

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ _____ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

здобувача ступеня вищої освіти Магістр

на тему: **«ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ
ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ СБК «ДРУЖБА»
МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»**
31МЗД.094.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 21 МБАІ групи, 2 курсу

Спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

_____ Ренат АЛІЄВ

Рецензент: _____

(підпис)

(ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2021**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ В УМОВАХ СБК «ДРУЖБА» МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ (КОМБАЙНОВИМ СПОСОБОМ)	
1.1 Господарська діяльність, географічне місце розташування та кліматичні умови підприємства СБК «Дружба».....	11
1.2 Виробничо-технічна характеристика господарства.....	15
1.3 Тенденції в оснащенні сільськогосподарського виробництва імпортною технікою й особливості її експлуатації в умовах СБК «ДРУЖБА».....	20
1.4 Визначення порівняльних показників, технічна характеристика та опис вибраних марок комбайнів.....	24
1.5 Висновки по розділу.....	29
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ	
2.1 Основні поняття, терміни й визначення станів об'єктів і властивостей надійності.....	31
2.2 Експериментальні дослідження рівня віброакустичного сигналу для визначення зазорів кривошипно-шатунного механізму.....	37
2.3 Експериментальне дослідження зносів основних сполучень поршневої палець-верхня головка шатуна(зазор)	41
2.4 Результати підтвердження якості діагностичних параметрів зі структурними(поршневої палець-верхня головка шатуна).....	43
2.5 Види відмов та їх аналіз	44
2.5.1 Аналіз основних відмов комбайнів.....	44
2.6 Висновки по розділу.....	48
3 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ «КОМБАЙН-ТРАКТОР-АВТОМОБІЛЬ»	
3.1. Загальні подання про складні системи.....	50
3.2. U-образна крива інтенсивності відмов.....	55

3.3	Методика розрахунку надійності.....	56
3.4	Оцінка надійності системи «КОМБАЙН-ТРАКТОР-АВТОМОБІЛЬ».....	63
3.5	Висновки по розділу.....	65
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1	Аналіз стану охорони праці.....	67
4.2	Вимоги безпеки до обладнання і виробничого середовища.....	68
4.3	Проектні рішення з охорони праці у відповідності до наявних порушень.....	69
4.4	Вимоги до персоналу, що бере участь у виробничому процесі.....	72
4.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	74
4.6	Екологічні вимоги до виробництва.....	75
4.7	Висновок по розділу.....	75
5	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СЕРВІСНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМБАЙНІВ	
5.1	Визначення мінімального додаткового наробітку.....	76
5.2	Знаходження фактичного додаткового наробітку.....	77
5.3	Визначення економічного ефекту від впровадження сервісного обслуговування комбайнів.....	79
5.4	Знаходження періоду окупності капітальних вкладень.....	81
5.5	Висновок по розділу.....	82
	ВИСНОВКИ ПО МАГІСТЕРСЬКІЙ РОБОТІ.....	84
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	86

ВСТУП

Сільськогосподарська техніка, як і будь-яка інша складна машина, складається із сукупності конструктивних елементів, що піддаються процесам інтенсивного зношування. У період використання її по призначенню в сполучених поверхнях агрегатів, вузлів і деталей відбуваються процеси зношування. Вони кількісно зростають в часі й залежно від наробітку й умов експлуатації приводять до появи несправностей і відмов. Дослідження й тривала практика показують, що поява відмови комбайна в процесі збирання сільськогосподарських культур у задані агротехнічні строки приводить до значних економічних втрат, що багаторазово перевищують витрати, пов'язані з відновленням працездатності машини.

Потреба сільськогосподарської техніки в технічному обслуговуванні, що забезпечує її тривалу працездатність в експлуатаційних умовах, розглядається як економічно обґрунтована більш повна реалізація потенційних можливостей і технічного ресурсу довговічних елементів комбайна.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ В УМОВАХ СБК «ДРУЖБА» МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ (КОМБАЙНОВИМ СПОСОБОМ)

1.1 Господарська діяльність, географічне місце розташування та кліматичні умови підприємства СБК «Дружба»

Підприємство СБК «Дружба» Терпінівської сільської ради Мелітопольського району Запорізької області розташовано у північній частині району, у 18 км від міста Мелітополя та у 3 км від залізної дороги.

Землевикористання підприємства розташовано у двох населених пунктах - селах Терпіння та Федорівка (рис. 1.1).

Виробнича структура СБК «Дружба» представлена п'ятьма відділеннями з центром у селі Терпіння. Загальна площа ріллі сягає 5159 га

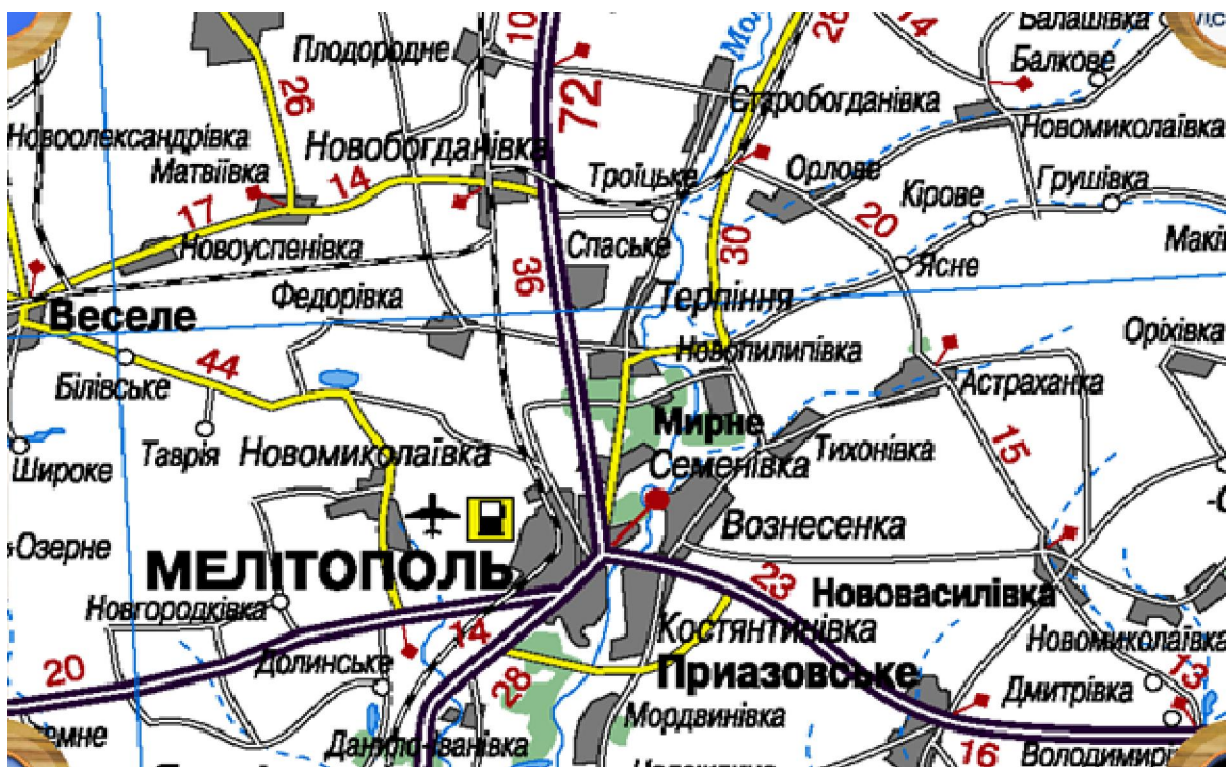


Рис. 1.1 – Географічне розташування СБК «Дружба» у Мелітопольському районі

Господарство розташоване в зоні сухого степу України. Кліматичні умови цієї зони, за даними Мелітопольської метеостанції, характеризуються недостатньою кількістю опадів і нерівномірним їх розподілом по періодам року, високими температурними умовами, низькою відносною вологістю

повітря, особливо в критичні періоди зростання і розвитку рослин. Середньорічна сума опадів коливається від 200 до 600 мм. Загальна кількість опадів була б достатня для задоволення потреб в період їх зростання, але випадають вони нерівномірно протягом року і часто у вигляді злив. Мінімум опадів доводиться на лютий - травень. У травні, коли рослини особливо потребують опадів, їх випадає порівняно мало. Ця обставина відбивається украй негативно на розвитку багатьох культур, тому, що літні опади потім швидко випаровуються і не в змозі виправити несприятливі наслідки сухої весни. Через такі умови баланс вологи в даній зоні є негативним. У посушливі роки зернові культури включаючи кукурудзу і просо при низькій агротехніці обробки полів гинуть повністю. При 90% забезпеченості кліматичного мінімуму опадів посіви соняшнику і кукурудзи в зоні не можуть бути щорічно забезпечені вологою, оскільки мінімум опадів нижче критичного (140-150 мм) систематично повторюється.

Весна настає рано і швидко. На протязі весняних місяців постійно дмуть сильні сухі вітри. Перші ознаки осені спостерігаються у вересні - жовтні. Температура вище нуля тримається до кінця листопада.

Тепла, суха погода другої половини вересня і жовтня сприятлива для проведення збирання кукурудзи, коренеплодів, баштанних культур, але не сприятлива для осінньої вегетації озимих культур.

Погодні умови зими, з одного боку, характеризуються великою кількістю морозних днів (60-65%), з іншої - значною відлигою (20-25%). Сніговий покрив невеликий: максимальна його висота 5-10 см. Бувають зими, коли із-за частой відлиги не утворюється постійного сніжного покриву. Захисна дія снігового покриву незначна.

Середня температура повітря найтеплішого місяця (липня) $+23,4^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішого (січня) $-4,4^{\circ}\text{C}$.

Клімат району має позитивні і негативні сторони.

До позитивних відносяться: велика тривалість без морозного періоду, велика кількість літніх сонячних днів.

До негативних сторін відносяться: сильне випаровування вологи, нерівномірне випадіння опадів, низька вологість повітря у весняно - літній період, східні вітри, що завдають великого збитку сільському господарству.

Тому в цих умовах весь комплекс агротехнічних заходів, в першу чергу має бути направлений на боротьбу за накопичення і зберігання вологу в ґрунті і раціональне її використання.

Рельєф землекористування підприємства ерозійний. Форми його вироблені переважно дією поточних вод річки Молочної. До земельного масиву відноситься заплава лише праворуч від русла річки. Поверхня її вирівняна, ґрунтовий покрив представлений луговими сильно - солонцюватими ґрунтами в комплексі з солонцями.

Глибина залягання ґрунтових вод від 2 до 3 м. Схили річки прорізані ярами.

Рельєф корінного вододільного плато є рівниною з ухилом на південь.

В результаті ґрунтового обстеження на території землекористування СБК «Дружба» виділені ґрунтові види: чорноземи південні слабо солонцюваті, чорноземи супіщані, чорноземи наносні слабо-гумусні, луково-чорноземні слабо-солонцюваті солончакові.

Вміст гумусу в орному горизонті основної ґрунтової різниці складає 2,4 -3,3%.

Забезпеченість ґрунту азотом і калієм слабка, а фосфором - висока. Проте велика частина фосфатів знаходиться у формах, не доступних для їх користування рослинами. Врожайність зернових культур при внесенні фосфорних добрив значно підвищується, хороший ефект дає гранульований суперфосфат.

Структура посівних площ господарства наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ

Культура	Роки			Середнє значення за 3 роки	
	2017	2018	2019	га	%
Загальна площа ріллі	5784	5159	5159	5367,3	100,0
озима пшениця	1960	1336	1356	1550,7	28,9
жито	10	5	5	6,7	0,1
кукурудза на зерно	172	132	137	147	2,3
ячмінь ярий	300	268	93	220,3	4,1
горох	80	102	400	194,0	3,6
сорго	15	11	20	15,3	0,3
соняшник	1130	998	850	992,7	18,5
кукурудза на силос	100	-	-	33,3	0,6
плоди	87	87	85	86,3	1,6
коренеплоди і баштанні	77	120	80	92,3	1,7

Проаналізувавши дані таблиці 1.1, можна відмітити незначне зниження площ під озимою, яровими, та однорічними травами та стабільно великі площі під соняшником. З цього можна зробити висновок, що господарство „шукає” ті культури, які в цей час користуються попитом на ринку.

Аналізуючи дані таблиці 1.2 можна побачити зниження врожайності практично всіх культур. Це пов'язано з недостатнім внесенням мінеральних і органічних добрив та поганими погодними умовами.

СБК «Дружба» спеціалізується на вирощуванні озимої пшениці, ячменю та соняшнику.

Таблиця 1.2 – Врожайність основних культур за три роки

Культура	Врожайність по рокам, ц/га			Середнє значення за 3 роки, ц/га
	2017	2018	2019	
озима пшениця	28,9	23,4	29,6	27,3
жито	11,3	15,6	35,8	20,9
кукурудза на зерно	18,9	15,5	19,9	18,1
ячмінь ярий	20,9	20,2	14,3	18,5
горох	15,8	16,0	12,4	14,7
сорго	7,6	0,3	5,8	4,5
соняшник	12,0	13,6	17,1	14,2
кукурудза на силос	70,8	0,0	0,0	70,8
плоди	1,2	2,5	1,2	1,6
коренеплоди і баштанні	88,6	71,5	36,1	65,4

1.2 Виробничо-технічна характеристика господарства

Для виконання всього комплексу технологічних операцій по вирощуванню с.-г. культур, забезпечення якісної та своєчасної роботи необхідно дотримуватися наступних вимог:

- забезпечити технікою весь комплекс робіт і за рахунок цього знизити відсоток ручної праці та собівартість продукції;
- підтримувати техніку у робочому стані для якісного і своєчасного виконання усіх технологічних операцій;
- забезпечити господарство висококваліфікованими спеціалістами та механізаторами;
- застосовувати останні досягнення в області технології вирощування с.-г. культур для отримання максимальних врожаїв при мінімальних витратах.

Таблиця 1.3 – Наявність техніки в господарстві.

Найменування	Дата вводу в експлуатацію	Залишкова ціна, грн.	Найменування	Дата вводу в експлуатацію	Залишкова ціна, грн.
Комбайни: КЗС-9	01.04.2002	238564,33	Вирівнювач	01.01.2000	1190,90
John Deere	01.05.2004	1595000			
New Holland	05.03.2006	1885000			
ДОН-1500Б	10.03.2005	435000			
Автомобіль: КАМАЗ-5320.	01.04.2003	250000			
Ягуар 690 SL	16.03.2016	38301,46	Візок жнивarki	01.06.2009	3870,43
MF 40SP	01.01.2010	185528,64	Чизель ГР-4,3-45	01.04.2009	25709,64
E-281	01.04.2010	2157,42	Граблі ГВК	01.01.2000	500,52
КСК-100	01.01.2000	29798,40	Граблі ГВК -6	01.01.2000	586,82
КСК-100	01.01.2000	30342,06	Грейдер ГН-4(2шт.)	01.01.2000	3236,14
Нива СК-5	01.01.2000	1875,24	Грейдер ГН-4А	01.01.2000	1501,57
Нива СК-5	01.01.2000	1875,24	Жнивarka	01.05.2009	20587,04
Трактори: МТЗ-82	01.01.2000	41832,53	Жнивarka ЖВН -6Б	01.04.2003	11443,00
К-700	01.01.2000	100080,86	Жнивarka ЖВН-6А	01.01.2000	28014,19
К-701	01.01.2000	57784,55	Заправник ЗЖВ-3	01.01.2000	1320,35
К-701	01.01.2000	60408,00	Зчіпка СГ-21	01.01.2000	2010,73

Найменування	Дата вводу в експлуатацію	Залишкова ціна, грн.	Найменування	Дата вводу в експлуатацію	Залишкова ціна, грн.
Продовження таблиці 1.3					
К-701 №82-93	01.10.2002	15523,13	Зчіпка СП -16	01.01.2000	1898,55
К-701 № 63-57	01.01.2001	21574,29	Зчіпка СП-10	01.01.2000	923,38
МТЗ-80	01.01.2000	1372,50	Зчіпка СП-11	01.01.2000	923,38
МТЗ-80 № 82-72	01.01.2000	3917,91	Зчіпка СП-11	01.01.2000	2010,73
МТЗ-80 № 82-96	01.01.2000	5410,83	Зчіпка СП-16	01.01.2000	1665,53
МТЗ-80 №82-85	01.01.2000	4918,93	Зчіпка СП-16	01.01.2000	1665,53
МТЗ-82	01.01.2000	41832,53	Зчіпка СП-1617	01.01.2000	1760,46
МТЗ-82.1 (4 шт.)	01.05.2005	41833,39	Зчіпка СПИ 6	01.01.2000	1527,45
Т-150 К	01.01.2000	6222,03	Подрібнюв. соломи	01.07.2003	13926,63
Т-150 К	01.01.2000	27330,29	Кормораздатчик: КТУ-10	01.01.2000	2157,42
Т-150 К №87-75	01.01.2000	12478,57	КТУ-10А	01.01.2000	10503,74
Т-150К № 30-00	01.01.2000	14118,21	"Самурай"	01.07.2010	170053,69
Т-150Г	01.01.2000	21693,38	Котки: ЗККШ-6А	01.01.2000	2666,58
Т-25	01.01.2000	2968,62	КЗК-06-01 (2 шт.)	01.05.2010	78599,42
Агрегат АГД-5,6	15.08.2011	59758,38	Культиватори: КПЕ 3,8	01.01.2000	629,97

Найменування	Дата вводу в експлуатац ію	Залишкова ціна, грн.	Найменування	Дата вводу в експлуата цію	Залишков а ціна, грн.
Продовження таблиці 1.3					
Агрегат Агро-3	01.01.2001	30502,59	КПЕ-3,8	01.07.2008	1452,93
Борони: БД-8(БИГ)	01.01.2000	1121,85	КПЕ-3,8	01.07.2008	593,96
БДП 6,3	01.07.2008	5300,22	КПЕ-3,8	01.07.2008	269,23
БДП-6,3	01.07.2008	5300,22	КПС -4	01.01.2000	526,42
БДТ-6,3	01.01.2002	18122,39	КПС -4 (2 шт.)	01.01.2000	1812,23
БЗСС-1	01.07.2008	0,00	КПС-4,0	01.01.2000	500,52
БИГ-3	01.07.2008	302,88	КПС-4,0 (2 шт.)	01.01.2000	1001,05
БИГ-3 (2 шт.)	01.07.2008	1076,94	КПШ-5,0	01.01.2000	604,08
БП-8 Деметра	01.07.2008	269,23	КПШ-5,6	01.01.2000	966,53
БДП-6000	11.04.2016	124.802,95	КРН -5,6	01.01.2000	371,08
БДП-6000	15.06.2016	124027,78	КРН-5,6	01.01.2000	707,63
"Зигзаг-24"	01.04.2007	8774,69	КРН-5,6	01.01.2000	604,08
БПГ	01.01.2000	34878,71	КРН-5,6	01.01.2000	707,63
ПТС-5 (3 шт.)	01.04.2010	127338,92	КРН-5,6	01.01.2001	22554,61
Обприскувачі: "Вихор 2000"	01.07.2010	40703,77	Резидент КШН -5,6	01.01.2004	23300,22

Найменування	Дата вводу в експлуатац ію	Залишкова ціна, грн.	Найменування	Дата вводу в експлуатац ію	Залишков а ціна, грн.
ПЛН-5-35	01.01.2000	2778,76	СЗА-2,1(2шт.)	21.10.2008	66644,52
ПЛН-5-35	01.01.2000	604,08	СЗ-3,6	01.01.2000	932,02
ПЛН-8-35	01.03.2007	1225,43	СЗ-5,4	01.10.2009	69663,36
ПЛН-8-35 (2 шт.)	01.01.2000	1001,05	СЗА -3,6	01.01.2000	837,07

Найменування	Дата вводу в експлуатац ію	Залишкова ціна, грн.	Найменування	Дата вводу в експлуатац ію	Залишков а ціна, грн.
Продовження таблиці 1.3					
Причепи: 2 ПТС-4А (2 шт.)	01.01.2000	1432,53	зерно-трав'янная JD -750	01.01.2000	768,04
2ПТС-4А-45(3 шт.)	01.01.2000	4729,07	JD-750	01.01.2000	4073,24
2ПТС -4А-10(3шт.)	01.01.2000	7947,96	СЗА-3,6	01.01.2000	932,02
2ПТС-4А-10	01.01.2000	1070,08	СЗА-3,6 (2 шт.)	01.01.2000	1605,13
2ПТС-4А-10(5шт.)	01.01.2000	8968,00	СЗН-3,6	01.01.2001	3003,14
2ПТС-4А-45(2шт.)	01.01.2000	7076,37	СЗС-2,1	01.01.2000	327,92
ПСЕ-12,5	01.01.2000	1458,43	СЗС-2,1	01.01.2000	327,92
ПСЕ-12,5	01.01.2000	1561,99	СЗС-2,1 (3 шт.)	01.01.2000	2899,58
ПСЕ-Ф-12,5 (4 шт.)	01.01.2000	6316,96	СО-4,2	01.01.2000	43,14
ПСЕ-Ф-12,5 А	01.01.2000	1579,23	СПО-9,6	19.09.2016	367187,50
ПСЭФ -12,5	01.01.2000	1553,36	СПУ- 6ЛД	01.03.2007	22437,25
ПСЭФ-12,5А(3шт.)	01.01.2000	4737,71	СПЧ-8М (2 шт.)	01.01.2005	4358,00
ПТС - 9	01.01.2000	7041,85	УПС-8-02	01.03.2010	45845,35
ПТС-9	01.01.2000	4841,25	Стогомет ПФ-0,5	01.01.2000	1942,54
ПТС-9 (2 шт.)	01.01.2000	6808,84	Сівалка-культиватор Сиріус-10	18.03.2011	452472,01
Преспідборщик "Роланд"	01.01.2005	25794,21	Фронтальний навантажувач HERCULES T229-K15	09.08.2011	67903,25

Як видно з таблиці 1.3 господарство, у цілому, забезпечене технікою для вирощування кукурудзи та інших с.-г. культур.

Також одним з основних факторів успішного ведення господарства є забезпеченість механізаторами високої кваліфікації.

Результати таблиці 1.4 говорять про те, що не відбувається поповнення механізаторського складу, так як немає притоку молодих кадрів. Віковий склад в основному представлений у діапазоні 25..45 років.

Таблиця 1.4 – Забезпеченість кадрами механізаторів

Найменування	Роки		
	2018	2019	2020
Всього механізаторів	78	83	79
В тому числі:			
I класу	29	29	30
II класу	21	23	21
III класу	28	31	28

1.3 Тенденції в оснащенні сільськогосподарського виробництва імпортною технікою й особливості її експлуатації в умовах СБК «ДРУЖБА»

Основними виробниками сільськогосподарської техніки в країнах Західної Європи й Північної Америки, що поставляють свою технічну продукцію в Україну, є транснаціональні корпорації John Deere, Case-New-Holland, Claas, Same-Deutz Fahr, на частку яких доводиться більше 70% комбайнів, що випускаються за кордоном.

Кожна з п'яти вищезгаданих фірм робить кілька моделей зернозбиральних комбайнів, від п'яти до п'ятнадцяти різних модифікацій, що відрізняються типом молотильного пристрою, що сепарує, потужністю двигуна, шириною жнивarki й ін. і призначених для збирання зернових урожайністю від 30 до 120 ц/га. Усього ж виробляється більше 150 моделей. Питома вага комбайнів з потужністю двигуна до 170 л.с. становить близько 20%, 171...250л.с. – 38%, 251...290л.с. – 20%. Намітилася тенденція підвищення потужності двигуна, збільшення ємності бункерів (10 м³ і більше) і швидкості його розвантаження (0,1 м³/с). Потужність двигунів

закордонних зернозбиральних комбайнів, наявних в Україні, перебуває в межах 170...270 л.с. і застосування машин з такою потужністю двигуна не повною мірою виправдано при більшій низькій урожайності культур у порівнянні з Європою й США.

За даними митного комітету, за період з 2018 по 2019 р. в Україну із країн далекого зарубіжжя було поставлено більше 3 тис. зернозбиральних, 2,5 тис. кормозбиральних, 350 бурякозбиральних і 250 картоплюзбиральних комбайнів. Спостерігається тенденція щорічного росту імпорту нової і та, що була в експлуатації. Варто розрізняти поставляючі моделі, на нові й старі по модельному ряді. Останні, як правило, відзначають менша продуктивність, більша витрата палива й експлуатаційні витрати.

Практично всі сучасні моделі мають електронне керування безліччю агрегатів машини - двигуном, трансмісією, робочим устаткуванням, мають у своєму розпорядженні убудовану систему бортової діагностики, системою контролю якості виконання технологічних операцій в складі машинно-тракторного агрегату й ін. Зокрема, у новітніх моделях комбайнів фірми John Deere по потребі може встановлюватися супутникова система позиціонування. Вона забезпечує контроль якості виконання технологічних операцій з обліком конкретних ґрунтово-кліматичних умов у режимі реального часу.

Найбільша кількість закордонної техніки зосереджено в Хмельницькій, Запорізькій, Одеській, Херсонській, Вінницькій, Львівській областях України.

Результати випробувань комбайнів у різних машинодослідницьких станціях України й за кордоном (Угорщини, Німеччини) показують, що істотної різниці в годинній продуктивності закордонної й вітчизняної техніки немає. Більше високий середньорічний наробіток (на 30...100%) імпортих машин забезпечується більше високою технічною надійністю, кращою пристосованістю до різних кліматичних умов і високою культурою виробництва. [18]

Техніка застосовується на території своєї області (на збиранні колосових 20...25 днів і соняшника - 10...15 днів) і в господарствах сусідніх регіонів. При цьому комбайни працюють до 16...20 годин на добу й мають великий строк фактичного їхнього використання - з 20 липня по листопад включно, або протягом 90...130 днів збирального сезону. Середньорічний наробіток двигуна різних комбайнів склав, наприклад, в 1998...2003 р. 474...580 мотогодин.

Для зернозбиральних комбайнів виробництва США і Європи встановлений свій нормативний ресурс - 3 тис. мотогодин за 10 років експлуатації. Як правило, виробничий досвід показує перевищення нормативного на 20...50%. Такий же нормативний строк експлуатації заявляють іноземні фірми й в Україні.

Наробіток машин на складну відмову в гарантійний період становить у зернозбиральних комбайнів серії 9500 (215 л.с.) у перший рік експлуатації цей показник склав 0,99, а за результатами роботи за чотири роки - 0,95 (у Дон-1500Б - 0,79).

Наробіток на відмову в закордонних комбайнів становить 100...250 мотогодин, або в чотири-шість разів більше чим у вітчизняних. Нормативні витрати на технічне обслуговування й ремонт за строк експлуатації за рубежем досить великі й становлять: по самохідних комбайнах близько 80% від вартості придбання нових машин і загального виробітку 10 тис. годин.

По даним учених ФРН, фактичні витрати на ремонт і обслуговування зернозбиральних комбайнів при їхньому наробітку 200 га становлять близько 8 євро на га, 1000 га - більше в 2,3 рази, 2000 га - в 3,6 рази й 2500 га - в 4,3 рази.

У наших умовах при відсутності правильно налагодженого технічного сервісу ці витрати, по даним ВНИИЭСХ, будуть у півтора-два рази вище. Фактичні витрати на запасні частини при ремонті десяти зернозбиральних

комбайнів Mega 204 склали відповідно по роках 0,84%, 1,40% і 1,14% від балансової вартості.

У зв'язку зі старінням сільськогосподарської техніки відзначається ріст витрат на ремонт комбайнів. Сучасні конструкції закордонних машин значно відрізняються від вітчизняної техніки наявністю великої кількості різних електронних, електро- і гідрокерованих вузлів і елементів. Висока ціна замінних вузлів і агрегатів робить актуальною завдання найбільш повного використання їхнього ресурсу. Така постановка проблеми значно підвищує роль діагностування в системі технічного обслуговування (ТО) і ремонту як основи керування якістю технічного стану системи.

Проведені дослідження причин відмов елементів паливоподаючих систем комбайнів CASE і New Holland, в умовах експлуатації 2000...2006 р. виявили, що відмови в основному пов'язані з порушенням правил ТО, низькою якістю застосовуваного палива й мастильних матеріалів.

Аналіз ремонту паливоподаючих систем закордонних дизелів показав, що ремонт (наприклад, заміна плунжерних пар з наступним регулюванням паливних насосів типу «MW», «VE») у ремонтно-технічних підприємствах системи «Сільгосптехніка» не забезпечує належної якості. Пояснюється це тим, що для проведення робіт потрібна наявність кваліфікованих кадрів, спеціалізованого інструмента, оснащення й устаткування, які випускаються здебільшого за рубежом. Істотною проблемою є придбання технічної документації, регулюванням, технологічних карт ремонту й ТО всього конструктивного різноманіття застосовуваних систем.

При експлуатації більшої частини закордонних машин, відсутня належна виробнича база ремонту й ТО, недостатня укомплектованість кваліфікованими сервісними інженерами, спостерігаються наднормативні прості гарантійних комбайнів з вини сервісної служби дилерів і фірм-виробників.

1.4 Визначення порівняльних показників, технічна характеристика та опис вибраних марок комбайнів[3]

Порівняльна характеристика декількох зернозбиральних комбайнів різних вітчизняних та зарубіжних виробників за основними показниками:

- продуктивності;
- надійності;
- технічного обслуговування;
- кількості відмов вузлів та агрегатів;
- складності;
- вартості.

Для порівняння цих показників приводяться технічні характеристики.



Рисунок 1.2 - Зернозбиральний комбайн ДОН-1500Б

Комбайн Дон-1500 (рис.1.1) призначений для збирання високоврожайної хлібної маси. Класична однобарабанна система, молотильний барабан великого діаметра має більшу пропускну здатність. Жниварки оснащені апаратом, що копіює, камнеуловлювачем. За рахунок великої площі підбарабання здійснюється м'який і ретельний обмолот. Двоступінчаста система очищення з потужним вентилятором і пристроєм

автономного домолу видає ціле й чисте зерно. Оснащується як копичником соломи, так і подрібнювачем.

Широкий вибір додаткового встаткування забезпечує ефективно збирання різноманітних культур. Гнучка робота з незерною частиною врожаю - пристосованість до будь-якої технології.

Простота в обслуговуванні й ремонті аргументується в зручному доступі, мінімумі точок змащення - швидким техобслуговуванням. Простий і зрозумілий пристрій легкий - пошук і профілактика можливих несправностей. Поширеність і доступність запасних частин - мінімум витрат на ремонт. Технічна характеристика приведена в табл. 1.2

Таблиця 1.5 - Технічна характеристика Дон-1500

Пропускна здатність, кг/з	не менш 10
Продуктивність по зерну за 1 годину, т/год	14
Ширина жниварок, м	6,0/7,0/8,6
Ширина захвата підбирачів, м	2,75/3,4
Ширина молотарки, мм	1500
Діаметр молотильного барабана, мм	800
Кількість клавіш соломотряса, шт	5
Загальна площа сепарації, м ²	12,27
Місткість бункера для зерна, м ³	6,0
Модель двигуна	ЯМЗ-238АК
Потужність двигуна, квт/л.с.	173/235
Об'єм паливного бака, л	540
Виробник: ВАТ «Ростсельмаш», Ростову-на-Дону	



Рисунок 1.3- Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 "Славутич"

Комбайн (рис.1.2) призначений для збирання зернових колосових культур прямим і роздільним комбайнуванням із середньою врожайністю. При застосуванні спеціальних жниварок комбайн може ефективно використатися на збиранні кукурудзи, соняшника, сої, сорго, насінників трав, зернобобових, круп'яних і інших культур. У конструкції комбайна враховані всі відомі у світовій практиці прогресивні технічні рішення: компоновання кабіна-бункер-двигун; молотильно-сепаруючий пристрій, підвищеної здатності, що сепарує, і низькою енергоємності; двигун з гідростатичною трансмісією й шинами високої прохідності низького питомого тиску; бункер з високопродуктивним вивантажувальним пристроєм; електронна система настроювання, діагностування й контролю за ходом протікання технологічного процесу; комфортабельна кабіна з кондиціонером і інше. Обробляє незернову частину врожаю за схемами: укладання у валок, збір у копичник, здрібнювання й розкидання по полю, здрібнювання й збір у візок.

Таблиця 1.6 - Технічна характеристика КЗС-9-1 "Славутич"

Пропускна здатність, кг/с	не менш 9
Продуктивність, т/год	не менш 12
Ширина захвата жнивarki, м	6
Молотильний пристрій	більний барабан
- діаметр, мм	700
- ширина, мм	1500
Місткість бункера, м ³	6 - 7
Транспортна швидкість, км/год	до 30
Потужність двигуна, квт/л.с.	187/250
Маса комбайна, кг	12000
Виробник: ОАО "Херсонские комбайны", г.Херсон	



Рисунок 1.4 - Зернозбиральний комбайн John Deere

Дана серія комбайнів на рис.1.3 рекомендується для збирання середньоврожайної хлібної маси. Комбайни оснащені двигуном John Deere Power Tech. Є двохбарабанна система обмолоту, основний молотильний барабан має діаметр 610 мм. Соломотряси 5-ти або 6-ти клавiшні. Комбайн оснащений автоматичними установками регулювання параметрів. Привід барабана PosiTorq. Кабіна оснащена кондиціонером і високо комфортним кріслом, як для механізатора, так і для помічника.

Таблиця 1.7 - Технічна характеристика John Deere

Марка	1450 CWS
Номинальна потужність двигуна, квт/л.с.	133/180
Об'єм паливного бака, л	470
Ширина захвата жнивarki, м	4,30-7,60
Діаметр молотильного барабана, мм	610
Ширина молотильного барабана, мм	1300
Кількість бичів	8
Стандартне число оборотів барабана, об/хв	380-1100
Число оборотів барабана з понижуючим редуктором, об/хв	150-420
Діаметр другого барабана, мм	380
Регулювання зазору підбарабання	Електричне
Кут охоплення підбарабання, град	112
Довжина клавiш, м	3,8
Площа соломотряса, м ²	4,83
Загальна система очищення, м ²	4,60
Місткість бункера, л	6000
Загальна довжина (без жнивarki), мм	7,74
Загальна ширина (без жнивarki), мм	3,30
Маса (без жнивarki), кг	9500
Виробник: John Deere, США	



Рисунок 1.5 - Зернозбиральні комбайни New Holland

Комбайни (рис.1.4) представлені у вигляді 26 типорозмірів і комплектацій з потужністю двигуна від 133 л.с. до 428 л.с. У комбайнах застосована класична схема обмолоту (молотильний барабан і клавiші) і схема роторного типу (два ротори, розташовані уздовж комбайна, що мають

молотильну й сепаруючу частини, серія CR). Ширина захвата зернових жниварок варується від 3,05 до 9,15 м. Для збирання кукурудзи можлива установка 3-х, 4-х, 5-ти, 6-ти й 8-ми рядних кукурудзяних жниварок, а також можуть використатися жниварки або пристосування для збирання соняшника. Існують модифікації комбайнів для збирання рису: гусеничний хід, спеціалізовані жниварка, барабан, підбарабання, шнеки. Можливе виконання із приводом на всі колеса комбайна. Слід зазначити універсальність пропонованих комбайнів, здатних забирати будь-які зернові, у тому числі дрібнонасіненних культури, а також найнижчий рівень втрат, побібнення й засміченості, високий ступінь комфортності й інформованості комбайнера в ході збирання.

Таблиця 1.8 - Технічна характеристика New Holland

Марка	CS
Ширина захвата жниварки, м	3,96-9,00
Потужність двигуна, квт/л.с.	175/238-207/281
Місткість бункера, л	7000-8800
Ємність паливного бака, л	450-580
Діаметр молотильного барабана, мм	606
Ширина молотильного барабана, мм	1300-1560
Кількість клавiш соломотряса ,шт.	5-6
Площа решіт очищення, м ²	4,32-5,2
Площа підбарабання, м ²	0,63-0,75
Кут охоплення підбарабання, град	121
Виробник: New Holland, Німеччина	

1.7 Висновки по розділу

В першому розділі проведено аналіз господарської діяльності СБК «ДРУЖБА» Мелітопольського р-ну. Визначені проблеми господарства пов'язаних з збиранням зернових культур. Ці проблеми виявили цілий ряд задач котрі необхідно дослідити та надати пропозиції по удосконаленню технологічного процесу.

Враховуючі ,що в господарстві дванадцять одиниць комбайнів іноземного виробництва ,доцільно було розглянути тенденції оснащення іноземною технікою господарств України.

Проведено аналіз основних техніко-економічних показників різних марок комбайнів ,який дає можливість приймати правильне рішення при придбанні тій чи іншої марки .

Проведено аналіз конкурентоспроможності ринку комбайнів в сучасних умовах.

Такий підхід к моделям комбайнів дозволив висунути сучасні вимоги до збиральної техніки. По цим вимогам можна сформувати основні задачі для нашого проекту:

- дослідити найбільш вагомі показники надійності у працюючих комбайнів

- провести аналіз відмов комбайнів які працюють в господарстві

- розрахувати надійність роботи системи «комбайн-трактор-автомобіль»

Запропонувати заходи по охороні праці то довкілля при усуненні відмов у сучасних комбайнів.

Розрахувати економічні здобутки при підвищенні надійності парку комбайнів.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

2.1 Основні поняття, терміни й визначення станів об'єктів і властивостей надійності

Кожний об'єкт характеризується низкою вихідних якісних параметрів, припустимі значення яких у процесі експлуатації вказані в нормативно-технічній (стандарти, технічні умови) і (або) конструкторської (проектної) документації. [8]

До числа основних параметрів виробництва ставляться: швидкодію, навантажувальна характеристика, стійкість, точність виконання виробничих операцій і т.д. Разом з іншими показниками (маса, габарити, зручність в обслуговуванні й ін.) вони становлять комплекс показників якості виробу. Показники якості можуть змінюватися із часом. Зміна їх, що перевищує припустимі значення, приводить до виникнення стану відмови (часткової або повної відмови виробу). Показники надійності не можна протиставляти іншим показникам якості: без обліку надійності всі інші показники якості виробу втрачають свій зміст, точно так само й показники надійності, стають повноцінними показниками якості лише в сполученні з іншими характеристиками виробу. Поняття «надійність виробу» давно використовується в інженерній практиці. Будь-які технічні пристрої — машини, інструменти або пристосування — завжди виготовлялися розраховуючи на деякий достатній для практичних цілей період використання. Однак довгий час надійність не вимірялася кількісно, що значно утрудняло її об'єктивну оцінку. Для оцінки надійності використовувалися такі поняття, як висока надійність, низька надійність і інші якісні визначення. Установлення кількісних показників надійності і способів їхнього виміру й розрахунку поклало початок науковим методам у

дослідженні надійності. На перших етапах розвитку теорії надійності основна увага зосереджувалася на зборі й обробці статистичних даних про відмови виробів. В оцінці надійності переважав характер констатації ступеня надійності на підставі цих статистичних даних. Розвиток теорії надійності супроводжувалося вдосконалюванням імовірнісних методів дослідження, якось: визначення законів розподілу наробітку до відмови, розробка методів розрахунку й випробувань виробів з урахуванням випадкового характеру відмов і т.п. Разом з тим виникали нові напрямки досліджень: пошук принципово нових способів підвищення надійності, прогнозування відмов і прогнозування надійності, аналіз фізико-хімічних процесів, що роблять вплив на надійність, установлення кількісних зв'язків між характеристиками цих процесів і показниками надійності, удосконалювання методів розрахунку надійності виробів, що володіють усе більше складною структурою, з обліком все більшого числа діючих факторів (вірогідність вихідних даних, контроль і профілактика, умови роботи й обслуговування й т.д.). Випробування на надійність удосконалювалися головним чином у напрямку проведення прискорених і неруйнуючих випробувань. Поряд з удосконалюванням натурних випробувань широке поширення одержали математичне моделювання і сполучення натурних випробувань із моделюванням. У результаті до 50-х р. 20 ст. сформувалися основи загальної теорії надійності і її приватних напрямків по окремих видах техніки.

Складність, що збільшується, технічних пристроїв; зростаюча відповідальність функцій, які виконують технічні пристрої; підвищення вимог до якості виробів і умовам їхньої роботи; зросла роль автоматизації, що скорочує можливість безперервного спостереження за станом пристрою, - основні фактори, що визначили головний напрямок в розвитку науки про надійність. Технічні засоби й умови їхньої роботи стають усе більше складними. Кількість елементів в окремих видах пристроїв обчислюється сотнями тисяч. Якщо не приймати спеціальних заходів щодо забезпечення надійності, то будь-який сучасний складний пристрій практично буде

непрацездатним. Так, наприклад, у сучасній ЕОМ середній продуктивності за 1 сек. відбувається близько 5 млн. змін станів у результаті перемикань її двійкових елементів, число яких досягає декількох десятків тис. За 5 год. безперервної роботи ЕОМ, необхідних на рішення типового завдання, відбувається понад 10^{12} — 10^{14} змін станів машини. Імовірність виникнення хоча б однієї відмови при цьому стає досить великою, а отже, необхідні спеціальні міри, що забезпечують працездатність ЕОМ. [5-10]

Технічним засобам відводять усе більше відповідальні функції на виробництві й у сфері керування. Відмова технічного пристрою найчастіше може привести до катастрофічних наслідків. Надійність в епоху науково-технічної революції стала найважливішою проблемою.

Кількісні показники надійності. Надійність виробів визначається набором показників; для кожного з типів виробів існують рекомендації з вибору показників надійності, для оцінки надійності виробів, які можуть перебувати у двох можливих станах — працездатному й відмовному, застосовуються наступні показники: середній час роботи до виникнення відмови T_{cp} — наробіток до першої відмови; середній час роботи, що доводиться на одну відмову, T — наробіток на відмову; інтенсивність відмов $\lambda(t)$; параметр потоку відмов $w(t)$; середній час відновлення працездатного стану t_b ; ймовірність безвідмовної роботи за час t [$P(t)$]; коефіцієнт готовності K_r .

Закон розподілу наробітку до відмови визначає кількісні показники надійності невідновлюваних виробів. Закон розподілу записується або в диференціальній формі щільності ймовірності $f(t)$, або в інтегральній формі $F(t)$. Існують наступні співвідношення між показниками надійності і законом розподілу:

$$P(t) = 1 - F(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(i) dt\right); \quad (2.1)$$

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \int_0^{\infty} F(t) dt, \quad \lambda(t) = \frac{f(t)}{F(t)}. \quad (2.2)$$

Для відновлюваних виробів імовірність появи n відмов за час t у випадку найпростішого потоку відмов визначається законом Пуассона:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} \quad (2.3)$$

З нього треба, що ймовірність відсутності відмов за час t дорівнює $P(t) = \exp(-\lambda t)$ (експонентний закон надійності).

Технічні системи, що складаються з конструктивно незалежних вузлів, що володіють здатністю перебудовувати свою структуру для збереження працездатності при відмові окремих частин, у теорії надійності прийнято називати складними технічними системами (на відміну від складних кібернетичних систем, називаються також великими системами). Число працездатних станів таких систем — два й більше. Кожне із працездатних станів характеризується своєю ефективністю роботи, що може вимірятися продуктивністю, імовірністю виконання поставленого завдання й т.д. Показником надійності складної системи може бути сумарна ймовірність працездатності системи — сума ймовірностей всіх працездатних станів системи. [11]

Способи підвищення надійності. На стадії розробки виробів: використання нових матеріалів, що володіють поліпшеними фізико-хімічними характеристиками, і нових елементів, що володіють підвищеною надійністю у порівнянні із примінявшимися раніше; принципово нові конструктивні рішення, наприклад заміна електровакуумних ламп напівпровідниковими приладами, а потім інтегральними схемами; резервування, у тому числі апаратне (заелементне), тимчасова й інформаційна; розробка помехозахищених програм і помехозахищеного кодування інформації; вибір оптимальних робочих режимів і найбільш ефективного захисту від несприятливих внутрішніх і зовнішніх впливів; застосування ефективного контролю, що дозволяє не тільки констатувати

технічний стан виробу (простий контроль) і встановлювати причини виникнення відмовного стану (діагностичний контроль), але й пророкувати майбутній стан виробу, для того щоб попереджати виникнення відмов (прогнозуючий контроль).

У процесі виробництва: використання прогресивної технології обробки матеріалів і прогресивних методів з'єднання деталей; застосування ефективних методів контролю (у тому числі автоматизованої й статистичного) якості технологічних операцій і якості виробів; розробка раціональних способів тренування виробів, що виявляють сховані виробничі дефекти; випробування на надійність, що виключають приймання ненадійних виробів.

Під час експлуатації: забезпечення заданих умов і режимів роботи; проведення профілактичних робіт і забезпечення виробів запасними деталями, вузлами й елементами, інструментом і матеріалами; діагностичний контроль, що попереджає про виникнення відмов.

У ході розвитку техніки виникають нові аспекти проблеми забезпечення надійності. Так, наприклад, впровадження більших інтегральних схем вимагає принципово нових методів розрахунку їх надійність, застосування систем автоматизованого контролю приводить до необхідності обліку його впливу на показники надійності і т.д. Наука про надійність виникла на стику ряду наукових дисциплін, а саме: теорії ймовірностей і випадкових процесів, математичної логіки, термодинаміки, технічної діагностики й ін., розвиток яких взаємозалежно й знаходить своє відбиття в розвитку теорії надійності. Основний напрямок розвитку науки про надійність визначається загальною тенденцією технічного розвитку в різних галузях народного господарства й завданнями народно-господарських планів країни. До числа найбільш актуальних питань теорії надійності ставляться оцінка й забезпечення надійності складних кібернетичних систем. Проблема надійності є «вічною» проблемою, тому що вона щораз виникає в новому формулюванні на кожному новому етапі розвитку техніки.

Безвідмовність - властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу або наробітку.

Під **наробітком** розуміється тривалість або обсяг роботи об'єкта. Розмірність наробітку визначається видом об'єкта й особливостями його застосування, наприклад, наробіток двигуна вимірюється в мотогодинах, автомобіля - у кілометрах пробігу, верстата-автомата - кількістю оброблених деталей, реле - кількістю циклів спрацьовування й т.п. Наробіток може визначатися до відмови, між відмовами, до настання граничного стану або до деякого фіксованого моменту часу.

Наробіток на відмову, середнє значення наробітку ремонтovanого виробу між відмовами (порушеннями його працездатності). Якщо наробіток виражений в одиницях часу, то під надійністю на відмову розуміється середній час безвідмовної роботи. Для періоду від наробітку t_1 до наробітку t_2 надійність на відмову визначається рівністю

$$T \cong \frac{t_2 - t_1}{m_{cp}(t_2) - m_{cp}(t_1)} \quad (2.4)$$

де m_{cp} — середнє число відмов (на виріб) для деякого числа однотипних виробів до наробітку t_i ($i = 1, 2$), знайдене досвідченим шляхом.

Коефіцієнт готовності, одне з важливих понять надійності у техніку; імовірність того, що виріб (двигун, верстат, прилад і т.д.) буде працездатно в довільно обраний момент часу в проміжках між виконаннями планового технічного обслуговування. У випадку сталого режиму експлуатації коефіцієнт готовності визначають по рівнянню:

$$K_T = \frac{T}{T - T_B} \quad (2.5)$$

де T — наробіток на відмову; T_B — середній час відновлення працездатності виробу (після виникнення відмови).

Граничний стан - стан об'єкта, при якому його подальша експлуатація неприпустима або недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливо або недоцільно.

Граничний стан обумовлений фізичною неможливістю подальшої експлуатації об'єкта, або неприпустимим зниженням його ефективності, або вимогами безпеки й визначається встановленим критерієм граничного стану.

2.2 Експериментальні дослідження рівня віброакустичного сигналу для визначення зазорів кривошипно-шатунного механізму.

1 Етап. Визначення рівня віброгібаючого сигналу по кожному з шатунів двигуна

А) палець – верхня головка шатуна

Б) нижня головка шатуна-колінчастий вал

Таблиця 2.1 - Дослідження рівня віброакустичних сигналів по кожному з шатунів

№	Верхня частина двигуна						Нижня частина двигуна					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
800	1,1	1,15	1,1	1,14	1,13	1,18	1,12	1,17	1,1	1,15	1,19	1,2
1000	1,17	1,23	1,18	1,19	1,21	1,28	1,19	1,24	1,18	1,23	1,29	1,28
1200	1,24	1,31	1,26	1,24	1,29	1,38	1,26	1,31	1,26	1,31	1,35	1,36
1400	1,31	1,39	1,34	1,29	1,37	1,48	1,33	1,38	1,34	1,39	1,45	1,44
1600	1,38	1,47	1,42	1,34	1,45	1,58	1,4	1,45	1,42	1,47	1,51	1,52
1800	1,45	1,55	1,5	1,39	1,53	1,68	1,47	1,52	1,5	1,55	1,59	1,6
2000	1,52	1,63	1,58	1,44	1,61	1,78	1,54	1,59	1,58	1,63	1,67	1,68
2200	1,59	1,71	1,66	1,49	1,69	1,88	1,61	1,66	1,66	1,71	1,73	1,72
Сер. квадрат	0,1604	0,1833	0,1833	0,1146	0,1833	0,2291	0,1604	0,1604	0,1833	0,1833	0,1760	0,1760

Детальний аналіз змінення частоти обертання двигуна дозволив виявляти сплески вібросигналів на частоті 5...16 кГц частотою обертання колінчастого валу $1,250 \text{ Min}^{-1}$.

Можливо передбачити, що при цій частоті обертання вала дизеля палець-шатун знаходиться в резонансній частоті, що є найбільш інформаційним дільницею, пояснення на рисунку 2.1.

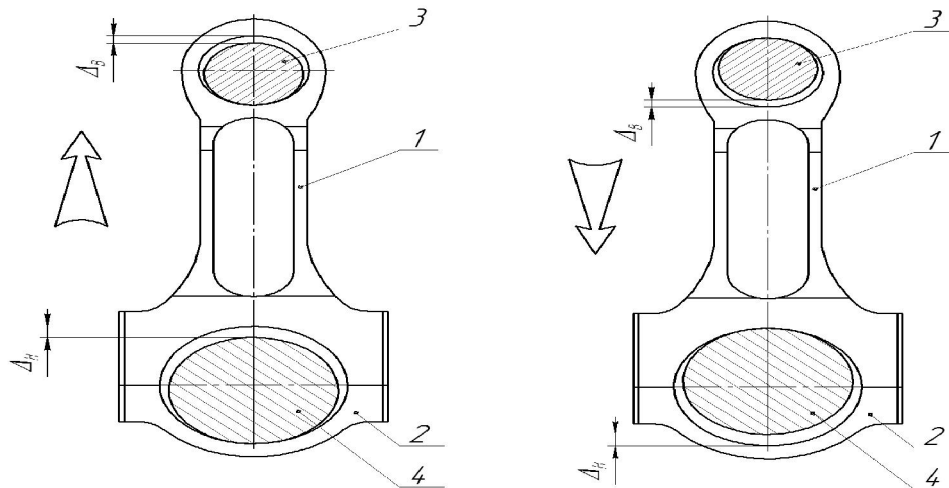


Рисунок 2.1. Гіпотеза отримання віброакустичного сигналу

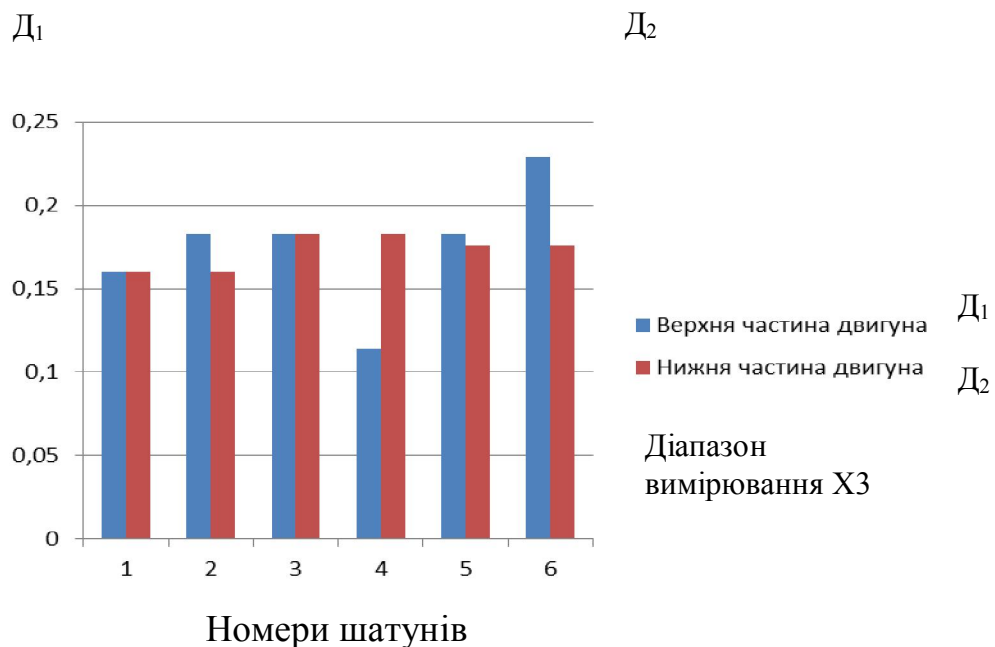


Рисунок 2.2 - Залежність зміни рівня вібросигналів по кожному з шатунів.

Дослідження рівня віброакустичноно сигналу по шатунах КШМ

Б)- (нижня головка шатуна-колінчастий вал)

Таблиця 2.2 - Дослідження рівня віброакустичних сигналів по кожному з шатунів кривошипно-шатунного механізму(шатун-колінчастий вал)

№	Верхня частина блоку						Нижня частина блоку					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
800	1,2	1,3	1,15	1,1	1,2	1,25	1,15	1,18	1,15	1,1	1,16	1,18
1000	1,3	1,39	1,25	1,19	1,28	1,33	1,22	1,24	1,23	1,18	1,22	1,26
1200	1,4	1,48	1,35	1,28	1,36	1,41	1,31	1,35	1,31	1,26	1,28	1,34
1400	1,5	1,57	1,45	1,37	1,44	1,49	1,37	1,43	1,39	1,34	1,34	1,42
1600	1,6	1,66	1,55	1,46	1,52	1,57	1,47	1,51	1,47	1,42	1,4	1,5
1800	1,7	1,75	1,65	1,55	1,6	1,65	1,55	1,56	1,55	1,5	1,46	1,58
2000	1,8	1,84	1,75	1,64	1,68	1,73	1,62	1,67	1,63	1,58	1,52	1,66
2200	1,85	1,93	1,85	1,73	1,76	1,86	1,7	1,74	1,68	1,66	1,62	1,74
Сер. квард	0,22	0,2062	0,2291	0,2062	0,1833	0,1933	0,1821	0,1833	0,1778	0,1833	0,1455	0,1833

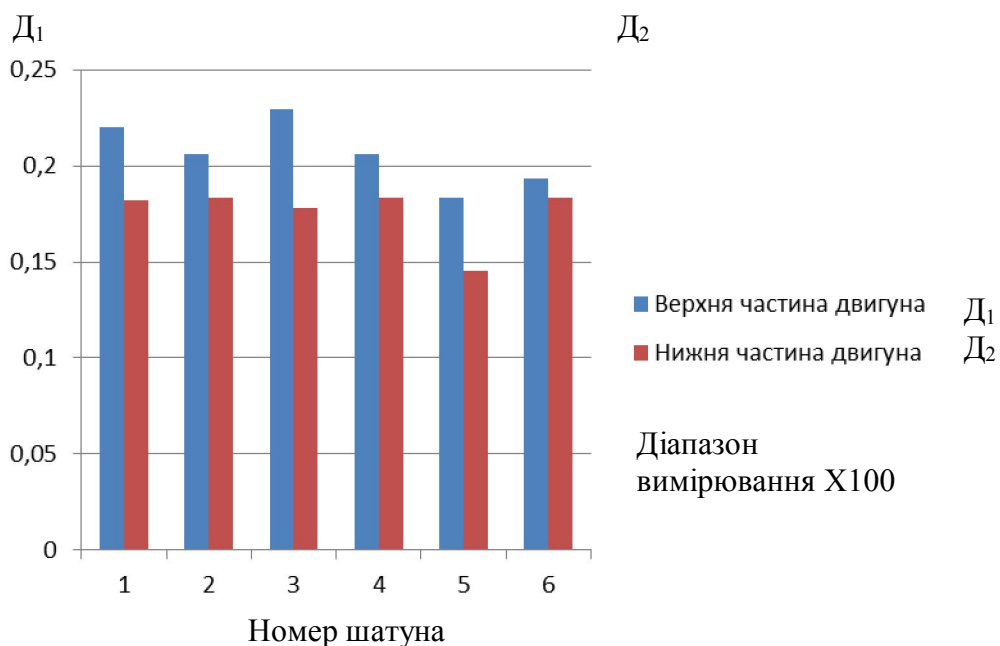


Рисунок 2.3 - Залежність зміни рівня вібросигналів по кожному з шатунів

Після наших вимірів з'ясувалося, що при 1265 об/хв колінчастий вал ми маємо найбільш інформаційну ділянку при роботі двигуна. Тобто ця ділянка

нам дає найбільш важливу інформацію про роботу КШМ і дає самі більші ультразвукові коливання.

Уточнення умов визначення вібросигналів:

2 етап: Змінення частоти обертання колінчастого валу у діапазонів від 1200-1300 Min⁻¹

Таблиця 2.3 - Визначення вібросигналів по кожному з шатунів КШМ при зміні частоти обертання колінчастого валу.

	Верхня частина блоку						Нижня частина блоку						Сере дне
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1200	1,2	1,3	1,15	1,1	1,2	1,25	1,15	1,2	1,15	1,1	1,16	1,18	1,18
1210	1,3	1,39	1,25	1,19	1,28	1,33	1,22	1,24	1,23	1,18	1,22	1,26	1,26
1225	1,6	1,66	1,55	1,46	1,52	1,57	1,47	1,36	1,47	1,42	1,67	1,5	1,52
1245	1,5	1,3	1,45	1,55	1,56	1,7	1,45	1,55	1,53	1,48	1,54	1,57	1,52
1265	1,8	1,89	1,84	1,9	1,91	1,9	1,95	1,94	1,95	1,98	1,99	1,94	1,92
1275	1,7	1,75	1,65	1,55	1,6	1,65	1,55	1,4	1,55	1,5	1,46	1,58	1,58
1290	1,7	1,65	1,75	1,64	1,68	1,73	1,62	1,44	1,63	1,58	1,52	1,66	1,63
1300	1,6	1,3	1,75	1,73	1,78	1,72	1,7	1,48	1,68	1,66	1,62	1,74	1,65

Аналіз результатів точних вимірювань дозволяє отримати більш якісні показники при конкретній моделі двигуна комбайна Д-260 , для який буде працювати при значенні 1265 оборотів шатун-колінчастий вал, це і є найбільшої інформацією для діагностування двигуна.

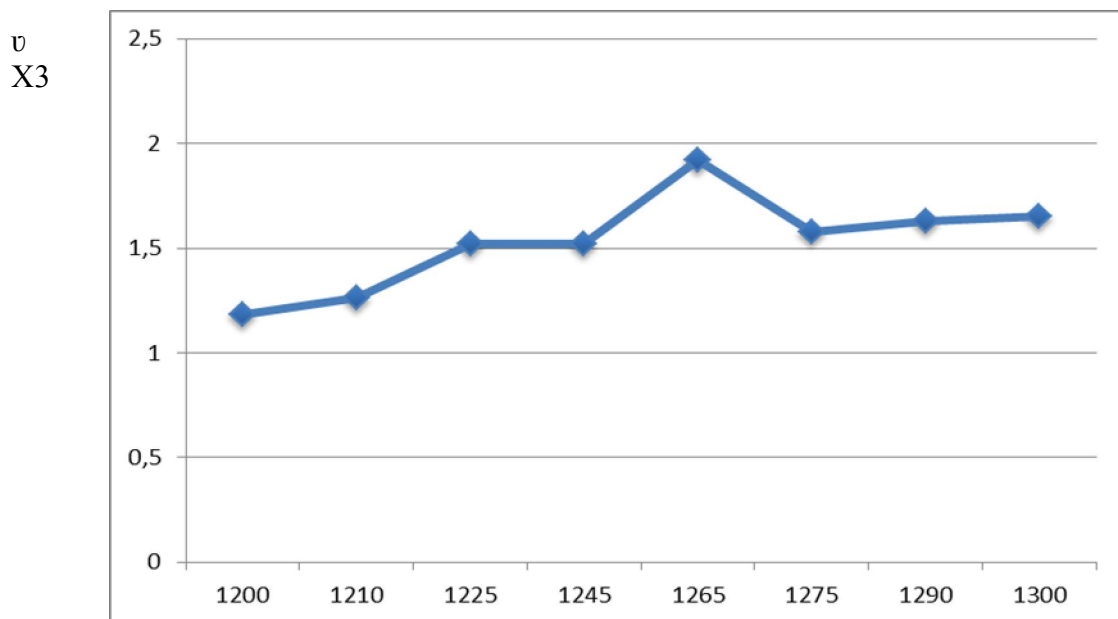


Рисунок 2.4 – Пошук резонансних частот

W
об/хв

2.3 Експериментальне дослідження зносів основних сполучень поршневий палець-верхня головка шатуна(зазор)

1) Порядок проведення виміру зазорів.

Для виміру головок шатунів у внутрішній частині необхідний спеціальний індикатор для обмірювання отворів (нутромір). Без даного приладу нижчеперелічені роботи виконати буде неможливо.

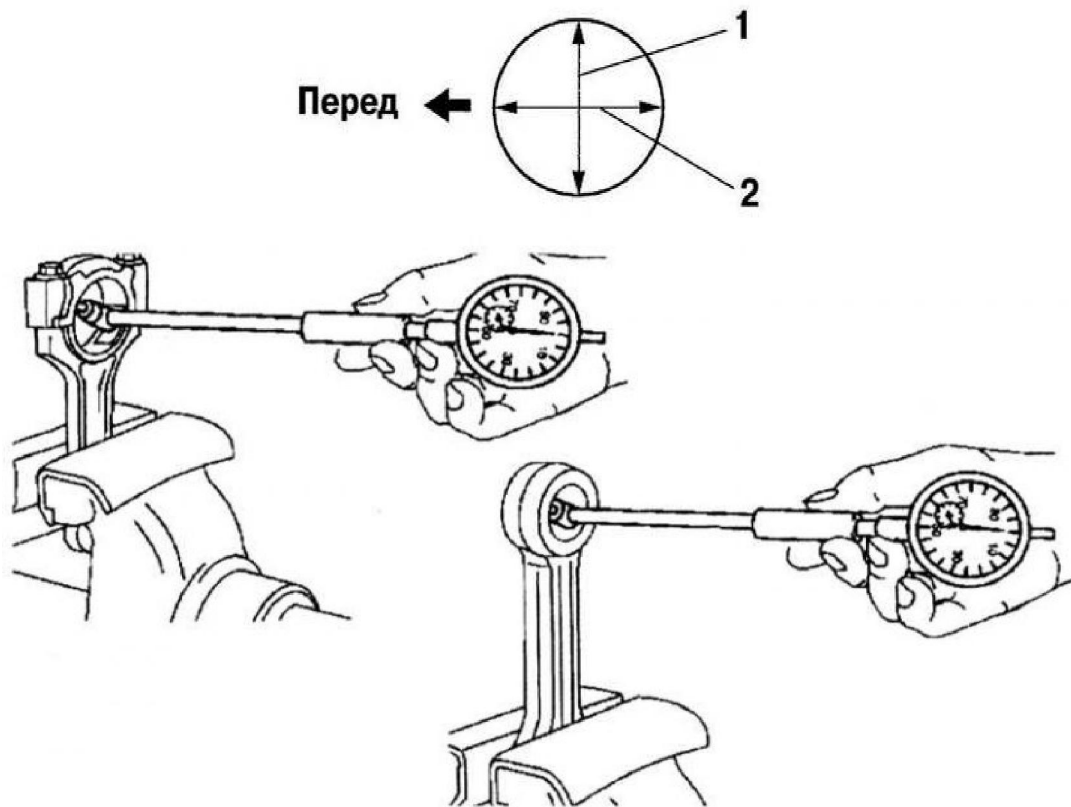


Рисунок 2.5 - Індикаторний нутромір із ціною поділки 0,01 мм.

ГОСТ 868 - 82 - Дійсний стандарт поширюється на індикаторні нутроміри (далі - нутроміри) із ціною розподілу 0,01 мм для виміру внутрішніх розмірів 6 мм - 1000 мм.

Основні параметри

Діапазон вимірів, найбільша глибина виміру, найменше переміщення вимірювального стрижня, вимірювальне зусилля нутромірів і зусилля містка, що centruє, повинні відповідати зазначеним у таблиці 2.4

Таблиця 2.4- Технічка характеристика індикаторного нутроміра із ціною розподілу 0,01 мм

Діапазон вимірів, мм	6-10	10-18	18-50	50-100	100-160	160-260	250-450	450-600
Найбільша глибина виміру, мм, не менш	60, 100	130	150	200	300	400	500	-
Найменше переміщення вимірювальн ого стрижня, мм	0,6	0,8	1,5	4		6	8	
Вимірювальн е зусилля нутроміра, Н	2,5- 4,5			4 - 7	5 - 9			
Зусилля містка, що центрує, Н	5 - 8,5			7,5 - 12	9,5 - 16			

1) Нутроміри з діапазоном вимірів 6 - 10, 10 - 18, 18 - 50, 50 - 100, 100 -160, 160 - 250 мм варто виготовляти двох класів точності: 1 і 2.

Нутроміри з діапазоном вимірів 250 - 450, 450 - 700, 700 - 1000 мм варто виготовляти 2-го класу точності.

Індикаторний нутромір показаний на малюнку 2.5. У корпусі 13 закріплена втулка 10, у яку ввернуть регульований нерухомий гвинтовий стрижень (п'ятка) 12, законтрений гайкою 11. У напрямні втулки з іншого кінця нутроміра поміщений рухливий вимірювальний стрижень 1, поступальне переміщення якого перетвориться обертовим Г-образним вимірювальним важелем 9 в осьове переміщення стрижня 2 і вимірювальний стрижні індикатори. Вимірювальні контакти важеля утворюються запресованими в нього кульками 14. Вимірювальне зусилля створюється сумарною дією індикатора й пружини 5. Стрижень 2 вмонтований у металеву трубку 3, захищену від теплового впливу оператора теплоізоляційною втулкою 6. В отвори корпуса вставлені напрямні стрижні містка, що центрує, 7, що переміщається під дією пружин 8 до упору у гвинтообмежувач. місток, Що Центрує, установлює лінію виміру в площині осьового переріза. Для виміру діаметра нутромір погойдується від площини осьового переріза. При цьому найбільше показання індикатора відповідає діаметру отвору.

2.4 Результати підтвердження якості діагностичних параметрів зі структурними(поршневий палець-верхня головка шатуна)

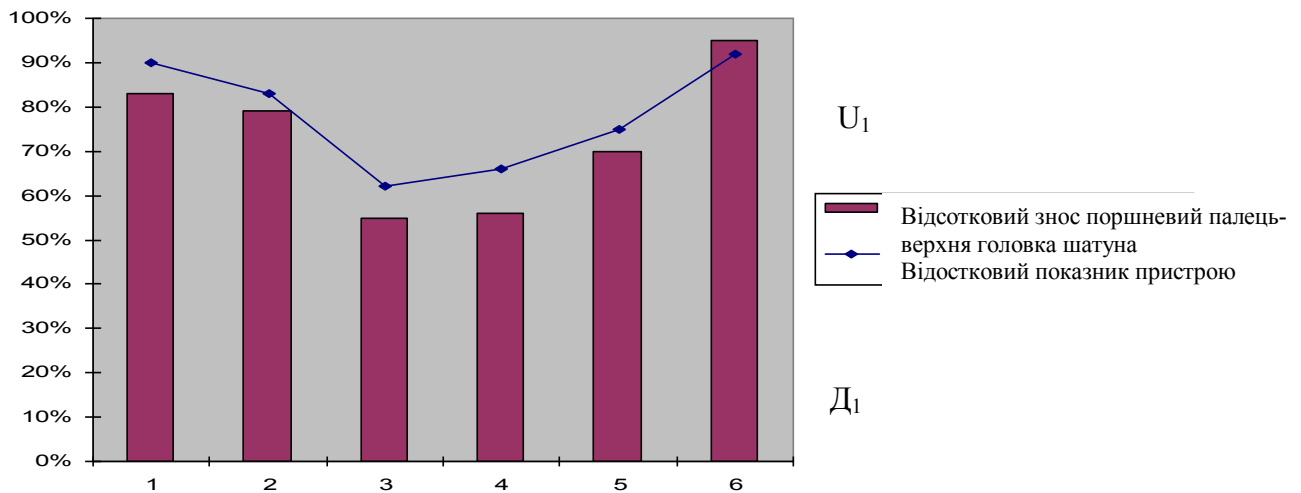


Рисунок 2.6- Зв'язок структурних та діагностичних параметрів.
(поршневий палець-верхня головка шатуна)

На графіку рисунка 2.6 представлено процентне зносу основних сполучень поршневий палець-верхня головка шатуна, і також на цьому графіку зроблено накладання в процентному відношенні змінення віброакустичного сигналу по діагностичному параметру віброогигаючого сигналу. Згідно с графіком ми бачимо, що спостерігається кореляція відношень процентів зносу і віброакустичного сигналу по кожному з шатунів дизеля.

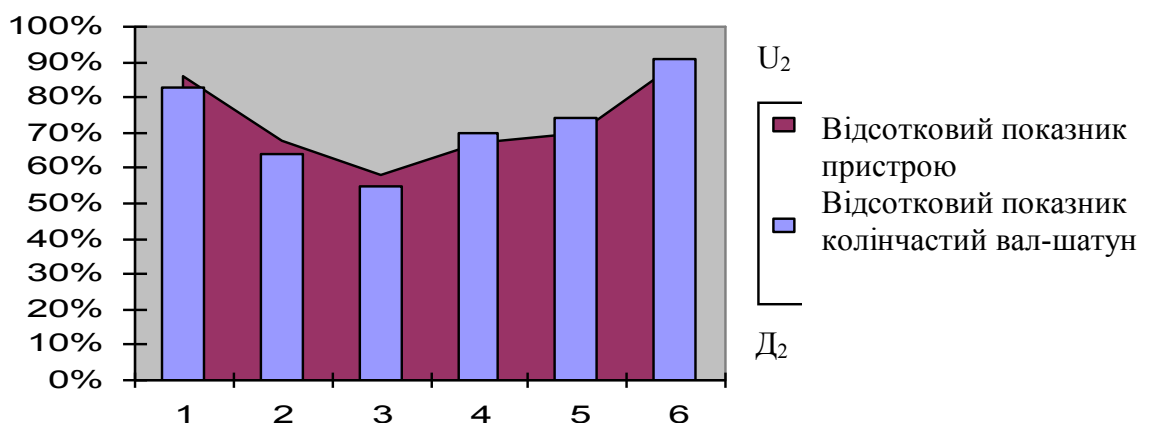


Рисунок 2.7 - Зв'язок структурних та діагностичних параметрів(колінчастий вал-шатун)

На графіку 2.7 ми спостерігаємо кореляцію між зміненням віброакустичного сигналу D_2 і U_2 процентним показником зносу сполучень колінчастий вал-шатун.

Таким чином можна вважати, що досягнуті якісні показники вимірювань на конкретних місцях а також при частотах обертання двигуна є дійсними і вони підтверджують доцільність такого віброакустичного діагностування.

Визначення співвідношень результатів діагностування зі зносами основних сполучень дозволяє отримати результати по сполученням поршневий палець-верхня головка шатуна – 3-5 % колінчастий вал-шатун – 2-4 % . Такі відхилення може залежить від налаштування приладу перед проведенням діагностуванням , а в цілому такі результати підтверджують гіпотезу , яка була висунута в попередніх розділах.

2.5 Види відмов та їх аналіз

2.5.1 Аналіз основних відмов комбайнів

Все ширше впроваджуючи інтенсивні технології оброблення зернових культур, хлібороби добиваються планомірного росту їхньої врожайності. Це висуває на передній план проблему організації збиральних робіт на основі різкого скорочення їхніх строків, поліпшення якості робіт. Тому особливо важливо ефективно використати переваги нової високопродуктивної збиральної техніки. Для цього потрібно впровадити якісне сервісне обслуговування комбайнів, особливо – нових. [12]

При аналізі використання нових машин на збиранні врожаю особлива увага була приділена їхній надійності та відмовам основних вузлів.

По кожному із вище перерахованих типів зернозбиральних комбайнів приведені дані по основних складових частинах (рис 2.5-2.8):

- двигун;
- гідросистема;
- коробка передач;
- ходова частина;
- рульве керування;

- рама;
- інше.

ДОН-1500

двигун	41 %
гідросистема	18 %
коробка передач	14 %
ходова частина	10 %
рульве керування	8 %
рама	5 %
інше	4 %

Славутич КЗС-9-1

двигун	49 %
гідросистема	18 %
коробка передач	11 %
ходова частина	9 %
рульве керування	8 %
рама	2 %
інше	3 %

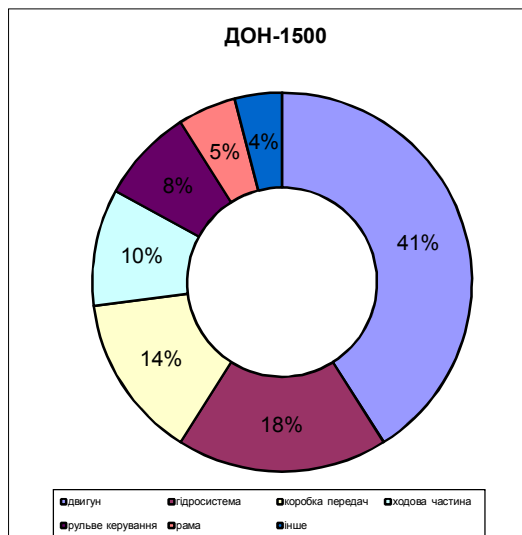


Рис. 2.8 Розподіл відмов комбайна Дон-1500

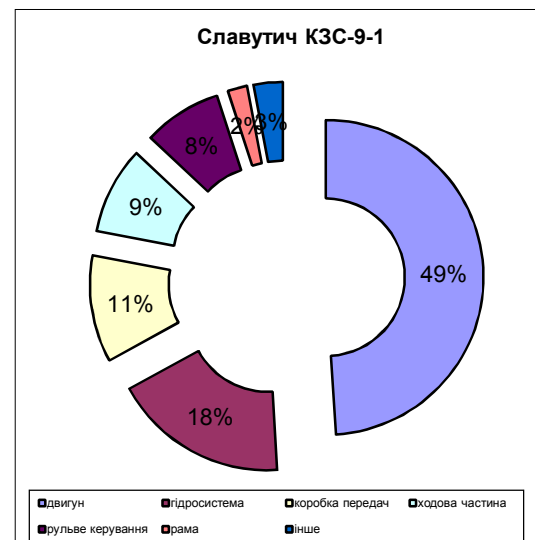


Рис. 2.9 Розподіл відмов комбайна Славутич КЗС-9-1

John Deere

двигун	45 %
гідросистема	14 %
коробка передач	9 %
ходова частина	9 %
рульве керування	10 %
рама	5 %
інше	8 %

New Holland

двигун	41 %
гідросистема	16 %
коробка передач	13 %
ходова частина	9 %
рульве керування	12 %
рама	3 %
інше	6 %

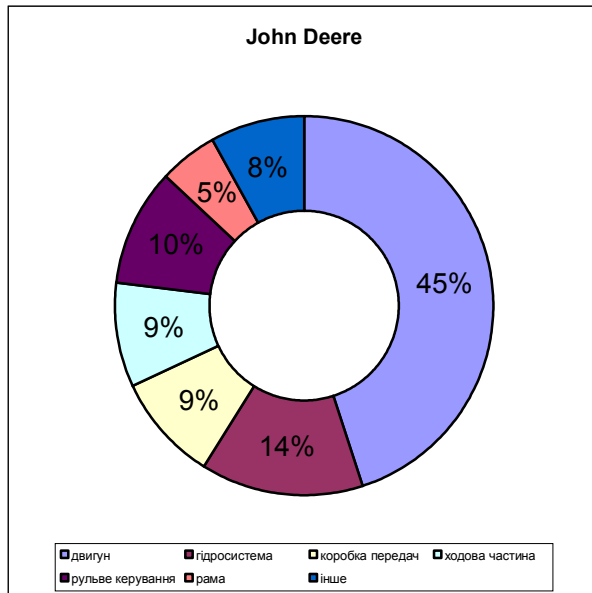


Рис. 2.10 Розподіл відмов комбайна John Deere

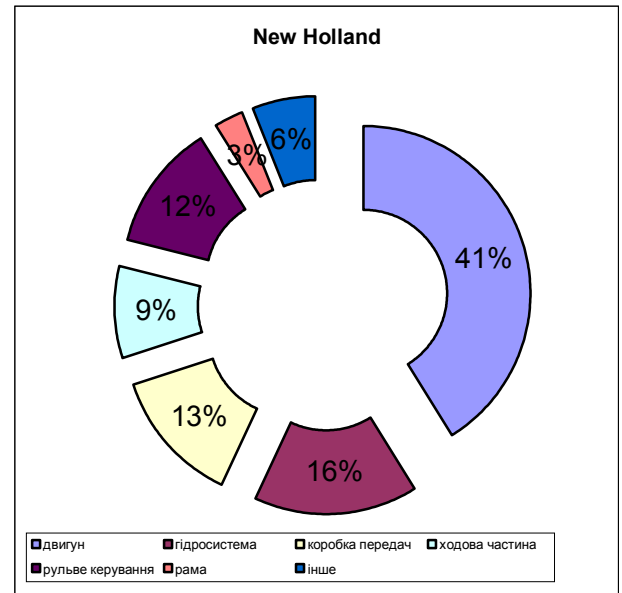


Рис. 2.11 Розподіл відмов комбайна New Holland

Найбільш часто виходили з ладу гідронасос НШ-32-3, гідрооб'ємний привід ГСТ-90, розподільник потоку керування РПУ, ріжучий апарат жнивarki, ланцюги транспортерів похилої камери й ін. Спостерігалися випадки поломки веденого вала клавiшного соломотрясу, маточини керованих колiс, карданної передачі, приводу жнивarki й ін.

Було зареєстровано 67 відмови клиноремінних передач, на усунення яких витрачений 231 год. Досить низка надійність ременя приводу барабана (23 відмови, 183 год простою) та ін.

На електроустаткування припадає по 12 відмов на покажчик температури (КК-171) і блок виміру частоти обертання (БИЧ). У середньому на один комбайн «John Deere» у жнива припало 41,8 год простою по технічних несправностях, у той час як «Дон-1500» простоїв практично не мав.

З економічних міркувань виробіток за сезон повинен становити не менш 158 год, при продуктивності не нижче 2,5 га/год, сезонний виробіток – не менш 395 га, намолот–не нижче 1580 т при середній урожайності 4 т/га.

На комбайні повинні працювати кваліфіковані механізатори – трактористи-машиністи I і II класів, що пройшли спеціальні курси. Для двозмінного режиму роботи кожного комбайна необхідні два механізатори. Скошувати зернові культури треба жниварками, що утворять валки масою не менш 4,5...5,0 кг на 1 м. Довжина гонів повинна становити не менш 300 м.

У технологічну ланку по обмолоту хлібів повинні входити також комбайни «Дон» або «Славутич «КЗС-9-1» для комбайнування ділянок, на яких нераціонально використовувати комбайни «New Holland» чи «John Deere». Технічне обслуговування й усунення несправностей потрібно проводити безпосередньо в польових умовах спеціалізованими ланками, а заправлення – мобільними заправними засобами.

При дозборці виникали труднощі, пов'язані з великою недостатчею кваліфікованих фахівців з електроніки, гідравліки, майстрів по установці й заправленню кондиціонерів..

Вирішального значення набуває фактор віддачі засобів, вкладених у нову техніку. Тут дуже важливо максимально підвищити ефективність її використання. Тільки інтенсивна експлуатація, найвищі намолоти а отже, скорочення строків збиральних робіт – дасть можливість компенсувати витрати на технічний сервіс.

Для рішення проблем необхідний комплексний підхід. Один з найважливіших факторів – підвищення надійності машини. Спостереження в 2008 р. показали, що наробіток на відмову складає від 3,5 до 15,7 год, а в середньому – 4,7 год.

Усі сільськогосподарські агрегати можуть перебувати у працездатному і не працездатному стані.

Під працездатним станом розуміють такий стан агрегата, при якому він в даний момент здатний виконувати задані йому функції з відповідністю до вимог, встановлених нормативно – технічною документацією.

Не працездатний стан агрегату – це стан відказу, коли хоча б один параметр, визначаючий здатність агрегата виконувати задані функції, не відповідає цим вимогам.

При досліджуванні безвідмовності збиральних агрегатів, слід розрізняти відкази, викликані порушенням технологічного процесу та відкази, викликані внаслідок недосконалої конструкції машини або через порушення правил виготовлення.

По складності відкази класифікуються на три групи.

До першої групи належать прості відкази, які можуть усунути трактористи – машиністи на робочому місці.

Відмови другої групи вимагають спеціальних технічних заходів для свого усунення і застосування вимірювальних та контрольних приладів.

Відмови третьої групи пов'язані з виходом із ладу базових деталей та вузлів машин, відновлення яких неможливо без розбирання і заміни деталей, або часткових вузлів. Усунення таких відказів проводиться у ремонтних майстернях господарств.

Відмови, які відбуваються найчастіше, показані на рисунку 2.9

2.6 Висновки по розділу

В розділі основні поняття, терміни й визначення станів об'єктів і властивостей надійності. Приведено способи визначення та підвищення показників експлуатаційної надійності. Також описана номенклатура й класифікація показників надійності. Зроблено апріорне ранжування факторів надійності зернозбиральних комбайнів. Найбільш вагомим є низька якість запасних частин та порушення правил комплектації. На ці фактори треба більше приділити увагу в умовах господарства, навіть з моделями іноземних комбайнів. Аналіз відмов комбайна дозволив встановити найбільш характерні. Така інформація доцільна для інженерного персоналу для тих хто планує проводити ремонтно-обслуговуючі дії з комбайнами.

3 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ «КОМБАЙН-ТРАКТОР-АВТОМОБІЛЬ»

3.1. Загальні подання про складні системи

Однією з важливих характеристик, що враховуються при проектуванні, розробці й експлуатації систем, є надійність. Протягом тривалого часу поняття надійності носило, по суті, інтуїтивний, суб'єктивний і якісний характер. Необхідність у кількісній оцінці надійності вперше стала гостро відчуватися в роки другої світової війни. Інтенсивний розвиток військової, а потім і космічної техніки привело до створення сучасної теорії надійності, що широко використовує кількісні показники. Такі показники можна задавати, аналізувати, вимірювати як конструктивний параметр. При цьому конструктивний параметр установлюється на основі вибору компромісного співвідношення з іншими показниками, наприклад з вартістю або з якою-небудь робочою характеристикою [2].

У цей час кількісна оцінка надійності стала нагальною потребою, особливо в тих випадках, коли мова йде про надійність систем більших масштабів і складності. Такі фактори, як зростання складності систем, посилення боротьби за ринки збуту, а також конкурентної боротьби за фінансові засоби й ресурси, повністю виключають поставку на сучасний ринок як виробів з низькою надійністю, так і виробів, спроектованих з надмірним запасом по надійності. Вартість відмов в існуючих енергетичних системах або в транспортній системі міста набагато перевищує вартість ремонту або заміни деталі, що вийшла з ладу. Незручності для споживачів і пасажирів, втрати продукції, нещасні випадки, зниження продуктивності - все це обходиться значно дорожче, ніж тільки вартість ремонту. Тому вже на початковому етапі проектування [2], наприклад, транспортної системи міста необхідно враховувати характеристики надійності транспортних засобів і іншого встаткування. При оцінюванні розмірів автомобільного парку

важливе значення має число автомобілів, що перебувають на планово-попереджувальному технічному обслуговуванні, а так само в ремонті, необхідність якого викликана поломками.

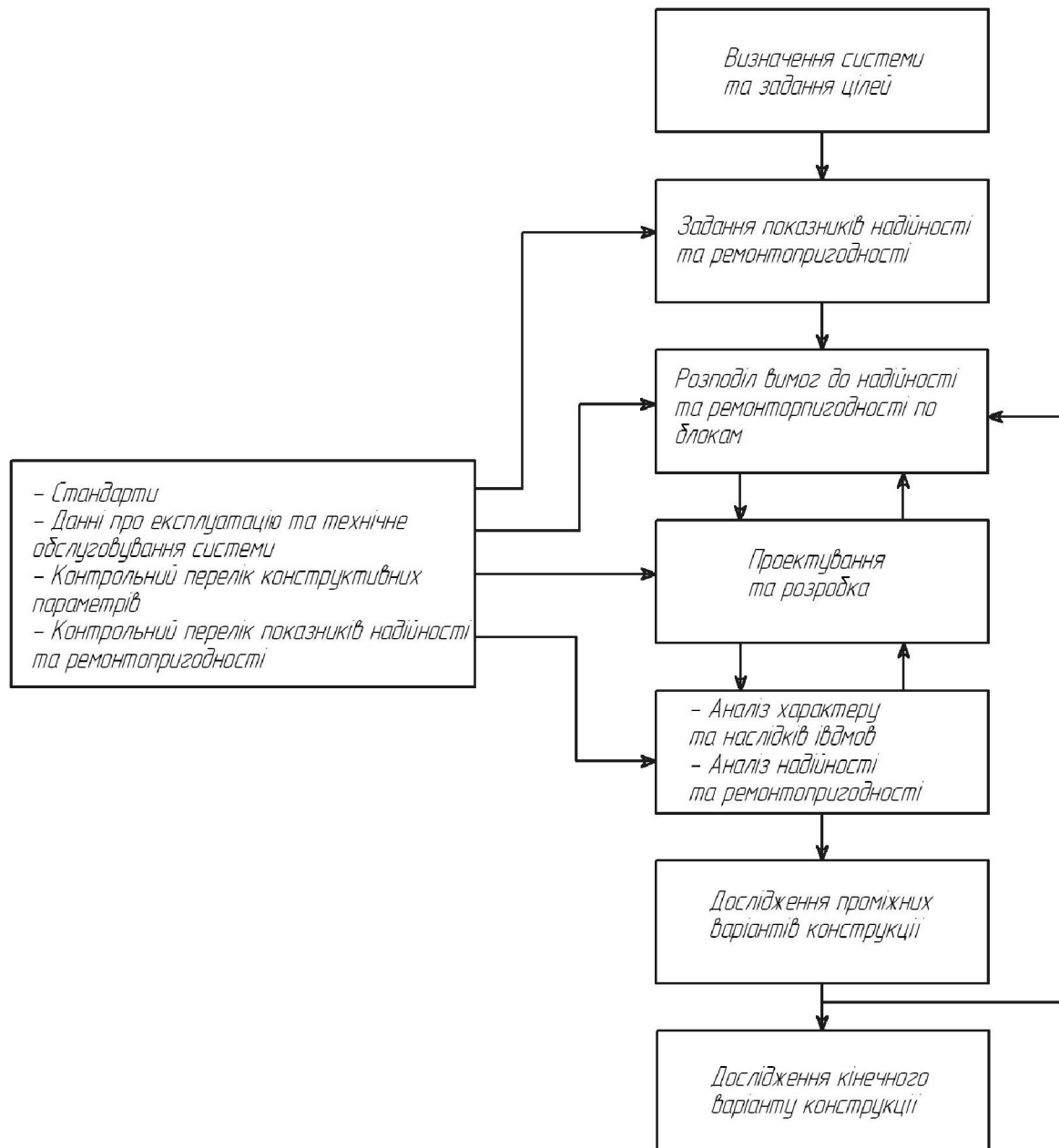


Рисунок 3.1 - Завдання надійності при проектуванні системи.

При кількісному й погодженому підході до оцінки надійності спочатку встановлюється рівень експлуатаційної надійності, при якому повинна задовольнятися потреба в перевезеннях, а потім будується модель надійності системи з урахуванням даних про інтенсивності відмов, за допомогою якої виробляється оцінка числа резервних автомобілів.

При іншому підході надійність розглядається як складова витрат і як обмеження на ефективність при оцінюванні сумарної вартості придбання й використання системи, тобто при вирахуванні витрат на весь термін служби. При виході з ладу транспортних засобів виникає необхідність у ремонті, що, природно, приводить до фінансових витрат. Крім того, щоб забезпечити необхідна якість обслуговування, потрібно мати резервні транспортні засоби.

Рівень власної надійності системи заставляється на етапі проектування [3]. Відсутність у цей період належного контролю й керівництва може привести до дорогих переробок системи в процесі експлуатації [4]. Роль організаційно-технічних заходів щодо забезпечення надійності в процесі проектування [5] показана на рисунку 3.1.

Слід зазначити, що за останні роки значно ускладнився математичний апарат теорії надійності. Крім того, розроблені порівняно нові методи й істотно розширилися області їхнього додатка. Так, наприклад, методи, подібні до методу дерева несправностей, знаходять застосування у всіляких наукових дисциплінах. Великий інтерес для інженерів, що займаються питаннями надійності, представляють елементи із трьома станами. Помітимо, що при розгляді надійності програмного забезпечення, надійності механічних елементів і надійності людини як елемента системи поряд з деякими поняттями традиційної теорії надійності технічних систем використовуються й специфічні характеристики й поняття. Так, поняття «помилка» або «дефект програми» мають трохи інший зміст, чим «відмова встаткування», хоча надійність механічних елементів однозначно визначається на основі моделей залежності надійності від співвідношення між діючими напруженнями й міцністю. Аналогічна ситуація спостерігається у випадку надійності обчислювальних, енергетичних і транспортних систем - не які поняття є загальними, але в той же час є безліч специфічних визначень, моделей і методів. Так, наприклад, стосовно до генератора загальне поняття «змушений простій» означає відсутність експлуатаційної готовності цього встаткування.

Сучасний інженер, що має справа з великими й різноманітними проектами, має потребу в інформації щодо впливу надійності різних систем на їхню ефективність. Однак подібного роду інформація, як правило, утримується в численних спеціальних статтях і монографіях, що істотно утрудняє пошук необхідних відомостей.

Під складною системою розуміють об'єкт, що виконує задані функції і який може бути розчленований на елементи, кожний з яких також виконує певні функції й перебуває у взаємодії з іншими елементами. Елементи складної системи можуть мати різноманітні вихідні параметри, які з позиції надійності можна розбити на три групи (типу):

X_1 — параметри, зміна яких з виходом за встановлені рівні показників приводить до втрати працездатності елемента й системи;

X_2 — параметри, що беруть участь у формуванні вихідних параметрів всієї системи, але по яких важко судити про відмову елемента;

X_3 — параметри, що впливають на працездатність інших елементів системи аналогічно зміні зовнішніх умов роботи всієї системи.

Для більшої наочності можливих типів вихідних параметрів систему із двох елементів (на прикладі двигуна комбайна) можна представити структурною схемою (рис. 3.2).

У представленій на рисунку 3.2 - схемі для системи живлення X_1 — це пропускна здатність паливної форсунки (якщо форсунка забита і паливо не надходить, то система живлення відмовляє й відмовляє двигун), X_2 — це зношування паливної форсунки (паливна економічність комбайна погіршується), X_3 — утворення багатой суміші (двигун перегрівається й утрудняє роботу системи охолодження). У свою чергу, погана робота системи охолодження приводить до перегріву двигуна й утворенню парових пробок у системі живлення — це X_3 для елемента № 2, погана робота термостата затуляє прогрів двигуна, що приводить до зниження паливної економічності комбайна — це X_2 , обривши ременя приводить до відмови системи охолодження й відмові комбайна — це X_1 для елемента № 2.

У реальних складних системах елементи можуть мати або всі три типи вихідних параметрів, або менше (один або два).

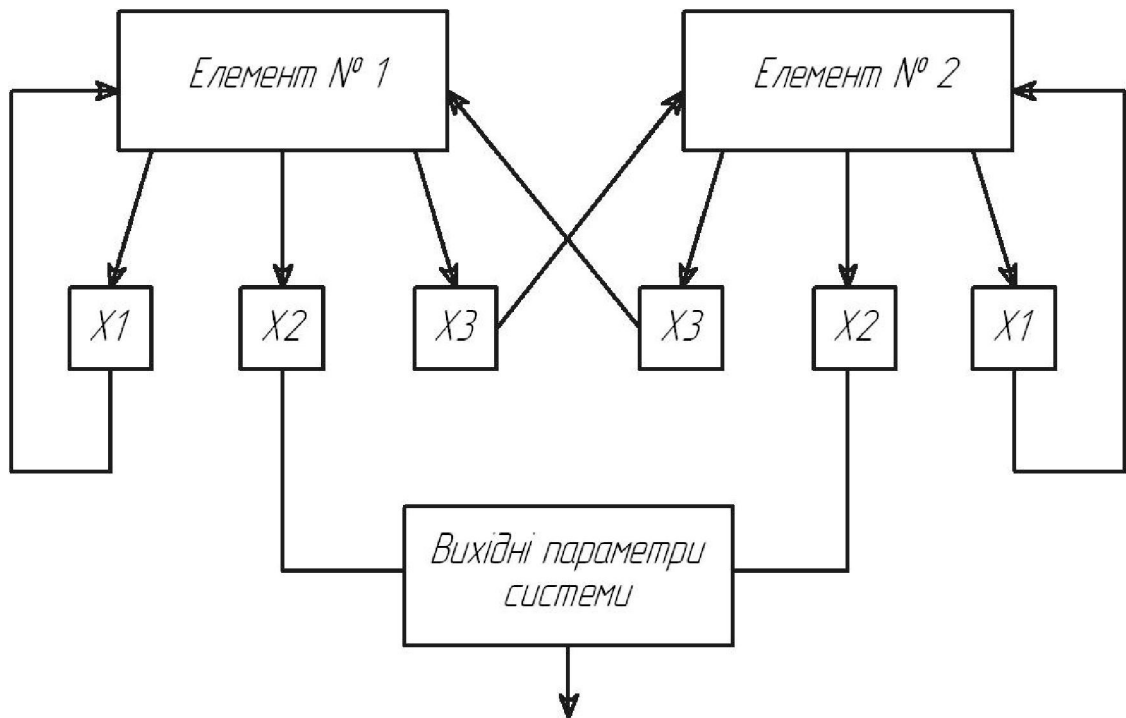


Рисунок 3.2 - Приклад взаємодії різних типів вихідних параметрів елементів складної системи, це залежить від ступеня розчленовування системи на елементи. У розглянутому прикладі система живлення й система охолодження самі є складними системами. [10]

Комбайн є складною системою, яку можна розбити на велику кількість елементів. При аналізі надійності такої системи її елементи розділяють на групи:

- елементи, відмова яких практично не впливає на працездатність комбайну (ушкодження лакофарбового покриття, корозія корпусу). Відмова таких елементів звичайно розглядають ізольовано від системи;

- елементи, працездатність яких за розглянутий проміжок часу або наробіток практично не міняється (для комбайна, що направляється на збирання врожаю, ураховувати зміну стану картера коробки передач не має змісту);

- елементи, відновлення працездатності яких не вимагає значних витрат часу й практично не знижує показників ефективності роботи комбайну (натяг ремня вентилятора);

- елементи, відмови яких приводять до відмови комбайна й регламентують його надійність.

Функціонування комбайна пов'язане з виконанням різноманітних завдань у неоднакових умовах експлуатації, тому поділ елементів на групи може бути проблематичним (відмова склоочисника в суху погоду не приводить до відмови, а в дощ і сльоту - приводить до відмови).

3.2. U-образна крива інтенсивності відмов

Типова функція інтенсивності відмов, і зокрема відмов елементів електронної апаратури, зображена на рисунку 3.3 (у випадку елементів механічного встаткування функція інтенсивності відмов може бути інший).

Ділянка убуючої інтенсивності відмов іноді називають періодом приробляння або періодом ранніх відмов. Поява відмов у цьому періоді звичайно викликається конструктивними або виробничими дефектами.

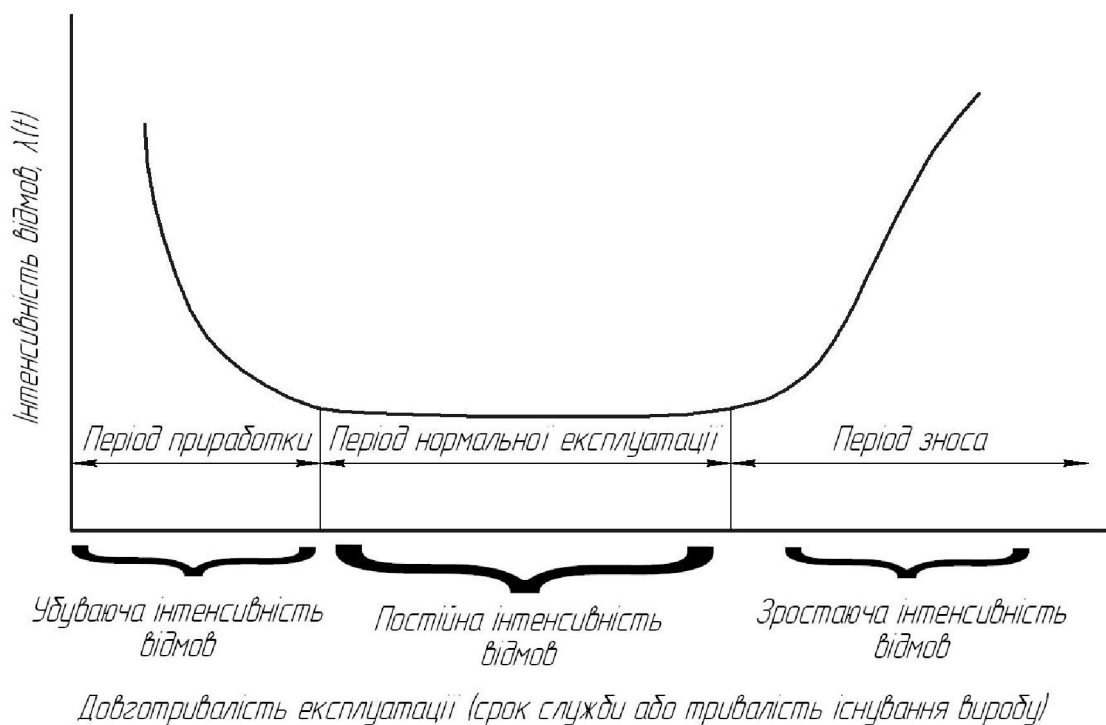


Рисунок 3.3 - Інтенсивність відмов протягом терміну служби виробу.

Ділянка постійної інтенсивності відмов називають періодом нормальної експлуатації. Цей період починається відразу ж після періоду приробляння й закінчується безпосередньо перед періодом зносових відмов.

Період зносних відмов починається тоді, коли встаткування або елемент піддалися старінню або виробили свій ресурс, внаслідок чого число відмов у цьому періоді починає зростати. Відмови, що з'являються в періоді нормальної експлуатації, називають раптовими, тому що вони з'являються у випадкові моменти часу, або, інакше кажучи, раптово, непередбачено.

3.3 Методика розрахунку надійності

Показники надійності - кількісно характеризують, у якому ступені даному об'єкту властиві певні властивості, що обумовлюють надійність.

Показники надійності (наприклад, технічний ресурс, термін служби) можуть мати розмірність, ряд інших (наприклад, імовірність безвідмовної роботи, коефіцієнт готовності) є безрозмірними. [7]

Кількісною характеристикою тільки *однієї* властивості надійності служить *одиничний показник*.

Кількісною характеристикою тільки *декількох* властивостей надійності служить *комплексний показник*.

Одиничні показники надійності

Показники безвідмовності

Імовірність безвідмовної роботи - це ймовірність того, що в межах заданого наробітку відмова об'єкта не виникає. На практиці цей показник визначається статистичною оцінкою

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} \quad (3.1)$$

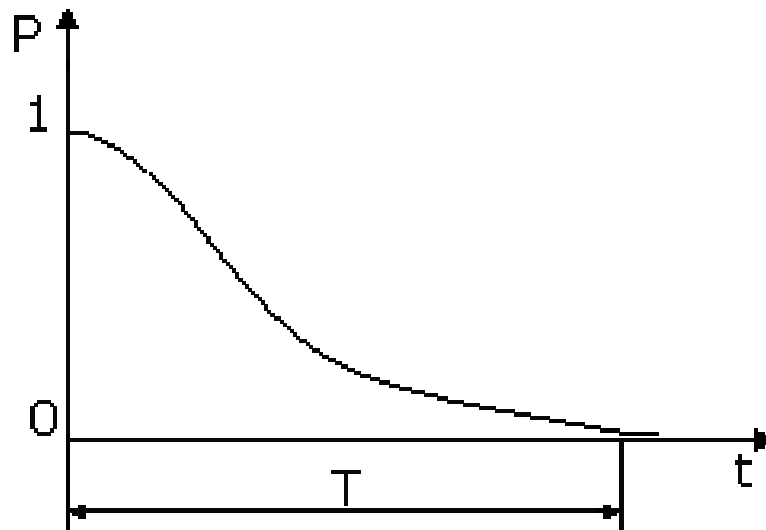
де N_0 — вихідне число працездатних об'єктів, $n(t)$ - число об'єктів, що відмовили, за час t .

Середній час безвідмовної роботи системи

Середній час безвідмовної роботи (середній наробіток на відмову)

$$\bar{t}_p = \left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{t_{pi}} \right)^{-1} \quad (3.2)$$

Графічно отримане вираження для T_0 представлено на малюнку як площа під графіком імовірності безвідмовної роботи $P(T)$ від часу T . У початковий момент імовірність $P(T)$ дорівнює одиниці. Наприкінці часу роботи системи ймовірність $P(T)$ дорівнює нулю.



Тут $T \geq 0$ — випадковий час роботи системи до відмови або наробіток на відмову для невідновлюючого елемента або системи

Середній час простою:

$$\bar{t}_B = \bar{t}_p \sum \frac{t_{Bi}}{t_{pi}} \quad (3.3)$$

Інтенсивністю відмов називається співвідношення числа зразків, що відмовили, апаратури в одиницю часу до середнього числа зразків, що справно працюють у даний відрізок часу за умови, що зразки, що відмовили, не відновлюються й не замінюються справними.

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N_{cp} \Delta t} \quad (3.4)$$

де $n(t)$ – число зразків, що відмовили, в інтервалі часу $t - \frac{\Delta t}{2}$ від $t + \frac{\Delta t}{2}$ до ; Δt – інтервал часу; $N_{cp} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2}$ – середнє число справно працюючих зразків в інтервалі Δt

N_i – число справно працюючих зразків на початку інтервалу Δt ; N_{i+1} – число справно працюючих зразків наприкінці інтервалу Δt .

Інтенсивність відмов - число відмов в одиницю часу, віднесене до числа вузлів, що безвідмовно проробили до цього часу. При цьому вузли, що відмовили, не заміняють новими.

Відповідно до цього визначення

$$\lambda_i = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{N(t)}{t} = \frac{K_{\tilde{A}}}{t_{pi}} \quad (3.5)$$

Показники довговічності

Середній ресурс - математичне очікування ресурсу. Статистична оцінка середнього ресурсу

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^N T_{pi}}{N} \quad (3.6)$$

де T_{pi} ресурс i -го об'єкта; N - N - число об'єктів, поставлених на випробування або в експлуатацію.

Гамма-процентний ресурс являє собою наробіток, протягом якого об'єкт не досягає граничного стану із заданою ймовірністю, вираженого у відсотках. [10]

Значення гамма-процентного ресурсу визначають за допомогою кривих розподілу ресурсів (рис. 3.4).

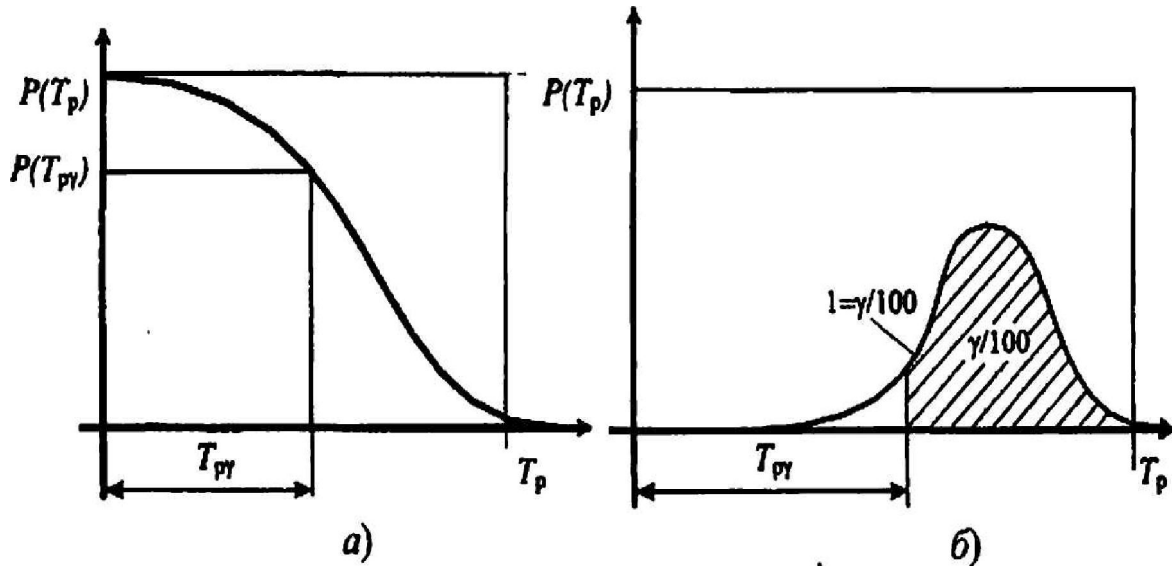


Рисунок 3.4 - Визначення значення гамма-процентного ресурсу:

а й б - криві відповідно збитки й розподіл ресурсів

Середній термін служби - математичне очікування терміну служби.

Статистичну оцінку середнього терміну служби визначають по формулі[10]

$$T_{cl} = \frac{\sum_{i=1}^N T_{cli}}{N} \quad (3.7)$$

де T_{cli} - термін служби і-го об'єкта.

Гамма-процентний термін служби являє собою календарну тривалість експлуатації, протягом якої об'єкт не досягає граничного стану з імовірністю, вираженої у відсотках. Для його розрахунку використовують співвідношення

$$P(T_{c\gamma}) = \int_{T_{c\gamma}}^{\infty} P(T_{cl}) dT_{cl} = \gamma / 100 \quad (3.8)$$

Показники зберігаємості

Середній термін зберігання - математичне очікування терміну зберігання

$$t_{cz} = \int_0^{\infty} t \cdot f_{cz}(t) dt \quad (3.9)$$

Гамма-процентний термін зберігання - термін зберігання, що досягається об'єктом із заданою ймовірністю γ , вираженої у відсотках[10]

$$\int_{T_{cx}}^{\infty} f_{cx}(t) dt = \gamma \quad (3.10)$$

де $f_{cx}(t)$ - функція щільності розподілу випадкової величини T_{cx} - терміну зберігання об'єкта

Комплексні показники надійності

Коефіцієнт готовності – імовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу, крім планованих періодів, протягом яких застосування об'єкта по призначенню не передбачається [10]

Являє собою відношення часу справної роботи до суми часів справної роботи й змушених простоїв об'єкта, узятих за той самий календарний строк.

$$K_{\tilde{A}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t_p(t)}{t} = \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{t_{Bi}}{t_{pi}} \right]^{-1} \quad (3.11)$$

де t_{cp} – наробіток на відмову; t – середній час відновлення

Коефіцієнт оперативної готовності - це ймовірність того, що апаратура буде працездатна в довільний момент часу t і безвідмовно проработить заданий час τ

$$K_{oper}(t, \tau) = K_g(t)P(\tau) \quad (3.12)$$

де $K_g(t)$ - коефіцієнт готовності; $P(\tau)$ - імовірність безвідмовної роботи об'єкта в момент часу τ

Коефіцієнт технічного використання[11]

Цей показник характеризує ті ж властивості, що й коефіцієнт готовності, але враховує додатково попереджувальні ремонти і являє собою відношення математичного очікування часу перебування об'єкта в працездатному стані за деякий період експлуатації до суми математичних очікувань часу перебування об'єкта в працездатному стані, часі простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням, і часу ремонтів за той же період експлуатації, тобто

$$K_{T,i} = \frac{T_{cp}}{T_{cp} + t_B + \tau} \quad (3.13)$$

де T_{cp} – наробіток на відмову; t – середній час відновлення; τ – математичне очікування часу знаходження об'єкта у відключеному стані для виробництва профілактичних робіт.

Безвідмовність системи з послідовним з'єднанням елементів. Залежно від характеру впливу на надійність складної системи, її елементи можна вважати включеними послідовно або паралельно (за аналогією із включенням лампочок у гірлянді). При цьому реальну конструктивну схему системи варто представляти структурною схемою безвідмовності.

Безвідмовність складної системи, що складає з послідовно включених елементів, визначається добутком ймовірностей безвідмовної роботи елементів

$$P_c = P_1 P_2 \dots P_n = \prod_1^n P_i \quad (3.14)$$

Наприклад, якщо система складається з 3 елементів з однаковою безвідмовністю $P_0 = 0,99$, то $P_0 = 0,9950 = 0,55$.

Як видно з наведеного приклада, збільшення елементів при їхньому послідовному включенні приводить до зниження безвідмовності складної системи.

Для реальних елементів безвідмовність є змінною величиною, що залежить від їхнього наробітку, її можна виразити законом розподілу ймовірностей. На рисунку 3.5 показані графіки законів розподілу ймовірностей для трьох послідовно включених елементів.

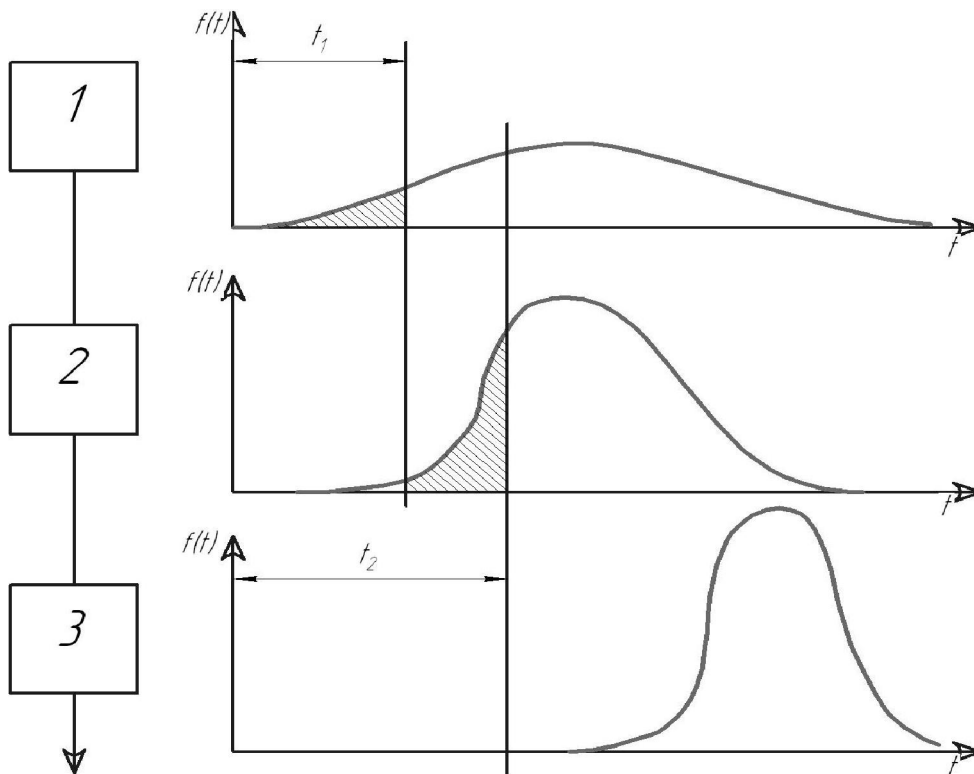


Рисунок 3.5 Приклад аналізу безвідмовності системи, що складає з послідовно включених елементів

Із графіка треба, що при наробітку l_1 найбільшу ймовірність відмови буде мати перший елемент, однак, при збільшенні наробітку до величини l_2 ймовірність відмови другого елемента може істотно зрости. Третій елемент при розглянутих значеннях наробітку залишається практично безвідмовним. Таким чином, для підвищення безвідмовності системи, що складає з послідовно включених елементів, треба в першу чергу підвищувати надійність найбільше «слабких» елементів. Однаково збільшувати середній ресурс всіх елементів системи недоцільно.

3.4 Оцінка надійності системи «КОМБАЙН-ТРАКТОР-АВТОМОБІЛЬ»

Приведемо приклад структурної схеми зернозбирального комплексу машин, що складає з наступних елементів: *зернозбиральний комбайн, трактор з причепом (для перевезення соломи), автомобіль (для перевезення зібраного врожаю)*. Якщо відмова елемента приводить до відмови системи, то можна вважати, що елемент включений *послідовно*.

В якості розрахунку визначаємося зі складовими системи.

- зернозбиральний комбайн *ДОН-1500*;

- трактор *МТЗ-82*;

- автомобіль *КАМАЗ-5320*.

Розрахунки проводимо по вище написаних формулах.

Таблиця 3.1 – Приклад розрахунку комплексної системи

Елементи зернозбирального комплексу	Кількість машин n в агрегаті	Наробіток на відмову, мото-год.	Середній час усунення відмови, г.
Ланка підготовки та транспортування насіння			
зернозбиральний комбайн	1	85	3,8
трактор	1	94	2,8
автомобіль	1	95	2,5

Імовірність безвідмовної роботи агрегатів розрахуємо по формулі (3.14):

$$P=K_r=0,94*0,94*0,99^4=0,85$$

Час знаходження агрегату в працездатному стані, оцінюємо коефіцієнтом готовності по формулі (3.11):

$$K_r = \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{t_{Bi}}{t_{pi}} \right]^{-1} = \left[1 + \frac{3,8}{85} + \frac{2,8}{94} + \frac{2,5}{95} \right]^{-1} = 0,909$$

Середню долю часу, протягом якого технологічний комплекс буде в стані відмови через кожний елемент визначимо з виразу:

$$\bar{t}_{Bi} = K_{\bar{A}} \frac{t_{Bi}}{t_{pi}}$$

Доля часу простою агрегату через відмову комбайна складатиме:

$$\bar{t}_{B.mp.} = 0,909 * 3,8 / 85 = 0,041;$$

- через відмову трактора:

$$\bar{t}_{B.зч.} = 0,909 * 2,8 / 94 = 0,021;$$

- через відмову автомобіля:

$$\bar{t}_{B.к.} = 0,909 * 2,5 / 95 = 0,023;$$

Середній час безвідмовної роботи технологічних комплексів розраховуємо по формулі (3.2):

$$\bar{t}_p = \left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{t_{pi}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{85} + \frac{1}{94} + \frac{1}{95} \right)^{-1} = 29,43 год.$$

Середній час простою технологічних комплексів знаходимо по формулі (3.3):

$$\bar{t}_B = \bar{t}_p \sum \frac{t_{Bi}}{t_{pi}} = 29,43 \left(\frac{3,8}{85} + \frac{2,8}{94} + \frac{2,5}{95} \right) = 2,94 год.$$

Результати усіх розрахунків зведемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків технологічних комплексів

Показник	<i>ДОН-1500; MT3-82; КАМАЗ- 5320.</i>	<i>Славутич КЗС-9-1; MT3- 82; КАМАЗ- 5320.</i>	<i>JOHN DEERE; MT3-82; КАМАЗ- 5320.</i>	<i>New Holland; MT3-82; КАМАЗ- 5320.</i>
Імовірність безвідмовної роботи, P	0,85	0,92	0,82	0,84
Коефіцієнт готовності, K _г	0,909	0,890	0,926	0,903
Середній час безвідмовної роботи \bar{t}_p , год.	29,43	21,56	28,42	27,98
Середній час простою \bar{t}_A , год.	2,94	3,45	3,01	2,97

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що комплекс у складі якого знаходиться комбайн JOHN DEERE за показниками надійності дещо кращий за технологічний комплекс на базі комбайна New Holland і навіть технологічний комплекс із комбайном Дон-1500 має практично не гірші показники. То ж краще купувати нову сільськогосподарську техніку вітчизняного виробництва, а ніж стару техніку зарубіжних виробників.

3.5 Висновки по розділу

В даному розділі розглянуто основні поняття складної системи взаємозв'язку елементів технологічних комплексів. Також визначені основні завдання надійності при проектуванні складної системи. Проведено аналіз дії різних факторів (показників, параметрів) на надійність зернозбирального комбайну, як комплексу агрегатів та вузлів. Проведено розрахунок надійності чотирьох систем яка показала, що при достатньо високих значеннях K_g кожен с машин середній час простою складає близько трьох годин, а це забагато. Порада інженерному персоналу господарства – приділити увагу щоденному технічному обслуговуванню (ЩТО), якісне проведення якого дозволить змінити цей показник. Якісне проведення ТО-1 всіх машин практично не вплине, а ТО-2 впливає дуже суттєво.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз стану охорони праці

Метою розділу охорони праці є розробка заходів щодо збереження здоров'я, поліпшення умов праці працюючих, підвищення культури виробництва і зростання продуктивності праці. [19]

При роботах з обслуговування техніки мають місце випадки порушення правил поданої нижче нормативної документації, так наприклад:

- слабка знання вимог техніки безпеки при проведенні технічного обслуговування і ремонту;
- не дотримуються правила використання індивідуальних засобів захисту;
- відсутність наочної агітації, не на всіх місцях обладнані куточки по техніці безпеки;
- періодичні інструктажі проводяться не регулярно, і найчастіше лише формально заносяться відповідні записи в журнал по ДНАОП 0.00-4.12-99;
- частина робіт виконується на відкритих площадках. Швидкість повітряних потоків у майстерні перевищує нормативні значення, санітарно-побутові умови теж залишають бажати кращого;

У зв'язку з забрудненням навколишнього середовища, необхідно зробити ряд заходів які дозволяють знизити до мінімуму шкідливі впливи на навколишнє середовище. Зокрема пропонується:

- при експлуатації машино-тракторного парку використані паливо-мастильні матеріали зливати в спеціальні ємності і здавати на переробку;
- не допускати проливання паливо-мастильних матеріалів на землю.

Позитивне рішення цих питань може знизити відсоток захворюваності і поліпшить екологічну обстановку на території підприємства, що позитивно вплине на продуктивність праці. Отже

створення сприятливих умов праці має велике соціальне й економічне значення.

4.2 Вимоги безпеки до обладнання і виробничого середовища

Нормативні документи якими керуються при організації робіт з охорони праці на підприємствах головні фахівці й інженер по охороні праці[21]:

- ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.;
- ГОСТ 12.3.009-76* ССБТ. Работы навантажувально - розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки.;
- НАБП.А.01.001-95. Правила пожежної безпеки в Україні.;
- ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Кольори сигнальні та знаки безпеки.;
- ГОСТ 12.4.068-79* ССБТ. Засоби індивідуального захисту дерматологічні. Класифікація та загальні вимоги.;
- СНІП 2.04.05-85. Опалення, вентиляція і кондиціонування.;
- ГОСТ 12.1.005-83 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.;
- ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования.;
- ГОСТ 12.1.030-76 ССБТ. Электробезопасность, заземление.;
- Закон України „Про охорону праці”;
- Закон України „Про пожежну безпеку”;
- Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”;

Вимоги безпеки до виробничого обладнання:

- ГОСТ 12.2.003-74* ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.;
- ГОСТ 12.2.013-80 ССБТ. Станки металлообработки. Общие требования безопасности.;

- ГОСТ 12.2.013-75 ССБТ. Машины ручные электрические. Общие требования.;
- ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.;
- ДНАОП 0.00-1.13-71. Правила будови та безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів та газопроводів.;

4.3 Проектні рішення з охорони праці у відповідності до наявних порушень

Для створення безпечних умов праці на різних виробничих процесах застосовують технічні заходи безпеки, такі як огорожуючі, запобіжні, блокуючі, гальмівні, сигнальні та інші пристрої та засоби.

Згідно до існуючих вимог усі приводи, передачі і робочі органи повинні бути обладнані захисними огороженнями, які надійно захищають від виходу з небезпечної зони стружки, крапель металу та агресивних рідин, гарячої води, різних випромінювань, іскор, а також викиду частини зруйнованого робочого органу чи деталі.

Огорожувальні пристрої повинні мати надійне кріплення до основного обладнання, легко відкриватись і надійно зачинятись. При зніманні огорожень зусилля, що прикладається до нього, не повинно перевищувати 80 Н.

Підлога у приміщеннях цехів повинна бути щільною, мати тверде покриття з гладкою поверхнею, зручною для очищення і ремонту, і не бути джерелом утворення пилу.

У дверних отворів виробничих і допоміжних приміщень не повинно бути порогів та виступів, а двері повинні відчинятися назовні. В'їздний ухил повинен бути не більше 5°.

Відповідно до виявлених недоліків по безпеці умов праці на робочих місцях і використовуючи передовий досвід господарств, пропонується ряд заходів поліпшуючих умови праці і стан безпеки життєдіяльності при проведенні обслуговування. [24] Проектовані заходи приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Заходи щодо охорони праці на 2009 рік

Заходи	Відповіда льний	Термін викона ня	Витрати, грн	Очікувана ефективні сть	Місце провед ення
1.Доукомплектувати документацію відповідно до ДСТ	Гол. інженер	Липень 2009	200,00	Підвищен ня БЖ	На підпри ємстві
2.Скласти графіки заходів щодо БЖ	Гол. інженер	Липень 2009	-	Підвищен ня БЖ	На підпри ємстві
3.Проведення первинного інструктажу	Бригадир	По необхід ності	-	Підвищен ня БЖ	На робо чо му місці
4.Не допускати до роботи з устаткуванням некваліфікованих робітників	Гол. інженер	-	-	Зниження травматиз му	На підпри ємстві
5.Проводити контроль над справністю устаткування й інструмента	Гол. інженер	Раз на місяць	-	Підвищен ня БЖ	На підпри ємстві
6.Укомплектувати робочі місця справним інструментом	Гол. інженер	Червень 2009	2150,0	Підвищен ня БЖ	На підпри ємстві
7.Відремонтувати заправне устаткування	Бригадир	Липень 2009	1800,0	Зниження забруднен ня ґрунту	Склад ГЗМ
8.Видати робітникам засоби індивідуального захисту	Інженер по ТБ	Липень 2009	800,00	Збережен ня здоров'я	На робо чи х місцях
9.Встановити лампи на 36 В	Бригадир	Червень 2009	200,0	Підвищен ня БЖ	На робо чи х місцях

Заходи	Відповідальний	Термін виконання	Витрати, грн	Очікувана ефективність	Місце проведення
Продовження таблиці 4.1					
10.Відремонтувати вентиляцію	Гол. інженер	Травень 2009	570,00	Поліпшення мікроклімату	На підприємстві
11.Усунути протяги	Бригадир	Травень 2009	200,00	Підвищення БЖ	Приміщення
12.Укомплектувати пожежні щити і пожежні крани	Бригадир і інженер по ТБ	Травень 2009	500,00	Підвищення пожежної безпеки	На підприємстві
13.Обладнати місця для паління	Бригадир	Травень 2009	100,00	Підвищення пожежної безпеки	На підприємстві
Всього			6520		

Проведення даних заходів дозволить знизити кількість випадків виробничого травматизму і захворюваності, що поліпшить умови праці. Головному фахівцю необхідно особисто проконтролювати планування і проведення цих дій. [20]

На підприємстві будуть застосовані наступні вимоги безпеки:

- відповідність вимогам СНИП;
- дотримання протипожежних заходів, санітарних норм і вимог у відповідності з чинним законодавством;
- наявність документації і систематичних інструктажів персоналу по питанням БЖ;
- дотримання законодавства про працю і відпочинок, тривалості робочої зміни і трудової неділі;
- наявність приміщення для відпочинку і прийому їди;
- дотримання норм освітлення у виробничих приміщеннях;
- забезпечення норм ГДК шкідливих речовин і температурного режиму в приміщенні;
- забезпечення потрібної якості і стану покриття полу в приміщенні;

- наявність приточно-витяжної вентиляції і пристроїв відводу відпрацьованих газів з приміщення;
- наявність справного інструменту і обладнання для роботи;
- застосування індивідуальних засобів захисту персоналом;
- наявність аптечок невідкладної допомоги для робітників і клієнтів;
- наявність інформації про випадки виробничого травматизмі в цеху.

4.4 Вимоги до персоналу, що бере участь у виробничому процесі

При допуску працівників до різних видів робіт необхідно керуватися ДНАОП 0.03-8.06-94.

Право на керування транспортними засобами надається особам, які мають посвідчення, видане відповідним органом.

До керування підйомно-транспортним обладнанням допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право керування цим обладнанням, пройшли медичний огляд і навчання з безпеки праці

Особи, які обслуговують електроустановки, повинні знати вимоги ДНАОП 0.00-1.21-98 відповідно до посади, яку вони займають, або до професії і мати відповідне посвідчення.

Працівники, які працюють з електроінструментом (не електротехнічний персонал), допускаються до роботи після проходження первинного інструктажу з електробезпеки під час роботи на даній електроустановці з оформленням у журналі реєстрації з питань охорони праці. Інструктаж проводить особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням, - особа зі складу електротехнічних працівників із групою не нижче III. Після перевірки знань і запису в журналі реєстрації цим особам присвоюється I група з електробезпеки (без видачі посвідчення).

При виявленні у працівників ознак професійного захворювання або погіршення стану здоров'я внаслідок впливу шкідливих або небезпечних

виробничих факторів власник, на підставі медичних показань, повинен перевести їх на іншу роботу у встановленому порядку.

Кожний нещасний випадок, а також кожне порушення правил безпеки праці ретельно розслідується, виявляються причини його виникнення, відповідальні особи і вживаються відповідні заходи щодо запобігання нещасним випадкам. Розслідування проводиться за вимогами ДНАОП 0.00-4.03-98.

Власник, відповідно до законодавства України, організовує проведення попередніх (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників.

Медичні огляди проводяться відповідно до вимог ДНАОП 0.03-4.02-94 та наказу від 02.02.96 р. Міністерства охорони здоров'я України, Міністерства соціального захисту населення України, Міністерства праці України №23/36/9 “Про затвердження списку професійних захворювань та інструкції щодо його застосування”.

Періодичні медичні огляди проводяться для осіб, які зайняті на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці відповідно до Переліку шкідливих речовин, несприятливих виробничих факторів і робіт, для виконання яких обов'язкові медичні огляди працівників (додатки 1, 2 до наказу Міністерства охорони здоров'я СРСР від 29.09.89 № 555 “Про удосконалення системи медичних оглядів працівників і водіїв індивідуальних транспортних засобів”), а для осіб віком до 21 року - відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я СРСР від 10.04.81 № 387 “Про заходи щодо удосконалення медико-санітарної допомоги підліткам”.

Відповідно до вимог ДНАОП 0.00-4.12-99 всі працівники підприємств, включаючи власників, повинні проходити навчання, інструктаж, перевірку знань правил, норм та інструкцій з питань охорони праці в порядку й у строки, які встановлені для певних видів робіт, професій та посад.

Усі працівники при прийнятті на роботу й у процесі роботи проходять інструктаж (навчання) з питань охорони праці, з подання першої медичної

допомоги потерпілим під час нещасних випадків, з правил поведінки при виникненні аварій згідно з вимогами Типового положення про навчання з питань охорони праці, що діє на підприємстві.

Усі працівники підприємства мають проходити спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки згідно з вимогами Типового положення про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України (НАПБ Б.02.005-94).

Особи, які не пройшли навчання й перевірку знань з питань охорони праці, до роботи не допускаються.

Згідно з вимогами ДНАОП 0.00-8.02-93 до керування об'єктами з підвищеною небезпекою допускаються особи, яким виповнилося 18 років і які мають право керування машинами відповідних категорій. При видачі посвідчення в ньому вказується дата, з якої власник посвідчення має право працювати на машинах.

Працівники, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, а також роботи, де є потреба у професійному підборі, проходять попереднє спеціальне навчання й перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки, а також щорічну перевірку знань з питань охорони праці.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Пожежна безпека під час технічного обслуговування машин і обладнання сільськогосподарського виробництва повинна відповідати вимогам Закону України „Про пожежну безпеку”, ДНАОП 0.01-1.01-95 та іншим нормативним актам пожежної безпеки.

Відповідно до Закону України „Про пожежну безпеку” забезпечення пожежної безпеки підприємств покладається на їхніх власників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

4.6 Екологічні вимоги до виробництва

Для того щоб підприємство не наносило шкоди навколишньому середовищу і не забруднювало його, треба забезпечити працездатність наступних систем[23]:

- засоби очистки комбайна, агрегатів і вузлів;
- системи водопостачання і утилізації миючих засобів;
- система очистки і утилізації атмосферних викидів;
- системи збору і утилізації відпрацьованих масел, палива і технічних рідин;
- системи збору і утилізації акумуляторних батарей і електроліту;
- системи збору і утилізації гумовотехнічних виробів;
- системи збору і утилізації деталей, агрегатів і машин;

Показники роботи комбайнів і їх двигунів повинні відповідати екологічним вимогам.

Головним напрямком при рішенні проблеми захисту навколишнього середовища від забруднення стічною водою є розробка та використання надійних та ефективних методів її очистки та знешкодження.

Вода, яка у процесі її використання, забруднюється різноманітними компонентами (мінеральними, органічними, тепловими та ін), вважається стічною.

4.7 Висновок по розділу.

У процесі аналізу стану організації робіт з охорони праці на підприємствах, виявлено недоліки і їхні причини. На їх підставі запропоновані методи і засоби їхнього усунення. Визначені також можливі аварійні ситуації і заходи для їхнього попередження та ліквідації.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СЕРВІСНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМБАЙНІВ

5.1 Визначення мінімального додаткового наробітку

Основна умова успішного впровадження технічного сервісу – зниження витрат у споживача, що проявляється у вигляді зниження собівартості механізованих робіт скорочень термінів виконання агротехнічних заходів і числа обслуговуючого персоналу.

При впровадженні технічного сервісу через додаткове обслуговування в споживача зростають витрати на ремонт. Щоб уникнути збитку, йому необхідно збільшувати наробіток, за рахунок якої собівартість механізованих робіт повинна бути незмінної стосовно собівартості цих же робіт без технічного сервісу, тобто повинні виконуватися наступні умови:

$$P_{уд.е} \leq P_{уд} \quad (5.1)$$

$$I_{уд.е} \leq I_{уд} \quad (5.2)$$

де $P_{уд.е}$, $P_{уд}$, $I_{уд.е}$, $I_{уд}$ – питомі приведені й питомі експлуатаційні витрати на одиницю наробітку з технічним сервісом і без, грн/т.

Відповідно до ГОСТ 23728-88 приведені витрати на одиницю наробітку, грн/т

$$P_{уд} = I_{уд} + E \cdot K, \quad (5.3)$$

де $I_{уд}$ – питомі експлуатаційні витрати на одиницю наробітку, грн/т;

$$I_{уд} = (З + Г + Р + А + Ф) / W, \quad (5.4)$$

де $З$, $Г$, $Р$, $А$ – відповідно витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу з урахуванням різних доплат, паливо-мастильні матеріали (ПММ), технічне обслуговування й поточний ремонт і реновацію, грн;

$Ф$ – інші прямі витрати на основні й допоміжні матеріали (у тому числі й на зберігання), грн.;

W – річний наробіток машини, т;

K – капіталовкладення на одиницю наробітку, $K = B / W$, грн/т;

B – середня балансова вартість машини, $B=150430$ грн;

E – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E=0,1$.

Щоб визначити мінімальний додатковий наробіток ΔW_{min} , при якому споживач не понесе збитку від впровадження фірмового обслуговування, необхідно визначити по кожному комбайні значення Π_{y0} і I_{y0} за попередній рік, коли повного обсягу сервісу не проводилося, тобто

$$\Pi_{y0} = \alpha_1^{-1} [3(1+\alpha_2) + \Gamma(1+\alpha_2) + \Delta P_c + \alpha B + \Phi + EB], \quad (5.5)$$

де ΔP_c – витрати на проведення фірмового обслуговування;

α – коефіцієнт відрахувань на реновацію, $\alpha=12,5\%$;

α_1, α_2 – розрахункові коефіцієнти, які дорівнюють:

$$\alpha_1 = W + \Delta W_{min}; \quad \alpha_2 = \Delta W_{min} / W.$$

Після перетворень формули (5) знайдемо мінімальний додатковий наробіток

$$\Delta W_{min} \geq \Delta P_c / [\Pi_{y0} - (3 + \Gamma + P) / W], \quad (5.6)$$

або

$$\Delta W_{min} = W \cdot \Delta P_c / [\Phi + B(\alpha + E)]. \quad (5.7)$$

$$\Delta W_{min} = 1104 \cdot 1635 / [561,5 + 150430(0,125 + 0,1)] = 52,46 \text{ т}$$

У тому випадку, якщо не виконується умова (6), то споживачеві наноситься збиток, тобто собівартість механізованих робіт з технічним сервісом буде вище, ніж без.

Формули (6) і (7) дозволяють обґрунтувати необхідний мінімальний додатковий наробіток - комбайна, що окупить витрати на впровадження фірмового обслуговування.

5.2 Знаходження фактичного додаткового нароби́тку

Відомо, що додатковий наробіток зернозбиральних комбайнів може бути отриманий тільки за умови підвищення показників надійності. Тому тільки значення показників надійності будуть обмежувати витрати на здійснення сервісу.

Оскільки збиральні роботи обмежені агротехнічним строком, то за цей період можна забезпечити тільки підвищенням коефіцієнта готовності, значення якого також відповідають вартості сервісу й наробітку. У результаті досліджень встановлено, що в господарствах з добре організованою інженерною службою K_r комбайнів не перевищує 0,85...0,9.

Для даного району середній коефіцієнт технічної готовності комбайнів складає $K_r=0,86$. При впровадженні технічного сервісу значення K_{rc} може досягти 0,95...0,96 за рахунок підвищення якості підготовки машини до збирання, кваліфікації механізаторів, майстрів-наладчиків, а також оперативного усунення наслідків відмов.

Тоді додаткова наробітка в годинах знайдеться по формулі, год

$$\Delta T = (K_{rc} - K_r) \cdot T_1, \quad (5.8)$$

де T_1 – основний час роботи комбайна без впровадження сервісу, $T_1=241$ год.

$$\Delta T = (0,95 - 0,86) \cdot 241 = 21,69 \text{ год}$$

Фактичний додатковий наробіток складе, га

$$\Delta W = \Delta T \cdot W / T_1, \quad (5.9)$$

$$\Delta W = 21,69 \cdot 1104 / 241 = 99,36 \text{ га.}$$

Або при середній урожайності 32 ц/га додатковий наробіток в гектарах складе – 31,05 га.

Відповідно до ГОСТ 24057-88 продуктивність комбайна за основним часом із сервісним обслуговуванням і без нього будуть:

$$W_{oc} = (W + \Delta W) / (T_1 + \Delta T); \quad (5.10)$$

$$W_o = W / T_1, \quad (5.11)$$

$$W_{oc} = (1104 + 99,36) / (241 + 21,69) = 4,58 \text{ га/год.}$$

$$W_o = 1104 / 241 = 4,58 \text{ га/год.}$$

Річний сумарний час відновлення комбайна без сервісного обслуговування

$$T_s = T_1 (K_r^{-1} - 1), \quad (5.12)$$

де K_r – коефіцієнт готовності комбайна без проведення технічного сервісу.

$$T_6 = 241 (0,86^{-1} - 1) = 39,23 \text{ год}$$

Вирази (6), (7), (8) і (9) являють собою алгоритми обґрунтування вимог споживача до фірмового обслуговування. Використовуючи їх, можна задати вимоги до сервісу по додатковому наробітку й планованому коефіцієнту готовності для різних умов використання комбайнів (сезонний наробіток, балансова ціна, фактичний коефіцієнт готовності машин і ін.).

Таблиця 5.1 – Витрати на ремонт залежно від року експлуатації комбайнів

Параметр	Рік експлуатації комбайнів				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Витрати на поточний ремонт у відносних одиницях	1,00	1,57	1,94	2,32	2,70

Міркування про граничну ціну сервісу з погляду народногосподарських витрат доречні, якщо вони включається в ціну комбайна й за рахунок цих засобів здійснюються фірмове обслуговування або пов'язані з ним дослідження.

5.3 Визначення економічного ефекту від впровадження сервісного обслуговування комбайнів

Щоб визначити фактичний ефект від впровадження фірмового обслуговування, необхідно враховувати витрати на ремонт і ПММ комбайнів. У таблиці 1 наведені значення показників витрат на ремонт у відносній формі в залежності від року експлуатації. Маючи дані в районі по першим трьох-чотирьох роках експлуатації, можна визначити динаміку зміни цих показників для будь-якого регіону.

Витрату ПММ враховують по кожному комбайні, але ціни по роках повинні бути порівнянні. Це відноситься й до зарплати за 1 т намолоту,

витратам на зберігання й реновацію. Такий облік необхідний, щоб уникнути витрат, що не залежать від технічного сервісу, за винятком додаткового наробітку, на який будуть потрібні нові витрати на зарплату, ПММ і витрати на усунення відмов. Це пов'язане зі зміною цін на ПММ, новими розцінками на збирання й т.п.

Визначимо експлуатаційний ефект для господарства й народногосподарський ефект для розроблювачів технічного сервісу по формулах, грн

$$\mathcal{E}_3 = (I_{y0} - I_{y0.c}) \cdot W_c; \quad (5.13)$$

$$\mathcal{E}_{ux} = (\Pi_{y0} - \Pi_{y0.c}) \cdot W_c. \quad (5.14)$$

де W_c – сезонний наробіток комбайна при впровадженні технічного сервісу, т.

Таким чином, з урахуванням корегувань по порівнянності цін, прогнозу росту витрат на ремонт залежно від року експлуатації, а також витрат на технічний сервіс формули (14) і (15) приймуть вигляд:

$$\mathcal{E}_3 = [(Z + \Gamma + P \cdot k + \alpha B + \Phi) / W - (Z_c + \Gamma_c + P_c + \Delta P_c + \alpha B_c + \Phi) / W_c] \cdot W_c; \quad (5.15)$$

$$\mathcal{E}_{ux} = [(Z_l + \Gamma + P \cdot k + \alpha B + \Phi_c + BE) / W - (Z_c + \Gamma_c + P_c + \Delta P_c + \alpha B_c + \Phi_c + BE) / W_c] \cdot W_c. \quad (5.16)$$

де P_c – витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування комбайна при впровадженні технічного сервісу, $P_c = 1934,36$ грн;

B, B_c – відповідно середня балансова вартість машини за рік до сервісного обслуговування і в рік впровадження, грн;

k – коефіцієнт підвищення витрат, прогнозоване по табл. 1 на рік експлуатації комбайна при проведенні фірмового обслуговування;

Z – порівнянна зарплата комбайнера й помічника попереднього року до поточного при впровадженні технічного сервісу, грн:

$$Z = Z_c \cdot W / W_c, \quad (5.17)$$

де Z_c – зарплата комбайнера й помічника цього року при сервісному обслуговуванні, грн.

Γ – порівнянні витрати на ПММ, грн:

$$\Gamma = \Gamma_c \cdot Q / Q_c \quad (5.18)$$

де Γ_c – витрати на ПММ розраховуючи на 1 комбайн при впровадженні технічного сервісу, грн;

Q, Q_c – фактична витрата ТСМ на 1 комбайн із впровадженням технічного сервісу й без нього за попередній рік експлуатації, т.

$$Z = 7034,57 \cdot 1104 / 1203,36 = 6453,73 \text{ грн}$$

$$\Gamma = 12744 \cdot 3,5 / 3,6 = 12390 \text{ грн}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_s = & [(6453,73 + 12390 + 1512 \cdot 1,2 + 0,125 \cdot 150430 + 561,5) / 1104 - \\ & - (7034,57 + 12744 + 1934,36 + 1635 + 0,125 \cdot 16453,28 + 514) / 1203,36] \cdot \\ & 1203,36 = 3310,28 \text{ грн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{ix} = & [(6453,73 + 12390 + 1512 \cdot 1,2 + 0,125 \cdot 150430 + 561,5 + 150430 \cdot \\ & 0,1) / 1104 - (7034,57 + 12744 + 1934,36 + 1635 + 0,125 \cdot 16453,28 + 514 + \\ & 150430 \cdot 0,1) / 1203,36] \cdot 1203,36 = 4664,15 \text{ грн} \end{aligned}$$

У таблиці 5.2 наведені результати, які отримують господарства при впровадженні технічного сервісу в Запорізької області. З аналізу табличних даних слід зазначити, що економічний ефект на один комбайн складе для господарства 3310,28 грн.

5.4 Знаходження періоду окупності капітальних вкладень

На придбання інструменту і обладнання, оренду приміщень та частково обладнання, навчання працівників планується витратити близько $K_k = 410560$ грн.

Знаючи середню кількість комбайнів, які будуть використовувати сервісне обслуговування можна знайти загальний економічний ефект, грн

$$\mathcal{E}_z = n_k \cdot \mathcal{E}_s \quad (5.19)$$

де n_k – середня кількість комбайнів на обслуговуванні, $n_k = 61$ шт.

$$\mathcal{E}_z = 61 \cdot 3310,28 = 201926,9 \text{ грн.}$$

Ефективність капітальних вкладень E_k розраховується за формулою

$$E_k = \frac{\Xi_3}{K_k}, \quad (5.19)$$

де K_k – капітальні вкладення на впровадження сервісного обслуговування, грн

$$E_k = 201926,9/410560=0,49.$$

Період окупності капітальних вкладень T , р розраховується за формулою:

$$T = \frac{K_k}{\Xi_3}, \quad (5.20)$$

$$T = 410560/201926,9=2,03 \text{ року.}$$

Період окупності капітальних вкладень не перевищує нормативного (12 років), можна зробити висновок, що заходи ефективні.

Складність у визначенні фактичного економічного ефекту складається в зборі інформації зі складових витрат на кожну машину. Тому пропонуємо визначати ціну сервісу по першому році впровадження фірмового обслуговування, але до розрахованої мінімальної ціни додавати 30...50 % одержуваного економічного ефекту.

5.5 Висновок по розділу

Аналіз даних таблиці 5.2 показує, що впровадження сервісного технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів є вигідним як для господарств, так і для підприємства, що здійснює сервіс.

Таблиця 5.2 – Результати впровадження технічного сервісу

Показники для одного комбайна	Без сервісного обслуговування	З сервісним обслуговування
Річний наробіток, т	1107,73	1203,36
Витрата паливо-мастильних матеріалів за сезон, т	3,5	3,6
Зарплата комбайнера й помічника, грн	6453,73	7034,57
Вартість технічного обслуговування й ремонту, грн	1512	2469,36
Затрати на паливо-мастильні матеріали за сезон, грн	12390	12744
Витрати на зберігання техніки, грн	561,5	514
Амортизаційні відрахування, грн	18803,75	16453,28
Економія питомих приведених витрат, грн	–	3310,28
Економія питомих експлуатаційних витрат, грн	–	4664,15
Ефективність капітальних вкладень	–	0,49
Період окупності капітальних вкладень	–	2,03

ВИСНОВКИ

по магістерській роботі

1. В роботі проведено аналіз питань пов'язаних з вдосконаленням зернозбиральних комбайнів. Визначено потреби СБК «ДРУЖБА» Мелітопольського району Запорізької області у засобах механізації. Також висвітлено тенденції в оснащенні сільськогосподарського виробництва імпортною технікою й особливості її експлуатації в умовах України. Приведено порівняльні технічні характеристики зернозбиральних комбайнів ДОН-1500Б, КЗС-9-1 "Славутич", John Deere, New Holland. Проведено аналіз конкурентоспроможності ринку вітчизняної техніки, сучасні вимоги до збиральної техніки. Визначено системи організації технічного сервісу комбайнів.

2. Також висвітлено основні поняття, терміни й визначення станів об'єктів і властивостей надійності. Приведено способи визначення та підвищення показників експлуатаційної надійності. Також описана номенклатура й класифікація показників надійності. Зроблено апріорне ранжування факторів надійності зернозбиральних комбайнів. Проведено аналіз основних відмов запропонованих комбайнів вітчизняного та закордонного виробництва.

3. В роботі розглянуто основні поняття складної системи взаємозв'язку елементів технологічних комплексів. Також визначені основні завдання надійності при проектуванні складної системи. Проведено аналіз дії різних факторів (показників, параметрів) на надійність зернозбирального комбайну, як комплексу агрегатів та вузлів. Приведена методика розрахунку надійності та розраховано основні показники послідовної комплексної системи, які мають такі значення:

- Імовірність безвідмовної роботи, P :

- для комплексу *ДОН-1500; МТЗ-82; КАМАЗ-5320* становить 0,85;
- для комплексу *Славутич КЗС-9-1; МТЗ-82; КАМАЗ-5320* - 0,92;

- для комплексу *JOHN DEERE; MT3-82; КАМА3-5320* - 0,82
 - для комплексу *New Holland; MT3-82; КАМА3-5320* - 0,84
- Коефіцієнт готовності, K_r :
- для 1 комплексу - 0,909
 - для 2 комплексу - 0,890
 - для 3 комплексу - 0,926
 - для 4 комплексу - 0,903

Отже, можна зробити висновок, що комплекс у складі якого знаходиться комбайн JOHN DEERE за показниками надійності дещо кращий за технологічний комплекс на базі комбайна New Holland і навіть технологічний комплекс із комбайном Дон-1500 має практично не гірші показники. То ж краще купувати нову сільськогосподарську техніку вітчизняного виробництва, а ніж стару техніку зарубіжних виробників.

4. У процесі аналізу стану організації робіт з безпеки життєдіяльності на підприємствах. Виявлено недоліки і їхні причини. На їх підставі запропоновані методи і засоби їхнього усунення. Визначені також можливі аварійні ситуації і заходи для їхнього попередження та ліквідації.

5. Аналіз даних таблиці 5.2 показує, що впровадження сервісного технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів є вигідним як для господарств, так і для підприємства, що здійснює сервіс.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин. / А.П.Смелов, И.П.Удалов - М.: Колос, 1984.-192 с.
2. Ермолов Л.С. Основы надежности сельскохозяйственной техники. / Л.С.Ермолов, В.М. Кретинов и др. -М.: Колос, 1982.-271 с.
3. Альбом технологических карт на ТО и КР тракторов, автомобилей и сельхозмашин. -М.: 1979.-170 с.
4. Комплексная система ТО и ремонта машин в сельском хозяйстве. - М.: ГОСНИТИ.
5. Ермолов Л.С. Повышение надежности сельскохозяйственной техники: (Основы теории и практики). / Л.С. Ермолов– М.: Колос, 1979. – 255 с.
6. Костомахин М.Н. Влияние эксплуатационной надежности тракторов и зерноуборочных комбайнов на эффективность их использования. / М.Н. Костомахин Автореф. дис...к-та. техн .наук: 11.11.08 / ГНУ ГОСНИТИ. М.: 2008. – 20с.
7. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. / В.М.Михлин. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
8. Погорелый Л.В. Испытание сельскохозяйственной техники: научно-методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин. / Л.В.Погорелый, В.Я. Анилович– К.: «Феникс», 2004. – 208 с.
9. Проников А.С. Надежность машин. / А.С. Проников. – Москва: Машиностроение, 1978. – 592 с.
10. Труханов В. М. Надежность технических систем. / В. М. Труханів. – М.: Машиностроение, 2003. – 320 с.
11. Надежность технических систем: справочник. / под ред.. И. А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 600 с.

12. Сільське господарство Запорізької області за 1990 – 2008 роки: статистичний збірник. / за ред.. В. П. Головешка – Запоріжжя: держ. комітет статистики України, 2009. – 230 с.
13. Михайлов В.Н. и др. Охрана труда в сельском хозяйстве. / В.Н. Михайлов и др. - М.:Агропромиздат,1988.
14. Решетов Д.М. Детали машин. / Д.М. Решетов - М.: машиностроение, 1989.
15. Средства технического обслуживания машинно-тракторного парка. - М.: Высшая школа, 1979. - 255 с.
16. Охрана труда в сельском хозяйстве. - М. : ВО Агропромиздат, 1989. - 542 с.
17. Справочник технического обслуживания машинно - тракторного парка. - М.: Высшая школа, 1979.
18. «Изобретатель и рационализатор». 1989,1991,1992.
19. Закон України "Про внесення змін до Закону України „Про охорону праці". - Введ. 17.12.2002.
20. Законодавство України з охорони праці. Збірник нормативних документів. Т. 1 -4. -К.: Основа, 1995.
21. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП). - К.: Основа, 1998. - 234с.
22. Гряник Г.М. Охорона праці / Г.М.Гряник, С.Д.Лехман, Д.А.Бутко, В.Л. Лущенко. В.І.Работягов.-К.: Урожай, 1994.-272с.
23. Бутко Д.А. Організація охорони праці в сільському господарстві / Д.А.Бутко, В.Л.Лущенко, М.Т.Воїнов та ін. - Сімферополь.: Бізнес-інформ, 1998. - 311с.
24. Лущенко В.Л. Виробнича санітарія. / В.Л., Лущенко, Д.А. Бутко, С.Д.Лехман - К.: Урожай, 1996.-336с.
25. Буракова С.О. Записная книжка инженера по охране труда. / С.О.Буракова, М.В.Подгорецкий, А.Л.Марущак - К.: Урожай, 1991. - 167с.
26. Правила пожежної безпеки в Україні. - Введ. 22.06.1995.

27. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. - М.: Издательство стандартов, 1991.

28. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. - М.: Издательство стандартов, 1980.

29. ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности. - М.: Издательство стандартов, 1975.

30. Ю.А. Песков и др. Зерноуборочные комбайны „ДОН”. - Агропромиздат, 1986.- 333 с.: ил.

31. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве /П.А. Андреев и др. -М.: Колос, 1983.- 48с.