

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"
на тему:

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ
ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

Виконала: студентка 2 курсу, групи МГМ-2-19
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Маміна Світлана Євгенівна

Керівник: _____ Толстенко Олександр Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Надійності і ремонту машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

НРМ

(назва кафедри)

д.т.н. профе-

сор

(вчене звання)

Дирда В.І.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„ 1 ” 10 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТКИ**

Маміної Світлани Євгенівни

1. Тема роботи: Оптимізація параметрів взаємозамінності шпонкових з'єднань при технічному сервісі сільськогосподарської техніки

керівник роботи к.т.н. доцент Толстенко О.В.

затверджені наказом вищого навчального закладу від "8" жовтня 2020 року № 2556

2. Строк подання студентом роботи до 1.12.2020

3. Вихідні дані до роботи Існуючі методи покращення якості сервісних робіт, та аналіз надійності існуючих конструкцій шпонкових з'єднань. Існуючі методи контролю якості затягування різьбових з'єднань автотракторних двигунів. Показники стану охорони парці в базовому підприємстві. Техніко-економічні показники роботи базового підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стан питання та задачі досліджень. 2. Теоретичні методи контролю взаємозамінності шпонкових сполучень. 3. Методика проведення експериментальних досліджень та їх результати 4. Охорона праці та захист у

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на тему: Оптимізація параметрів взаємозамінності шпонкових з'єднань при технічному сервісі сільськогосподарської техніки.

В дипломній роботі були розглянуті існуючі методи підвищення надійності шпонкових з'єднань, розглянуто способи контроль методів установки шпонок.

Проведено теоретичні та експериментальні дослідження, що підтверджують припущення про вплив стану шпонкового з'єднання на його надійність.

Також були розроблені заходи з охорони праці і розрахована техніко-економічна оцінка проектних рішень.

Дипломна робота включає в себе пояснювальну записку об'ємом 77 сторінка, а також 14 презентаційних листів виконаних у програмі Microsoft Power Point.

Ключові слова - НАДІЙНІСТЬ, ШПОНКА, ШПОНКОВЕ ЗЄДНАННЯ, АВТОМОБІЛЬ, ТРАКТОР, ДОСЛІДЖЕННЯ, РОБОТОЗДАТНІСТЬ і т.д.

3.4. Висновки.....	49
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	51
4.1. Загальні відомості про охорону праці в ТОВ "Славутич".....	51
4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на слюсарно-механічній дільниці	53
4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів.....	55
4.4. Правила безпечного виконання робіт на фрезерних верстатах у слюсарно-механічній дільниці.....	56
4.5. Дії у разі настання надзвичайної ситуа- ції.....	61
4.6. Висновок.....	62
Техніко-економічна оцінка роботи.....	63
Загальні висновки.....	71
Список літератури.....	73
Додатки.....	77

ВСТУП

Машино-тракторний парк який сьогодні працює в сільському господарстві, зношений на 60 % та недоукомплектований [1, 2, 3]. Так згідно даних [1, 2] парк зернозбиральних комбайні укомплектовано лише на 50%. Всі ці показники вказують на збільшене навантаження на машино-тракторний парк, що призводить до його швидкого виходу з ладу.

Всі механізми машини складаються з рухомих та нерухомих з'єднань. Нерухомі з'єднання часто зустрічаються в складальних одиницях і агрегатах сільгосптехніки. Це – з'єднання зубчастих коліс, зірочок, шківів з валами, втулок з корпусами, опор підшипників ковзання із втулками та ін. Найбільшого поширення в механізмах одержали з'єднання зі шпонками.

Шпонкові з'єднання служать для передачі крутного моменту між валом і маточиною насадженої на вал деталі. Шпонка встановлюється в спеціальний паз і виступає в якості допоміжної деталі. Саме вона дозволяє передавати крутний момент між деталями з'єднання. Зношування й зминання шпонкових пазів, а також зношування самої шпонки є однією з основних причин вибракування валів. З погляду економіки й технологічності доцільніше замінити зношені шпонки на нові, а зношені вали й втулки – відновлювати.

Саме шпонкові з'єднання одні із самих ненадійних. І вихід з ладу шпонки може призвести до поломки вартісного та складного агрегату [4]. Багато авторів стверджують, що основною причиною виходу з ладу шпонкового з'єднання є неправильний вибір посадок з'єднання [5].

Причини виходу з ладу шпонкових з'єднань розглянуті не достатньо, тому вони потребують ретельного подальшого дослідження.

Дослідженню методик нормування номінальних та граничних значень геометричних параметрів деталей машин присвячено роботи В.М. Белова, Ф.Х. Бурмункулова, І.Г. Голубева, П.П. Лезіна, В.М. Михлина, В.І. Черноїванова та інших. В своїх роботах вчені вказують на недоліки проектування та

експлуатації шпонкових з'єднань. Наводять шляхи підвищення довговічності шпонкових з'єднань.

Дослідженням впливу норм точності, допусків, зазорів і натягів у посадках на довговічність відповідальних з'єднань сільськогосподарської техніки, питаннями контролю цих параметрів, займалися багато вчених: Белов В.М., Голубєв І.Г., Дорохов А.С., Дидманідзе О.Н., Єрохін М.Н., Іванов А.І., Казаєв С.П., Черноіванов В.І., Якушев А.І. і ін.

Однак питанням взаємозамінності циліндричних з'єднань зі шпонками при виготовленні й ремонті сільськогосподарської техніки приділене не достить уваги. Зокрема, параметри точності циліндричних з'єднань зі шпонкою не розраховуються, а вибираються по методах прецедентів і подоби, посадки виходять перехідні або із зазором, що приводить до швидкого виходу з ладу не тільки циліндричного з'єднання, але й шпонки, а також її пазів на валу й у втулці. Також невирішеними повною мірою залишаються питання забезпечення норм взаємозамінності при наявності зношеного технологічного встаткування, що має зону розсіювання більше, ніж допуск.

Об'єктом дослідження є уніфіковані агрегати та вузли сільськогосподарських машин.

Предметом дослідження є методики розрахунків і вибору посадок, методи забезпечення взаємозамінності й технологічні рішення для зниження браку в процесі виготовлення й ремонту деталей машин.

Публікації. За результатами роботи надруковано статтю: Маміна С.Є. Оптимізація полів допусків шпонкового з'єднання вузлів сільськогосподарської техніки / С.Є. Маміна, О.В. Толстенко // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2020. – С. 84–87.

1 РОЗДІЛ

СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Загальні відомості про господарство

ТОВ “Славутич” знаходиться в південній частині Томаківського району Дніпропетровської області в 120 км від обласного центра.

Територія ТОВ “Славутич” має видовжену форму. На території товариства знаходиться 7 сіл с. Стрюківка, с. Виводове, с. Долинське, с. Новопавлівка, с. Глухе, с. Жмерино, с. Новий Мир.

Центральна садиба знаходиться у с. Виводово там же знаходиться і автоточка, в с. Стрюківка знаходиться вся база механізації (ремонтна майстерня та машинний двір) також вівцеферма на 1000 голів, в с. Долинське знаходиться тик та свиноферма на 2200 голів, в с. Глухе до 2006 року знаходився теж машинний двір з майстернею який був відданий в оренду ТОВ "Істок" м. Марганця (надання послуг з обслуговування земель).

На території села 587 двора, із яких 490 садиби членів ТОВ “Славутич”. Всього на території господарства проживає 1428 чол., в т. ч. 412 членів сільськогосподарського підприємства.

Спеціалізація господарства - м'ясо-молочно-зерновий напрямок. В структурі товарної продукції в 2010 році питома вага галузей с.-г виробництва складала 67,5 %, де на продукцію рослинництва припадає 25,7 %, а тваринництва-43,1 %. На промислову продукцію приходить 16,4% обсягу реалізації.

За останні декілька років спеціалізація в ТОВ ”Славутич” змінилася, на це вплинули природно-кліматичні умови, із-за яких суттєво знизилась урожайність с.-г культур, що зумовило зниження об'єму продукції рослинництва.

Район розташування господарства відноситься до центрального кліматичного району степової частини України. Клімат континентальний з високою літньою та низькою зимовою температурою при частих відлигах. Середня кількість опадів за рік по багаторічним даним складають 410 мм, в тому числі на вегетаційний період приходить 210-240 мм. В окремі роки сума опадів доходить 300 мм, але можна сказати, що випадюча кількість опадів достатня для нормального росту і розвитку рослин. Більшість опадів випадає зливого характеру, а рельєф місцевості неспокійний, тому ґрунтом дуже мало поглинається вологи і більша її частина скидається в балки і витрачається на випаровування, таким чином продуктивний запас вологи в ґрунті залишається низьким.

По багаторічним даним середньорічна температура повітря в літку +25, в зиму -13⁰ С.

В період весняно-польових робіт часто дують східні вітри з великою швидкістю, в супроводі з високою температурою повітря, що призводить до чорних пилових бур.

Використання земельних угідь приведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1-Землевикористання, га

Показники	Рік		
	2018	2019	2020
Всього земельних угідь	6200	6320	6403
Із них: оранка	6050	6185	6185
Багаторічні	150	135	218

Згідно табл.1.1 видно, що площа оранки в 2020 році складала 6185 га. В господарстві встановлено дві польові сівозміни.

На протязі останніх трьох років в структурі оранки помітні деякі зміни. Скоротилася площа посівів овочевих культур і під коренеплоди, в зв'язку з економічними негараздами господарства, але збільшилася зернова група. В 2010 році в структурі сівозмін було: 40,5% зернові, 13,7% технічні, 0,4% овочі, 39,7% кормові і 6,7% чисті пари. В структурі зернових під озимими зайнято 65,1%. В структурі кормових культур велике місце відведене вирощуванню багаторічних трав, зокрема люцерни (37,5%). Під соняшник зайнято 90,9% площі технічних культур.

Таблиця 1.2-Врожайність культур, т/га

Назва с.-г. культур	Рік		
	2018	2019	2020
Зернові	2,52	2,12	1,93
в т.ч. озима пшениця	3,3	2,32	2,18
кукурудза	2,49	1,73	1,60
Цукрові буряки	22,8	16,4	17,9
	6	6	4
Соняшник	1,85	1,3	1,48
Бульба	1,8		4,0
Овочі	10,3	7,67	16,2
	4		5
Кукурудза на зелений корм	19,8	6,56	16,7
	9		1
Кормові коренеплоди	17,9	1,87	15,6
	8		3
Багаторічні трави на зелений корм	30,4	17,0	25,3

Урожайність с.-г. культур не низька, а використовуючи по можливості мінеральні добрива, перспективні сорти зернових і кормових культур господарство добивається її збільшення.

З трудовими резервами справи можуть бажати кращого. Майже 65% молоді після закінчення школи або вступають до вузів і більшість з них не повертається до господарства інша частина виїзжає теж до міста де є високооплачувана робота. Лише близько 40% молоді іде працювати в господарство.

В 2009 році в товаристві змінився власник, бізнесмен з м. Запоріжжя який почав вкладати кошти в розвиток господарства, було відновлено поголів'я свиней до 2200 голів, відроджено вівчарство (в 1990 році в колишньому КСП "Жовтень" налічувалось 5000 голів овець), сьогодні вже 1000 голів.

Закуплено високопродуктивну імпорتنу техніку: 2 комбайни Massey Ferguson, комплекс Horsch Pronto + трактор Case IH Steiger 500, , оприскувач Challenger RoGator, 4 МТЗ 100, 1221.2 Беларус, 2 автомобілі КрАЗ-6230С4-330 та інші.

Також наприкінці 2012 року збанкрутувало ТОВ "Істок" і власником ТОВ "Славутич" було придбано їх техніку та взято в оренду додатково 2150 га землі яку Істок був не в змозі обробляти.

1.2. Матеріально- технічна база господарства

На сьогодні матеріально-технічну базу можна розділити на дві бригади:

- Бригада ТОВ "Славутич",
- Бригада колишнього ТОВ "Істок".

Кількість тракторів є достатньою для виконання польових робіт, багато тракторів та комбайнів виконують роботи за наймом. Так у жнива 2015-18 року комбайни Славутич КЗС-9 виконували роботи по збиранню врожаю на Сумщині і принесли товариству досить не погані дивіденди. Трактори Т-170 виконують обробку полів навколишнім фермерам, (ФГ "Чугуйцев", ФГ "Кулик", ФГ "Світлана" та інші) також оброблюються землі власників паїв.

Перелік техніки наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3-Перелік техніки бригади № 1

Марка машини	Кількість		
	2018	2019	2020
1	2	3	4
Трактори			
Т – 150К	6	6	6
CASE IH Magnum MX255	1	1	2
ЮМЗ - 6	4	3	3
МТЗ – 80/82/100/1221	2	4	5
Case IH Steiger 500	1	1	1
John Deere 9330	1	2	2
ДТ-75М	2	2	2
Зернозбиральні комбайни			
Дон – 1500 Б	2	2	2
Massey Ferguson 7274/9795	3	4	4
NEW HOLLAND CX 8050	-	-	1
Автомобілі			
ГАЗ – 53А	4	2	2
ЗІЛ-ММЗ-4505	5	5	5
ГАЗ – 53Б	3	3	3
ГАЗ – 52 (бензовоз)/66	2/2	2/2	2/2
КамАЗ – 55102	2	2	2
ГАЗ-САЗ-3507-1	6	6	6
КрАЗ-6230С4-330	2	2	2
Мерседес GL 320	-	1	1
Фіат "Дукато"	-	-	1
ГАЗ - 2410	1	1	1
ГАЗ-3302/2705	1	2	2
Сільськогосподарські знаряддя			
Сівалки			

СПУ - 6	-	1	1
СЗ – 3,6	6	6	4
СУПН – 8 А	3	2	2
Мультикорм	-	1	1
Плуги			
ПЛН – 5 – 35	4	2	2
ПЛН – 3 – 35	2	2	2
ПТК – 9 – 35	1	1	1
Культиватори			
КТС – 7	1	1	1
Аремікс – 6	-	1	1
КПС – 4	6	6	6
УСМК – 5,4	1	1	1
КРН – 5,6	5	5	5
КШП – 10	-	-	1
Жатки			
ЖРБ – 4,2	1	1	1
ЖВН – 6	2	2	2
Борони			
УДА – 4,5	1	1	-
БДТ – 7	2	2	2
АГ – 2,4	1	1	1
БП – 6	-	-	1
БППР – 4,2	1	1	1
Horsch Pronto	1	1	1
Обприскувач			
<u>Challenger RoGator</u>	-	-	1

Примітка. Кількісний склад та матеріально-технічну базу бригади № 2 в данному дипломному проекті розглядати не будемо так як питання її удосконалення та організації на її базі МТС розглядались в звіті з практики.

Матеріально технічна база відділення № 1 знаходиться в двох селах. В с. Виводово знаходиться автогараж (в 2014 році автомобілі було переведено до машинного двору а на території автогаража організували копильний цех, та цех з виробництва круп) та контора, а машинний двір з ремонтною майстернею знаходяться в с. Стрюківка.

1.3. Аналіз роботи ремонтної служби

ТОВ "Славутич" було утворено на базі КСП "Жовтень" і лівова частка як земель так і майна відійшли до товариства, колись КСП "Жовтень" займав лідируючі позиції в районі мав 10000 га землі.

Ремонтна майстерня яка дісталась товариству у спадок збудована за типовим проектом в 70 ті роки минулого століття.

Центральна ремонтна майстерня господарства виконана за типовим проектом і має загальну площу 864 м². Вона розрахована на проведення поточного ремонту тракторів і їх технічного обслуговування.

Крім цих робіт в існуючій майстерні проводять роботи з ремонту агрегатів електрообладнання, не складні слюсарні роботи та деякі механічні операції на токарних верстатах.

Номерні технічні обслуговування №1 і №2 в майстерні практично не проводяться. Частіше їх проводять в польових умовах і на бригаді з участю майстера-наладчика.

На сьогоднішній день в майстерні працює чотири чоловіка: електрозварювальник, токар, слюсар, електрик.

Ремонт і виготовлення деталей, інструментів, а також ремонт власного обладнання проводять в існуючій майстерні на газозварювальній і механічній дільницях. Як правило, ці роботи мають випадковий характер.

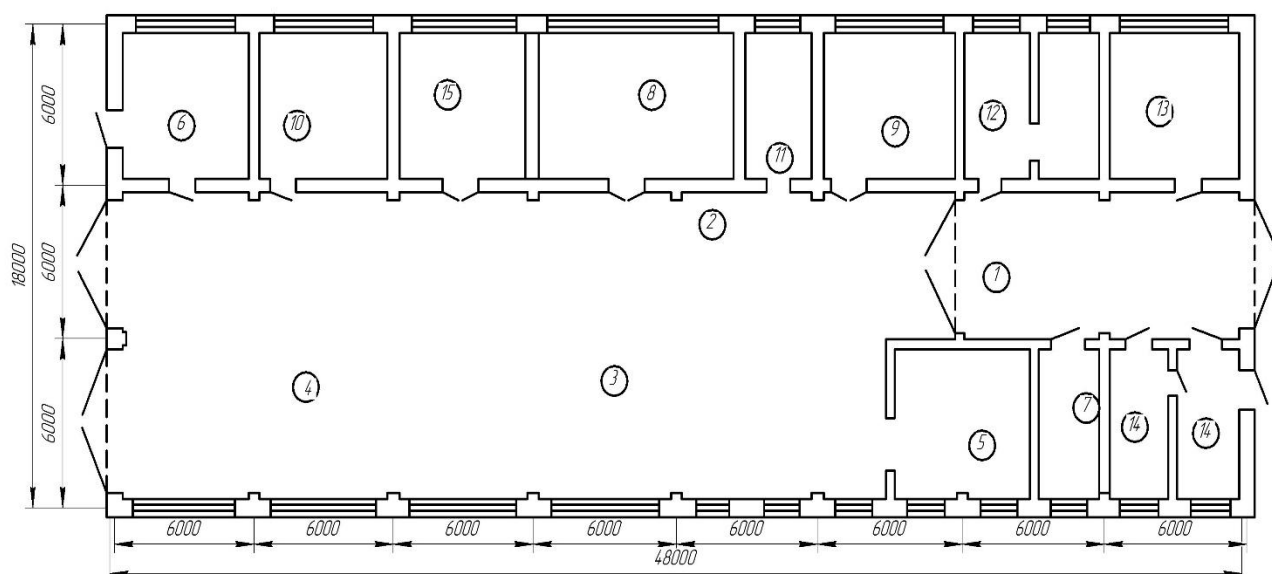


Рис.1.1. Ремонтна майстерня господарства

1 - Ділянка зовнішнього очищення, 2 - Діагностування і ТО тракторів і автомобілів, 3- Розбирально – мийний, 4 - Ремонтно –монтажна, 5 - ПР і обкатки двигунів, 6 - Ремонт електрообладнання, 7 - Ремонт паливної і масляної апаратури, 8 - Ремонт с. г. машин, 9 - Слюсарно – механічна, 10 - Ковальсько – зварювальна, 11 – Склад, 12, 14 – Побутові приміщення, 13 – Котельня та вентиляційна, 15 – Склад металобрухту.

Ремонтна майстерня здатна забезпечувати господарство якісним ремонтом але приблизно 30 % площ майстерні захарашені металобрухтом та будматеріалами.

1.4. Шпонкові з'єднання. Класифікація, параметри

Шпонкові з'єднання відносяться до розумних з'єднань і складають 25 % рис. 1.2. [4].

Шпонкові з'єднання використовуються для закріплення деталей на валах і осях і для передачі обертового моменту від вала до закріплених на ньому деталей (шківів, зірочок, зубчастих коліс, муфт і т. ін.) і навпаки від

деталей до вала. Передача здійснюється через шпонку, яка розміщується в пазах вала і маточини деталі.

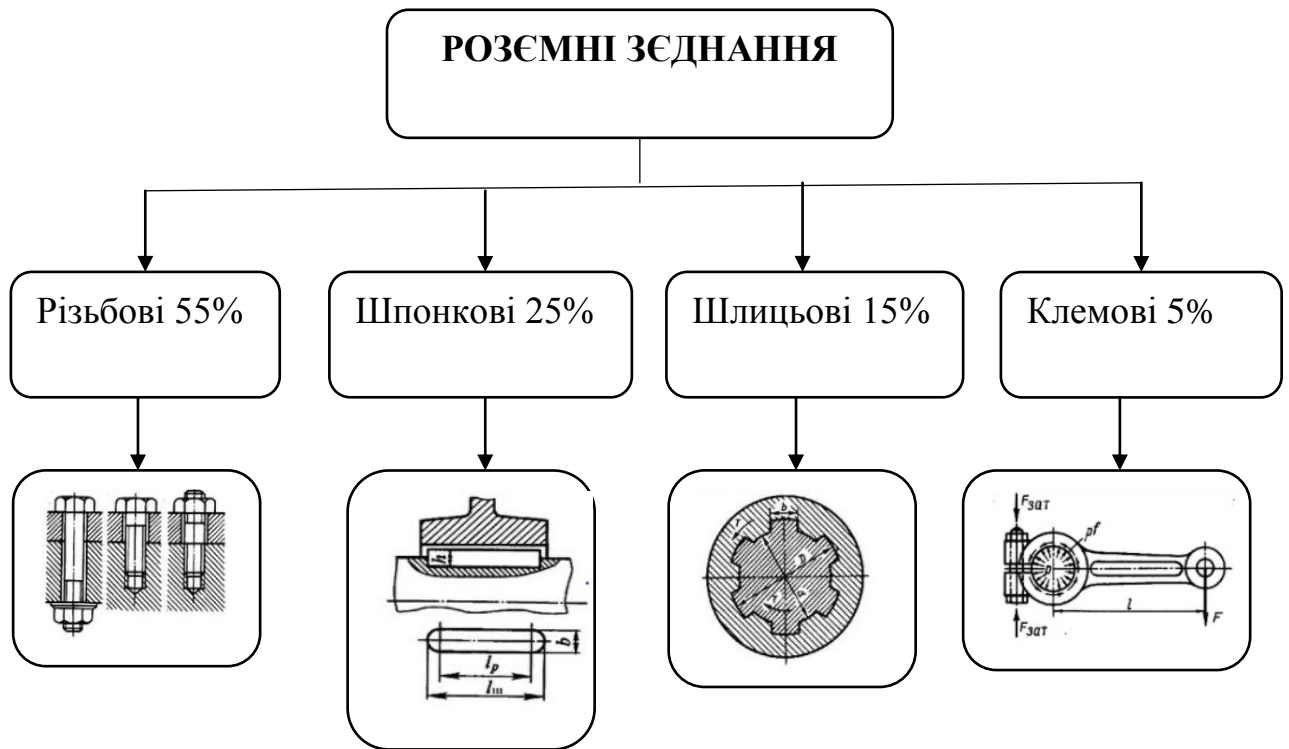


Рис. 1.2. Розподіл роз'ємних з'єднань

Перевагою шпонкових з'єднань є простота конструкції і порівняно легкий монтаж і демонтаж, недоліками - шпонкові пази ослаблюють вал і маточину; виникає концентрація напружень в зоні паза, що знижує опір втомленості вала; необхідна ручна підгонка або підбір; неможливо забезпечити концентричну посадку спряжених деталей, що при великих частотах обертання приводить до виникнення значних динамічних навантажень. Вказані недоліки обмежують використання шпонкових з'єднань в машинах крупносерійного і масового виробництва.

Розрізняють ненапружені і напружені шпонкові з'єднання.

Ненапружені шпонкові з'єднання виконуються за допомогою призматичних та сегментних шпонок. Найбільш поширені з'єднання призматичними шпонками [5. 6].

Стандартом передбачаються звичайні та високі призматичні шпонки. Останні призначені для з'єднання деталей з короткими маточинами.

Звичайні призматичні шпонки виконуються із скругленими (виконання *A*) або з плоскими (виконання *B*) торцями (рис. 1.3). Шпонки із скругленими торцями розміщують на валу в пазах, виконаних пальцевою фрезою, пази для шпонки із плоскими торцями можна виконати дисковою фрезою, що є технологічнішим і створює меншу концентрацію напружень у валу.

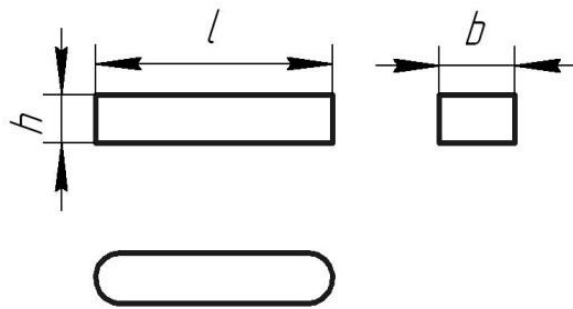


Рис. 1.3. Призматична шпонка зі скругленими торцями

Призматичні направляючі шпонки з кріпленням на валу використовуються в рухомих в осьовому напрямі з'єднаннях.

Згідно зі стандартом розміри поперечного перерізу призматичної шпонки: ширину b і висоту h , а також глибини пазів на валу t_1 і у маточині t_2 вибирають в залежності від діаметра вала. Довжина l шпонки вибирається дещо меншою ширини маточини деталі, перевіряється розрахунком на міцність і узгоджується зі стандартним рядом.

Робочими гранями призматичних шпонок є їх бічні, більш вузькі грані. Для полегшення складання шпонкового з'єднання між шпонкою і дном паза маточини передбачається зазор. Відхилення ширини шпонки, пазів в маточині і в валу вибирають відповідно $h6, H7, i6$.

Стандартне позначення звичайної призматичної шпонки з розмірами $b=18\text{мм}$, $h=11\text{мм}$ і $l=100\text{мм}$: *шпонка 18x11x100 ГОСТ 23360-78*.

З'єднання сегментними шпонками [5. 6] (рис. 1.4. є різновидом з'єднань призматичними шпонками, оскільки мають однаковий принцип роботи шпонок – боковими гранями. Сегментні шпонки і пази для них в валах простіші у

виготовленні, глибока посадка шпонки забезпечує стійке положення її в валу, що зменшує перекіс і концентрацію тиску. Однак глибокий паз суттєво ослаблює вал, тому сегментні шпонки використовуються для передачі відносно невеликих обертових моментів.

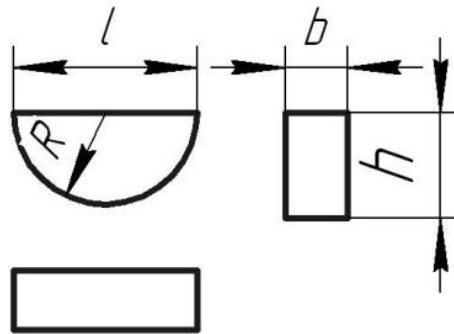


Рис. 1.4. Сегментна шпонка

В залежності від діаметра вала стандарт встановлює ширину b і висоту h шпонки, діаметр D її заготовки, довжину l , а також глибини пазів вала t_1 і маточини t_2 .

Стандартне позначення сегментної шпонки з розмірами $b = 6$ мм, $h = 10$ мм, $D = 25$ мм, $l = 24,5$ мм: *шпонка сегментна 6x10 ГОСТ 24071-80*.

Напружені шпонкові з'єднання виконуються за допомогою клинових і циліндричних шпонок [5. 6].

Клинові шпонки за способом розміщення на валах бувають врізні, на лищі, фрикційні і тангенціальні.

Клинові врізні шпонки представляють собою односкісні клини з ухилом $1:100$ (рис. 1.5, *a*), які із зусиллям вводяться в пази вала і маточини. На відміну від призматичних, у клинових шпонок робочими є верхня і нижня широкі грані, а між боковими гранями і пазами передбачається зазор (рис. 1.5, *б*). При забиванні клинкової шпонки виникає радіальне зміщення маточини по відношенню до осі вала і перекіс деталі, що викликає її торцеве биття. З цієї причини, а також через складності обробки паза в маточині з ухилом, що до-

рівнює ухилу грані шпонки, використання клинових шпонок обмежуються тихохідними передачами.

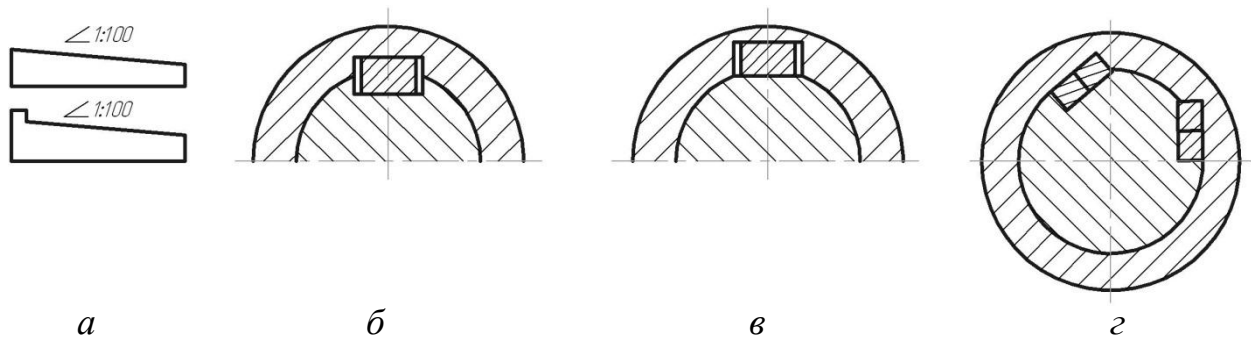


Рис. 1.5. Напружені шпонкові з'єднання: *a* – клинові врізні шпонки; *б* – з'єднання з клинової врізної шпонки; *в* – з'єднання з клиновою шпонкою на лисці; *з* – з'єднання фрикційною шпонкою

Клинові врізні шпонки можуть виготовлятися без головки або з головками. Головка значно полегшує монтаж і особливо демонтаж з'єднання, що важливо при необхідності частого розбирання і складання.

Клинові шпонки на лисці (рис. 1.5, *в*) і фрикційні (рис. 1.5, *з*) менше ослаблюють вал і дозволяють з'єднувати вал і маточину в будь-якому положенні, але не зовсім надійні, як і з'єднання з допомогою циліндричних шпонок, які вставляються в отвір просвердлений в торцях вала і маточини. Використання таких з'єднань обмежене. Класифікація шпонок наведено на рис 1.6.

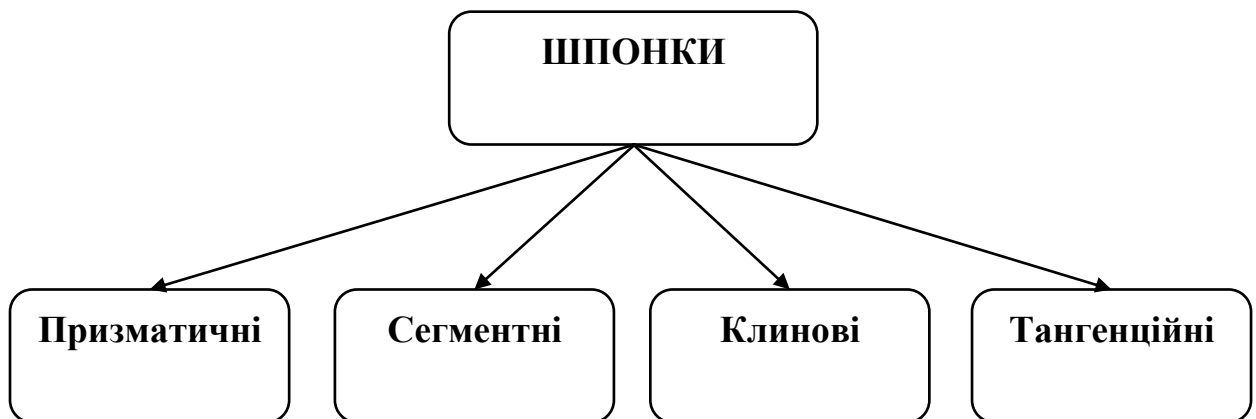


Рис. 1.6. Класифікація шпонок

Матеріалом для шпонок служать вуглецеві сталі з границею міцності не менше 600МПа. Призматичні шпонки і клинові шпонки без головок виготовляють із чистотягнутої сталі у відповідності з ДСТУ ГОСТ 24071:2005 (ІСО 3912:1977) [9]. Сегментні шпонки виготовляються із цільнотягнутої сталі сегментного профілю ДСТУ ГОСТ 24071:2005 (ІСО 3912:1977) [9].

1.5. Аналіз конструктивних і експлуатаційних властивостей з'єднань « вал-втулка» сільгоспмашин

Нерухомі з'єднання з натягом, із зазором і перехідні знаходять широке застосування в складальних одиницях сільгоспмашин, тракторів, автомобілів, різних приводів і ін. техніці. Найчастіше це сполучення «зірочка – вал», «зубчасте колесо – вал», «шків – вал» втулки й, підшипники ковзання і т.д.

Сьогодні понад 300 видів сільгоспмашин машин мають приводи у вигляді ланцюгових, пасових передач і редукторів [10]. Найпоширеніші в зірочках ланцюгових передач з'єднання типу « вал-втулка зірочки», а в редукторах - « вал-втулка шестерні», які мають шпонки, таблиця 1.2. Шпонки в даних з'єднаннях забезпечують відносну нерухомість поверхонь, за допомогою яких передаються крутні моменти.

Шпонкові з'єднання для сільгоспмашин виготовляються двох груп:

- ненапружені;
- напружені.

Ненапружені з'єднання формуються за допомогою призматичних і сегментних шпонок, вони не деформують маточину й вал у зібраному стані.

Напружені формуються за допомогою клинових шпонок, вони спеціальним чином створюють деформацію деталей з'єднань у зібраному стані.

Головні переваги шпонкових з'єднань – це забезпечення простоти й відносної надійності конструкції, легкості складальних і розбірних робіт, низька ціна одержуваного з'єднання.

Таблиця 1.2 – Посадки в з'єднаннях зі шпонкою деяких сільгоспмашин

Найменування машини й складальної одиниці	Місце установки сполучення	Посадка на кресленні, мм	Граничні зазори (+) або натяги (-), мкм
З'єднання « вал-втулка зірочки»			
Картоплезбиральний комбайн Grimme Vantor 4150	Ексцентриковий вал	$\varnothing 40 \begin{matrix} +0,17 \\ -0,05 \end{matrix}$	0...+220
	Вал ланцюгового редуктора	$\varnothing 42 \begin{matrix} +0,05 \\ -0,05 \end{matrix}$	0...+100
	Вал основного елеватора	$\varnothing 40 \begin{matrix} +0,17 \\ -0,17 \end{matrix}$	0...+340
	Елеватори	$\varnothing 30 \begin{matrix} +1,00 \\ -0,84 \end{matrix}$	0...+1840
Сівалка СЗ-3,6А	Редуктор	$\varnothing 30 \begin{matrix} +0,17 \\ -0,05 \end{matrix}$	0...+220
З'єднання « вал-втулка шестерні»			
Картоплезбиральний комбайн Grimme Vantor 4150	Коробка варіатора	$\varnothing 45 \begin{matrix} +0,06 \\ -0,06 \end{matrix}$	0...+120
	Редуктор розподільний	$\varnothing 45 \begin{matrix} +0,06 \\ -0,02 \end{matrix}$	-20...+100

Основні недоліки шпонкових з'єднань – це відносно низька здатність передавати великі навантаження через малі площі поперечних перерізів шпонкових пазів, а також через велику концентрацію напруг у зоні контакту пазів, ускладнення конструкції для реалізації переміщення деталей відносно

один одного й низький ступінь центрування осей вала й отвору, що припускає наявність радіального биття [11].

Матеріал, використовуваний для виготовлення валів сільгоспмашин – Сталь 45, і це найчастіше вали редукторів або вали з каліброваної сталі рівного діаметра по довжині.

Зірочки виготовляються з високоміцного чавуну ВЧ45...ВЧ60, для малих швидкостей до 2 м/с або для більших швидкостей – Сталь 45. Шестерні для редукторів сільськогосподарського виготовляють зі Сталі 40Х.

Залежно від умов роботи шпонкового з'єднання призначаються рекомендовані поля допусків циліндричних з'єднань зі шпонкою для заданого кресленням номінального розміру [12], таблиця 1.3.

Таблиця 1.3 – Рекомендовані поля допусків циліндричних з'єднанні зі шпонкою

Умови праці	Поля допусків		Вид посадок
	Отвору втулки	вала	
Точне центрування	H6	Js6, k6, m6, n6	Перехідні
Великі навантаження	H7	s7	З натягом
	H8	x8, u8, s8	
Осьове переміщення	H6	n6	З зазором
	H7	n7	

Поля допусків у з'єднанні паз вала – ширина шпонки – паз втулки вибираються по таблиці залежно від виду з'єднання, таблиця 1.4 [12].

Таблиця 1.4 – Рекомендовані поля допусків у з'єднанні паз вала – ширина шпонки – паз втулки

Вид з'єднання	Тип шпонки					
	Призматична			Сегментна		
	Поле допуску ширини			Поле допуску ширини		
	шпонки	паза вала	паза втулки	шпонки	паза вала	паза втулки
Щільне	h9	P9	P9	h9	P9	P9
Нормальне	h9	N9	Js9	h9	N9	Js9
Вільне	h9	H9	D9	-	-	-

З таблиць 1.3 і 1.4 видні, що нормуються одні допуски, а реальні – зовсім інші. У реальних і нормованих циліндричних з'єднаннях зі шпонкою найчастіше присутні тільки зазори, причому величина їх досить значна. Наявність зазору негативно впливає як на довговічність самого з'єднання елементів, що так і сполучаються, тому що стик з'єднань розкритий і туди попадають часточки пилу, бруде, вода, мінеральні добрива та ін., що значно прискорює процес зношування.

Наприклад, для ланцюгових передач підвищення зазору в з'єднанні «зірочка-вал» приведе до збільшення биттів, ударів, поштовхів, вібрації і як наслідок – до підвищеного зношування, провисання й зриву ланцюга.

Відхилення від установлених норм точності може привести до зниження терміну служби й ранній відмові, але рекомендовані посадки по 6 квалітету, таблиця 1.3, у сільгоспмашинобудуванні й при ремонті машин досягти неможливо без використання нового високоточного обладнання, яке на даних підприємствах відсутнє. Необхідно вибирати інші шляхи забезпечення заданої точності й вирішувати проблеми надійності.

На довговічність з'єднань впливає й присутність абразиву в зонах контакту. Експлуатація машин у сільському господарстві пов'язана з високим забрудненням робочого середовища. Забруднення у вигляді пилу й часток землі

попадають у масло, на поверхні валів, робочих органів, зубчастих, ланцюгових і пасових передач.

Таким чином, можна зробити висновок, що циліндричні з'єднання зі шпонкою повинні забезпечувати гарантований запас працездатності, відмова з'єднання, що передає крутний момент на інші вузли машини, приводить до простоїв техніки й втратам урожаю. Абразивне зношування елементів з'єднання проявляє себе при наявності пилу в зоні тертя при наявності зазору, тобто при знаходженні з'єднання на відкритому повітрі, також є присутнім фретинг і корозія з мікроривами поверхні.

1.6. Висновки та задачі дослідження

На підставі аналізу сформовані наступні висновки:

Циліндричні з'єднання зі шпонкою є елементами складальних одиниць, яким необхідно забезпечити гарантований запас працездатності, тому що з їхньою відмовою неможлива експлуатація машини.

У цих з'єднаннях, експлуатація починається при наявності зазору, що знижує їхню зносостійкість і довговічність.

Точностні параметри циліндричних з'єднань зі шпонкою значно впливають на довговічність з'єднань «ширина паза втулки-ширина шпонки-ширина паза вала».

Реальні параметри, що характеризують конструкційну точність сполучення, у більшості випадків мають відхилення від нормованих у стандартах, що приводить до відмови з'єднань у сільгоспмашинах.

Методики розрахунків точностних параметрів для циліндричного з'єднання зі шпонкою не існує, тому що не розроблені залежності для визначення найменшого тиску від дії радіального й консольного навантажень і немає специфіки обліку ширини шпонки.

Мета роботи полягає в удосконалюванні методики розрахунків посадок стосовно до циліндричних з'єднань зі шпонкою для досягнення найбіль-

шої довговічності з'єднань, а також у розробці нових технологій зниження рівня брака при виготовленні й ремонті деталей машин.

Виходячи з вищевикладеного, у нашій роботі для циліндричного з'єднання зі шпонкою поставлені наступні основні завдання:

1. Дослідити та проаналізувати причини виходу з ладу шпонкових з'єднань. та розрахувати оптимальні посадки з'єднання "паз валу-шпонка", "шпонка-паз зірочки".

2. Розглянути та розробити можливість використання методу процентної взаємозамінності для посадок деталей шпонкового з'єднання з натягом.

3. Розробити методику експериментальних досліджень шпонкових з'єднань.

4. Розробити заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві.

5. Провести техніко-економічну оцінку роботи.

РОЗДІЛ 2
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМ ВЗАЄМОЗАМІННО-
СТІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТА РЕМОНТІ ДЕТАЛЕЙ З'ЄДНАННЯ
"ВАЛ-ВТУЛКА ЗА ШПОНКОЮ"

2.1. Причини виходу з ладу й механізм зношування шпонкових з'єднань

Для підвищення терміну служби шпонкових з'єднань необхідне виявлення причин їх виходу з ладу, механізму й видів зношування й розробка ефективних методів, що збільшують надійність даних з'єднань.

Окремі випадки порушення геометричних форм пазів вала або втулки шпонкових з'єднань наведено на рис. 2.1.



а



б



в

Рис. 2.1. Порушення геометричних форм пазів вала або втулки:
а - вал МХШ комбайна «ДОН-1500» - 3518050-16452 «Ростсельмаш»; б - колінчатий вал трактора John Deer 9420 (колінчатий вал у зборі - re 522871); в - шестерня газорозподільного механізму трактора John Deer -r519560

Слід зазначити, що через змінання шпонки, вартістю 75,7 грн., вийшов з ладу двигун трактора John Deer 9420 загальною вартістю близько 1 млн. грн.

Основні види ушкоджень шпонкових з'єднань представлені на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Розбито шпонковий паз



Рис. 2.3. Знос шпонкового пазу на шківу



Рис. 2.4. Заржавіле шпонкове з'єднання комбайн ДОН 680

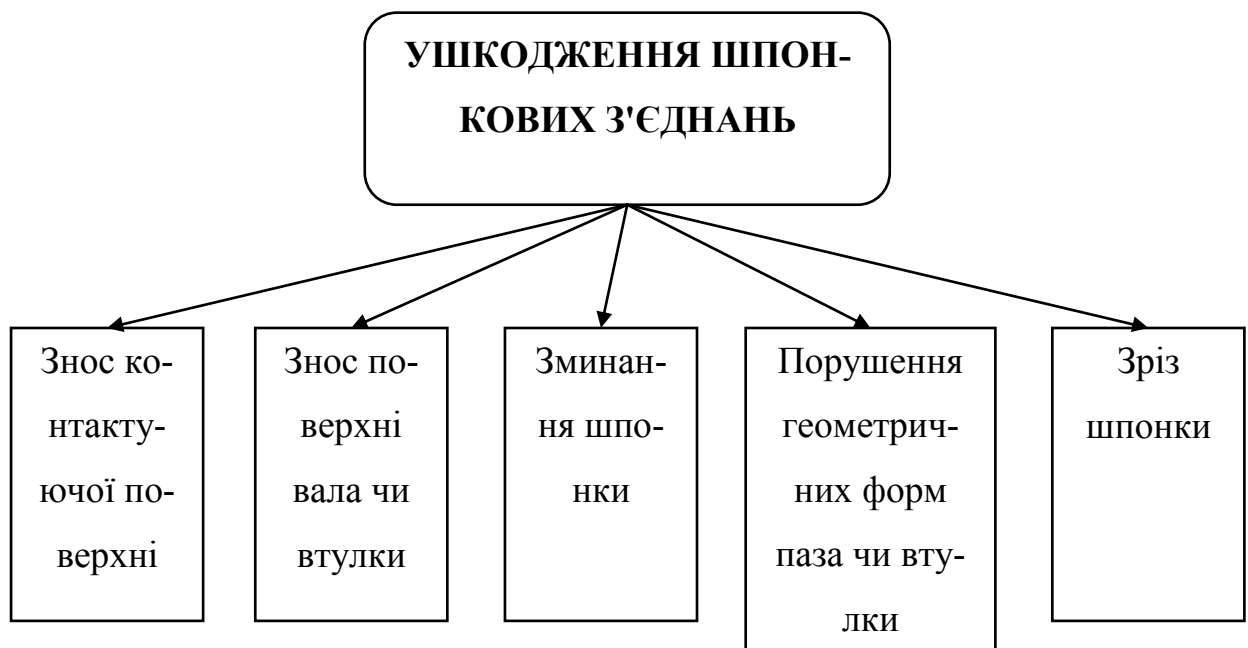


Рис. 2.5. Характерні види ушкоджень шпонкових з'єднань

У більшості випадків деталь, що відмовила, через руйнування шпонкового з'єднання має справну, складну у виготовленні робочу поверхню: струмки шківів і евольвентні зуби зірочки, вартість яких становить 80% від загальної вартості деталі [13].

Зношування контактуючих поверхонь шпонки, вала й втулки є найпоширенішим і передує іншим видам ушкоджень. Видами, що найбільш часто зустрічаються, зношування шпонкових з'єднань є: абразивне, втомне, зношування внаслідок пластичної деформації й фретинг (рис. 2.6) [14, 15].

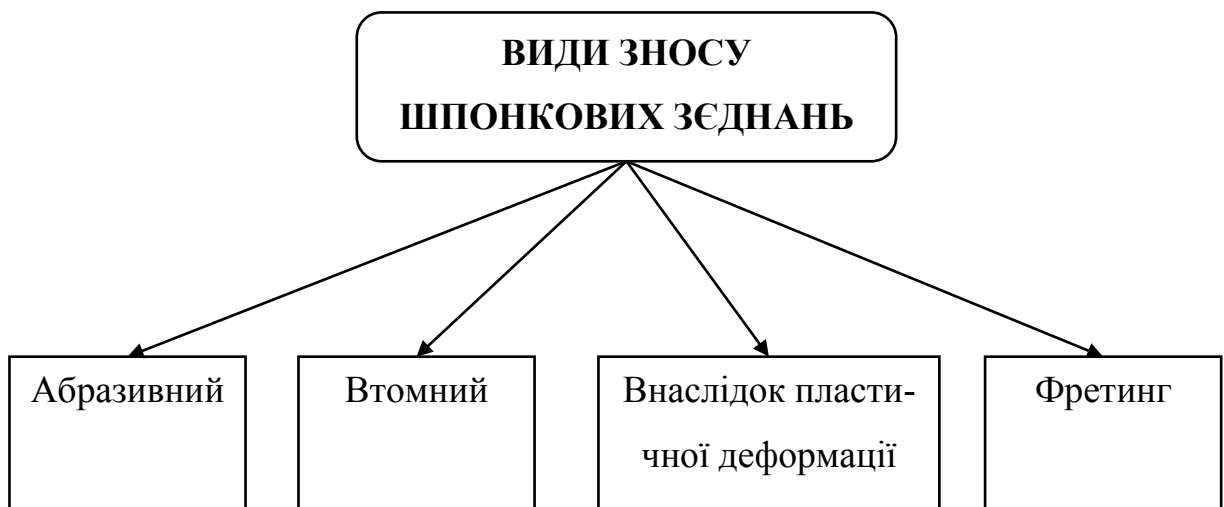


Рис. 2.6. Види зношування шпонкових з'єднань

Найчастіше шпонкові з'єднання піддаються абразивному зношуванню, яке виникає через наявність зазорів у даному з'єднанні, що сприяють влучанню в них часток забруднень.

Дослідження механізму абразивного зношування наведено в роботах В.Н. Виноградова, М.М. Тененбаума, М.М. Хрущова і інших учених. На величину руйнування при абразивному зношуванні впливають параметри абразивних часток і основного матеріалу, передане навантаження й швидкість обертання з'єднання, амплітуда ковзання, температура й вологість навколишнього середовища [16]. Причому твердість основного матеріалу й абразивних часток є основним чинником.

Також для шпонкових з'єднань характерне зношування внаслідок пластичної деформації, що проявляється через значні контактні напруги, пов'язані з динамічними навантаженнями [17].

2.2. Розрахунок параметрів взаємозамінності шпонкового з'єднання

Визначимо основні елементи шпонкового з'єднання з призматичною шпонкою і нормальним з'єднанням.

У з'єднанні з призматичною шпонкою визначаємо ширину, висоту і довжину шпонки, глибину пазів вала і втулки [18]: ширина шпонки $b = 22$ мм; висота шпонки $h = 14$ мм; довжина $l = 150$ мм; глибина паза вала $t_1 = 9$ мм; $d-t_1 = 67$ мм; глибина паза втулки $t_2 = 5,4$ мм; $d+t_2 = 81,4$ мм.

Залежно від виду з'єднання визначаємо поля допусків [18] і граничні відхилення по ширині шпонки, пазів вала і втулки b :

- ширина шпонки $b = 22h9 \begin{matrix} 0 \\ -0,052 \end{matrix}$ мм;

- ширина паза вала $b_1 = 22N9 \begin{matrix} 0 \\ -0,052 \end{matrix}$ мм;

- ширина паза втулки $b_2 = 22Js9(\pm 0,026)$ мм.

Визначаємо граничні розміри ширини шпонки, пазів вала і втулки:

- шпонки

$$b_{\max} = b + es = 22 + 0 = 22 \text{ мм}; \quad (2.1)$$

$$b_{\min} = b + ei = 22 + (-0,052) = 21,948 \text{ мм}; \quad (2.2)$$

- паза вала

$$b_{1\max} = b_1 + es_1 = 22 + 0 = 22 \text{ мм}; \quad (2.3)$$

$$b_{1\min} = b_1 + ei_1 = 22 + (-0,052) = 21,948 \text{ мм}; \quad (2.4)$$

- паза втулки

$$b_{2\max} = b_2 + es_2 = 22 + 0,026 = 22,026 \text{ мм}; \quad (2.5)$$

$$b_{2\min} = b_2 + ei_2 = 22 + (-0,026) = 21,974 \text{ мм}. \quad (2.6)$$

Визначаємо граничні зазор і натяг для перехідної посадки у з'єднанні "шпонка-паз вала":

$$S_{1\max} = b_{1\max} - b_{\min} = 22 - 21,948 = 0,052 \text{ мм}; \quad (2.7)$$

$$N_{1\max} = b_{\max} - b_{1\min} = 22 - 21,948 = 0,052 \text{ мм}. \quad (2.8)$$

Визначаємо граничні зазор і натяг для перехідної посадки у з'єднанні "шпонка-паз втулки":

$$S_{2\max} = b_{2\max} - b_{\min} = 22,026 - 21,948 = 0,078 \text{ мм}; \quad (2.9)$$

$$N_{2\max} = b_{\max} - b_{2\min} = 22 - 21,974 = 0,026 \text{ мм}. \quad (2.10)$$

Визначаємо поля допусків і граничні відхилення не спряжених розмірів шпонкового з'єднання і наводимо схему полів допусків по ширині шпонки (рис. 2.7) та ескіз шпонкового з'єднання (рис. 2.8):

- висота шпонки $h = 14h11 \begin{matrix} 0 \\ -0,11 \end{matrix}$ мм;
- довжина шпонки $l = 150h14 \begin{matrix} 0 \\ -0,25 \end{matrix}$ мм;
- глибина паза вала $t1 = 9 \begin{matrix} +0,2 \\ 0 \end{matrix}$ мм або $d - t1 = 67 \begin{matrix} 0 \\ -0,2 \end{matrix}$ мм;
- глибина паза втулки $t2 = 5,4 \begin{matrix} +0,2 \\ 0 \end{matrix}$ мм або $d + t2 = 81,4 \begin{matrix} +0,2 \\ 0 \end{matrix}$ мм;
- довжина пазів $l = 150H15 \begin{matrix} +1,6 \\ 0 \end{matrix}$ мм.

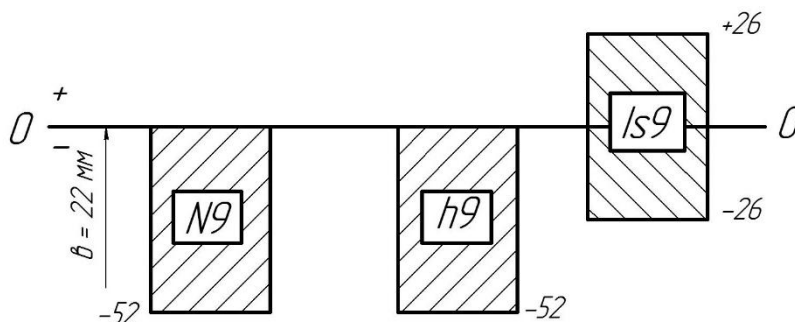
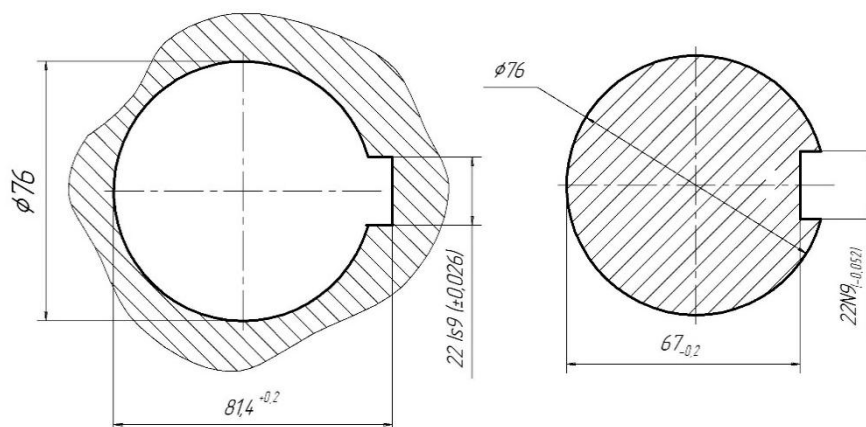


Рис. 2.7. Схема розташування полів допусків деталей шпонкового з'єднання по ширині b



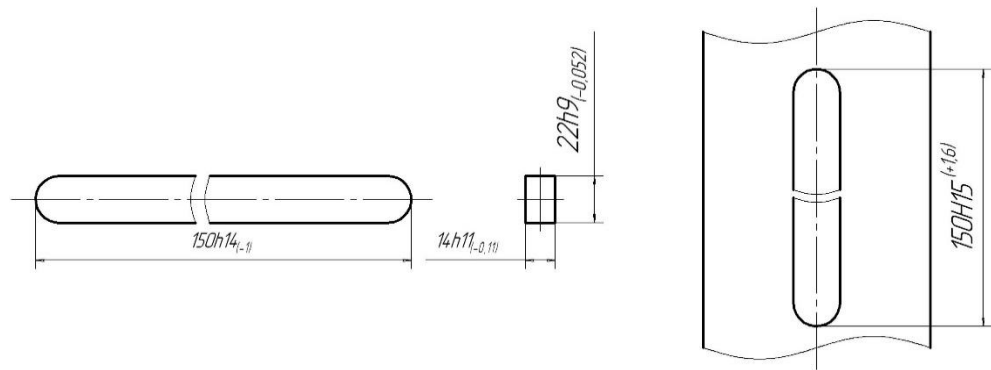


Рис. 2.8. Ескізи деталей шпонкового з'єднання

2.3. Використання методу відсоткової взаємозамінності для посадок з натягом

Дрібносерійне машинобудівне й ремонтне виробництво, через малу ефективність робіт, звичайно має старе встаткування, яке по параметрах зони розсіювання не завжди може забезпечити задану точність деталей і з'єднань.

Професор О.А. Леонов запропонував спосіб складання методом відсоткової взаємозамінності, який припускає використання недостатньо точного встаткування, але при цьому забезпечується повна взаємозамінність основної групи деталей. Вали, що потрапили в брак (несправному або справному), можуть так само, як придатні, бути з'єднані з відповідними бракованими отворами, причому вимоги по точності до з'єднання (зазори або натяги) будуть задовольняти всім умовам [19].

Для з'єднань із натягом застосування даного способу складання зображено на рис. 2.9. Точність складання з'єднань формується при виконанні наступних умов:

$$1. N_{\min 1} = N_{\min} \cdot \quad (2.11)$$

Виразимо

$$N_{\min} = e_i - E_s; \quad (2.12)$$

$$N_{\min l} = e_i - E_i - T_{d1} \quad (2.13)$$

де E_i - нижнє відхилення отвору;

e_s - верхнє відхилення вала;

e_i - нижнє відхилення вала.

Тоді

$$e_i - E_s = e_i - E_i - T_{d1} \quad (2.14)$$

Після спрощення:

$$T_{d1} = E_s - E_i, \quad (2.15)$$

звідки

$$T_{d1} = T_D. \quad (2.16)$$

$$2. N_{\max l} = N_{\max}. \quad (2.17)$$

Виразимо

$$N_{\max} = e_s - E_i; \quad (2.18)$$

$$N_{\max i} = e_i - E_i + T_m. \quad (2.19)$$

Одержимо

$$e_i - E_i + T_m = e_s - E_i. \quad (2.20)$$

Після спрощення:

$$T_{D1} = es - ei, \quad (2.21)$$

Звідки

$$T_{D1} = Td. \quad (2.22)$$

$$3. N_{\max 2} = N_{\min}. \quad (2.23)$$

Виразимо

$$N_{\max 2} = es - Es - T_{d2}. \quad (2.24)$$

Одержимо

$$es - ES - T_{d2} = es - EI, \quad (2.25)$$

звідки

$$T_{d2} = T_D. \quad (2.26)$$

$$4. N_{\min 2} = N_{\min} \quad (2.27)$$

Виразимо

$$N_{\min 2} = es - ES + T_{D2}. \quad (2.28)$$

Одержимо

$$es - ES + Tm = ei - ES, \quad (2.29)$$

$$T_{D2} = T_d. \quad (2.30)$$

Даний спосіб складання дозволяє одержати найбільші величини додаткових допусків праворуч і ліворуч від основного, вони позначені цифрами 1 і 2, при цьому вимоги до забезпечення заданої точності з'єднання не порушуються, дотримуються всі величини стандартних натягів у з'єднанні (умови (2.26...2.30)). З рис. 2.9 випливає, що поправний брак валів можна з'єднувати з непоправним браком отворів, а непоправний брак валів можна з'єднувати з поправним браком отворів, що дозволить заощадити на виправленні браку й втрат від браку при відправленні виробів у металобрухт.

Використання даної методики складання для посадок з натягом значно розширить технологічні можливості встаткування. Математичний опис даного методу неповної взаємозамінності науково підтверджує можливість подальшого використання старого, але працездатного металорізального встаткування.

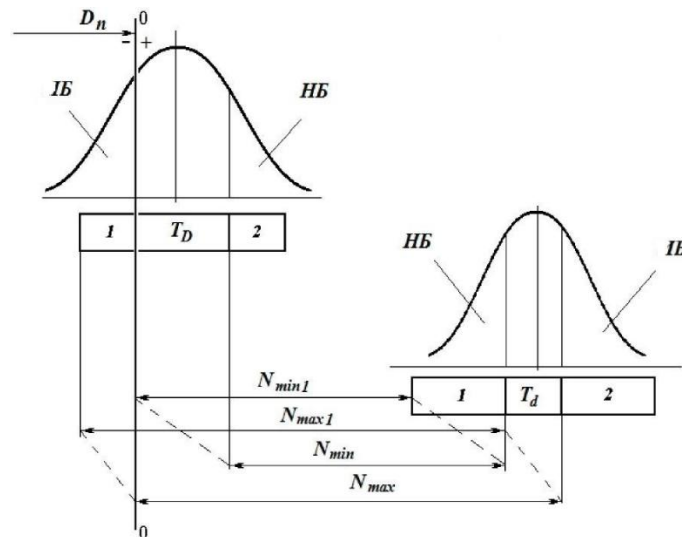


Рис. 2.9 - Спосіб складання методом відсоткової взаємозамінності

Умовні позначення:

$N_{max} = N_{max}$ – найбільший натяг у з'єднанні;

$N_{min} = N_{min}$ – найменший натяг у з'єднанні;

TD – допуск отвору;

Td – допуск вала;

НБ – непоправний брак;

ПБ – поправний брак.

Відмінності даного методу від методу селективного складання поперше, в умовах розв'язуваного завдання. Мета селективного складання – зменшення допуску посадки з метою виконання експлуатаційних властивостей (наприклад, потрібно почати експлуатацію з найменших зазорів, а зони розсіювання верстатів, і отже, допуски на обробку – більші). У відсотковій взаємозамінності зовсім інші умови – це збереження точності складання й зниження втрат від браку;

По-друге, групові допуски деталі (отвору або вала) у селективному складанні рівні між собою, при відсотковій взаємозамінності – це не групові допуски, а додаткові допуски, які не тільки не рівні, але дотримується наступна закономірність – при різних квалітетах точності отвору й вала додаткові допуски праворуч і ліворуч не дорівнюють основному допуску досліджуваної деталі, наприклад – вала, а дорівнюють допуску деталі, що сполучається, наприклад – отвору.

Недоліки методу відсоткової взаємозамінності полягають у збільшенні трудомісткості й вартості контролю, у збільшенні частоти більш точного налагодження верстатного встаткування, і найголовніше – наявність незавершеного виробництва деталей. Але незавершене виробництво у вигляді зайвих валів або отворів, які є поправним браком, можна виправити. При можливості зсуву настроювання верстата можна й провести регулювання числа незавершеного виробництва, звівши його практично до нуля.

Перевага методу відсоткової взаємозамінності – це можливість використання як базової посадки елементи (вал і отвір) різного квалітету, причому допуски праворуч і ліворуч будуть обмежуватися граничними зазорами або натягами в базовому з'єднанні.

2.4. Теоретичні основи скорочення незавершеного виробництва при використанні відсоткової взаємозамінності

Незавершене виробництво при складанні з'являється тоді, коли для виготовлених деталей, що з'єднуються один з одним, немає пари. Такі випадки виникають через наступні причини:

- при виготовленні рівних партії отворів і валів для наступного з'єднання, коли в одній з партій деталей більше браку;
- при нерівності кількості пар в групах при селективному складанні.

При обробці деталей на металорізальному обладнанні на розсіювання деталей і зсув його відносно поля допуску впливають психологічні моменти, коли робітник штучним шляхом прагне зробити якнайменше непоправного браку. У результаті цього центри розсіювання дійсних розмірів деталей зміщаються в позитивну сторону для вала й у негативну для отвору. Кількість деталей незавершеного виробництва при такому підході збільшується, і число парних валів і отворів починає різнитися. Цей фактор можна практично усунути, пояснивши робітникові ситуацію й перенастроївши один з верстатів, найчастіше для обробки валів, і як наслідок вали й отвори виявляться спареними, рис. 2.10.

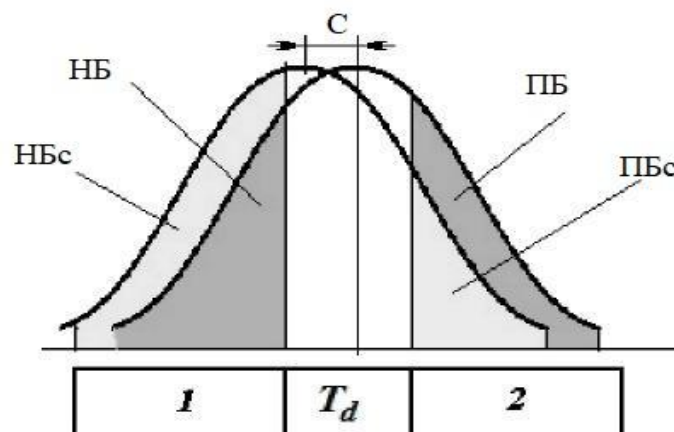


Рис. 2.10. Зміна відсотка поправного й непоправного браку при зсуві настроювання верстата (зони розсіювання)

З вищесказаного ясно, що така зміна центру групування розмірів індивідуально підбирається для кожного випадку ліквідації незавершеного виробництва й залежить не від теоретичного розподілу, а від реального - гістограми й полігона розсіювання розмірів.

2.5. Висновки

Проаналізовано відмови шпонкових з'єднань та встановлено види зносу. Так основні відмови шпонкових з'єднань виникають внаслідок розбиття шпонкового пазу та зминання самої шпонки. Знос виникає внаслідок потрапляння в зазори бруду, який зношує паз і збільшує зазор у з'єднанні.

Встановлено найбільш ненадійне з'єднання, яким є шпонкове з'єднання яке лімітує роботу вузла чи агрегату в цілому.

Розраховано та обґрунтовано оптимальні посадки для призматичної шпонки нормального з'єднання, а саме для ширини шпонки b h_9 , ширини паза вала b_1 N_9 ; ширини паза втулки b_2 Js_9 .

Запропонований новий метод складання – метод відсоткової взаємозамінності, математично обґрунтовані межі комбінації розмірів валів з поправним браком і розмірів отворів з поправним браком (і навпаки) для одержання придатних з'єднань по величинах натягів.

З метою зниження незавершеного виробництва рекомендована зміна центру групування розмірів індивідуально підбирати для кожного окремого розподілу розмірів. Незавершене виробництво залежить не від теоретичного розподілу, а від реального – гістограми й полігона розсіювання розмірів

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Методика мікрометражу шпонкових з'єднань

Нами використовувалася чітка послідовність операцій контролю при мікрометражі й дефектації шпонкових з'єднань: огляд, перевірка на легкість обертання, контроль розмірів пазів і шпонки, вимір зазору.

На шпонках не допускаються: тріщини або викрашування металу, кольору мінливості, вибоїни й відбитки (лунки) на робочих поверхнях, шелушіння металу, корозія, глибокі ризики й надлами, наскрізні тріщини, забої й вм'ятини.

Допускаються подряпини, ризики на посадкових поверхнях, вм'ятини на неробочих поверхнях.

Шорсткість робочих поверхонь повинна бути не більш $R_a < 2,5$ мкм. Контроль шорсткості поверхні на ремонтних підприємствах проводять візуально по зразках шорсткості поверхні [20, 21].

У технічних вимогах на капітальний ремонт вказуються наступні параметри шпонок: місце установки, номер по стандарту, тип, припустимі діаметри або відхилення пазів, зазор (початковий, припустимий, граничний).

Мікрометраж і дефектацію шпонок проводять універсальними засобами вимірів, похибка яких

$$\Delta_{\text{lim}} \leq 0,35 T_k, \quad (3.1)$$

де T_k - допуск шпонки.

3.1.1. Методика мікрометражу валів

Вимірювання валу здійснювалося за допомогою мікрометра МК-25-1 (рис.3.1).



Рис. 3.1. Вимір діаметру вала

Мікрометр являє собою скобу, з одного боку якої знаходиться опорна п'ята, а з іншого є стебло і високоточне різьблення, в яку закручується мікрогвинт. На стеблі нанесена метрична шкала, по якій виконується відлік міліметрів. На мікрогвинті є друга шкала з 50 діленнями, по якій відраховуються соті частки міліметрів. Сума цих двох величин є вимірним розміром.

Вимірювання валу здійснюється в місцях показаних на рисунку 3.2.

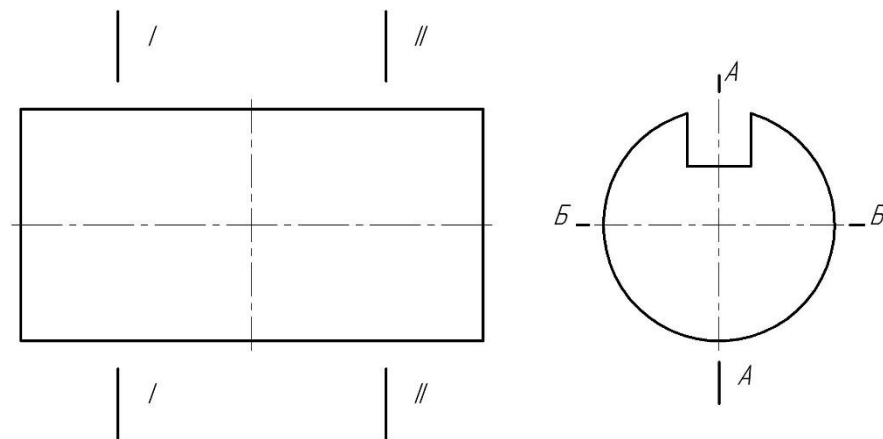


Рисунок 3.1 Схема вимірювання валу в місцях розміщення шпонок

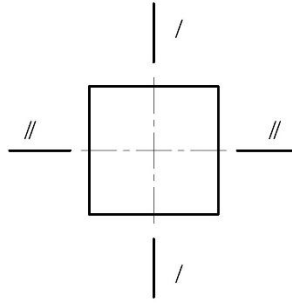


Рис. 3.2. Забір шпонки

Вимірювання валу мікрометром виконують в такій послідовності:

1. Розводять вимірювальні поверхні мікрогвинта і п'ятки, розташовують між ними вал в місці заміру та обертаючи барабан за тріскачку, доводять вимірювальні поверхні мікрометра до поверхні мікрометра до вимірювальної поверхні вала.

2. Закріплюють мікрометр стопором.

3. Здійснюють відлік по першому відліковому пристрою, який складається із шкали з ціною поділки 0,5мм, проти торця цифрового барабана.

4. Здійснюють відлік по другому відліковому пристрою, який нанесений на конусній поверхні барабана і має ціну поділки 0,01мм.

5. Визначають діаметр вала підсумуванням показань двох відлікових пристроїв (цілі і половини міліметрів по шкалі стебла, а соті частки міліметрів по шкалі барабана).



Рис. 3.3. Вимірювання глибини шпонкового пазу



Рис. 3.4. Забір ширини шпонкового паза

3.2. Опис лабораторної установки

Експериментальні дослідження проводились на модернізованому стенді ДМ-28 (рис. 3.5).

Стенд для виміру моменту зриву шпонки (рис. 3.6).

Установка ДМ28 складається з корпусу, виготовленого із алюмінієвого сплаву /силуміна/ і закріпленого 4-ма болтами до столу . Всередині корпусу розміщений трьохфазний асинхронний електродвигун 1, за допомогою якого приводиться до обертання вал 2 зі встановленою на ньому досліджуваною головкою. Клинопасова передача складається з двох шківів 3 і 4, які мають по 3 потоки різних діаметрів і клиновидного паса 5 типу 0-710 ГОСТ 1284-68. При перестановці паса із одних потоків на інші можна отримати три різні частоти обертання вала 2 не змінюючи частоту обертання вала електродвигуна.



Рис. 3.5 Модернізована установка ДМ-28

1-Установка ДМ-28, 2-Навантажувальна камера, 3-блок вимірювання температури, 4-ПЕОМ

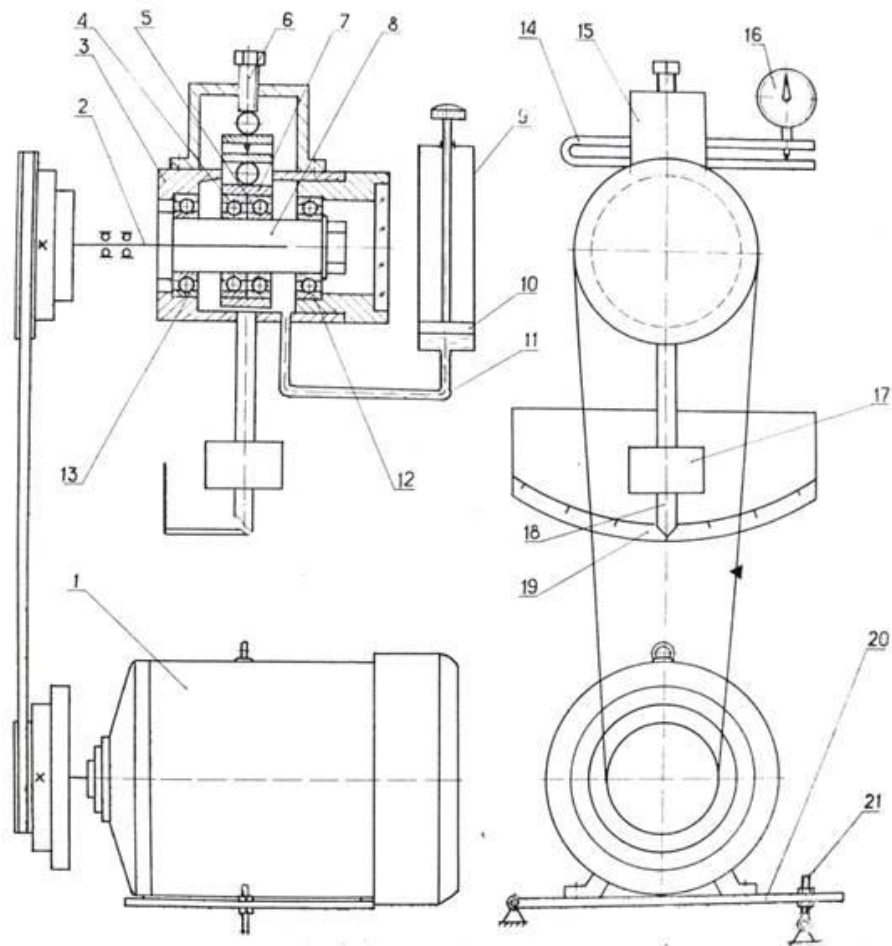


Рис.3.6. Установа для дослідження шпонкових з'єднань

Вмикання електродвигуна 1 виконується за допомоги пакетного вимикача, вмонтованого на передній стінці корпусу установки. /На рис.3.6 корпус установки не показаний/. Натяг і послаблення паса здійснюється поворотом плити 6, на якій закріплений електродвигун 1. Регулювання натягу паса і фіксація потрібного натягу виконується за допомоги натяжного гвинта 7 з двома гайками.

Головка з підшипниками закріплюється на валу 2 від осевих переміщень з допомогою кулькового фіксатора, а від провертання – призматичною шпонкою. Головка являє собою сталевий циліндричний корпус 8, в середині якого обертально – рухомо встановлена перехідна втулка 9. Розмір отвору у втулці 9 відповідає діаметру вихідного кінця вала. На перехідній втулці напесовано чотири підшипника.

Зовнішні кільця двох крайніх підшипників 10 і 11 розміщені в корпусі головки 8, а зовнішні кільця двох середніх підшипників 12 і 13 розміщені в

загальній циліндричній навантажувальній втулці 14, яка встановлена з зазором в корпусі 8. Корпус 8 з обох торців закритий кришками, при чому одна з них має оглядове скло для контролю рівня оливи в підшипникових вузлах.

За допомоги навантажувального пристрою, який складається із скоби и гвинта 16, середні підшипники 12 і 13 прижимаються до перехідної втулки 9. Зусилля, створюване гвинтом 16, передається до підшипників за допомогою двох кульок і динамометричної пружини 17. Контроль навантаження ведеться по деформації пружини 17 з допомогою індикатора 18.

При навантаженні середніх підшипників 12 і 13 реактивні зусилля, які виникають в крайніх підшипниках 10 і 11, будуть створювати рівні навантаження. Виникаючий при обертанні кілець підшипників момент тертя буде захоплювати корпус 8 головки.

Закріплений, на визначеній відстані від осі обертання підшипників, маятниковий вантаж 19 буде втримувати корпус 8 у відхиленому на деякий кут положенні. Величина кута відхилення вантажу від положення рівноваги залежить від моменту тертя в підшипниках. З допомогою стрілки 20, закріпленої на підвісці вантажу, визначають по шкалі 21, проградуєваної в кгс. см, момент тертя в підшипниках .

Подача мастила до досліджуваним підшипникам 10, 11, 12 і 13 здійснюється спеціальним пристроєм, який являє собою циліндр 22 з поршнем 23, Гнучкий шланг 24 з'єднує внутрішню щільність корпусу 8 з циліндром 22. Переміщуючи поршень 23 вгору або вниз, можна виміряти рівень оливи в корпусі 8, а, отже, і ступінь заповнення підшипників оливою.

Контроль температури оливи в корпусі 8 проводиться рідинним термометром, який поміщається в спеціальний отвір. Для запобігання попадання пилу у внутрішню щільність корпусу 8 отвір під термометр закривають кришкою з різьбою.

Установка забезпечена комплектом із 4 головок з різними типами підшипників кочення.

Під час модернізації установки було встановлено вихідний вал устано-

вки з спеціально підготовленим пазом для шпонки. Шпонка встановлюється в паз і з'єднує вал приводу установки і навантажувальний блок. Потім вмикалась установка і вал провертався до того моменту поки не відбувався зрив шпонки. Момент зриву шпонки заміряли по відхиленню стрілки установки.

3.3. Результати експериментальних досліджень

Як зазначалось вище моделювання проводимо методом взаємозамінності валів, шпонок та зірочок. Для цього змодельюємо різні типи з'єднання (з різним зазором). Процес руйнування шпонки наведено на рис. 3,7.

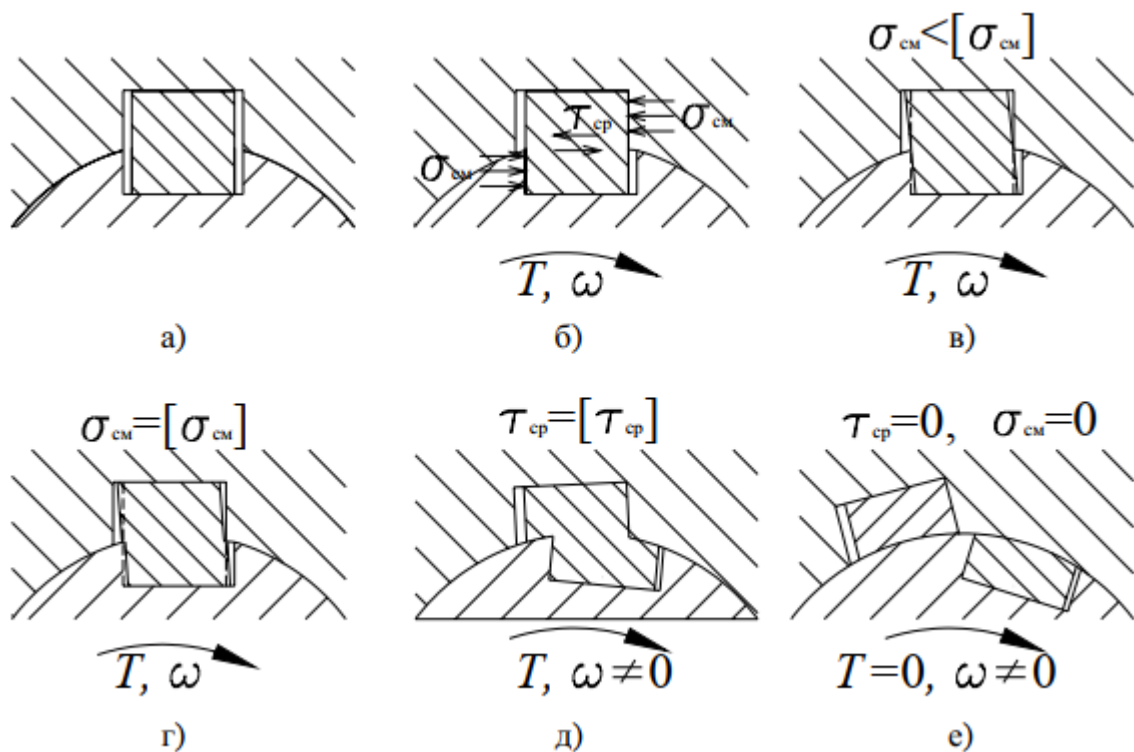


Рис. 3.7. Процес руйнування шпонки

Момент зриву шпонки наведено на рис. 3.8.

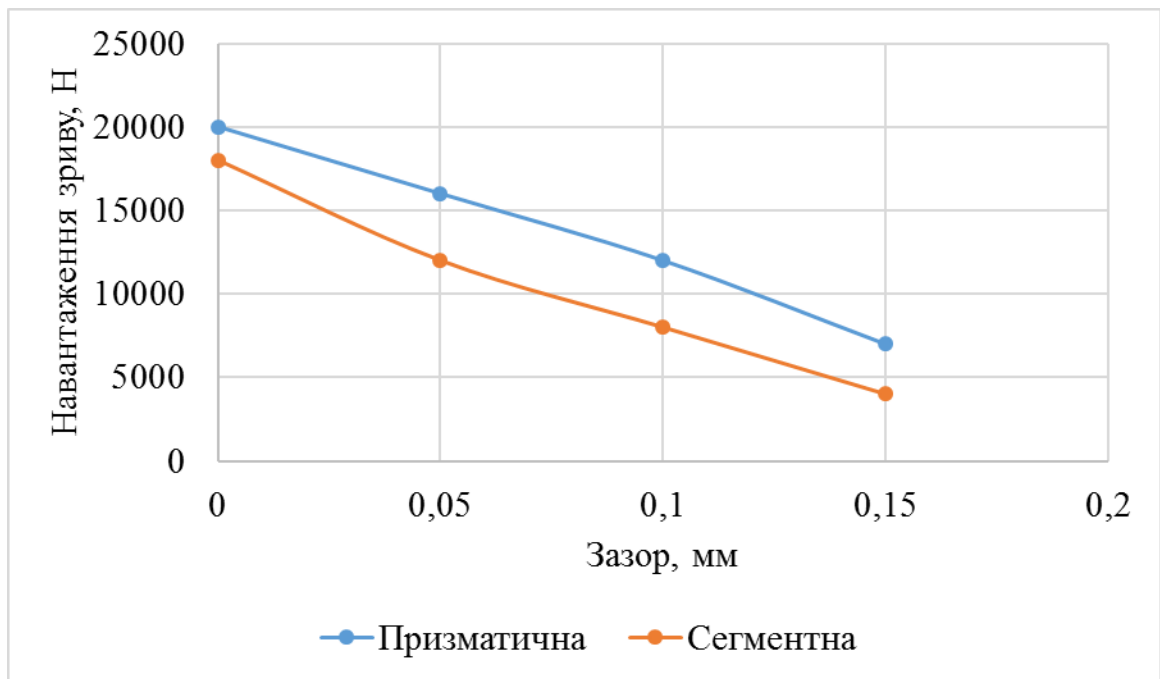


Рис. 3.8. Залежність навантаження руйнування шпонки від зазору у з'єднанні. При підборі шпонкового з'єднання за розробленою методикою вдалося отримати більш точну посадку, результати її випробувань наведено на рис. 3.9.

3.4. Висновки

1. Розроблені методики вимірів при мікрометражі розмірів елементів з'єднань «вал - втулка» при контролі й з метою дефектації.
2. Обрані засоби вимірів для контролю валів. Найбільше раціонально використовувати скобу важільну СР-50-0,001 з похибкою 1 мкм.
3. Обрані засоби вимірювання для контролю отворів. Найбільше раціонально використовувати нутромір із ціною розподілу відлікового пристрою 0,001 мм при настроюванні по настановних кільцях з похибкою 2,5 мкм.
4. Для вимірювання глибини шпонкового пазу використовується штангенглибиномір ШЦ-І-125-0,1
5. На зношування циліндричних з'єднань зі шпонками впливає відносне переміщення поверхонь, яке відбувається через наявність зазору або розкриття стику, і ще присутність абразиву й продуктів зношування в зоні тертя. Збільшення зазору приводить до зменшення площі контакту, збільшенню пито-

мого тиску, росте й швидкість мікроривів, прогресує число забруднень і продуктів зношування в зоні контакту.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні відомості про охорону праці в ТОВ "Славутич"

"Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності" [24].

В ТОВ "Славутич" налагоджена служба охорони праці, яка забезпечує створення здорових і безпечних умов на робочих місцях, розробку і використання комплексних планів по покращанню умов праці.

Відповідальність за організацію роботи по охороні праці і заходи безпеки в господарстві несе директор господарства Бунченко Іван Петрович, по галузям – головні спеціалісти, по виробничим дільницям і підрозділам – їхні керівники. В господарстві згідно законодавства проводяться такі інструктажі: вступний, первинний, повторний, цільовий, позаплановий [24, 25]. Керівником цієї служби є спеціаліст по охороні праці. Людина, яка працює на цій посаді, має вищу освіту і стаж роботи на цій посаді Підприємство має декілька підрозділів в яких також проводяться заходи з безпеки праці. Структура служби наведено на рис 3.1.

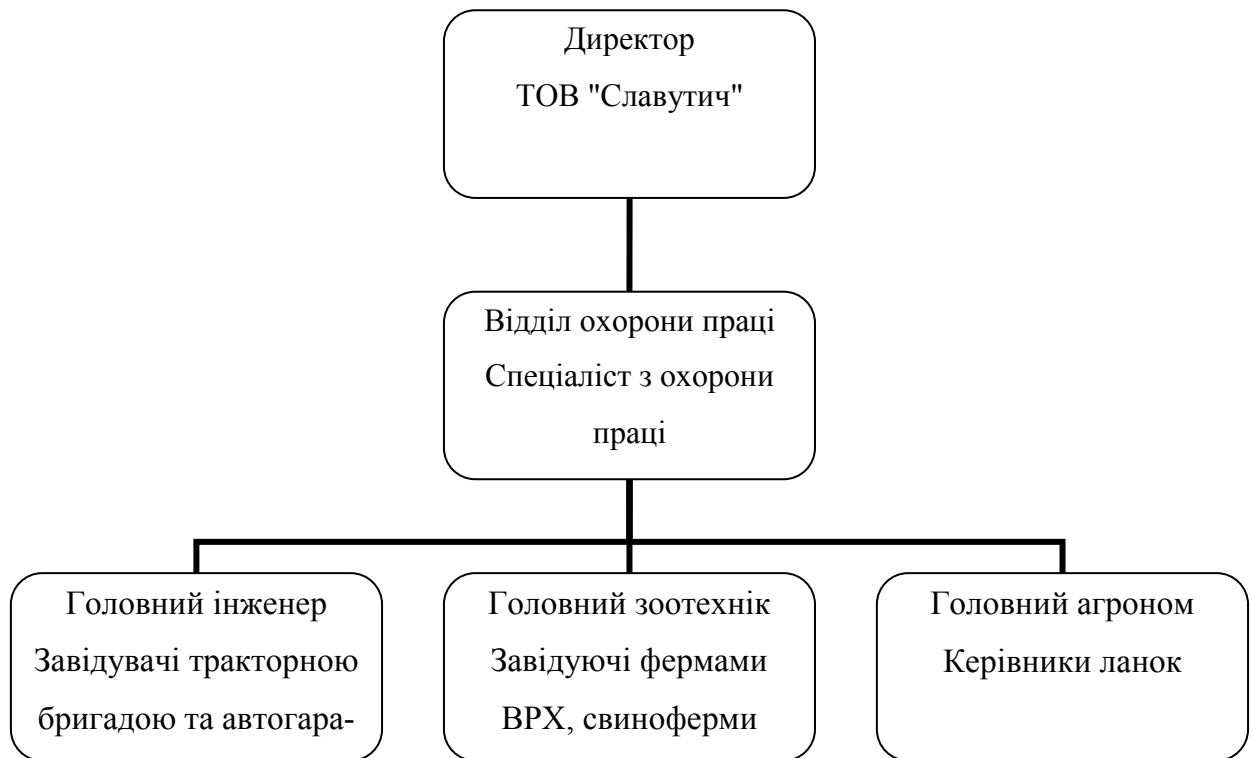


Рис. 4.1. Структура служби охорони праці ТОВ "Славутич"

В обов'язки роботи спеціаліста по охороні праці входить розробка і здійснення заходів по охороні праці, розробка інструкцій і комплексних планів.

Так в господарстві діє чітка організаційна структура функціонування служби охорони праці. Як зазначалось вище відповідальність за стан охорони праці несе директор товариства, він затверджує плани та заходи з робіт по охороні праці, які розробляє та подає на затвердження спеціаліст з охорони праці.

Керування службою здійснюється керівником та спеціалістом з охорони праці для якого в конторі с. Виводово оснащено кабінет. Господарство має багато сіл і в них розташовані різні об'єкти так тракторні бригади розташовані в с. Долинське та с. Стрюківка, в с. Стрюківка також розташовано віцеферму. В с. Глухе знаходиться тік та свиноферма.

Тому керування службою охорони праці налагоджено завдяки мобільному зв'язку та за конторою закріплено автомобіль Фіат Дукато на якому спеціаліст з охорони праці виїздить на об'єкти для проведення обстежень чи навчань.

ТОВ "Славутич" можна умовно розділити на три напрямки;

- служба механізації,
- польові бригади (служба головного інженера),
- тваринницький комплекс.

Відповідно керівники цих підрозділів є відповідальними особами за стан охорони праці на відповідній ділянці роботи. Вони керуються рекомендаціями та нормами розробленими спеціалістом з охорони праці.

Керівники підрозділів забезпечують безпечну роботу обладнання, оснащують його захисними пристроями та іншим. Стежать за дотриманням правил безпеки праці робітниками.

Недоліками відділу охорони праці є:

- не повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та спецодягу;
- недостатність знань з охорони праці у працюючих на підприємстві;
- відсутність на виробничих ділянках куточків з охорони праці.

Стосовно теми дипломної роботи всі роботи (дослідження) проводились в ремонтній майстерні на слюсарно - механічній дільниці та дільниці з ремонту сільськогосподарських знарядь. Також залучалась ковальсько-зварювальна дільниця.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на слюсарно-механічній дільниці

При механічній обробці металів на металорізальних верстатах (токарських, фрезерних, свердлильних, шліфувальних, заточувальних і ін.) виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних і біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів [26].

Рухомі частини виробничого встаткування, вироби й заготовки, що пересуваються; стружка оброблюваних матеріалів, осколки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструмента; підвищена на-

пруга в електромережі або статичної електрики, при якій може відбутися замикання через тіло людини — належать до категорії фізичних небезпечних факторів.

Шкідливими фізичними виробничими факторами, характерними для процесу різання, є: підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони, високий рівень шуму й вібрацій, недостатня освітленість робочої зони, наявність прямих і відбитих блисків від світла.

Найпоширенішими у верстатників є травми очей. Очі ушкоджувалися стружкою, що відлітає, пиловими частками оброблюваного матеріалу, осколками різального інструменту й частками абразиву.

У повітря робочої зони виділяються також аерозолі масел і мастильно-охолодних технічних засобів.

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів процесів обробки матеріалів різанням можна віднести фізичні перевантаження при установці, закріпленні й зніманні великогабаритних деталей, перенапруга зору, монотонність праці.

Виробничі приміщення, у яких здійснюються процеси обробки заготовок, повинні відповідати державним санітарним нормам [27, 28, 29, 30], усі приміщення повинні бути обладнані засобами пожежогасіння за [31]. Нажаль приміщення дільниці та в цілому майстерні не в повній мірі відповідає всім нормам. У моїй роботі норми представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняльні норми мікроклімату у слюсарно-механічній дільниці

№ п/п	Фактори виробничого середовища	Величини	
		Норми	Факт
1	Виробничий шум, дБА	80	85
2	Напруженість праці	50	40
3	Параметри мікроклімату:		
	- температура повітря, °С (в літку)	17-23	29
	- температура повітря, °С (взимку)	17-23	15

	- швидкість руху повітря, м/с	0,2	0,2
	- відносна вологість повітря, %	50-75	76
4	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³		
	- пари масла мінерального	5,0	0,26
5	Недостатня освітленість, лк	600	540
6	Рухомі частини машин	Повинні бути обгороджені	
7	Можливість ураження електричним струмом, Ом	$R_{\text{зазем.}} \leq 4$	4,5

Таким чином видно, що перевищення норм мікроклімату у приміщенні дільниці.

4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів

Для уникнення впливу шкідливих та небезпечних факторів необхідна розробка технологічної документації, організація й виконання технологічних процесів обробки різанням і ці заходи повинні відповідати вимогам ДСТУ. При обробці різанням заготовок, що виходять за межі встаткування, повинні бути встановлені переносні огороження й знаки безпеки за ДСТУ ISO 6309:2007 [332].

Тара для транспортування й зберігання деталей, заготовок і відходів виробництва повинна бути розрахована на необхідну вантажопідйомність, мати написи про максимально припустиме навантаження й періодично зазнавати перевірок. При установці заготовок і зніманні деталей повинні застосовуватися засоби механізації й автоматизації.

Навантаження й розвантаження вантажів здійснюється у відповідності з вимогами НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. [33].

Періодичність заміни мастильно-охолоджуючої рідини повинна встановлюватися за результатами контролю її складу, але не рідше: одного разу в шість при лезвійній обробці, одного разу на місяць при абразивній обробці для масляних МОР; одного разу в три місяці для водних МОР. Очищення ємностей для готування МОР, трубопроводів і систем подачі слід проводити один раз у шість місяців для масляних і один раз у три місяці для водних МОР.

Стружка й пил повинні зберігатися в закритій металевій тарі. При наявності спеціальних приміщень стружку й пил можна зберігати у відкритій тарі. У місцях зберігання повинні бути засоби пожежогасіння.

Профілактика впливу шкідливих виділень повинна забезпечуватися ефективною місцевою вентиляцією.

Персонал, що допускається до участі у виробничому процесі обробки різанням, повинен пройти інструктаж і навчання умовам безпеки праці за [29].

Робітники, яким по роду виконуваної роботи необхідно мати справу з переміщенням вантажів вантажопідйомними кранами й піднімальними пристроями, повинні пройти навчання за фахом стропальника відповідно до «Правил пристрою й безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів».

Спецодяг людей працюючих у цехах слід періодично здавати в прання й зберігати окремо від верхнього одягу.

4.4. Правила безпечного виконання робіт на фрезерних верстатах у слюсарно-механічній дільниці

Загальні положення. До самостійного виконання фрезерувальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та спеціальне навчання для роботи на верстатах, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з питань пожежної безпеки.

Інструкція з безпечної експлуатації верстата повинна бути вивішеною на робочому місці.

Всі рухомі частини верстата повинні бути зачинені та огорожені.

Підходи до робочого місця та проходи не повинні бути захарашені.

У неробочий час все обладнання робочого місця фрезерувальника повинно знаходитись у положенні, що виключає можливість включення його сторонніми особами.

Фрезерувальник повинен:

- Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.
- Виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником та по якій проінструктований.
- Не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці та пожежної безпеки.
- Не допускати присутності на своєму робочому місці сторонніх осіб.
- Постійно пам'ятати про особисту відповідальність за додержання правил охорони праці, пожежної безпеки і безпеки товаришів по роботі.
- Знати розташування медичної аптечки та вміти надавати потерпілому першу долікарняну допомогу при нещасному випадку.
- Знати розташування первинних засобів пожежегасіння та вміти ними користуватися.
- Користуватися за призначенням спецодягом та засобами індивідуального захисту.

Основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які можуть діяти на фрезерувальника під час виконання робіт:

- ураження електричним струмом;
- рухомі частини фрезерного верстата та незахищений робочий інструмент;
- підвищені рівні шуму та вібрації;
- падіння заготовок та готових деталей;
- теплові опіки рук при знятті з верстата неохолоджених деталей;

- стружка деталей, які обробляються;
- підвищена запиленість та загазованість робочої зони.

На кожному робочому місці біля верстата на підлозі повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони і шириною не менше 0,6 м від частин верстата, що виступають.

Вимоги безпеки перед початком роботи. Отримати завдання від керівника робіт.

Вдягти та упорядкувати спецодяг. Застібнути спецодяг на всі гудзики, не допускаючи при цьому звисання кінців одягу. Зашнувати та зав'язати шнурки на взутті. Прибрати волосся під головний убір.

Підготувати та перевірити справність необхідного для роботи інструменту та пристосування (згідно з технологічним процесом) та засоби індивідуального захисту.

Підготувати робоче місце для проведення робіт. Звільнити підходи та проходи до нього. Впевнитись, що робоче місце достатньо освітлене.

Перевірити наявність та справність дерев'яного настилу біля верстата.

Перевірити наявність та справність:

- Огородження зубчатих коліс, приводних пасів, а також струмоведучих частин електричної апаратури (пускатів, рубильників, кнопок та інше).
- Заземлюючих пристроїв.
- Запобіжних пристроїв для захисту від стружки, охолоджуючих рідин.
- Перевірити на холостому ході верстат.
- Справність органів керування (механізмів головного руху, подачі, пуску, зупинки руху та інше).
- Справність системи змащення і охолодження (впевнитись в тому, що мастило та охолоджуюча рідина подаються нормально та безперервно).
- Справність фіксації важелів включення та переключення (впевнитись в тому, що можливість самовільного переключення з холостого ходу на робочий виключена).
- Чи нема заїдання або надмірного послаблення в рухомих частинах ве-

рстата, особливо в шпинделі.

Вимоги безпеки під час виконання роботи. Перед встановленням на верстат очистити від стружки та мастила деталі, які будуть оброблятися та пристосування, особливо базові та кріпильні поверхні, для забезпечення правильного встановлення і міцності кріплення.

Перед встановленням фрези необхідно перевірити:

- Надійність та міцність закріплення зубців або пластин з твердого сплаву.

- Цілісність та правильність заточування пластин з твердого сплаву.

Вони не повинні мати викришених місць, тріщин, припікання.

Якщо ріжучі кромки затупились або викришились, фрезу слід замінити.

Встановлену і закріплену фрезу слід перевірити на биття. Радіальне і торцеве биття не повинно перебільшувати 0,1мм.

Оброблювану деталь встановлювати на верстаті правильно та надійно, щоб під час руху верстата була виключена можливість її вильоту або інші порушення технологічного процесу.

Під час закріплення деталі за необроблені поверхні слід застосовувати лещата та пристосування з насічкою на затискних губках.

Під час заміни оброблюваної деталі чи при її вимірюванні фрезу необхідно відвести на безпечну відстань.

Раніше, ніж вийняти деталь з лещат, патрона чи затискних планок, слід зупинити верстат і відвести ріжучий інструмент.

Набір фрез встановлювати на оправку необхідно так, щоб їх зубці були розташовані в шаховому порядку.

Врізати фрезу в деталь слід поступово; механічну подачу включати до стикання деталі з фрезою.

При ручній подачі не допускати різкого підвищення швидкості та глибини різання.

Під час фрезування не дозволяється вводити руку в небезпечну зону.

Неробочі частини фрези повинні бути огорожені. Працювати без огороження фрези забороняється.

Збірні фрези повинні мати пристрої, що запобігають вилітання зубців під час роботи.

Забороняється застосовувати фрези, що мають тріщини, або поламани зубці.

Якщо відсутнє огороження робочої зони, слід працювати в захисних окулярах.

Фрезерувальнику забороняється:

- Вмикати та вимикати (крім аварійних ситуацій) обладнання, робота на якому йому не доручалась.

- Торкатися руками до обірваних та оголених проводів.

- Знімати та встановлювати огорожі робочого інструменту при працюючому верстаті.

- Торкатися руками частин верстата, що рухаються.

- Виконувати самостійно ремонт електрообладнання верстата, заміну вимикачів, розеток, зіпсованих електрозапобіжників.

- Навмисно виводити з ладу запобіжні та блокуючі пристрої верстата.

- Прибирати стружку зі столу верстата та проводити чистку ріжучого інструменту під час його роботи.

- Залишати робоче місце при працюючому верстаті.

- Одягатися та роздягатися біля працюючого верстата.

- Працювати в рукавичках.

- Працювати тупими, несправними фрезами та пристосуваннями.

Робити обміри оброблюваної деталі при працюючому верстаті.

Використовувати стисле повітря для очистки стола верстата, оброблюваних деталей та одягу.

Тримати на корпусі верстата інструменти, пристосування, заготовки, готові вироби.

Залишати гайковий ключ на головці затяжного болта після встановлення фрези, оправки.

Опирається та сидіти на станині верстата.

Вимоги безпеки після закінчення роботи. Зупинити верстат. Оброблені деталі та робочий інструмент укласти на місце їх зберігання.

Прибрати робоче місце. Очистити верстат від залишків стружки. Збирати стружку з верстата та підлоги руками забороняється.

Вимкнути місцеве освітлення та відключити верстат від електромережі.

Прибрати з робочого місця замащений обтиральний матеріал у спеціальні герметичні металеві ящики.

Зняти та очистити спецодяг та засоби індивідуального захисту та укласти їх в місце зберігання.

Вимити руки та обличчя теплою водою з милом. При можливості, прийняти душ.

Доповісти керівнику робіт про виконану роботу та про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

4.5. Дії у разі настання надзвичайної ситуації

Аварійна та небезпечна ситуації під час виконання робіт може виникнути у разі: короткого замикання електромережі; пожежі; займання заготовок та деталей з магнію та його сплавів; виривання та розкидання погано закріплених заготовок, ріжучого інструменту; падіння важких деталей; розкидання стружки тощо.

У разі виникнення аварійної ситуації відключити верстат від електромережі, не допускати сторонніх осіб в небезпечну зону, повідомити про те, що сталося, керівника робіт.

Якщо є потерпілі, надати їм першу медичну допомогу; при необхідності, викликати швидку медичну допомогу.

У разі виникнення пожежі викликати пожежну частину та приступити до гасіння її наявними засобами пожежогасіння.

Вимкнути електроенергію. Пам'ятати, що електромережу, електрообладнання гасити тільки вуглекислотними порошковими вогнегасниками, азбестовими ковдрами, піском. При займанні матеріалів, стружки з магнію та його сплавів користуватися виключно спеціальною емульсією.

Виконувати всі вказівки керівника робіт по ліквідації небезпеки.

4.6. Висновок

Аналіз стану охорони праці в господарстві показав, що він знаходиться на задовільному рівні. Потребує покращення стану охорони праці ремонтна майстерня.

Впровадження заходів по охороні праці дозволить знизити рівень травматизму та підвищити якість роботи.

Впровадження інструкцій з безпечної роботи на фрезерних верстатах дозволить робітникам швидко виконувати роботи і не травмуватись.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

Товариство з обмеженою відповідальністю «Славутич» є потужним господарством яке входить в п'ятірку кращих підприємств Нікопольського району (колишнього Томаківського). Господарство має значний машино-тракторний парк та земельні угіддя але ремонтна служба майже не працює. Відсутні графіки виконання робіт, площі ремонтної майстерні використовуються на 60 %, хоча техніка простоює очікуючи ремонту. Тому в процесі удосконалення ремонтно-обслуговуючої бази господарства за рахунок впровадження організаційних заходів, було усунуто ці недоліки. Проведено реконструкцію ремонтної майстерні.

При проведенні техніко-економічної оцінки визначимо ефективність впровадження технології відновлення деталей зварюванням та наплавленням.

Вихідними даними для розрахунку економічної ефективності є показники, наведені в таблиці 5.1.

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити наступні показники [34]:

- Вартість проведених ремонтів становить:

$$B_{np} = Q \cdot C_{1ум.рем.}, \quad (5.1)$$

$$B_{np}^{\delta} = 138 \cdot 113256,00 = 1829328,00 \text{ грн.}$$

$$B_{np}^{np} = 143 \cdot 15320,00 = 2190760,00 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 – Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення показників	Значення показників	
		Базовий варіант	Проектний варіант
Обсяг ремонтних робіт, ум. рем.	Q	138,00	143,00
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц1ум рем	13256,00	15320,00
Кількість основних робітників, осіб	Кпр	18,00	20,00
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням, грн.	ЗПср	4650,00	4650,00
Вартість діючого обладнання (балансова), грн.	Бд	356200,00	
Вартість придбаного обладнання, грн.	Бпр	–	186300,00
Вартість будівлі за балансом, грн.	Ббуд	252000,00	–
Витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.	Брек	–	145000,00
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	Qел	45800,00	56230,00
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	Цел	1,99	1,99

– Експлуатаційні витрати всього становлять:

$$EB = ЗП + A + B_{ел} + B_{рем} + IB, \quad (5.2)$$

де $ЗП$ – заробітна плата з нарахуванням, грн.;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

$B_{ел}$ – вартість електроенергії, грн.;

$B_{рем}$ – витрати на поточний ремонт (ПР) та технічне обслуговування (ТО), грн.

Заробітна плата з нарахуванням визначається:

$$ЗП = 1,22 \cdot ЗП_{cp} \cdot K_{np} \cdot 12, \quad (5.3)$$

де 1,22 – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну платню;

$ЗП_{cp}$ – середньомісячна заробітна плата робітника, грн.;

K_{np} – кількість основних робітників, осіб;

12 – кількість місяців.

$$ЗП^{\sigma} = 1,22 \cdot 4650,00 \cdot 18 \cdot 12 = 1225368,00 \text{ грн.}$$

$$ЗП^{np} = 1,22 \cdot 4650,00 \cdot 20 \cdot 12 = 1361520,00 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на амортизацію будівлі та обладнання визначаються:

$$A = A_{обл} + A_{\sigma}, \quad (5.4)$$

де $A_{обл}$ – витрати на амортизацію обладнання, грн.;

A_{σ} – витрати на амортизацію будівлі, грн.

Витрати на амортизацію обладнання визначаються:

$$A_{обл}^{\sigma} = \frac{B_{обл} \cdot \lambda_{обл}}{100} = \frac{356200,00 \cdot 21,93}{100} = 78114,66 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

$$A_{одл}^{np} = \frac{B_{обл} + B_{np} \cdot \lambda_{обл}}{100} = \frac{(356200,00 + 186300,00) \cdot 21,93}{100} = 118970,25 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де $B_{обл}$ – балансова вартість обладнання, грн.

B_{np} – вартість придбаного обладнання, грн.

$\lambda_{обл}$ – норма амортизації обладнання, $\lambda_{обл} = 21,93\%$.

Витрати на амортизацію будівлі визначаються:

$$A_{\text{буд}}^{\bar{}} = \frac{B_{\text{буд}} \cdot \lambda_{\text{буд}}}{100} = \frac{252000,00 \cdot 7,76}{100} = 19555,20 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$A_{\text{буд}}^{\text{нр}} = \frac{B_{\text{буд}} + B_{\text{орг}} \cdot \lambda_{\text{буд}}}{100} = \frac{(252000,00 + 145000,00) \cdot 7,76}{100} = 30807,20 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де $B_{\text{буд}}$ – балансова вартість будівлі, грн.;

$B_{\text{орг}}$ – витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.

$\lambda_{\text{буд}}$ – норма амортизації будівель, $\lambda_{\text{буд}} = 7,76\%$.

Тоді загальні витрати на амортизацію становлять:

$$A^{\bar{}} = 78114,66 + 19555,20 = 97669,86 \text{ грн.}$$

$$A^{\text{нр}} = 118970,25 + 30807,20 = 149777,45 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначаються:

$$B_{\text{ел}} = Q_{\text{ел}} \cdot C_{\text{ел}}, \quad (5.9)$$

$$B_{\text{ел}}^{\bar{}} = 45800 \cdot 1,99 = 91142,00 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{ел}}^{\text{нр}} = 56230 \cdot 1,99 = 111897,70 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування визначаються:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.10)$$

$$B_{рем}^{\delta} = \frac{97669,86 \cdot 30}{100} = 29300,96 \text{ грн.}$$

$$B_{рем}^{np} = \frac{149777,45 \cdot 30}{100} = 44933,24 \text{ грн.}$$

Інші витрати складають 3% від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{3П + A + B_{ел} + B_{рем} \cdot 3}{100}, \quad (5.11)$$

$$IB^{\delta} = \frac{1225368,00 + 97669,86 + 91142,00 + 29300,96 \cdot 3}{100} = 43304,42 \text{ грн.}$$

$$IB^{np} = \frac{1361520,00 + 149777,45 + 111897,70 + 44933,24 \cdot 3}{100} = 50043,85 \text{ грн.}$$

Тоді експлуатаційні витрати всього становлять:

$$EB^{\delta} = 1225368,00 + 97669,86 + 91142,00 + 29300,96 + 43304,42 = 1486785,24 \text{ грн.}$$

$$EB^{np} = 1361520,00 + 149777,45 + 111897,70 + 44933,24 + 50043,85 = 1718172,24 \text{ грн.}$$

– Повна собівартість проведених ремонтів становить:

$$ПС^{\delta} = (EB + B_K) \cdot 1,02, \quad (5.12)$$

$$PC^n = EB \cdot 1,02, \quad (5.13)$$

де B_K – витрати на роботи виконані за кооперацією, за даними підприємства, грн.

$$PC^{\delta} = 1486785,24 + 165750,00 \cdot 1,02 = 1685585,95 \text{ грн.}$$

$$PC^{mp} = 1718172,24 \cdot 1,02 = 1752535,68 \text{ грн.}$$

– Загальний прибуток становить:

$$П = B_{np} - PC, \quad (5.14)$$

$$П^{\delta} = 1829328,00 - 1685585,95 = 143742,05 \text{ грн.}$$

$$П^{mp} = 2190760,00 - 1752535,68 = 438224,32 \text{ грн.}$$

– Приріст прибутку становить:

$$\square П = П^{mp} - П^{\delta} = 438224,32 - 143742,05 = 294482,27 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

– Рівень рентабельності становить:

$$P = \frac{П \cdot 100}{PC}, \quad (5.16)$$

$$P^{\delta} = \frac{143742,05 \cdot 100}{1685585,95} = 8,5\%$$

$$P^{np} = \frac{438224,32 \cdot 100}{1752535,68} = 25\%$$

– Обсяг додаткових капітальних вкладень становить:

$$B = B_{np} + B_{орг} = 186300,00 + 154000,00 = 331300,00 \text{ грн.} \quad (5.17)$$

– Термін окупності додаткових капітальних вкладень становить:

$$T_o = \frac{B}{\square\Pi} = \frac{331300,00}{294482,27} = 1,1 \text{ років} \quad (5.18)$$

Таблиця 5.2 – Економічна ефективність роботи

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	2	3
Вид робіт	Ремонт	
Обсяг робіт, ум. рем.	138	143
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	13256,00	15320,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	1829328,00	2190760,00
Кількість основних робітників, осіб.	18	20
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	–	331300,00
Експлуатаційні витрати всього, грн..	1486785,24	1718172,24
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1225368,00	1361520,00
- амортизаційні відрахування, грн.	97669,86	149777,45
- вартість електроенергії, грн.	91142,00	111897,70
- витрати на ПР та ТО, грн.	29300,96	44933,24
- інші витрати, грн..	43304,42	50043,85
Повна собівартість продукції, грн	1685585,95	1752535,68
Загальний прибуток, грн.	143742,05	438224,32
Рівень рентабельності, %	8,5	25,0
Приріст прибутку, грн.	–	294482,27
Термін окупності додаткових вкладень, років	–	1,1

Висновок. Результати техніко - економічної оцінки заходів з реконструкції ремонтної майстерні показують, додатковий прибуток господарства становитиме 294482,27 грн., при цьому рівень рентабельності збільшиться на 16,5 відсоткових пунктів, а термін окупності капітальних витрат складе 1,1 років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблені методики вимірів при мікрометражі розмірів елементів з'єднань «вал - втулка» при контролі й з метою дефектації.

Обрані засоби вимірів для контролю валів. Найбільше раціонально використовувати скобу важільну CP-50-0,001 з похибкою 1 мкм.

Обрані засоби вимірювання для контролю отворів. Найбільше раціонально використовувати нутромір із ціною розподілу відлікового пристрою 0,001 мм при настроюванні по настановних кільцях з похибкою 2,5 мкм.

Для вимірювання глибини шпонкового пазу використовується штангенглибиномір ШЦ-I-125-0,1

На зношування циліндричних з'єднань зі шпонками впливає відносне переміщення поверхонь, яке відбувається через наявність зазору або розкриття стику, і ще присутність абразиву й продуктів зношування в зоні тертя. Збільшення зазору приводить до зменшення площі контакту, збільшенню питомого тиску, росте й швидкість мікрорзривів, прогресує число забруднень і продуктів зношування в зоні контакту.

Проаналізовано відмови шпонкових з'єднань та встановлено види зносу. Так основні відмови шпонкових з'єднань виникають внаслідок розбиття шпонкового паза та зминання самої шпонки. Знос виникає внаслідок потрапляння в зазори бруду, який зношує паз і збільшує зазор у з'єднанні.

Встановлено найбільш ненадійне з'єднання, яким є шпонкове з'єднання яке лімітує роботу вузла чи агрегату в цілому.

Розраховано та обґрунтовано оптимальні посадки для призматичної шпонки нормального з'єднання, а саме для ширини шпонки b h_9 , ширини паза вала b_1 N_9 ; ширини паза втулки b_2 Js_9 .

Запропонований новий метод складання – метод відсоткової взаємозамінності, математично обґрунтовані межі комбінації розмірів валів з непо-

правним браком і розмірів отворів з поправним браком (і навпаки) для одержання придатних з'єднань по величинах натягів.

З метою зниження незавершеного виробництва рекомендована зміна центру групування розмірів індивідуально підбирати для кожного окремого розподілу розмірів. Незавершене виробництво залежить не від теоретичного розподілу, а від реального – гістограми й полігона розсіювання розмірів

Аналіз стану охорони праці в господарстві показав, що він знаходиться на задовільному рівні. Потребує покращення стану охорони праці ремонтна майстерня.

Впровадження заходів по охороні праці дозволить знизити рівень травматизму та підвищити якість роботи.

Впровадження інструкцій з безпечної роботи на фрезерних верстатах дозволить робітникам швидко виконувати роботи і не травмуватись.

Результати техніко - економічної оцінки заходів з реконструкції ремонтної майстерні показують, додатковий прибуток господарства становитиме 294482,27 грн., при цьому рівень рентабельності збільшиться на 16,5 відсоткових пунктів, а термін окупності капітальних витрат складе 1,1 років.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маміна С.Є. Оптимізація полів допусків шпонкового з'єднання вузлів сільськогосподарської техніки / С.Є. Маміна, О.В. Толстенко // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2020. – С. 84–87.
2. Дорошенко О.В. Обґрунтування методів та параметрів діагностування паливних систем мобільних сільськогосподарських машин / О.В. Дорошенко, Є.В. Калганков. // Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Nowy sposób rozwoju Inżynieria i Technologia" Sp. z o.o. «Diamond trading tour» Warszawa. – 2017. – S. 44–50.
3. Нижняк Д. В. Визначення показників надійності колінчатих валів автотракторних двигунів / Д. В. Нижняк, Є. В. Калганков, В. І. Дирда. // Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. 2014. osiągnięć, projekty hipotezę.», Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014.. – 2014. – С. 8–13.
4. Лебедев А. Т. Надежность и эффективность шпоночных соединений / А. Т. Лебедев, Р. Т. Павлюк, Р. А. Магомедов. – Ставрополь: Ставропольский гос. аграрный ун-т., 2015. – 140 с.
5. Хомяк О.М., Ловейкіна С.О. З'єднання деталей машин. – К.: КНУТД, 2002. – 63 с.
6. Дирда В.И. Детали машин [Підручник] / за редакцією Дирди В.И.-.: Дніпропетровськ-Герда, 2011. - 338 с.
7. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.

8. Овчаренко Ю.М. Деталі машин: практикум / Овчаренко Ю.М. – Дніпропетровськ, 2003. – 68 с.
9. ДСТУ ГОСТ 24071:2005 (ИСО 3912:1977) Основные нормы взаимозаменяемости. Сегментные шпонки и шпоночные пазы
10. Степанов, М.В. Повышение эксплуатационной надежности цепных передач сельскохозяйственных машин: дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / Степанов Михаил Викторович. – М., 1986. – 223 с.
11. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.: ил.
12. Леонов, О.А. Курсовое проектирование по метрологии, стандартизации и сертификации / О.А. Леонов. - М.: МГАУ, 2002. - 168 с.
13. Малащенко, В.О. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків [Текст] / В.О. Малащенко, В.Т. Павлице. – Львів: Новий Світ-2000, 2011. – 216с
14. Малащенко, В.О. Обґрунтування нової класифікації шпонкових з'єднань [Текст] / В.О. Малащенко, О.Р. Стрілець, В.М. Стрілець // Підйомно-транспортна техніка. – Дніпропетровськ: 2009. – № 4. – С. 124–130.
15. Малащенко, В.О. Навантажувальна здатність пружних шпонкових з'єднань типу вал-маточина [Текст] / В.О. Малащенко, О.Р. Стрілець, В.М. Стрілець // Вісник НТУ „ХПІ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск „Проблеми механічного приводу”. – Харків: НТУ „ХПІ”. – 2010, № 26. – С. 65–71.
16. Малащенко, В.О. Навантаження та деформації призматичних шпонок з пружними вставками [Текст] / В.О. Малащенко, О.Р. Стрілець, В.М. Стрілець // Вісник Національного університету „Львівська політехніка”. „Динаміка, міцність та проектування машин і приладів”. – Львів: НУ ”Львівська політехніка”. – 2011, №701. – С. 69–74.
17. Методика експериментальних досліджень роботи механічних сис-

тем [Текст] / Р.В. Зінько, І.С. Лозовий, М.І. Черевко, Ю.М. Черевко: методичний посібник. – Львів: ЛІСВ, 2009. – 160 с.

18. Допуски и посадки. Справочник. В 2 – х ч. / В.Д. Мягков и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – ч.1, 543 с.

19. Леонов О.А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров: дис. докт. техн. наук: 05.20.03 / Леонов Олег Альбертович. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2004. – 324 с.

20. Діденко М. М. Вплив розмірно-точносних характеристик посадок підшипників кочення на їх довговічність / М. М. Діденко, Є. В. Калганков. // Zbiór artykułów naukowych Sp. z o.o. «Diamond trading tour». – 2017. – С. 38–43.

21. Сірий І. С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник / І. С. Сірий. – 2-е вид., допов. і переробл. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 353 с.

22. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.

23. Армашов Ю.В. Надійність сільськогосподарської техніки: навчальний посібник / Ю.В. Армашов, П.К. Охмат. – Дніпропетровськ.: РВВ ДДАУ, 2008. – 208 с.

24. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.

25. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".

26. Беликов А.С. Основы охраны труда: [Учебник для студентов высших учебных заведений Украины III-IV уровня аккредитации] / Под ред., д.т.н., профессора А.С. Беликова. - Днепропетровск: «Журфонд», 2007. – 494 с.

27. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

28. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.

29. ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення".

30. ДСН 3.3.6.039-99 „Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”.

31. НАПБ Б.03.002-2007 „Правилах пожежної безпеки в Україні”.

32. ДСТУ ISO 6309:2007 "Знаки безпеки". [Чинний від 30. 03. 2007]. Київ, 2008. 8 с.

33. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт.

34. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

35. Сокол С.П. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОКР "Бакалавр" за напрямом підготовки 6.100102 "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва і дипломних робіт ОКР "Магістр" за спеціальністю 8.1001023 "Механізація сільського господарства" / С.П. Сокол, Б.Г. Харченко – Д.: ДДАУ, 2013. – 44 с.

ДОДАТКИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра надійності і ремонту машин**

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ
ІШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

Доповідач: Маміна С.Є.

Керівник: доц. к.т.н. Толстенко О.В.

МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

2

Мета роботи

Полягає в удосконалюванні методики розрахунків посадок стосовно до циліндричних з'єднань зі шпонкою для досягнення найбільшої довговічності з'єднань, а також у розробці нових технологій зниження рівня браку при виготовленні й ремонті деталей машин.

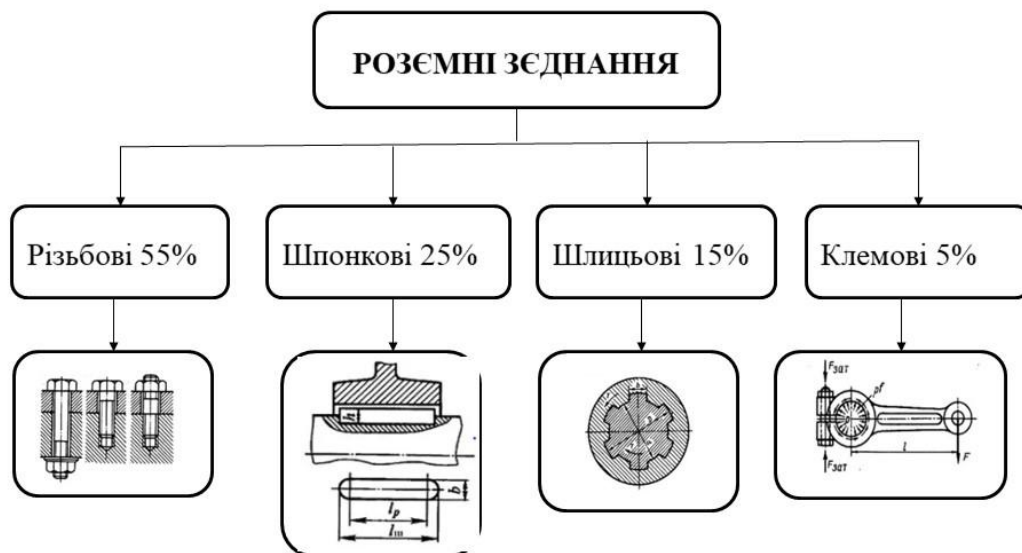
Задачі досліджень

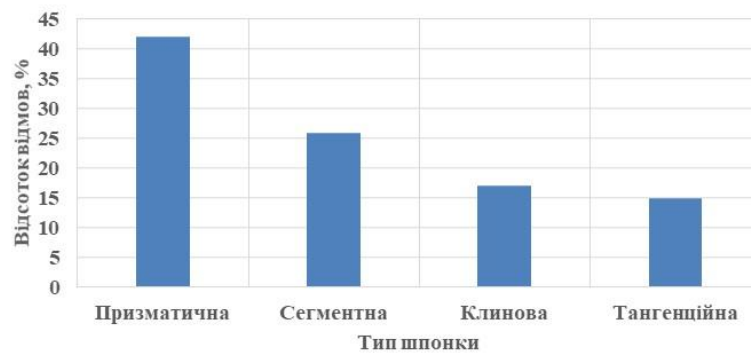
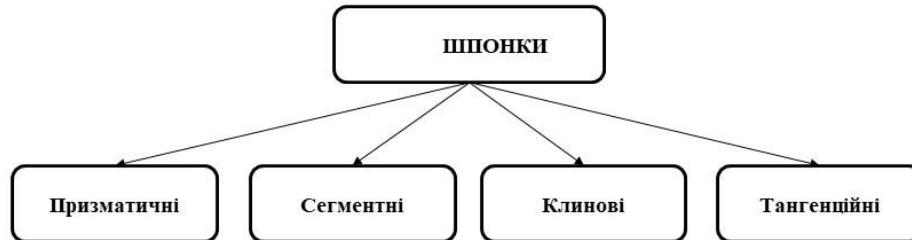
1. Дослідити та проаналізувати причини виходу з ладу шпонкових з'єднань та розрахувати оптимальні посадки з'єднання "паз валу-шпонка", "шпонка-паз зірочки".
2. Розглянути та розробити можливість використання методу процентної взаємозамінності для посадок деталей шпонкового з'єднання з натягом.
3. Розробити методику експериментальних досліджень шпонкових з'єднань.
4. Розробити заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві.
5. Провести техніко-економічну оцінку роботи.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

3

Об'єктом дослідження є уніфіковані агрегати та вузли сільськогосподарських машин.







Порушення геометричних форм пазів вала або втулки:

а - вал МХШ комбайна «ДОН-1500» - 3518050-16452 «Ростсельмаш»; б - колінчатий вал трактора John Deer 9420 (колінчатий вал у зборі - ге 522871); в - шестерня газорозподільного механізму трактора John Deer -г519560



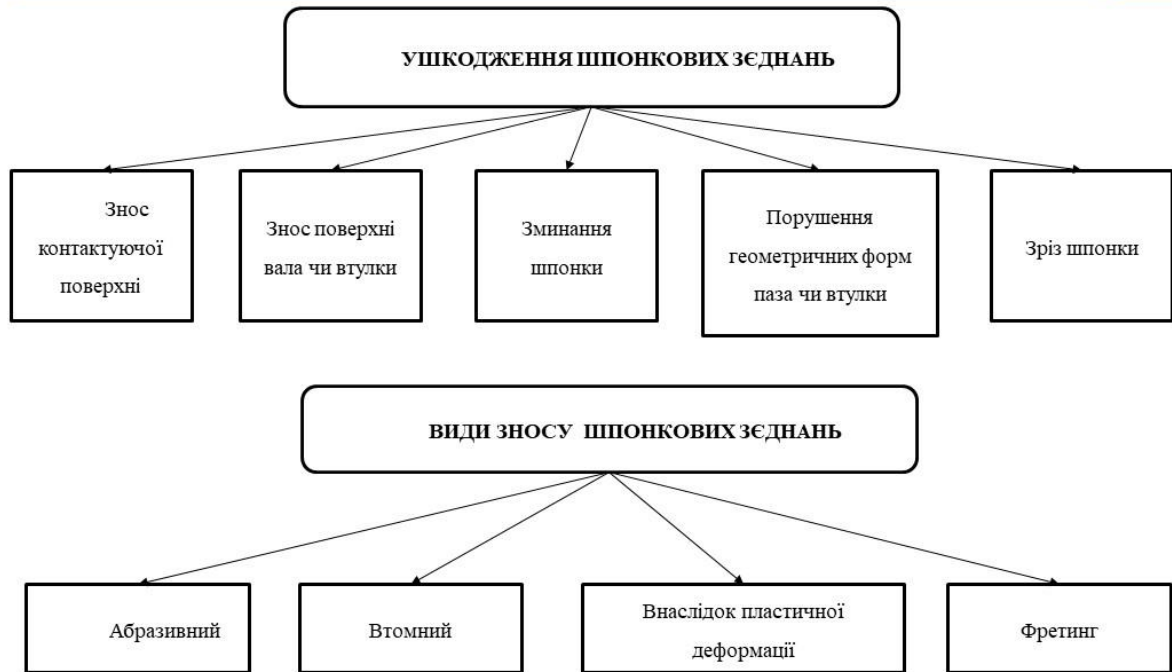
Знос шпонкового пазу на шківу



Заржавіле шпонкове з'єднання комбайна

АНАЛІЗ УШКОДЖЕНЬ ТА ВИДІВ ЗНОСУ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ

6



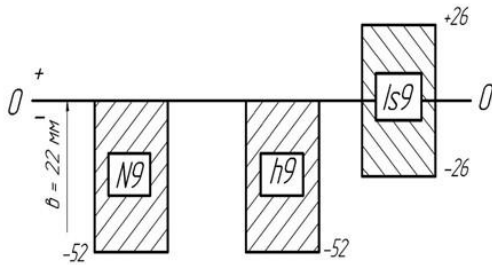
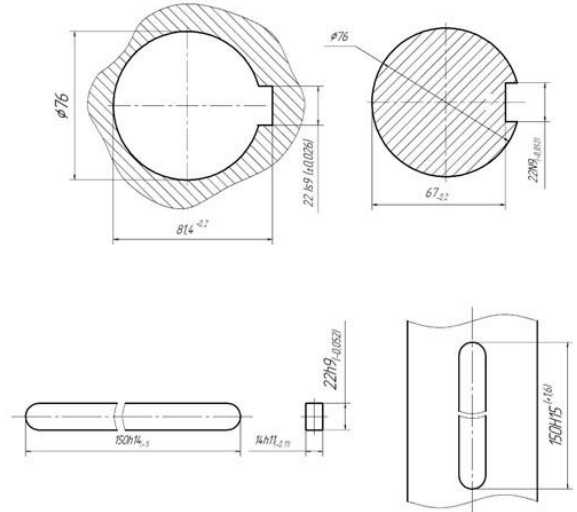
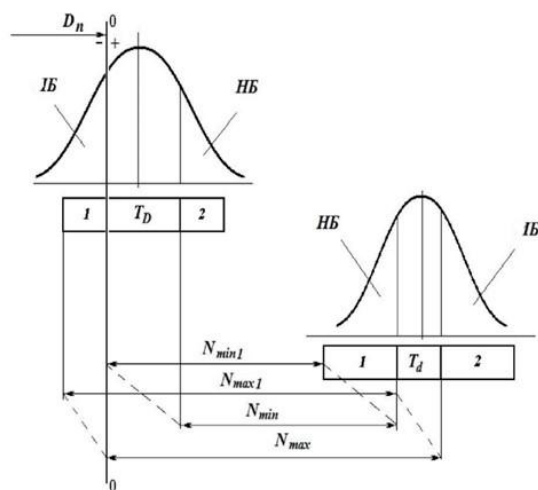


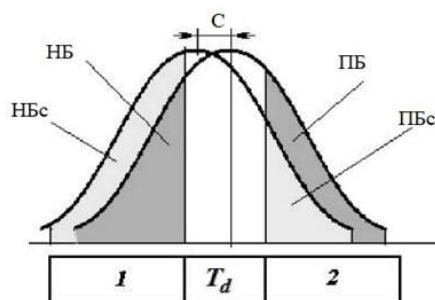
Схема розташування полів допусків деталей шпонкового з'єднання по ширині b



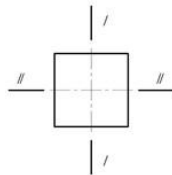
Ескізи деталей шпонкового з'єднання



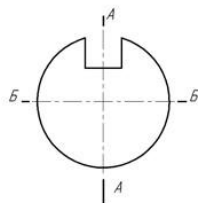
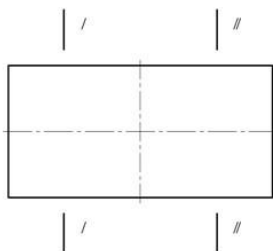
Спосіб складання методом відсоткової взаємозамінності

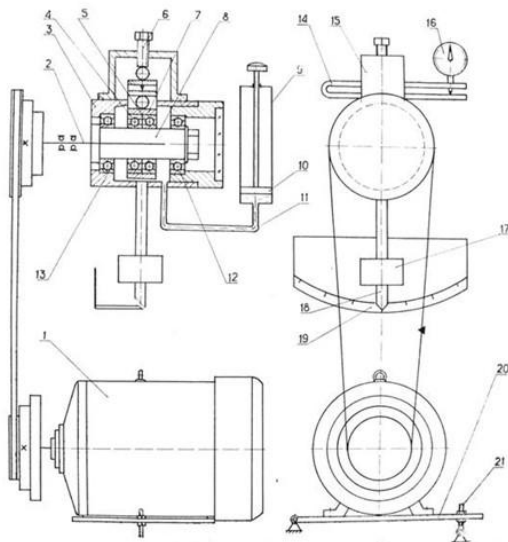


Зміна відсотка поправного й непоправного браку при зсуві настроювання верстата (зони розсіювання)

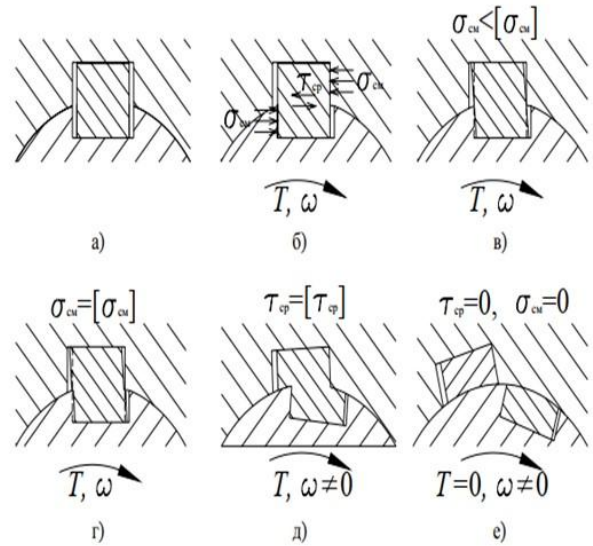


Вимір діаметру вала розмірів шпонки

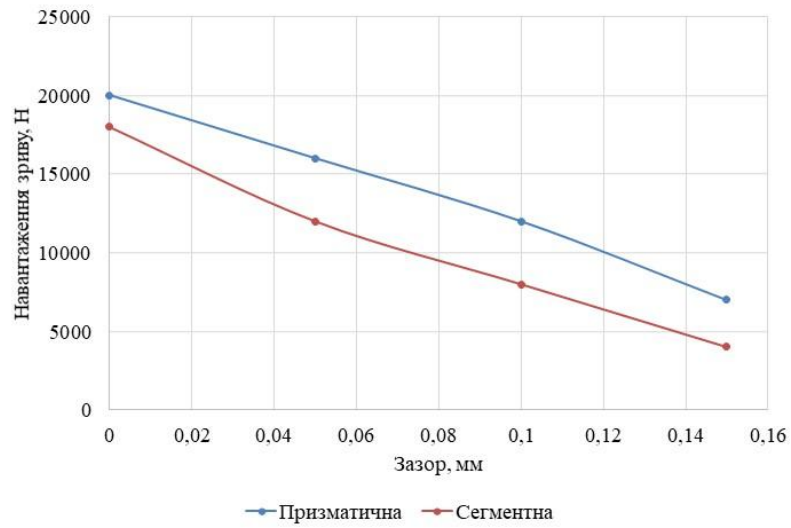




Установка для дослідження шпонкових з'єднань



Процес руйнування шпонки



Залежність навантаження руйнування шпонки від зазору у з'єднанні

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

12

№ п/п	Фактори виробничого середовища	Величини	
		Норми	Факт
1	Виробничий шум, дБА	80	85
2	Напруженість праці	50	40
3	Параметри мікроклімату:		
	- температура повітря, °С (в літку)	17-23	29
	- температура повітря, °С (взимку)	17-23	15
	- швидкість руху повітря, м/с	0,2	0,2
	- відносна вологість повітря, %	50-75	76
4	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³		
	- пари масла мінерального	5,0	0,26
5	Недостатня освітленість, лк	600	540
6	Рухомі частини машин	Повинні бути обгороджені	
7	Можливість ураження електричним струмом, Ом	$R_{\text{зазем.}} \leq 4$	4,5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

13

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	2	3
Вид робіт	Ремонт	
Обсяг робіт, ум. рем.	138	143
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	13256,00	15320,00
Вартість проведення ремонтів, грн.	1829328,00	2190760,00
Кількість основних робітників, осіб.	18	20
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	–	331300,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	1486785,24	1718172,24
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1225368,00	1361520,00
- амортизаційні відрахування, грн.	97669,86	149777,45
- вартість електроенергії, грн.	91142,00	111897,70
- витрати на ПР та ТО, грн.	29300,96	44933,24
- інші витрати, грн.	43304,42	50043,85
Повна собівартість продукції, грн.	1685585,95	1752535,68
Загальний прибуток, грн.	143742,05	438224,32
Рівень рентабельності, %	8,5	25,0
Приріст прибутку, грн.	–	294482,27
Термін окупності додаткових вкладень, років	–	1,1

Розроблені методики вимірів при мікрометражі розмірів елементів з'єднань «вал - втулка» при контролі її з метою дефектації.
Обрані засоби вимірів для контролю валів. Найбільше раціонально використовувати скобу важільну СР-50-0,001 з похибкою 1 мкм.
Обрані засоби вимірювання для контролю отворів. Найбільше раціонально використовувати нутромір із ціною розподілу відлікового пристрою 0,001 мм при настроюванні по настановних кільцях з похибкою 2,5 мкм.

Для вимірювання глибини шпонкового пазу використовується штангенглибиномір ШЦ-I-125-0,1

На зношування циліндричних з'єднань зі шпонками впливає відносне переміщення поверхонь, яке відбувається через наявність зазору або розкриття стику, і ще присутність абразиву й продуктів зношування в зоні тертя. Збільшення зазору приводить до зменшення площі контакту, збільшенню питомого тиску, росте й швидкість мікрозривів, прогресує число забруднень і продуктів зношування в зоні контакту.

Проаналізовано відмови шпонкових з'єднань та встановлено види зносу. Так основні відмови шпонкових з'єднань виникають внаслідок розбиття шпонкового пазу та змінання самої шпонки. Знос виникає внаслідок потрапляння в зазори бруду, який зношує паз і збільшує зазор у з'єднанні.

Встановлено найбільш ненадійне з'єднання, яким є шпонкове з'єднання яке лімітує роботу вузла чи агрегату в цілому.

Розраховано та обґрунтовано оптимальні посадки для призматичної шпонки нормального з'єднання, а саме для ширини шпонки b h9, ширини паза вала b_1 N9; ширини паза втулки b_2 Js9.

Запропонований новий метод складання – метод відсоткової взаємозамінності, математично обґрунтовані межі комбінації розмірів валів з непоправним браком і розмірів отворів з поправним браком (і навпаки) для одержання придатних з'єднань по величинах натягів.

З метою зниження незавершеного виробництва рекомендована зміна центру групування розмірів індивідуально підбирати для кожного окремого розподілу розмірів. Незавершене виробництво залежить не від теоретичного розподілу, а від реального – гістограми й полігона розсіювання розмірів

Аналіз стану охорони праці в господарстві показав, що він знаходиться на задовільному рівні. Потребує покращення стану охорони праці ремонтна майстерня.

Впровадження заходів по охороні праці дозволить знизити рівень травматизму та підвищити якість роботи.

Впровадження інструкцій з безпечної роботи на фрезерних верстатах дозволить робітникам швидко виконувати роботи і не травмуватись.

Результати техніко - економічної оцінки заходів з реконструкції ремонтної майстерні показують, додатковий прибуток господарства становитиме 294482,27 грн., при цьому рівень рентабельності збільшиться на 16,5 відсоткових пунктів, а термін окупності капітальних витрат складе 1,1 років.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Науково-навчальний центр прикладної інформатики

ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТИ

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ НАУКИ В
КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ
ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА**

МАТЕРІАЛИ

III Міжнародної науково-практичної конференції

23–24 жовтня 2020 р.

м. Київ

Київ
Інститут інноваційної освіти
2020

УДК 001(063):378.4 (Укр)
ББК 72я43
А43

*До збірника увійшли матеріали наукових робіт (тези доповідей, статті),
надані згідно з вимогами, що були заявлені на конференцію.*

*Роботи друкуються в авторській редакції, мовою оригіналу.
Автори беруть на себе всю відповідальність за зміст поданих матеріалів.
Претензії до організаторів не приймаються.
При передруку матеріалів посилання обов'язкове.*

А43 **Актуальні Проблеми розвитку науки в контексті Глобальних Трансформацій інформаційного суспільства : Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23–24 жовтня 2020 р.) / ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр Прикладної інформатики НАН України. – Київ : ГО «Інститут інноваційної освіти», 2020. – 120 с.**

Матеріали конференції рекомендуються освітянам, науковцям, викладачам, здобувачам вищої освіти, аспірантам, докторантам, студентам вищих навчальних закладів тощо¹.

Відповідальний редактор: С.К. Бурма
Коректор: П.А. Немкова

Матеріали видано в авторській редакції.

УДК 001(063):378.4 (Укр)

© Усі права авторів застережені, 2020
© Інститут інноваційної освіти, 2020
© Друк ФОП Москвін А.А., 2020

Підписано до друку 30.10.2020. Формат 60x84/16.
Віддруковано з готового оригінал-макету.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Charter. Ум. друк. арк. 6,98.
Зам. № 3010/20-13. Тираж 100 прим. Ціна договірна. Виходить змішаними мовами: укр., англ.

Виготовник. ФОП Москвін А.А. Цифрова друкарня «Сору Арт».
69095, Запоріжжя, просп. Соборний, 109. Тел.: (061) 708-08-80
Інститут інноваційної освіти: e-mail: novaovita@gmail.com; сайт: www.novaovita.com

Видання здійснене за експертної підтримки
Науково-навчального центру Прикладної інформатики НАН України
03600, Київ-187, просп. Академіка Глушкова, 40.

¹ рішенням № 11 порядку призначення наукових ступенів і ступенів професорства Кабінету Міністрів України від 24 липня 2018 р. № 987 / п. 28 постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2018 р. № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності» / п. 18 постанови Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 982 «Про ліцензії освітньої діяльності».

УДК 621.886.6

С.Є. Мамна,

здобувач вищої освіти ступеня магістра
інженерно-технологічного факультету
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

О.В. Толстенко,

кандидат технічних наук, доцент кафедри надійності і ремонту машин
інженерно-технологічного факультету
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОЛІВ ДОПУСКІВ ШПОНКОВОГО З'ЄДНАННЯ ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. В статті наведено стан питання по відмовам шпонкових з'єднань та шляхи підвищення довговічності даного з'єднання. Проведено розрахунок шпонки, граничних відхилень та встановлено оптимальні поля допусків дотримання яких дозволить подовжити термін роботи шпонкового з'єднання.

Ключові слова: шпонкове з'єднання, посадка, допуск, зазор, натяг, знос, граничне відхилення.

Загальна суть проблеми. Машино-тракторний парк який сьогодні працює в сільському господарстві, зношений на 60 % та недоукомплектований [1, 2]. Так згідно даних [1] парк зернозбиральних комбайні укомплектовано лише на 50%. Всі ці показники вказують на збільшене навантаження на машино-тракторний парк, що призводить до його швидкого виходу з ладу.

Всі механізми машини складаються з рухомих та нерухомих з'єднань. Нерухомі з'єднання часто зустрічаються в складальних одиницях і агрегатах сільгосптехніки. Це – з'єднання зубчастих коліс, зірочок, шківів з валами, втулок з корпусами, опор підшипників ковзання із втулками та ін. Найбільшого поширення в механізмах одержали з'єднання зі шпонками.

Шпонкові з'єднання служать для передачі крутного моменту між валом і маточиною насадженої на вал деталі. Шпонка встановлюється в спеціальний паз і виступає в якості допоміжної деталі. Саме вона дозволяє

передавати крутний момент між деталями з'єднання. Зношування й змінання шпонкових пазів, а також зношування самої шпонки є однією з основних причин вибракування валів. З погляду економіки й технологічності доцільніше замінити зношені шпонки на нові, а зношені вали й втулки – відновлювати.

Саме шпонкові з'єднання одні із самих ненадійних. І вихід з ладу шпонки може призвести до поломки вартісного та складного агрегату [3]. Багато авторів стверджують, що основною причиною виходу з ладу шпонкового з'єднання є неправильний вибір посадок з'єднання [4].

Причини виходу з ладу шпонкових з'єднань розглянуті не достатньо, тому вони потребують ретельного подальшого дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню методик нормування номінальних та граничних значень геометричних параметрів деталей машин присвячено роботи В.М. Белова, Ф.Х. Бурмункулова, І.Г. Голубєва, П.П. Лезіна, В.М. Михлина, В.І. Черноіванова та інших. В своїх роботах вчені вказують на недоліки проектування та експлуатації шпонкових з'єднань. Наводять шляхи підвищення довговічності шпонкових з'єднань.

Мета роботи. Дослідження граничних відхилень шпонкових з'єднань та встановлення оптимальних полів допусків з'єднання "шпонка-паз валу", «шпонка-паз втулки».

Виклад основного матеріалу. Визначимо основні елементи шпонкового з'єднання з призматичною шпонкою і нормальним з'єднанням.

У з'єднанні з призматичною шпонкою визначаємо ширину, висоту і довжину шпонки, глибину пазів вала і втулки [5]: ширина шпонки $b = 22$ мм; висота шпонки $h = 14$ мм; довжина $l = 150$ мм; глибина паза вала $t_1 = 9$ мм; $d - t_1 = 67$ мм; глибина паза втулки $t_2 = 5,4$ мм; $d + t_2 = 81,4$ мм.

Залежно від виду з'єднання визначаємо поля допусків [5] і граничні відхилення по ширині шпонки, пазів вала і втулки b :

- ширина шпонки $b = 22h9\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,052 \end{smallmatrix}\right)$ мм;

- ширина паза вала $b_1 = 22N9\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,052 \end{smallmatrix}\right)$ мм;

- ширина паза втулки $b_2 = 22Js9(\pm 0,026)$ мм.

Визначаємо граничні розміри ширини шпонки, пазів вала і втулки:

- шпонки

$$b_{\max} = b + es = 22 + 0 = 22 \text{ мм};$$

$$b_{\min} = b + ei = 22 + (-0,052) = 21,948 \text{ мм};$$

- паза вала

$$b_{1\max} = b_1 + es_1 = 22 + 0 = 22 \text{ мм};$$

$$b_{1\min} = b_1 + ei_1 = 22 + (-0,052) = 21,948 \text{ мм};$$

- паза втулки

$$b_{2\max} = b_2 + es_2 = 22 + 0,026 = 22,026 \text{ мм};$$

$$b_{2min} = b_2 + ei_2 = 22 + (-0,026) = 21,974 \text{ мм.}$$

Визначаємо граничні зазор і натяг для перехідної посадки у з'єднанні «шпонка-паз вала»:

$$S_{1max} = b_{1max} - b_{min} = 22 - 21,948 = 0,052 \text{ мм;}$$

$$N_{1max} = b_{max} - b_{1min} = 22 - 21,948 = 0,052 \text{ мм.}$$

Визначаємо граничні зазор і натяг для перехідної посадки у з'єднанні «шпонка-паз втулки»:

$$S_{2max} = b_{2max} - b_{min} = 22,026 - 21,948 = 0,078 \text{ мм;}$$

$$N_{2max} = b_{max} - b_{2min} = 22 - 21,974 = 0,026 \text{ мм.}$$

Визначаємо поля допусків і граничні відхилення не спряжених розмірів шпонкового з'єднання і наводимо схему полів допусків по ширині шпонки (рис. 1) та ескіз шпонкового з'єднання (рис. 2):

- висота шпонки $h = 14h11 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,11 \end{smallmatrix} \right) \text{ мм;}$
- довжина шпонки $l = 1500h14 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,25 \end{smallmatrix} \right) \text{ мм;}$
- глибина паза вала $t1 = 9 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ мм або } d - t1 = 67 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,2 \end{smallmatrix} \text{ мм;}$
- глибина паза втулки $t2 = 5,4 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ мм або } d + t2 = 81,4 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ мм;}$
- довжина пазів $l = 150H15 \left(\begin{smallmatrix} +1,6 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \text{ мм.}$

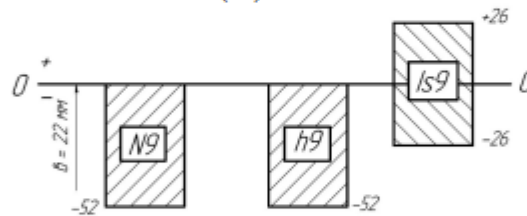


Рис. 1. Схема розташування полів допусків деталей шпонкового з'єднання по ширині b

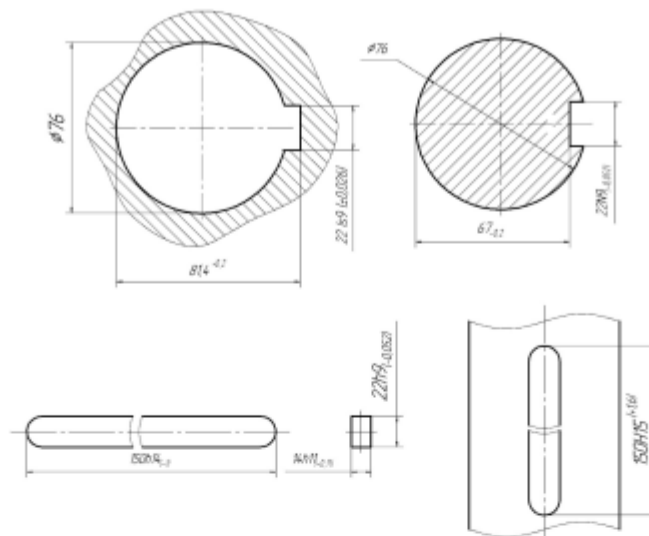


Рис. 2. Ескізи деталей шпонкового з'єднання

Висновки. Встановлено найбільш ненадійне з'єднання, яким є шпонкове з'єднання яке лімітує роботу вузла чи агрегату в цілому.

Розраховано та обґрунтовано оптимальні посадки для призматичної шпонки нормального з'єднання, а саме для ширини шпонки b h9, ширини паза вала b_1 N9; ширини паза втулки b_2 Js9.

Список використаних джерел

1. Дорошенко О.В. Обґрунтування методів та Параметрів діагностування паливних систем мобільних сільськогосподарських машин / О.В. Дорошенко, Є.В. Қалґанков. // Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Nowy sposób rozwoju Inżynieria i Technologia" Sp. z o.o. «Diamond trading tour» Warszawa. – 2017. – S. 44–50.
2. Нижняк Д. В. Визначення показників надійності колінчатих валів автотракторних двигунів / Д. В. Нижняк, Є. В. Қалґанков, В. І. Дирда. // Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. 2014. osiągnięć, projekty hipotez...”, Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014.. – 2014. – С. 8–13.
3. Лебедев А. Т. Надежность и эффективность шпоночных соединений / А. Т. Лебедев, Р. Т. Павлюк, Р. А. Магомедов. – Ставрополь: Ставропольский гос. аграрный ун-т., 2015. – 140 с.
4. Голубев И. Г. Обеспечение долговечности восстановленных деталей и соединений сельскохозяйственной техники увеличенными допусками размеров и посадок : Дис. докт. / Голубев И. Г. – М, 1997. – 285 с.
5. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. / В.Д. Мягков и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – ч.1, 543 с.

<i>Ю.В. Порущенко, О.І. Третяк,</i> МЕТОДИ ЗБУРЕНЬ АЛГЕБРАІЧНИХ РІВНЯНЬ.....	68
---	----

**Розділ 7
ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ**

<i>О.П. Дороніна,</i> МІЖНАРОДНА СТАНДАРТИЗАЦІЯ – ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ.....	71
--	----

**Розділ 8
ХІМІЧНА ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ**

<i>В.Г. Єфімова,</i> РОЗРОБКА СКЛАДУ КОСМЕТИЧНОГО ЕМУЛЬСІЙНОГО КРЕМУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАСЛА З КІСТОЧОК ГРАНАТУ.....	75
---	----

**Розділ 9
АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО**

<i>В.А. Волков,</i> ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СЕЛБІЩНИХ ТЕРИТОРІЙ ВЕЛИКИХ МІСТ.....	77
--	----

<i>М.В. Назарук,</i> ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВОКЗАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ЯК БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АРХІТЕКТУРНИЙ ОБ'ЄКТ.....	80
--	----

**Розділ 10
АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО**

<i>С.Є. Маміна, О.В. Толстенко,</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ПОЛІВ ДОПУСКІВ ШПОНКОВОГО З'ЄДНАННЯ ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	84
---	----

**Розділ 11
СОЦІАЛЬНА РОБОТА**

<i>В.П. Лютий, Є.А. Захарчук,</i> ОЦІНЮВАННЯ ПРОБЛЕМ ТА ПОТРЕБ УЧНІВ САНАТОРНОЇ ШКОЛИ-ІНТЕРНАТУ.....	88
--	----