

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ ЗЕРНА ЗА МОЛОТАРКОЮ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

***О.А. Демко, аспірант\****

***А.А. Демко, кандидат технічних наук***

***А.А. Руденський, інженер***

***В.Є. Лукін, В.М. Решетюк, кандидати технічних наук***

*Під час жнив проведено випробовування електричного пристрою контролю і реєстрації числових значень механічних втрат за молотаркою зернозбирального комбайна.*

***Втрати, числове вимірювання, соломотряс, решето.***

**Постановка проблеми.** Проблема зменшення втрат вирощеної продукції завжди була і залишається актуальною для сільгоспвиробників. Зважаючи, що зернові культури є основною сільськогосподарською продукцією України, прогнозування і контроль втрат зернових під час жнив є вкрай необхідним заходом. Часто керівники, спеціалісти господарств, фермери, заклопотані поточними господарськими проблемами, недооцінюють вагомість можливих втрат і тому не завжди їх розраховують і прогнозують, а віддають перевагу контролю допущених втрат.

**Аналіз останніх досліджень.** У виробничій діяльності сільгоспвиробники можуть використовувати різні експериментальні та теоретичні методи визначення урожаю. Перший, експериментальний – підрахунок як наслідок завершення певного технологічного процесу. Другий – розрахунковий, прогноз допустимих біологічних втрат для конкретної культури з урахуванням показників агробіологічної та технічної підсистеми технологічного процесу в умовах конкретного фермерського господарства, району, регіону.

Втрати зерна розділяють на механічні та біологічні. В загальному випадку механічні втрати являються наслідком порушення технічних і технологічних налагоджень, регулювань комбайнів та недотримання технології збирання: швидкості руху, подачі хлібної маси в молотарку та інших. Біологічні фактори є наслідком порушення строків збирання і залежать від часового фактору. Механічні втрати підраховують після проведення збирання, а біологічні можуть розраховуватися і прогнозуватися до початку збирання.

**\*Науковий керівник – доктор технічних наук В.О. Дубровін**

**Результати досліджень.** Контроль механічних втрат зерна є тактичною задачею інженерного менеджменту. В організаційному плані контроль якості збирання є сукупністю методів і засобів контролю і виконавців, що взаємодіють з об'єктом контролю за визначеними правилами. Тому проблему зменшення втрат і отримання якісного зерна необхідно розглядати як комплексну систему на усіх етапах технологічного процесу збирання зернових культур. Поняття якості збирання необхідно розглядати не тільки через якість продукції (зернової і не зернової частин), а більш узагальнено, через якість механізованих робіт на окремих станціях. Роботу кожної машини або групи машин, необхідно оцінювати згідно агротехнологічних вимог через узагальнений показник – рівень механічних і біологічних витрат.

При дотриманні нормативного (до 10 діб) терміну збирання врожаю комбайном домінують механічні втрати. Коли сезонне навантаження на комбайн перевищує в 1,5 і більше разів нормативне, до механічних втрат додаються біологічні, що можуть перевищувати механічні в 3-10 разів. Прогнозування біологічних втрат є стратегічним завданням інженерного менеджменту.

Всі сучасні зернозбиральні комбайни провідних виробників оснащуються автоматизованою системою контролю (АСК) технічних показників і технологічних параметрів роботи основних агрегатів, систем, механізмів технологічного процесу комбайнування. В умовах реальної експлуатації при виході із ладу АСК її працездатність із різних причин не відновлюється. За результатами досліджень науковців ВНИИТН [1-4] (Тамбов, Росія) 82% комбайнів ДОН після 5-7 років експлуатації АСК вже повністю, або частково не працює. З метою виявлення впливу роботоздатності АСК на якість технологічного процесу були проведені експериментальні дослідження. Під час досліджень за комбайнами із працюючими і непрацюючими АСК замірялися втрати і подрібнення зерна. Кількість комбайнів в першій і другій групі було по 19. Результати досліджень дозволили виявити, що у комбайнів з працюючого АСК, рівень механічних втрат зерна склав 3,66%, рівень подрібненого зерна в бункері – 1,94%. У комбайнів з непрацюючим АСК ці показники склали відповідно 5,18% і 2,3%. Результати досліджень показали, що АСК суттєво впливає на якість технологічного процесу збирання зерна.

Система автоматичного контролю механічних втрат за молотаркою комбайнів ДОН-1500 складається (рис. 1) із датчиків втрат зерна ДПЗП-1, підсилювача-формуєча імпульсів УФИ-2, розташованого на лівій боковині молотарки над заднім

контрприводом, і блоку вимірювання втрат БИП, який монтується в кабіні комбайна.

до приладної панелі зернозбирального комбайну

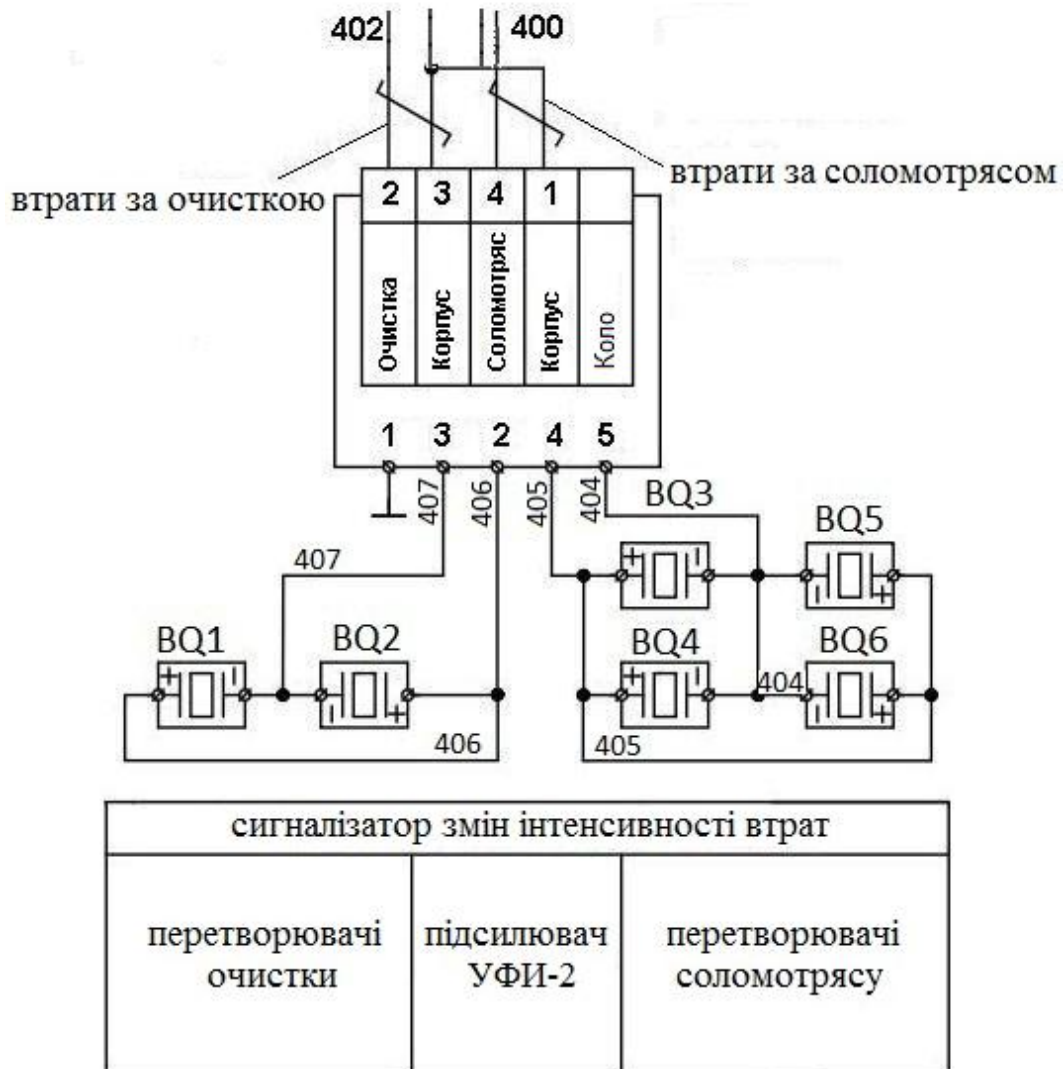


Рис. 1. Система автоматичного контролю втрат на комбайні Дон-1500.

П'єзоелектричні датчики втрат  $BQ_3 \dots BQ_6$ , що змонтовані в кінці соломотрясу (по два датчики у двох клавішах), і  $BQ_1 \dots BQ_2$ , за решітним станом, перетворюють енергію падаючих зерен в електричні сигнали. Двоканальний підсилювач-формував УФИ-2 сприймає сигнали від датчиків і перетворює їх у електричні імпульси, що надходять до блоку БИП, де імпульси перетворюються у візуальні сигнали пропорційні інтенсивності втрат зерна. Чим більші втрати на обох каналах, тим вищий світлодіод індикаторної панелі світиться. Для наладки комбайна на допустимі втрати виконують попередні заїзди в загінку. При нормальному функціонуванні

системи світлові сигнали на двох каналах (за клавішами і решітним станом) мають бути розміщені в середньому зеленому секторі. При переміщенні світлового сигналу до нижньої позначки «від» (червоний сектор) швидкість необхідно збільшити, а при переміщенні сигнали до верхньої позначки «до» (червоний сектор) – швидкість зменшити.

Якісні показники технологічного процесу забезпечуються при правильному регулюванні робочих органів і за умов, регламентованих ГОСТ 22611-80. Вони мають відповідати технічним умовам роботи комбайна в загинці:

- продуктивність по зерну за основою часу – 14 т/год;
- втрати зерна за жаткою (не більше):
- при полеглості хлібної маси до 20% - 0,5%;
- при полеглості хлібної маси більше 20% - 1,5%;
- за підбирачем – 0,5%;
- за молотаркою – 1,5%;
- подрібнення зерна (не більше) колосових культур – 2,0%, кукурудзи – 3,0%, соняшника – 3,0%. Вміст в зерновій масі бункера сторонніх домішок (не більше) – 2,0%.

На комбайнах фірми Claas на дисплеї бортового комп'ютера висвічуються два трикутники, на яких мігрують лінії, що характеризують поточні втрати за клавішами і решітним станом. Існуючі системи візуального контролю втрат не дають числових значень фактичних втрат, а показують їх межі і поточні відносні втрати у вигляді зеленого стовпчика різної висоти, або рухомих піктограм.

Визначення втрат проводиться із урахуванням фізичних характеристик різних культур. Маса тисячі зерен (МТЗ) різних культур наведена в табл. 1.

### **1. Маса тисячі зерен (МТЗ) різних культур.**

Вид культури	МТЗ, г	min-max	Зерен на кг (середнє значення)	Зерен на грам (середнє значення)
Пшениця	47	40-55	21280	21,3- 22
Ячмінь	47	40-55	21280	21,3-22
Жито	35	30-40	28570	28,8
Овес	37	30-45	27027	27,03
Рис	25	23-27	40000	40
Кукурудза	325	200-450	3080	3,1
Горох	325	300-700	2000	2
Рапс	4,5	3,5-5,5	222220	222,2
Соняшник	45	30-60	22220	22,2

Підрахунок втрат маси і кількості зерен пшениці за молотаркою залежно від урожайності наведені в табл. 2.

**2. Втрати маси і кількості зерен пшениці за молотаркою залежно від урожайності.**

Відносна втрата від урожайності, %	Урожайність, т/га					
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Втрати кг зерна на 1 га					
0,5	17,5	20	22,5	25	27,5	30
1,0	35,0	40	45	50	55	60
1,5	52,0	60	67,5	75	82,5	90
2,0	70,0	80	90	100	110	120
2,5	87,5	100	112,5	125	137,5	150
3,0	105	120	135	150	165	180
	Втрати кількості зерен на 1 м <sup>2</sup>					
0,5	40	44	50	63	69	75
1,0	77	88	100	125	137	150
1,5	114	122	149	88	206	175
2,0	154	176	198	250	275	300
2,5	191	220	248	313	344	275
3,0	231	264	337,5	375	412	450

Дослідження приладу БИП-Ц із розробленою електронною приставкою ПРВ контролю і реєстрації втрат урожаю дозволяє фіксувати від 5 імпульсів (зерен) нижнього значення «від» до 25 імпульсів (зерен) верхнього значення «до» переходу червоної піктограми. Якщо керуватися при виборі нижнім значенням піктограми, то відносні втрати на площі зібраного поля складуть 0,384%, а якщо керуватися верхнім значенням «до» переходу червоного кольору, то втрати становитимуть 1,5% від урожаю хлібостою. Якщо керуватися рекомендаціями інструкції з вибору робочої швидкості комбайна в загінці, коли світиться світлодіод в середині індикатора (12-13 імпульсів), то механічні втрати за молотаркою складуть в середньому 1% від потенційного і фактично зібраного урожаю.

Це послужило підставою для розробки пристрою числового вимірювання поточних втрат і реєстрації протягом 5 годин. Розроблений пристрій кожної секунди видає на індикатор кількість зерен, втрачених соломотрясом та після очистки. Крім того, ці втрати підсумовуються й фіксуються в енергозалежній пам'яті кожні 10 хвилин роботи.

Пристрій кількісного вимірювання та реєстрації втрат зерна складається (рис. 2) з електронної плати з розташованими на ній мікросхемами стабілізатора напруги 78L05, мікроконтролера DD1 типу PIC16F628A, двох трирозрядних семисегментних індикаторів,



Випробування проведено під час збирання сільськогосподарських культур комбайном Дон-1500 із дотриманням технологічних вимог.

Під час випробувань фіксувались втрати зерна штатним пристроєм ПИБ-Ц, випробовуваним пристроєм ПРВ та періодично вимірювались фактичні втрати після комбайну мірним ящиком.

Рівні сигналів, що надходять на лічильні входи мікроконтролера забезпечують надійну фіксацію імпульсу. Зокрема з осцилограм (рис. 3) видно, що імпульс утворено стрибком напруги з 3,8 до 0,1 В тривалістю більше 10 мкс.

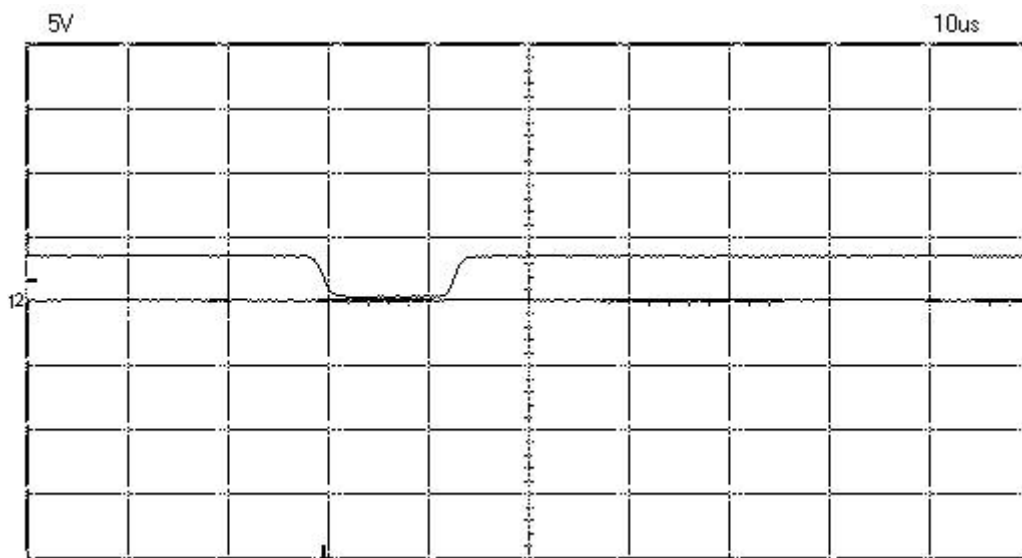


Рис. 3. Типова осцилограма сигналу від підсилювача-формування імпульсів УФИ-2 на вхід підрахунку мікроконтролера.

За технічними характеристиками мікроконтролера PIC16F628A він надійно сприймає логічну одиницю при напрузі більше 2 В, а логічний нуль – при напрузі менше 1 В. Тривалість імпульсу має перевищувати 0,5 мкс. Таким чином, мікроконтролер завжди вірно фіксує кожний імпульс, створений падінням зерна на датчик.

Аналіз дослідів, проведений на полі №1.

Культура – пшениця, площа 40 га.

Сорти «Національний», «Куяльник», «Вдала». Урожайність 34 ц/га. Забур'яненість 40%.

Розрахунок втрат за кожні 10 хвилин подано в табл. 3.

Кількість імпульсів від датчиків при урожайності 34 ц/га:

$$\Delta U = 3,4 \times 24 \times 1,5 \times 4 = 490.$$

Кількість імпульсів від датчиків соломотряса і решітного стану і = 28.

Кількість імпульсів, зафіксованих датчиками соломотряса,

$$i_c = 28 \times \frac{0,0564}{0,0846} = 17$$

і датчиками за решітним станом

$$i_p = i - i_c = 28 - 17 = 11$$

### 3. Втрати зерна на полі №1.

Час,хв.	Кількість втрачених зерен					Відносні втрати зерна,%
	за 10 хвилин		за 1 секунду			
	після соломотрясу	після очистки	після соломотрясу	після очистки	разом	
10	1769	5985	2,95	9,98	12,92	2,24
20	521	2069	0,87	3,45	4,32	0,75
30	578	13801	0,96	23,00	23,97	4,15
40	1195	8392	1,99	13,99	15,98	2,77
50	1467	1607	2,45	2,68	5,12	0,89
60	574	2466	0,96	4,11	5,07	0,88
70	1865	2253	3,11	3,76	6,86	1,19
80	2005	73	3,34	0,12	3,46	0,60
90	1512	1631	2,52	2,72	5,24	0,91
100	470	14	0,78	0,02	0,81	0,14
110	46	799	0,08	1,33	1,41	0,24
120	2360	7814	3,93	13,02	16,96	2,94
130	2118	2016	3,53	3,36	6,89	1,19
140	498	1971	0,83	3,29	4,12	0,71
150	645	6440	1,08	10,73	11,81	2,05
160	1209	9770	2,02	16,28	18,30	3,17
170	1799	8274	3,00	13,79	16,79	2,91
180	4322	6498	7,20	10,83	18,03	3,13
190	204	0	0,34	0,00	0,34	0,06
200	6	25	0,01	0,04	0,05	0,01
210	2	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Середні відносні втрати, %						1,47

Середні втрати на полі №1 при робочій швидкості руху комбайна  $V_p = 3 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 0,83 \text{ м/с}$  перевищують нормативні в 2 рази.

Отримані значення втрат за соломотрясом у 4-8 разів нижчі за нормативні. Високі втрати за решітним станом показують, що комбайн збирав ділянку поля із забур'яненістю вище 60%. Низькі показники втрат за соломотрясом пояснюються тим, що датчики запливають липкою рідиною, яка виділяється зеленою масою. До неї налипають пил, полова, остюки, солома. Ці ділянки датчиків перестають реагувати на падіння зерен. Датчики необхідно регулярно оглядати та в разі необхідності очищувати, бо забруднені датчики знижують чутливість. Дослідження показали, що при підвищеній забрудненості зернових культур, система виміру втрат урожаю втрачає чутливість і неефективна.



Контроль втрат спеціальним ящиком, який кидався на ходу комбайну під молотарку, дозволив виявити втрати до 200 зернин на 1м<sup>2</sup>, що складає 7,1%.

### **Висновки**

Існуюча на комбайнах Дон-1500 та інших комбайнах електронна система визначення механічних втрат зерна за молотаркою через відносні миттєві показники у вигляді світлових лінійок не дозволяє об'єктивно оцінити їх кількісні значення і зафіксувати їх за час збирання.

Запропонований пристрій числового виміру та реєстрації втрат дозволяє не тільки об'єктивно визначити поточні втрати, а також реєструвати їх для аналізу середніх значень на певній площі.

Пропонований пристрій поточного виміру механічних втрат за молотаркою у вигляді кількості імпульсів за соломотрясом і решітним станом дозволяє оперативно вносити необхідні зміни в технологічних регулюваннях числа обертів барабану, зазорів між барабаном і підбарабанням, обертів вентилятора очистки і зазорів верхнього і нижнього решіт.

Пристрій кількісного вимірювання механічних втрат за молотаркою дозволяє визначити ступінь завантаження молотарки (пропускну здатність) і, відповідно, поточну продуктивність, тобто ефективність завантаження двигуна, паливну економічність.

### **Список літератури**

1. Пугачев А.Н. Контроль качества уборки зерновых культур / А.Н. Пугачев. – М.: Колос, 1980. – 260 с.
2. Чепурин Г.Е. Техническое обеспечение комбайновой уборки зерновых / Г.Е. Чепурин. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 320 с.
3. Лившиц В.Н. Выбор оптимальных решений в технико-экономических расчетах / В.Н. Лившиц. – М.: Экономика, 1971. – 280 с.
4. Ребизов В.Д. Предельные возможности сокращения потерь зерна / В.Д. Ребизов // Техника в сельском хозяйстве. – 1986. – №6. – С. 24–28.
5. Демко С.А. Агроінжинірінг в експериментальному визначенні та прогнозуванні втрат урожаю / С.А. Демко // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К., 2001. – Вип. 37. – С. 104–109.

*В статье рассматривается зависимость механических потерь урожая во время уборки зерновых в зависимости от календарного срока уборочной. Приведены основные составляющие механических и агробиологических потерь, способы прогнозирования потерь в зависимости от вида сорта культуры, а также способа уборки, описаны методы определения оптимального срока уборки. Описан разработанный авторами прибор количественного измерения и регистрации потерь зерна.*

***Потери, численное измерение, соломотряс, решето.***

*The mechanical and biological grain losses dependants from duration of harvest time are described in paper. Main components of mechanical and agro-biological losses, methods of losses forecasting depending on cereal sorts and varieties and harvest manners and ways of optimal harvest time definition are given. Described by authors developed quantitative instrument to measure and record losses of grain.*  
**Loss, numerical measurement, straw-shake, sieve.**

УДК 621.882.5:631

## **ПІДВИЩЕННЯ НАРОБІТКУ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДО ПОСЛАБЛЕННЯ**

**Я.М. Михайлович, кандидат технічних наук  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України**

**А.М. Рубець, кандидат технічних наук  
Білоцерківський національний аграрний університет**

*Розглянуто сучасний стан питання забезпечення необхідного наробітку різьбових з'єднань сільгосптехніки. Запропоновано спосіб підвищення наробітку різьбових з'єднань до послаблення шляхом взаємного затухання коливань в трьох взаємно перпендикулярних напрямках.*

**Різьбове з'єднання, сільськогосподарська техніка.**

**Вступ.** На сучасній сільськогосподарській техніці близько 70 % загальної кількості з'єднань складають рознімні. З поміж усіх видів рознімних різьбових з'єднань знаходяться на першому місці за розповсюдженістю на зернозбиральних комбайнах, що ставить задачу забезпечення їх надійності на одному рівні з забезпеченням надійності робочих органів та приводних механізмів, які безпосередньо виконують заданий технологічний процес.

**Постановка проблеми.** Експлуатація сільськогосподарської техніки пов'язана з негативним впливом вібраційних навантажень на її деталі, вузли, агрегати та системи. Польовими дослідженнями встановлено, що діапазон частот коливань різьбових з'єднань сільськогосподарської техніки лежить в межах від 0,1 до 120 Гц, амплітуда – від  $1 \cdot 10^{-6}$  м до  $5 \cdot 10^{-3}$  м [1]. Причинами даного явища є неврівноваженість обертальних мас, криволінійність профілю доріг,

© Я.М. Михайлович, А.М. Рубець, 2012