

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технологій та засобів механізації аграрного виробництва

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Дослідження надійності роботи зернозбиральної техніки при
технічному сервісі»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 2
Вертелецький Олександр Васильович
Керівник: Дудніков А. А.
Рецензент: Яхін С. В.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність теми. Збільшення сумарного напрацювання за період експлуатації знижує технічну готовність машин і їх сезонне напрацювання. Використання машин з малим залишковим ресурсом може бути економічно доцільно при невеликій площі збирання врожаю. Розвиток ринку уживаної техніки на пострадянському просторі обумовлює доцільність її використання в фермерських господарствах з невеликим сезонним навантаженням, так як при високій надійності зернозбиральних комбайнів і найнижчим сезонним навантаженням збільшуються витрати на їх залучення. Однак зі збільшенням площі збирання врожаю при низькій надійності комбайнів підприємства зазнають збитків від втрат продукції через збільшених строків збирання. Тому потрібне узгодження раціонального рівня технічної готовності зернозбиральних комбайнів з їх сезонним навантаженням з урахуванням використання різних прийомів зниження технологічних простоїв машин і збільшення раціональної тривалості збирання врожаю.

Для визначення технічної готовності збиральних машин необхідно обґрунтувати рівень інвестування в ремонтно-обслуговуючу діяльність. В умовах, що склалися необхідна диференціація сезонного навантаження зернозбиральних комбайнів в залежності від технічної готовності.

Мета дослідження. Підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів.

Об'єкт дослідження. Процеси забезпечення працездатності зернозбиральних комбайнів з урахуванням майбутнього сезонного навантаження.

Предмет дослідження. Закономірності зміни сезонного навантаження зернозбиральних комбайнів в залежності від їх технічного стану.

Методика досліджень. При виконанні магістерської роботи використовувався системний аналіз, основні положення математики, теорії

ймовірності, статистики та економіко-математичне моделювання зернозбиральних процесів, математичного моделювання.

Теоретична та практична значущість. Розроблено математичні моделі за визначенням оптимального рівня технічної готовності зернозбирального комбайна і витрат на ремонтно-обслуговуючу діяльність в залежності від сезонного навантаження. Визначено закономірності зміни показників технічної готовності комбайна, витрат на його технічне обслуговування, ремонт, зберігання і витрату палива від терміну їх служби.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Умови експлуатації комбайнів в сільському господарстві

Аналіз вікового складу зернозбиральних комбайнів показує, що близько 80% машин знаходяться за нормативним терміном експлуатації [1, 2], який передбачає зростання потреби в ремонтно-обслуговуючих роботах.

В результаті переходу країни на ринкові відносини близько 35% площі сільськогосподарських угідь припадає на фермерські господарства.

Аналіз наявності зернозбиральної техніки показав, що у великих підприємствах сезонне навантаження на зернозбиральний комбайн становить в середньому 950 гектарів, в фермерських господарствах – 250 гектарів.

Проблему поглиблює низька надійність техніки через збільшення терміну служби. Так, середній термін служби зернозбиральних комбайнів 3 класу і СК-5 «Нива» становить близько 20 років. Комбайни імпортного виробництва мають середній термін служби вісім років.

Для підвищення ефективності використання технічних засобів в різних формах господарювання необхідне обґрунтування економічно доцільних меж використання зернозбиральних комбайнів, які перебувають за строками амортизації при різній площі збирання зернових культур.

При даній оснащеності сільськогосподарського виробництва терміни проведення збиральних робіт в 1,5-2,0 рази перевищують агротехнічні допустимі.

Підвищення продуктивності і скорочення термінів проведення збиральних робіт за рахунок придбання нових високопродуктивних комбайнів не завжди економічно виправдано через різке зростання вартості капітальних витрат на придбання і експлуатацію парку. Значні резерви

зростання продуктивності полягають в ефективному використанні наявного різновікового парку машин. Тому потрібно знаходження меж ефективного застосування зернозбиральних комбайнів з різним терміном експлуатації при різних обсягах виконання робіт, а також розробка методів, що забезпечують підвищення рівня реалізації потенціалу комбайнів, крім того необхідно диференційовано розподіляти зернозбиральні комбайни з різним напрацюванням по сільськогосподарським (фермерським) господарствам з різною площею прибирання зернових культур.

Збільшений термін служби комбайнів вимагає скорочення посівних площ, або, необхідне підвищення їх технічної готовності за рахунок оновлення та ремонту. Потрібно знайти взаємозв'язок між сезонним навантаженням на зернозбиральний агрегат і рівнем споживчих властивостей машини, а також її вартості. Так, для фермерських господарств з невеликими посівними площами доцільно придбання комбайнів на ринку уживаної техніки після відповідного обслуговування і ремонту. При високому навантаженні зернозбиральних комбайнів (як правило, у великих агрохолдингах) необхідно оновлення техніки. На вторинний ринок сільськогосподарська техніка надходить в результаті:

- продажу техніки господарствами, що змінили напрямок господарської діяльності або після структурних перетворень;
- оновлення техніки сільськогосподарського призначення;
- ремонту і модернізації на заводах-виробниках і ремонтних підприємствах списаної і застарілої сільськогосподарської техніки;
- використання ремонтними підприємствами при виробництві сільськогосподарської техніки незношених або відновлених деталей, вузлів і агрегатів;
- банкрутства сільськогосподарських підприємств.

Таким чином, завдяки використанню вторинного ринку продажу зернозбиральних комбайнів можлива диференціація їх сезонного

навантаження в залежності від їх технічної готовності. Для цього необхідно знайти взаємозв'язок між технічною готовністю і терміном служби комбайнів.

Характерною особливістю парку зернозбиральних машин є їх різновікових склад. Експлуатація зернозбиральних комбайнів різного терміну служби при однакових умовах організації технічного обслуговування, ремонту, забезпечення запасними частинами призводить до зниження техніко-економічних показників комбайнів, так як зі збільшенням терміну служби періодичність технічного обслуговування і потреба в ремонті і запасних частинах зростає. При експлуатації різновікового парку зернозбиральних комбайнів виникають проблеми, пов'язані з визначенням необхідної кількості запасних частин, міжремонтного інтервалу, прогнозуванням термінів виконання робіт і продуктивності парку машин.

Залежно від терміну експлуатації комбайни мають різні показники надійності. В процесі експлуатації машини її вихідні характеристики поступово погіршуються, що призводить до скорочення термінів служби деталей, ускладнення робіт з технічного обслуговування і зростання експлуатаційних витрат. В результаті відбувається безперервна зміна її вихідних характеристик, інтенсивність якої визначається конструктивними особливостями вузлів і агрегатів, умовами їх експлуатації, а також рівнем технічного обслуговування.

Застосовувані в сільському господарстві техніко-економічні нормативи (вартість технічного обслуговування машин, змінний і річний виробіток, міжремонтні терміни, витрата запасних частин і т. п.) використання машин представлені середньостатистичними величинами. Застосування усереднених нормативів призводить до того, що господарства, які мають нову техніку, знаходяться в сприятливих умовах, а порівняно стару – в несприятливих. У першому випадку створюється великий запас змінюваних деталей і обмінного фонду, тоді як у другому випадку в них відчувається гостра

нестача. Відсутність аналізу фактичних витрат на підтримання машин у працездатному стані в залежності від терміну їх служби та відсутність обліку цих змін при плануванні показників машиновикористання призводять до того, що погіршується ефективність використання, послаблюється контроль за витратою коштів і виникають невиправдані витрати. У сучасних умовах з низькою технічною готовністю зернозбиральної техніки необхідна диференціація сезонного навантаження з урахуванням технічної готовності парку.

Виходом із ситуації є впровадження в сільськогосподарське виробництво методів диференційованого використання і технічного сервісу зернозбиральних комбайнів різних вікових груп, що дозволяють підвищити рівень реалізації їх потенціалу.

Підвищенню ефективності збирання зернових культур сприяє раціональне навантаження і наявність збиральної техніки. У збиральний процес вкладаються значні кошти, при цьому зернозбиральні комбайни використовуються один-два місяці в році. У той же час при розтягуванні збирання зернових культур збільшуються втрати врожаю, що призводить до збільшення собівартості виробництва продукції. На витрати в збиральний період істотно впливають продуктивність і вартість технологічної машини. Тому при проектуванні технологічних ліній вирощування і збирання зернових культур необхідно враховувати, що прибирання в значній мірі визначає ефективність діяльності сільськогосподарського підприємства.

Для великих господарств з високим сезонним навантаженням необхідна експлуатація комбайнів з високою технічною готовністю. У фермерських господарствах з невеликою площею прибирання експлуатація таких комбайнів буде менш ефективною, а витрати на гектар вище. Зарубіжний досвід показує, що у великих господарствах комбайни експлуатуються до п'яти-шести років, потім перерозподіляються в фермерські господарства.

Таким чином, на кожному рівні розвитку механізації необхідні пріоритетні напрямки дій, що забезпечують найвищу ефективність. Розвиток сільськогосподарського виробництва має супроводжуватися вдосконаленням технологій на базі технічних засобів більш високого рівня і приведенням у відповідність їм організаційних методів використання трудових і технічних ресурсів, а також впровадженням прогресивних методів технічного сервісу.

Відомо, що при заміні ручної праці технікою ефективність механізації була досить високою. Але з переходом від одного рівня механізації на інший, більш досконалий, віддача від вкладень була менш ефективною, що вимагає додаткових досліджень в кожному конкретному випадку.

При проектуванні збиральних комплексів провідною ланкою є ланка комбайнів, їх продуктивність визначає потрібну кількість транспортних і зерноочисних машин. При збільшенні продуктивності комбайнів і транспортних засобів збільшуються технологічні простої, що знижує реалізацію їх потенційних можливостей у виробничих умовах.

Результати досліджень [3] (рисунок 1.1) показують, що застосування високопродуктивних машин не завжди ефективно. Традиційний підхід (нарощування потужностей і кількісне збільшення парку машин), практикувався в 1980-1990-і роки, не дав очікуваного результату. Так, дворазове збільшення пропускної здатності зернозбиральних комбайнів практично не позначилося на темпах збиральних робіт.

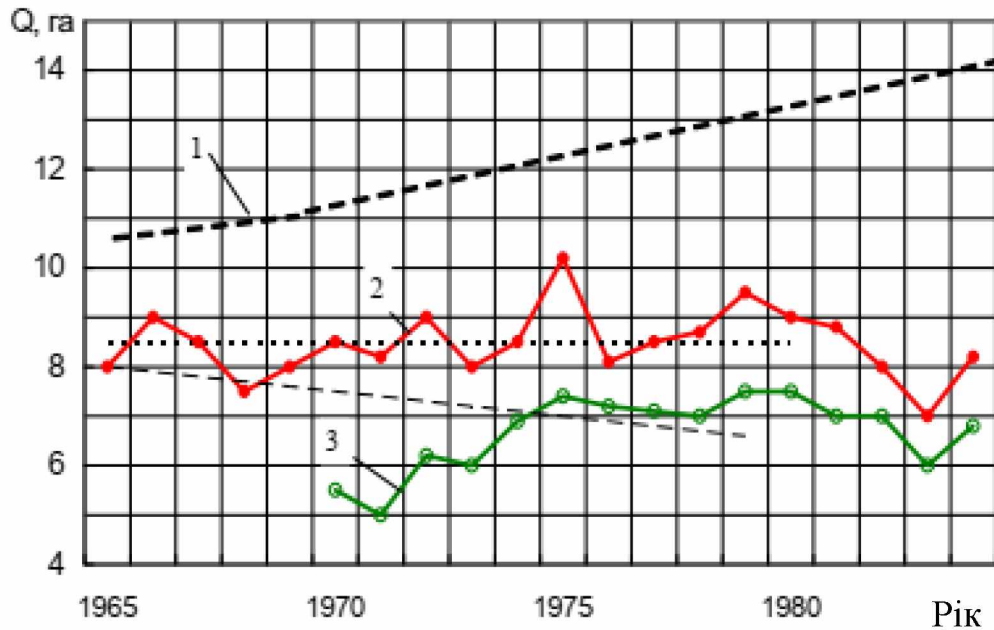


Рисунок 1.8 – Динаміка продуктивності зернозбиральних комбайнів

Однак підвищити продуктивність можна за рахунок застосування широкозахватних жаток і здвоєних валків. Для ефективного проектування зернозбиральних процесів необхідно використовувати агротехнологічні прийоми, що дозволяють знизити потребу в комбайнах і механізаторах. Великі втрати зерна при збиранні відбуваються через низьку технічну готовність машинно-тракторного парку, його недостатньої продуктивності і низького рівня організації його використання. Слід зазначити, що проблеми підвищення ефективності експлуатації технічних засобів повинні вирішуватися комплексно.

Однак підвищити продуктивність можна за рахунок застосування широкозахватних жаток і здвоєних валків. Для ефективного проектування зернозбиральних процесів необхідно використовувати агротехнологічні прийоми, що дозволяють знизити потребу в комбайнах і механізаторів. Великі втрати зерна при збиранні відбуваються через низьку технічну готовність машинно-тракторного парку, його недостатньої продуктивності і низького рівня організації його використання. Слід зазначити, що проблеми

підвищення ефективності експлуатації технічних засобів повинні вирішуватися комплексно.

1.2. Способи підвищення і оцінка надійності зернозбиральних комбайнів

Питаннями надійності і використання сільськогосподарських машин займалися багато вчених [4, 5].

Результати їх роботи лягли в основу створення сучасної теорії надійності технічних систем, що експлуатуються в сільськогосподарському виробництві, формування закономірностей і взаємозв'язків, що визначають вплив різних природно-виробничих факторів на технічну готовність досліджуваних об'єктів [6].

Надійність – властивість об'єкта виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування. Надійність є комплексною властивістю, що у залежності від призначення об'єкта та умов його експлуатації може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість окремо або поєднання цих властивостей як для об'єкта, так і для його частин [6].

Для оцінки рівня надійності техніки використовується комплексний показник надійності, який кількісно характеризує кілька властивостей об'єкта, що становлять надійність, наприклад, безвідмовність і ремонтпридатність.

Прикладом комплексного показника надійності може бути коефіцієнт готовності K_G і оперативної готовності K_{OG} .

Коефіцієнт оперативної готовності K_{OG} визначається як ймовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу

(крім планованих періодів, протягом яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається), і, починаючи з цього моменту, буде працювати безвідмовно протягом заданого інтервалу часу .

При визначенні коефіцієнта готовності враховують оперативний час усунення наслідків технічної відмови і простоїв технічних засобів з організаційних причин (очікування зварювання, ремонтної бригади, пошук і доставка запасних частин та ін.) [7].

Ефективним способом скорочення тривалості простоїв через технічні відмови машинно-тракторних агрегатів в період польових робіт є агрегатний метод ремонту.

Річне напрацювання тракторів в залежності від терміну служби змінюється періодично (рисунок 1.2). Середнє річне напрацювання тракторів по досліджуваних господарствам коливається в межах від 512 до 786 у. е. га і має тенденцію до зменшення в залежності від терміну їх служби. Крива математичного очікування напрацювання показує, що зі зростанням терміну служби машини середня величина напрацювання зменшується нерівномірно. Найбільша інтенсивність зниження напрацювання спостерігається після другого, шостого та дев'ятого років служби. За вісім років експлуатації річне напрацювання знизилося на 24%, а за 10 років – на 35% в порівнянні з другим роком напрацювання. Аналогічна ситуація відбувається із зернозбиральними комбайнами.

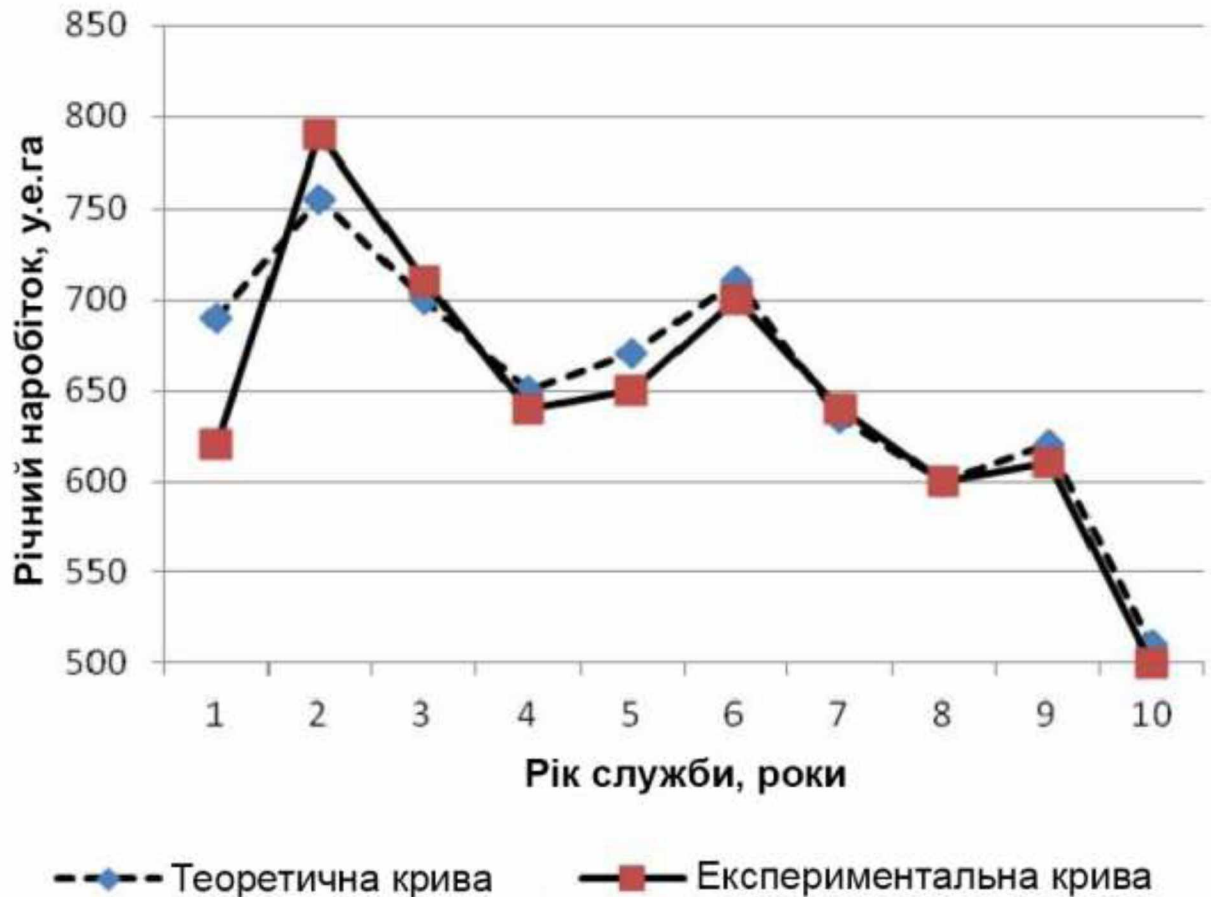


Рисунок 1.9 – Характер зміни річного навантаження трактора в залежності від терміну служби

Зміна річного напруження, в залежності від терміну служби, носить циклічний характер, що складається з першої хвилі з максимумом в другій рік експлуатації з напруженням 786 у. е. га, в кінці якого четвертого і п'ятого років здійснюється масовий капітальний ремонт і річне напруження зростає до 632-642 у. е. га. Після відновлення робочого ресурсу до деякого підвищеного рівня настає інша хвиля шостого року з напруженням, яке дорівнює 710 у. е. га, зі спадом в сьомих і восьмих роках - 639 і 598 у. е. га відповідно, знову ремонт, відновлення ресурсу, підвищення напруження до 614 у. е. га, а потім різке падіння до 512 у. е. га.

При ремонті машин агрегатним методом ремонту резервні агрегати виступають в якості паралельно включених елементів для парку машин, що дозволяє підвищити технічну готовність парку машин в цілому. Так, при застосуванні агрегатного методу ремонту при своєчасній доставці агрегатів простої техніки скорочуються до 40%, середній термін використання яких в даний час знаходиться за межами терміну амортизації [8].

Існуючі методики по обґрунтуванню термінів служби машин мають ряд недоліків: недостатньо висвітлений зв'язок між повним терміном служби зернозбирального комбайна і експлуатаційними та ремонтними витратами; не розроблена методика, що дозволяє знаходити оптимальну величину терміну служби комбайна з урахуванням зазначених показників; відсутні прості і доступні алгоритми визначення терміну служби машин, так як рішення запропонованих рівнянь пов'язане з великим обсягом обчислювальних робіт. В існуючих роботах не відображений такий вирішальний фактор, як зміна вихідних характеристик машин в процесі їх використання. Відсутні дослідження з визначення темпів скорочення термінів служби машини, а також лабораторні випробування з вивчення змін вихідних характеристик машин в залежності від їх технічного стану. В даний час не розроблено і не обґрунтований єдиний критерій за визначенням терміну служби зернозбиральних комбайнів, що ускладнює вивчення і розробку рекомендацій щодо формування та використання парку зернозбиральних машин.

Визначення раціонального сезонного навантаження зернозбирального комбайна дозволяє проводити максимально ефективно формування парку зернозбиральних машин. При потоковій схемі організації механізованого процесу особливе значення має технічна готовність використовуваних машин, від якої залежить ритмічність поточного процесу. Для забезпечення безперервності технологічного процесу необхідно мінімізувати простої технічних засобів через технічні відмови.

Розкриття взаємозв'язку тривалості виконання польових операцій з безвідмовністю МТА дозволяє виявити наступне:

1) при сучасному рівні технічного оснащення, методах і формах використання, надійності машин в рослинництві тривалість виконання технологічних операцій значною мірою визначається безвідмовністю МТА;

2) без підвищення експлуатаційної безвідмовності МТА виконання виробничих процесів в агротехнічні терміни можливо тільки при подвійному-потрійному збільшенні кількості агрегатів відносно сучасного рівня;

3) безперервно-короткочасний характер використання МТА в рослинництві, при якому робочі цикли їх використання чергуються з відносно тривалими агроперервами, є потенційною основою поділу процесів використання і технічного обслуговування машин за часом, обумовлюючи можливість підвищення ефективності реалізації обох процесів.

Недоліком даних методик є те, що вони не враховують термін служби і напрацювання МТА по рокам експлуатації.

Також їм розглянуто передцикловий метод технічного обслуговування тракторів і метод формування закономірностей зміни їх технічного стану шляхом підбору менш інтенсивних майбутніх умов експлуатації, що базуються на основі стратегії превентивного проведення диференційованих ремонтно-обслуговуючих впливів з урахуванням перспективних закономірностей зміни технічного стану механізмів тракторів. Дані методи дозволяють підвищити на 30-40% якість технічного обслуговування, в 1,8-2 рази напрацювання тракторів на відмову в майбутні цикли реалізації виробничих процесів в рослинництві, обумовлюючи скорочення їх тривалості в 1,3-1,5 рази.

Таким чином, для обґрунтування технічної оснащеності збиральних процесів при експлуатації зернозбиральних комбайнів, які перебувають за

межами строків амортизації, необхідно виявити залежність між технічною надійністю зернозбирального комбайна і його сезонним навантаженням.

Висновки, мета та завдання досліджень

Метою даних досліджень є підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів.

Поставлена мета досягалася при послідовному розв'язанні таких завдань:

1. Обґрунтувати діапазон сезонного навантаження зернозбиральних комбайнів в залежності від їх технічної готовності.
2. Встановити залежність технічної готовності зернозбиральних комбайнів від обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт.
3. Визначити ефективність узгодження технічної готовності і сезонного навантаження зернозбиральних комбайнів у виробничих умовах.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Виходячи з мети даної роботи, виявлених взаємозв'язків і результатів теоретичних досліджень, експериментальні дослідження передбачали отримання даних, необхідних для розрахунку порівняльної ефективності узгодження сезонного навантаження і технічної готовності. Для перевірки результатів, їх відповідності теоретичним дослідженням, представленим у третьому розділі, в ході експериментальних робіт були поставлені наступні завдання:

- виявити закономірності збільшення витрат на технічне обслуговування, ремонт, зберігання (ТОРЗ) і паливо в залежності від рівня безвідмовності зернозбиральних комбайнів;
- визначити залежність сезонного наробітку, денної продуктивності і середнього часу усунення наслідків відмови, напрацювання на відмову зернозбиральних комбайнів від терміну служби;
- виявити залежність ринкової вартості зернозбиральних комбайнів від терміну служби.

Експериментальними дослідженнями передбачалося отримання даних в сільськогосподарських підприємствах Полтавської області за рівнем забезпечення експлуатації МТП (організація ТО і ремонту машин, зберігання і заправка паливно-мастильних матеріалів, кваліфікація механізаторів), продуктивності зернозбиральних комбайнів протягом сезону і терміну служби (напрацювання), по їх вартості в залежності від терміну служби, проведення хронометражних спостережень. Для отримання достовірної

інформації необхідно зібрати дані про роботу 10 ... 35 машин з терміном експлуатації більше десяти років.

Для проведення економічної оцінки різних варіантів використання техніки в базових господарствах повинні бути отримані дані по добовому наробітку зернозбиральних комбайнів протягом сезону, терміну їх служби, врожайності, вартості виробленої продукції, варіантів транспортування продукції і т. д. Для обґрунтування зазначених параметрів були взяті дані власних теоретичних досліджень і спостережень, а також узагальнені дані інших авторів. На експлуатаційні властивості зернозбиральної техніки впливають різні фактори, такі як природно-кліматичні, виробничі, організаційно-господарські та ін.

З огляду на різноманіття даних факторів, нами докладно враховувалися і вивчалися тільки окремі фактори, перш за все експлуатаційні, а решта приймалися середньостатистичними.

Для виконання програми експериментальних досліджень використовувалися загальноприйняті методи: хронометражні спостереження, наукова абстракція, виробничий експеримент. З метою отримання вихідної інформації передбачалася перевірка теоретичних розрахунків з урахуванням всієї складності експлуатації технічних засобів в умовах сільськогосподарського виробництва, а також технічних і експлуатаційних показників. Для визначення закономірностей розвитку і тенденцій зміни експлуатаційних показників слід використовувати дані за ряд років (не менше трьох років), які могли б розкрити сутність явищ, що відбуваються.

2.2. Методика проведення досліджень

Для отримання закономірностей залежності витрати запасних частин і палива від терміну служби збиральних агрегатів обсяг вибіркової сукупності склав не менше 35 зернозбиральних комбайнів різного періоду експлуатації.

Для отримання об'єктивної інформації про залежності витрати запасних частин від періоду експлуатації комбайнів складені зведені дані. Інформація про витрати на придбання запасних частин заноситься в таблиці 2.1 і 2.2

Таблиця 2.1 – Визначення витрат на запчастини зернозбиральних комбайнів (ЗЗК) в залежності від терміну служби

| Показник | Строк служби | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Середній наробіток ЗЗК, га | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сумарні витрати на запчастини, грн. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця 2.2 – Збір даних про вплив терміну служби комбайна 3 класу на витрату палива

| Показник | Строк служби | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Витрати пального, кг/т | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Дані необхідно формувати в залежності від терміну служби комбайнів 3 класу (таблиця 2.1). Крім того, визначалася середній наробіток за збиральний період. Далі по облікових картках робилася вибірка на кожен комбайн по витраті запчастин в грошовому вираженні.

Дані по витраті палива на зернозбиральний комбайн в залежності від терміну служби визначалися по облікових картках з подальшим внесенням до таблиці 2.2.

Таким чином, наведена методика дозволяє виявити вплив терміну служби на технічне обслуговування і ремонт, а також витрату палива.

Середню денну продуктивність зернозбиральних агрегатів визначали за виразом:

$$Q_{\text{дн}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{\text{дн}_i}, \quad (2.1)$$

де n – кількість спостережень;

$Q_{\text{дн}_i}$ – значення i -ї денної продуктивності по роках.

Денний наробіток зернозбирального комбайна з урахуванням терміну експлуатації можна представити як:

$$\bar{Q}_{\text{дн}_i} = Q_{\text{дн}}^{\text{ном}} \cdot K_{\Gamma}, \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{дн}}$ – номінальна денна продуктивність зернозбиральних комбайнів;

K_{Γ} – коефіцієнт готовності.

При невеликій площі збирання зернових культур ефективність використання нового комбайна з високою технічною готовністю буде менше, ніж з низькою технічною готовністю і збільшеним терміном служби. З цією метою виділено три групи (класи) з напрацюванням збиральних агрегатів:

- 1) від 500 до 3500 гектарів (1-7 років);
- 2) 3500-6000 гектарів (8-14 років);
- 3) 6000-6550 гектарів (15-20 років).

Обсяг вибірки визначали з умови, що ймовірність абсолютної різниці між істинним математичним очікуванням і знайденим дослідним шляхом не перевищуватиме певної величини з довірчою ймовірністю не менше p .

2.3 Методика визначення показників надійності зернозбиральних комбайнів

До показників надійності можна віднести коефіцієнт готовності, напрацювання на відмову і середній час усунення наслідків відмови.

Коефіцієнт готовності визначається з виразу:

$$K_{\Gamma} = \frac{\Sigma t_p}{\Sigma t_p + \Sigma t_{y.o} + \Sigma t_{opr}}, \quad (2.3)$$

де Σt_p – сумарний час роботи, год.;

$\Sigma t_{y.o}$ – час на усунення відмов, год.;

Σt_{opr} – час простою з організаційних причин, год.

З урахуванням перетворень, коефіцієнт готовності приймає наступний вигляд:

$$K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o} + t_{opr}}{t_o}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}^o}{t_o}}, \quad (2.4)$$

де сумарний час усунення наслідків відмови визначається формулою:

$$T_{y.o}^o = T_{y.o} + t_{opr}, \quad (2.5)$$

де $T_{y.o}$, t_{opr} – середній час відновлення наслідків відмови і час очікування доставки запасних частин.

У загальному вигляді коефіцієнт готовності визначається формулою:

$$K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}^o}{t_o}}. \quad (2.6)$$

Для визначення напрацювання на відмову перетворимо вираз:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_o}{T_o + T_s} \rightarrow K_{\Gamma} T_o + K_{\Gamma} T_s = T_o, \quad (2.7)$$

або

$$(1 - K_{\Gamma}) T_o = K_{\Gamma} T_s \quad (2.8)$$

Напрацювання на відмову в залежності від коефіцієнта готовності визначається виразом:

$$T_o(K_{\Gamma}) = \frac{T_s K_{\Gamma}}{1 - K_{\Gamma}} = \frac{T_s}{\frac{1}{K_{\Gamma}} - 1}. \quad (2.9)$$

З огляду на вищевикладене, коефіцієнт готовності в залежності від напрацювання на відмову:

$$K_{\Gamma}(t_o) = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}}{t_o(t)}}. \quad (2.10)$$

Для визначення кількості і тривалості технічних відмов збирального комплексу способом хронометражних спостережень протягом робочого дня проводили спостереження за роботою комбайнів, відзначали початок і закінчення робочої зміни, час на технічні та технологічні простої, і після закінчення зміни складалося зведення спостережень за робочий день.

Оброблені дані всіх хронометражних листів заносяться в зведені таблиці, і визначаються середні показники (таблиця 2.3), робляться висновки про простоях техніки, тривалості простоїв і їх причини появи.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця спостережень

| № | Технічні відмови | Всього простоїв | Тривалість роботи |
|---|------------------|-----------------|-------------------|
| | | | |

Напрацювання на відмову визначалася на основі виразу:

$$t_o = \frac{\sum T_{\text{раб}}}{\sum n_{\text{отк}}}, \quad (2.11)$$

де $\sum n_{\text{отк}}$ – кількість відмов з технічних причин за період роботи;

$\sum T_{\text{раб}}$ – сумарна кількість годин за робочий період.

Середній час усунення наслідків відмови визначалися по групі комбайнів з однаковим сумарним напрацюванням за формулою:

$$\bar{T}_{y.o}^o = \frac{\sum T_{y.o}}{\sum n_{\text{отк}}}. \quad (2.12)$$

Для визначення середнього часу усунення наслідків відмови по окремих агрегатах зернозбирального комбайна необхідно користуватися формулою:

$$\bar{T}_{y.o}^i = \frac{\sum T_{y.o}^i}{\sum n_{\text{отк}}^i}, \quad (2.13)$$

де $\sum T_{y.o}^i$ – сумарний час усунення наслідків відмови i -го агрегату;

$\sum n_{\text{отк}}^i$ – сумарна кількість відмов i -го агрегату.

Таким чином, представлена методика визначення взаємозв'язку коефіцієнта готовності, часу усунення наслідків відмови, напрацювання на відмову зернозбиральних комбайнів.

Висновки

Загальна методика досліджень розроблена у відповідності з прийнятою програмою досліджень, підпорядкована вирішенню поставлених

в роботі задач і базується на застосуванні математичного планування експерименту.

Обробку експериментальних даних передбачено виконувати за допомогою методів математичної статистики і комп'ютерних програм.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Комплексний підхід до побудови зернозбиральних процесів

Для досягнення мети раціонального зернозбирального процесу необхідним є дотримання необхідного обсягу робіт в економічно доцільні терміни, збереження якості і кількості врожаю, забезпечення найменших витрат для отримання максимального прибутку.

Збирально-транспортна система складається з ряду елементів, таких як зернозбиральні комбайни, автотранспортні машини, засоби технічного обслуговування, штат комбайнерів і управлінського персоналу. Для підвищення ефективності функціонування зернозбиральних комбайнів необхідно виявити закономірності зміни витрат на технічне обслуговування, ремонт, зберігання і паливо, продуктивності протягом збирального періоду з метою надання на них керуючих впливів. Складна технічна система зумовлює розгляд і аналіз різних варіантів побудови збирального процесу на основі даного критерію комплексних витрат, що забезпечує досягнення поставленої мети. Результатами, які оцінюють збиральний процес, є тривалість робіт, втрати продукції і прибуток. До категоріальних понять, які оцінюватимуть механізований технологічний процес, відносяться кліматичні умови, ресурсний потенціал сільськогосподарського підприємства (матеріальні, трудові та земельні ресурси).

На ефективність складних технічних систем впливають не тільки параметри машин, але і рівень підготовки і сумлінність обслуговуючого персоналу, властивості оброблюваного матеріалу, а також середовище, що характеризується природними і виробничими умовами. В результаті

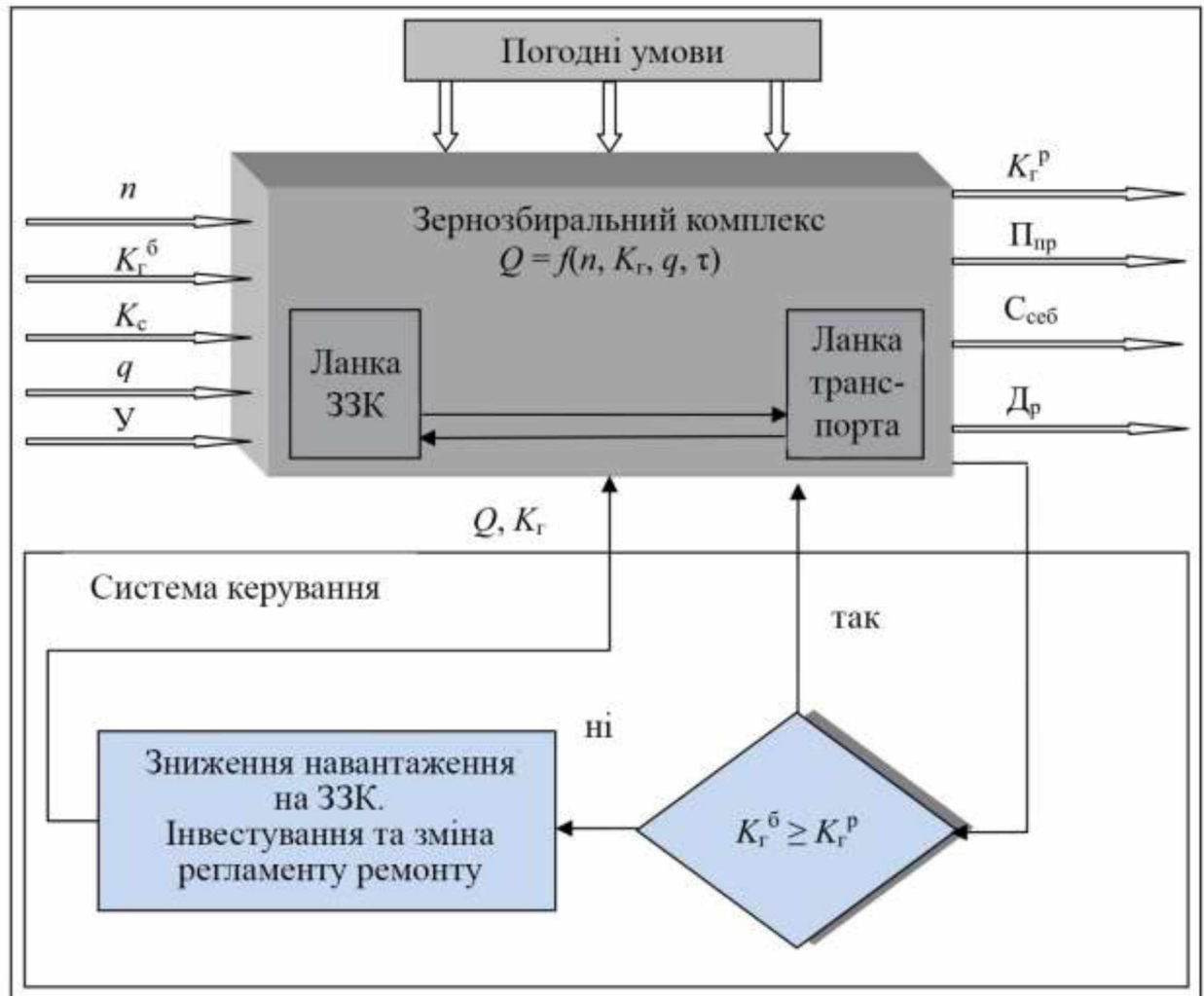
ринкових перетворень в сільськогосподарському виробництві з'явилися різні форми господарюючих суб'єктів з різним ресурсним забезпеченням. Ефективність їх функціонування в значній мірі залежить від раціонального використання збиральної техніки з різною технічною надійністю [10, 11, 12].

Для підвищення ефективності функціонування збирального процесу необхідно визначити закономірності зміни параметрів на вході і виході в часі з метою надання на них керуючих впливів. Складна технічна система зумовлює розгляд і аналіз можливих варіантів побудови збирального процесу на основі прийнятого критерію сумарних витрат, що забезпечує досягнення поставленої мети.

Для техніко-економічної оцінки зернозбиральних процесів у виробничому циклі розроблено структурну схему управління зернозбиральним процесом, вхідні і вихідні параметри вказані на рисунку 3.1.

Вхідним параметром є кількість комбайнів (n), базова технічна готовність зернозбирального комбайна ($K_{зб}$), його напрацювання ($Q_{нар}$), співвідношення сортів і культур ($K_{сорт}$), пропускна здатність комбайна (q) і врожайність ($У$). Вихідними параметрами системи збирання сільськогосподарських культур є тривалість виконання робіт (D_p), від якої залежать втрати продукції, і прибуток ($C_{пр}$), яку підприємство отримує, а також раціональне сезонне навантаження на ЗЗК.

Зі збільшенням тривалості виконання робіт (D_p) сезонне навантаження збільшується, і, відповідно, збільшуються втрати продукції, але знижуються вимоги до надійності машин ($k_{зр}$) і вартості техніки, залученої до збиральних робіт. Як некеровані параметри виступають кліматичні умови. Зі збільшенням площі збирання зростають вимоги до продуктивності збиральних машин, а отже, і до їх надійності.



Q – сезонне навантаження на ЗЗК, га; K_c – коефіцієнт готовності; K_c – коефіцієнт збільшення тривалості робіт від використання сортів; q – пропускна здатність комбайна; U – урожайність, ц/га; D_p – тривалість робіт, дні; K_{sp} , K_{cb} – рекомендований і базовий коефіцієнт готовності; n – кількість комбайнів, шт.; C_{np} – вартість продукції, грн./га; Π_{np} – втрати продукції

Рисунок 3.1 – Структурна схема управління зернозбиральним процесом:

Керованими параметрами в зернозбиральному процесі є комплексний показник технічної готовності, який оцінюється коефіцієнтом готовності та сезонне навантаження зернозбирального комбайна, а керуючим – собівартість виробленої продукції.

Підвищити продуктивність машин дозволяє коефіцієнт використання часу зміни збирально-транспортного комплексу, який збільшується при надійному транспортному забезпеченні і формуванні раціональної структури збирального комплексу. При відхиленні коефіцієнта готовності в меншу сторону від рекомендованого доцільне використання декількох варіантів: оновлення техніки і залучення додаткових трудових ресурсів, що складно здійснити через фінансові труднощі і дефіциту трудових ресурсів; перерозподіл зернозбиральної техніки з низькою технічною готовністю в фермерські господарства з невеликою площею збирання; інвестування в ремонт ЗЗК, що не знижує обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, але вимагає вкладення фінансових коштів.

При обґрунтуванні площі обробітку зернових культур (Q) необхідно враховувати кількість комбайнів, їх пропускну здатність врожайність і технічну готовність [13]:

$$Q = D_p n_\phi 36q \frac{\tau K_z}{Y(1+\delta)} T_{cm} K_{cm} K_\Gamma K_{п.у}, \quad (3.1)$$

де K_z – коефіцієнт готовності;

D_p – тривалість робіт, дні;

n_ϕ – кількість зернозбиральних комбайнів, шт.;

q – пропускну здатність комбайна, кг / с;

K_z – коефіцієнт завантаження молотарки;

Y – урожайність, ц / га;

T_{cm} – час зміни, час;

K_{cm} – коефіцієнт змінності;

$K_{п.у}$ – коефіцієнт погодних умов;

τ – коефіцієнт використання корисного часу зміни;

δ – відношення маси соломи до маси зерна.

З виразу (3.1) фактична кількість потрібних агрегатів (n_{ϕ}) в залежності від їх безвідмовності визначається:

$$n_{\phi}(K_{\Gamma}) = \frac{QY(1+\delta)}{D_p(36q\tau K_z T_{cm} K_{cm} K_{\Gamma} K_{п.у})}. \quad (3.2)$$

За умови, що збирання зернових буде здійснюватися одним комбайном вираз 3.1 набуде вигляду:

$$Q = D_p 36q \frac{\tau K_z}{Y(1+\delta)} T_{cm} K_{cm} K_{\Gamma} K_{п.у}. \quad (3.3)$$

Результати розрахунків по визначенню посівної площі в залежності від коефіцієнта готовності представлені на рисунку 3.2 (а). Як видно з рисунку, при зростанні коефіцієнта готовності зернозбирального комбайна (з урахуванням доставки запасних частин) його сезонне навантаження збільшується. Так, зі збільшенням ($q = 7$ кг/с) показника технічної готовності з 0,4 до 0,75 сезонне навантаження збільшується більш ніж в два рази. Збільшення коефіцієнта готовності можливе за рахунок скорочення часу усунення наслідків відмови або за рахунок формування фонду обмінних запасних частин, використання агрегатного методу ремонту. На сезонне навантаження зернозбиральних комбайнів значний вплив робить і врожайність зернових культур. З рисунку 3.2 (б) видно, що зі збільшенням врожайності сезонне навантаження знижується через збільшення завантаження молотарки і зниження швидкості комбайна.

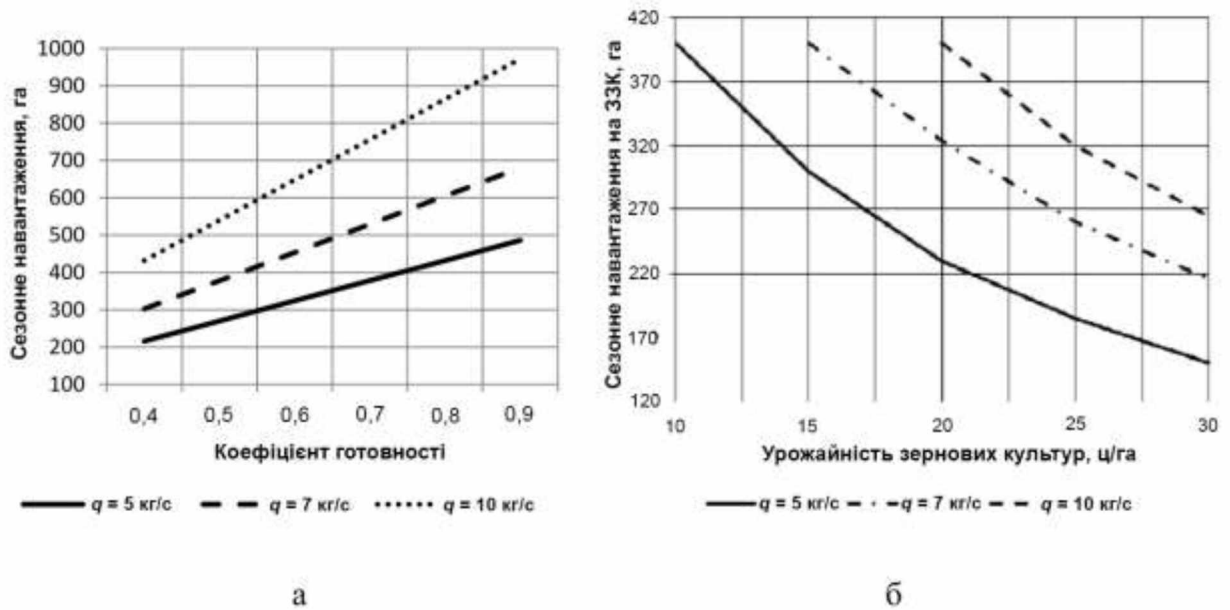


Рисунок 3.2 – Вплив коефіцієнта готовності (а) і врожайності зернових культур (б) на сезонне навантаження зернозбирального комбайна ($K_s = 0,75$; $V = 15$ ц/га; $T_{CM} = 8$ год.; $K_{cm} = 1,5$; $K_{n,y} = 0,95$; $\delta = 1,2$; $Q = 1000$ га, $D_p = 20$ днів)

З урахуванням викладеного при обґрунтуванні площі обробітку і кількості технічних засобів машин з урахуванням їх ресурсного стану і технологічного призначення необхідно використовувати коефіцієнт готовності, який визначається залежністю [14]:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sum t_{p_j}}{\sum t_{p_j} + \sum t_{y.o_j} + \sum t_{ожид_j}}, \quad (3.4)$$

де t_{p_j} – сумарний час в працездатному стані при виконанні j -ї роботи (обмолот, косовиця та ін.), год.;

$t_{y.o_j}$ – сумарний час усунення наслідків відмови при виконанні j -ї роботи, год.;

$t_{ожид_j}$ – сумарний час очікування з організаційних причин при виконанні j -ї роботи, год.

Від виду технологічного призначення зернозбиральних комбайнів будуть залежати вимоги до його надійності. Так при використанні на косовиці і обмолоті в порівнянні з прямим збиранням вимоги до його надійності знижуються, тому що не використовуються окремі агрегати.

Для оцінки технічної готовності зернозбиральних комбайнів необхідно визначити такі показники, як час усунення наслідки відмови, кількість відмов, напрацювання на відмову.

Час усунення наслідків відмови визначається з виразу:

$$t_{y.o} = m_o T_{y.o}, \quad (3.5)$$

де m_o – кількість відмов;

$T_{y.o}$ – трудомісткість усунення наслідків відмови, год.

Кількість відмов можна визначити за формулою:

$$m_o = \frac{t_p}{t_o}, \quad (3.6)$$

де t_o – напрацювання на відмову, год., мото-год, га.

Трудомісткість усунення наслідків відмови з урахуванням кількості виконавців можна визначити з виразу:

$$t'_{y.o} = \frac{T_{y.o}}{m_{исп}}. \quad (3.7)$$

де $m_{исп}$ – кількість виконавців, год.

Відповідно, підставляючи вираз (3.5) і (3.6) в формулу (3.4), отримуємо:

$$t_{y.o} = \frac{t_p}{t_o} \cdot \frac{T_{y.o}}{m_{исп}}, \quad (3.8)$$

Підставляючи вираз (3.7) в формулу (3.3), отримуємо:

$$K_{\Gamma} = \frac{t_p}{t_p + \frac{t_p}{t_o} \cdot \frac{T_{y.o}}{m_{исп}}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}}{t_o m_{исп}}}. \quad (3.9)$$

Якщо $m_{исп} = 1$, то

$$K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}}{t_o}}. \quad (3.10)$$

Якщо час усунення відмов $T_{y.o}$ умовно прийняти за одиницю, то

$$K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \frac{1}{t_o}}. \quad (3.11)$$

В даний час стоїть завдання встановлення оптимального взаємозв'язку між технічною готовністю зернозбиральних комбайнів і ефективністю зернозбиральних процесів сільськогосподарських підрозділів з різною збиральною площею. Тому існує потреба в розробці методики по визначенню взаємозв'язку економічних показників з показниками технічної готовності зернозбиральних машин.

Підставивши вираз (3.10) в вираз (3.1), можливо визначити кількість зернозбиральних комбайнів в залежності від напрацювання на відмову і середнього часу усунення відмови. Встановлено, що зі збільшенням напрацювання на відмову зернозбирального комбайна потрібна кількість комбайнів знижується (рисунок 3.3). Так, при напрацюванні на відмову 10 годин і зниженні коефіцієнта використання часу зміни з 0,65 до 0,55 потрібна кількість комбайнів збільшується з трьох штук до чотирьох.

Значний вплив на потребу в технологічних машинах надає середній час відновлення відмови, яке складається з часу на пошуки і безпосередньо на усунення відмови, а також доставки запасних частин. Як видно з рисунку 3.4, зі збільшенням часу усунення відмови з двох до п'яти годин потрібна кількість агрегатів зростає на 25%.

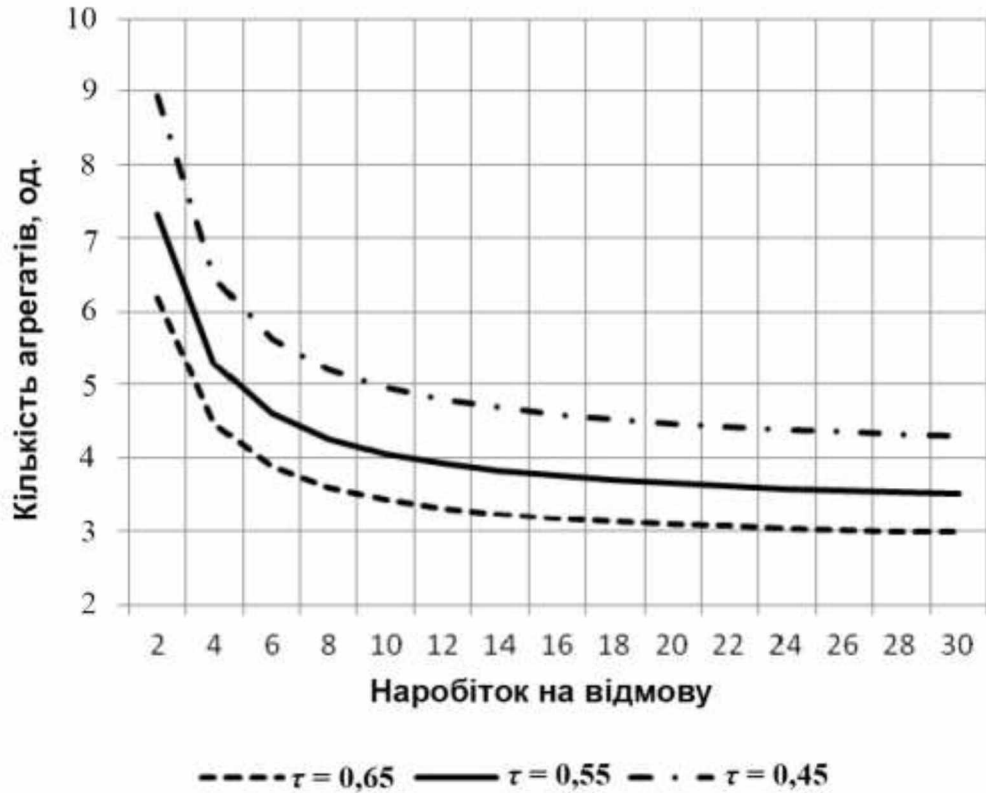


Рисунок 3.3 – Залежність кількості зернозбиральних комбайнів від напрацювання на відмову ($Q_{сез} = 1000$ га, $Y = 15$ ц/га)

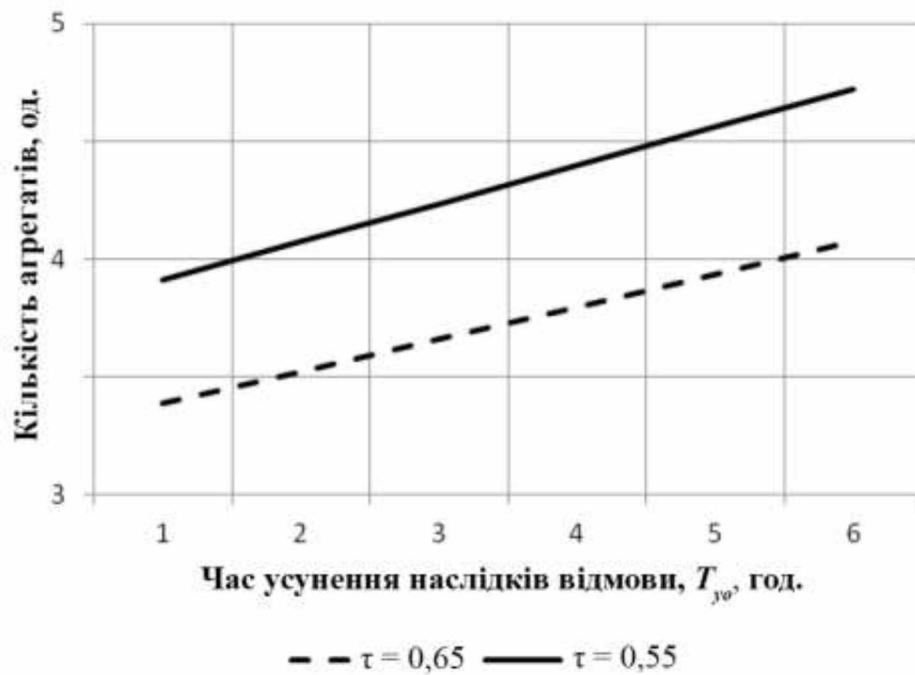


Рисунок 3.4 – Залежність кількості зернозбиральних комбайнів від часу усунення наслідків відмови ($Q_{сез} = 1000$ га, $Y = 15$ ц/га)

Зі збільшенням коефіцієнта використання часу зміни до 0,65 кількість комбайнів знизиться з чотирьох до трьох.

Коефіцієнт готовності (K_2) можна представити в наступному вигляді:

$$K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \frac{T_{\Gamma.п}}{t_o}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o} + T_{д}}{t_o}}, \quad (3.12)$$

де t_o – напрацювання на відмову, год;

$T_{m.n}$ – час відновлення працездатності ЗЗК, год.;

$T'_{y.o}$ – чистий час усунення наслідків відмов, год.;

$T_{д}$ – час очікування доставки запчастин, год.;

Розрахунки показують, що більший вплив на коефіцієнт готовності надає час відновлення працездатності ЗЗК, ніж напрацювання на відмову.

Встановлено, що зі зниженням напрацювання на відмову з 50 до 10 годин і з зростанням часу усунення наслідків відмови від одного до шести годин коефіцієнт готовності знижується до 37%. Тому у виробничих умовах необхідні організаційні заходи, спрямовані на скорочення часу усунення технічної відмови і доставку запасних частин. Збільшення коефіцієнта готовності можливе за рахунок скорочення часу усунення наслідків відмови, або за рахунок формування фонду обмінних запасних частин, використання агрегатного методу ремонту.

Аналіз показав взаємозв'язок напрацювання на відмову, часу усунення відмови, кількості відмов і коефіцієнта готовності машин. Так при напрацюванні на відмову (t_o) дорівнює двом годинам коефіцієнт готовності при зміні часу доставки запчастин ($T_{д}$) з другої до шостої години змінюється від 0,7 до 0,85. При збільшенні кількості відмов з двох до десяти коефіцієнт готовності знижується з 0,95 до 0,8 ($t_o = 5$ год.; $T_{д} = 2$ год.).

Встановлено, що при збільшенні сезонного навантаження на комбайн від 150 до 350 гектарів раціональний коефіцієнт готовності для ЗЗК підвищується з 0,4 до 0,85. Розроблена економіко-математична модель дозволяє визначити рівень надійності і оптимальний варіант вибору зернозбирального комбайна з раціональною ринковою ціною і його напрацюванням (рисунок 3.5).

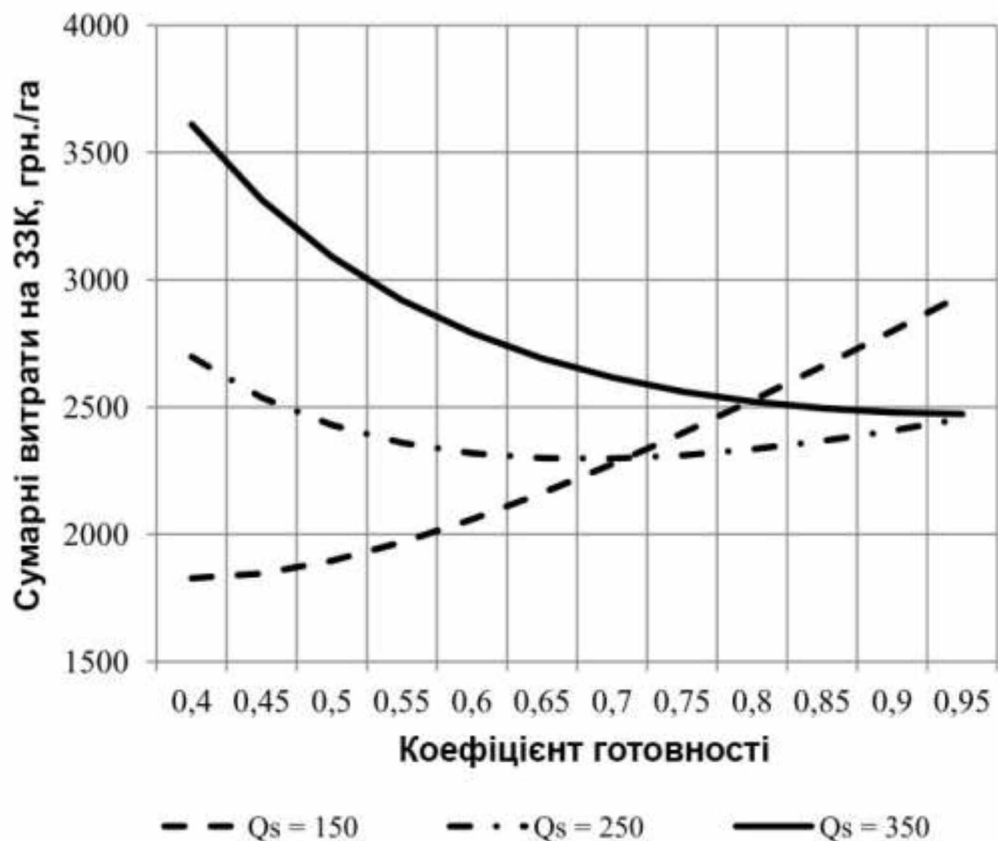


Рисунок 3.5 – Залежність сумарних витрат від коефіцієнта готовності ЗЗК при різному сезонному навантаженні (3 класу)

На основі економіко-математичного моделювання отримано вираз, що дозволяє визначити раціональний коефіцієнт готовності технологічних машин в залежності від їх сумарного напрацювання, сезонного навантаження, поєднання різних за скоростиглістю сортів, культур, їх вартості та врожайності, інших природних і виробничих факторів.

3.2 Визначення показників надійності зернозбиральних комбайнів в залежності від сумарного напрацювання

Залежність вартості зернозбиральних комбайнів від терміну служби (сумарного напрацювання) отримана на основі аналізу сайтів з продажу сільськогосподарської техніки.

На основі збору статистичних даних встановлено, що середня тривалість усунення наслідків технічної відмови зернозбирального комбайна з урахуванням часу доставки запасних частин $T_{y.o}$ склала 2,5 години. У роботі вказується, що середній час на пошук і усунення наслідків технічної відмови зернозбирального комбайна першої і другої груп складності $T_{y.o}$ становить 0,6 години.

З огляду на вищевикладене, визначаємо середній час доставки запасних частин для усунення наслідків технічної відмови за формулою:

$$t_{\text{орг}} = T_{y.o}^o - T_{y.o} = 2,5 - 0,6 = 1,9 \quad (3.13)$$

Таким чином, для визначення показників надійності зернозбирального комбайна приймаємо середній час доставки запасних частин, що дорівнює 1,9 год. (рисунок 3.6).

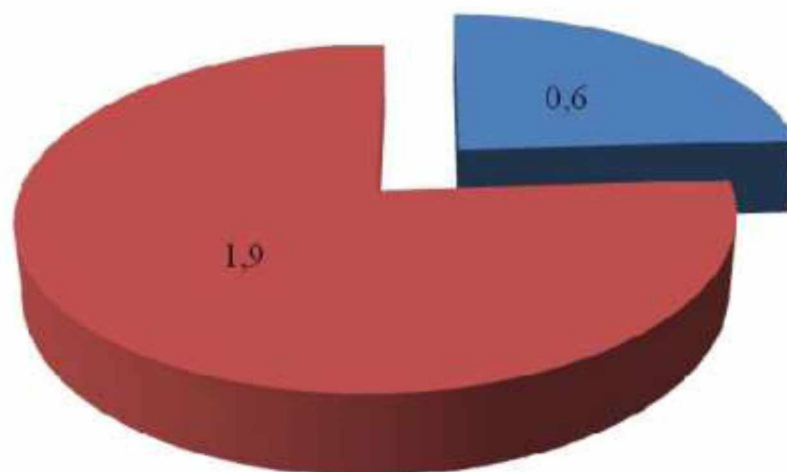


Рисунок 3.6 – Час усунення наслідків відмови і доставки запасних частин

Визначено значення середнього часу усунення наслідків відмови ЗЗК 3 класу по складовим частинам (рисунок 3.7). Так, середній час усунення наслідків відмови у моторно-силової установки становить 6,2 години, що значно більше, ніж у інших агрегатів (молотильно-сепаруючий пристрій – 2,0 год., ходова частина – 1,2 год., жатка – 0,5 год.).

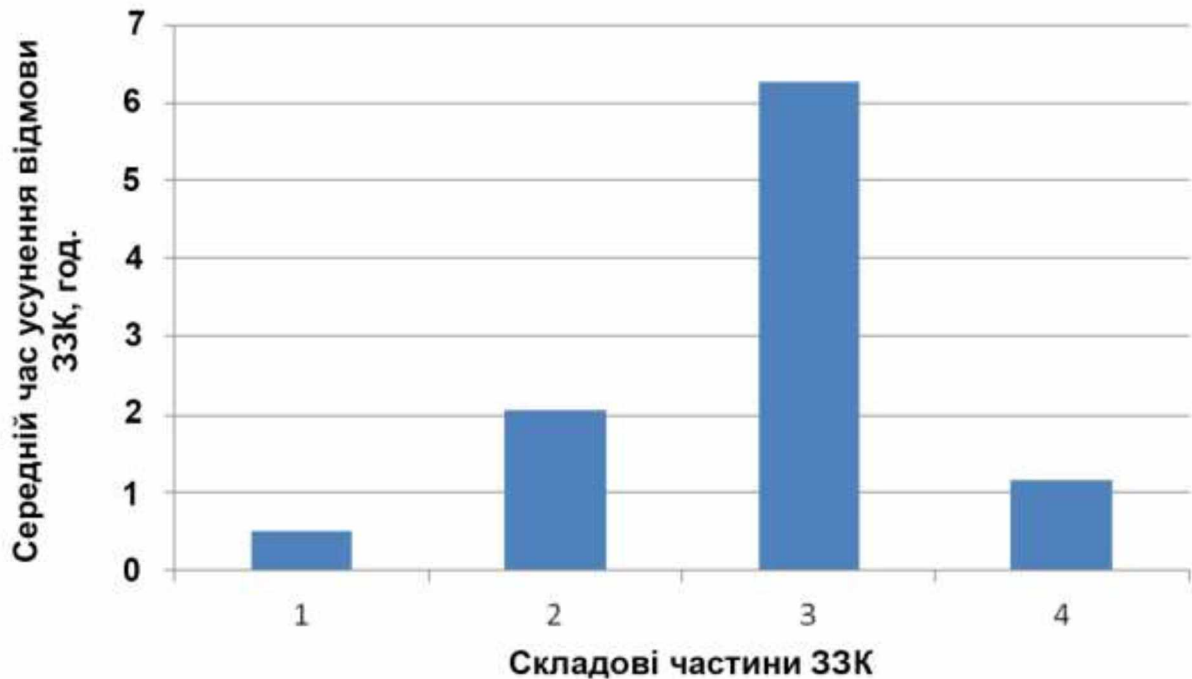


Рисунок 3.7 – Значення середнього часу усунення наслідків відмови ЗЗК 3 класу по агрегатам

1 - жатка; 2 - молотильно-сепаруючий пристрій; 3 - моторно-силова установка; 4 - ходова частина

На основі вищевикладеного вираження виявлена залежність зниження середнього напрацювання на відмову технологічних машин від терміну служби (рисунок 3.8).

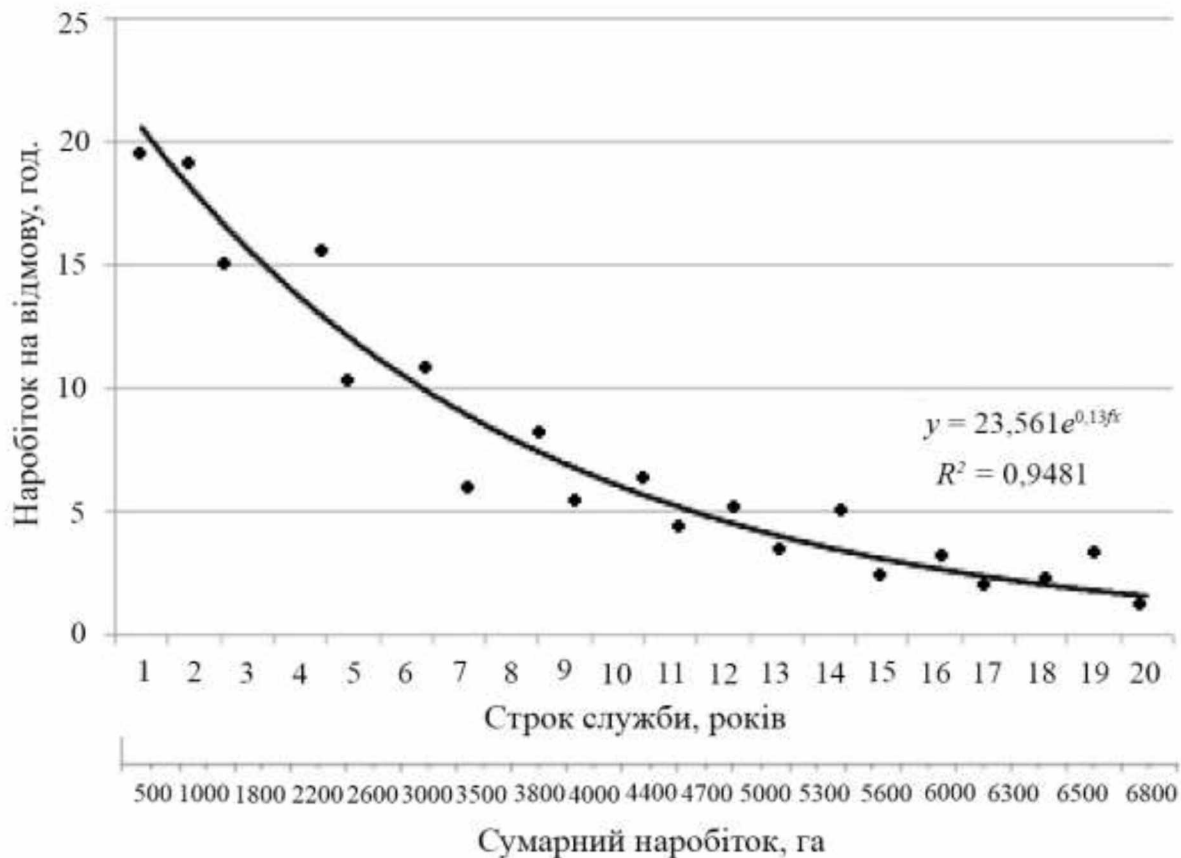


Рисунок 3.8 – Залежність напрацювання на відмову ЗЗК в залежності від терміну служби

Встановлено, що максимальне напрацювання на відмову складає 18-20 годин в початковий період експлуатації і інтенсивно знижується до восьми років експлуатації. Після десяти років експлуатації напрацювання на відмову знижується до двох годин (рисунок 3.9).

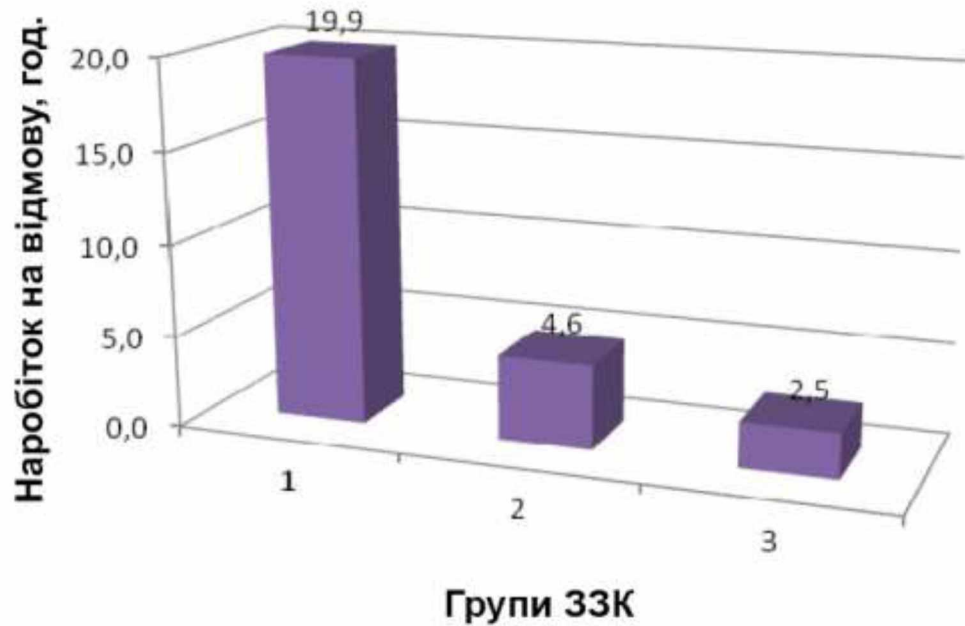


Рисунок 3.9 – Залежність напрацювання на відмову за віковими групами

На основі збору та аналізу статистичного матеріалу визначені комплексні показники надійності: коефіцієнт готовності з урахуванням простоїв через організаційні причини (K_2) і коефіцієнт готовності зернозбиральних комбайнів без урахування часу на доставку запчастин (K'_T) від терміну служби (рисунок 3.10).

Як видно з графічного матеріалу, коефіцієнт готовності з урахуванням простоїв через організаційні причини (K_2) зі збільшенням терміну служби технологічних машин знижується з 0,95 до 0,45. Коефіцієнт готовності без урахування часу на доставку запчастин (K'_T) зернозбиральної техніки знижується з 0,97 до 0,79 через збільшення кількості технічних відмов. Як видно з рисунка, зі збільшенням терміну служби спостерігається більш різкий тренд зниження коефіцієнта готовності (K_2), викликаного збільшенням сумарного часу простою технологічних машин через відсутність запасних частин.

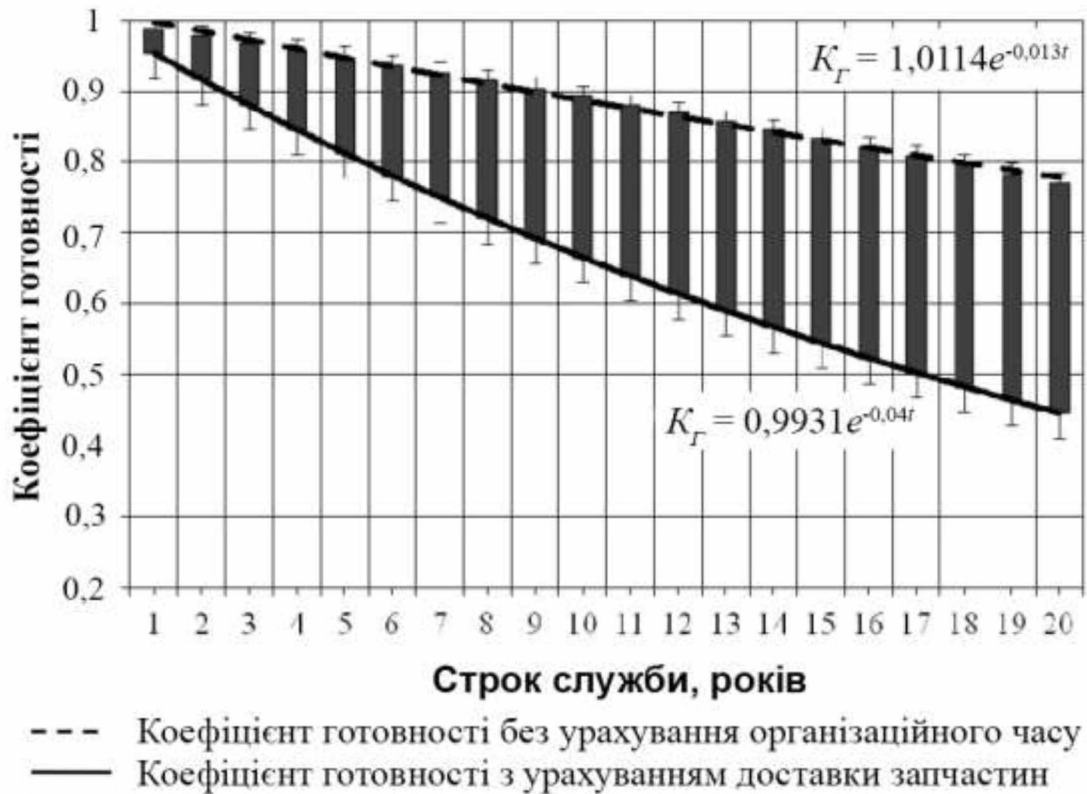


Рисунок 3.10 – Залежність показників надійності ЗЗК від терміну служби

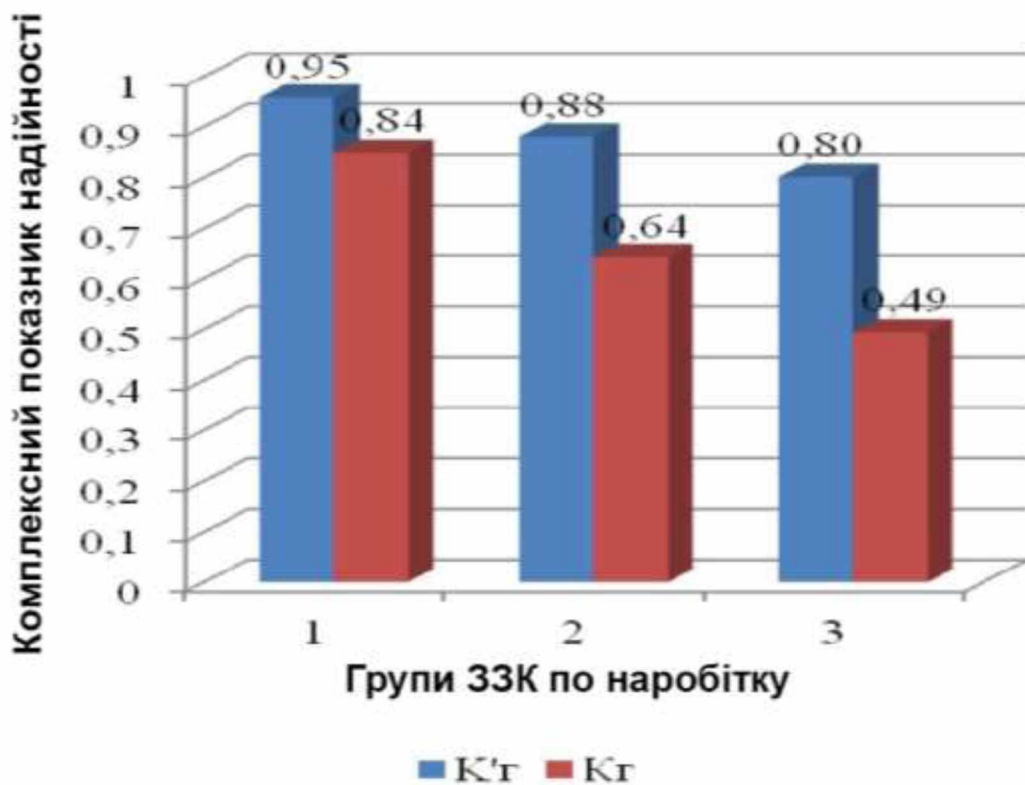


Рисунок 3.11 – Залежність показників надійності ЗЗК по групам

Для підвищення надійності збиральної техніки, а відповідно, і її продуктивності необхідні ремонтно-обслуговуючі роботи. Підвищення технічної надійності дозволить збільшити продуктивність машин і знизити потребу в технічних і трудових ресурсах. Комплексний показник надійності зернозбиральних комбайнів по групах показаний на рисунку 3.11.

Результати досліджень показують, що середній коефіцієнт готовності з урахуванням простоїв через організаційні причини (K_2) приймає значення для першої групи – 0,84; другий – 0,64 і третій – 0,49. Відповідно, середній коефіцієнт готовності без урахування часу доставки запчастин 0,95, 0,88 і 0,80.

Збільшення коефіцієнта готовності можливо за рахунок збільшення кількості виконавців, а K_2 – за рахунок формування фонду обмінних запасних частин, в тому числі використання агрегатного методу ремонту, і своєчасної їх доставки мобільними ланками.

Витрати часу на відновлення машин згруповані по відмовах окремих агрегатів: жатка; молотильно-сепаруючий пристрій; моторно-силова установка; ходова частина (рисунк 3.12).

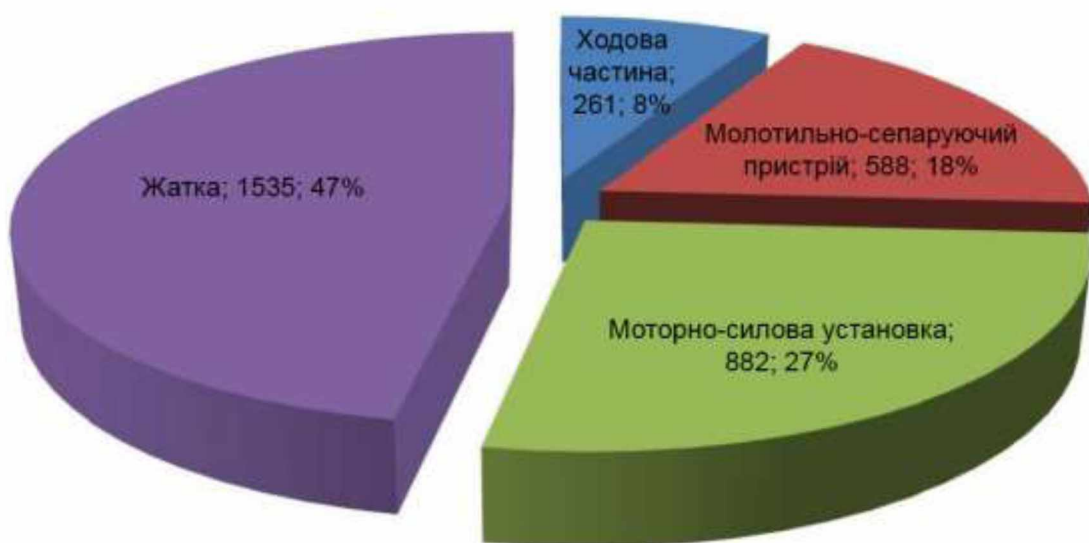


Рисунок 3.12 – Витрати часу на усунення відмов ЗЗК (1-я група)

На основі обробки результатів хронометражних спостережень встановлено час відновлення для кожного агрегату (ходова частина - 8%, молотильно-сепаруючий пристрій - 18%, моторно-силова установка - 27%, жатка - 47%) комбайна класу 5-6 за цикл збирання.

На жнивну частину припадає більша частина відмов, проте трудомісткість усунення відмов незначна. В результаті попадання твердих сторонніх предметів в ріжучий апарат, мотовило, шнек жатки викликає аварійну відмову робочого органу і нерідко його приводу. Навіть заміна агрегату на новий не виключить появи відмов через названі причини.

Виходячи з вищесказаного, були визначені витрати часу на усунення наслідків відмов без жнивної частини. Виявлено, що велика частка припадає на моторно-силову установку - 51%, на молотильно-сепаруючий пристрій - 34% і менша частка - на ходову частину - 15%.

Аналіз часу простою комбайна по окремих агрегатах представлений у вигляді діаграми Парето із зазначенням агрегатів, які є переважаючими при вирішенні проблем усунення технічної відмови (рисунок 3.13). Для підтримки технологічної машини в працездатному стані і скорочення часу простою машин в очікуванні усунення наслідків відмови необхідно мати запасні частини для жатки, молотильно-сепаруючого пристрою і моторно-силової установки.

Крім того, скоротити час усунення наслідків відмови можливо за рахунок збільшення кількості виконавців і наявності пересувної ремонтної бази.

Виявлено, що значні витрати припадають на молотильно-сепаруючий пристрій і ходову частину.

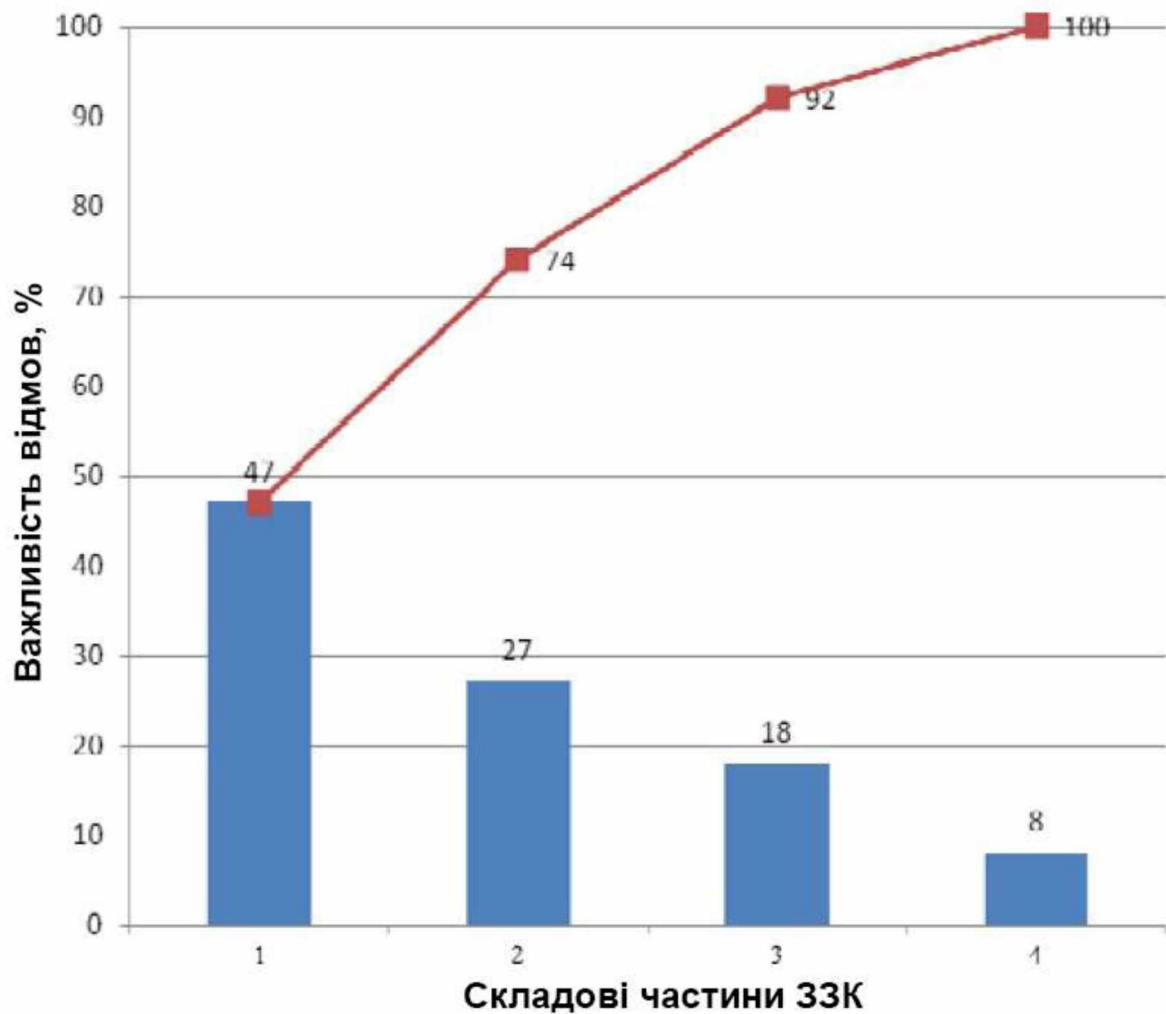


Рисунок 3.13 – Визначення найбільш проблемних складових частин зернозбирального комбайна

1 - жатка; 2 - молотильно-сепаруючий пристрій; 3 - моторно-силова установка; 4 - ходова частина

Одним з варіантів ефективного використання ЗЗК може бути їх розподіл за видами робіт. Зі зниженням технічної готовності необхідно змінити їх технологічне призначення, а саме використання на обмолоті або косовиці. Це дозволить знизити кількість відмов і трудомісткість усунення наслідків відмови. Так на косовиці трудомісткість усунення наслідків відмови молотильно-сепаруючого скорочують термін його служби на 20 чол./год. при агрегатному ремонті, через невикористання даного агрегату.

При використанні ЗЗК на обмолоті знижується кількість відмов жатки до 40%, трудомісткість усунення наслідків відмови до 2,5 години.

Вкладення коштів для заміни окремих агрегатів зернозбирального комбайна дозволить підвищити його продуктивність і знизити потребу технологічних машин в сільськогосподарському підприємстві. Так, щоб збільшити коефіцієнт готовності до 0,9, необхідно вкласти в технічне обслуговування, зберігання і ремонт до 700 тис. грн.

Висновки

За результатами досліджень, можна зробити наступні висновки:

1. На основі економіко-математичного моделювання обґрунтований діапазон сезонного навантаження зернозбиральних комбайнів від їх коефіцієнта готовності. Збільшення коефіцієнта готовності з урахуванням доставки запасних частин з 0,45 до 0,85 дозволяє збільшити раціональне сезонне навантаження для комбайна 3 класу зі 150 до 350 гектарів, при цьому особливу значимість має оперативність усунення несправностей.

2. Встановлено, що підвищити напрацювання на відмову з шести до двадцяти годин зернозбиральних комбайнів, що знаходяться за термінами амортизації, можна на основі ремонтних впливів. Для забезпечення максимального показника коефіцієнта готовності необхідні грошові витрати до 70% від вартості нового комбайна.

3. Встановлено, що зі зниженням коефіцієнта технічної готовності зернозбиральних комбайнів до 0,48 (середній термін служби зернозбиральних комбайнів вісімнадцять років), витрати на технічне обслуговування, ремонт і зберігання збільшуються в два рази, витрата палива збільшується до 30 відсотків.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза

Екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств є одним з ефективних перспективних засобів охорони навколишнього природного середовища. Екологічний паспорт підприємства належить до його основної проєктно-технічної документації. Поряд з технологічним регламентом він повинний бути на кожному підприємстві. У цьому документі наведені дані, що характеризують взаємовідносини підприємства з довкіллям.

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, займана площа, кількість працюючих та основні витратні величини споживаної сировини, води, енергії, палива, пари, повітря тощо, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і тепlopостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, технології очищення газо- димових викидів в атмосферне повітря та стічних вод, оборотність, зберігання, транспортування та вилучення твердих відходів (назва, кількість, хімічний склад та деякі основні властивості, технологія відновлення або виготовлення), утримання приміщень і споруд, плани дій в аварійних умовах, небезпечні матеріали, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдають меншої шкоди довкіллю.

Характеризується також санітарно-захисна зона підприємства (площа зони, прилеглі об'єкти, її оформлення).

У другій частині паспорта відображені заплановані природоохоронні заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат, питомих і загальних газо-димових викидів в атмосферне повітря і скидів стічних вод та відходів виробництва до і після впровадження кожного заходу.

Екологічні паспорти дають змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Одночасно можна оцінити й ефективність застосованої технології, повноту використання матеріалів й палива, ефективність технології очищення стічних вод і газо-димових викидів.

Можна також зробити еколого-економічну оцінку збитків взагалі і завданих природі зокрема, ефективність використання палива та енергії.

Оскільки об'єкти підприємства є джерелами забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, приводять дані про використання і охорону земельних і водних ресурсів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення.

Екологічні порушення (злочини) караються відповідно до вимог Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення чіткого причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням навколишнього середовища.

До екологічних злочинів відносять: забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту); порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення, виснаження поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з

урахуванням реальної вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднювальних речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдати істотної шкоди здоров'ю людини.

Шкідливий плив на ґрунти чинить забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію і водойми.

Порушення правил охорони навколишнього середовища полягає у використанні непередбачених правилами методик, відмови від виконання відповідних робіт або в бездіяльності при необхідних обов'язках. Це може бути, зокрема, ігнорування інформації, відмова від проведення екологічної експертизи та будівництва очисних споруд, порушення правил будівництва, експлуатації і ліквідації побудованих споруд тощо.

За скоєні екологічні злочини порушники несуть правову відповідальність. Екологічне законодавство передбачає три рівні покарання: порушення; порушення, що завдали значних збитків; порушення, що спричинили смерть людей (тяжкі наслідки).

Залежно від величини заподіяних збитків це можуть бути штрафи, заборона обіймати певні посади на встановлений термін, виправні роботи та позбавлення волі на визначений законом термін.

Система екологічного менеджменту в країні визначається і регламентується Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Згідно з цим законом, метою державного управління в галузі охорони довкілля є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Отже, державний екологічний менеджмент включає чотири основні функції:

- здійснення природоохоронного законодавства;
- контроль за екологічною безпекою;
- забезпечення проведення природоохоронних заходів;
- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів.

Ринково орієнтована економіка охоплює такі групи функцій екологічного менеджменту: реструктуризація виробництва, приватизація, створення конкурентного середовища і ринкового ціноутворення.

На рівні підприємства до загальних функцій управління належить:

- формування екологічної політики;
- визначення екологічних цілей та завдань відповідно до екологічної політики;
- розроблення стратегічного плану реалізації екологічної політики;
- розроблення та реалізація програми екологічного управління;
- формування екологічної свідомості та мотивування;
- ведення документації екологічного менеджменту;
- оперативне управління, аналіз та вдосконалення.

Виконання системо утворювальних функцій екологічної політики, визначення екологічних цілей і завдань, розроблення та реалізація екологічної програми здійснюється за допомогою екологічної експертизи. Екологічна експертиза – це науково-практична діяльність спеціально уповноважених державних органів, еколоґо- експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці перед проєктних, проєктних та інших матеріалів чи об'єктів, дія яких впливає або може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я людей.

Основними завданнями екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику й безпеки суб'єкта господарської діяльності; встановлення відповідності вимогам екологічного законодавства; оцінка

впливу різних об'єктів на довкілля, здоров'я людей та можливих негативних екологічних наслідків.

Основними принципами екологічної експертизи є:

- гарантування безпечного життя довкілля;
- наукова обґрунтованість життя довкілля;
- державне регулювання та законність.

Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення проводить управління екологічної системи України, об'єктів місцевого значення – відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки.

Законом «Про екологічну експертизу», прийнятим Верховною Радою України у 1995 р., передбачено державне регулювання і управління в галузі екологічної експертизи, статус експерта, обов'язки замовників експертизи, порядок проведення експертизи, її фінансування, відповідальність за порушення та міжнародне співробітництво [26].

Висновки громадської експертизи направляють в органи, що здійснюють державну екологічну експертизу, центральні й місцеві влади, замовникам проєкту.

4.2. Охорона праці

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і

оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Україна в освітньому плані приєдналася до Європейської програми навчання з ризиків FORM-OSE. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Умови праці – це складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов'язаних факторів соціально-економічного характеру, які впливають на здоров'я, працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

Основними технічними засобами охорони праці в цьому випадку є захисні пристрої.

Для запобігання захоплення, удару робочими механізмами всі види передач різних верстатів і установок, які використовуються при відновленні гільз і нанесенні покриттів повинні мати огорожувальні пристрої - кожухи, щити, екрани, козирки, планки, бар'єри (суцільні та сітчасті).

Крім того застосовують: блокувальні пристрої (механічні, електронні, електричні, пневматичні, гідравлічні), пристрої, до яких відносяться системи захисту від ураження електричним струмом, пристрої сигналізації.

Для безпеки експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок необхідно забезпечити захисне заземлення.

При виявленні нагріву тертьових деталей, появі гару або диму верстат потрібно негайно зупинити і приступити до гасіння пожежі наявними засобами, викликати пожежну команду. Двигун, що загорівся, або електропроводку необхідно гасити сухим піском або вогнегасником (вуглекислотним або порошковим). При значному поширенні пожежі, коли його не можна ліквідувати наявними на ділянці засобами, робітники будуть евакуюватися через заздалегідь передбачену необхідну кількість дверей.

Робота з шкідливими речовинами створює небезпеку отруєнь, опіків та професійних захворювань. Вдихання шкідливих речовин призводить до ураження верхніх дихальних шляхів і загальнотоксичного впливу. Попадання кислот і лугів на шкіру може викликати подразнення або опік. Тому необхідно працювати в спеціальній захисній формі.

Поряд з хімічними небезпечними і шкідливими факторами технологічний процес характеризується і фізичними факторами: шумом, вібрацією, запиленістю та ін.

Щоб захистити працюючих від запиленості, шуму і вібрації потрібно встановити в приміщенні вентиляцію, кондиціонери, звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни, перетинки, які виготовляють із щільного матеріалу.

Також для працівників повинні проводитись всі потрібні інструктажі і навчання з охорони праці, повинен бути журнал з проведення інструктажів, з відповідними замітками.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;

- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;

- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

У розділі охорони праці представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для захисту від небезпечних хімічних речовин – використання спеціального захисного одягу;
- 4) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування розробки

Вихідними даними для розрахунку ефективності служать результати виробничої перевірки при обґрунтуванні раціональної надійності зернозбирального комбайна з урахуванням площі збирання в базовому господарстві і природних, і виробничих факторів, а також нормативно-довідковий матеріал (вартість машин, нормативи відрахувань на реновацію та ін.). Визначення економічної ефективності здійснено шляхом зіставлення сумарних витрат при використанні базової і модернізованої технологій збирання зернових культур.

Значення параметрів вихідної інформації для розрахунку економічної ефективності і результати розрахунків на прикладі базових господарств представлені в таблицях 4.1-4.3.

Таблиця 4.1 – Вартісні дані для розрахунку

| Назва показника | Значення |
|-------------------------------------|----------|
| Вартість продукції, грн./т | 6500 |
| Відрахування на амортизацію, частка | 0,12 |
| Вартість палива, грн./л | 35 |

Таблиця 4.2 – Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності результатів досліджень

| Параметр технологічного процесу | Показник |
|--|----------|
| 1 | 2 |
| Середня урожайність зернових культур, ц/га | 20 |
| Площа збирання трьох відремонтованих агрегатів, га | 1500 |
| Середнє навантаження на ЗЗК, га | 500 |

Продовження табл. 4.2

| 1 | 2 |
|--|--------------|
| Добова тривалість роботи ЗЗК, год. | 14 |
| Коефіцієнт готовності ЗЗК: - в базовому варіанті; - після інвестування в ремонт та введення бункера-накопичувача | 0,64 0,79 |
| Продуктивність збирального агрегату на збиранні: - в базовому варіанті; - після інвестування та використання бункера-перевантажувача | 9 12 |
| Частка зайнятості накопичувача-перевантажувача | 0,5 |

Таблиця 4.3 - Значення сумарних витрат

| Показник | Коефіцієнт готовності в базовому варіанті (K = 0,64) | Коефіцієнт готовності після ремонту (0,79) |
|-------------------------------------|--|--|
| Сумарні витрати, грн./га | 1910 | 1790 |
| Річний економічний ефект, грн./га | 740 | |
| Річний економічний ефект, тис. грн. | 2330 | |

Річний економічний ефект від раціоналізації рівня надійності та інвестування в ремонт визначається з виразу:

$$E_G = (Z_{БАЗ}^K - Z_P^K) \cdot Q, \quad (4.1)$$

де $Z_{БАЗ}^K$ – витрати в базовому варіанті, грн./га;

Z_P^K – витрати в проектному варіанті, грн./га;

Q – площа зернових культур, га.

Розрахунок економічної ефективності показав, що в технологічних лініях необхідно забезпечувати як технічну, так і технологічну надійність зернозбиральних комбайнів. Так, річний економічний ефект в результаті підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів 3 класу склав 2330 тис. грн.

Висновки

Проведена екологічна експертиза свідчить, що запропоновані закономірності зміни показників технічної готовності комбайна, витрат на його технічне обслуговування, ремонт, зберігання і витрату палива від терміну їх служби є безпечними для навколишнього середовища.

Виконано аналізу умов виникнення і розвитку травм і аварій, для їх усунення запропоновані наступні заходи: встановлення захисних щитків, блокуючих приладів, заземлення при роботі з металообробними верстатами, використання спецодягу для приготування технологічних розчинів, проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки.

Розрахунок економічної ефективності показав, що в технологічних лініях необхідно забезпечувати як технічну, так і технологічну надійність зернозбиральних комбайнів. Так, річний економічний ефект в результаті підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів 3 класу склав 2330 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз ефективності функціонування зернозбиральних комбайнів показує, що склалася методика визначення необхідної кількості зернозбиральних комбайнів не враховує повною мірою взаємозв'язок їх технічної готовності, сезонної і добової продуктивності, витрат на технічне обслуговування, ремонт, зберігання і витрату палива.

2. На основі економіко-математичного моделювання обґрунтований діапазон сезонного навантаження зернозбиральних комбайнів від їх коефіцієнта готовності. Збільшення коефіцієнта готовності з урахуванням доставки запасних частин з 0,45 до 0,85 дозволяє збільшити раціональне сезонне навантаження для комбайна 3 класу з 150 до 350 гектарів, при цьому особливу значимість має оперативність усунення несправностей.

3. Встановлено, що підвищити напрацювання на відмову з шести до двадцяти годин зернозбиральних комбайнів, що знаходяться за термінами амортизації, можна на основі ремонтних впливів. Для забезпечення максимального показника коефіцієнта готовності необхідні грошові витрати до 70% від вартості нового комбайна.

4. Встановлено, що зі зниженням коефіцієнта технічної готовності зернозбиральних комбайнів до 0,48 (середній термін служби зернозбиральних комбайнів вісімнадцять років), витрати на технічне обслуговування, ремонт і зберігання збільшуються в два рази, витрата палива збільшується до 30 відсотків.