

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАННЯ ТА РЕМОНТУ КГТЗ

Методичні вказівки до практичних робіт
для студентів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування,
спеціалізації «Колісні та гусеничні транспортні засоби» (магістерський
рівень)

Дніпро 2023

УДК 631.3.004.67

Технології і обладнання для відновлювання та ремонту КГТЗ : методичні вказівки до практичних робіт для студентів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування, спеціалізації «Колісні та гусеничні транспортні засоби» (магістерський рівень) / Уклад.: П. Т. Мельянцов, О. М. Лосіков – Дніпро : Україн. держ. ун-т науки і технол., 2023. – 50 с.

Викладені методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Технології і обладнання для відновлювання та ремонту КГТЗ», наведений порядок виконання практичних робіт, перелік та зміст практичних робіт, опис процедури виконання кожної практичної роботи, варіанти індивідуальних завдань, рекомендована література.

Призначені для студентів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування, спеціалізації «Колісні та гусеничні транспортні засоби» (магістерський рівень)

Ухвалено на засіданні Групи забезпечення якості освітньої програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування. Протокол № 6 від 15.03.2023 р.

Друкуються за авторською редакцією.

Укладачі: Петро МЕЛЬЯНЦОВ, канд. тех. наук, доц.

Олександр ЛОСІКОВ, ст. викладач.

Відповідальний за випуск Сергій БІЛОДІДЕНКО, док. тех. наук, проф.

Рецензент Віктор ЄРМОКРАТЬЄВ, канд. тех. наук, доц. (ННІ ІПБТ УДУНТ)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практичне заняття № 1	
Графо-аналітичне моделювання виробничого процесу ремонту виробу	5
Практичне заняття № 2	
Методики розрахунку обладнання для ремонтного підприємства та його вибір	19
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	49

ВСТУП

Останнім часом парк колісних та гусеничних транспортних засобів продовжує насичуватись машинами закордонного виробництва, конструкції яких постійно удосконалюються, що характеризується більш високою їх продуктивністю і високими показниками експлуатаційної надійності, які підтримуються проведенням технічних обслуговувань та відновлюються ремонтними діями. Являється явним, що технічний прогрес в машинобудуванні характеризується не тільки удосконаленням конструкції машини, а також і пристосованістю її до підтримання та відновлення працездатного стану.

Від прийнятої технології ремонту в значній мірі залежать довговічність та надійність відремонтованої машини, а також економічність її експлуатації. Водночас проектування прогресивних технологічних процесів з ремонту машин сприяє зниженню собівартості та витрат праці на їх ремонт.

Технологія і обладнання для відновлення і ремонту машин являється синтезуючою науковою дисципліною, яка використовує основні положення технології машинобудування, технології металів, металоведення і термічної обробки, кваліметрії, економіки і організації виробництва, автоматизації виробничих та допоміжних процесів, теорії надійності та старіння машин, теорії автомобілів та їх експлуатаційних властивостей, системотехніки та кібернетики, теорії контролю та управління. Наукові основи дисципліни базуються на знанні закономірностей протікання технологічних процесів відновлення працездатності деталей, вузлів, агрегатів, і машин в цілому та врахуванні різних факторів на якість і ефективність цих процесів.

Основна задача навчальної дисципліни «Технології і обладнання для відновлювання та ремонту КГТЗ» заключається в тому, щоб сформувати інженерні знання достатні для проектування сучасних технологічних процесів ремонту машин, вести необхідні технологічні дослідження для визначення оптимальних режимів обробки і максимальної продуктивності праці, керувати якістю ремонту.

Як прикладна наука технологія ремонту машин має важливе значення в підготовці спеціалістів для ремонтного виробництва. Вона надає їм знання, які необхідні для творчої діяльності з розроблення прогресивних технологічних процесів ремонту машин, та дозволяє застосувати, при їх проведенні, високопродуктивні технологічні методи.

Практичне заняття № 1

Графо-аналітичне моделювання виробничого процесу ремонту виробу

Мета: отримати навички з обґрунтування вибору методів виробництва ремонту виробів та вивчити методику розробки і визначення основних параметрів виробничого процесу ремонту виробу (виробів) застосуванням лінійного графоаналітичного моделювання.

Завдання. На основі заданої річної програми ремонтного виробництва визначити загальну річну трудомісткість робіт і обґрунтувати оптимальні методи ремонту для ремонтного виробництва. Розрахувати основні показники організації ремонтного виробництва. Провести розрахунки для побудови лінійного графіка узгодження операцій при ремонті виробу.

1. Загальні положення і вказівки щодо виконання роботи.

1.1 Організація виробничого процесу ремонтного підприємства

До основних показників, які характеризують стан організації виробничого процесу ремонтного підприємства належать: *такт ремонту та тривалість виробничого циклу ремонту виробу.*

Такт ремонту означає час, через який на підприємство повинен поступити або вийти з ремонту черговий виріб Такт являється різним для робочих місць, виробничих дільниць та цехів. В зв'язку з цим розрізняють загальний такт виробничого процесу і частні такти на робочих місцях, дільницях (цехах), які розраховують тільки для спеціалізованих підприємств.

Загальний такт ремонту розраховують за виразом:

для спеціалізованих ремонтних підприємств

$$\tau = \frac{\Phi_{\partial}}{N}, \quad (1)$$

де Φ_{∂} - дійсний річний фонд часу підприємства (Додаток 3);

N - прийнята річна програма ремонтного виробництва підприємства (табл. 4). для ремонтних майстерень загального призначення

$$\tau = \frac{\Phi_{\partial}}{N_y}, \quad (2)$$

де N_y - програма в умовних ремонтах (один умовний ремонт прирівнюється до трудомісткості 300 люд-год. при ремонті повнокомплектних мобільних машин).

Тривалість виробничого циклу ремонту виробу характеризує вдосконаленість організації виробничого процесу на підприємстві і означає тривалість перебування виробу в ремонті.

Основними вихідними даними для лінійного графоаналітичного моделювання виробничого процесу ремонтного підприємства (спеціалізованої майстерні і майстерні загального призначення) являються:

- Програма ремонту;
- Режим роботи підприємства;
- Конструктивні і технологічні особливості виробу, що ремонтується;
- Прийнятий технологічний процес ремонту виробу (виробів);
- Трудомісткість ремонту виробу на ремонтному підприємстві і розподіл її по укрупненим операціям;
- Спеціалізація і кооперація ремонтного підприємства.

1.2 Виробнича програма спеціалізованого ремонтного підприємства

Спеціалізовані ремонтні підприємства в технічному сервісу машин як правило належать до обласного або регіонального рівнів об'єктів ремонтно-обслуговуючої бази. Оптимальна програма таких підприємств (або підрозділів) визначається з врахуванням площі території, яка обслуговується даним технічним центром, кількісним складом машин, які проходять експлуатацію на закріпленій території і потребують ремонтно-обслуговуючих робіт для забезпечення працездатного стану, а також середніх коефіцієнтів, які враховують вік машин та зональні умови їх експлуатації.

Кількість капітальних ремонтів для машин (N_m), які експлуатуються на заданій території визначається за формулою:

$$N_m = K_{ох.} \cdot n, \quad (3)$$

де $K_{ох.}$ – коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом i – тої марки машини (див. табл. 1) ;

n – число i – тої марки машин на території, яка підпадає до зони обслуговування од.

Розбудова ремонтно-обслуговуючої бази ремонтно-транспортних підприємств і формування на її основі спеціалізованих підприємств (фірмових технічних центрів), які являються основними для ремонтно-обслуговуючої бази системи технічного сервісу, обумовлює також необхідність проведення капітальних ремонтів агрегатів та вузлів для поточного ремонту машин в зв'язку з впровадженням в виробництво агрегатно-вузлового методу ремонту.

Таблиця 1 - Середні значення річного коефіцієнта охоплення капітальним ремонтом тракторів та автомобілів

Марка трактора	Річний коефіцієнт охоплення ремонтом	Марка автомобіля	Річний коефіцієнт охоплення ремонтом
Т-100М, Т-130М	0,17	ГАЗ-53А, ГАЗ-53Б	0,14
К-700А, К-701	0,14	ЗІЛ-ММЗ-555	0,13
ХТЗ-150К	0,15	ЗІЛ-130	0,11
ЮМЗ-6Л, МТЗ-82	0,14	МАЗ-500А	0,12
Т-25А, Т-28Х4М	0,15	КамАЗ-5320	0,10

Визначивши програму спеціалізованого ремонтного підприємства за виразом (3) переходять до визначення річної трудомісткості виробничого підрозділу. Річна трудомісткість основної ремонтної продукції ($T_{nid.}$) на спеціалізованому підприємстві устанавлюється за виразом:

$$T_{nid.} = W_{np} \cdot T_i \cdot K_{np}, \quad (4)$$

де W_{np} – прийнята виробнича програма підприємства (Табл. 5);

T_i – трудомісткість капітального ремонту одного виробу, люд.-год. (Табл. 2, 3, 5);

K_{np} – коефіцієнт, який враховує зміну трудомісткості ремонту машин і агрегатів в залежності від річної програми підприємства, ($K_{np} = 0,88 \dots 1,25$).

Таблиця 2 - Нормативи трудомісткості капітального ремонту колісних тракторів та їх агрегатів

Агрегат, збиральна одиниця, прилад	Трудомісткість, люд.-год., ремонту колісних тракторів				
	К-700	К-701	Т-150К	МТЗ-80	ЮМЗ-6Л
Повнокомплектний трактор	435,0	480,2	350,8	195,0	184,5
Шасі трактора	309,2	324,3	223,8	117,6	91,7
Двигун в складі	97,7	127,8	106,1	56,1	71,8

Закінчення табл.2

Гідравлічні агрегати:					
насоси	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4
гідророзподільники	3,7	3,7	3,7	2,8	2,8
гідроциліндри	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6

Таблиця 3 - Нормативи трудомісткості капітального ремонту вантажних автомобілів та їх агрегатів

Агрегат, збиральна одиниця, прилад	Трудомісткість, люд.-год., ремонту автомобіля марки				
	ГАЗ-53А	ЗІЛ-130	ЗІЛ-ММЗ-555	МАЗ-500	КрАЗ-257
Повнокомплектний автомобіль	139,62	168,96	161,24	251,73	170,97
Двигун	46,8	49,16	49,16	61,55	78,04
Коробка передач	5,36	6,12	6,12	7,84	9,82
Передній міст	8,24	6,26	6,26	7,18	15,86
Задній міст	9,77	11,47	11,47	13,36	19,38

Загальна річна трудомісткість спеціалізованого ремонтного підприємства з врахуванням додаткових робіт складе:

$$T_{заг.}^p = T_{нід.} + T_{дод.}, \quad (5)$$

де $T_{дод.}$ – трудомісткість додаткових робіт ремонтного підприємства, люд-год. ($T_{дод.} = 0, 2T_{нід.}$).

1.3 Вибір методів виробництва ремонту виробів

Доцільний метод ремонту виробів обирають з врахуванням об'єму та складу виробничої програми. Програму ремонту при обґрунтуванні методу необхідно оцінити за ремонтно-монтажними роботами, які є основним видом всіх виконуваних робіт та складають приблизно 55–65 % загальної трудомісткості ремонту виробу.

Знаючи чисельність одночасно працюючих слюсарів-складальників, кількість операцій, які виконуються на одному робочому місці, обираються відповідні методи виробництва ремонту виробів. При цьому, враховують ступінь знеособленості конструктивних елементів виробів, що ремонтуються,

під час проведення ремонту та ступінь розчленованості операцій технологічного процесу.

Знаючи спеціалізацію ремонтного виробництва (ремонт мобільної машини в складі за маркою або її складові) та його річну програму ремонту визначають метод виробництва ремонту виробу. Розроблюють загальний технологічний процес ремонту.

1.4 Лінійний графік узгодження ремонтних робіт

Тривалість виробничого циклу ремонту виробу найбільш точно визначається графічним шляхом, побудовою *лінійного* графіку узгодження ремонтних робіт

Побудова лінійного графіка узгодження операцій при ремонті виробу виконується в такій послідовності.

1. На аркуші викреслюють спеціальну форму (рис. 1), в яку, користуючись довідковими даними, заносять номери робочих місць, найменування операцій (робіт) в відповідності з *прийнятою технологією ремонту машин*, розряди робіт та їх трудомісткість.

2. Розрахункову чисельність робітників по кожному робочому місцю визначають за формулою:

$$P_p = T_p / \tau, \quad (6)$$

де T_p – трудомісткість робіт на визначеному робочому місці, люд.-год.
(Додаток 2);

τ – такт ремонту.

3. Робочі місця комплектують в пости. Так як чисельність робітників по кожній укрупненій операції при розрахунку, як правило, не буде цілим числом, прийняту кількість їх визначають комплектуванням робочих місць в пости по ознаці схожості виконуваних операцій, близьких по розряду, до найбільш повного завантаження робітника.

При цьому потрібно мати на увазі, що недовантаження допускається до 5 %, а перевантаження – до 15 %.

Завантаження робітника на кожному посту складе:

$$Z_p = (P_p / P_{pn}) \cdot 100, \quad (7)$$

де P_{pn} – прийнята кількість робітників на посту.

4. Для операцій (робіт), де чисельність робітників більше двох–чотирьох чоловік, розраховують кількість робочих місць, так як одночасна робота такої кількості робітників на одному робочому місці технологічно неможлива або ускладнена.

Кількість робочих місць розраховують за формулою:

$$M = T_p / \tau \cdot P_o \cdot z, \quad (8)$$

де P_o – кількість виконувачів на одному робочому місці (щільність виконання робіт);

z – кількість змін роботи підприємства.

При формуванні робочих місць необхідно прагнути до отримання їх мінімального числа. Це можливо досягати збільшенням числа виконувачів на одному робочому місці до визначеної межі, а також більше рівномірним розподілом робіт по змінах.

Кількість виконувачів на одному робочому місці встановлюють із характеру та зручності виконання роботи деякими виконувачами, маси та габаритів виробів. Так, наприклад, для розбирання та складання машини на одному робочому місці рекомендується мати дві–чотири людини.

5. Трудомісткість праці по кожному робочому місцю встановлюють, виходячи з числа виконувачів на одному робочому місці, тобто

$$T_{p.m} = T_p \cdot P_o / P_{np}, \quad (9)$$

де $T_{p.m}$ - трудомісткість робіт робочого місця;

T_p – загальна трудомісткість даного виду робіт (Додаток 1);

P_{np} – загальна чисельність робітників, які необхідні для виконання даного виду робіт.

6. Дані по формуванню робочих місць заносять в відповідні графи таблиці лінійного графіку узгодження операцій (див. рис. 1).

7. Тривалість виконання операцій (робіт) по кожному робочому місцю визначають за формулою:

$$t_i = T_{p.m.} / P_o \cdot K_z, \quad (10)$$

де K_z – коефіцієнт, який враховує завантаження робітників на робочому місці ($K_z = Z_p / 100$).

8. Тривалість кожної операції в прийнятому масштабі відкладають на графіку у вигляді відрізків прямої, біля якої цифрою позначають номер робітника, який виконує дану роботу. У випадку наявності кількох виконувачів на одному робочому місці, тривалість виконуваної роботи відображають паралельними лініями, число яких дорівнює чисельності виконувачів.

При недостатньому завантаженні робочого місця на одному виді та довантаженні його іншим видом робіт, зв'язок між вказаними робітниками на графіку показують вертикальною пунктирною лінією. Якщо організація робіт передбачає кілька однакових робочих місць, тривалість виконання на першому робочому місці показують суцільною лінією, а на подальших – пунктирними (див. рис. 1).

Для зменшення тривалості циклу виробництва доцільним необхідно збільшувати число робіт, які виконуються паралельно з врахуванням технологічної можливості.

Так, наприклад, роботи по ремонту складальних одиниць та відновленню окремих деталей повинні починатися тільки після дефектації. Закінчення мийних робіт необхідно планувати на одну-дві години пізніше розбиральних робіт, дефектацію – на одну-дві години після мийки. Неможна починати збирання двигуна та заднього моста, не закінчивши ремонт блоку та корпусу заднього моста та ін.

Відрізки на графіку, які визначають всі ці види робіт, повинні відповідати технологічному часу.

Остаточне збирання машини необхідно планувати так, щоб залишився час на встановлення двигуна.

9. По графіку визначають тривалість циклу, який відображає тільки технологічний час (t_{tex}). Загальна тривалість циклу виробництва з врахуванням

часу на контроль, транспортування, комплектування перед збиранням та між операційний час складе:

$$t = (1,10 - 1,15) \cdot t_{\text{тех}}, \quad (11)$$

10. Для оцінки вірності організації процесу ремонту виробу, запроектованого за допомогою графіку узгодження робіт, будують ломану лінію, яка представляє собою наростаючий підсумок кількості людино-годин (рис. 2). Чим ближче ломана лінія наближається до прямої, тим рівномірніше розподілені роботи.

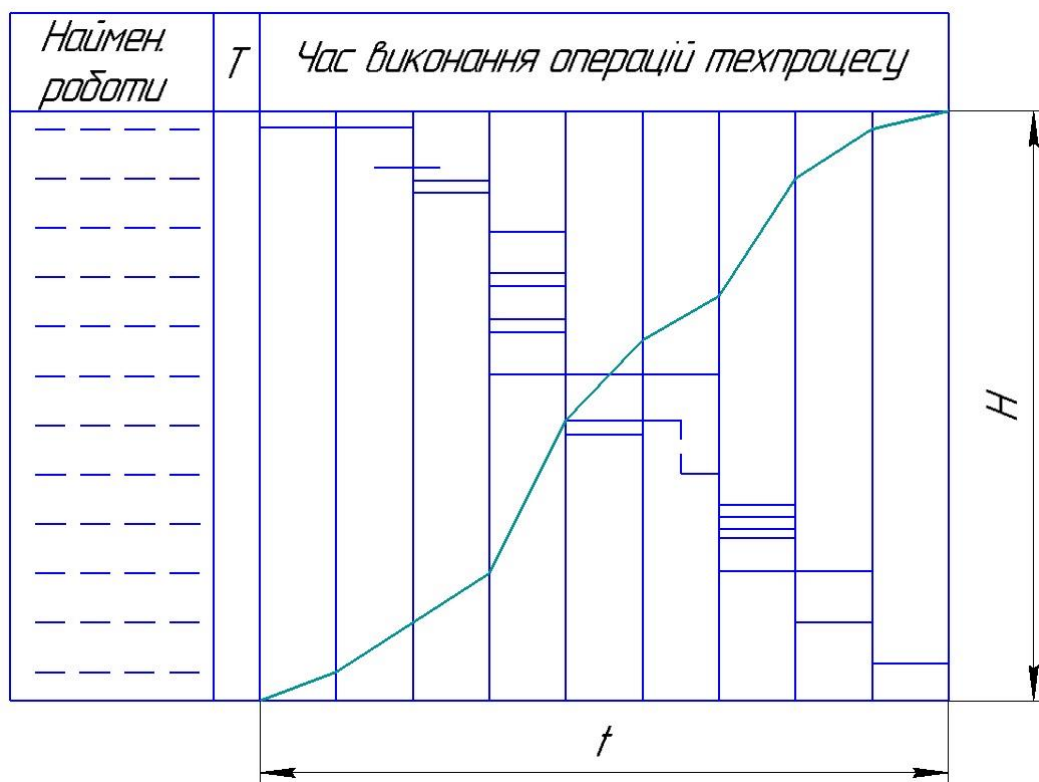


Рисунок 2 - Графік оцінки вірності організації технологічного ремонту виробу

11. Встановлюють головний параметр виробництва – фронт ремонту, яким називається кількість об’єктів, які одночасно знаходяться в ремонті на підприємстві. Фронт ремонту (f_p) визначається відношенням тривалості виробничого циклу ремонту (t_i) до такту ремонту (τ):

$$f_p = t_i / \tau, \quad (12)$$

При розрахунку фронту ремонту у випадку отримання дробового числа воно округляється в більшу сторону цілого числа.

Скорочуючи тривалість виробничого циклу, необхідно зменшувати фронт ремонту виробів, а отже, знизити витрати на утримання будівлі підприємства, амортизацію та ін., тобто знизити накладні витрати.

12. Пропускна здатність підприємства, тобто кількість виробів, які можуть бути відремонтовані за визначений відрізок часу, розраховують за формулою:

$$N_{np.z} = f_p \cdot \Phi_0 \cdot z / \tau, \quad (13)$$

де Φ_0 – дійсний фонд часу роботи обладнання, год. (Додаток 4);

z – число змін ($z = 1$).

13. Підраховану пропускну здатність ремонтного підприємства за період, що планується ($N_{np.z}$) порівнюють із заданою програмою ремонту (N) та визначають коефіцієнт завантаження підприємства по залежності $K_{z.n} = N / N_{np.z}$. Якщо підприємство завантажене на повну потужність $K_{z.n} = 1$.

1.5 Порядок виконання роботи

1. Студент вивчає наданий матеріал, після чого одержує варіант завдання згідно (табл. 5).

2. Відповідно до виданого завдання, визначається річна трудомісткість основної ремонтної продукції ($T_{nid.}$) на спеціалізованому підприємстві та загальна річна трудомісткість ($T_{zag.}^p$) спеціалізованого ремонтного підприємства.

3. На основі отриманих значень об'єму та складу виробничої програми проводиться обґрунтування оптимальних методів ремонту та розроблюється загальний технологічний процес ремонтного виробництва.

4. В відповідності до алгоритму проводяться розрахунки для побудови лінійного графіка узгодження операцій при ремонті виробу.

5. Встановлюється головний параметр виробництва – фронт ремонту.

6. Підраховується пропускну здатність ремонтного підприємства за визначений період.

7. Формулюється висновок про оцінку вірності організації процесу ремонту виробу, запроектованого за допомогою графіку узгодження робіт.

Таблиця 4 - Варіанти індивідуальних завдань

№ варіанту	Об'єкт ремонту	Річна програма (N) ремонтного підприємства, од.	Трудомісткість одиниці ремонту, люд.-год.
1	Двигун трактора ХТЗ-150К-09	2400	97,7
2	Двигун трактора ХТЗ-246К	2300	106,1
3	Двигун трактора ЮМЗ-8244	2800	74,8
4	Двигун трактора ХТЗ-17221	2500	107,4
5	Двигун трактора МТЗ-892	2900	62,7
6	Двигун трактора ЮМЗ-8040	2950	71,8
7	Двигун трактора МТЗ-921	2800	64,2
8	Коробка передач автомобіля ГАЗ-3309	4000	5,36
9	Коробка передач автомобіля ЗІЛ-130	4100	6,26
10	Коробка передач автомобіля МАЗ-500	4200	7,18
11	Коробка передач автомобіля КрАЗ-6511	4800	9,82
12	Коробка передач автомобіля КамАЗ-54115	4700	10,4
13	Гідравлічний насос модифікації НШ-У (НШ-32У)	8000	2,6
14	Гідравлічний насос модифікації НШ-К (НШ-50К)	8800	2,8
15	Гідророзподільник Р-80	8100	2,8
16	Гідророзподільник Р-160	8900	3,7
17	Гідроциліндр Ц-110	8200	3,6
18	Двигун автомобіля ГАЗ-3309	3700	46,8
19	Двигун автомобіля ЗІЛ-ММЗ-555	3900	49,16
20	Двигун автомобіля МАЗ-500	3200	61,55
21	Двигун автомобіля КамАЗ-54115	3100	63,80
22	Двигун автомобіля ЗІЛ-130	3000	49,16
23	Двигун автомобіля КрАЗ-6511	2600	78,04
24	Гідравлічна трансмісія «CLAAS» (ГСТ-90)	4400	14,7
25	Гідравлічна трансмісія «CLAAS» (ГСТ-112)	4300	16,8
26	Коробка передач ХТЗ-150К-09	4500	12,6

1.6 Контрольні питання

1. Які основні показники характеризують стан організації виробничого процесу ремонтного?

2. Які вихідні дані необхідні для лінійного графоаналітичного моделювання виробничого процесу ремонтного підприємства?
3. За якою методикою визначається виробнича програми спеціалізованого ремонтного підприємства?
4. За рахунок яких організаційних заходів можна зменшити тривалість виробничого циклу ремонту виробу?
5. На що вказує коефіцієнт завантаження підприємства?

Орієнтовне розподілення трудомісткості капітального ремонту агрегатів по видам робіт, %

Об'єкт ремонту	Роботи																	
	Розбиральні	Мийні	Дефектувальні	Комплектувальні	Слюсарно-підганяльні	Складальні	Випробувально-регулювальні	Малярні	Електроремонтні	Карбюраторні	Ремонт дизельної паливної апаратури	Слюсарні	Верстатні	Ковальсько-термічні	Газозварювальні	Електрозварювальні	Мідницькі _з	Бляшанські
Двигун трактора і комбайна	4,3	2,2	2,8	2,4	9,0	16,9	8,0	0,6	6,0	-	10,0	4,0	24,0	4,3	1,0	1,0	3,0	0,5
Двигун автомобіля	4,1	1,8	1,6	1,4	9,1	22,5	5,9	0,6	8,9	4,1	-	4,9	28,5	1,6	0,8	1,8	2,4	-
Шасі трактора і комбайна	7,0	3,5	2,5	1,8	23,2	17,6	-	1,4	-	-	-	11,5	19,0	6,3	0,8	5,4	-	-
Шасі автомобіля	6,3	2,3	1,8	2,7	9,4	17,0	3,5	1,0	-	-	-	8,5	39,0	3,7	1,0	3,8	-	-
Коробка передач трактора і комбайна	8,0	3,6	4,0	3,3	17,0	21,1	4,0	2,0	-	-	-	9,0	18,0	4,5	1,5	4,0	-	-
Коробка передач автомобіля	6,3	3,0	4,3	3,3	10,4	16,9	3,9	0,9	-	-	-	6,1	26,2	3,8	0,9	8,0	-	-
Трансмісія і ходова частина трактора	9,5	2,7	3,5	3,5	15,3	21,0	4,0	1,5	-	-	-	8,0	24,0	3,5	1,5	2,0	-	-
Гідравлічна система	4,5	4,5	3,0	3,0	14,5	27,0	2,0	1,5	-	-	-	10,0	13,5	7,0	7,0	2,5	-	-

Річні номінальні ($\Phi_{н.р}$) та дійсні ($\Phi_{д.р}$) фонди часу робочих

Категорії спеціальності	Спеціальність робочого	$\Phi_{н.р}$	Тривалість відпустки, год.	η_p^*	$\Phi_{д.р}$
I	Коваль, акумуляторник, маляр, електрогазозварювальник, мідник	2432	35	0,88	1894
II	Мийник, вулканізаторник, гальванщик, випробувальник	2432	30	0,89	1950
III	Слюсар, верстатник, тесляр	2432	24	0,9	2016

η_p^* - коефіцієнт використання робочого часу.

Річні номінальні ($\Phi_{н.о}$) та дійсні ($\Phi_{д.о}$) фонди обладнання

Тип обладнання	Робота в одну зміну, год.			Робота в дві зміни		
	$\Phi_{н.о}$	$\eta_{обл.}^*$	$\Phi_{д.о}$	$\Phi_{н.о}$	$\eta_{обл.}^*$	$\Phi_{д.о}$
Металооброблювальне, деревообробне, гальванічне, стенди для розбирально-складальних робіт	2432	0,95	2310	4864	0,95	4620
Ковальсько-пресове, термічне, контрольно-випробувальні стенди	2432	0,97	2359	4864	0,96	4667
Зварювальні, мийні установки	2432	0,97	2359	4864	0,95	4620

$\eta_{обл.}^*$ - коефіцієнт використання обладнання.

Практичне заняття № 2

Методики розрахунку обладнання для ремонтного підприємства та його вибір

Мета роботи. Закріпити навички з розрахунку кількості основного обладнання сервісного підприємства та освоєння методик підбору допоміжного обладнання.

Завдання. У процесі самостійної підготовки до роботи письмово відповісти на такі запитання: на які групи поділяється обладнання; яким чином проводиться підбір допоміжного обладнання.

У лабораторії ознайомитись з ремонтно-технологічною документацією, ознайомитись з структурою та принципом роботи сервісних центрів різних рівнів. Ознайомитись з особливостями конструкцій машин і агрегатів. По завданню викладача та спираючись на результати розрахунків попередньої роботи розрахувати кількісний склад основного обладнання заданої ділянки, та підібрати допоміжне.

1. Загальні положення і вказівки щодо виконання роботи

Вихідні дані для визначення складу обладнання – це робочий технологічний процес і трудомісткість виконання окремих видів робіт або операцій. При проектуванні необхідно розрахувати кількість основного обладнання, на якому виконують найбільш складні і трудомісткі операції ремонту машин, агрегатів і відновлення деталей.

До основного обладнання ремонтного підприємства відносяться мийні машини, металообробні верстати, стенди для обкатки і випробування агрегатів і машин в цілому тощо.

Інше обладнання розраховують аналогічно або вибирають за типовими проектами, виходячи з річної програми ремонту, одержаної кількості виробничих робітників в найбільш завантажені періоди, кількості робочих місць і ділянок.

Методи розрахунку і підбору обладнання залежать від типу виробництва (індивідуальне, серійне, масове), обладнання, стадії проектування і необхідного рівня точності. Основні з них проводяться таким чином.

Розбирально-складальні роботи на сервісних підприємствах виконують на стаціонарних робочих місцях або на рухомому потоці. Стаціонарна форма організації розбирально-складальних робіт характеризується тим, що група (бригада) робітників працює на одному нерухомому місці (стенді), до якого подають (або прибирають) необхідні складальні одиниці.

Кількість розбірно-складального обладнання N_{pc} цеху (відділення) або ділянки при стаціонарній формі організації робіт і укрупненому проектуванні визначають по формулі:

$$N_{pc} = \frac{\sum T_{pc}}{\Phi_{до}}, \quad (1)$$

де $\sum T_{pc}$ - сумарна трудомісткість (річна) розбірних або складальних робіт, виконуваних на даному устаткуванні (стенді), год;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи даного обладнання (стенду) з урахуванням змінності, год.

Отримане дробове (розрахункове) число округляють до цілого числа одиниць обладнання. Відношення розрахункового числа обладнання до прийнятого буде коефіцієнтом завантаження обладнання, який повинен складати не менше 0,75.

Більш точно кількість спеціалізованого обладнання можна визначити по залежності:

$$N_{pc} = \frac{T_e \cdot W_o}{\Phi_{до}}, \quad (2)$$

де T_e - трудомісткість розбірних (складальних) операцій одного об'єкту, виконуваних на даному устаткуванні, год.;

W_o - кількість ремонтваних об'єктів в рік за програмою.

Кількість робочих місць (постів) M_{pc} для цеху (відділення) або ділянки при укрупненому проектуванні знаходять по формулі:

$$M_{pc} = \frac{\Sigma T_e}{\Phi_{pm} \cdot P_{cm} \cdot K_{zcp}}, \quad (3)$$

де Φ_{pm} - дійсний фонд часу робочого місця з урахуванням змінності, год.;

P_{cm} - середня густина роботи, тобто середня кількість робітників, що доводяться на одне робоче місце;

K_{zcp} - середній коефіцієнт завантаження робочого місця, рівний 0,75-0,85.

При більш точному розрахунку кількість робочих місць M_c визначають по залежності:

$$M_c = \frac{T_e}{\Phi_{pm} \cdot P}, \quad (4)$$

де T_e - трудомісткість розбірних (складальних) операцій, виконуваних на даному робочому місці протягом року, год.;

P - кількість робітників, одночасно що працюють на одному робочому місці.

Рухома потокова форма організації розбірно-складальних робіт характеризується тим, що ремонтований об'єкт переміщається від одного робочого місця (поста) до іншого, де робітник або група робітників, постійно що знаходяться на цих постах, виконують одні і ті ж операції, що повторюються. Потокова, у тому числі і конвеєрна, збірка (розбирання) може бути із безперервною і періодичною (пульсуючою) подачею ремонтіваних об'єктів.

При безперервному переміщенні конвеєра кількість робочих місць (постів) визначають по загальному такту ремонту:

$$M_n = \frac{\Sigma T_c}{r_o \cdot P_{cp}}, \quad (5)$$

де M_n - кількість постів на конвеєрі;

ΣT_c - сумарна річна трудомісткість робіт на конвеєрі, год.;

r_o - загальний такт робіт на конвеєрі безперервної дії;

P_{cp} - середня густина робіт (в межах 1,2-1,6).

На конвеєрах пульсуючої дії кількість постів визначають по формулі:

$$M_n = \frac{\sum T_c}{r_o \cdot P_{cp}}, \quad (6)$$

де r_o - дійсний такт пульсуючого конвеєра.

В тих випадках, коли час на виконання якої-небудь операції значно перевищує розмір такту, передбачають роботу на паралельних робочих місцях, кількість яких підраховують так:

$$M_p = \frac{T_o}{r_o}, \quad (7)$$

де M_p - кількість паралельних робочих місць;

T_o - час більш тривалої операції, ніж такт ремонту.

Мийно-очисні машини в технологічному процесі ремонту застосовують для зовнішнього миття, миття складальних одиниць, очищення окремих деталей в спеціальних машинах; видалення технологічних забруднень. Вибір машин і установок на кожній стадії миття залежить від організації робіт в різних режимах.

Кількість мийних машин N_m періодичної дії типу ОМ-1438А, ОМ-8036, ОМ-837Г, ОМ-947И, ОМ-4610 складає:

для зовнішнього миття машин в зборі

$$N_m = \frac{\sum W}{\Phi_{do} \cdot g_{\text{ч}} \cdot K_m}, \quad (8)$$

для миття складових частин

$$N_c = \frac{\sum Q}{\Phi_{до} \cdot g_{ч} \cdot K_{зм}}, \quad (9)$$

де $\sum W$ - річна програма підприємства, фізичні одиниці;

$\sum Q$ - сумарна маса складових частин, що підлягають миттю;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи мийної машини із урахуванням змінності, год.;

$g_{ч}$ - продуктивність мийної машини, $од / год$;

$K_{м}$ - коефіцієнт, що враховує використання мийної машини за часом (звичайно приймають рівним 0,85);

$K_{зм}$ - коефіцієнт, що враховує ступінь завантаження і використання мийної машини за часом (приймають рівним 0,65- 0,75).

Сумарна маса складових частин $\sum Q$, що підлягають миттю, на різних етапах технологічного процесу ремонту різна, її підраховують по формулі

$$\sum Q = Q_1 W_1 \beta_1 + Q_2 W_2 \beta_2 + \dots + Q_i W_i \beta_i, \quad (10)$$

де Q_1, Q_2, Q_i - маси окремих об'єктів, що входять в програму;

W_1, W_2, W_i - кількість окремих об'єктів, що входять в програму;

$\beta_1, \beta_2, \beta_i$ - коефіцієнти, що враховують частку маси складальних одиниць, що підлягають миттю, від загальної маси кожного об'єкту.

Коефіцієнти β_i ; залежать від номенклатури ремонтіваних об'єктів і виду забруднень, що видаляються, підраховують його у кожному конкретному випадку.

Кількість конвеєрних мийних машин $N_{км}$ типу АКТБ, ОМ-283 і інших визначають по формулі:

$$N_{км} = \frac{\sum Q}{\Phi_{до} \cdot g_{к} \cdot K_{зк}}, \quad (11)$$

де $g_{к}$ - годинна продуктивність конвеєрної машини, $т / год$;

$K_{зк}$ - коефіцієнт, що враховує ступінь завантаження і використання швидкості конвеєра машини (приймають рівним 0,45 - 0,55).

Годинну продуктивність конвеєрних мийних машин залежно від ефективності миючого розчину розраховують так:

для машин із стрічковим конвеєром:

$$g_k = 60 \cdot p_1 \cdot b \cdot v \cdot K_{зк}, \quad (12)$$

для машин з підвісним конвеєром:

$$g_k = 60 \cdot p_2 \cdot b \cdot v \cdot K_{зк}, \quad (13)$$

де p_1 - питоме навантаження деталей на 1 m^2 конвеєрної стрічки мийної машини, приймають не більше 0,1 m/m^2 ;

p_2 - питоме навантаження на 1 m довжини ланцюга підвісного конвеєра, визначають по технічній характеристиці машини, m / m ;

b - ширина конвеєрної стрічки, m ;

v - швидкість руху конвеєра мийної машини, $m / хв$.

Швидкість руху конвеєра вибирають залежно від ефективності вживаного миючого розчину по формулі:

$$v = \frac{L}{t_m}, \quad (14)$$

де L - довжина конвеєра машини в зоні дії миючого розчину, m ;

t_m - час дії розчином на оброблювані об'єкти (приймають 5,5 - 6,5 $хв$).

Для виконання деяких технологічних операцій використовують мийні (виварювальні) ванни.

Кількість ванн $N_{мв}$ для виварювання крупних деталей підраховують по формулі:

$$N_{мв} = \frac{M \cdot t}{\Phi_{до} \cdot z \cdot K_e}, \quad (15)$$

де M - кількість крупних деталей, що підлягають очищенню

виварюванням, в рік;

t - тривалість виварювання однієї деталі, год.;

$\Phi_{\partial o}$ - дійсний річний фонд часу роботи ванни із урахуванням змінності, год;

z - кількість деталей, які одночасно завантажуються у ванни;

K_g - коефіцієнт використання ванни за часом (приймають рівним 0,95-0,96).

Тривалість виварювання однієї деталі залежить від ступеня її забруднення і миючого препарату, що використовується.

Для видалення стійких вуглецевих відкладень з дрібних деталей або для їх розконсервування кількість ванн N_g визначають по формулі:

$$N_g = \frac{\sum Q \cdot t}{\Phi_{\partial o} \cdot g \cdot K_c}, \quad (16)$$

де $\sum Q$ - сумарна маса деталей, що підлягають очищенню у ванні, т;

t - тривалість виварювання однієї партії деталей, год.;

g - маса одного завантаження ванни, т;

K_c - коефіцієнт, що враховує ступінь завантаження і використання ванни за часом (приймають рівним 0,65 - 0,75).

При розрахунку кількості мийних машин необхідно враховувати, що у багатьох випадках миття повторюють двічі.

Для **контрольно-дефектувальних і комплектувальних робіт** використовують контрольно-випробні стенди різного призначення (гідравлічні випробування блоків, головок блоку, радіаторів і ін.). Необхідну їх кількість N_c підраховують по формулі:

$$N_c = \frac{\sum W_k \cdot t_k}{\Phi_{\partial o} \cdot K_c}, \quad (17)$$

де $\sum W_k$ - кількість контрольованих об'єктів (деталей) за рік;

t_k - тривалість контролю однієї деталі (береться з технічної

характеристики стенду), год.;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу з урахуванням змінності, год.;

K_c - коефіцієнт, що враховує використання стенду за часом (приймають рівним 0,75 - 0,8).

Кількість контрольованих на стенді деталей визначають виходячи з виробничої програми, а також з урахуванням того, що багато деталей на гідравлічних і інших стендах перевіряють двічі (до і після ремонту).

Кількість робочих місць N_{pm} для контрольно-дефектувальних і комплектувальних робіт визначають по формулі:

$$N_{pm} = \frac{\sum T_k}{\Phi_{dm} \cdot P_{cp}}, \quad (18)$$

де $\sum T_k$ - сумарна річна трудомісткість контрольно-дефектувальних або комплектаційних робіт, год.;

Φ_{dm} - дійсний річний фонд часу робочого місця із урахуванням змінності, год.;

P_{cp} - середня густина роботи (приймають 1,2 - 1,5).

Залежно від конструкції і програми ремонтіваних об'єктів робочі місця комплектують по мінімальному типовому переліку контрольованих операцій.

Зварювально-наплавлювальне обладнання широко використовують для відновлення деталей залежно від виду зварки, наплавлення або металізації.

Кількість зварювального і наплавлювального обладнання при укрупнених розрахунках визначають по загальній формулі:

$$N_{pm} = \frac{\sum T_n}{\Phi_{dn} \cdot K_n}, \quad (19)$$

де $\sum T_n$ - сумарна (річна) трудомісткість зварювально-наплавлювальних робіт, год.;

Φ_{dn} - дійсна річна фундація часу роботи зварювально-наплавлювального обладнання із урахуванням змінності, год.;

K_n - коефіцієнт, що враховує використання цього обладнання за часом (у середньому 0,7-0,8).

Для більш точного розрахунку загальний об'єм зварювально-наплавлювальних робіт розподіляють по видах зварки і наплавлення.

Загальний об'єм зварювально-наплавлювальних робіт може бути виражений масою наплавленого на ремонтований об'єкт металу або загальною площею наплавлення в квадратних дециметрах (дм^2). В цьому, випадку кількість зварювального обладнання визначають для кожного виду зварювально-наплавлювальних робіт:

$$N_{pm} = \frac{V_n}{\Phi_{до} \cdot g_n \cdot K_n}, \quad (20)$$

де V_n - річний об'єм певного виду наплавлення, кг або дм^3 ;

g_n - продуктивність даного обладнання, кг / год або $\text{дм}^3 / \text{год}$.

Продуктивність наплавлювального обладнання змінюється залежно від товщини шару і багатьох інших чинників, що наплавляється. При укрупнених розрахунках зварювального обладнання можна використовувати середню продуктивність обладнання, приведену в табл.1.

Таблиця 1 - Середня продуктивність зварювальних і наплавлювальних робіт

Параметри	Ручне електродугове зварювання	Механізоване наплавлення		
		під шаром флюсу і в захисних середовищах	Вібро- дугове	електро- імпульсне
Зварювальне обладнання				
Товщина шару, що наноситься, мм	2-4	2-4	1,5-2,5	0,40-0,75
Продуктивність по масі розплавленого металу, кг/год.	0,6-1	2,2-2,8	1-1,2	0,8-1
за площею покриття, дм ² /год.	3,5-4,5	6,8-8,8	4,2-5,8	4,6-5,2
Продуктивність по масі дроту, що розплавляється, кг/год.	-	0,3	0,5	0,7-0,8
за площею, дм ² /год.	-	7,5	4,5	3,5

Продуктивність газополуменевого зварювання залежить в основному від товщини зварюваного металу.

Середня продуктивність при відновленні деталей електродуговим металізатором ЕМ-14 складає 4,5-6,5 кг/год., ЕМ-12 - 8-12 кг/год., а газополуменевим МГН-2 - 4,2-6,8 кг/год.

Більш точно зварювальне і наплавлювальне обладнання розраховують на підставі розроблених технологічних процесів відновлення деталей. При цьому, виходячи з програми, по кожному виду зварювання і наплавлення підраховують річний об'єм робіт по масі металу, що наплавляється, або за площею поверхні, що наплавляється, і остаточно уточнюють кількість і номенклатуру зварювально-наплавлювального обладнання.

Обладнання для гальванічних покриттів використовують при відновленні деталей. При цьому виконують зносостійке хромування і залізнення, захисні покриття: міднення і цинкова, а також декоративні покриття хромуванням і нікелюванням.

В гальванічних цехах (відділеннях) спочатку готують поверхні до покриттів шліфуванням і поліруванням, а для гальванічного покриття використовують гальванічні ванни і перетворювачі.

Кількість гальванічних ванн $N_{зв}$ по окремих видах покриттів визначають по формулі:

$$N_{зв} = \frac{S_p}{S_z \cdot \Phi_{дз}}, \quad (21)$$

де S_p - річний об'єм робіт для окремих видів покриттів за площею, дм^2 ;

S_z - годинна продуктивність ванни за площею, дм^2 ;

$\Phi_{дз}$ - дійсна річний фонд часу роботи ванни з урахуванням змінності, год.

Річний об'єм робіт по окремих видах покриттів визначають по нормах, розроблених на одиницю ремонтваного об'єкту по номенклатурі відновлюваних до них деталей на основі технологічних процесів відповідно до виробничої програми цеху (ділянки).

Годинну продуктивність гальванічної ванни визначають по формулі:

$$S_z = \frac{S_g \cdot C \cdot D_k \cdot a}{1000 \cdot n \cdot p \cdot k_1 \cdot k_2}, \quad (22)$$

де S_g - поверхня покриття деталей, одночасно завантажувальних у ванну, дм^2 ;

C - електрохімічний еквівалент, $\text{г} / \text{А} \cdot \text{год}.$;

D_k - густина струму, $\text{А} / \text{дм}^2$;

a - вихід по струму %;

n - товщина покриття, мм, що наноситься;

p - густина металу, що наноситься, $\text{г} / \text{см}^3$;

k_1 - коефіцієнт, що враховує втрати часу на завантаження-вивантаження деталей (залежить від виду покриття);

k_2 - коефіцієнт, що враховує втрати часу на підготовчо-заклучні операції (при однозмінній роботі його приймають рівним 1,06 - 1,10, при двозмінній - 1,03 - 1,05).

Площу поверхні покриття деталей, одночасно завантажених у ванну, підраховують по формулі:

$$S_g = S_y \cdot L_g, \quad (23)$$

де S_y - питоме завантаження катодних штанг, $\text{дм}^2 / \text{м}$;

L_g - довжина робочого простору ванни, м.

Робочий простір ванни підбирають залежно від розмірів відновлюваних деталей з урахуванням максимального її використання. Годинну продуктивність ванн по окремих видах гальванічних покриттів можна розрахувати по параметрах, приведених в (Додатку 2).

Іноді при проектуванні річний об'єм гальванічних робіт виражають в годинах, в цьому випадку кількість годин роботи гальванічних ванн $T_{г.в}$ кожного виду покриття визначають по формулі:

$$T_{г.в} = \frac{S_p \cdot t}{S_g}, \quad (24)$$

де S_p - річна програма;

S_e - кількість завантажень у ванну з врахуванням річної програми;

t - тривалість роботи ванни при одному завантаженні, год.

Тривалість операції (одного завантаження) визначають по виразу:

$$t = (t_0 + t_e) \cdot \eta_{n.з}, \quad (25)$$

де t_0 - основний технологічний час операції (тривалість електролізу), год.;

t_e - допоміжний час операції, год.;

$\eta_{n.з}$ - коефіцієнт, що враховує час на підготовчо-заклучні операції, обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби.

Тривалість електролізу при одному завантаженні характеризується виразом:

$$t_0 = \frac{1000 \cdot n \cdot p}{C \cdot D_\kappa^a}, \quad (26)$$

Коефіцієнт $\eta_{n.з} = 1,13$ і складається з витрат на підготовчо-заклучні операції (2 % від t_0), обслуговування робочого місця (6 % від t_0), відпочинок, а також часу на особисті потреби (5 % від t_0).

Кількість гальванічних ванн для кожного виду покриття визначають по формулі:

$$N_{зв} = \frac{T_{зв}}{\Phi_{до}}. \quad (27)$$

При розрахунку джерел живлення ванн електричним струмом враховують сумарну потребу в струмі:

$$I = D_\kappa \cdot T_e \cdot k, \quad (28)$$

де I - сила струму, необхідна для роботи однієї ванни, А;

D_κ - густина струму для даного виду покриттів, A / dm^2 ;

k - коефіцієнт, що враховує нанесення покриття на поверхню деталей і підвіски (рівний 1,03 - 1,06), що не зношується (неізолювану), тобто 3-5 % необхідної поверхні покриття.

Кількість шліфувальних і полірувальних верстатів для механічної підготовки поверхонь деталей під покриття визначають по продуктивності цих верстатів (табл. 2).

Таблиця 2 - Продуктивність шліфувальних та полірувальних верстатів

Технологічні операції	Площа поверхні, що покривається	
	до 1 дм^2	більше 1 дм^2
Шліфування для зносостійкого хромування або залізнєння деталей:		
чавунних	36	51
сталевих	42	64
Полірування для зносостійкого хромування або залізнєння деталей:		
чавунних	42	58
сталевих	48	72
Полірування для декоративного хромування деталей:		
чавунних	22	32
сталевих	23	34

$$N_{\text{ун}} = \frac{S_p}{\Phi_{\text{до}} \cdot g_c}, \quad (29)$$

де S_p - річний об'єм робіт по шліфуванню або поліруванню, дм^2 ;

$\Phi_{\text{до}}$ - дійсна річна фундація часу роботи верстата, год;

g_c - годинна (середня) продуктивність верстата, $\text{дм}^2 / \text{год}$.

Допоміжне обладнання для виконання гальванічних робіт підбирають комплектами залежно від вигляду і програми робіт основного обладнання.

Металоріжуче обладнання, його кількість, вигляд і розміри залежать від номенклатури ремонтіваних об'єктів і типу виробництва.

На ремонтних підприємствах, де в більшості випадків номенклатура оброблюваних деталей точно не встановлена і дуже різноманітна, кількість

металоріжучих верстатів при укрупнених розрахунках визначають по трудомісткості верстатних робіт або техніко - економічних показників.

Розрахунок типу верстатів по трудомісткості ведеться в тих випадках, коли відома загальна трудомісткість у годинниках або по видах робіт (токарних, фрезерних, свердлильних і ін.) по формулі:

$$N_{cm} = \frac{T_{me}}{\Phi_{до} \cdot K_3}, \quad (30)$$

де T_{me} - загальна річна трудомісткість верстатних робіт або по видах, рік;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи верстата з урахуванням кількості робочих змін, рік;

K_3 - коефіцієнт завантаження верстата за часом (звичайно приймають не менш 0,85).

Кількість верстатів визначають за техніко - економічними показниками в тих випадках, коли відомі річний випуск із одного верстата, вимірюваний тоннами, одиницями або грошовим вираженням, і час, витрачений на обробку одного комплексу деталей ремонтovanого об'єкта або на одну тону оброблюваних деталей або на одиницю потужності ремонтovanого виробу.

При проведенні більш точних розрахунків кількість верстатів визначають одночасно по декількох показниках, наприклад:

$$N_{em} = \frac{Q_p}{g \cdot n_c \cdot K_3} \quad (31)$$

та:

$$N_{em} = \frac{h \cdot Q_p}{\Phi_{до} \cdot n_d \cdot K_3}, \quad (32)$$

де Q_p - річна програма підприємства, т або од.;

g - річний випуск з одного верстата в зміну, т або од.;

n_d - кількість робочих змін за добу;

h - час, що затрачує на 1 т або 1 од.

Якщо показники g і h правильні, то при розрахунках вийде однакова кількість верстатів.

Марки верстатів підбирають з урахуванням технологічних процесів і розмірів оброблюваних деталей.

Розрахунок верстатів за даними технологічного процесу найточніший, але його застосовують в тих випадках, коли встановлена номенклатура деталей і на них розроблені технологічні процеси виготовлення або відновлення.

Кількість верстатів визначають по формулі:

$$N_{\text{ст}} = \frac{\sum T_n \cdot W_n}{\Phi_{\text{до}} \cdot K_3}, \quad (33)$$

де T_n - сума часу нормування всіх операцій, год.;

W_n - кількість деталей, що входять в програму.

Після розрахунку кількості верстатів будь-яким з розглянутих методів і остаточного їх підбору по марках складають зведену відомість обладнання даного підприємства.

Розрахунок ковальсько-пресового обладнання залежить від номенклатури ремонтованих об'єктів, що становлять виробничу програму.

Для укрупнених розрахунків ковальсько-пресового обладнання використовують норми поковок на один ремонтований об'єкт - представник (Додаток 3) і за допомогою коефіцієнта приведення K_{np} визначають загальну масу поковок на річну програму Q_p по формулі:

$$Q_p = m_n \cdot K_{np} \cdot W_p, \quad (34)$$

де m_n - маса деталей, відновлюваних або виготовляються в кузні на один ремонтований об'єкт по нормативах аналогічного діючого підприємства, кг;

W_p - річна програма даних об'єктів.

Коефіцієнт приведення K_{np} визначають по формулі:

$$K_{np} = \mu \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{M_x}{M_n}\right)^2}, \quad (35)$$

де M_x - маса об'єкту, направленого до ремонту, кг;

M_n - маса близького по конструкції об'єкту, для якого об'єм поковок при його ремонті відомий, кг;

μ - поправочний коефіцієнт, приймають в межах 0,95-1,05 (менше значення при $M_x > M_n$).

Кількість горнів N_p визначають по формулі:

$$N_p = \frac{Q_p}{g_p \cdot \Phi_{до}}, \quad (36)$$

де Q_p - річна маса деталей, що підлягають нагріванню, кг;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи горна із урахуванням кількості змін, год.;

g_p - годинна продуктивність горна (приймають рівній 6-10 кг / год.).

Кількість нагрівальних ковальських печей N_n підраховують по формулі:

$$N_n = \frac{Q_p}{g_n \cdot \Phi_{до} \cdot K_n}, \quad (37)$$

де g_n - годинна продуктивність нагрівальної печі, кг/год.;

K_n - коефіцієнт, що враховує завантаження печі по масі (приймають не менше 0,75).

Середня питома продуктивність камерних нагрівальних печей, які частіше за все застосовують на ремонтних підприємствах, складає 200-250 кг / год. з 1 м² площі поду печі.

Кількість молотів N_m для вільної ковки визначають по формулі:

$$N_m = \frac{Q_p}{g_k \cdot \Phi_{до}}, \quad (38)$$

де g_k - годинна продуктивність ковки молотом, $кг / год$.

При розрахунку виходять з маси оброблюваних деталей і падаючих частин молота.

При виборі поду нагрівальної печі необхідно враховувати повторність нагріву поковок в процесі їх виготовлення або ремонту.

Обладнання для термічних робіт. Об'єм термічних робіт звичайно вимірюють масою оброблюваних деталей.

Для відпалу, нормалізації, цементації, гартування і відпустки використовують камерні нагрівальні печі Н-30, Н-45 і ін. Газову цементацію проводять в спеціальних електричних шахтних печах Ц-35, Ц-60 і ін. В термічних відділеннях використовують також нафтові і газові печі, ванні і спеціальні електричні ресорні печі.

Кількість печей будь-якого вигляду N_n для виконання термічної обробки визначають по формулі:

$$N_n = \frac{Q_{m.o}}{g_n \cdot \Phi_{до} \cdot K_n}, \quad (39)$$

де $Q_{m.o}$ - річний об'єм певного виду термічних робіт, $кг$;

g_n - годинна продуктивність печі при виконанні даного виду робіт, $кг / год$;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи печі з урахуванням числа робочих змін, $год$;

K_n - коефіцієнт, що враховує завантаження поду печі по масі (приймають рівним 0,6 - 0,7).

Кількість печей для цементації визначають по формулі:

$$N_n = \frac{Q_y \cdot t_y}{g_y \cdot \Phi_{до} \cdot K_n}, \quad (40)$$

де Q_y - річний об'єм робіт по цементації деталей, кг ;

t_y - середня тривалість цементації деталей одного завантаження, год.;

g_y - маса цементованих деталей на одне завантаження, кг .

Годинна продуктивність печей береться за даними технічних характеристик обладнання.

Випробувальні стенди. Відповідно до технічних умов кожний відремонтований об'єкт піддають обкатці і випробуванню.

Кількість випробувальних стендів або установок $N_{в.с.}$ підраховують по формулі:

$$N_{в.с.} = \frac{W_p \cdot a_n \cdot (t_1 + t_2)}{\Phi_{до} \cdot K_c}, \quad (41)$$

але, враховуючи, що:

$$\frac{W_p}{\Phi_{до}} = \frac{1}{r_0}, \quad (42)$$

можна представити

$$N_{в.с.} = \frac{a_n \cdot (t_1 + t_2)}{r_0 \cdot K_c}, \quad (43)$$

де W_p - річна програма ремонтів об'єктів, од.;

$\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи установок із урахуванням числа робочих змін, год.;

r_0 - загальний такт випуску об'єктів з ремонту, год./од.;

a_n - коефіцієнт повторності обкатки і випробування (приймають рівним 1,05-1,15);

t_1 - тривалість обкатки і випробування одного об'єкту, год.;

t_2 - час установки і зняття об'єкту із урахуванням необхідного переналадження стенду, год.;

K_c - коефіцієнт використання стенду за часом (приймають рівним 0,90 - 0,95).

Час установки і зняття із урахуванням переналагодження стенду для карбюраторних двигунів складає 0,25 - 0,35 год., для дизелів - 0,50 - 0,65 год. Тривалість обкатки і випробування автотракторних двигунів представлена в таблиці 3.

Таблиця 3 - Тривалість обкатки і випробування автотракторних двигунів

Двигуни	Тривалість обкатки і випробування, год.
ЯМЗ-240Б	4,00
ЯМЗ-238НБ	2,66
СМД-60, СМД-62, СМД-64	2,05
А-01М	2,00
А-41	1,50
СМД-14 всіх модифікацій	2,66
Д-240, Д-240Л	2,16
Д-65Н, Д-65М	1,58
Д-37 і Д-21 всі модифікації	2,08
ЗМЗ-53	1,33
ЗІЛ-130	2,08

Кількість стендів для контрольного огляду і доукомплектування двигунів розраховують по річній трудомісткості цих робіт і дійсному фонду часу.

Обладнання для малярних робіт. До малярних робіт відносяться: знежирення поверхні уайт-спіритом або його замінниками, протирання поверхонь дрантям і обдування стислим повітрям, ґрунтовка, шпаклівка, фарбування і сушка.

Виробнича програма малярних відділень залежить від кількості пофарбованих об'єктів або площі, що підлягає фарбуванню.

Основним обладнанням малярних відділень є камери для фарбування і сушки. Решту обладнання підбирають залежно від конструктивних особливостей основного обладнання і програми робіт.

Кількість фарбувальних камер $N_{к.о}$ визначають по формулі:

$$N_{к.о} = \frac{\sum F \cdot t}{\Phi_{до}}, \quad (44)$$

де $\sum F$ - загальна (сумарна) площа об'єктів, що підлягають фарбуванню протягом року, $м^2$;

t - тривалість фарбування 1 $м^2$ із урахуванням завантаження і вивантаження об'єктів, год.;

$\Phi_{до}$ - дійсна річний фонд часу роботи камери із урахуванням числа робочих змін, год.

Тривалість фарбування залежить від групи складності, конфігурації пофарбованих об'єктів і в середньому може бути прийнятий для першої групи складності 0,027 год / $м^2$, для другої - 0,042 і для третьої - 0,063 год / $м^2$. При нанесенні ґрунтовки і фарбування фактичну площу одержують подвоєнням отриманої розрахунковим шляхом.

Кількість сушильних камер визначають по формулі:

$$N_{к.с} = \frac{(t_1 + t_2) \sum F}{\Phi_{до} \cdot f}, \quad (45)$$

де t_1 - тривалість сушки одного завантаження камери, год.;

t_2 - час на завантаження і вивантаження одного комплекту об'єктів (орієнтовно приймають 0,15 - 0,30);

$\sum F$ - сумарна площа, що підлягає сушці за рік, $м^2$;

f - площа, яка просушується за одне завантаження, $м^2$.

Кількість комплектів фарбувально-сушильного обладнання для певних марок машин розраховують по продуктивності комплекту по формулі:

$$N_{к} = \frac{W_p}{g \cdot n_p}, \quad (46)$$

де W_p - річна програма об'єктів, що підлягають забарвленню, од.;

g - змінна продуктивність комплекту фарбувально-сушильного обладнання, од./зміну;

n_p - річна кількість змін роботи підприємства.

Продуктивність комплектів фарбувально-сушильного обладнання беруть з технічних характеристик.

1.2 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з методиками та специфікою розрахунків основного обладнання та підбору допоміжного.

2. Описати технологічний процес виконання робіт для заданої ділянки згідно варіанту (*Додаток 1*).

3. Спираючись на результати розрахунків трудомісткості робіт за їх видами попередньої роботи, розрахувати для заданої ділянки згідно варіанту (*Додаток 1*) кількість основного обладнання та підібрати допоміжне з урахуванням їх фондів часу.

4. Результати розрахунків занести до таблиці 4.

Таблиця 4 - Звідні данні по визначенню кількості основного та допоміжного обладнання ділянки сервісного центру

Позиція на плануванні	Найменування обладнання	Марка, тип	Кількість, шт.	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м ²
1					
2					
3					

5. Визначити загальну площу ділянки сервісного центру та провести її технологічне планування.

1.3 Контрольні запитання

1. За якою методикою визначається кількість мийних машин?

2. Як визначити кількість обкатувально-випробовувальних стендів для ділянки з обкатки двигунів

3. Як визначити кількість обладнання для механічного відділення ?

4. Дайте визначення основному, та допоміжному обладнанню?

5. За якою методикою визначається кількість допоміжного обладнання?

Варіанти індивідуальних завдань

№ варіанту	Найменування ділянки, що проектується для сервісного центру
1	Ремонту та складання паливної апаратури
2	Розбирально-мийна
3	Ремонту агрегатів системи мащення двигуна
4	Контрольно-сортувальна
5	Ремонту агрегатів газорозподільчастого механізму
6	Остаточного складання двигуна
7	Обкатки та випробовування двигунів
8	Слюсарно-механічна
9	Ковальсько-термічна
10	Зварювально-наплавлювальна
11	Складання коробок передач
12	Обкатки та випробовування коробок зміни передач
13	Розбирально-мийна
14	Слюсарно-механічна
15	Гальванічна
16	Контрольно-сортувальна
17	Розбирально-мийна
18	Ремонту деталей кривошипно-шатунного механізму
19	Обкатки та випробовування двигунів
20	Ремонту агрегатів електрообладнання
21	Комплектування деталей
22	Розбирально-мийна
23	Складання вузлів двигуна
24	Слюсарно-механічна
25	Обкатки та випробовування гідромашин
26	Зварювально-наплавлювальна

Основні технічні дані по окремих видах гальванічних покриттів

Гальванічне покриття	Електрохімічний еквівалент С, г/А·год.	Густина струму А/дм ²	Вихід по струму а, %	Товщина покриття h, мм	Густина металу покриття ρ, г/см ³	Коефіцієнт К ₁	Питоме завантаження штанг S _y , дм ² /м
Хромування зносостійке	0,324	50-75	13-15	0,2-0,3	6,90	1,02-1,05	10
декоративне	0,324	20-25	13-15	0,001	6,90	5-12	20
Залізнення гаряче	1,042	30-50	75-85	0,5-1,2	7,85	1,04-1,11	10
холодне	1,042	10-18	45-50	0,3-0,5	7,85	1,04-1,11	10
Нікелювання	1,094	3	95	0,015-0,020	8,85	1,10-1,24	30
Медніння	1,86	3	95	0,20-0,30	8,91	1,15-1,38	20
Цинковка (захисне)	1,220	2	95	0,010	7,10	1,28-1,67	30

Об'єми ковальських робіт при ремонті деяких об'єктів, %

Ремонтовані об'єкти	Ремонт			Виготовлення			
	маса деталей на об'єкті, кг	ковка вручну	ковка під молотами	маса деталей на об'єкті, кг	ковка вручну	ковка під молотами	ковка під пресами
Трактор Т-170	155	75-95	5-25	345	0-20	65-85	5-10
двигун	10-15	70-90	10-30	2-3	0-25	60-95	5-8
шасі	138-147	70-85	15-30	42-43	0-20	65-95	5-8
Автомобіль вантажний ГАЗ-53	42	60-75	25-40	38	0-18	70-85	5-10
Двигун із зчепленням	4-6	75-95	5-25	1-2	0-15	75-95	4-8
коробка передач	5-7	80-95	5-20	10-14	0-15	75-90	5-10
задній міст	12-18	80-100	0-20	8-12	0-15	75-85	6-10
передній міст	10-14	70-95	5-30	4-8	0-20	65-85	8-12

Табель рекомендуемого обладнання та оснастки

Найменування обладнання	Марка, номер креслення, ДСТУ	Займана площа, м ²	Габаритні розміри, мм
1	2	3	4
1. Металорізальне обладнання			
Верстат токарно-гвинторізний	16K20	4,82	3080×1565
Верстат токарно-гвинторізний	1M63	6,00	3550×1690
Верстат вертикально-свердильний	2H135	1,00	1240×810
Верстат універсально-фрезерний	6P81Ш	4,72	1925×2445
Верстат настільно-свердильний	2M112	0,5	700×360
Верстат комбінований	1E95 (1B95)	6,00	4000×1500
Верстат обдирочно-шліфувальний	3Б634	0,67	1000×665
Верстат точильно-шліфувальний	3Б631А	0,15	470×330
Електроножиці	ИЭ-5403АУ2	0,03	270×105
Машина електрошліфувальна з гнучким валом	ИЭ-6103	0,15	470×330
2. Ковальське обладнання			
Горн ковальський на одне вогнище	5903-26	1,1	1100×1000
Горн ковальський на два вогнища	0905	2,78	2280×1220
Молот ковальський пневматичний	М-4129	0,96	1500×640
Прес гідравлічний	ОКС-1671М	0,96	1500×640
Вентилятор ковальський	ОКС-3361А	-	-
Наковальня ковальська	ГОСТ 11398-75	0,6	102×120

Продовження додатку 4

1	2	3	4
3. Зварювальне обладнання			
Трансформатор зварювальний	ДТ-306		
Перетворювач зварювальний	ПД.-305	0,38	650×580
Генератор пересувний	АСП-1,25	0,95	1015×590
Пост газопорошкового наплавлення на пропані	01-05-148	0,07	Ø295
4. Обладнання для мащення і заправки			
Компресор повітряний	1555-2B5	0,39	650×600
Нагнітач мастила	03-9903	0,25	700×380
Установка для мащення і заправки	03-4967М	1,20	1450×810
Установка для мащення і заправки	03-9902А	1,50	1500×900
Бак маслороздаточний	133М 03-1587	0,15	410×380
5. Мийне обладнання			
Машина для очищення агрегатів, вузлів та деталей	ОМ-1366Г-01	2,24	5630×4000
Машина для очищення вузлів та деталей	ОМ-14266	1,43	1300×1100
Машина для очищення сільськогосподарських машин, їх агрегатів і другого обладнання	ОМ-2871Б	1,2	1360×954
Установка для промивання системи мащення	ОМ-2871Б	0,88	1070×825
6. Підйомно-транспортне обладнання			
Кран консольно-поворотний	КПК-05	-	-
Пристрій для переміщення тракторів на лінії збирання	ОПТ-1326	-	-
Кран підвісний однобалочний	ДСТУ 7890-73	-	-
Домкрат гаражний гідравлічний	П-304	0,6	2010×310
Таль електричний	ТЭ 100-511	-	-

Продовження додатку 4

1	2	3	4
Візок для переміщення агрегатів	ОПТ-7353	-	-
7. Контрольно-діагностичне обладнання			
Стенд обкаточний гальмівний	КИ-5543М	0,8	1000×800
Стенд універсальний для випробовування масляних насосів та фільтрів двигунів	КИ-5278М1 КИ-22205	0,62	1100×620
Стенд для випробування гідроагрегатів	КИ-4815М	1,41	1635×875
Стенд для випробування паливної дизельної апаратури	КИ-15716	0,68	1100×620
Стенд для випробування і регулювання форсунок	КИ-15706-1	0,24	785×340
Стенд для випробування електрообладнання	КИ-968М	0,9	1065×865
Комплект обладнання для технічного обслуговування акумуляторів	КИ-389	-	-
Вольтамперметр переносний	К-1093	-	-
Робоче місце майстра-наладчика	ОРГ4999А	10,0	-
Комплект переносних діагностичних приладів	КИ-13924	-	-
Пристрій для перевірки напівпровідникових приладів	КИ-11389	-	-
8. Ремонтно-технологічне обладнання			
Стенд для обкатки сільськогосподарських машин і гідроприводів	ОРГ-16342	1,8	2070×880

Продовження додатку 4

1	2	3	4
Стенд для рознімання остова колісних тракторів класу 1,4	ОР-16346		-
Стенд для розбирання та складання коробок передач	ОР-6787	1,1	1465×700
Стенд для розбирання та складання кареток	ОПР-1402	0,64	1600×400
Установка для заточування ножів ріжучих апаратів	ОР-3562	0,51	810×675
Верста для шліфування фасок клапанів і торців сферичних товчаків	ЦКБ-Р-108	1,08	1090×1000
Пристрій планетарно- шліфувальний для шліфування фасок гнізд клапанів	ОПР-1334-01	0,48	870×575
Стенд для притирання клапанів	ОР-6787М	1,2	1100×1060
Пристрій для монтажу і демонтажу пружин клапанів автотракторних двигунів	ОР-9913	0,12	250×600
Комплект оснастки для технологічного процесу поточного ремонті двигунів	70-7823-3709	-	-
Пост для збирання і ремонті сільськогосподарської техніки	ОР-9964	0,87	1170×745
Ключ динамометричний	ОРГ-8928	-	-
Пістолет для обдування деталей стиснутим повітрям	С-417	-	-
Шафа сушильна з електропідігрівом	ПВ-18010	0,06	300×200

Продовження додатку 4

1	2	3	4
Апарат вулканізаційний	ОШ-8970	0,42	790×540
Стенд для розбирання та складання форсунок	ОР-5227	0,42	790×540
Комплект пристосувань і інструменту для проведення ТО дизельної паливної апаратури	ОР-15727	-	-
Пристрій для висадки кінців паливо проводів високого тиску	ПТ-265-00	-	-
Пристрій для висадки кінців паливо проводів низького тиску	ПТ-265-10Б	-	-
Комплект пристосувань для ремонту акумуляторних батарей	ПТ-7300		
Стенд універсальний для розбирання шасі тракторів класу 1,4, 3, 5.	ОР-16327	1,0	1050×945
Пристрій зарядний	ВСА-5К		
Комплект пристосувань для автотракторного обладнання	ПТ-761-2	0,07	340×230
Установка гідрофікована для проведення ремонтних робіт	ОР-12561	0,55	1000×550
Комплект універсальний для ремонту деталей з тріщинами	ОР-11362	0,15	330×465
Комплект оснастки для технічного обслуговування і поточного ремонту гідроприводів сільськогосподарської техніки	ОР-12510	1,68	1400×1200
Комплект пристосувань для поточного ремонту комбайнів і усунення відказів в польових умовах	ОР-6850	-	-
Пристосування для ремонту різьбових отворів	ПІМ-5526	0,05	700×700
Трубогин ручний	ОКС-8954	-	-
9. Обладнання для фарбування			
Установка для фарбування комбінованим методом	"ЗАРЯ-1"	-	-

Закінчення додатку 4

1	2	3	4
Установка пересувна сушильна	УСНО-1 "Квант"	-	-
Фарборозпилювач	КРУ-1, КРП-3	-	-
Машина пневматична шліфувальна	ИП-2009	-	-
10. Організаційно-технологічна оснастка			
Стіл для контролю і мийки двигунів	ОКС-7523	1,92	2400×800
Стіл дефектувальника	ОРГ-1468-01-090А	1,9	1900×1000
Верстак акумуляторника	5106.000	1,9	1900×1000
Шафа для балонів з киснем	5127.000	0,80	1905×460
Стіл зварювальника	5129.000	0,33	800×430
Шафа для зберігання електроліту і дистильованої води	0207	0,02	500×400
Тумбочка для інструмента	5147.000	0,35	660×550
Ларь для обтирочних матеріалів	5133.000	0,5	1000×500
Ящик для піску	5139.000	0,25	500×500
Ванна для приготування електроліту	2252	0,23	740×300
Секція стелажа	5152.000	2,24	1400×1640
Стелаж для радіаторів і бензобаків	5121.000	0,95	1400×700
Стелаж для зберігання акумуляторних батарей	5123.000	1,12	2215×515
Стелаж з полицями, що обертаються	5118.000	0,88	800×1100
Бак для збирання відпрацьованого мастила	ОРГ-8911А	0,30	736×400

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література:

1. Дирда В. І. Технологія ремонту машин [підручник] / В. І Дирда, А. С. Кобець, П. Т. Мельянцов та ін. // - Дніпро : Журфонд, 2017. – 160 с.
- 2 Ремонт машин. Дипломне проектування: навч. посіб. / В. І. Дирда, П. Т. Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. // - Дніпропетровськ, Журфонд, 2016. – 284 с.
3. Дирда В. І. Ремонт машин та обладнання [підручник] / В. І Дирда, П. Т. Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. // - Дніпропетровськ : Журфонд, 2015. – 292 с.
4. Дирда В. І. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК [навчальний посібник] / В. І Дирда, П. Т. Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. // - Дніпропетровськ : «Герда», 2014. – 100 с.
5. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин: навч. посібник. Т. 1 / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, Т. С. Скобло, І. М. Рибалко [та ін.]; за ред. О. І. Сідашенка, О. В. Тіхонова. – Харків : Пром-Арт, 2018. – 416.
6. Хітров І. О. Ремонт машин і обладнання: Навч. Посібник / О. І. Хітров, В. С. Гавриш. – Рівне : НУВГП, 2012. – 184 с.

Додаткова література:

1. Основи надійності технічних і технологічних систем в сільськогосподарському машинобудуванні : навч. посіб. / Ю. В. Армашов, А. С. Кобець, П. Т. Мельянцов ; за ред. проф. А. С. Кобця. – Дніпро : Видавець Біла К. О., 2022. – 632 с.
2. Ремонт машин. Підручник / За ред. О. І. Сідашенка, А. Я. Поліського – Х. : Міськдрук, 2010. – 744 с.
3. Практикум з ремонту машин. / За ред. О. І. Сідашенка, О. В. Тіхонов. – Х. : ХНТУСГ, 2007. – 415с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http:// www.nbuv.gov.ua/node/ 2116](http://www.nbuv.gov.ua/node/2116).
2. Методи відновлення деталей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://speranza-ua.com>

Навчально-методичне видання

ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАННЯ ТА РЕМОНТУ КГТЗ

Методичні вказівки до практичних робіт
для студентів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування,
спеціалізації «Колісні та гусеничні транспортні засоби» (магістерський рівень)

Підписано до друку 22.05.2023. Формат 60х84 ¹/₁₆. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. 1,42. Умов.-друк. арк. 2,91. Замовлення № 43

Свідоцтво суб'єкта видавничої поліграфії ДК 7709 від 14.12.2022

Український державний університет науки і технологій
49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2

Редакційно-видавничий відділ УДУНТ