НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ТИМОЧКО
Василь Олегович

ЕФЕКТИВНІ ВИРОБНИЧІ СТРУКТУРИ ДІЛЬНИЦЬ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ КЛАСІВ 1,4 і 0,9

(на прикладі ремонтних майстерень господарств заходу України)

Спеціальність 05.20.03 — експлуатація, відновлення та ремонт сільськогосподарської техніки

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ — 1995

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00761297 (W)

Робота виконана у Льві
подарсько

Науковий керівник — Семкович О. Д.

Науковий консультант — кандидат технічних наук, доцент Сидорчук О. В.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Кравець І. А.; кандидат технічних наук Ковальчук В. І.

Провідна установа — ВАТ Львівагроремашпостач.

Захист відбудеться «19» жовтня 1995 р. о 1430 год. на засіданні спеціалізованої вченої Ради Д. 01. 05. 04 в Національному аграрному університеті за адресою: 252041, м. Київ-41, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус 7, аудиторія 27.

Просимо взяти участь в обговоренні дисертації під час її захисту або надіслати відгук на автореферат у 2-х примірниках, завірених печаткою, за адресою: 252041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного аграрного університету.

Автореферат надісланий «14» вересня 1995 р.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Вчений секретар спеціалізованої ради Д. 01. 05. 04, кандидат технічних наук, доцент **В. Д. ГРЕЧКОСІЙ**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Передумовою забезпечення високого рівня експлуатаційної надійності тракторів та їх ефективного використання є вчасне виконання ремонтно-обслуговуючих втручань. Важливе місце у структурі цих втручань належить поточному ремонту (ПР) тракторів, який виконують, як правило, у ремонтних майстернях господарств (РМГ).

Недостатньо точне обгрунтування доцільних виробничих площ РМГ, кількості слюсарів-ремонтників призводить до понаддопустимих простоїв тракторів у ремонті, з одного боку, і високої собівартості ремонту- з іншого. Оскільки площа ремонтно- монтажної дільниці (РМД) типових проектів РМГ займає понад 60% від виробничої площі і там виконують більше 80% від обсягу робіт з поточного ремонту (ПР) тракторів, то пошук шляхів оптимізації структури РМД є важливою інженерною задачею, актуальною в теорії і в практиці.

Дисертація є частиною науково-дослідницьких робіт, виконаних у Львівському державному сільськогосподарському інституті за наступними темами: "Розробити і впровадити процеси ремонту сільськогосподарської техніки, що забезпечують основні вимоги господарств західного регіону України" на 1986-1990 рр. (№ ДР у ВНТІЦ 01.87.0050847); "Організаційно-технологічна взаємодія в системі ремонту і експлуатації МТП" на 1991-1995 рр.

Мета роботи- уможливити дотримання часових обмежень на тривалість ПР тракторів класів 1,4 і 0,9 за рахунок оптимізації структури РМД.

Предмет дослідження- залежність між виробничою структурою РМД і показниками ефективності процесу ПР тракторів за умови якісної неоднорідності та стохастичного характеру потоку надходження їх у ремонт.

Об'єкти дослідження- трактори МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6АЛ, Т-40, обладнання для розбирально-складальних робіт, технологічні процеси ПР тракторів, ремонтно-монтажна дільниця.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше запропоновано теоретичні засади розрахунку структури РМД з урахуванням технологічних обмежень механізованих сільськогосподарських процесів на тривалість перебування тракторів у ремонті. Розроблено: імітаційну модель роботи РМД, яка враховує ймовірний характер вхідного потоку тракторів у ремонт, часові обмеження на виконання ремонтних втручань, структурні властивості процесів ПР тракторів та ефективність взаємодії РМГ із спеціалізованими ремонтними підприємствами та технічними обмінними пунктами; алгоритм та методику структурного моделювання процесів демонтажу і монтажу агрегатів; методику визначення тривалості демонтажу і монтажу агрегатів за умови змінної кількості виконавців під час процесу. Встановлено: характер залежності показників ефективності процесів демонтажу-монтажу агрегатів тракторів від кількості залучених виконавців; сезонні розподіли допустимої тривалості перебування тракторів у ремонті; залежність показників ефективності роботи РМД від параметрів вхідного потоку тракторів у ремонт та структури РМД.

Практична цінність. Обґрунтовані за умови дотримання вимог до темпів ремонту оптимальні структури РМД і обсяг резерву тракторів. Використання їх під час проектування і технічної реконструкції РМГ, дасть змогу значно підвищити ефективність роботи майстерень, зменшити втрати в основному сільськогосподарському виробництві від простоїв тракторів з технічних причин. Розроблена методика структурного моделювання процесів ПР уможливлює визначення диференційованих нормативів часу на демонтаж-монтаж агре-

гатів. Запропоновано систему показників для означення ефективності роботи РМГ. Методики імітаційного моделювання роботи РМД, структурного моделювання процесів демонтажу-монтажу агрегатів придатні для розрахунку технологічних процесів ремонту інших об'єктів.

Реалізація результатів роботи. Результати дослідження впроваджені в агрофірмі "Підлісне" Жовківського району Львівської області. Рекомендації щодо забезпечення терміновості виконання поточного ремонту тракторів передані Львівському обласному управлінню сільського господарства. Окремі теоретичні положення, а також методики використовуються студентами факультету механізації с. г. Львівського ДСГІ на лекціях та практичних заняттях, а також під час виконання курсових робіт та дипломних проектів.

Апробація. Основні положення роботи були обговорені та схвалені на засіданнях міжкафедрального науково-методичного семінару факультету механізації с. г. та наукових конференціях Львівського ДСГІ (1989-1995 рр.), науково-практичній конференції молодих вчених Житомирського СГІ (1990р.), регіональній науково-виробничій конференції "Наукове забезпечення агропромислового комплексу західного регіону України в умовах переходу до ринкових відносин" (м.Львів, 1992).

Публікації. Результати досліджень викладені у 8 наукових роботах загальним обсягом 2,37 друкованих аркушів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків та рекомендацій виробництву, бібліографічного списку та додатків. Загальний обсяг дисертації 182 сторінки, в т.ч. 143 сторінки машинописного тексту, 16 таблиць, 27 рисунків. Бібліографічний список налічує 201 найменування, з них 4 англійською мовою.

На захист виносяться: результати дослідження сезонних закономірностей розподілу допустимої тривалості перебування тракторів у ремонті; алгоритм та результати моделювання процесів демонтажу і монтажу агрегатів; алгоритм та результати імітаційного моделювання роботи ремонтно-монтажної дільниці; методика та результати спільної оптимізації структури ремонтно-монтажної дільниці та резерву тракторів за умови дотримання часових обмежень на тривалість перебування тракторів у ремонті.

Винесені на захист наукові результати отримані автором особисто.

ЗМІСТ РОБОТИ

Стан питання в теорії та практиці ремонтного виробництва. Поточні ремонти тракторів в Україні виконують, головним чином, у РМГ агрегатним методом. Недостатнє забезпечення майстерень виробничими площами, низький рівень забезпеченості (9,3...55,0%) ремонтно-технологічним обладнанням та застосування неагрегатного методу ремонту агрегатів призводить до значних простоїв тракторів у ПР.

Питанням проектування підрозділів ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ), визначення обсягів та раціонального розподілу ремонтних робіт між ними присвячені роботи В.С.Крамарова, І.С.Левітського, М.С.Ульмана, В.П.Суслова, С.С.Черепанова, В.С.Малахова, В.А.Гноянника, В.С.Колісника та інших вчених. Але в них недостатньо враховано структурні властивості ремонтних процесів та ймовірний характер потоку замовлень на ремонт.

В.З.Докуніхін, Л.Д.Ревуцький, І.В.Барашков та інші досліджують вплив кількості виконавців на тривалість технологічного процесу ТО і ПР автомобілів, але розроблені методики грунтують-

ся на експериментальному дослідженні даної залежності із використанням хронометражу, що зумовлює значну їх трудомісткість.

В роботах В.М.Белова, А.П.Буховця, Ю.В.Мальцева та інших під час визначення кількості постів враховується сезонна нерівномірність потоку вимог на ремонт, але при цьому не беруться до уваги флуктуації технічного стану об'єктів ремонту та часових обмежень на тривалість перебування їх у ремонті.

Таким чином, наявні методики мають той недолік, що комплексно не враховують структурну суть технологічних процесів ПР, стохастичного характеру і якісної неоднорідності потоку надходження тракторів у ремонт, зокрема приремонтного технічного стану та вимог до терміновості виконання.

Вченими ЛДСГІ під керівництвом О.Д.Семковича розроблена загальна методика обґрунтування і розрахунку РОБ, яка базується на системному аналізі та структурному моделюванні ремонтного процесу, дослідженні його властивостей залежно від характеристик конструктивно- технологічного базису (КТБ). Але вона потребує конкретизації стосовно до процесів ПР тракторів.

Виходячи із мети дослідження та аналізу стану питання в теорії і практиці ремонтного виробництва, сформульовані **завдання дослідження**: 1) обґрунтувати допустиму тривалість перебування тракторів у ремонті; 2) запропонувати теоретичні засади оптимізації структури РМД за умови виконання часових обмежень на тривалість ремонту тракторів; 3) розробити алгоритм структурного моделювання технологічних процесів демонтажу-монтажу агрегатів та визначити залежність рівня показників ефективності процесів від кількості залучених виконавців; 4) розробити алгоритм імітаційного моделювання роботи РМД та дослідити залежність показників ефективності від інтенсивності надходження тракторів у ремонт та структури РМД; 5) обґрунтувати структуру РМД майстерні кон-

кретного господарства, впровадити результати у виробництво і визначити економічний ефект.

Теоретичні передумови оптимізації виробничої структури дільниці ПР тракторів. Ремонтно-монтажну дільницю можна охарактеризувати як сукупність функціонально взаємозв'язаних між собою постів, ремонтно-технологічного обладнання та виконавців, які утворюють єдине ціле. Стійкі організаційно- технологічні зв'язки між елементами РМД означують її структуру. Таким чином, РМД відповідає означенню технологічної системи згідно з ГОСТ 27.004-85.

Під час дослідження РМД як технологічної системи вирішуються задачі аналізу та синтезу. Аналіз РМД виконується в такій послідовності: 1) окреслюється структура РМД, означуються її параметри; 2) обґрунтовуються показники ефективності роботи; 3) означуються внутрішні чинники, які діють у РМД; 4) означуються зовнішні чинники, які впливають на роботу РМД; 5) розробляється алгоритм імітаційного моделювання роботи дільниці; 6) на підставі імітаційного моделювання досліджується робота РМД з різними значеннями її параметрів та відомими зовнішніми чинниками, визначаються показники ефективності. Під час синтезу, грунтуючись на критерії питомих технологічних витрат, шляхом порівняння можливих варіантів структури РМД визначаються оптимальні її параметри.

До зовнішніх чинників, які діють на РМД, віднесено потік замовлень на ремонт і взаємодію РМГ із спеціалізованими ремонтними майстернями (СРМ) та технічними обмінними пунктами (ТОП). Потік замовлень на ремонт означується за допомогою якісних та кількісних характеристик.

Якісними характеристиками є передремонтний технічний стан S_{t1} та допустима тривалість перебування і-го трактора у ремонті $(t_p)_i$. Технічний стан диференціюється за групою складності відмови. Замовлення із відмовами третьої групи складності (усунен-

ня яких потребує заміни агрегату), в свою чергу, залежно від конструкції трактора j-ї марки, диференційовані на технічні стани St_{jli}, яким відповідають відмови l-х агрегатів.

Допустима тривалість ремонту- це час, впродовж якого технічний об'єкт може бути вилучений із механізованого сільськогосподарського процесу без впливу на його перебіг, тобто за умов дотримання технології та агротехнічних термінів виконання операцій. Допустимий час $[t_p]_i$ також нестабільний і залежить від якісного та кількісного складу МТП, спеціалізації господарства, технології вирощування окремих культур, а також виду та обсягів сільськогосподарських робіт, в яких бере участь відповідний технічний об'єкт.

Кількісною характеристикою потоку замовлень є інтенсивність λ надходження їх у ремонт. Ефективність взаємодії РМГ з СРМ та ТОП визначається тривалістю технологічної перерви $T_{тп}$ у процесі ПР трактора, зумовленої потребою ремонту несправного агрегату.

Внутрішніми чинниками, які впливають на структуру РМД, є структурні властивості процесів ПР тракторів, які проявляються через технічний рівень ремонтно-технологічного обладнання та особливості конструкції тракторів j-ї марки.

Схему дії зовнішніх та внутрішніх чинників на структуру РМД та визначення показників ефективності зображено на рис.1. Провідним показником процесу ремонту трактора є його тривалість, яку в найбільш загальному випадку можна визначити за формулою:

$$T_{тц} = T_д + T_{тп} + T_м , \qquad (1)$$

де $T_д$, $T_м$ - відповідно тривалості демонтажу і монтажу агрегатів; $T_{тп}$ - тривалість технологічної перерви в процесі, яка пов'язана із ремонтом агрегату або його заміною на ТОП.

Для конкретного випадку, коли відомий передремонтний технічний стан трактора (перелік складальних одиниць, які потре-

суть ремонту), перелік ремонтно-технологічного обладнання, оснастки та інструменту, які наявні в РМД, та кваліфікація виконавців, тривалість демонтажу (монтажу) агрегату є функцією від їх кількості u. Найбільша кількість виконавців u_{max}, яких можна залучити до процесу, визначається шляхом побудови схеми розміщення робочих зон і залежить від габаритів тої частини трактора, де розташований несправний агрегат, а також антропометричних даних виконавців та вимог техніки безпеки.

Зовнішні чинники

потік замовлень на ремонт тракторів

1. λ - інтенсивність надходження замовлень;
2. St_{j1i} - передремонтний технічний стан і-го замовлення (трактор j-ї марки з і-м технічним станом)
3. $[t_p]_i$ - допустимий термін перебування і-го замовлення у ремонті

ефективність взаємодії із підприємствами РОБ регіону другої та третьої ланок

1. $T_{тпі}$ - тривалість технологічної перерви у процесі ПР і-го трактора

СТРУКТУРА РМД

р- кількість постів; u- кількість виконавців;
$r_к$ - кількість обладнання к- го виду;

Внутрішні чинники

(Структурні властивості технологічного процесу ремонту)

1) $Y_к$ - технічний рівень обладнання к- го виду;
2) особливості конструкції тракторів j-ї марки;

Показники ефективності

1) $T_{пп}$ - тривалість понаддопустимих простоїв тракторів у ремонті;
2) $\eta_в$ - коефіцієнт задоволення вимог до темпів ремонту;
3) η_u - коефіцієнт використання фонду робочого часу виконавців;
4) $\eta_р$ - коефіцієнт використання фонду робочого часу поста.

Рис.1. Схема дії зовнішніх та внутрішніх чинників на структуру РМД та визначення показників ефективності її роботи.

Процес демонтажу-монтажу складальної одиниці трактора- структурна динамічна система, оскільки складається з елементарних операцій, які перебувають у часових і просторових взаємозв'язках. Зміст операційних і міжопераційних зв'язків формується під впливом властивостей конструктивно-технологічного базису. Характер операційних та міжопераційних зв'язків, з одного боку, і чисельність виконавців u, з другого, визначають показники ефективності процесу.

Показниками ефективності процесів демонтажу-монтажу є тривалість циклу $T_{тц}$ та коефіцієнт використання фонду часу виконавців η_u. Значення $T_{тц}$ та η_u визначені на підставі графічної моделі, алгоритмізації і розрахунку на ЕОМ залежно від u. Модель ТП- зважений орієнтований граф $G_T(X_T, Y_T)$, де X_T- множина вершин, яка відповідає множині операцій, а Y_T- множина ребер, які показують взаємозалежність між окремими операціями, є основою алгоритмізації та машинного експерименту. Алгоритмізація процесу- це складання алгоритму, який забезпечує оптимальний розподіл операцій між виконавцями, не порушуючи обмежень, які зумовлені фізичним змістом процесів, а саме: 1) розподіл операцій між виконавцями слід здійснювати із врахуванням часових і просторових взаємозв'язків; 2) будь-яка операція виконується одним виконавцем без перерв; 3) будь-який виконавець у будь-який момент часу може виконувати не більше однієї операції; 4) операції з однієї робочої зони не можуть виконуватись одночасно; 5) час переходу виконавця до наступної операції, яка перебуває в іншій зоні, не дорівнює нулеві.

Критерієм оптимальності розподілу Q є мінімальна тривалість циклу демонтажу (монтажу) агрегату:

$$T_{тц}(Q)=t_2(Q)-t_1(Q), \qquad (2)$$

де $t_1(Q)$- час початку виконання першої операції; $t_2(Q)$- час закінчення останньої операції.

Зміна показників ефективності демонтажу (монтажу) агрегату залежно від u має дискретний характер. Із збільшенням кількості виконавців від 1 до u_{max} значення $T_{тц}$ і η_u зменшуються (рис.2). За певного значення u_{maxt} тривалість циклу стабілізується, а коефіцієнт η_u дедалі знижується. Тому залучення до процесу більшої за u_{maxt} кількості виконавців недоцільне.

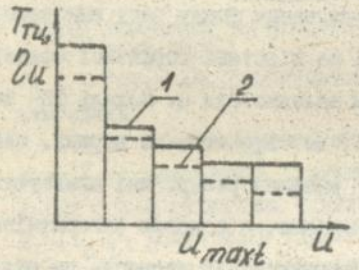


Рис.2 Залежність тривалості циклу демонтажу (монтажу) агрегату (1) та коефіцієнту використання фонду робочого часу залучених виконавців (2) від їх кількості.

Ґрунтуючись на аналізі процесів ПР тракторів у РМГ, сформульовано правила, які покладено в основу побудови імітаційної моделі роботи РМД: 1) замовлення, які надходять у момент часу, коли всі пости РМД зайняті, формують чергу; 2) черговість обслуговування замовлень природна, без пріоритетів; 3) розподіл виконавців, які є на РМД, між замовленнями здійснюється у момент надходження чергового замовлення з урахуванням їх допустимого часу перебування у ремонті; 4) найбільша кількість виконавців, яких залучають до ПР трактора, обмежується значенням u_{maxt}; 5) демонтаж та монтаж агрегатів здійснюються без перерв, тобто мінімальною кількістю виконавців у процесі є один виконавець. Теоретичною передумовою розробки алгоритму імітаційного моделювання роботи РМД є аналіз часових ситуацій, які виникають під час ПР тракторів.

Показниками ефективності роботи РМД є: сумарна понаддопустима тривалість перебування тракторів у ремонті $T_{пн}$ та коефіцієнти задоволення вимог до темпів ремонту η_θ, використання фонду робочого часу постів η_p і виконавців η_u:

$$T_{пн}=\sum_{i=1}^{g}(t_{pi}-[t_p]_i); \quad (3)$$

$$\eta_\theta=\frac{g_t}{g} \quad (4); \quad \eta_p=(\sum_{i=1}^{g} t_{pi})/\Phi_p \quad (5); \quad \eta_u=\frac{1}{u}\sum_{c=1}^{u} Y_c/\Phi_u, \quad (6)$$

де t_{pi}, $[t_p]_i$ - відповідно тривалість ремонту та допустима тривалість перебування в ремонті і-го трактора; g, g_t - загальна кількість замовлень та кількість замовлень, які виконані у допустимі терміни; $c=1,\ldots,u$ - кількість виконавців; Y_c - трудомісткість операцій виконаних відповідно с- м виконавцем; Φ_u, Φ_p - фонди робочого часу робітників та постів.

Інтенсивність надходження тракторів у ремонтну майстерню та допустима тривалість перебування їх у ремонті суттєво залежать від виду та обсягів сільськогосподарських робіт, тому об'єктивною передумовою обґрунтування оптимальної структури РМД є сезонний характер сільськогосподарського виробництва. При цьому вважається, що передремонтний технічний стан тракторів певної марки залежить від надійності їх окремих складових частин і не залежить від календарного періоду року.

Аналізуючи використання тракторів впродовж року, можна виділити два характерні періоди, кожному з яких властиве виконання певних сільськогосподарських робіт, а також екстремальні значення напрацювань і рівня часових обмежень на тривалість перебування тракторів у ремонті. Для характерних періодів обґрунтовуються закони розподілу значень допустимого часу перебування тракторів у ремонті.

Імітаційним моделюванням роботи РМД для кожного з характер-

них періодів року визначають залежність показників ефективності її роботи від інтенсивності надходження замовлень та структури дільниці. Якщо зміною параметрів структури РМД неможливо забезпечити виконання часових обмежень на тривалість перебування тракторів у ремонті (наявні понаддопустимі простої), то розраховують потрібну кількість їх ненавантаженого повнокомплектного резерву z. Обґрунтування оптимальних параметрів структури РМД і резерву тракторів здійснюють за допомогою економічного критерію- питомих приведених технологічних витрат $З^{тех}_{пр}$.

Параметри (p, u, z) вважаються оптимальними для того чи іншого характерного періоду, якщо досягається мінімум $З^{тех}_{пр}$:

$$(p, u, z) \rightarrow opt, \text{ за умови } З^{тех}_{пр} \rightarrow min. \quad (8)$$

Під час обґрунтування оптимальних параметрів (p_i, u_i, z_i) для майстерні і-го господарства розраховують (або визначають експериментальним шляхом) межі зміни λ впродовж характерних періодів року. Якщо для періодів отримані оптимальні параметри (p_i, u_i, z_i) неоднакові, то на підставі ітераційного перебору структур відшукують серед їх множини таку, яка уможливлює досягнення найменшого значення суми $З^{тех}_{пр}$ для обидвох періодів року.

Програма та методика експериментальних досліджень. З метою визначення допустимого часу перебування тракторів у ремонті розроблено комплексну методику, яка грунтується на методах експертних оцінок та математичної статистики. Експерименти виконано в 20 господарствах західного регіону. Кількість експертів визначалась з умови забезпечення вірогідності результатів із заданою довірчою ймовірністю α=0,95.

Тривалість операцій ПР визначено методом фотохронометражу в реальних виробничих умовах. З метою дослідження характеру зміни показників ефективності ТП демонтажу і монтажу агрегатів від

кількості залучених виконавців розроблено алгоритм моделювання цих процесів та його програмне забезпечення на мові Pascal 6.0. Машинні експерименти виконано на ПЕОМ ІВМ РС/АТ.

Тривалість ремонту агрегатів визначено за даними книг реєстрацій замовлень в Самбірській, Лопатинській і Миколаївській СРМ, статистичне опрацювання яких виконано згідно з СТ РЕВ 877-78 і 1190-78.

Дані про склад тракторного парку, його вік та напрацювання вибирались із річних звітів господарств впродовж трьох років.

З метою дослідження ефективності роботи різних структур РМД розроблено алгоритм імітаційного моделювання її роботи, який враховує дію всіх означених внутрішніх та зовнішніх чинників, та створено програмне забезпечення даного алгоритму на мові Pascal 6.0. Імітували роботу РМД для кількості постів p=1...4, виконавців u=p...3·p, змінюючи інтенсивність надходження замовлень від 0,005 до 0,07 тракторів за годину з кроком 0,005. Відсоток тракторів МТЗ-80, ЮМЗ-6, Т-40 та їх модифікацій у структурі парку тракторів класів 1,4 і 0,9 брали рівним середньому для регіону. Кількість реалізацій визначалась умовою забезпечення вірогідності результатів із заданою довірчою ймовірністю α=0,95. Машинний експеримент виконано на ПЕОМ ІВМ РС/АТ.

Грунтуючись на результатах експериментальних досліджень роботи трьох РМГ Жовківського району, а також результатах імітаційного моделювання, за допомогою критерію Манна-Уітні перевірено на адекватність імітаційну модель роботи РМД.

Результати експериментальних досліджень та їх аналіз. У результаті моделювання процесів демонтажу і монтажу агрегатів, визначено характер зміни показників ефективності процесів залежно від чисельності залучених виконавців u. Обґрунтовано максималь-

ну кількість виконавців u_{maxt}, яку доцільно залучати до цих процесів (табл.1). Розроблено номограми для визначення тривалості демонтажу і монтажу агрегатів за умови змінної кількості виконавців під час процесу.

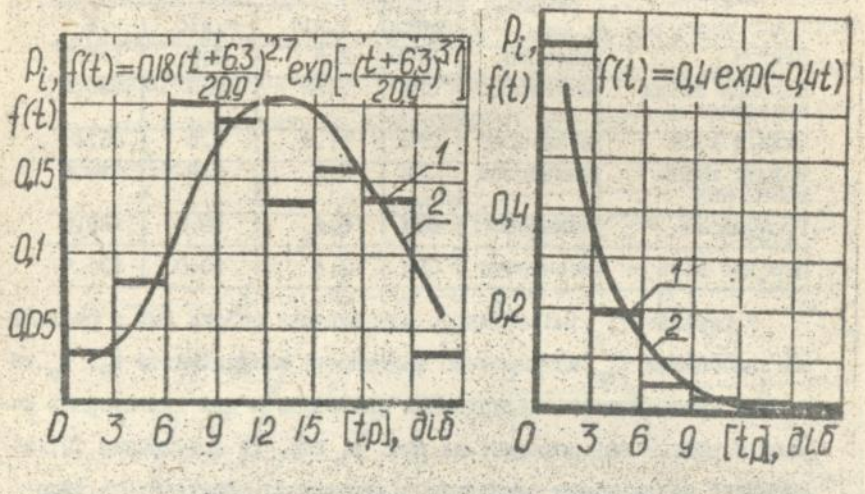
Таблиця 1

Залежність тривалості процесів демонтажу і монтажу агрегатів трактора МТЗ-80 від кількості залучених виконавців

Агрегат	u_{max}, осіб	$u_{maxtд}$, $u_{maxtм}$, осіб	Тривалість демонтажу і монтажу у варіантах кількості залучених виконавців, хв				
			1	2	3	4	5
Двигун	5	5	122,6	67,6	52,7	44,3	40,4
		5	172,7	91,3	73,6	61,8	59,5
Коробка зміни передач	9	5	156,0	90,1	67,6	59,9	58,3
		5	244,0	143,0	122,6	116,3	115,3
Корпус муфти зчеплення	9	5	176,4	96,6	74,2	60,5	60,0
		5	268,3	163,7	120,1	101,1	95,5
Трансмісія в зборі	11	5	248,4	136,9	98,4	82,6	74,4
		5	381,7	203,1	167,0	134,4	111,6
Передня вісь	3	3	25,2	17,4	10,8	-	-
		3	43,2	30,6	24,6	-	-

Отримано розподіли допустимої тривалості перебування тракторів у ремонті для календарних місяців року. За критерієм Z подібності вибірок обґрунтовано два періоди року з характерними вимогами до темпів ремонту. Встановлено, що в перший період року, який охоплює зимові місяці (грудень, січень та лютий) і характеризується ненапруженим використанням тракторів, допустима тривалість перебування їх у ремонті описується законом Вейбула-Гніденка з параметрами b=3,7, a=20,9, c=-6,3, а в другому періоді року (травень, червень, липень, серпень та вересень), який характеризується напруженим використанням тракторів- експоненційним законом з параметром λ=0,4 (рис.3). Відповідність теоретичних законів емпіричним даним перевірено за критерієм згоди Пір-

сона.



а) б)

Рис.3 Гістограми (1) та теоретичні криві (2) розподілу допустимої тривалості перебування тракторів у ремонті впродовж періодів ненапруженого (а) та напруженого (б) їх використання.

Під час ПР тракторів, як правило, КР агрегатів трансмісій виконують у СРМ незнеособленим методом, а двигунів- знеособленим. Результати визначення статистичних характеристик тривалості ремонту агрегатів у СРМ, а також обміну на ТОП подані в табл.2. Аналіз отриманих даних свідчить про те, що під час ПР тракторів, зокрема МТЗ-80, найбільша тривалість $T_{тп}$ має місце у випадку КР агрегатів трансмісії. Це пов'язано із застосуванням незнеособленого методу ремонту даних агрегатів, вибір якого пояснюється відсутністю обмінних фондів агрегатів на ТОП і у СРМ.

Виконана за допомогою критерію Манна-Уітні перевірка імітаційної моделі роботи РМД свідчить про те, що вона адекватно відображає реальні процеси на дільниці з довірчою ймовірністю 0,95.

Таблиця 2

Статистичні характеристики тривалостей КР та обміну на ТОП агрегатів трактора МТЗ-80

Агрегат	Метод ремонту	Місце збору даних	Статистичні характеристики		
			$\bar{t}$, діб	σ, діб	ν, %
Двигун	знеособ.	РТОП	2,5	2,8	112,0
Коробка зміни передач	незнеособ	СРМ	6,13	8,6	140,0
Задній міст	незнеособ	СРМ	11,0	9,4	85,4
Корпус муфти зчеплення	незнеособ	СРМ	5,3	6,0	113,0
Трансмісія	незнеособ	СРМ	8,4	10,8	129,0
Передня вісь	незнеособ	СРМ	7,4	10,0	135,0

У результаті імітаційного моделювання роботи РМД з реальними значеннями $T_{тп}$ встановлено залежності коефіцієнтів η_θ, η_u та η_p від інтенсивності надходження замовлень λ для характерних періодів року, які показані на рис. 4. Так, із зростанням інтенсивності надходження замовлень підвищується ефективність використання фондів часу виконавців та постів для всіх розглянутих структур РМД, а коефіцієнт задоволення вимог до темпів ремонту зменшується.

За умови сталості λ та структури РМД значення коефіцієнтів η_p і η_u, які отримані для характерних періодів року, суттєво не різняться. Водночас значення η_θ, яке отримане для періоду ненапруженого використання тракторів, у 2,5...4,5 раза перевищує відповідне значення для періоду напруженого використання, а сумарні понаддопустимі простої у 4...9 разів менші.

Збільшення кількості постів у РМД забезпечує вищі значення η_θ для будь-яких λ. Дані закономірності характерні для обидвох періодів року. Найвище значення коефіцієнту η_θ досягається за мінімальної інтенсивності надходження тракторів (λ=0,005 год$^{-1}$) для РМД із параметрами p=4, u=4, і становить відповідно в періо-

ди ненапруженого та напруженого використання тракторів 0,9 та 0,37. За таких умов сумарні понаддопустимі простої тракторів дорівнюють відповідно 25 і 130 год. Коефіцієнт використання фонду робочого часу постів при цьому становить 0,1. Таким чином, збільшення кількості постів РМД не тільки не дає змоги уникнути понаддопустимих простоїв тракторів і досягнути високих значень η_θ, але й призводить до неефективного використання фонду їх робочого часу.

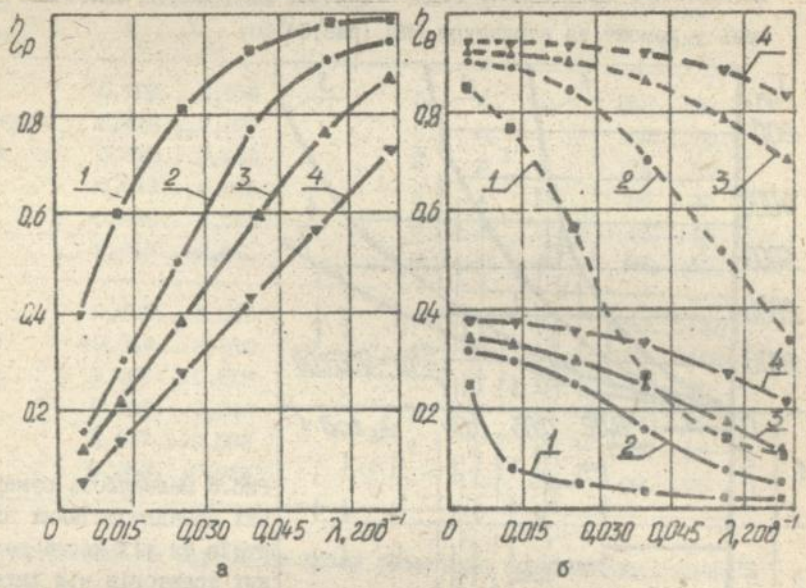


Рис.4 Залежність значень коефіцієнтів η_p (а) і η_θ (б) від інтенсивності надходження тракторів у ремонт та структури РМД: 1- p=1, u=2; 2- p=2, u=2; 3- p=3,u=3; 4- p=4,u=4; – – – – для періоду ненапруженого та ——— - напруженого використання тракторів.

Збільшення кількості виконавців у структурах, понад їх мінімальне значення, яке дорівнює кількості постів (для РМД з одним постом кількість виконавців брались рівною двом через унеможливлення виконати деякі операції ПР одним виконавцем), не впливає

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

суттєво на коефіцієнти $\eta_в$ і $\eta_р$ даних процесів, але призводить до значного зниження η_u. Таким чином, збільшення кількості постів та виконавців у структурі РМД не дає змоги уникнути понаддопустимих простоїв тракторів у ремонті. Тому, грунтуючись на умові забезпечення часових обмежень на тривалість перебування тракторів у ремонті, за даними сумарних понаддопустимих простоїв $T_{пн}$, а також за значенням фонду робочого часу тракторів $Ф_{тр}$ обґрунтовано кількість їх ненавантаженого резерву, який доцільно мати при РМГ, залежно від інтенсивності надходження замовлень у ремонт та структури РМД (рис.5).

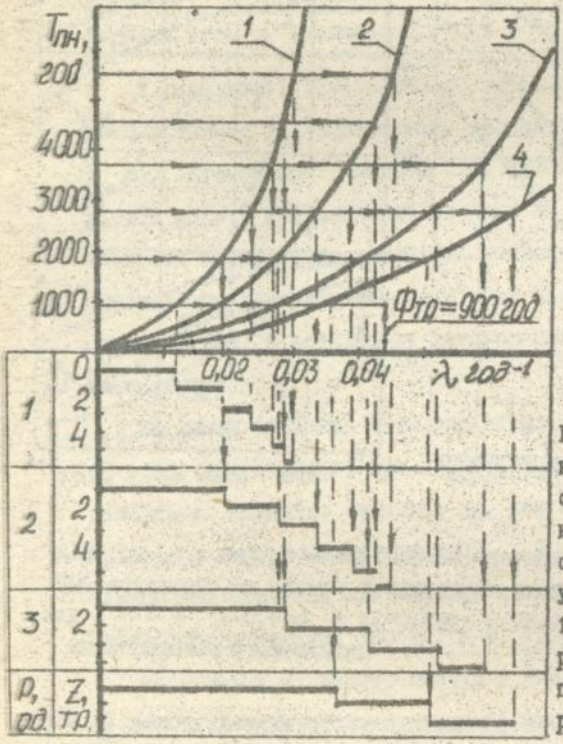


Рис.5 Залежність сумарних понаддопустимих простоїв та кількості резервних тракторів від інтенсивності надходження їх у ремонт та структури РМД: 1- p=1, u=2; 2- p=2,u=2; 3- p=3,u=3; 4- p=4,u=4 (для періоду напруженого використання тракторів).

За мінімумом питомих приведених технологічних витрат $З^{тех}_{пр}$ визначено оптимальні структури РМД і необхідний парк резервних

тракторів z (табл.3) (ціни станом на 17.09.1991 року).

Таблиця 3

Інтервали інтенсивності надходження замовлень λ та оптимальні структура РМД і парк резервних тракторів

Період використання тракт.	Інтервал зміни інтенсивності надходження замовл. $\lambda_н...\lambda_в$, год$^{-1}$	Структура РМД p	u	Резерв трак. z	$З^{пр}_{тех}$, крб
ненапружений	0,005...0,015	2	2	0	256...85
	0,016...0,027	3	3	0	125...73
	0,028...0,042	2	2	1	74...50
	0,043...0,055	4	4	0	60...45
	0,056...0,058	3	3	1	48...46
	0,059...0,065	4	4	1	56...50
напружений	0,005...0,013	1	1	1	390...150
	0,014...0,020	2	2	1	156...108
	0,021...0,029	3	3	1	135...93
	0,030...0,040	3	3	2	122...88
	0,041...0,052	4	4	2	115...80
	0,053...0,065	4	4	3	98...75

Грунтуючись на отриманих даних визначено оптимальну структуру дільниці і резерв тракторів для ремонтної майстерні агрофірми "Підлісне". Експериментальними дослідженнями встановлено, що інтенсивність надходження замовлень впродовж 1991-1993 років лежала в межах 0,028...0,030 год$^{-1}$ у період ненапруженого використання тракторів та 0,016...0,019 год$^{-1}$ у період напруженого використання. Тому у ремонтній майстерні обладнано два спеціалізовані пости для ремонту тракторів класів 1,4 і 0,9, на яких постійно працюють два слюсарі-ремонтники. Резерв обсягом z=1 створено за рахунок ремонту списаного трактора МТЗ-80.

Економічне обґрунтування результатів досліджень. Ефект від

впровадження оптимальних структур РМД та ненавантаженого резерву тракторів формується за рахунок зменшення до мінімуму понаддопустимих простоїв тракторів, а також підвищення показників використання фондів часу постів РМД та робітників і становить в агрофірмі "Підлісне" 2570 крб, а сподіваний ефект для Львівської області становить 918 тис.крб (в цінах станом на 17.09.1991р.).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Відомі методики розрахунку та проектування ремонтно-монтажної дільниці комплексно не враховують структурної суті технологічних процесів ремонту тракторів, стохастичного характеру і якісної неоднорідності потоку надходження тракторів у ремонт, зокрема приремонтного технічного стану та вимог до терміновості їх виконання, а також рівня взаємодії майстерні із спеціалізованими ремонтними підприємствами, що знижує точність інженерних розрахунків.

2. Аналіз стану ремонту тракторів у регіоні виявив зростання обсягів їх поточного ремонту у структурі ремонтно- обслуговуючих втручань. Поточний ремонт тракторів класів 1,4 і 0,9, як правило, виконують агрегатним методом у ремонтних майстернях господарств, причому агрегати трансмісії капітально ремонтують незнеособленим методом, а двигуни- знеособленно у спеціалізованих ремонтних підприємствах. Ремонтні майстерні господарств характеризуються низьким рівнем (9,3... 55,0%) забезпеченості ремонтно-технологічним обладнанням, що разом із застосуванням незнеособленого методу призводить до значних простоїв тракторів у ремонті.

3. Тривалість демонтажу (монтажу) агрегату, за умови сталості конструктивно-технологічного базису, залежить лише від чисельності виконавців. Розроблений алгоритм структурного моделювання дав змогу виявити залежність показників ефективності процесів

демонтажу-монтажу агрегатів тракторів від чисельності залучених виконавців. У разі одночасної роботи виконавців значення коефіцієнту використання фонду їх робочого часу η_u становить: для двох виконавців- 0,7...0,99; трьох- 0,54...89; чотирьох- 0,43... 0,78 і п'яти- 0,34...0,72.

4. Впродовж календарного року є два характерних періоди із екстремальними значеннями допустимої тривалості ремонту тракторів класів 1,4 і 0,9. Для першого періоду, який охоплює грудень, січень та лютий, розподіл допустимої тривалості перебування тракторів у ремонті описується законом Вейбула-Гніденка з параметрами b=3,7, a=20,9, c=-6,3. Для другого періоду, що охоплює травень, червень, липень, серпень та вересень, розподіл допустимої тривалості перебування тракторів у ремонті описується експоненційним законом із параметром λ=0.4.

5. Розроблений алгоритм імітаційного моделювання роботи ремонтно-монтажної дільниці враховує ймовірний характер надходження тракторів у ремонт, їх передремонтного технічного стану, допустимої тривалості перебування у ремонті та рівень взаємодії із спеціалізованими ремонтними підприємствами, а також залежність тривалості демонтажно-монтажних процесів від кількості залучених виконавців, що уможливлює адекватне відображення реальних процесів.

6. Імітаційне моделювання роботи ремонтно-монтажної дільниці дало змогу отримати для характерних періодів залежність сумарних понаддопустимих простоїв тракторів у ремонті, а також коефіцієнтів використання фонду робочого часу постів і виконавців від інтенсивності потоку надходження тракторів у ремонт, кількості постів та чисельності виконавців. У результаті моделювання встановлено, що за умови сучасного рівня взаємодії майстерні із спеціалізованими ремонтними підприємствами, сталих інтенсивнос-

ті потоку та структури дільниці значення коефіцієнтів використання фонду робочого часу виконавців і постів для характерних періодів суттєво не відрізняються. Сумарні понаддопустимі простої тракторів у ремонті впродовж періоду напруженого їх використання у 4...9 раз більші, ніж для періоду ненапруженого використання. Виявлено, що за умови постійної кількості постів зміна чисельності виконавців понад їх мінімально потрібну кількість, коли на одному посту працює один виконавець, суттєво не впливає на тривалість понаддопустимих простоїв. Збільшенням кількості постів у структурі дільниці також неможливо повністю усунути понаддопустимі простої тракторів у ремонті.

7. З метою запобігання втрат сільськогосподарської продукції внаслідок понаддопустимих простоїв техніки при ремонтних майстернях слід створювати ненавантажений резерв повнокомплектних тракторів. Із зростанням інтенсивності потоку надходження потреба у резервних тракторах збільшується.

8. Розроблені теоретичні засади оптимізації структури ремонтно-монтажної дільниці і резерву тракторів при ремонтній майстерні базуються на імітаційному моделюванні роботи дільниці та ітераційному методі розгляду скінченної множини можливих варіантів її структури, який уможливлює відшукання такої структури, що забезпечує мінімум сумарних (для обидвох характерних періодів) питомих технологічних витрат.

9. Визначені оптимальні структури ремонтно-монтажної дільниці і відповідні їм обсяги резервів тракторів дають змогу уникнути втрат сільськогосподарської продукції від понаддопустимих простоїв тракторів у ремонті за умови мінімальних технологічних витрат на функціонування ремонтних майстерень. Результати досліджень впроваджено в агрофірмі "Підлісне" Жовківського району Львівської області. Річний економічний ефект становить 2570 крб

(в цінах станом на 17.09.1991 року). Сподіваний економічний ефект для господарств Львівщини- 918 тис. крб.

Основні положення дисертації викладені в наступних роботах:

1. Сидорчук О.В., Карпа М.І., Тимочко В.О., Федосенко С.А. Технологічні вимоги механізованого процесу в рослинництві до темпів ремонту машин //Підвищення організаційно-технологічного рівня ремонтно-р'дновних процесів в АПК регіону: Зб. наук. праць.- Львів. с.-г. ін-т, 1990.-С.84-90.

2. Тимочко В.О. Технологічність агрегатного ремонту тракторів МТЗ-80 і Т-40//Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: Зб. наук. праць.- Льв'в: Львів. с.-г. ін.-т, 1992.-С.55-63.

3. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Тимочко В.О., Заєць М.З. Нормування тривалості перебування тракторів у ремонті//Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: Зб. наук. праць.- Львів: Львівський держ. с.-г. ін-т, 1993.-С.80-88.

4. Тимочко В.О. Визначення тривалості демонтажу-монтажу двигуна трактора МТЗ-80 у випадку неусталеної кількості виконавців, залучених до процесу//Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: Зб. наук. праць.- Львів: Львівський держ. с.-г. ін-т, 1993.-С.88-92.

5. Сидорчук А.В., Боярчук В.М., Тимочко В.О., Федосенко С.А. Взаимоотношения между производственными и ремонтным подразделениями хозяйства //Совершенствование хозяйственного механизма и интенсификация агропромышленного производства: Тезисы док. науч.-практич. конф. молодых ученых.- Житомир, 1990- С.68-69.

6. Тимочко В.О. Обґрунтування виробничої структури дільниці поточного ремонту тракторів кл.1,4: Тез. доп. наук.-вироб. конф. "Наукове забезпечення агропромислового комплексу західного регіону України в умовах переходу до ринкових відносин"- Л'вів, 1992.- 199 с.

7. Тимочко В.О. Виробничі структури ремонтно-монтажних дільниць для тракторів кл.1,4, 0,9: Тези доп. звітної конф. за наслідками науково-дослідної роботи (13-20 квітня 1994р.)- Львів, 1994.-312 с.

8. Организационно-технологическое взаимодействие между ремонтными мастерскими колхозов Хустского АПО "ТИСА" и специализованными ремонтными предприятиями: Отчет о НИР (заключительный) /Львов. СХИ; руков. А.Д.Семкович.- №Р 02900045178.- Львов,1990. - 98 с.

Annotation

Tymochko V.O. Effective production structure of ordinary current repairs sectors for tractors of 1,4 and 0,9 class (for example of repair shop in west Ukraine).

Dissertation on the obtaining of the academic degree to the candidate of the technical science on the speciality 05.20.03- exploitation, restoration and repairing of agricultural techniques. National Agrarian Universety, Kiev, 1995.

The imitational model of the functionary of repain-assembly sector is worked out, which takes into consideration the probable character of enterning processes of tractors on the repairing, the temporary limitation for repairing works, the effectiveness of interaction between repairing shops and specialized repairing factories and structural characteristics of ordinary current repairing processes.

The optimum structures of repair-assembly sectors and reserve of tractors are well-founded, which ensure the lack of losses in the main agricultural production on account of detention of tractors by technical causes.

Тымочко В.О. Эффективные производственные структуры участков текущего ремонта тракторов классов 1,4 и 0,9 (на примере ремонтных мастерских Запада Украины).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03- эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники, Национальный аграрный университет, Киев, 1995.

Разработана имитационная модель работы ремонтно-монтажного участка, которая учитывает вероятностный характер потока тракторов на ремонт, временные ограничения на выполнение ремонтных работ, эффективность взаимодействия со специализированными ремонтными предприятиями и структурные свойства процессов текущего ремонта тракторов. Обоснованы оптимальные структуры ремонтно-монтажного участка и парк резервных тракторов, которые обеспечивают избежание потерь в основном сельскохозяйственном производстве из-за простоев тракторов по техническим причинам.

Ключові слова:
поточний ремонт, процес, структура, дільниця, моделювання

Підп. до друку 14.08.95. Форм. пап. 60x84 1/16. Умовн. друк. арк. 1,39.
Обл. видав. арк. 1,09. Папір друкарський. Друк. офсетний.
Зам. 402. Тираж. 100.
Ротапринт ЛДСГІ Дубляни, Студентська, 2.

444364

АВ 33.183