

О. В. Надточій, к.т.н., доцент,

Л. Л. Тітова, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Під час жнив проведено облік і реєстрацію числових значень механічних втрат зерна за молотильно-сепаруючим пристроєм (МСП) залежно від ефективності використання зернозбиральних комбайнів (ЗК). Визначено їх вагомості у порівнянні із нормативно допустимими.

Ключові слова: втрати зерна, відносні, числові, залежність продуктивності.

Постановка проблеми. Зменшення втрат вирощеного урожаю, що досягає 16% від валового збору та зниження його якості на 2-3 класів, були і залишаються актуальними для сільгоспвиробників [1, 3, 4]. Домінуючою причиною значних втрат вирощеного урожаю є фактичні терміни жнив, які перевищують оптимальні агробіологічні для 70% збираних площ в 2-4 рази. Причин втрат втраченого урожаю багато. Визначальними можна виділити нестачу комбайнів і їх технічний стан, через високе фізичне завантаження за агротехнічний строк жнив, незадовільним забезпеченням своєчасним і якісним сервісом і неефективним використанням [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багаторічний практичний досвід використання комбайнів показує, що однією з вагомих причин низької ефективності використання комбайнів є суб'єктивне сприйняття і розуміння візуальної інформації з монітора в кабіні про поточні (відносні) втрати зерна під час комбайнування.

Для оцінки суб'єктивного сприйняття інформації розглянемо стандартну процедуру заходу комбайна в загінку. На попередньо відрегульованому (згідно умов збирання і культури) комбайні визначають шляхом пробних заїздів на проміжку 50-100 м. збираного поля, максимально допустиму швидкість руху комбайна, при якій втрати вільного зерна не перевищують норми (візуально перевіряється відсутність зерна за очисткою (в полові) і за соломотрясом (в соломі)). Під час пробних заїздів перемикач на блоці БІВ (блок індикації втрат) знаходиться в положенні «Налаштування» (рис. 1). Після визначення оптимальної швидкості приступають до збирання поля, на якому і здійснювали пробні заїзди, а після 1-2 хвилини після початку збирання на блоці БІВ натискають кнопку «Робота». При цьому засвічуються світло діоди обох каналів розміщені в зеленому секторі. В подальшому швидкість комбайна підтримують такою, щоб світло діоди горіли в зеленому секторі. При загоранні світло діодів нижче зеленого сектора, рекомендується підвищити швидкість, а при перевищенні – знизити швидкість.

Після кожної зміни умов збирання, переході на інше поле або зміні культури слід повторити налаштування БІВ згідно описаного вище порядку.

Монітор візуального контролю втрат має 7 рівнів. На один рівень припадає 0.75%, а не 1.5% втрат від валового збору допустимих конструкціями, технічними і технологічними рішеннями сучасних комбайнів.

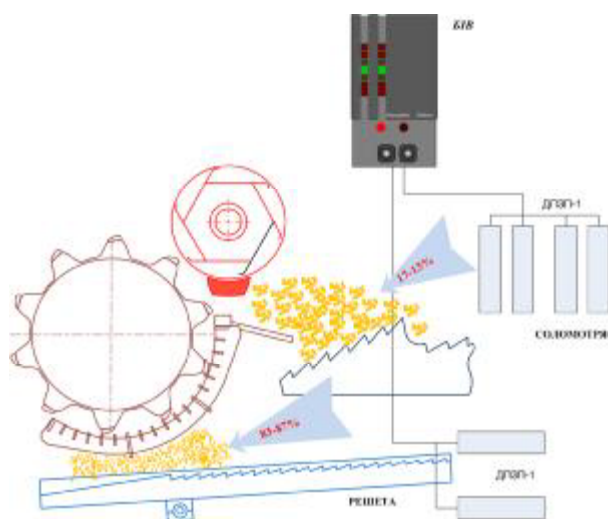


Рис. 1. Кінематична схема розподілу зернового вороху та індикація втрат

В інструкціях по експлуатації комбайнів не пояснюються закономірності допустимих втрат за соломотрясом і решетами по відношенню до їх сумарних втрат. Відомо, що в соломистій масі після обмолоту лишається від 13 до 17%, основна маса 87-83% при обмолоті через підбарання потрапляє на скатну дошку і на решітний стан (рис. 1). Проведені розрахунки показують, що площа п'єзо датчиків, які фіксують втрати зерна на клавішах соломотряса займають 11% від периметру площі молотарки, а датчики решіт відповідно 31% [2, 5].

Формулювання цілей статті. Кількість втрачених зерен за соломотрясом має означати якість обмолоту хлібної маси барабаном через вхідні і вихідні зазори, а також ступінь зношування бичів барабана та стан підбарання. Кількість же втрачених зерен за решітним станом – технічний стан решіт та їх технологічне регулювання по зазорах, а також правильність підбору силового потоку повітря від вентилятора, за умов, що забур'яненість хлібостою не перевищують 5%, вологість соломи 19%, а зерна 17%. З серійними існуючими системами контролю відно-

сних значень втрат у % без реєстрації їх у часі виконати потрібні дослідження не можливі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для об'єктивної оцінки втрат зерна в комбайнах V класу монітори БІВ із індикаторами червоного і зеленого кольору в межах допустимих відносних значень (%) замінили приладами числового обміну в поточному терміні зміни комбайнування із реєстрацією їх в незалежну пам'ять протягом 300 годин з інтервалом 10 хв.

Візуальні числові показники фактичних втрат за соломотрясом і решітним станом дозволяють їх оцінити і порівняти залежно від урожайності збираної зернової культури, об'єктивно визначити їх вагомість і значимість по відношенню до збираного урожаю у порівнянні із допустимими (1,5% втрат).

Електронний пристрій реєстрації втрат (ПРВ) монтувався в кабіні на стаціонарний блок БІВ і мав живлення від його мережі. Числові значення втрат можливо записати що змінно у вигляді вихідної матриці, визначити час чистої роботи протягом зміни, коли двигун працював із включеною молотаркою, а втрати за соломотрясом і решітним станом були рівними нулю.

За числовими показниками втрат за соломотрясом і решітним станом можна оцінити агробіологічний стан хлібостою, якість технологічних регулювань, завантаження двигуна, пропускної здатності та інших факторів.

Результати досліджень. У повній версії вихідних матриць за строк жнив 2012 -2013 рр. за трьома комбайнами було зафіксовано і записано 1270 інтервалів обміну тривалістю 10 хвилин, тобто 211,66 годин роботи. В тому числі: ЗК№1 – 576,78 інтервалів, або 96,19 год.; ЗК№2 – 320,4 інтервалів, або 53,4 год.; ЗК№1 – 374,16 інтервалів, або 62,46 год.;

Характеристика хлібостою збираних культур наступна: при середній урожайності $U_{cp} = 7$ т/га соломистість знаходиться в межах 0,9...1,1, приймаємо $\delta_c = 1$. Відповідно урожайність хлібостою $U = U(1 + \delta_c) = 7(1 + 1) = 14$ т/га хлібостою. Пшениця $U_{cp} = 6$ т/га, $\delta_c = 1,2 \dots 1,3$ відповідно $U(1 + \delta_c) = 6(1 + 1,25) = 13,5$ т/га хлібостою; пшениця $U_{cp} = 5$ т/га, $\delta_c = 1,2 \dots 1,4$ відповідно $U(1 + \delta_c) = 6(1 + 1,35) = 12$ т/га хлібостою; ячмінь $U_{cp} = 6,7$ т/га, $\delta_c = 0,7 \dots 0,9$ відповідно $U(1 + \delta_c) = 6,7(1 + 0,8) = 12,06$ т/га хлібостою.

Таблиця 1. Вихідна матриця експлуатаційних показників реєстрації механічних втрат за МПС ДОН-1500 №1 під час жнив.

№ п/п	Час*, год.	Кількість втрачених зерен за 10 хв.		
		соломотряс	решета	Σ
0	0	59	455	514
1	0.17	30	53	83
2	0.33	15	44	59
3	0.5	3	35	38
4	0.67	14	89	103
5	0.83	11	39	50
6	1	59	212	271
7	1.17	9	30	39
8	1.33	10	45	55
9	1.5	12	53	65
10	1	30	83	113
11	1.67	66	116	182
12	1.83	10	38	48
13	2	5	33	38
14	2.17	1	47	58
15	2.33	4	32	36

109	52.3			
110	52.47			
111	52.63			
112	52.8			
113	52.97			
114	53.13			
115	53.3			
116	53.47			
148	69.68	325	35	360
149	69.85	285	33	318
150	70.02	216	44	260
151	70.18	203	111	314
152	70.35	140	78	218
153	70.52	11	5	16
154	70.68	11	14	25

Результати статистичного аналізу числових значень із вихідної матриці (табл.1) проведені по адаптованій методиці [9] наведені в таблиці 2.

Статистичні показники втрат визначалися за нижче приведеною методикою.

1. Кількість інтервалів обліку за термін змі-

ни 18.07 $a_1=48$ (початок комбайнування); $a_2=70$ (завершення комбайнування)

$n_{ин} = a_2 - a_1 + 1 = 70 - 48 + 1 = 23$ інтервали. (1)

Таблиця 2. Тривалість зміни продуктивності і числові значення втрат (втрати подано за 10 хв. (інтервал))

Дата	Тривалість зміни, год	Зібрано, т	Втрати за соломотрясом	Втрати за решетами	Сумарні втрати
17.07	8,88	50,42	25,93	75,58	101,51
18.07	3,82	26,71	64,83	76,87	141,7
19.07	10,8	42,24	56	83,54	139,54
20.07	12,47	95,76	61,28	32,21	93,49
21.07	7,98	52,73	57,15	32,46	89,6
23.07	9,32	71,42	33,82	15,52	49,34
24.07	11,28	84,42	46,24	60,91	107,15
25.07	10,53	28,04	51,43	13,22	64,65
26.07	7,33	25,67	5,36	11,73	17,09
27.07	8,82	1,3	52,08	80,08	132,15
Сума/середнє	91,23	482,4	45,41	48,21	93,62

2. Тривалість комбайнування протягом дня 18.07 –

$$t = n_{\text{ін}} * 10 = 230 \text{ хв} = 3,83 \text{ год.} \quad (2)$$

3. Сумарна кількість втрачених зерен за соломотрясом за термін зміни 18.07.

$$S_n = \sum_{m=a1}^{a2} dm1 = 1491 \text{ зерен} \quad (3)$$

4. Кількість зерен втрачених за інтервал контролю 10 хв.

$$mS_{18} = \frac{S_n}{n_{18}} = \frac{1491}{23} = 64,83 \text{ зерен} \quad (4)$$

5. Сумарна кількість втрачених зерен за решітним станом за термін зміни 18.07

$$rU_{18} = \sum_{m=a1}^{a2} dm2 = 1768 \text{ зерен} \quad (5)$$

6. Кількість зерен втрачених за решітним станом за інтервал 10 хв.

$$mr_{18} = \frac{rU_{18}}{n_{18}} = \frac{1768}{23} = 76,87 \text{ зерен} \quad (6)$$

7. Середня кількість втраченого зерна за соломотрясом та решітним станом

$$m_{17} = mS_{18} + mr_{18} = 64,83 + 76,87 = 141,7 \text{ зерен} \quad (7)$$

8. Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{m=a1}^{a2} (d_{т.з} - m_{17})^2}{n_{18} - 1}} = 109,5 \text{ зерен} \quad (8)$$

Із числових даних таблиці 2 видно, що найвищі показники по кількості втрат зерна за МПС зафіксовані 18.07.2012 р. під час збирання озимої пшениці за 10 хвилин (1 інтервал) зміни втрати за соломотрясом склали 64,83, за решітним станом 76,87 зерен, а сума складає 141,7. За термін зміни 3,82 год. (23 інтервали) загальні втрати склали 3247 зерен, що складає за зміну 0,146 кг. Найменші втрати зафіксовані 26.07.2013 року і склали 752 зерини або 0,034 кг.

За 10 хв. чистої роботи протягом терміну жнив середні значення втрат зерна склали 93,62, або враховуючи загальну тривалість 91,23 години (17.07-27.07) загальні втрати склали 2,3 кг зерна.

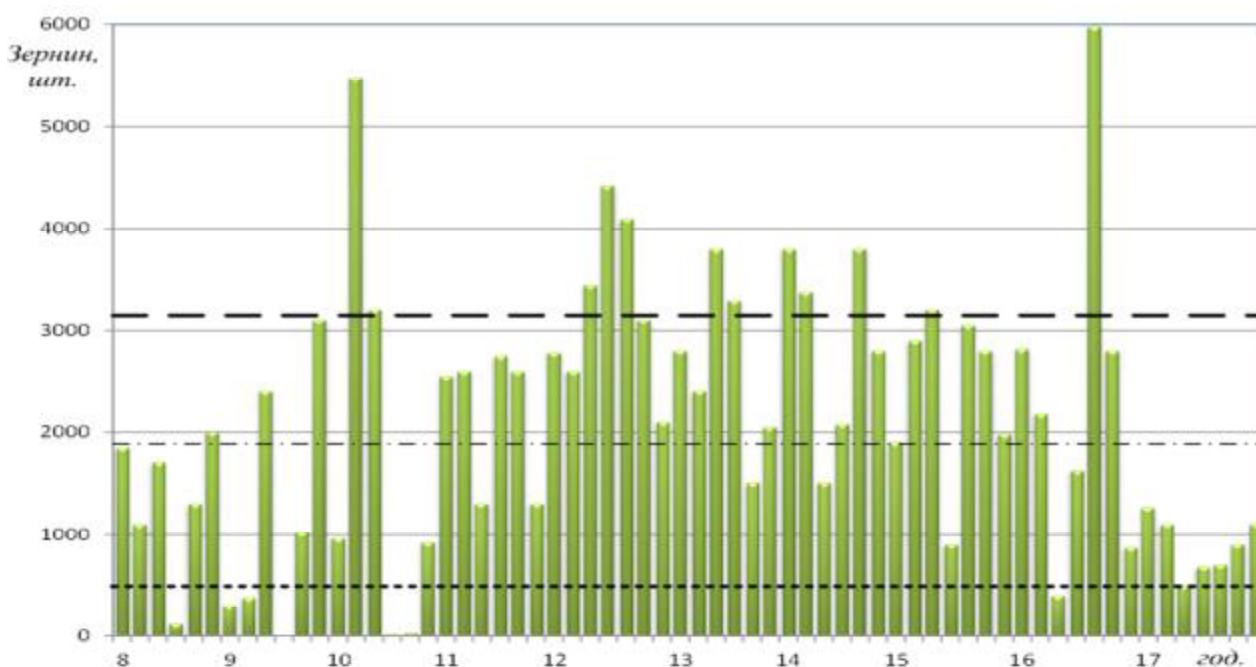


Рис. 2. Сумарні втрати зерна кожні 10 хвилин

Гістограма (рис. 2) наглядно характеризує стохастичний розподіл числових значень втрат на соломотрясі і за решітним станом за термін

жнив. Чіткої кореляції між числовими значеннями втрат зерна на соломотрясі і за решітним станом не спостерігається. Із гістограми сумарних витрат

видно близько 6 викидів більше середнього значення. Подібні суттєві збільшення механічних втрат спостерігаються впродовж жнив.

Пояснення подібних різких збільшень можна знайти через вплив наступних чинників і факторів: нерівномірності урожайності по полю по

кількості стебел на 1 м², висоті і довжині колосів, їх наповненню з якої формується неоднорідний потік хлібної маси перед барабаном, при обмолоті і соломи на соломотрясі. Ухили поля і гравітаційна складова руху зерна по соломотрясі і решетах.

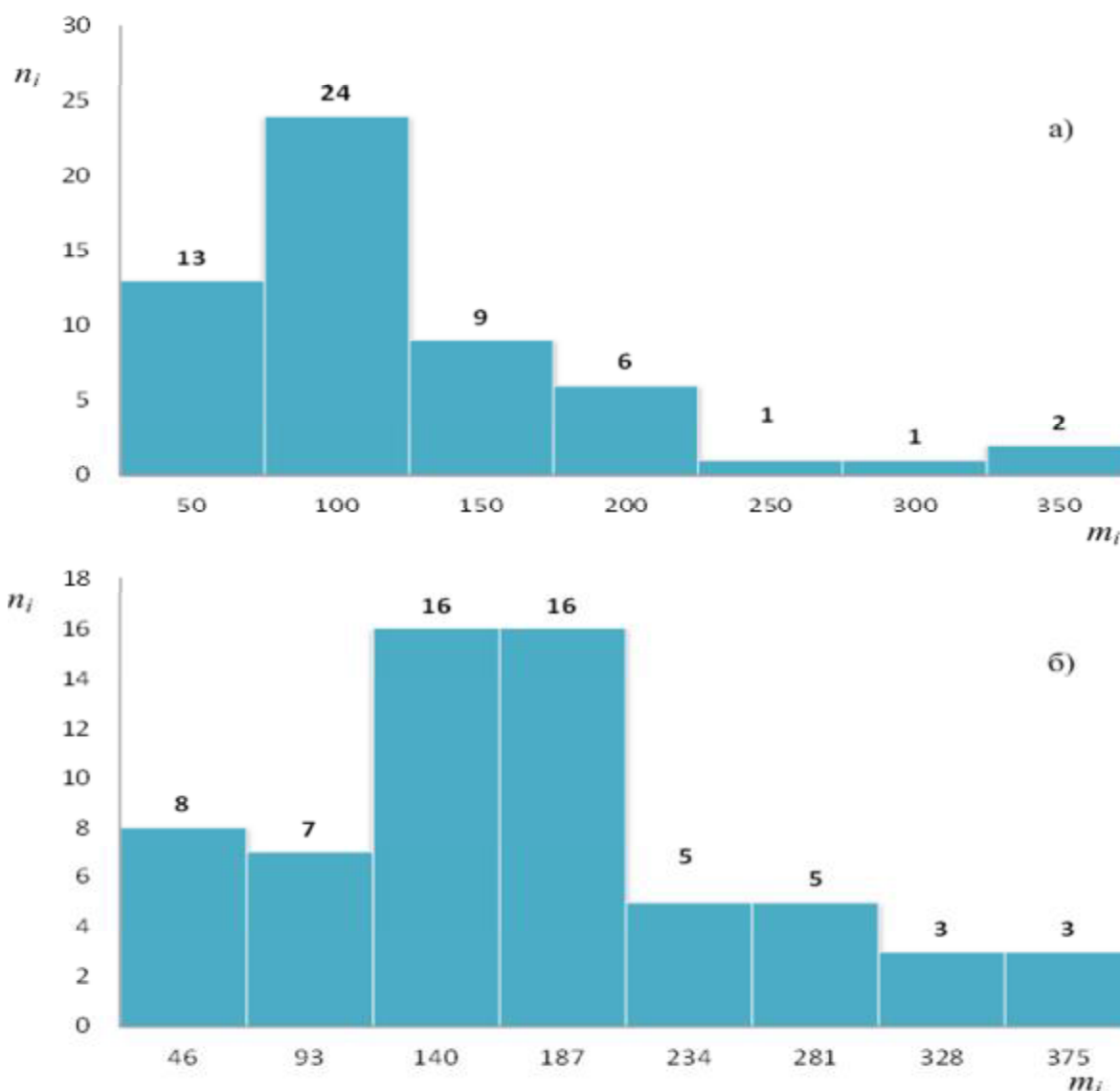


Рис. 3. Гістограма розподілу механічних втрат по інтервалах розподілу і по кількості у відносних значеннях, % 19.07.12 (комбайн №1): а) – соломотряс; б) – решета.

З метою більш чіткого визначення нерівномірності числових значень втрат була проведена статистична обробка даних за 19.07.2013 із розподілом по інтервалах (рис.3).

Аналіз статистичного ряду числових значень втрат за соломотрясом показує їх суттєву нерівномірність. В інтервалі 3-50 знаходиться 13 значень, середнє – 18,69 зернин; в інтервалі 51-100 маємо 24 значення, середнє – 77,54; для 102-152 – 9 значень, середнє – 127,23 зерен; в інтервалі 153-203 – 6 значень із середнім – 170,16 зернин. В 5, 6, 7 інтервалах по одному а решета 2 значення з середнім відповідно 230, 286, 323 зерен. Подібна нерівномірність спостерігала-

ся і за решітним станом (рис.3б).

На неоднорідність потоку хлібної маси впливає також конструкція жатки комбайна – наявність так званої «мертвої зони» перед похилою камерою, на якій затримується потік хлібної маси. Іншим суттєвим фактором є схили і підйоми по профілю поля, які впливають на висоту зрізу стебел культури. А також через схили зерно затримується на днищі соломотряса і решітному стані, а при вирівнюванні, особливо при підйомі його маса різко збільшується.

При прямому комбайнуванні нерівномірність хлібної маси від жатки до молотарки формує не «ламінальний потік» подачі до молотильно-

го барабану, а скоріш «турбулентний» потік по щільності і ширині і висоті.

Значні втрати за соломотрясом можна пояснити великим зазором між барабаном і підбаранням та збільшене зношування бичів барабана та стан хлібостою. Суттєві втрати за решітним станом є наслідком невірно встановлених зазорів на решетах.

Із гістограм видно, що числові значення втрат характеризуються середнім значенням і середньоквадратичним відхиленням та коефіцієнтом варіації за термін зміни, значення якого змінюється від 0,3 до 0,8. Коефіцієнт варіації середніх значень змінюється залежно від об'єктивних і суб'єктивних факторів. Об'єктивні фактори – це агробіологічний стан хлібостою, рельєф поля суб'єктивний фактор – швидкість руху і ширина захвату жатки.

Якщо оператор орієнтується на середні значення без врахування коефіцієнта варіації то завідомо знижує продуктивність комбайна $\mu\text{п}$ на 30%.

Виробничими дослідженнями ефективності використання комбайнів було виявлено, що комбайном №1 за термін 72 години було зібрано 483 тони зернових, зафіксовано сумарних втрат 2,285 кг, а у відносному значенні $\Delta U = 0,03\%$ від допустимих 1,5%. Комбайном №2 зібрано 374 тони, при цьому маса втраченого зерна склала 5 кг або 0,09%. Комбайн №3 зібрав 304 тони і маса втраченого зерна склала 28,61 кг або 0,67%.

Відносні і фактичні втрати за молотильно-сепаруючим пристроєм комбайна №1 у 50 разів, комбайна №2 у 22, а №3 у 2,24 рази менше допустимих. Мінімальні втрати зерна за комбайнами №1 і №2 пояснюються якісним налаштуванням по зазорах в молотарці та решетах. Крім того збирання зернових проводилось в оптимальні агростроки, коли пшениця і ячмінь знаходилися в стані «біологічного спокою», що відповідає умовам збирання в 10-ти денний термін після дозрівання, коли вологість зерна <17%, а вологість соломи <19% та коефіцієнт само осипання <0,01%.

Значно більші сумарні втрати зафіксовані за комбайном №3. Цей показник можна пояснити тим що він був укомплектований подрібнювачем соломи ПКН-1500. Корпус вентилятора мав щілини і потоком повітря подрібнені відрізки соломи потрапляли на п'єзодатчик викликаючи хибні сигнали.

Висновки. Електронний пристрій числового обліку і реєстрації втрат зерна (ПРВ) дозволяє перейти від візуальних символів відносних значень до конкретного числа втрат і тим самим контролювати і оцінювати якість технологічного процесу, визначати кількість втрачених зерен і їх масу за термін зміни. Порівняти втрати із показниками годинної і змінної продуктивності в зібраних тонах і гектарах, визначити питомі показники у літрах втраченого палива на 1 тону обмолоченого зерна і зібрану площу.

Список використаної літератури:

1. Ломакин С.Г. Зерноуборочные комбайны: потребности покупателей – предложения производителей / С.Г. Ломакин // Аграрное обозрение. – 2010. – №3. – С. 29–30.
2. Ерохин Г.И. Влияние автоматических систем контроля на эффективность использования комбайнов ДОН-1500 / Г.И. Ерохин, В.В. Коновский // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – №4. – С. 29–30.
3. Войтюк В.Д. Вплив технічного стану зернозбиральних комбайнів на їх продуктивність / В.Д. Войтюк, А.А. Демко, О.В. Надточій, С.А. Демко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2003. – Вип. 60. – С. 128–133.
4. Павлюк Р.В. Повышение эффективности использования зерноуборочных комбайнов / Р.В. Павлюк, В.С. Нянов, Ф.Т. Лебедев // Механизация и электрофикация с/х. – 2003. – №3. – С. 7–9.
5. Ерохин Г.И. Влияние технологических регулировок на потери зерна за молотильным барабаном комбайна ДОН-1500 / Г.И. Ерохин, А.С. Решетов // Механизация и электрофикация с/х. – 2005. – №6. – С. 29–30.
6. Рожанский О. Оцінка рівня зерна озимої пшениці у разі перестоювання врожаю на корені / О. Рожанський, В. Кремсол // Техніка і технології АПК. – 2001. – №3. – С. 24–26.
7. Кравчук В.И. Влияние условий уборки на потери зерна за молотилкой комбайна / В.И. Кравчук, Н.Д. Занько, А.В. Лысак // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – №6. – С. 37–40.
8. Markus Lips, Weather risk and machinery costs – a Monte Carlo Simulation for the wheat harvest / Agrosorp / Reckenholz. – Research Station ART, Tanicon Switzerland. – 2007. – 26 p.
9. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных / В.Г. Вольф. – М.: Колос, 1996. – 256с.

Надточій А.В., Титова Л.Л. Технические факторы и их влияние на значение потерь зерна за молотилкой

Во время жатвы проведен учет и регистрации числовых значений механических потерь зерна за молотильно-сепарующим устройством в зависимости от эффективности использования зерноуборочных комбайнов. Определено их весомости в сравнении с нормативно допустимыми.

Ключевые слова: *потери зерна, относительные, числовые, зависимость производительности.*

Nadtochiy O. V., Titova L. L. Technical factors and influence on value of grain losses behind thresher

In the harvest carried out for registering the numerical values of the mechanical losses of grain over the threshing-separating device depending on the efficiency of use of combine harvesters. Determined their weight compared to the norms.

Reduce losses of crops grown, reaches 16% of gross collection and reduce its quality for 2-3 classes still remain relevant for farmers. The dominant cause of considerable losses of crops grown are the actual dates of harvest that exceeds optimum agrobiological for 70% of harvested areas 2-4 times. Causes of losses lost harvest a lot. Determining to allocate the shortage of harvesters and their technical condition, high physical load for agro-technical period of harvesting, unsatisfactory provision of timely and quality service and inefficient use.

Analysis of recent researches and publications. Many years of practical experience in the use of harvesters shows that one of the compelling reasons of low efficiency of the harvesters is the subjective perception and understanding of visual information from the monitor in the cab on the current (relative) grain losses during combining.

The number of lost grain over the straw walkers must mean the quality of threshing the grain mass of the drum through the input and output gaps, and the degree of wear of the pests of the drum and the concave state. The number of lost grains on restim condition – the technical condition of the sieves and process control gaps, as well as the proper selection of the power of the air flow from the fan, under the condition that a contamination of crops is not higher than 5%, the moisture content of the straw 19%, grain 17%. Serial control legacy systems, the relative values of losses in % without registering them in time to perform the required research is not possible.

Electronic device numeric and registration of grain loss allows you to switch from visual symbols relative values of a specific number of losses and thereby to monitor and evaluate the quality of the technological process, to determine the number of lost grains and their mass change period. To compare the losses with indicators of hour and change of performance in the collected tonnes and hectares, to determine the proportion of indicators in liters of fuel consumed per 1 ton of threshed grains and harvested area

Keywords: *grain loss, relative, numerical, and dependence performance.*

Стаття надійшла в редакцію: 07.10.2016
Рецензент: д.т.н., проф. Подригало М.А.

УДК 631.173.2

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

С. Г. Фришев, д-р техн. наук, професор, НУБіП України

Обґрунтовано напрямок удосконалення збирання врожаю зерна і його транспортування з використанням перевантажувальних причепів.

Ключові слова: *зерно, збирання, транспортування, причепи-перевантажувачі, продуктивність.*

Постановка проблеми. Останнім часом широке виробниче розповсюдження отримала перевантажувальна технологія, яка дозволяє суттєво, порівняно з прямими автомобільними перевезеннями зерна, скоротити час збирально-транспортних операцій і в цілому підвищити ефективність збирально-транспортного комплексу (ЗТК) головним чином за рахунок зменшення простоїв зернозбиральних комбайнів (ЗК) під час очікування розвантаження зерна з бункера. Зібраний продукт від комбайна завантажується в проміжний транспортний засіб – тракторний перевантажувальний причіп (ПП), (інша назва перевантажувальний бункер-накопичувач ПБН), який перевозить продукт на край поля і перевантажує

у великовантажні автомобільні транспортні засоби (АТЗ), що рухаються на тік або інший приймальний пункт зберігання. Тракторні перевантажувальні причепи - це ключові транспортні машини для ефективного збирання зернових культур. З їх допомогою можливо підвищити продуктивність комбайна на 25 - 35%. [1,5] Їх обладнання широкопрофільними шинами низького тиску мінімізує ущільнення ґрунту в порівнянні з іншою сільгосптехнікою.

Підвищення продуктивності ЗК призводить до зменшення важливої складової технологічного циклу ПП – тривалості наповнення бункера комбайна зерном, що обумовлює зниження кількості ЗК, які обслуговує кожний ПП. Це означає змен-