковидна робота по перевалці, необхідно вибрати для внутрішнього кільця болти М36.

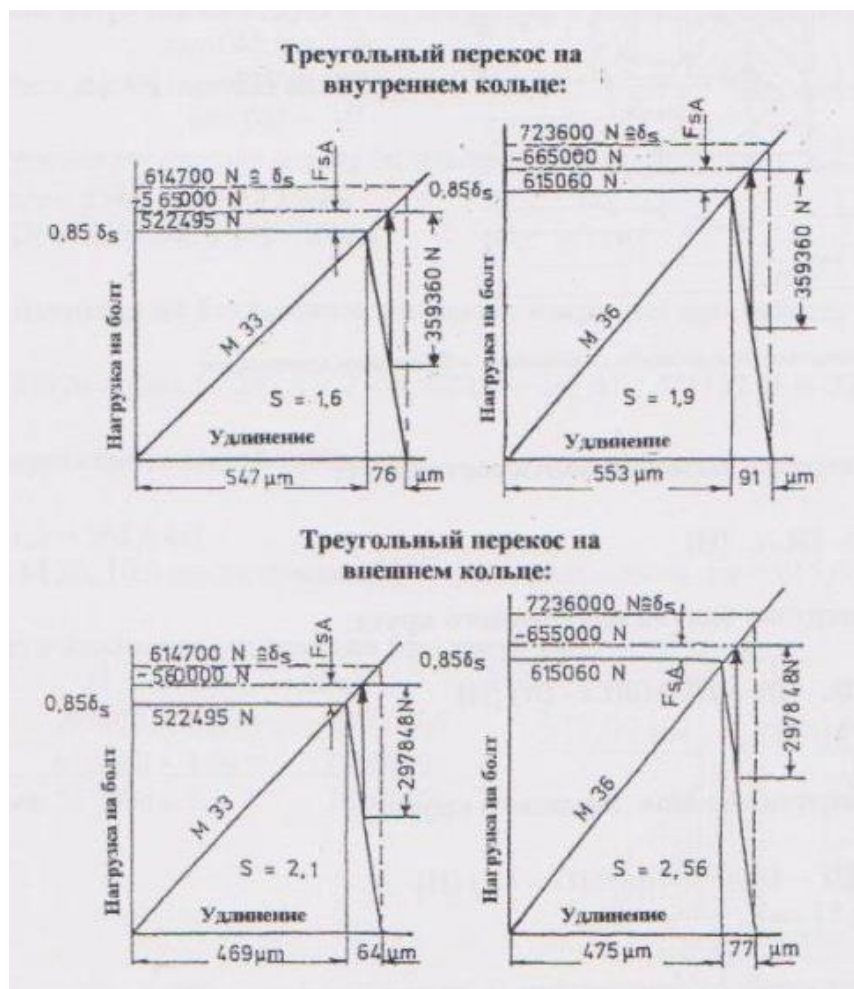


Рис 3.1.4 - Схема перекося від робочого зусилля: S = безпека від границі текучості або підняття попереднього напруження між фланцями.

У використаних подовжених болтах пружне їх подовження є відносно великим, а спільне стиснення прикручених деталей незначним. Звідси виникає невелика амплітуда напруження при максимальному робочому стані, що покращує границю втоми.

Розрахунок болтів для опорного круга чотирьох точкового опорно-поворотного з'єднання здійснюється таким же чином, як і для ОПП з двох рядним роликовим або кульковим підшипником. Проте прикладення сил буде трішки іншим.

Розрахунок навантажень на болти.

Розмір вертикального навантаження S_z в Н/см визначається так, як вказано в прикладі для роликового підшипника з контролем вантажу.

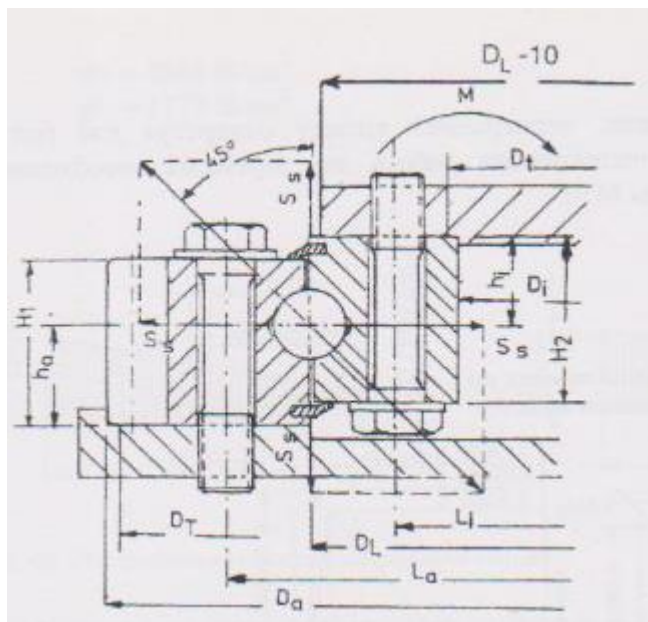


Рисунок 3.1.5 - Чотирьохточкове поворотне з'єднання з болтовим кріпленням.

Максимальне навантаження сегмента болта:

$$S_s = S_z \cdot \pi \cdot DL/z$$

Максимальне навантаження болтів внутрішнього кільця:

$$F_{si} = S_s \cdot \frac{DL - Dt + 2 \cdot h_i}{Li - Dt} [H]$$

$$DT = Da + 0.4 \text{ см}$$

Максимальне навантаження болтів зовнішнього кільця:

$$F_{sa} = S_s \cdot \frac{DT - DL + 2 \cdot h_a}{DT - La} [H]$$

$$DT = Da - 0.5 [\text{см}]$$

Рекомендації для високоміцних болтових кріплень, як опорного кільця, так і інших болтів, схильних до високих статичних або динамічних навантажень.

- Для виготовлення болтів повинні використовуватись наступні матеріали:

клас міцності 8,8 - 34Cr Mo 4V; границя текучості 640 Н/мм,

до M20: 10,9 - 42Cr Mo 4V; границя текучості 900 Н/мм,

вище M20: 10,9 - 30Cr Ni Mo 8V; границя текучості 900 Н/мм,

спец.якість > M20: 12,9 - 35Ni Cr Mo V 125 ; границя текучості 1080 Н/мм.

- Ніякого захисту поверхні шляхом оцинкування, кадміювання, протруювання або будь-якої гальванічної обробки, інакше може

виникнути небезпека водневої крихкості, що в свою чергу призводить до раптової поломки

- Передбачити нормальну стандартну різьблення. Тонке різьблення може застосовуватися тільки у випадках, коли шляхом високої якості можна дотримати допуск. В іншому випадку виникає небезпека зриву різьби
- Поверхня болтів повинна бути без шорсткості, а волосяні тріщини зачищені шляхом механічної обробки. Необхідна 100% перевірка на наявність тріщин.
- Важливо, щоб болти при затягуванні отримували необхідне попереднє напруження.

2.2 Розрахунок групових (багатоболтових) з'єднань.

Розрахунок групових болтових з'єднань зводиться до визначення найбільш навантаженого болта і оцінці його міцності.

При дії осьової розтягуючої сили вважають, що ця сила рівномірно розподіляється між болтами. Навантаження на болт (n- число болтов) $F=R/n$. Діаметр різьби болта визначається далі за формулою.

$$d_1 = \sqrt{4F/(\pi[\sigma_p])}$$

При спільній дії сили, що розтягує і згинального моменту навантаження розподіляється між болтовими з'єднаннями нерівномірно. Визначення найбільшого навантаження на болт виробляють, схематизуючи з'єднання у вигляді групи одиночних сполук, пов'язаних між собою абсолютної жорсткої пластиною у формі реальної корпусної деталі. Це рівносильно звичайному допущенню, що при навантаженні з'єднання деформуються тільки болти і

частина обсягу матеріалу деталі поблизу болта, а поворот деталі при навантаженні відбувається навколо осі, що проходить через центр мас перетинів болтів.

Припустимо для спрощення, що для i -го, болта ($i=1, 2, \dots, n$; n – число болтів) с площею поперечного перерізу A_{0i} і довжиною l_{0i} еквівалентна по жорсткості втулка має площу A_{li} и довжину $l_{li} = l_{0i}$. Якщо переміщення пластини вздовж осі болта w_i , то вона буде діяти на i -е з'єднання з силою

$$F_i = \frac{w_i}{\lambda_i}$$

Де λ_i – податливість i -го з'єднання .

Податливість λ_i можна визначити, якщо врахувати , що на частину сили F_i , дорівнює F_{i6} , деформує болт , а друга частина F_{id} розтягує його.

4 КОНТРОЛЬ ЗАТЯЖКИ

У всіх відповідальних різьбових з'єднаннях необхідно контролювати силу затяжки, так як через мірна або недостатнє затягування може привести до поломок різьбових деталей і машини в цілому.

У машинобудуванні поширені методи контролю, засновані на вимірі: подовження болта; кута повороту гайки, моменту затягування. Найбільш точно сила затягування контролюється по подовженню болта Δl .

$$F_0 = \Delta l / \lambda_6$$

Де λ_6 – коефіцієнт податливості болта . Цей метод використовують для контролю затягування особливо відповідальних з'єднань.

Далі на графіках представленні порівняння стандартів ДСТУ та DIN , зусилля попередньої затяжки та крутний момент різних діаметрів та класів точності різьбових з'єднань для ст40х.

Таблиця 4.1 - Зусилля попередньої затяжки і крутний момент різьбового з'єднання для ст40х (Німеччина)

Діаметр різьби, мм	Зусилля попередньої затяжки Q, кН			Крутний момент $M_{кр}$, Нм		
	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9
M4 (основна різьба)	4,2	5,9	7,1	-	-	-
M8 (мілка різьба)	19,5	27	33	-	-	-
M22 (мілка різьба)	172	242	291	-	-	-
M22 (основна різьба)	152	214	257	445	620	750
M24 (мілка різьба)	197	277	332	610	860	1050
M24 (основна різьба)	176	248	298	570	800	960

Таблиця 4.2 - Зусилля попередньої затяжки і крутний момент різьбового з'єднання для ст40х (Україна)

Діаметр різьби, мм	Зусилля попередньої затяжки Q, кН			Крутний момент $M_{кр}$, Нм		
	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9
M4 (основна)	4,3	6,3	7,4	-	-	-

різьба)						
M8 (мілка різьба)	19,7	28,9	33,9	-	-	-
M22 (мілка різьба)	178	253	296	-	-	-
M22 (основна різьба)	158	225	264	634	904	1057
M24 (мілка різьба)	204	290	339	865	1232	1442
M24 (основна різьба)	183	260	305	798	Φ1136	1329

Рисунок 4.1 – Залежність зусилля попередньої зтяжки до класа точності

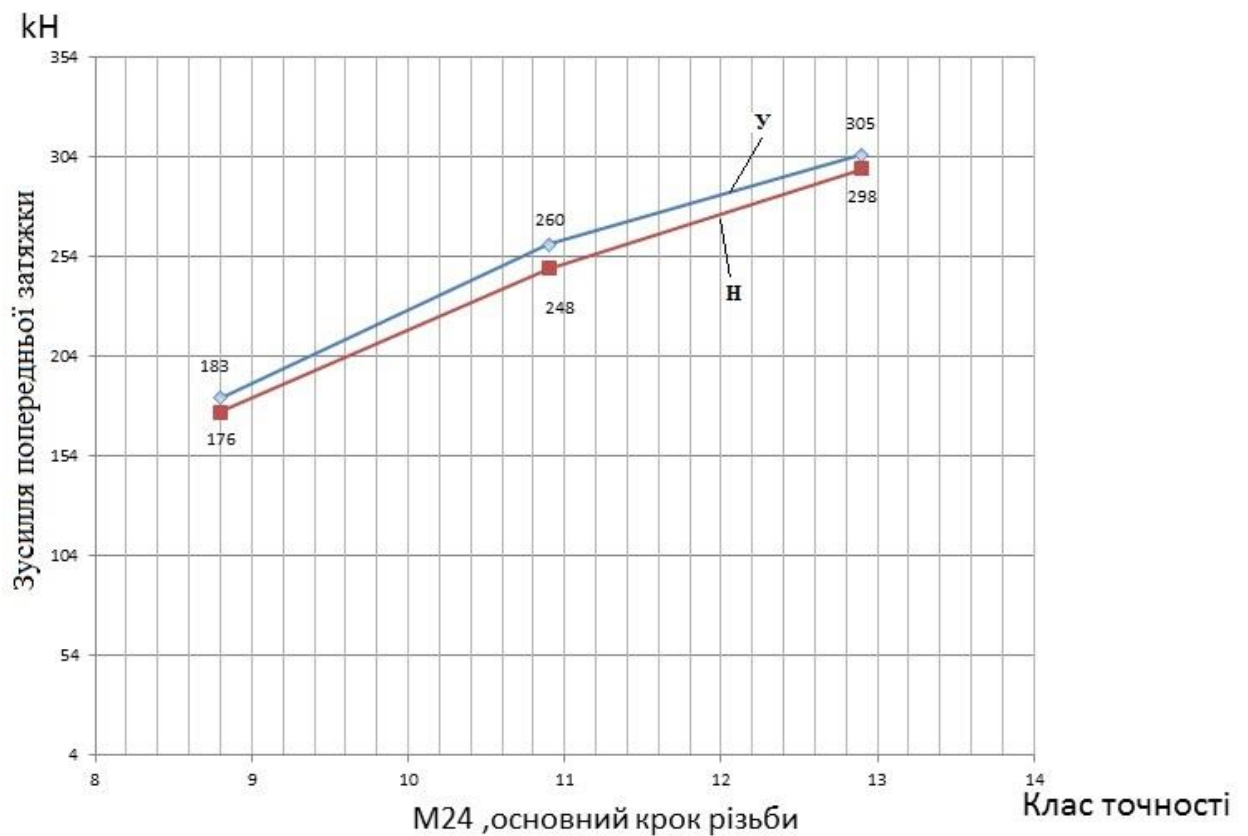


Рисунок 4.1 – Залежність зусилля попередньої зтяжки до класа точності

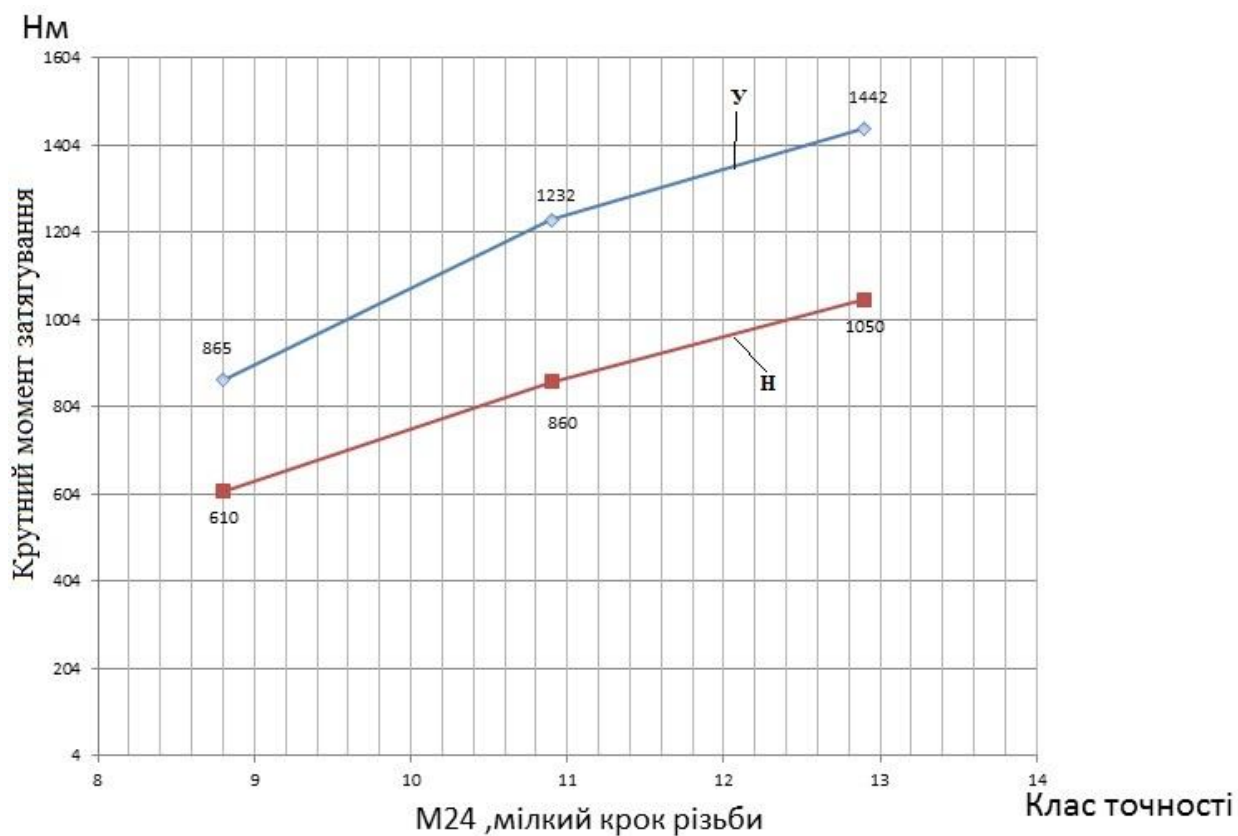


Рисунок 4.1 – Залежність крутного моменту затягування до класу точності

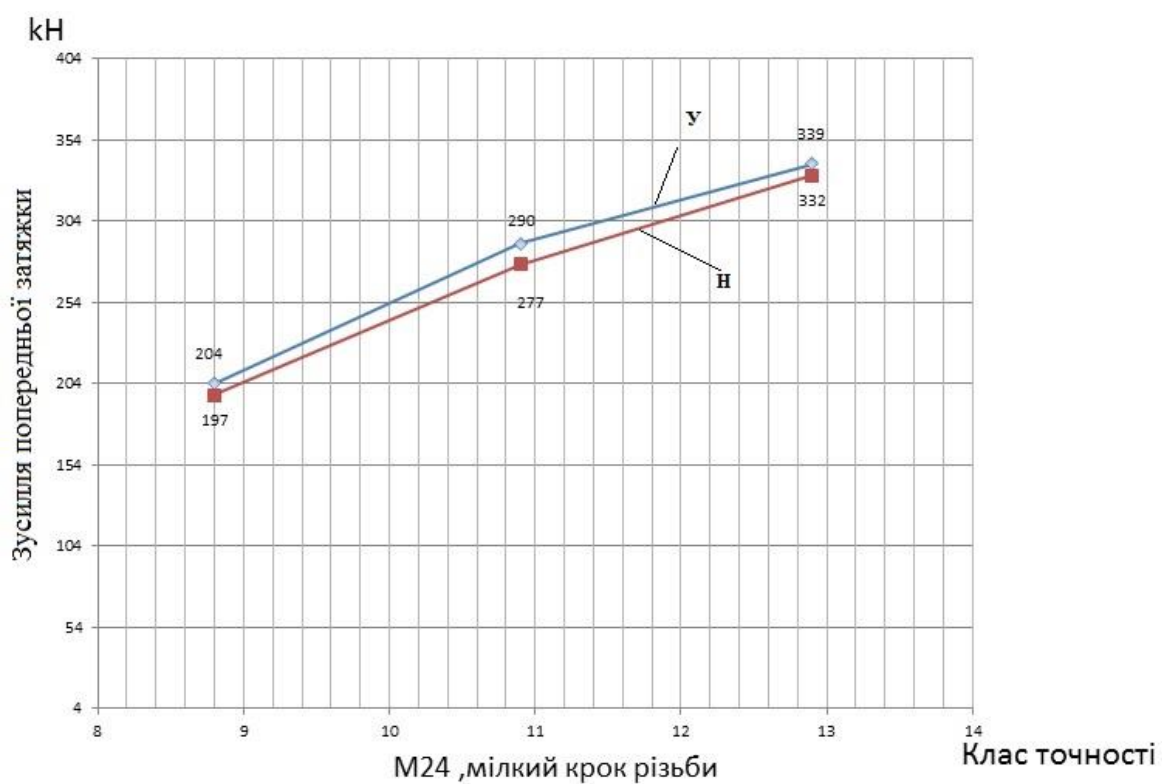


Рисунок 4.3 – Залежність зусилля попередньої затяжки до класу точності

Більш простий для практики, а тому і широко розповсюджений метод контролю затяжки, який оснований на вимірюванні за допомогою динамометричних ключів і визначається по формулі сили затягування.

На малюнку показаний ключ, в якому момент затяжки пропорційний переміщенню стрілки на стрижень 1 з рукояткою 2 відносно пластини 3 (зі шкалою), жорстко зв'язані з головою ключа.



Рис 4.4 - Динамометричний ключ

5 ВИМОГИ ДО МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛА БОЛТІВ

У з'єднаннях на високоміцних болтах деталі конструкцій утримуються силами тертя, що викликаються натягом болтів. Використання високоміцних болтів при монтажі металоконструкцій дозволяє в 1.7-1.9 разів зменшити витрати ручної праці в порівнянні, наприклад, з використанням заклепок. Є у цього виду з'єднань і інші переваги, а саме, в півтора-два рази вища втомна міцність.

При натягу болта шляхом загвинчування гайки в ньому виникає складний напружений стан, при якому матеріал піддається одночасному впливу високих осьових напруг, що розтягують і значних дотичних, обумовлених крутним моментом ключа.

Для безпечної роботи болта наведене напруження не повинне перевищувати розрахунковий опір R^6 .

$$\sigma_{1\max} = 1.35\sigma_1 \leq R^6 = s\sigma_B$$

Де s – коефіцієнт умов роботи болта;

σ_B - нормальне значення тимчасового опору матеріалу болта.

З наведеного співвідношення неважко визначити максимально допустимий розтяг напруження в болті. При $s = 0.8$.

$$\sigma_{1\max} = \frac{s\sigma_B}{1.35} = \frac{0.8}{1.35} \sigma_B \approx 0.6\sigma_B$$

Згідно зі слів, максимальне поздовжнє розтягують напругу в перетині болта не повинно перевищувати 60% від гарантованого тимчасового опору матеріалу, що відображено в нормах на проектування з'єднань.

Як відомо, зусилля тертя в стику на високоміцних болтах розраховують за формулою:

$$P = m f N$$

Де P – зусилля тертя;

f – коефіцієнт тертя, який знаходиться в межах 0,35-0,55;

m – коефіцієнт умов роботи з'єднання, зімнюється від 0,75 до 0,9;

N – зусилля натягу болта.

Якщо розділити обидві частини рівняння на площу поперечного перерізу болта, то отримаємо $\sigma_1 m f$.

$$\tau_{\text{умов.зрізу}} = \sigma_1 m f = 0,6 \sigma_{\text{в}} \cdot 0,45 \cdot 0,8 = 0,215 \sigma_{\text{в}}$$

тобто максимальний опір умовного зрізу болта при розрахунку з'єднання на тертя становить малу частку від фактичної прочності матеріалу на розтяг (всього лише 0.215). Якщо, наприклад, виготовити болт з вуглецевої сталі марки Ст.3, для якої $\sigma_{\text{в min}} = 380 \frac{\text{Мн}}{\text{м}^2}$ (38 кГ/мм²), то $\tau_{\text{умов.зрізу}} = 0,215 \cdot 38 = 82 \frac{\text{Мн}}{\text{м}^2}$ ($8,2 \frac{\text{кГ}}{\text{мм}^2}$). Для заклепок з вуглецевої сталі марок Ст.2 або Ст.3 розрахунковий опір зрізу за чинними будівельними нормами складає

180 Мн/м² (18 кГ/мм²), тобто більше ніж в два рази вище, а для заклепок з низьковуглецевої сталі 09Г2-220 Мн/м² (22 кГ/мм²), тобто майже в три рази вище опіру умовного зрізу.

Отже, болти в з'єднаннях, що розраховуються на тертя, виявляться ефективними в порівнянні з заклепками тільки в тому випадку, якщо міцність матеріалу, з якого вони виготовлені, буде в 2.5 - 3 рази вище міцності вуглецевої сталі.

У таблиці 1 наведено дані про матеріал болтів, прийнятому в різних країнах світу, а так само механічні властивості готових болтів. Порівняння показує, що в нормах різних країн ці дані приблизно однакові. Болти можуть бути виготовлені з вуглецевої конструкційної сталі марок 35 або 40, а так

само з легованої хромистої типу 40х. В останньому випадку до міцності болтів приділяють більш високі вимоги.

Таблиця 5.1 - Характеристики болтів по нормам різних країн

Сталь	Хімічний склад, %						σ _в болтів МН/м ²	Твердість НВ матеріала болтів
	C	Mn	Si	Cr	S(не більше)	P(не більше)		
ДСТУ								
35	0,32- 0,40	0,5- 0,8	0,17- 0,37	-	0,040	0,040	>1050	>240
40	0,37- 0,45	0,5- 0,8	0,17- 0,37	-	0,040	0,040	>1050	>240
40х	0,36- 0,44	0,5- 0,8	0,17- 0,37	0,8- 1,1	0,035	0,035	>1200	264-387
США								
Не реглам ентова но	≥30	≥30	-	-	0,058	0,048	>810	235-302
	-	-	-	-	0,040	0,040	>1050	302-352
DIN								
10k	≤0,5	-	-	≥0,9	0,035	0,035	1000- 2000	-
Франція								
Не регла менто вано	Не регламентовано						>1000	>285

Мартенсит - нерівноважний пересичений твердий розчин вуглецю в α - залізі з тією ж концентрацією, що і у вихідного аустеніту, тобто утворюється твердий розчин може містити вуглецю на два порядки більше нормальної розчинності в α - залізі. Мартенсит має тетрагональну об'ємно-центровану решітку. Тетрагональність мартенситу обумовлена впровадженням атомів вуглецю в октаедричний міжвузловий простір решітки заліза. Чим вищий вміст вуглецю в сталі, тим сильніше виражена тетрагональна решітка мартенситу (співвідношення параметрів $c/a > 1$). Зі збільшенням вмісту вуглецю відношення періодів c / a і значення параметрів решітки «с» (висота ребра) зростає, а величина «а» (довжина ребра підстави) дещо зменшується.

Для низьколегованих маловуглецевих сталей ця величина характеризується співвідношенням $\sim 1,45$.

Мікроструктура мартенситу складається з кристалів у формі пластинок, що перетинаються між собою під кутом 60° і 120° . Кристали мартенситу рідко потрапляють повністю в площину шліфування, тому вони проглядаються на шліфах у вигляді голок, тому інколи вдаються до терміну - «голчастий» мартенсит.

Розміри кристалів (голок) мартенситу залежать від величини вихідного зерна аустеніту. Як правило, кристали мартенситу, які утворюються першими, мають найбільші розміри, а наступні, стисненні в своєму розвитку, - менше. Якщо зерно аустеніту було дрібним, то виникає так званий неструктурний мартенсит. Середні розміри кристала мартенситу досягають довжини 3000-4000 Å, ширини 250-450 Å і товщини 50-60 Å.

Для мартенситу характерна досить висока твердість і міцність, які залежать від вмісту вуглецю і легуючих елементів в пересиченому твердому розчині.

На рис. 5.1 представлена діаграма ізотермічного перетворення сталі 40Х з добавкою при виплавці сталі ванадію (0,11%) у всьому температурному

інтервалі від перлитної до мартенситної області від гарту при температурі 880°C і наступному відпустці при різних температурах.

Діаграма являє собою єдину криву, що має мінімум інкубаційного періоду в перлитній області.

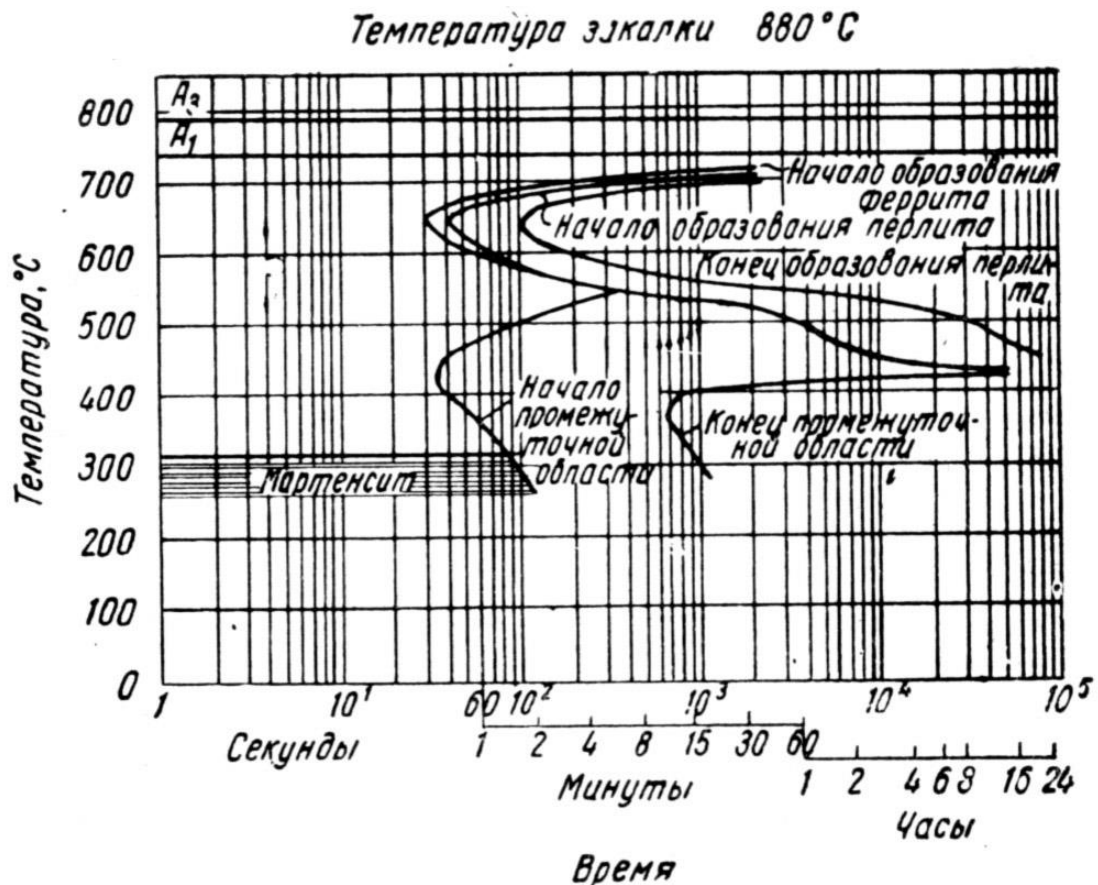


Рисунок 5.1 - Діаграма ізотермічного перетворення сталі 40X
з 0,43% C, 0,82% Mn, 1,22% Cr і 0,11% V.

Область проміжного перетворення на цій діаграмі чітко не виявляється, так як у верхній частині температурного інтервалу проміжного перетворення перлит і структури проміжного типу утворюються приблизно з однаковою швидкістю.

Структура, що утворюється в результаті перетворення в проміжній області, носить назву структури проміжного типу або бейніта. Така структура складається з ділянок α - фази голчастою або пластинчастої форми, яка має в результаті перетворення сдвигового характеру виразно орієнтованої по відношенню до вихідного аустеніту, і з карбідних частинок, розташованих між ділянками - фази і мають більшу чи меншу дисперсність в залежності від температури перетворення (рис. 2).

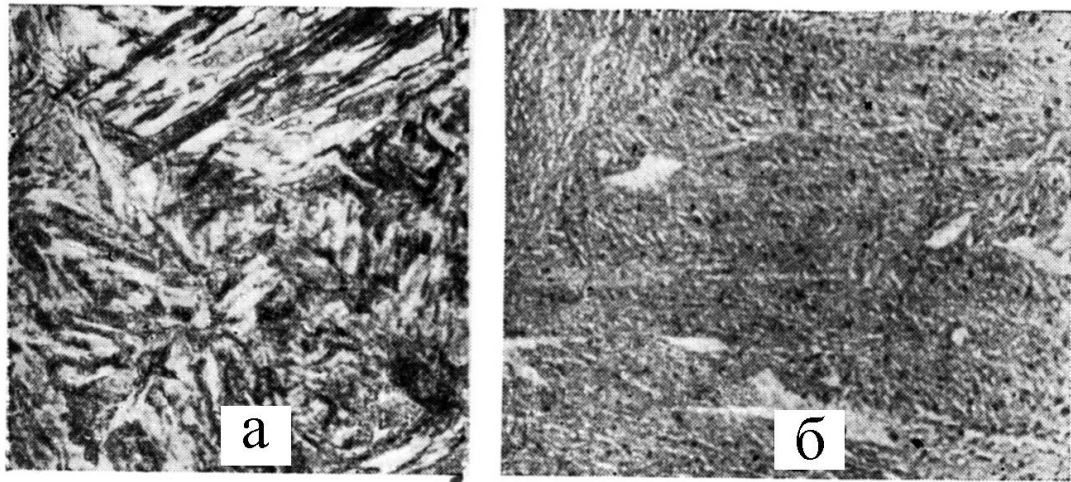


Рисунок 5.2 - Структура проміжного типу в сталі

з 0,43% C, 1,18% Cr, 0,84% Mn, 0,12% V

після ізотермічного перетворення при температурі 400 ° C.

а) Оптична мікрофотографія, X 500;

б) Електронна мікрофотографія x 3000.

У той час як в нижній частині проміжної області карбіди настільки дисперсних, що можуть бути помітні лише під електронним мікроскопом (рис. 2б).

У верхній частині цієї області, понад 500 - 550 ° C, що утворюються карбіди вже настільки великі, що можуть виявлятися і під оптичним мікроскопом. В даному випадку ці карбіди, як правило, значно більші, ніж утворилися в нижній області перлитного перетворення навіть при більш високій температурі. Це свідчить про те, що в проміжній області не тільки відбувається виділення карбідів з - розчину, але йде і подальше зростання вже наявних карбідних частинок за рахунок виділення вуглецю з пересиченого фериту.

І, нарешті, в мартенситній області перетворення протікає бездифузійним шляхом за рахунок тільки одних зрушень в решітці. Вуглець при цьому залишається розчиненим у решітці перенасиченого - заліза (мартенситу),

роблячи її тетрагональним. Кристали мартенситу утворюються з дуже великою швидкістю, досягають відразу граничної величини і, на відміну від перетворення в проміжній області, більше вже не ростуть. Процес перетворення здійснюється в результаті ряду послідовних зрушень в решітці.

При високій швидкості охолодження в процесі загартування вуглецевих і низьколегованих вуглецевих сталей міцність різко зростає. Відповідно зростає і твердість до 62 - 65 од. HRC, що приблизно в 5 - 6 разів більше твердості фериту. Однак з підвищенням міцності властивостей мартенситу істотно знижуються його пластичні властивості.

Наявність тетрагональної решітки мартенситу призводить до внутрішніх мікронапружень, так як мартенсит має найбільшу питому обсяг у порівнянні з іншими структурними складовими, і під час його утворення в сталі виникають значні мікронапруження, які, як згадувалося вище, можуть призводити до утворення тріщин виробів вже в процесі загартування.

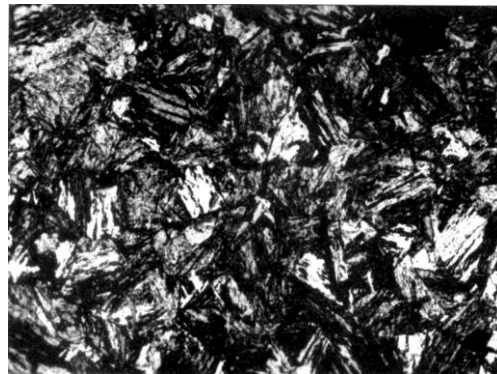


Рисунок 5.3 - Структура мартенситу без відпуску в сталі 40Х

Для запобігання крихкому руйнуванню виробів з високоміцних сталей при збереженні міцних властивостей необхідно забезпечити заданий рівень міцності в поєднанні з механічними характеристиками в'язкості при статичному навантаженні шляхом відпуски загартованої на мартенсит сталі (нагрів з витримкою в різних діапазонах температур до 650 ° C).

Як впливає з рис. 1, що для сталі 40Х нагрів і витримка при температурі 250°C не приведуть до зміни структури; тобто крихке руйнування навіть в початковій стадії експлуатації неминуче.

На рис. 4 показано, як впливає на зміну механічних властивостей вуглецевої сталі легування хромом (до 1%) в залежності від температури відпуску.

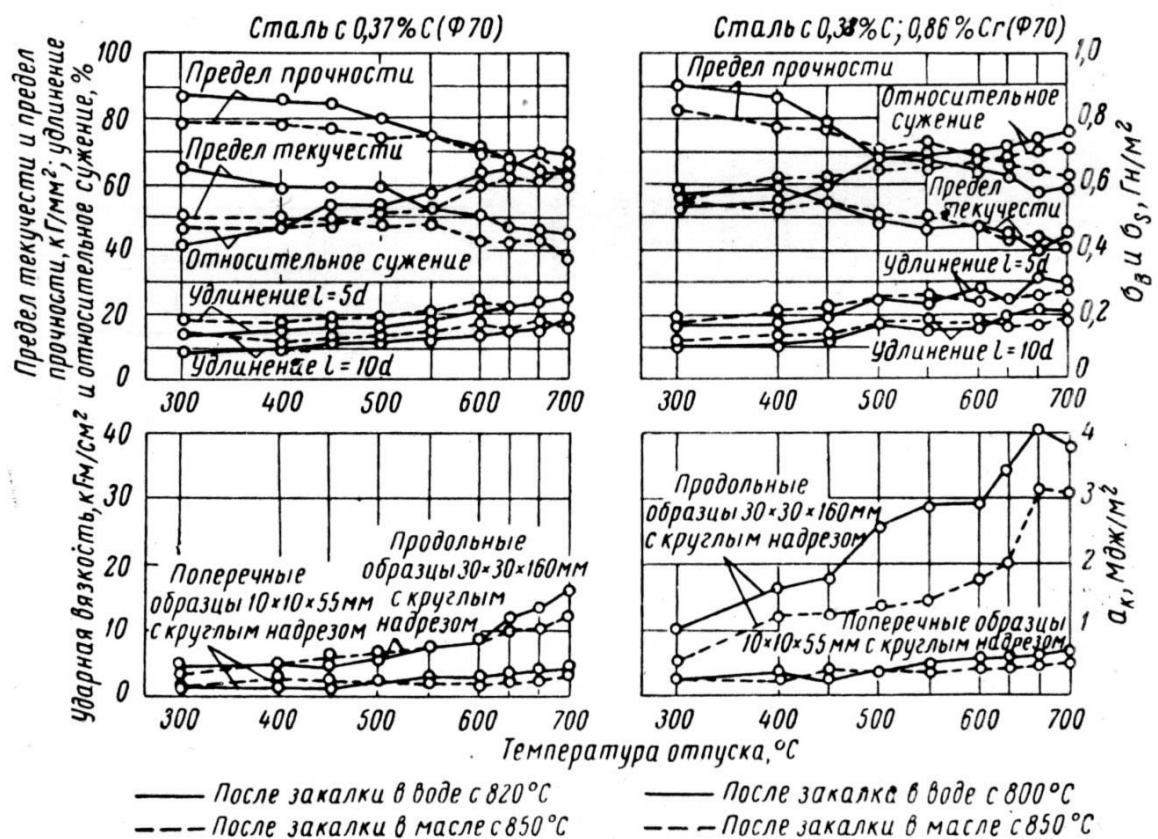


Рисунок 5.4 - Діаграми зміни механічних властивостей вуглецевої і хромової сталі в залежності від температури відпуску

Збільшення вмісту хрому до 1,2-1,4% підвищував міцність сталі, а невеликі добавки ванадію (до 0,2%) сприяли утворенню дрібнозернистої структури, що тим самим підвищувало в'язкість, тобто опір до крихкого руйнування. Також збільшувалися відносне подовження і відносне звуження.

В Європейських країнах ще в 50-х роках минулого століття для отримання стабільних характеристик міцності властивостей вуглецевих і

низьколегованих вуглецевих сталей практикували при виплавці сталі добавки ванадію та інших рідкісних металів..

Металографія - це неупереджений арбітр, що дозволяє встановити істинні причини негативних наслідків, пов'язаних з небажаними структурними змінами в металі.

Затримане руйнування відбувається при статичному або квазістатичному характері навантаження при напрузі нижче межі текучості стали і пов'язане з наявністю внутрішніх залишкових напружень після гартування, які (як зазначалося вище) можуть досягати до 600 МПа.

Залежно від рівня навантаження вузлів болтових з'єднань, температури і агресивності навколишнього середовища, умов експлуатації та характеристики тріщиностійкості обраної марки сталей затримане руйнування може відбуватися при зародженні (на першій стадії) мікротріщини, стабільного або нестабільного (прискореного) її зростання і, нарешті, руйнування. Цим стадіям відповідає певна будова руйнувань

Руйнування болта починається, як правило, в місцях переходу головки болта до основного стрижня або в западинах різьблення. Площина зламу болтів орієнтована під кутом 10° - 30° до осі болта, що відповідає положенню площадки, на яку діє максимальне розтяжне напруження в стрижні болта, навантажене одночасно осьовим зусиллям і крутним моментом.

На рис. наведено злам високоміцного болта після 1,5 місяців з початку експлуатації крана, а на рис. 6-б наведено злам болта М24 зі сталі 40Х при такій аварійної ситуації після експлуатації крана протягом гарантійного терміну.

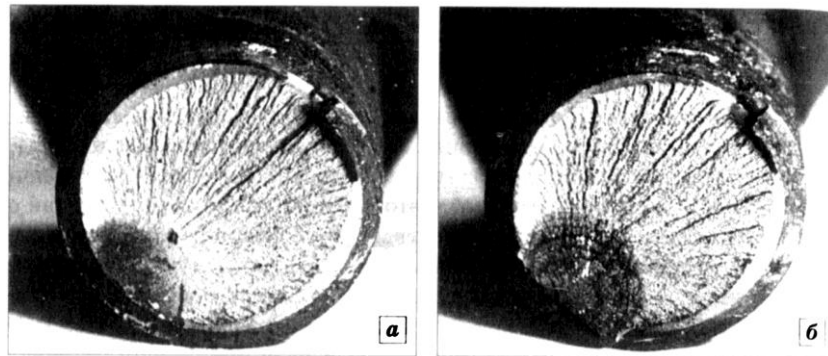


Рисунок 5.5 - Злам високоміцних болтів M24 зі сталі 40X

(При збільшенні в 2 рази)

При зародженні мікротріщини, в міру її первинного зростання, внаслідок збільшення коефіцієнта інтенсивності напружень біля вершини тріщини, в подальшому відбувається миттєве руйнування болта.

Прорахунки при виборі технології відпустки (недостатньо висока температура відпустки, або зменшення часу витримки при вторинної температурі відпустки) знижують рівень порогового напруги, нижче якого руйнування не відбувається.

Схильність сталі 40X до затриманого руйнування залежить від збільшення ізотермічної витримки перед загартуванням при температурах 860 ° C і вище, а також, що особливо важливо знати, від вмісту шкідливих домішок, особливо фосфору, по межах зерен.

На рис 12 показана залежність часу до руйнування зразків із загартованої сталі 40X від рівня напружень за результатами випробувань двох контрольних плавок.

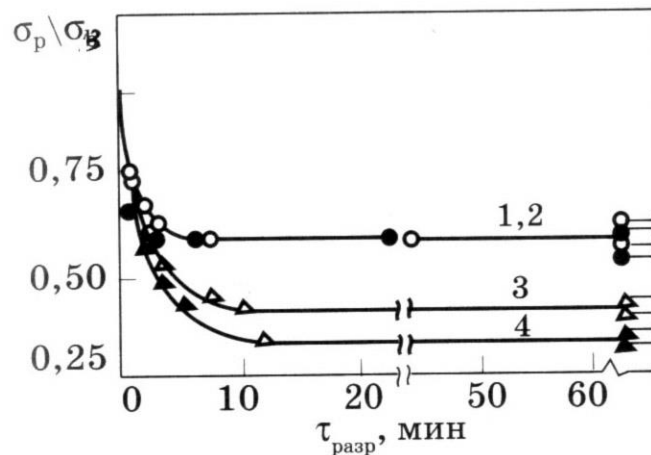


Рисунок 5.6 - Залежність часу до руйнування загартованої сталі 40X від прикладеного зусилля.

Залежність часу до руйнування загартованої сталі 40X від прикладеної напруги: 1,2 - при нагріванні під загартування - 950 ° C; 3,4 - при нагріванні під загартування 950 ° C з ізотермічної витримкою при 860 ° C на зразках двох контрольних плавки (плавка 1 - криві 1, 2; плавка 2 - криві 3,4)

Дані досліджень показали, що добре розкислення при виплавці сталі із застосуванням алюмінію (плавка 1) містить кисню 0,0046% і менше схильна до затриманого руйнування, ніж сталь розкислення тільки ферросилициєм (плавка 2), вміст кисню в якій 0,0066 %. Після гарту стали раскисленной алюмінієм від температури 950 ° C, порогове значення напруги при руйнуванні становить 0,6 GB, а для сталі, раскисленной тільки кремнієм, - 0,4 GB.

Необхідно ще раз підкреслити, що затримане руйнування відбувається при нарузі нижче межі текучості сталі.

Отримання необхідних характеристик міцності сталей залежить також від прокаливаемости стали, щоб забезпечити після гарту необхідну структуру перед відпусткою. Так в міжнародному стандарті ISO 898-1 одним з вимог до високоміцної сталі після загартування перед відпусткою повинна бути

сприйнятливості сталі до прокалюваності для отримання мартенситу в середині виробу не менше 90%.

Добавки ванадію в хромистих сталях у невеликих кількостях збільшують прокалюваність сталі сильніше інших легуючих елементів.

Введення нікелю також знижує критичну швидкість загартування, при цьому збільшується в'язкість сталі при незначному підвищенні міцності і твердості.

У поєднанні з вмістом в сталі хрому молібден зменшує зростання зерна при нагріванні під загартування, при цьому зменшує крихкість при відпустці, збільшує тривалість охолодження, тим самим дає можливість отримувати стабільні структури після гарту перед відпусткою.

У таблиці 1 наведені результати досліджень легування хромової сталі невеликими добавками молібдену, що характеризують сприйнятливості вуглецевих низьколегованих сталей до загартування.

Таблиця 5.2 - Критичні тривалості охолодження сталей
с 0,23-0,5% С, ~1% Cr и ~0,2% Mo*

Сталь	Хімічний склад, %								Критична тривалість охолодження, сек		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Km	Kf	Kp
25CrMo4	0,23	0,25	0,64	0,010	0,011	0,97	0,23	0,33	1,3	15	180
34CrMo4	0,30	0,22	0,64	0,011	0,012	1,01	0,24	0,11	1,8	18	720
42CrMo4	0,36	0,23	0,64	0,019	0,013	0,99	0,16	0,08	2,2	20	500
50CrMo4	0,50	0,32	0,80	0,017	0,022	1,04	0,24	0,11	18	580	1600

Критичні тривалості охолодження сталей K_m - критична тривалість охолодження, необхідна для повної гарту сталі;

K_f - критична тривалість охолодження, що характеризує перша поява фериту;

K_r - критична тривалість охолодження для повного структурного перетворення в перлитній області.

Сприйнятливність до загартування вуглецевих і низьколегованих сталей і вибір на цій основі охолоджуючих середовищ є необхідною умовою в практичній роботі при виборі марок сталей і розробці технології термопокращення для отримання механічних властивостей виробів з високоміцних матеріалів, в т. Ч. Болтів, що забезпечують безпечну роботу устаткування підвищеної небезпеки .

Розглядаючи основи теорії механіки структурного руйнування високоміцних сталей, мимоволі виникає питання, чому протягом десятиліть, незважаючи на аварію, пов'язані з руйнуванням болтових з'єднань, наполегливо нав'язувалася застосування тільки стали 40X, і при цьому ігнорувалося проведення вхідного контролю болтів перед їх застосуванням, в т. ч. 100% контроль на відсутність мікротріщин.

Разом з тим, згідно з ГОСТ 22356-77 високоміцні болти в залежності від пред'явлених до них механічних властивостей виготовлялися (крім 40X) з сталей марок 30X3МФ, 30X2НМФА і ін.

А відповідно до Європейських стандартів ще в минулому столітті для виготовлення високоміцних болтів застосовувалися марки сталей:

- клас міцності 8.8: 34Cr Mo 4 V - межа текучості 640 Н / мм², до М20:
- клас міцності 10.9: 42Cr Mo 4 V - межа текучості 900 Н / мм², понад М20:
- клас міцності 10.9: 30 Cr Ni Mo 8 V - межа текучості 900 Н / мм², спеціальність, понад М20:
- клас міцності 12.9: 35 Ni Cr Mo 8 V – межа текучості 1080 Н / мм² [9].

При цьому зусилля попереднього затягування FV і крутний момент затягування МА для високоміцних болтів з головками повинні відповідати DIN912, 931, 934 (див. Таблиці Бауера - Шаурте [9]), а мінімальні значення ударної в'язкості при $t = -40^{\circ}$ з V-подібною пробою, згідно ISO, повинні складати 27 Дж / см².

ВИСНОВОК

Зараз, коли з'являються все нові і нові фірми і «фірмочки», які постачають в Україну продукцію сумнівної якості (від болтів до кранів), то наявність сертифікату не гарантує безпечну експлуатацію обладнання підвищеної небезпеки.

Останній приклад - створилася позаштатна ситуація з вантажною машиною ПМ -1000 ще одне тому підтвердження.

Інший аспект проблеми, пов'язаний з переходом на європейські стандарти, в основі яких закладені принципи оцінки ризику при прийнятті тих чи інших технічних рішень, полягає в необхідності розуміння основ механіки структурного руйнування, починаючи зі стадії вибору (відповідно до необхідного класом міцності) марок сталей до оцінки ризику при технічному діагностуванні в процесі експлуатації устаткування підвищеної небезпеки.

Підвищення конструктивної міцності можна досягти шляхом додавання легування завдяки добавки ванадію в хромистих сталях у невеликих кількостях, тим самим збільшують прокалюваність сталі сильніше інших легуючих елементів. Введення нікелю також знижує критичну швидкість загартування, при цьому збільшується в'язкість сталі при незначному підвищенні міцності і твердості.

У поєднанні з вмістом в сталі хрому молібден зменшує зростання зерна при нагріванні під загартування, при цьому зменшує крихкість при відпуску, збільшує тривалість охолодження, тим самим дає можливість отримувати стабільні структури після гарту перед відпустком.

Звичайно, наука про фазові перетворення і структурні зміни в сплавах «залізо - вуглець» - це специфічна область пізнання. Але не можна професійно вирішувати виникаючі проблеми, не володіючи елементарними знаннями з металознавства і механіці структурного руйнування. І вище наведені приклади аварій тому підтвердження. Більш того, перефразовуючи слова І. В. Гете, - мало знати, треба вміти застосовувати свої знання, бо ціна непрофесіоналізму - людське життя.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі подані основні заходи охорони праці, які передбачені дослідженню болтового з'єднання в металоконструкції крану.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Незадовільно організоване робоче місце дослідника в приміщенні дослідницької лабораторії;

Наприклад:

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) Небезпеки які можуть виникнути при випробуванні конструктивної міцності болтів на зріз, зокрема механічні травми при порушенні процесу випробування або відсутності індивідуальних засобів захисту;

г) 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 частої 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 навантаження, що призводить до професійного вигорання та стресових ситуацій.

д) Незадовільні параметри повітряного середовища в адміністративному приміщенні в наслідок не ефективної роботи систем опалення та повітря обміну , що може призвести до захворювання

е) Незадовільний рівень освітлення дослідницької лабораторії, що може бути пов'язаний виходом з ладу освітлювальних приладів або конструктивних недоліків систем загального штучного освітлення.

ж) Можливість загорань в наслідок порушень правил с пожежної безпеки, що може призвести до пожежі.

з) Небезпеки, які пов'язані з умовами праці у надзвичайних ситуаціях.

6.2 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 $30\text{—}40^{\circ}$ по відношенню до горизонталі робочого місця та $0\text{—}30^{\circ}$ 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 надійності при втраті конструктивної міцності болтових з'єднань.

Болтові з'єднання в силу їх простоти і універсальності та надійності використовують майже в усіх технологічних сферах. Болти чистові та чорнові здебільшого використовують у монтажних з'єднаннях для фіксації елементів. Переважно використовують болти М20, а для дрібного фасонного прокату – М16. Високоміцні болти виготовляють лише з високо міцних сталей: 40 Х Селект, 38 ХС Селект, 40 ХФА Селект, 30 ХЗМФ, 30 Х2НМФА та інших і піддають термічній обробці для додаткового зміцнення. Застосовують їх у робочих (розрахункових) з'єднаннях, які працюють на зсув чи розтяг.

Висока міцність болтів дає змогу інтенсивно обтиснути пакет з'єднаних деталей. Як наслідок, на контактних поверхнях виникають значні зусилля тертя, які забезпечують нерухомість з'єднання при зсувних навантаженнях. Доцільними є такі болти і в з'єднаннях, що передають великі зусилля розтягу.

Встановлено, що високоміцні болти при циклічному розтягуванні швидко руйнуються, якщо вони не затягнуті або слабо затягнуті. Однак втомна міцність різко підвищується при натягу болтів в межах їх розрахункового опору. Позитивна роль попереднього натягу зумовлена тим, що велика частина зовнішнього змінного навантаження сприймається в з'єднанні контактним зусиллям стиснення. При цьому в болтах підвищується коефіцієнт асиметрії циклу і зменшується амплітуда діючих на них циклічних напружень.

Підвищення конструктивної міцності можна досягти шляхом додавання легування завдяки добавки ванадію в хромистих сталях у невеликих кількостях, тим самим збільшують прокалюваність сталі сильніше інших легуючих елементів. Введення нікелю також знижує критичну

швидкість загартування, при цьому збільшується в'язкість сталі при незначному підвищенні міцності і твердості.

У поєднанні з вмістом в сталі хрому молібден зменшує зростання зерна при нагріванні під загартування, при цьому зменшує крихкість при відпуску, збільшує тривалість охолодження, тим самим дає можливість отримувати стабільні структури після гарту перед відпустком. Це дозволяє підвищити експлуатаційну надійність конструкції крана, що зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

г) 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 $15^0(\pm 5)$;
- 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 роботи 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.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

д) 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 6.3.1 Оптимальні фізичні параметри повітряного середовища цеху.

Період року	Температура, °C	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 кондиціонування згідно СНиП 2.04.05-91 «Отопление вентиляция и кондиционирование», а в холодний період – системи водяного опалення.

е) 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, $\rho_{п} = 10\%$ - відбиття від підлоги.

7) Значення індексу приміщення визначаємо за формулою:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (6.3.1)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

$$h = H - h_p - h_z, \quad (6.3.2)$$

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:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) * [L/h]}, \quad (6.3.3)$$

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

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

б) визначаємо максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{max} = \frac{B}{N_p} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м} \quad (6.3.4)$$

в) розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]} = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ м} \quad (6.3.5)$$

г) знаходимо висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h = 2,8 - 0,8 - 2 = 0 \text{ м} \quad (6.3.6)$$

Знаходимо чисельне значення індексу приміщення за формулою (6.3.1):

$$i = \frac{6 * 6}{2(6 + 6)} = 1,5$$

8) Значення коефіцієнта використання світлового потоку η обираємо в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів

відбиття поверхонь приміщення ($\rho_c, \rho_{ст}, \rho_n$) 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:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_z \cdot z}{\eta}, \quad (6.3.7)$$

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

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

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

$$N^* = \frac{AB}{L_{max}^2} = \frac{6 \cdot 6}{3^2} = 4 \text{ світильника} \quad (6.3.8)$$

в) Розраховуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{л}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{л}}, \text{ лм} \quad (6.3.9)$$

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

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

n – кількість ламп у світильнику.

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

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.

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{7\,425}{5\,400} = 1,375 \quad (6.3.10)$$

д) Визначаємо оптимальну кількість ламп у приміщенні:

$$N = N_{\text{л}} \cdot m = 8 \cdot 1,375 = 11 \text{ ламп} \quad (6.3.11)$$

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

10) Визначаємо загальну розрахункову освітленість $E_{\text{р}}$ у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_{\text{р}} = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{фл}} \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{5\,400 \cdot 12 \cdot 0,4}{36 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 436,4 \text{ лк} \quad (6.3.12)$$

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

$$E_{\text{р}} = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_{\text{н}}, \text{ лк} \quad (6.3.13)$$

$$E_{\text{р}} = 360 \dots 480 \text{ лк}$$

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

11) Розраховуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{л}} \cdot P_{\text{л}} = 12 \cdot 80 = 960 \text{ Вт} \quad (6.3.14)$$

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

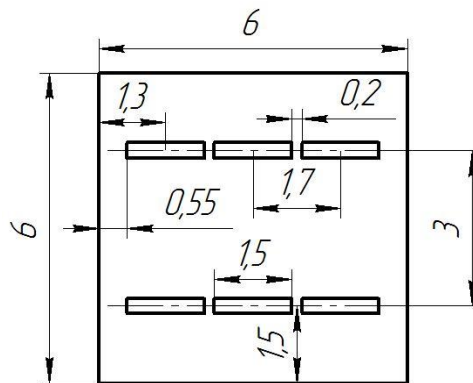


Рисунок 6.3.1 – Схема розміщення світильників у виробничому приміщенні

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. Основними критеріями оцінки стану придатності до роботи є стан органів зору, при цьому необхідно враховувати також стан організму в цілому.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

ж) 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 36м^2 . 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 $0,5\text{м}^3$, лопати залізні, відра і лом.

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

з) «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 вхідних 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.

Висновки

В ході роботи був проведений аналіз потенційних небезпек, які можуть виникнути при проведенні дослідів у лабораторії і ПК. Аналіз показав, що дослідницька робота 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 виконання дослідницьких робіт та експериментів при роботі за використанням 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.

Перелік використаної літератури

1. В.А. Попов , Академик ПТАН Украины, г. Харьков , «ЕГО ВЕЛИЧЕСТВО» - БОЛТ
2. Иосилевич Г.Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов.- М.: Машиностроение, 1988.- 386 с.: ил.
3. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. Руководство и справочное пособие. Изд. 3-е, перераб. И доп. Под ред. С.В. Серенсена. М.,»Машиностроение», 1975.
4. Л.И. Гладштейн, д-р техн. наук, Н.И. Кельберин, В.И. Мейтин, Р.А. Милевский , Усталостное разрушение высокопрочных болтов в строительных стальных конструкциях.
5. Кудрявцев В.Н. Детали машин. Л.: Машиностроение Ленингр. отделение, 1980. – 464с.
6. Рощин Г.И. и др. Детали машин и основы конструирования. М.: Дрофа, 2006. – 415.
7. Чернявский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005.- 416с.
8. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. Казак С.А. и др. М.: Высшая школа. , 1989 – 319с.
9. Грузоподъемные машины. Александров М.П. и др. М.: Машиностроение, 1986. – 400с.
10. Иванов М.Н., Детали машин. М.: Высшая школа, 2008. – 408с.
11. Москвяк Е. В., Аварии грузоподъемных кранов, их причины, пути и методы предупреждений, Сборник трудов научно – практической конференции «Проблемы производства и безопасной эксплуатации подъёмных сооружений», Одесса, 2002.
12. Горицкий В. М. , Диагностика металлов, Металлургия, 2004.
13. Гудреммон Э., Специальные стали, - М: Металлургия, 1960, - Т. 1.

14. Саррак В. И. , Филиппов Г. А., Физико-химическая механика материалов, 1981. № 2

AntiPlagiarism.NET

Файл Правка Вид Операции Справка

Стандартная Экспресс Глубокая На реферат

Пакетная проверка Проверка сайта SEO проверка Проверка картинок

Проверить уникальность

Редактор Адрес: http:// Страница

Текст(69717):

РЕФЕРАТ

ПЗ: 63 с., 8 таблиц, 17 рисунків, 14 джерел Мета роботи - дослідження болтових з'єднань металоконструкцій вантажоліжних кранів задані: позначилися з болтовими з'єднаннями в металоконструкції, з їх хімічним складом та механічними характеристиками. Аналізували університету.

Ключові слова: БОЛТ, ВИСОМІЦНИЙ БОЛТ, БОЛТОВЕ З'ЄДНАННЯЗМІСТ

ВСТУП

61

ЗАСТОСУВАННЯ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ72 АВАРІЇ ПОВ'ЯЗАНІ З РУЙНУВАННЯМ ОПП

103 ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ БОЛТОВОГО З'ЄДНАННЯ

133.1 розрахунок для болта опорного кльця

144 КОНТРОЛЬ ЗАТЯЖКИ245 ВИМОГИ ДО МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛА БОЛТІВ

29ВІСНОВОК

436 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Журнал:

[23:18:37] **Yah** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://studfiles.net/preview/5184602/page/2/>

[23:18:41] **Go** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://kadrhelp.com.ua/medicini-ogivadi-pracivnikiv-pidstav-i-ta-porvadoк-provedenniy>

[23:18:58] **Go** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <http://uavsvi.com/35/35762.html>

[23:19:04] **Go** **Найдено 1% совпадений** по адресу: http://www.kafedra-okm.narod.ru/Literatura/ok_PSM.html

[23:19:19] **Go** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <http://ur.co.ua/17/242-1-grazhdanskaya-oborona-ustoi-chivost-laboratorii-k-vozd-eivstv-ivyu-elektromagnitnogo-impul-sa-emi.html/Сохраненная копия>

[23:19:27] Тип проверки: **Экспресс** (Размер выборки = 5, Число выборок = 100, Число ссылок на выборку = 5, Поисковики = Go,Bi,Yah)

[23:19:27] Настройки: Число слов в шпигле = 5

[23:19:27] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 27%)**

[23:19:27] **Уникальность текста 90%** (Пронигнорировано подстановок: 0%)

Настройки

Общие Сеть Отчет Редактор Скачка Исключения Обновление Другие Язык

Установить общие настройки

По умолчанию Сохраненные Экспресс Глубокие

Основные параметры

Размер выборки в словах: 5

Число выборок: 100

Число ссылок на выборку: 5

Поисковые системы

☒ Google

☐ Yandex

☐ Rambler

☒ Bing

☐ On

Определение уникальности

☒ Метод обнаружения копий

☐ Метод обнаружения реферата

☐ Оба метода

☐ Игнорировать цитаты

☐ Проверка на дубли в исходном тексте

Число слов в шпигле: 5

Порог уникальности (%): 50

Ок Отмена

Готово

23:19 14.12.2018