

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Кафедра тракторів та сільськогосподарських
машин, експлуатації і технічного сервісу*

НАДІЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту
для студентів денної форми навчання напряму
підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання
агропромислового виробництва»

Миколаїв

2014 р.

УДК 631.3:629.017

ББК П072-02я73-5

Методичні рекомендації підготували:

Аулін В.В., к.ф.-м.н., доцент

Марченко Д.Д., к.т.н., асистент

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри Т та СГМ, Е і ТС, к.т.н., доцент Бондаренко О.В.

Рецензенти:

Тимошевський Б.Г. – д.т.н., професор, зав. кафедри «Двигуни внутрішнього згорання» НУК ім. адмірала Макарова.

Іванов Г.О. – к.т.н., доцент кафедри «Загальнотехнічні дисципліни» Миколаївського національного аграрного університету.

Надійність сільськогосподарської техніки: Методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / Уклад.: [В.В. Аулін, Д.Д. Марченко] – Миколаїв: МНАУ, 2014.

Друкується за рішенням методичної комісії інженерно-енергетичного факультету МНАУ від «23» жовтня 2014 р., протокол № 12.

Надруковано в кількості 40 примірників

©Миколаївський національний аграрний університет

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	4
ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ.....	8
Вступ.....	8
1. Оглядова частина.....	8
1.1. Коротка характеристика та умови роботи агрегату (вузла) в цілому і основних видів сполучень.....	8
1.2. Характеристика умов роботи заданого сполучення.....	9
1.3. Характеристика конструктивно-технологічних особливостей зміцнюваної (відновлюваної) деталі.....	9
1.4. Аналіз умов роботи деталі і основні причини її зношування.....	10
1.5. Аналіз причин, обґрунтування, визначення та опис провідного виду зношування сполученої поверхні деталі.....	11
2. Розрахункова частина.....	12
Визначення ресурсу сполучення.....	12
2.1. Визначення статистичних характеристик повного ресурсу сполучення за вихідною масовою інформацією.....	12
2.2. Визначення повного та залишкового ресурсу деталей сполучення методом індивідуального прогнозування.....	18
3. Конструкторсько-технологічна частина.....	27
3.1. Обґрунтування та вибір раціонального способу зміцнення (відновлення) деталі.....	27
3.2. Обґрунтування та розробка технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі.....	27
3.3. Обґрунтування та вибір технологічного обладнання.....	29
3.4. Обґрунтування та вибір ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів та матеріалів для зміцнення (відновлення) деталі.....	29
4. Заходи з охорони праці і техніки безпеки.....	30
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	32
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Надійність – одна з головних проблем сучасної техніки, яку необхідно розв'язувати на всіх етапах її життєвого циклу від ідеї до утилізації.

Інженерний аналіз показників надійності дає змогу виявляти недоліки при проектуванні, виробництві, дослідженні, експлуатації та ремонту машин і технологічного обладнання.

Надійність машин та обладнання – дисципліна підсумкова, інтегруюча і належить до інженерних наук, незважаючи на те, що її фізичною основою є трибофатика, а математичною - теорія імовірностей і математична статистика та інші розділи прикладної математики.

Оволодіння основами надійності автомобілів, сільськогосподарських машин, технологічного обладнання і апаратів по переробці сільськогосподарської продукції сприяє досягненню високої ефективності їх використання, економії паливно-енергетичних ресурсів, робочого часу та коштів. Таким чином, вивчення таких навчальних дисциплін, як “Надійність технологічних систем“, “Надійність сільськогосподарської техніки“, “Ремонт машин та обладнання” та інших, в загальному циклі підготовки спеціалістів інженерних спеціальностей є одним з центральних і найважливіших моментів.

Вивчення зазначених дисциплін повинно навчити майбутніх спеціалістів кваліфіковано виявляти та аналізувати причини відмов; проводити випробування і визначати кількісні та якісні показники надійності машин; розробляти і впроваджувати у виробництво заходи щодо забезпечення і підвищення надійності машин і обладнання на всіх етапах їх існування.

Інформація про надійність машин, обладнання або їх окремих агрегатів у період експлуатації збирається на автопідприємствах, агропідприємствах та майстернях ремонтних підприємств. Статистична обробка на ПЕОМ та аналіз цієї інформації дає можливість дати оцінку міжремонтного і залишкового ресурсів окремих сполучень, агрегатів або машин в цілому та прогнозних характеристик їх технічного стану, потребу у запчастинах і багато інших важливих показників.

Основні параметри показників надійності, в основному, визначаються за допомогою розрахунково – аналітичних і графічних способів побудованих на методах індивідуального прогнозування і обробки масової статистичної інформації.

Курсовий проект (КП) з надійності сільськогосподарської техніки – самостійна розробка студента, необхідна для закріплення теоретичного матеріалу і оволодіння методикою практичного розв’язання інженерних задач у цій галузі.

При виконанні курсового проекту студент отримує навички самостійно аналізувати технічний стан агрегатів та вузлів машин, їх сполучень і деталей, виявляти причини та механізми зношування деталей; проводити розрахунки окремих показників надійності і прогнозувати ресурс сполучень і деталей, на базі чого вибирати доцільні методи підвищення їх працездатності, довговічності та надійності; проектувати технологічні процеси зміцнення (відновлення) та реновації окремих деталей в умовах автотранспортних і ремонтно-технологічних підприємств сільськогосподарського виробництва. При цьому з’ясовується ступінь підготовленості студента до самостійного вирішення складних інженерних задач в умовах сучасного виробництва.

Метою видання методичних вказівок до курсового проекту з надійності сільськогосподарської техніки є надання методичної допомоги студентам напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» у виконанні курсового проекту.

Курсовий проект складається з розрахунково – пояснювальної записки (РПЗ) та графічної частини.

Розрахунково – пояснювальна записка виконується на стандартних аркушах машинописного паперу (ФА4) ДСТУ 1.3-93 українською мовою, згідно вимог [49] і містить в собі: титульний лист, завдання на проектування, зміст, відомість курсового проекту, вступ, оглядову частину, розрахункову частину, конструкторсько – технологічну частину, заходи з техніки безпеки, висновок, список використаної літератури, додатки (специфікації, таблиці, графіки, тощо).

Графічна частина виконується на двох аркушах (ФА1) ДСТУ 2.602-95, українською мовою згідно вимог [49] та ЕСКД. (структура виконання листів графічної частини курсового проекту наведена у додатку А).

Для проектування студенту видається завдання, в якому визначається найменування об'єкту, агрегату (вузла), що ремонтується (відновлюється), назву і номер деталей сполучень за каталогом, для яких ведеться розрахунок показників надійності методом опрацювання статистичної масової інформації та методом індивідуального прогнозування, однієї з робочих поверхонь конкретної деталі сполучення для якої розробляється технологічний процес зміцнення або відновлення.

Рекомендовано наступну послідовність виконання РПЗ курсового проекту. РПЗ курсового проекту повинна мати вигляд:

Враховуючи вищезазначене, методичні рекомендації передбачають систематизувати певне коло інженерно-прикладних питань, які формують необхідну базу знань сучасного інженера.

Метою надійності сільськогосподарської техніки являється отримання знань і практичних навичок по вирішенню науково-технічних проблем підвищення надійності використання сільськогосподарської техніки з метою успішної підготовки фахівців в галузі агропромислового виробництва.

У результаті вивчення студент повинен:

- знати методики оцінки і прийняття оптимальних рішень підвищення надійності машин, сучасні способи забезпечення працездатності с.г. машин, методи проектування прогресивних технологічних процесів, типові проектні рішення щодо ремонтної бази господарств та підрозділів, організацію ремонтного виробництва на підприємствах різного рівня, будову та основи використання сучасного ремонтно-технологічного обладнання;

- уміти планувати випробування машин на надійність і визначати її кількісні показники, проектувати раціональні технологічні ремонтні процеси, обґрунтовано підбирати типові проекти для створення та реконструкції ремонтно-обслуговуючої бази і її окремих підрозділів, обґрунтовувати техніко-економічну доцільність впровадження інженерних рішень у виробництво, визначати і прогнозувати ресурс машин і механізмів, виконувати основні ремонтні операції.

Кредитно-трансферна схема вивчення дисципліни

«Надійність сільськогосподарської техніки» для напряму підготовки

6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва»

№ мо ду ля	Назва модуля	Всього годин кредитів	Розподіл аудиторного навантаження		Самостій на робота студентів	Вагомис ть модуля у формува нні знань та умінь, %
			лекції	Лабораторн о-практичні заняття		
1	Фізичні основи надійності	38 (1,05)	8	16	14	52,7
2	Методи визначення показників надійності	34 (0,95)	8	14	12	47,3
Всього за 7 семестр		72 (2,0)	16	30	26	100
3	Методи випробування і контролю с.г. техніки на надійність	94 (2,61)	20	20	54	52,2
4	Граничні та допустимі значення параметрів надійності	86 (2,39)	18	18	50	47,8
Всього за 8 семестр		180 (5,0)	38	38	104	100
Всього по дисципліні		252 (7)	54	68	130	100

ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Вступ

У вступі розрахунково-пояснювальної записки необхідно показати місце і важливість науки про надійність машин на сучасному етапі розвитку техніки в Україні, її проблеми та перспективи.

Розкрити основні задачі і методи науки про надійність машин і обладнання, доцільність їх застосування для умов виробництва і використання автомобілів, сільськогосподарських машин та технологічного обладнання. Показати роль і місце дисципліни про надійність машин та обладнання в навчальному процесі та важливість опанування її основами для студентів інженерних спеціальностей. Проаналізувати і визначити доцільність закріплення знань з дисципліни про надійність машин та обладнання при виконанні курсового проекту і її передбачувану практичну цінність для майбутніх фахівців, що працюють у галузях за згаданими спеціальностями.

1. Оглядова частина

1.1. Коротка характеристика та умови роботи агрегату (вузла) в цілому і основних видів сполучень

Будь-який агрегат, механізм або вузол машини (обладнання) є складною збиральною одиницею з притаманними їм призначенням і технологічними функціями, згідно яких мають певну конструкцію із заданими технічними характеристиками.

При проектуванні кожного агрегату (вузла) беруться до уваги умови його роботи, згідно яких проектується його конструктивна схема, окремі сполучення і деталі. У свою чергу працездатність, довговічність та надійність роботи агрегату (вузла) машини або обладнання безпосередньо залежить від показників надійності типових видів сполучень, які входять до його складу (шпонкові, шліцьові, зубчасті, різьбові, підшипникові – кочення та ковзання і т.і.).

У п. 1.1 РПЗ наводиться характеристика, визначеного у завданні, агрегату (вузла), зокрема – призначення, кінематична схема або ескіз збирального креслення у розрізі і технічна характеристика, принцип та механізм дії, умови його роботи в цілому, а також загальні умови і причини спрацювання основних видів сполучень з конкретними посиланнями на літературні джерела.

1.2. Характеристика умов роботи заданого сполучення

Переважає більшість машин і механізмів виходять з ладу через зношування їх рухомих сполучень. Під сполученням розуміють пару деталей, з'єднаних для спільної дії у вузлі рухомою чи нерухомою посадкою. Зміна експлуатаційних, геометричних або фізико-механічних параметрів робочих поверхонь деталей сполучень відбувається під впливом зовнішніх збурюючих факторів і певних умов роботи, які характерні для конкретних видів сполучень, тому аналіз умов їх роботи є одним з основних положень при конструюванні деталей і їх спряжених поверхонь.

У п. 1.2 РПЗ необхідно навести характеристику умов роботи заданого сполучення деталей зокрема: принципову схему зовнішнього навантаження; конкретні діючі силові фактори; форми поверхонь, що сполучаються відносно їх переміщення; наявність мастильних матеріалів в зоні тертя; температурний режим роботи сполучення, тощо.

1.3. Характеристика конструктивно-технологічних особливостей зміцнюваної (відновлюваної) деталі

Всі деталі механізмів та машин за конструкцією підрозділяються на певні класи і типи. Їм, згідно призначення, притаманні нормалізовані конструктивні елементи, технологічні та фізико-механічні характеристики, які визначаються конструкторами і технологами при проектуванні конструкцій. Серед таких характеристик можна зазначити наступні: шорсткість і технологічність конструкції, точність обробки, відхилення розмірів, методи термічної обробки і твердість поверхонь, методи кінцевої обробки найбільш відповідальних поверхонь, трансформований згідно конкретних умов технологічний процес і певні технічні вимоги на виготовлення деталі.

У п. 1.3 РПЗ необхідно подати робоче креслення зміцнюваної (відновлюваної) деталі з нумерацією її поверхонь. Навести характеристику її конструктивно-технологічних особливостей, обґрунтувати та визначити її належність до певного класу і типу, технологічність конструкції, точність і типові відхилення розмірів поверхонь.

Обґрунтувати та здійснити вибір матеріалу для виготовлення деталі, навести його хімічний склад і фізико-механічні властивості.

Проаналізувати і визначити необхідні фізико-механічні характеристики спряжених поверхонь деталей та конструкції в цілому, на основі чого призначити методи і режими термічної обробки. Згідно конструктивних параметрів (особливостей) деталей вибрати і обґрунтувати методи кінцевої обробки найбільш відповідальних поверхонь та розробити технічні вимоги на їх виготовлення.

Результати прийнятих рішень повинні бути представлені у вигляді підсумкової таблиці:

Таблиця 1.1

Конструктивно-технологічні особливості зміцнюваної (відновлюваної) деталі, та технічні вимоги на її виготовлення

№ поверхні	Назва поверхні	Відхилення розмірів, мм	Точність обробки	Твердість поверхні, HRC _e	Шорсткість поверхні, R _a	Назва методу кінцевої обробки	Технічні вимоги на виготовлення в умовних позначеннях
1	2	3	4	5	6	7	8

1.4. Аналіз умов роботи деталі і основні причини її зношування

Конструкція деталі є складною, з точки зору поєднання конструктивних елементів та умов експлуатації структурою, яка містить у собі різноманітні поверхні, умови роботи яких відрізняються за дією силових факторів, форм контактуючих поверхонь, наявністю мастильних матеріалів, температурних режимів роботи, тощо, і, таким чином, має так званий “критичний переріз”, тобто поверхню від працездатності, довговічності та надійності якої залежать ці ж характеристики деталі та сполучення в цілому.

У п.1.4 РПЗ необхідно обґрунтувати й навести схему “ієрархічної структури” конструкції деталі [31], описати конкретні умови роботи її сполучених поверхонь, зокрема, навести принципову схему дії силових факторів (на прикладі відмінної від наведеної у завданні, найбільш навантаженої поверхні деталі), описати форми контактуючих поверхонь відносно їх переміщення, наявність мастильних матеріалів, температурний режим роботи, тощо.

На основі аналізу умов спрацювання спряжених поверхонь деталей необхідно визначити причини їх зношування, зокрема, характер, вид і критичну величину зносу та прийняти рекомендації по їх подальшому використанню.

На основі виконаного аналізу необхідно обґрунтувати і визначити “критичний переріз” конструкції деталі, який обумовлює її працездатність, довговічність та надійність.

1.5. Аналіз причин, обґрунтування, визначення та опис провідного виду зношування сполученої поверхні деталі

Зношування – процес поступової зміни конструктивних та фізико-механічних параметрів при рухомому контактуванні спряжених поверхонь, яке проявляється у відокремленні з поверхні тертя матеріалу чи його пластичному деформуванні. Величина зносу є основним фактором, який взагалі визначає працездатність, довговічність та надійність деталі, вузла, механізму і машини в цілому. В залежності від зовнішніх збурюючих факторів (навантаження, відносної швидкості переміщення, температури), фізико-хімічної взаємодії поверхонь тертя, властивостей поверхонь та матеріалів деталей виникають різні види спрацювання, один з яких у загальній сукупності буде провідним, а інші - супутніми, згідно класифікації видів спрацювання і пошкодження деталей машин ГОСТ 16429-90.

У п. 1.5 РПЗ на основі аналізу умов роботи заданого сполучення і спряжених поверхонь зміцнюваної (відновлюваної) деталі необхідно обґрунтувати та визначити провідний вид спрацювання, описати механізм та розкрити його фізичну сутність, навести необхідні ілюстративні матеріали. Необхідно зазначити, що ці відомості є одними з визначальних при обґрунтуванні вибору раціонального способу зміцнення (відновлення) робочої поверхні деталі.

2. Розрахункова частина

Визначення ресурсу сполучення

2.1. Визначення статистичних характеристик повного ресурсу сполучення за вихідною масовою інформацією

В завданні на курсовий проект зазначається номер, за яким в додатку Б знаходиться вихідна інформація і межі інтервалів. Розглянемо на прикладі як обирається вихідна інформація. Наприклад, в завданні зазначено задачу 1.2, вихідну інформацію обирають за додатком Б, (а саме - за другою цифрою номеру задачі - це таблиця Б1, П.2.), а межі інтервалів вибирають за першою цифрою номеру задачі. Так, для задачі 1.2 приймаються межі інтервалів за варіантом 1 (додаток Б, таблиця Б2). Проте, межі інтервалів і їх кількість можна визначити аналогічно або провести перевірку їх для конкретно заданих значень.

Виконання завдання по першій задачі курсового проекту проводять в наступній послідовності:

2.1.1. Побудова статистичного ряду вихідної інформації

Складання таблиці вихідної інформації по мірі зростання її абсолютної величини – статистичний ряд.

Таблиця 2.1

Вихідна інформація

1	9	17	25
2	10	18	26
3	11	19	27
4	12	20	28
5	13	21	29
6	14	22	30
7	15	23	31
8	16	24	32

Кількість інтервалів статичного ряду визначають (перевіряють) за виразом:

$$n = \sqrt{N}, \quad (1)$$

де N — кількість елементів вихідної інформації.

Одержаний результат заокруглюють у бік збільшення до найближчого цілого числа.

Величина інтервалу дорівнює:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n}, \quad (2)$$

де t_{\max} і t_{\min} - відповідно найбільше й найменше значення повного ресурсу сполучення в статистичному ряді вихідної інформації.

Перший інтервал статистичного ряду будують так, щоб перша точка інформації співпадала з його початком.

Статистичну таблицю інформації складають з чотирьох рядків або колонок (таблиця 2.2), в яких вказують:

в першому - межі кожного інтервалу;

в другому - кількість випадків (частота m_i), що припадає на кожний інтервал (i) (якщо точка інформації потрапляє на межу між інтервалами, то в попередні і наступні інтервали вносять по 0,5 точки);

в третьому - дослідну ймовірність появи показника надійності (ПН) в кожному інтервалі P_i ; (імовірність подається в частках одиниці чи у відсотках), яка визначається для кожного інтервалу за формулою:

$$P_i = \frac{m_i}{N}, \quad (3)$$

в четвертому - накопичену (інтегральну) дослідну ймовірність $\sum_{i=1}^n P_i$ яка визначається для кожного інтервалу за виразами згідно таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Статистична інформація про дослідну ймовірність

Межі інтервалів, тис.мото-год	(t_0, t_1)	(t_1, t_2)	(t_2, t_3)	...	(t_{n-1}, t_n)
Частість m_i	m_1	m_2	m_3	...	m_n
Дослідна ймовірність P_i	P_1	P_2	P_3	...	P_n
Накопичена дослідна ймовірність $\sum_{i=1}^n P_i$	P_1	P_1+P_2	$P_1+P_2+P_3$...	$\sum_{i=1}^n P_i$

2.1.2. Визначення зміщення початку розсіювання t_{zm}

В багатьох розподілах значень показників надійності сільськогосподарських машин та обладнання початок зміщено відносно їх нульового значення.

Величина зміщення:

$$t_{zm} = t_{oi} - 0,5A, \quad (4)$$

де t_{oi} - значення початку першого інтервалу;

A - величина одного інтервалу.

2.1.3. Визначення середнього значення показника надійності та середнього квадратичного відхилення

При наявності статистичного ряду середнє значення показника надійності:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n \bar{t}_{ic} \cdot P_i, \quad (5)$$

де n - кількість інтервалів в статистичному ряду; $\bar{t}_{ic} = \frac{t_{oi} - t_i}{2}$ - значення

середини i -го інтервалу та його дослідна ймовірність P_i ;

(Риска над позначенням будь-якої величини означає, що вона середня).

Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{t}_{ic} - \bar{t})^2 P_i}. \quad (6)$$

2.1.4. Перевірка інформації на точки, що випадають

В дослідній інформації про показники надійності, одержаній в процесі спостереження за машинами, можуть бути помилкові точки, які випадають із загального закону розподілу.

Тому, перед остаточною математичною обробкою інформації її перевіряють на точки, що випадають. За правилом $t \pm \sigma$, тобто одержане розрахунковим шляхом середнє значення ПН послідовно зменшують і збільшують на 3σ . Якщо крайні точки інформації не виходять за межі $t \pm 3\sigma$, всі точки інформації дійсні.

У випадку виключення точок інформації, будують статистичний ряд, перераховують середнє значення і середнє квадратичне відхилення показника

надійності.

2.1.5. Побудова гістограми, полігону та кривої нагромаджених дослідних показників надійності

За даними уточненого статистичного ряду можна побудувати гістограму, полігон і криву нагромаджених дослідних імовірностей, які дають уявлення про дослідний розподіл ПН і дозволяють в першому приближенні вирішити ряд інженерних задач, пов'язаних з оцінкою надійності машин та обладнання (рис. 2.1).

По осі абсцис відкладають в масштабі значення показника надійності t , а по осі ординат - частоту чи дослідну імовірність P_i (у гістограмі та полігону) і нагромаджену імовірність $\sum_{i=1}^n P_i$, (у кривій нагромаджених імовірностей). При виборі масштабу побудови графіків вздовж осей oy і ox бажано притримуватися правила «золотого перерізу»:

$$y = \frac{5}{8}x, \quad (7)$$

де y , x — відповідно довжина найбільшої ординати та абсциси, яка відповідає найбільшому значенню показника надійності.

Гістограма і полігон - диференціальний, а крива нагромаджених дослідних імовірностей – інтегральний, статистичні закони розподілу дослідних ПН.

Точки полігону утворюються перетинанням ординати, тотожної імовірності інтервалу, і абсциси, тотожної середині цього інтервалу. Точки кривої нагромаджених імовірностей утворюються перетином ординати, тотожної сумі імовірностей попередніх інтервалів, і абсциси кінця даного інтервалу.

Початкова і кінцева точки полігону на осі абсцис зміщені на 0,5 інтервалу відносно початку і кінця останнього інтервалу ліворуч і праворуч.

2.1.6. Визначення коефіцієнту варіації

Коефіцієнт варіації є відносна (*безрозмірна*) статистична характеристика розсіювання ПН. Вона більш зручна при виборі та оцінці теоретичного закону розподілу, ніж середньоквадратичне відхилення.

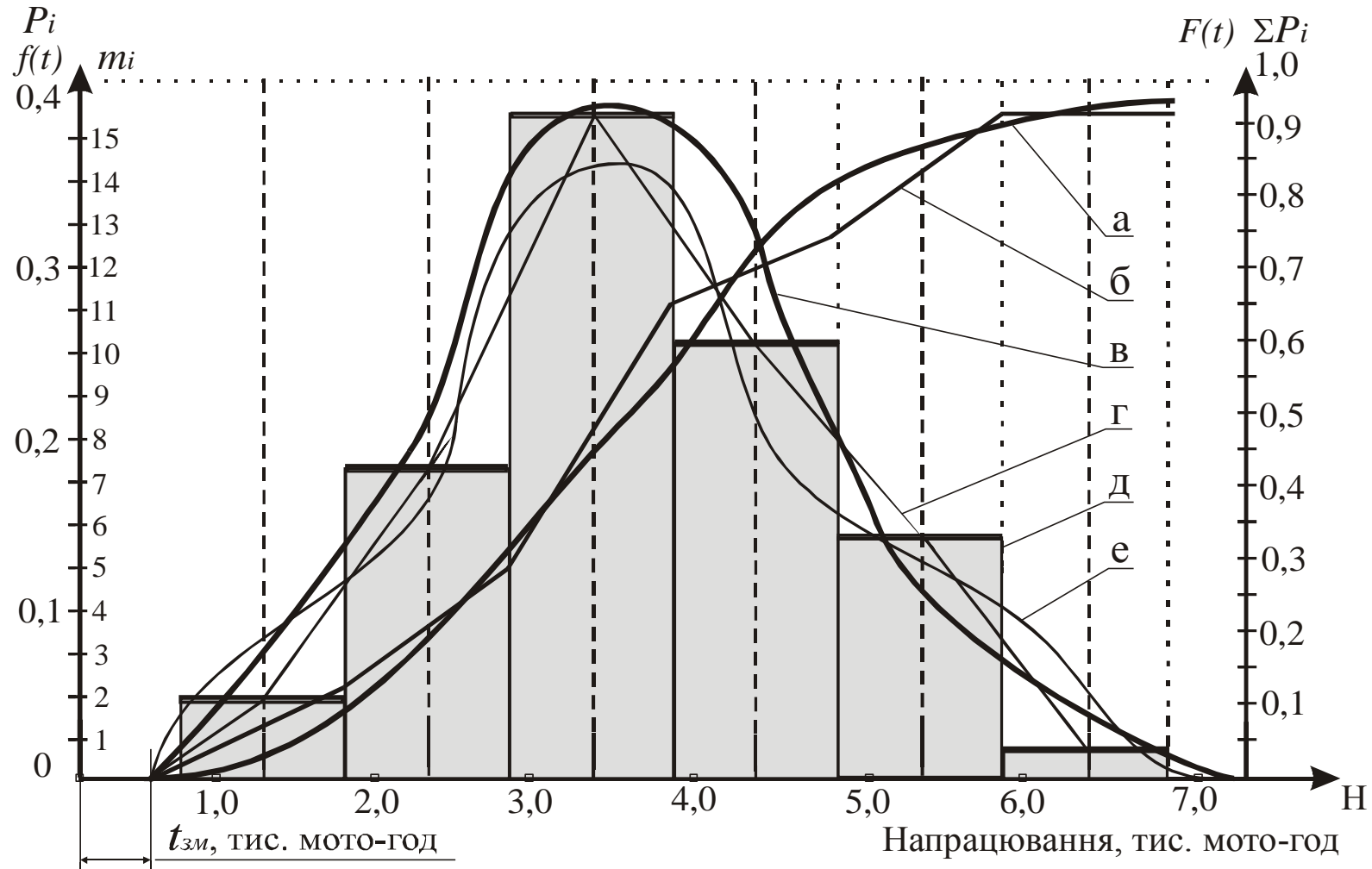


Рис. 2.1. Схема обробки інформації про показники надійності:

- а) інтегральна функція теоретичного закону розподілу $F(t)$; б) крива накопиченої дослідної ймовірності ΣP_i ;
- в) диференціальна функція теоретичного закону розподілу (ЗНР і ЗРВ) $f(t)$; г) полігон дослідних імовірностей;
- д) гістограма розподілу; е) дослідна ймовірність P_i .

Коефіцієнт варіації дорівнює відношенню середньоквадратичного відхилення показника надійності до його середнього значення \bar{t} :

$$V_t = \frac{\sigma_t}{\bar{t}}, \quad (8)$$

З урахуванням зміщення досліджуваної величини t , коефіцієнт варіації дорівнює:

$$V_t = \frac{\sigma_t}{\bar{t} - t_{зм}}, \quad (9)$$

2.1.7. Вибір теоретичного закону розподілу для вирівнювання дослідної інформації

Для підвищення точності розрахунку показників надійності отриману експериментально інформацію вирівнюють теоретичним законом розподілу. Стосовно до показників надійності деталей і вузлів машин та обладнання в цілому використовують закон Вейбулла-Гнеденка (основний закон надійності). Або закон розподілу вибирають за значенням коефіцієнту варіації V ; якщо $V < 0,30$ – закон нормального розподілу (ЗНР), якщо $V > 0,50$ – закон розподілу Вейбулла-Гнеденка (ЗРВ).

Якщо значення коефіцієнту варіації V знаходяться на проміжку $0,30 \dots 0,50$, то вибирають той закон розподілу (ЗНР або ЗРВ), який забезпечує кращі співпадання з розподілом дослідної інформації.

З таблиці Б4, додатку Б, використовуючи значення коефіцієнта варіації знаходять параметр « b » та допоміжні коефіцієнти « C_e » і « K_e », після чого визначають параметр a за виразом: $a = \sigma / C_e$.

2.1.8. Графічна побудова інтегральної $F(t)$ та диференціальної $f(t)$ функцій розподілу

При ЗРВ значення інтегральної функції $F(t)$ визначають використовуючи таблицю Б2, додатку Б.

Наприклад, визначимо значення інтегральної функції на інтервалі $1100 \dots 2600$ мото-год. при наступних параметрах ЗРВ: ($V = 0,518$; $b = 2,048$; $a = 4,558$ тис. мото-год.; $t_{зм} = 0,35$ тис. мото-год.)

Визначаємо значення відхилення:

$$F(t) = \frac{t_{ik} - t_{zm}}{a}, \quad (10)$$

де t_{ik} - значення кінця i -го інтервалу.

$$\frac{t_{ik} - t_{zm}}{a} = \frac{2,60 - 0,35}{4,558} = 0,49$$

З таблиці Б3, додатку Б, виходячи з відповідних значень відхилення $\frac{t_{ik} - t_{zm}}{a}$, і параметра b , проводячи інтерполяцію, знаходимо:

$$F(t_{ik}) = F(2600 \text{ мото-год.}) = 0,22$$

Аналогічно знаходимо решту значень інтегральної функції.

Значення диференціальної функції $f(t)$ у i -тому інтервалі статистичного ряду дорівнює різниці значення інтегральної функції у кінці та на початку інтервалу.

$$f(t_{ic}) = F(t_{ik}) - F(t_{in}), \quad (11)$$

де t_{ic} , t_{ik} , t_{in} - значення напрацювання в середині, кінці та на початку інтервалу.

Наприклад, визначимо значення диференціальної функції для інтервалу 1100...2600 мото-год.

За таблицею Б3, додатку Б, маємо:

$$f(1500) = F(2600) - F(1100) = 0,22 - 0,03 = 0,19$$

Аналогічно знаходимо решту значень диференціальної функції. Отримані значення інтегральної та диференціальної функцій заносимо у зведену таблицю 2.3 і за ними будуємо криві $f(t)$ та $F(t)$ (рис. 2.1).

Таблиця 2.3

Розраховані значення диференціальної та інтегральної функцій

Інтервали, тис. мото-год.	Дослідна імовірність, P_i	Диференціальна функція, $f(t)$	Накопичена дослідна імовірність, $\sum P_i$	Інтегральна функція, $F(t)$
1	2	3	4	5

2.2. Визначення повного та залишкового ресурсу деталей сполучення методом індивідуального прогнозування

Вибір даних для другої задачі проводять за варіантом задачі, наданим у завданні, за додатком В. Так, для задачі 1.2 за першою цифрою вибирають сполучення, графа 1 і 2 таблиці В1, додатку В, «блок-картер двигуна - штовхач клапана», а за другою цифрою - дані мікрометражних вимірів (графа 7, рядок 2) $d_{вим}$

= 33,90 мм і напрацювання до вимірювання (графа 8, рядок 2) $H_{\text{вим}} = 7300$ мото-год. Кожний варіант завдання відрізняється назвою сполучення, даними мікрометражу однієї з деталей, а також напрацюванням сполучення до вимірювання.

2.2.1. Розрахункові вирази оцінки повного і залишкового ресурсу сполучення

При розрахунку ресурсів деталей сполучення з точністю, достатньою для практичних цілей, тривалістю припрацювання нехтують, а за початкові розміри відповідно приймають кінцеві (граничні) розміри деталей за кресленням:

-для валів — нижній d_{min} ;

-для отворів — верхній D_{max} ;

$$d_{\text{min}} = d - \Delta d_{\text{min}}, \quad (10a)$$

$$D_{\text{max}} = D + \Delta D_{\text{max}}, \quad (11a)$$

де d, D - відповідно розміри вала і отвору за кресленням, мм; Δd_{min} - мінімальний (нижній) допуск валу, мм; ΔD_{max} - максимальний (верхній) допуск отвору, мм.

Середню швидкість зношування деталі $V_{\text{д}}$ можна визначити за даними мікрометражу, тобто:

$$V_{\text{д}} = \frac{U_{\text{вим}}}{H_{\text{вим}}}, \text{ мм/МОТО-ГОД} \quad (12)$$

де $H_{\text{вим}}$ - напрацювання до вимірювання, мото-год; $U_{\text{вим}}$ - величина зношування деталі до моменту вимірювання, (мм) яку з урахуванням анульованої зони припрацювання визначають за виразами:

$$\text{для отворів -} \quad U_{\text{вим}}^{\text{о}} = D_{\text{вим}} - D_{\text{max}}, \text{ мм} \quad (13)$$

$$\text{для валів -} \quad U_{\text{вим}}^{\text{в}} = d_{\text{min}} - d_{\text{вим}}, \text{ мм} \quad (14)$$

де $D_{\text{вим}}, d_{\text{вим}}$ - виміряні діаметри відповідно отвору і вала, мм.

Після мікрометражних вимірів деталь, що напрацювала термін $t_{\text{вим}}$ знову встановлюють на машину, де вона продовжує працювати, зношуючись до величини граничного зносу $U_{\text{зр}}$:

$$\text{для вала -} \quad U_{\text{зр}}^{\text{в}} = d_{\text{min}} - d_{\text{зр}}, \text{ мм} \quad (15)$$

$$\text{для отвору -} \quad U_{\text{зр}}^{\text{о}} = D_{\text{зр}} - D_{\text{max}}, \text{ мм} \quad (16)$$

Знаючи граничні і виміряні значення зносу деталі, а також вважаючи, що

швидкість зношування після мікрометражних вимірів залишається попередньою, можна визначити середній залишковий ресурс деталі (рис.2.2):

$$T_{\partial \text{ зал}} = \frac{U_{\text{сп}} - U_{\text{вим}}}{V_{\partial}}, \text{ мото-год} \quad (17)$$

Середній повний ресурс деталі при наявності даних мікрометражу дорівнює:

$$T_{\partial \text{ пов}} = H_{\text{вим}} + T_{\partial \text{ зал}}, \text{ мото-год} \quad (18)$$

Оскільки можливе розсіювання значень залишкового ресурсу, треба враховувати довірчій інтервал розсіювання ресурсу ($T_{\partial \text{ зал}}^H, T_{\partial \text{ зал}}^G$)

де $T_{\partial \text{ зал}}^H, T_{\partial \text{ зал}}^G$ – відповідно нижні і верхні межі інтервалу при визначеній довірчій імовірності, мото-год.

Звідси повний ресурс оцінюється за виразами:

$$T_{\partial \text{ пов}}^H = H_{\text{вим}} + T_{\partial \text{ зал}}^H, \text{ мото-год} \quad (19)$$

$$T_{\partial \text{ пов}}^G = H_{\text{вим}} + T_{\partial \text{ зал}}^G, \text{ мото-год} \quad (20)$$

Для полегшення роботи дефектувальника при оцінці технічного стану деталей на ремонтних підприємствах в альбомі типової технології, поруч з граничним зносом, вказують припустимі при ремонті або припустимі без ремонту $U_{\partial p}$ розміри валів $d_{\partial p}$ та отворів $D_{\partial p}$.

Припустимі значення зносу деталей розраховують з урахуванням граничних зносів $U_{\partial p}$ і середньої швидкості зношування деталі V_{∂} .

Допустиме значення величини зносу $U_{\partial p}$ менше за граничне значення $U_{\text{сп}}$ на таку величину, яка буде спрацьована протягом одного міжремонтного ресурсу машини (агрегату) $T_{\text{мп}}$, тобто:

$$U_{\partial p} = U_{\text{сп}} - T_{\text{мп}} \cdot V_{\partial}, \text{ мм} \quad (21)$$

У розрахунках для навчальних цілей приймають міжремонтний ресурс:

$$T_{\text{мп}} = 2000 \text{ мото-год.}$$

Допустимі для подальшої експлуатації протягом міжремонтного ресурсу розміри деталей:

$$\text{для валів -} \quad d_{\partial p} = d_{\text{min}} - U_{\partial p}, \text{ мм} \quad (22)$$

$$\text{для отворів -} \quad D_{\partial p} = D_{\text{max}} + U_{\partial p}, \text{ мм} \quad (23)$$

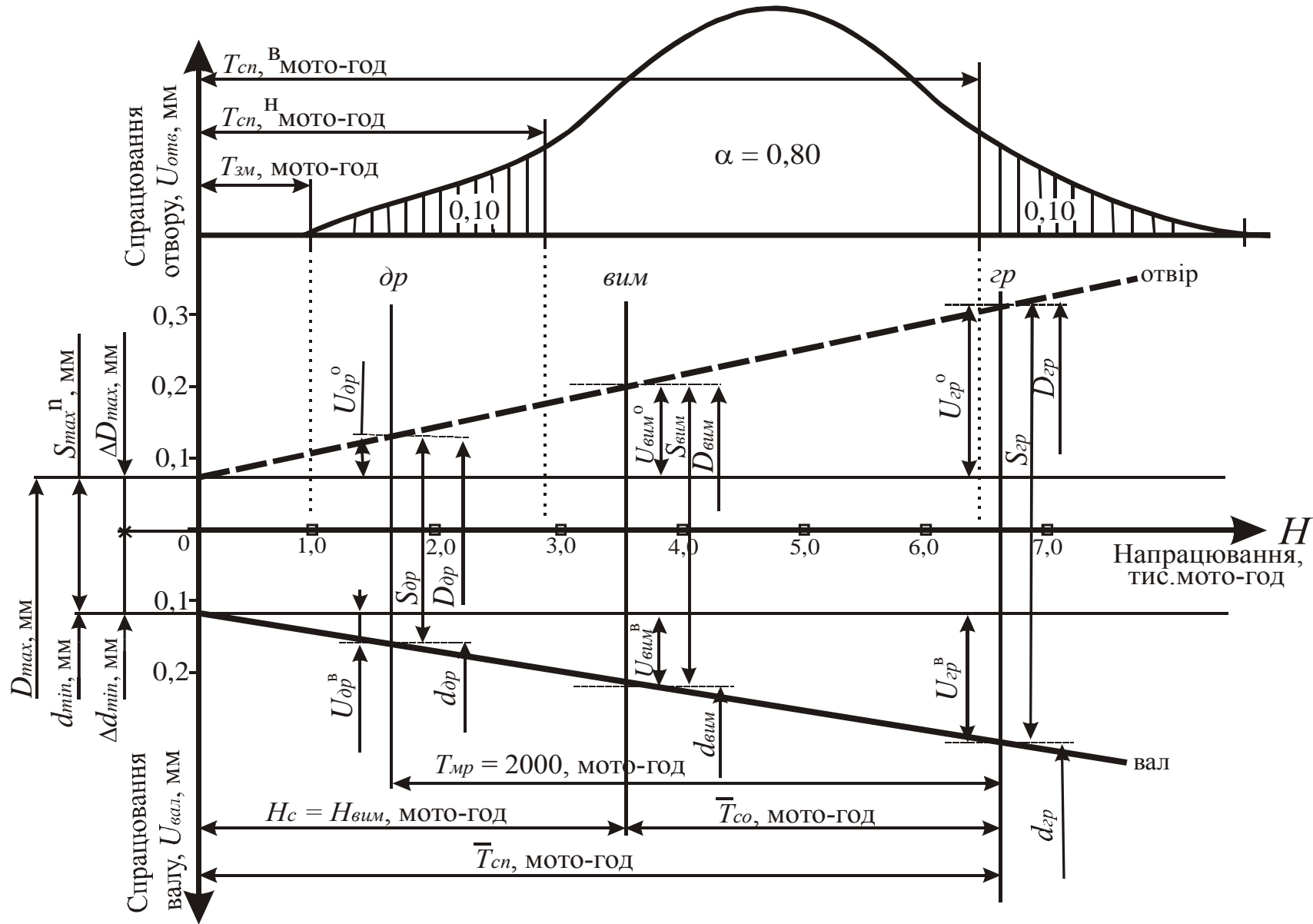


Рис. 2.2. Схема визначення ресурсу сполучення без врахування тривалості припрацювання

При відсутності даних мікрометражу деталі або відомих технічних умов на дефектування, при початковому, кінцевому і допустимому розмірах деталі, швидкість зношування можна оцінити за виразом:

$$V_{\partial} = \frac{U_{zp} - U_{\partial p}}{T_{mp}}, \text{ мм/МОТО-ГОД} \quad (24)$$

Довірчі межі середнього повного ресурсу при $\alpha = 0,80$ визначаються аналогічно довірчим межах залишкового ресурсу за наступними виразами:

$$T_{\partial \text{ нов}}^n = 0,7 \cdot T_{\partial \text{ нов}}, \text{ МОТО-ГОД} \quad (25)$$

$$T_{\partial \text{ нов}}^e = 1,35 \cdot T_{\partial \text{ нов}}, \text{ МОТО-ГОД} \quad (26)$$

По мірі зношування деталей в сполученнях змінюється зазор. На рис.2.2 прийняті такі позначення: S_{\max}^n , $S_{\text{вим}}$, $S_{\partial p}$, S_{zp} — зазор між деталями, (мм) які утворюють сполучення, відповідно початковий максимальний, вимірний, допустимий для подальшої експлуатації протягом міжремонтного ресурсу T_{mp} і граничний; $T_{c \text{ зал}}$; $T_{c \text{ нов}}$ — відповідно залишковий і повний ресурси сполучення.

За своєю фізичною сутністю зазори і ресурси сполучення аналогічні відповідним величинам зношування і ресурсам деталей.

Враховуючи, що розміри деталей в кінці періоду напрацювання не виходять за межі своїх допусків на виготовлення, початковий зазор сполучення приймається рівним сумі допусків сполучених деталей, мінімального допуску вала Δd_{\min} і максимального допуску отвору ΔD_{\max} :

$$S_{\max}^n = \Delta D_{\max} + \Delta d_{\min}, \text{ мм} \quad (27)$$

2.2.2. Приклад розв'язання другої задачі курсового проекту

Розглянемо приклад розрахунку другої задачі курсового проекту, варіант якої наведено в таблиці 2.4.

Якщо втулку розглядати як отвір, а палець - як вал, початковий максимальний зазор сполучення (з'єднання) втулка – палець дорівнює:

$$S_{\max}^n = \Delta D_{\max} + \Delta d_{\min} = 0,009 + 0,033 = 0,042 \text{ мм.}$$

У багатьох випадках розбирання та складання деталей сполучень недопустимі, оскільки ці операції порушують стабільні умови роботи сполучення після складання, що в свою чергу збільшує швидкість зношування деталей сполучення і зменшує його повний ресурс. Тому для практичних цілей визначають залишковий і повний ресурс без мікрометражу. В цьому випадку швидкість зношування

сполучень визначається за виразом, аналогічним виразу (24):

$$V_c = \frac{S_{zp} - S_{dp}}{T_{mp}}. \quad (28)$$

Таблиця 2.4

Варіант завдання для розрахунку другої задачі

Найменування деталей сполучення	Розміри за кресленням, мм.	Зазор в сполученні			Діаметр пальця $d_{вим}$, мм	Напрацювання сполучення до вимірювання $H_{вим}$, МОТО-ГОД
		Початковий S_n , мм.	Допустимий S_{dp} , мм.	Граничний S_{zp} , мм.		
Втулка	$42^{+0,033}_{-0,018}$	+ 0,019	+ 0,10	+ 0,25	41,95	1800
Палець	$42^{+0,010}_{-0,009}$	+ 0,042				

Приймаючи значення міжремонтного ресурсу $T_{mp} = 2000$ мото-год і підставляючи у вираз (28) відповідні значення величин з таблиці 2.4, маємо:

$$V_c = \frac{0,25 - 0,10}{2000} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ мм/ мото-год}$$

Середній повний ресурс сполучення оцінюють за виразом:

$$T_{c.нов} = \frac{S_{zp} - S_{max}^n}{V_c}, \quad (29)$$

Для даного варіанту задачі середній повний ресурс сполучення дорівнює:

$$T_{c.нов} = \frac{0,25 - 0,042}{7,5 \cdot 10^{-5}} = 2770 \text{ мото-год.}$$

Повний ресурс сполучення, визначений за виразом (29) є середньою величиною. Межі розсіювання середнього повного ресурсу при довірчій імовірності $\alpha = 0,80$ знаходять аналогічно межам розсіювання залишкового ресурсу деталі, вирази (25), (26):

$$\text{-нижня межа розсіювання: } T_{c.нов}^H = 0,70 T_{c.нов}, \quad (30)$$

$$\text{-верхня межа розсіювання: } T_{c\text{ нов}}^6 = 1,35 T_{c\text{ нов}} , \quad (31)$$

де $T_{c\text{ нов}}^H$, $T_{c\text{ нов}}^6$ - відповідно нижня і верхня межі розсіювання середнього повного ресурсу сполучення.

Для даного варіанту ці величини дорівнюють:

$$T_{c\text{ нов}}^H = 0,70 \cdot T_{c\text{ нов}} = 0,7 \cdot 2770 = 1940 \text{ мото-год.};$$

$$T_{c\text{ нов}}^6 = 1,35 \cdot T_{c\text{ нов}} = 1,35 \cdot 2770 = 3730 \text{ мото-год.}$$

Якщо відомо напрацювання сполучення на певний момент роботи H_c , то середній залишковий ресурс сполучення та його межі визначають за виразами:

$$T_{c\text{ зал}} = T_{c\text{ нов}} - H_c , \quad (32)$$

$$T_{c\text{ зал}}^H = T_{c\text{ нов}}^H - H_c , \quad (33)$$

$$T_{c\text{ зал}}^6 = T_{c\text{ нов}}^6 - H_c , \quad (34)$$

де $T_{c\text{ зал}}$, $T_{c\text{ зал}}^H$, $T_{c\text{ зал}}^6$ - відповідно середній залишковий ресурс сполучення та його нижня й верхня межі. Для даного прикладу при $H_c = 1800$ мото-год., маємо:

$$T_{c\text{ зал}} = 2270 - 1800 = 970 \text{ мото-год.},$$

$$T_{c\text{ зал}}^H = 1940 - 1800 = 140 \text{ мото-год.},$$

$$T_{c\text{ зал}}^6 = 3730 - 1800 = 1930 \text{ мото-год.}$$

В розрахунках значення середнього залишкового ресурсу може дорівнювати нулю або бути меншим від нуля. Це доказ того, що середня швидкість зношування сполучення вище, ніж розрахована за даними технічних умов.

Робити висновок про фактичну швидкість зношування можна лише за даними мікрометражу. Проте, в окремих практичних випадках для безпосередніх вимірів є доступною лише одна з деталей, які утворюють сполучення.

Припустимо, що в сполученні, яке розглядається, можна виміряти лише діаметр пальця $d_{\text{вим}} = 41,95$ мм. Тоді, використовуючи наведені раніше вирази, маємо:

- Початковий розмір пальця, згідно виразу (10) дорівнює:

$$d_{\text{min}} = d - \Delta d_{\text{min}} = 42,0 - 0,009 = 41,991 \text{ мм.}$$

- Вимірний знос пальця, за виразом (14) дорівнює:

$$U_{\text{вим}}^6 = d_{\text{min}} - d_{\text{вим}} = 41,991 - 41,95 = 0,041 \text{ мм.}$$

- Середня швидкість зношування пальця, відповідно виразу (12):

$$V_{\text{вал}} = \frac{U_{\text{вим}}^6}{H_{\text{вим}}} = \frac{0,041}{1800} = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ мм/мото-год.}$$

- Граничний знос однієї деталі сполучення, згідно розрахункової схеми сполучення (рис. 2.2) можна записати у вигляді:

$$V_{вал} = tg\alpha = \frac{U_{взм}}{T_{с.пов}}. \quad (35)$$

Враховуючи значення $T_{с.пов}$, з (29) остаточно, одержимо:

$$U_{зр} = \frac{S_{зр} - S_{max}^n}{V_c} \cdot V_{вал} \quad (36)$$

Для даного прикладу:

$$U_{зр}^6 = \frac{S_{зр} - S_{max}^n}{V_c} \cdot V_{вал} = \frac{0,25 - 0,042}{7,5 \cdot 10^{-5}} \cdot 2,3 \cdot 10^{-5} = 0,064 \text{ мм.}$$

- Граничний розмір пальця за виразом (15):

$$d_{зр} = d_{min} - U_{зр}^6 = 41,991 - 0,064 = 41,927 \text{ мм.}$$

- Припустимий при ремонті знос пальця відповідно виразу (21):

$$U_{др}^6 = U_{зр}^6 - T_{мр} \cdot V_{вал} = 0,064 - 2000 \cdot 2,3 \cdot 10^{-5} = 0,018 \text{ мм.}$$

- Припустимий при ремонті розмір пальця, за виразом (22):

$$d_{др} = d_{min} - U_{др}^6 = 41,991 - 0,018 = 41,975 \text{ мм.}$$

За даними вимірів однієї з деталей сполучення можна орієнтовно визначити граничний і допустимий при ремонті знос та розміри спряженої деталі, вважаючи, що швидкість зношування будь-якого сполучення дорівнює сумі швидкостей зношування обох деталей, тобто:

$$V_c = V_{вал} + V_{отв} \quad (37)$$

звідси

$$V_{отв} = V_c - V_{вал} \quad (38)$$

Для даного прикладу:

$$V_{отв} = V_c - V_{вал} = 7,5 \cdot 10^{-5} - 2,3 \cdot 10^{-5} = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ мм/мото-год.}$$

Граничний знос отвору знайдемо за виразом (36):

$$U_{зр}^o = \frac{S_{зр} - S_{max}^n}{V_c} \cdot V_{отв} = \frac{0,25 - 0,042}{7,5 \cdot 10^{-5}} \cdot 5,2 \cdot 10^{-5} = 0,144 \text{ мм.}$$

Граничний розмір отвору за виразом (23) дорівнює:

$$D_{зр}^o = D_{max} + U_{зр}^o = 42,033 + 0,144 = 42,177 \text{ мм.}$$

Допустимий при ремонті знос отвору відповідно до виразу (21), дорівнює:

$$U_{dp}^o = U_{zp}^o - T_{mp} \cdot V_{ome} = 0,144 - 2000 \cdot 5,2 \cdot 10^{-5} = 0,040 \text{ мм}$$

Допустимий при ремонті розмір отвору за виразом (23):

$$D_{dp}^o = D_{max} + U_{dp}^o = 42,033 + 0,040 = 42,073 \text{ мм.}$$

Таким чином, загальну схему визначення ресурсу сполучення деталей методом індивідуального прогнозування можна подати у вигляді певного алгоритму розрахунків другої задачі курсового проекту:

1. Виписати умови задачі згідно заданого варіанту.
2. Сформулювати її мету.
3. Визначити початковий максимальний зазор сполучення і позначити його в чорновому варіанті схеми сполучення.
4. Оцінити середню швидкість зношування сполучення.
5. Розрахувати середній повний ресурс сполучення.
6. Визначити довірчі межі розсіювання повного ресурсу сполучення.
7. Розрахувати залишковий ресурс сполучення.
8. Визначити нижню та верхню межі залишкового ресурсу сполучення.
- 9-11. Визначити початковий розмір, вимірний знос, середню швидкість зношування вимірної деталі.
12. Визначити граничний знос вимірної деталі.
- 13-15. Визначити граничний розмір, припустимої при ремонті величини зносу, припустимий при ремонті розмір вимірної деталі.
16. Оцінити швидкість зношування сполученої деталі.
- 17-21. Визначити початковий розмір, граничний і припустимий при ремонті знос та припустимий при ремонті розмір сполученої деталі.
22. Побудувати схему визначення ресурсу сполучення згідно (рис. 2.2).
Визначення ресурсу сполучень за даними лише технічних умов і розмірів деталей згідно даних вимірювань тільки однієї деталі - орієнтовне. Точніше ці значення можливо розрахувати лише при вимірюванні обох деталей, які створюють сполучення.

3. Конструкторсько-технологічна частина

3.1. Обґрунтування та вибір раціонального способу зміцнення (відновлення) деталі

Зміцнення або відновлення деталей – технічно обґрунтований та економічно виправданий захід, що забезпечує більш тривалий термін їх використання, знижує витрати запасних частин, матеріальні витрати, трудові та енергетичні ресурси, позитивно впливає на підвищення економічних показників використання машин та обладнання, поліпшення показників їх надійності.

Існує велика кількість сучасних способів зміцнення (відновлення) деталей машин, недоліки яких є продовженням і перевагами сучасніших. Таким чином, впроваджується причинно - наслідковий зв'язок нескінченного виникнення все нових і нових прогресивних способів зміцнення та відновлення.

Техніко-економічна ефективність доцільності вибору способу зміцнення (відновлення) деталей базується на критеріях застосування, довговічності та економічності [5, 15].

У РПЗ необхідно обґрунтувати та визначити раціональний, технічно - обґрунтований та економічно – доцільний спосіб зміцнення (відновлення) заданої поверхні деталі. Навести його фізичну сутність та принципову схему, основні переваги і недоліки, обґрунтувати й пояснити операції підготовки, основного технологічного процесу і контролю зміцнення (відновлення) поверхні деталі, перелік типів та моделей технологічного обладнання, назв і марок технологічних матеріалів для зміцнення (відновлення) згідно ДСТУ, а також режимів виконання основних технологічних операцій.

3.2. Обґрунтування та розробка технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі

Розробка технологічного процесу передбачає по суті обґрунтування і оформлення плану виконання операцій, під яким слід розуміти складання доцільної послідовності виконання механічних, термічних, хіміко-термічних операцій та

операцій по нанесенню покриттів, контрольних та інших операцій при відновленні (зміцненні) поверхонь деталей машин [2, 3, 22, 25, 26, 30, 31].

План повинен передбачати розбиття технологічного процесу на складові частини (декомпозиція) – операції, переходи, опис кожної операції із зазначенням необхідних розмірів оброблюваних та базових поверхонь, операційних ескізів та технічних вимог.

При цьому, якісне виконання робіт і дотримання технічних вимог на зміцнення (відновлення) деталі залежить від правильності вибору поверхонь базування. Під вибором баз необхідно розуміти вибір установлюваних технологічних баз, які орієнтують оброблювані поверхні по відношенню до інструменту і вузлів верстату при виконанні операцій технологічного процесу.

У п. 3.2 РПЗ необхідно пояснити важливість формування доцільного плану технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі, основні принципи та особливості його формування в умовах автотранспортних підприємств та ремонтних підприємств сільського господарства, розробити конкретний технічно-обґрунтований план виконання операцій технологічного процесу зміцнення (відновлення) заданої поверхні деталі. При цьому початкові операції пов'язані з виправленням базових і зношених поверхонь деталей, наступні - з нанесенням певних технологічних покриттів, а останні - з обробкою до номінальних розмірів деталей з дотриманням технічних вимог і контролю якості виконання технологічного процесу. Окрім того, необхідно пояснити важливість, навести основні принципи і особливості вибору технологічних баз при зміцненні (відновленні) деталей та прийняти конкретні, обґрунтовані рішення щодо їх визначення. Результати прийнятих рішень повинні бути представлені у вигляді таблиці:

Таблиця 3.1

План операцій технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі

№ операції	№ переходу	Назва операції, переходу	Зміст операції, переходу	Базова поверхня	Ескіз обробки і технічні вимоги в умовних позначеннях
1	2	3	4	5	6

3.3. Обґрунтування та вибір технологічного обладнання

Вибір обладнання є одним з найбільш відповідальних моментів у загальній структурі розробки технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі. Від правильності його вирішення у великий мірі залежать як технічні, так і економічні показники технологічних процесів в умовах реального виробництва.

При визначенні технологічного обладнання необхідно орієнтуватися на основні принципи його вибору та особливості використання в умовах дрібносерійного або експериментального виробництва, а також на паспортні дані сучасного обладнання, пристроїв та установок.

У п. 3.3 РПЗ необхідно пояснити важливість оптимального вибору потрібного обладнання для виконання кожної операції технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі. Навести основні принципи і особливості вибору технологічного обладнання для умов автотранспортних та ремонтних підприємств сільського господарства [2, 25].

Крім того слід прийняти обґрунтоване рішення щодо вибору конкретних моделей обладнання для виконання операцій розробленого плану технологічного процесу зміцнення (відновлення), запропонованої у завданні поверхні деталі, а також зазначити їх основні технічні характеристики. Дані прийнятих рішень необхідно представити у вигляді підсумкової таблиці:

Таблиця 3.2

Обладнання для виконання технологічного процесу зміцнення (відновлення) деталі

№ операції	№ переходу	Назва операції, переходу	Назва, тип, модель обладнання	Коротка технічна характеристика обладнання
1	2	3	4	5

3.4. Обґрунтування та вибір ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів та матеріалів для зміцнення (відновлення) деталі

Правильність вибору технологічних інструментів і матеріалів для нанесення покриттів, механічної обробки і контролю поверхонь суттєво впливає на якісні та економічні показники технологічних процесів, що розробляються.

Вибраний інструмент повинен бути конструктивно–пов’язаний з геометричними розмірами та конструкцією деталі, що оброблюється, змістом операції, базовими кріпильними поверхнями відповідного технологічного обладнання. Рекомендується, по можливості, ширше використовувати стандартні і нормалізовані інструменти, як найбільш дешеві і пристосовані до умов дрібносерійного та експериментального виробництва. При виборі вимірювального і контрольного інструментів керуються їх призначенням (можливістю використання), точністю замірів і типом виробництва при обробці заданої деталі. При виборі матеріалів для зміцнення (відновлення) поверхні деталі перш за все потрібно орієнтуватися на використання сучасних матеріалів і методів нанесення покриттів, забезпечення необхідних фізико-механічних властивостей поверхонь, що зміцнюються (відновлюються), показники продуктивності та економічності, ресурсозбереженість і екологічні фактори.

У п.3.4 РПЗ необхідно пояснити важливість раціонального вибору ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів та матеріалів для зміцнення (відновлення) деталі, навести основні принципи та особливості такого вибору для умов дрібносерійного та експериментального виробництва, прийняти обґрунтовані рішення щодо проведення конкретного технологічного процесу зміцнення (відновлення) заданої поверхні деталі. Результати прийнятих рішень відобразити у підсумковій таблиці:

Таблиця 3.3

Ріжучій, вимірювальний, контрольний інструменти та матеріали
для зміцнення (відновлення) деталі

№ операції	№ переходу	Назва операції, переходу	Назва, тип, модель, марка, ГОСТ обраних технологічних інструментів та матеріалів
1	2	3	4

4. Заходи з охорони праці і техніки безпеки

Безпека праці в умовах різноманітних галузей реального виробництва в Україні регламентується і чітко визначається системою державних нормативних актів

безпеки праці (ДНАОП), галузевих нормативних актів безпеки праці (НАОП), системою стандартів безпеки праці (ССБТ) та ДСТУ [35-47].

Слід зазначити, що основними джерелами виникання небезпечностей та шкідливостей, зокрема в процесі виконання робіт по зміцненню (відновленню) деталей, є застосоване виробниче обладнання і технологічні процеси та електробезпечність, яка пов'язана з їх використанням. Небезпечності та шкідливості для здоров'я робітників виникають від взаємодії – людина-обладнання, людина-технологічний процес. Безпека праці у різних галузях виробництва забезпечується в основному колективними та індивідуальними засобами безпеки. Розробка ж конкретних заходів що до забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці робітників в умовах виконання певних технологічних процесів є основною задачею інженерних працівників і організаторів виробництва, що їх проектують і впроваджують.

У розділі 4 РПЗ необхідно навести аналіз основних небезпечностей та шкідливостей, що можуть виникати у процесі виконання робіт по нанесенню покриттів, запропонованих у розробленому технологічному процесі зміцнення (відновлення) заданої деталі згідно ДНАОП, НАОП, ГОСТ. Проаналізувати та навести основні вимоги техніки безпеки до застосованого технологічного процесу, виробничого обладнання та інструменту. Обґрунтувати і розробити основні заходи колективного та індивідуального захисту працівників, а також заходи з електробезпеки, охорони праці і навколишнього середовища.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Динаміка і надійність сільськогосподарських машин: Методичні рекомендації до виконання курсової роботи / Упорядники: О.Г. Терхунів, В.М. Наливайко, Є.К. Солових, В.А. Павлюк-Мороз. - Кіровоград: КІСГМ, 1997. – 40 с.
2. Технология сельскохозяйственного машиностроения: Методические указания к выполнению курсового проекта / Упорядники: М.І. Черновол, І.А. Булей, О.Г. Терхунів, В.М. Наливайко, Є.К. Солових, В.А. Павлюк-Мороз. - Кіровоград: КИСХМ, 1985. – 55 с.
3. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
4. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В.Л. Надежность машин в задачах и примерах. Под ред. В.Я.Аниловича. – Харьков: ОКО, 2001. – 320 с.
5. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.П. Тельнов, К.А. Ачкасов и др. Под. ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
6. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах: Справочные данные по условиям эксплуатации и характеристикам надежности / Под ред. В.А.Кузнецова. – М.: Машиностроение, 1990. – 336 с.
7. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
8. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин на прочность и надежность / Под ред. П.М. Волкова, М.М. Тененбаума. – М.: Машиностроение, 1977. – 310 с.
9. Надежность оборудования предприятий по хранению и переработке зерна: Учеб. пособие / А.А. Вайнберг. – К.: Одесса: Вища шк. головное изд-во, 1986. – 408 с.
10. Решетов Д.Н. Работоспособность и надежность деталей машин. – М.: Высшая школа, 1974. – 208 с.
11. Сухарев Э.А. Прикладные задачи теории эксплуатационной надежности машин: Учеб. пособие. – Ровно: изд-во УГАВХ, 1999. – 218 с.

12. Надежность технических систем: Справочник / Ю.К. Беляев, В.Я. Богатырев, В.В. Болотин и др. / Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
13. Кряжков В.М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники. – М.: Агропромиздат, 1989. – 335 с.
14. Ермолов Л.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1982. – 272 с.
15. Селиванов А.И., Артемьев Ю.Н. Теоретические основы ремонта и надежности сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1978. – 248 с.
16. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. – М.: ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. – 215 с.
17. Ермолов Л.С. Повышение надежности сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1979. – 255 с.
18. Артемьев Ю.Н. Качество ремонта и надежность машин в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1981. – 239 с.
19. Надійність сільськогосподарської техніки / С.Г. Гранкін, В.С. Малахов, М.І. Черновол, В.Ю. Черкун / За ред. В.Ю.Черкуна. – К.: Урожай, 1998. – 208 с.
20. Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
21. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Металловедение. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
22. Основы ремонта машин / Под ред. Ю.Н.Петрова. – М.: Колос, 1972. – 529 с.
23. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 352 с.
24. Полевой С.Н., Евдокимов В.Д. Упрочнение металлов. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
25. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1976. – 536 с.

26. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т 1, 2. – 1324 с.
27. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 354 с.
28. Глухов Л.В. Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений / Учеб. пособие. – М.: изд-во АСВ, 2003. – 304 с.
29. Острейковский В.А. Теория надежности / Учебн. для ВУЗОВ. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
30. Ремонт машин / Под ред. Н.Ф. Тельнова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 500 с.
31. Черновол М.И. и др. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – Киев: УМК, 1989. – 215 с.
32. Канарчук В.Е., Лудченко А.А., Курников И.П., Луйк И.А. Техническое обслуживание ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник в 3 кн. – К.: Вища школа, 1991.
33. Харламов Ю.А., Будагьянц Н.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин: Учебное пособие в 2-х томах. – Луганск: Изд-во Восточно-укр. нац. ун-та им. В. Даля, 2003.
34. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
35. Закон України “Про охорону праці”. Законодавство України про охорону праці. Збірник наукових документів / 1 том. – Київ, 1995.
36. Положення про національну раду з питань безпеки життєдіяльності населення. ДНАОП 0.00-4.05.-93.
37. Типове положення про службу охорони праці. ДНАОП 0.00-4.21.-93.
38. Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства. ДНАОП 0.00-4.09.-93.
39. Типове положення про роботу уповноважених трудових колективів. ДНАОП 0.00-4.11.-93.
40. Галузеві нормативно-правові акти з питань управління охороною праці у галузі.

41. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
42. СНиП 11-4-79/85. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
43. Державні стандарти України (ДСТУ) з питань охорони праці.
44. Типове положення про навчання з питань охорони праці. ДНАОП 0.00-4.12.-99.
45. Буракова С.А. Охрана труда в сельском хозяйстве. – Киев: Вища школа, 1999. – 544 с.
46. Жидецький В.У. та ін. Основи охорони праці / В.У. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – 4-те вид-во. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
47. Практикум з охорони праці. Навч. пос. / В.У. Жидецький, В.М. Сторожук / За ред. В.У. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
48. Миценко І.М. Безпека життєдіяльності: організаційно-економічні та соціальні аспекти управління. – Донецьк: ІЕП НАН України, 2004. – 380 с.
49. Виконання та оформлення курсових і дипломних проектів / М.І. Черновол, В.В. Русских, Ф.І. Василенко, Є.К. Солових, В.М. Наливайко, О.В. Крилов / За ред. Ф.І. Василенка. – Кіровоград: РВЛ Кіровоградського державного технічного університету, 2002. – 200 с.

ДОДАТКИ

Схема виконання графічної частини курсового проекту

Схема обробки інформації про показники надійності (при визначенні статистичних характеристик повного ресурсу сполучення за вихідною масовою інформацією)	
	Основний надпис Форма 1 ГОСТ 2.104
Схема визначення ресурсу деталей і сполучення (при визначенні повного і залишкового ресурсу деталей і сполучення методом індивідуального прогнозування)	
	Основний надпис Форма 1 ГОСТ 2.104

Рис. А1. Структура виконання першого листа графічної частини КП

Ремонтне креслення зміцнювальної (відновлювальної) деталі згідно ГОСТ 2.604-68	Основний надпис Форма 1 ГОСТ 2.104	Карта ескізу до операційної карти зміцнення (відновлення) деталі згідно ГОСТ 3.1105-84
		Карта ескізу до операційної карти зміцнення (відновлення) деталі згідно ГОСТ 3.1105-84
Принципова та конструктивна схеми обладнання для зміцнення (відновлення) поверхні деталі покриттям, планування типової ділянки, перелік матеріалів і режимів виконання технологічних процесів зміцнення (відновлення) деталі.		Основний надпис Форма 1 ГОСТ 2.104

Рис. А2. Структура виконання другого листа графічної частини КП

Вихідна інформація для задачі №1. Повні ресурси сполучення
“втулка - поршневий палець” двигуна СМД-14, мото-год

П.1.			
5180	1570	3680	4880
3630	2720	3260	3180
2320	2530	9150	6000
3570	4880	3680	6680
2460	2920	6680	4260
7620	4710	2720	2840
8650	4270	3260	5630
8450	2190	1980	3090
П.2.			
2740	2870	2490	8670
3710	3290	3400	2950
3730	4750	3120	1590
4300	2570	4280	2360
2240	6700	4910	5220
7650	3210	1990	5670
4910	9170	3290	5670
8490	2750	6710	6050
П.3.			
3640	3530	5600	3120
2660	2410	2270	4680
5600	9100	1530	3220
5150	6620	8610	2800
2900	2500	3220	7590
6630	8410	4850	2160
1940	4840	3050	4230
4240	5940	2690	3640
П.4.			
4850	3200	3540	3210
3660	9120	2420	4700
3650	5160	2500	2800
5910	2900	8410	7610
5600	6660	4850	4250
2300	1950	3000	2150
1500	4240	2700	2700
8600	6640	3150	5600
П.5.			
2950	2210	7630	2490
5650	6700	4290	6700
3700	3710	2870	4900
9190	2760	3290	4290
3200	5210	2740	2010
2360	6050	3110	5650
4730	4910	8470	8670
3590	3290	2570	2590

Варіанти завдань до задачі №1

Номер варіанта	Інтервали тис. мото-год.					
	1	2	3	4	5	6
1	0,6-2,1	2,1-3,6	3,6-5,1	5,1-6,6	6,6-8,1	8,1-9,6
2	0,7-2,2	2,2-3,7	3,7-5,2	5,2-6,7	6,7-8,2	8,2-9,7
3	0,8-2,3	2,3-3,8	3,8-5,3	5,3-6,8	6,8-8,3	8,3-9,8
4	0,9-2,4	2,4-3,9	3,9-5,4	5,4-6,9	6,9-8,4	8,4-9,9
5	1,0-2,5	2,5-4,0	4,0-5,5	5,5-7,0	7,0-8,5	8,5-10
6	1,1-2,6	2,6-4,1	4,1-5,6	5,6-7,1	7,1-8,6	8,6-10,1
7	1,2-2,7	2,7-4,2	4,2-5,7	5,7-7,2	7,2-8,7	8,7-10,2
8	1,3-2,8	2,8-4,3	4,3-5,8	5,8-7,3	7,3-8,8	8,8-10,3
9	1,4-2,9	2,9-4,4	4,4-5,9	5,9-7,4	7,4-8,9	8,9-10,4
10	1,5-3,0	3,0-4,5	4,5-6,0	6,0-7,5	7,5-9,0	9,0-10,5
11	0,6-2,2	2,2-3,8	3,8-5,4	5,4-7,0	7,0-8,6	8,6-10,2
12	0,7-2,3	2,3-3,9	3,9-5,5	5,5-7,1	7,1-8,7	8,7-10,3
13	0,8-2,4	2,4-4,0	4,0-5,6	5,6-7,2	7,2-8,8	8,8-10,4
14	0,9-2,5	2,5-4,1	4,1-5,7	5,7-7,3	7,3-8,9	8,9-10,5
15	1,0-2,6	2,6-4,2	4,2-5,8	5,8-7,4	7,4-9,0	9,0-10,6
16	1,1-2,7	2,7-4,3	4,3-5,9	5,9-7,5	7,5-9,1	9,1-10,7
17	1,2-2,8	2,8-4,4	4,4-6,0	6,0-7,6	7,6-9,2	
18	1,3-2,9	2,9-4,5	4,5-6,1	6,1-7,7	7,7-9,3	
19	1,4-3,0	3,0-4,6	4,6-6,2	6,2-7,8	7,8-9,4	
20	1,5-3,1	3,1-4,7	4,7-6,3	6,3-7,9	7,9-9,5	

Інтегральна функція (функція розподілу) $F(t) = F\left(\frac{t_{ik} - t_{3M}}{a}\right)$

закону Вейбулла-Гнеденка (ЗРВ) [15]

$F(t)$	Параметр b															
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
0,1	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
0,2	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
0,3	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
0,4	0,35	0,33	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,5	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17
0,6	0,47	0,45	0,43	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,25
0,7	0,52	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,44	0,43	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35
0,8	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44
0,9	0,60	0,59	0,59	0,69	0,58	0,58	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0,66	0,55	0,55	0,54	0,54
1,0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
1,1	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72
1,2	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79
1,3	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85
1,4	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89
1,5	0,76	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93
1,6	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95
1,7	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97
1,8	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98
1,9	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99
2,0	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
2,1	0,86	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00
2,2	0,87	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
2,3	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,4	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,5	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,6	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,7	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,8	0,92	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,9	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3,0	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3,5	0,95	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4,0	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Параметри і коефіцієнти закону розподілу Вейбулла-Гнеденка (ЗВР) [15]

b	K_g	C_g	V	S_b	P_{on}
1	2	3	4	5	6
0,800	1,133	1,428	1,261	2,815	0,669
0,820	1,114	1,367	1,227	2,707	0,661
0,840	1,096	1,311	1,196	2,608	0,658
0,860	1,080	1,201	1,167	2,514	0,655
0,880	1,065	1,214	1,139	2,427	0,652
0,900	1,052	1,171	1,113	2,345	0,649
0,920	1,040	1,132	1,088	2,268	0,645
0,940	1,029	1,095	1,064	2,195	0,641
0,960	1,018	1,061	1,042	2,127	0,638
0,980	1,009	1,029	1,020	2,062	0,635
0,000	1,000	1,000	1,000	2,000	0,632
1,040	0,984	0,947	0,962	1,886	0,626
1,080	0,971	0,900	0,927	1,782	0,620
1,120	0,959	0,858	0,894	1,688	0,615
1,160	0,949	0,821	0,865	1,601	0,610
1,200	0,941	0,787	0,837	1,521	0,605
1,240	0,933	0,757	0,811	1,447	0,600
1,280	0,926	0,729	0,787	1,378	0,596
1,320	0,921	0,704	0,765	1,314	0,592
1,360	0,916	0,681	0,744	1,255	0,588
1,400	0,911	0,660	0,724	1,198	0,584
1,420	0,909	0,650	0,714	1,172	0,382
1,440	0,908	0,640	0,705	1,146	0,580
1,460	0,906	0,631	0,696	1,120	0,578
1,480	0,904	0,622	0,687	1,096	0,577
1,500	0,903	0,613	0,679	1,072	0,576
1,520	0,901	0,605	0,671	1,049	0,574
1,540	0,900	9,597	0,663	1,026	0,572
1,560	0,899	0,589	0,655	1,004	0,570
1,580	0,898	0,581	0,647	0,983	0,569
1,600	0,897	0,574	0,640	6,962	0,508
1,620	0,896	0,567	0,633	0,942	0,568
1,640	0,895	0,560	0,626	0,922	0,564
1,660	0,894	0,553	0,619	0,902	0,563
1,680	0,893	0,546	0,612	0,883	0,562
1,700	0,892	0,540	0,605	0,865	0,561
1,720	0,892	0,534	0,599	0,847	0,559
1,740	0,891	0,528	0,593	0,829	0,558
1,760	0,890	0,522	0,587	0,812	0,557
1,780	0,890	0,517	0,581	0,795	0,556
1,800	0,889	0,511	0,575	0,779	0,555
1,820	0,889	0,506	0,569	0,763	0,553
1,840	0,888	0,501	0,564	0,747	0,552
1,860	0,888	0,496	.0,558	0,731	0,551
1,880	0,888	0,491	0,553	0,716	0,550

Продовження таблиці Б4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1,900	0,887	0,486	0,547	0,701	0,549
1,920	0,887	0,481	0,542	0,687	0,548
1,940	0,887	0,476	0,537	0,672	0,547
1,960	0,887	0,472	0,532	0,658	0,546
1,980	0,886	0,468	0,527	0,645	0,546
2,000	0,886	0,463	0,523	0,631	0,544
2,020	0,886	0,459	0,518	0,618	0,643
2,040	0,886	0,455	0,513	0,605	0,542
2,060	0,886	0,451	0,509	0,592	0,541
2,080	0,886	0,447	0,505	0,579	0,540
2,100	0,886	0,443	0,500	0,567	0,539
2,120	0,886	0,439	0,496	0,555	0,538
2,140	0,886	0,436	0,492	0,543	0,637
2,160	0,886	0,432	0,488	0,531	0,536
2,180	0,886	0,428	0,484	0,520	0,535
2,200	0,886	0,425	0,480	0,509	0,535
2,220	0,886	0,421	0,476	0,498	0,534
2,240	0,886	0,418	0,472	0,487	0,533
2,260	0,886	0,415	0,468	0,476	0,533
2,280	0,886	0,412	0,465	0,465	0,532
2,300	0,886	0,408	0,461	0,455	0,531
2,320	0,886	0,405	0,457	0,444	0,531
2,340	0,886	0,402	0,454	0,434	0,530
2,360	0,886	0,399	0,451	0,424	0,529
2,380	0,886	0,396	0,447	0,415	0,528
2,400	0,886	0,393	0,444	0,405	0,527
2,420	0,887	0,391	0,441	0,395	0,527
2,440	0,887	0,388	0,437	0,386	0,526
2,460	0,887	0,385	0,434	0,377	0,526
2,480	0,887	0,382	0,431	0,368	0,525
2,500	0,887	0,380	0,428	0,359	0,524
2,520	0,887	0,377	0,425	0,350	0,524
2,540	0,888	0,374	0,422	0,341	0,523
2,560	0,888	0,372	0,419	0,332	0,522
2,580	0,888	0,369	0,416	0,324	0,521
2,600	0,888	0,367	0,413	0,315	0,520
2,620	0,888	0,364	0,410	0,307	0,520
2,640	0,889	0,362	0,407	0,299	0,519
2,680	0,889	0,357	0,402	0,283	0,518
2,700	0,889	0,355	0,399	0,275	0,517
2,720	0,889	0,353	0,397	0,267	0,517
2,740	0,890	0,351	0,394	0,260'	0,816
2,760	0,890	0,348	0,392	0,252	0,516
2,780	0,890	0,346	0,389	0,245	0,515

Продовження таблиці Б4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
2,800	0,890	0,344	0,387	0,237	0,514
2,820	0,891	0,342	0,384	0,230	0,514
2,840	0,891	0,340	0,382	0,223	0,513
2,860	0,891	0,338	0,379	0,216	0,513
2,880	0,891	0,336	0,377	0,209	0,512
2,900	0,892	0,334	0,375	0,202	0,512
2,920	0,892	0,332	0,372	0,195	0,511
2,940	0,892	0,330	0,370	0,188	0,511
2,960	0,892	0,328	0,368	0,181	0,510
2,980	0,893	0,326	0,366	0,175	0,510
3,000	0,893	0,325	0,363	0,168	0,509
3,020	0,893	0,323	0,361	0,162	0,509
3,040	0,893	0,321	0,359	0,155	0,508
3,060	0,894	0,319	0,357	0,149	0,508
3,080	0,894	0,317	0,358	0,143	0,507
3,100	0,894	0,316	0,353	0,136	0,507
3,120	0,895	0,314	0,351	0,130	0,507
3,140	0,895	0,312	0,349	0,124	0,506
3,160	0,895	0,310	0,347	0,118	0,506
3,180	0,893	0,309	0,345	0,112	0,505
3,200	0,896	0,307	0,343	0,106	0,505
3,220	0,896	0,306	0,341	0,101	0,505
3,240	0,896	0,304	0,339	0,095	0,504
3,260	0,896	0,302	0,337	0,069	0,604
3,280	0,897	0,301	0,335	0,083	0,503
3,380	0,897	0,299	0,334	0,078	0,503
3,320	0,897	0,298	0,332	0,072	0,503
3,340	0,898	0,296	0,330	0,067	0,502
3,360	0,898	0,295	0,328	0,061	0,502
3,380	0,898	0,293	0,326	0,056	0,501
3,400	0,898	0,292	0,325	0,051	0,501
3,420	0,899	0,290	0,323	0,046	0,501
3,440	0,809	0,289	0,321	0,040	0,500
3,460	0,899	0,287	0,320	0,035	0,500
3,480	0,899	0,286	0,318	0,030	0,499
3,500	0,900	0,285	0,316	0,025	0,499

Продовження таблиці Б4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
3,520	0,900	0,283	0,315	0,020	0,499
3,540	0,900	0,282	0,313	0,015	0,498
3,560	0,901	0,281	0,312	0,010	0,498
3,580	0,901	0,279	0,310	0,005	0,497
3,600	0,901	0,278	0,308	0,001	0,497
3,620	0,901	0,277	0,307	-0,004	0,497
3,640	0,902	0,275	0,305	-0,009	0,496
3,660	0,902	0,274	0,304	-0,014	0,496
3,680	0,902	0,273	0,302	-0,018	0,495
3,700	0,902	0,272	0,301	-0,023	0,495
3,720	0,903	0,270	0,299	-0,027	0,495
3,740	0,903	0,269	0,298	-0,032	0,495
3,760	0,903	0,268	0,297	-0,036	0,494
3,780	0,903	0,267	0,295	-0,041	0,494
3,800	0,904	0,266	0,294	-0,045	0,494
3,820	0,904	0,264	0,292	-0,050	0,494
3,840	0,904	0,263	0,291	-0,054	0,494
3,860	0,905	0,262	0,290	-0,058	0,493
3,880	0,905	0,261	0,288	-0,062	0,493
3,900	0,905	0,260	0,287	-0,067	0,493
3,920	0,905	0,259	0,286	-0,071	0,492
3,940	0,906	0,258	0,284	-0,075	0,492
3,960	0,906	0,286	0,283	-0,079	0,492
3,980	0,906	0,255	0,282	-0,083	0,491
4,000	0,906	0,254	0,280	-0,087	0,491
4,020	0,907	0,253	0,279	-0,091	0,491
4,040	0,907	0,252	0,278	-0,095	0,490
4,060	0,907	0,251	0,277	-0,099	0,490
4,080	0,907	0,250	0,276	-0,103	0,489
4,100	0,908	0,246	0,274	-0,107	0,489
4,120	0,908	0,248	0,273	-0,111	0,489
4,140	0,908	0,247	0,272	-0,115	0,488
4,160	0,908	0,246	0,271	-0,118	0,488
4,180	0,909	0,245	0,270	-0,122	0,487
4,200	0,909	0,244	0,268	0,126	0,487

Варіанти завдань для задачі №2

Номер варі- анту задачі	витяг з технічних умов на дефектовку спряжень					Зразкові дані мікрометражу		
	Найменування деталей спряження	нормальні розміри деталей (за креслен- ням), мм	натяг /-/, зазор /+/ нормаль- ний (по- чатковий), мм					розмір в міс- ці найбіль- шого спра- цювання, мм
			нормаль- ний (по- чатковий), мм	допусти- мий, мм	гранич- ний, мм			
1	2	3	4	5	6	7	8	
Двигун трактор ДТ-20								
1	блок-картер двигуна	34 ^{+0,039}	+0,025	+0,34	+0,40	33,87	7250	
	штоухач клапана	34 ^{-0,025} _{-0,050}	+0,089			33,90	7300	
2	блок-картер двигуна	242 ^{+0,045}	0,000	+0,20	+0,25	33,84	7350	
						корпус підшипника	242 ^{-0,030}	+0,075
							242,07	4500
							242,09	4550
3	кришка розподільника	35 ^{+0,045}	+0,000	+0,70	+1,0	242,11	4600	
	вісь шестерні	35 ^{-0,50}	+0,100			242,13	4650	
						35,21	2750	
						35,26	2800	
				35,31	2850			
				35,36	2900			
				35,41	2950			
Головна передача								
4	корпус диференціала	28 ^{+0,016} _{-0,07}	-0,007	+0,1	+0,15	28,02	2000	
						вісь диференціала	28 ^{-0,0045}	+0,061
	сателіт	28 ^{+0,070}	+0,100			28,09	2100	
						28,05	2150	
5	вісь диференціала	28 ^{-0,045}	+0,215	+1,5	+2,0	29,06	2200	
						28,2	4250	
	28,4	4300						
	28,6	4350						
				28,8	4400			
				29,0	4450			
Двигун трактор Т-40								
6	блок картера двигуна	116 ^{+0,140}	+0,050	+0,36	+0,40	116,15	3020	
						циліндр	116 ^{-0,050} _{-0,140}	+0,280
	передня втулка розподільного валу	51 ^{+0,030}	+0,065			116,17	3020	
						вал розподільний	51 ^{-0,065} _{-0,105}	+0,135
7	вал розподільний	51 ^{-0,065} _{-0,105}	+0,135	+0,42	+0,50	116,19	3220	
						50,85	4270	
	50,82	4320						
	50,80	4370						
8	шків вентилятора	20 ^{+0,016} _{-0,007}	-0,014	+0,08	+0,14	50,78	4422	
						вал вентилятора	20 ^{+0,007}	+0,023
							20,02	1520
							20,025	1570
				20,030	1620			
				20,035	1670			
				20,040	1720			

1	2	3	4	5	6	7	8
9	втулка штовхача	$20^{+0,023}$	+0,020	+0,28	+0,35	19,22	2770
	штовхач	$20_{-0,040}^{-0,020}$	+0,063			19,91	2820
10	втулка клапана напрямна	$9^{+0,030}$	+0,040	+0,24	+0,35	19,90	2870
	клапан впускний	$9_{-0,070}^{-0,040}$	+0,100			19,89	2920
11	втулка клапана напрямна	$16_{+0,030}^{+0,060}$	+0,030	+0,20	+0,30	19,88	2970
	вісь коромисла	$16_{-0,012}$	+0,072			15,98	2370
Зчеплення трактор МТЗ-50							
12	важіль віджимний	$6^{+0,120}$	0,000	+0,40	+0,50	15,97	2420
	палець	$6_{-0,080}$	+0,200			15,96	2470
13	сателіт	$25_{+0,020}^{+0,050}$	+0,020	+0,60	+0,70	15,95	2520
	втулка розпірна	$26,1_{-0,280}$				15,94	2570
Коробка передач							
14	шарикопідшип- ник	$50_{-0,012}$	-0,020	+0,05	+0,10	25,70	2160
	вал проміжний	$50^{+0,008}$	+0,008			25,69	2190
15	корпус коробки передач	$25^{+0,045}$	+0,040	+0,20	+0,25	25,68	2220
	вал перемикання передач	$25_{-0,070}^{-0,040}$	+0,115			25,67	2250
Диференціал							
16	корпус заднього мосту	$154^{+0,050}$	+0,050	+0,25	+0,30	25,66	2280
	стакан підшипника	$154_{-0,090}^{-0,050}$	+0,140			49,990	1310
17	корпус заднього мосту	$165^{+0,040}$	+0,018	+0,20	+0,25	49,985	1340
	стакан підшипника	$165_{-0,045}^{+0,018}$	+0,085			49,980	1370
						49,975	1400
						49,970	1430

1	2	3	4	5	6	7	8
Кінцева передача		трактор ДТ-75					
18	корпус заднього мосту	$210^{+0,045}$	+0,60	+0,25	+0,30	210,05	2110
	рукав напіввісі	$210_{-0,105}^{-0,060}$	+0,150			210,06	2140
19	балансир внутрішній	$50_{+0,032}^{+0,100}$	+0,032	+0,20	+0,30	210,07	2070
	вісь кочення	$50_{-0,050}$	+0,150			210,08	2100
20	втулка мала	$50_{+0,340}^{+0,500}$	+0,340	+0,60	+2,5	210,09	2130
	вісь кочення	$50_{-0,050}$	+0,550			49,900	2160
						49,895	2190
						49,890	2220
						49,885	2250
						49,880	2280
						50,6	1310
						50,7	1340
						50,8	1370
						50,9	1400
						51,0	1430