

## Техніка і обладнання для АПК: дослідження, експертиза, прогноз розвитку

УДК 631.354.2.003.1 : 662.75 : 657.471.7

Кравчук В., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України, директор, Занько М., канд. техн. наук (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

### Дослідження втрат зерна за молотаркою зернозбирального комбайна

За результатами досліджень розроблено математичну і графічну багатофакторні моделі показника «втрати зерна за молотаркою зернозбирального комбайна» залежно від солонистості і вологості технологічної культури та параметрів молотарки.

**Ключові слова:** зернозбиральний комбайн; втрати зерна, молотарка, грубий ворох, система сепарації зерна, математична модель, багатофакторна графічна залежність, солонистість, вологість соломи.

**Суть проблеми.** Втрати за молотаркою ( $\Delta q$ , %), у практиці випробувань зернозбиральних комбайнів, визначають за планом однофакторного експерименту – в залежності від інтенсивності подачі технологічної маси на обмолот ( $Q$ , кг/с). Отримані експериментальні дані реалізуються в графічну залежність  $\Delta q = f(Q)$ . Аналіз результатів досліджень показника  $\Delta q$  свідчить [1-4], що це комплексний показник, і його величину визначає група чинників:

$$\Delta q = f(U_i; X_i; Z_i), \quad (1)$$

де  $X_i$  ( $i = 1, n$ ) – технічні параметри технологічних систем,  $Z_i$  ( $i = 1, m$ ) – агрофізичні характеристики хлібної маси (умови роботи);  $U_i$  ( $i = 1, k$ ) – технологічні режими роботи.

Тобто, значна кількість факторів, які беруть участь в експерименті і впливають на його результат (оціню-

вальний показник), в подальшому не знаходять відображення у вигляді залежності, закономірності або моделі і фактично враховуються лише умовно, у вигляді інформаційного матеріалу. Значною мірою це стосується групи чинників, які відносяться до умов роботи. Основні з них – вологість соломи і солонистість технологічної маси, за яких визначають втрати зерна за молотаркою, не знаходять відображення в плані досліджень та в аналізі результатів оцінювання. Такий методичний підхід і отримані результати не дозволяють зробити багатосторонній аналіз формування втрат зерна та їх залежності від інших факторів, що заважає достовірності та об'єктивності досліджень такого складного об'єкта, яким є молотарка [5]. З таким підходом складно досягнути мети досліджень [6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За конструкційним виконанням, ступенем комбінованості технологічних процесів, взаємозв'язку і впливу технічних параметрів і умов роботи на оцінювальні показники якості роботи молотарка характеризується як складна система [7-8]. Інтенсивність процесів, які відбуваються в молотарці, – обмолот, сепарація та очищення зерна в значній мірі обумовлені станом технологічної маси, до характеристик якої в першу чергу необхідно віднести вологість соломи і солонистість. Під час роботи комбайна ці характеристики мають значний діапазон значень і обумовлюють певний ступінь зв'язності і щільності технологічної маси в молотарці. У відповідності з цим процеси сепарації зерна із соломи мають різний ступінь інтенсивності і, природно, – рівень втрат. Достовірність його визначення в режимі номінальної продуктивності (і пропускної спроможності) комбайна погіршується тим, що діапазон допустимих для цього умов за вологістю соломи і солонистістю технологічної маси великий – відповідно 10-18% і 1: (0,8-1,5) [9]. Більшість дослідників однозначно стверджують, що технічні параметри систем обмолоту і сепарації грубого вороху, а також агрофізичні характеристики технологічної маси обумовлюють вплив на процеси розподілу технологічної маси після її обмолоту в молотильно-сепарувальній системі (МСС).

Кожна технологічна культура характеризується станом соломи – вологістю та її ваговим співвідношенням із зерном (солонистістю), коли процеси сепарації зерна з грубого вороху (соломи) в максимальній мірі обумовлюють отримання регламентованих показників продуктивності та якості роботи. Випробування за цих – нормальних умов [10] дозволяє абстрагуватися від даної групи факторів і є одним із шляхів оптимізації залежності (1) під час проведення багатofакторних досліджень втрат зерна.

Тому **метою дослідження** є розроблення математичної, функціональної або іншої залежності показника «втрати зерна за молотаркою зернозбирального комбайна» з урахуванням впливу на нього основних факторів з груп «умови роботи» і «технічні параметри», а також встановлення оптимальних умов його формування.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Кількісна оцінка впливу умов роботи на рівень втрат можливі при взаємодії технологічної маси з системами молотарки. Визначальними, згідно з технологічним впливом на формування втрат, є параметри комплексної системи сепарації зерна (КМСС). До цієї системи відносяться МСС і соломотряс. Її технічний параметр – загальна ефективна довжина ( $L$ , м) системи найбільшою мірою враховує конструкційні фактори і час взаємодії технологічної маси з системою обмолоту та сепарації грубого вороху, а також ступінь впливу на формування рівня втрат зерна. До складників системи входить розгорнута, в напрямку руху технологічної маси, довжина сепарувальної поверхні деки МСС ( $L_e$ , м), і ефективна довжина сепарувальної поверхні соломотряса ( $L_s$ , м), яка визначена як сума ефективних довжин каскадів ( $L_i$ , м) клавиші. Оцінювальним показником якості роботи молотарки правлять сумарні втрати зерна за різних режимів подачі хлібної маси на обмолот – пропускної здатності (при їх рівності), відпо-

відно –  $Q$  і  $q$  (кг/с). Фактори, які в нашому дослідженні характеризують технологічну культуру, – це вологість соломи ( $Wc$ , %) і вагове співвідношення зерна і соломи – солонистість ( $\gamma$ ). Відповідно до виконаного обґрунтування загальний вигляд моделі показника втрат зерна за молотаркою барабанного типу з клавішним соломотрясом можна представити у вигляді:

$$\Delta q = f(Wc; \gamma; Q; L), \quad (2)$$

де  $Wc$  – вологість соломи, %;  $Q$  – подача технологічної маси на обмолот, кг/с;  $\gamma$  – солонистість хлібної маси;  $L$  – ефективна довжина системи КМСС, м.

Для реалізації залежності (2) в більш конкретну залежність (модель) проведено багатofакторний експеримент з визначення показника  $\Delta q$  молотарок певної пропускної спроможності вісімнадцяти зернозбиральних комбайнів барабанного типу з різною продуктивністю (табл. 1). Під час проведення кожного досліду молотарка працювала в режимі подач, який був близький до її проектною пропускною спроможності. Комбайн в кожному досліді здійснював пряме комбайнування озимої пшениці, врожайність зерна якої відповідала вимогам до проведення випробувань [9], вологість соломи становила 6,5-46,8%, солонистість НЧУ – 0,69-1,60. Для визначення втрат зерна в технологічному воросі «грубий ворох + полова», отриманого за молотаркою в кожному досліді, використовували розроблену лабораторну установку.

Аналіз експериментальних даних (табл. 1) свідчить:

1) вологість соломи та її кількість (солонистість) впливають на якість функціонування молотарки: збільшення (зменшення) вологості соломи (або солонистості) обумовлює відповідне збільшення (зменшення) втрат зерна;

2) молотарка, технічні параметри якої спрямовані на забезпечення більшої пропускної здатності, у мен-

Таблиця 1

**План багатofакторного експерименту та результати досліджень втрат зерна за молотаркою в залежності від умов та режиму роботи**

№ п/п	Номер молотарки	Фактор				Оцінювальний показник
		$Wc$ , %	$\gamma$	$L$ , м	$Q$ , кг/с	$\Delta q$ , %
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$\gamma$
1	I	32,0	0,69	5,47	13,20	0,81
2	I	20,0	0,76	5,47	11,50	0,90
3	II	13,9	0,80	5,12	5,60	1,38
4	III	18,0	0,82	5,47	11,30	0,76
-	-	-	-	-	-	-
8	VII	31,0	0,98	5,47	13,80	1,16
9	VII	38,9	1,00	5,47	7,90	1,15
10	VIII	46,8	1,10	5,00	8,48	1,07
11	XI	13,9	1,15	4,41	5,85	1,50
-	-	-	-	-	-	-
27	IX	18,3	1,16	5,31	7,10	1,39
28	IX	18,3	1,16	5,31	7,10	1,39
29	X	11,0	1,30	5,00	6,90	1,33
30	XI	11,0	1,30	5,00	7,40	1,47
-	-	-	-	-	-	-
35	XVI	14,6	1,49	4,63	6,90	1,56
36	XVII	11,4	1,56	4,33	6,09	1,58
37	XVIII	11,4	1,60	4,33	6,21	1,63
38	XVIII	24,5	1,60	5,03	7,13	1,58

шій мірі реагує на «важкі» умови роботи, для яких характерні велика вологість соломи (до 30%) і соломистість (до 1,60). Це проявляється в її здатності працювати при втратах менше 1,5% і режимах подач-пропускної здатності в 12-14 кг/с;

3) в екстремальних умовах за вологості соломи до 30% і  $\gamma = 1:1,6$  менші втрати зерна мають за молотаркою з великим значенням показника  $L$  системи КМСС.

Для підтвердження зроблених висновків і подальшого дослідження впливу умов функціонування на рівень втрат отримані результати оброблені за допомогою прикладної програми та ПК. Отримано математичну багаточинну модель (3):

$$\Delta q = -16,0187\gamma/Q - 0,04637Wc + 11,7286\gamma/L + 0,3867 Wc/Q - 0,03424 Q/\gamma + 1,3555. \quad (3)$$

Оцінку адекватності розрахункових значень показника  $\Delta q$  залежності (3) експериментальним даним (табл.1) виконано за допомогою критерію Фішера. Отримано:  $F_p \leq F_{0,05}$  (при  $F_p = 1,50$  і  $F_{0,05} = 1,69$ ). Тому вона є адекватною результатам експерименту з імовірністю 0,95.

Аналіз моделі (3) свідчить, що втрати зерна знаходяться в обернено пропорційній залежності від величини показника  $L$ . Така залежність є цілком логічною: велика довжина сепарувальної траєкторії руху соломи по клавіші системи КМСС визначає більший час «присутності» грубого вороху на сепараторі і, як наслідок – більшу кількість просепарованого зерна при цьому. Зроблений висновок додатково підтверджує і конкретизує результати інших досліджень [11].

Для дослідження впливу вологості соломи і соло-

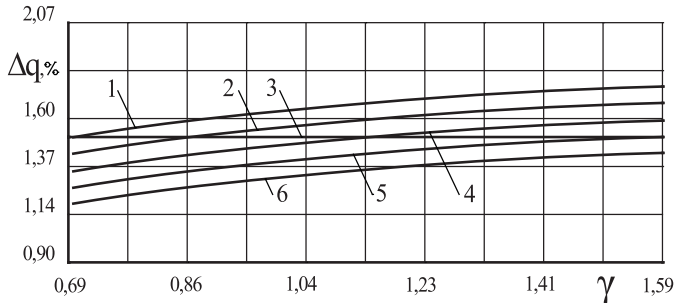


Рис. 1 – Залежність втрат зерна за молотаркою від соломистості і вологості соломи –  $\Delta q = f(\gamma; Wc)$ : 1 –  $Wc = 35\%$ ; 2 –  $Wc = 28\%$ ; 3 –  $\Delta q = 1,50\%$ ; 4 –  $Wc = 21\%$ ; 5 –  $Wc = 14\%$ ; 6 –  $Wc = 7\%$

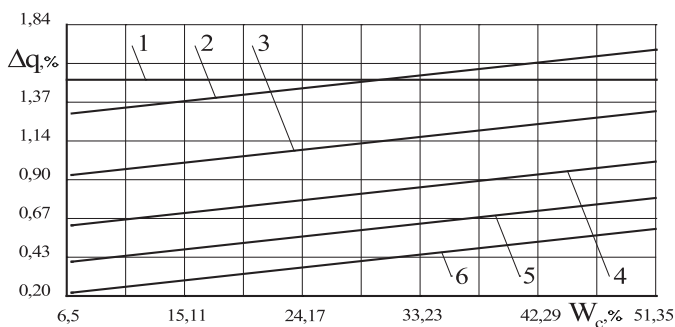


Рис. 2 – Залежність втрат зерна за молотаркою від вологості соломи і довжини ефективною поверхні КМСС –  $\Delta q = f(Wc; L)$ : 1 – допустимі втрати зерна ( $\Delta q = 1,50\%$ ); 2 –  $L = 4,40$  м; 3 –  $L = 5,25$  м; 4 –  $L = 6,10$  м; 5 –  $L = 6,95$  м; 6 –  $L = 7,80$  м

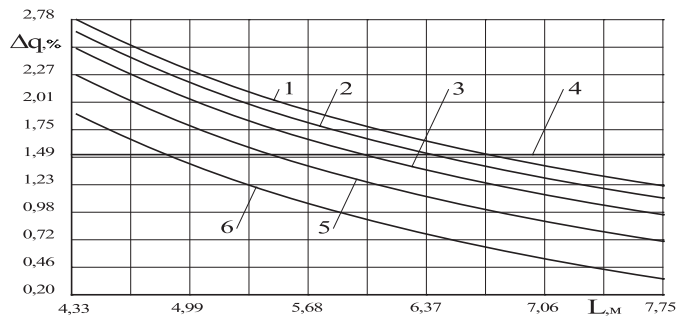


Рис. 3 – Залежність втрат зерна від довжини ефективною поверхні КМСС і подачі технологічної маси в молотарку –  $\Delta q = f(L, Q)$ : 1 –  $Q = 13,2$  кг/с; 2 –  $Q = 11,3$  кг/с; 3 –  $Q = 9,5$  кг/с; 4 – допустимі втрати за молотаркою ( $\Delta q = 1,50\%$ ); 5 –  $Q = 7,6$  кг/с; 6 –  $Q = 5,7$  кг/с

мистості на величину показників  $\Delta q$  і  $q$  математична модель (3) представлена графічно (рис. 1-3). Режим роботи молотарки: номінальна подача фактично дорівнює пропускній здатності.

**Дослідження впливу соломистості і вологості НЧУ на рівень втрат зерна за молотаркою.** У плані експерименту і під час його реалізації можна очікувати, що при  $n$ -му досліді рівень втрат за молотаркою буде близьким до 1,5%, а цей режим подачі хлібної маси буде фактично дорівнювати проектному значенню пропускної здатності цієї молотарки:

$$q = f(Q) = Q. \quad (4)$$

Таке припущення є ідеальним, оскільки показник  $\Delta q$  в цей проміжок часу піддається впливу факторів  $Wc$  та  $\gamma$ , величина яких і обумовлює наявність у технологічній масі неадекватних фізичних особливостей, і, зокрема, певного ступеня зв'язаності між собою частинок подрібненої під час обмолоту НЧУ. Цей фактор і обумовлює ступінь інтенсивності процесу виділення (сепарації) з НЧУ зерна і відповідний – більший чи менший рівень втрат. Певні параметри показників  $Wc$  і  $\gamma$  можуть бути в значній мірі не оптимальними для максимальної сепарації зерна, внаслідок чого втрати будуть перевищувати припустимі і робота в цьому режимі  $Q$  може не відповідати проектному значенню показника  $q$ .

Для ділянки – місця проведення випробувань показник  $\gamma$  фактично постійний. Вологість соломи (грубого вороху) в процесі випробувань має певну динаміку зміни її величини. Для оцінювання впливу соломистості і вологості НЧУ на рівень втрат за вихідні значення показників  $Wc$  і  $\gamma$  взяті і аналітично досліджені їх екстремальні значення – за мінімальною (або максимальною) величиною одного з них або обох показників одночасно (див. рис. 1).

**1. Соломистість технологічної культури – 0,80-1,00.** Під час роботи в режимі проектної пропускної здатності, наприклад –  $q = 7,0$  кг/с і  $Wc = 35,0\%$ , втрати перевищують допустимий рівень і дорівнюють 1,60%. В таких умовах фактичне значення показника  $q$  буде менше проектного (7,0 кг/с). Щоб зменшити рівень втрат до 1,5%, необхідно проводити оцінювання молотарки при подачах, менших 7,0 кг/с. При цьому отримане значення показника  $q$  буде не відповідати вимогам ТЗ.

При вологості НЧУ 28,0% маємо –  $\Delta q = 1,50\%$ : ідеальний випадок, оскільки  $Q = q = 7,0$  кг/с і даний режим роботи молотарки (і комбайна) обумовлює на 100% реалізацію в даних умовах потенційних можливостей молотарки за пропускну здатністю.

За вологості соломи 21% втрати становлять 1,43%. Величину подачі доцільно збільшити (понад 7,0 кг/с) з метою роботи в допустимому полі кількості втрат (рівному 1,50%); молотарка при цьому буде працювати в режимі, який перевищує проектну величину пропускну здатності. При подальшому зменшенні величини  $Wc$  аналогічні результати – у бік збільшення проектної величини  $q$ , – спостерігаються до певного рівня.

Отже, робота молотарки в режимі проектної пропускну спроможності  $q = 7,0$  кг/с, за малої соломистості – 0,80-1,00 і допустимих втратах ( $\Delta q = 1,50\%$ ) можлива за вологості соломи до 28,0%, яка в той же час значно перевищує встановлену [9].

Отримані результати можуть бути проаналізовані, виходячи з фізичної сутності показника  $\gamma$ : незначна кількість НЧУ, навіть за великої її вологості, обумовлює високу інтенсивність процесу сепарації зерна з обмолоченої соломи в системі КМСС і, як наслідок – зменшення втрат зерна і можливість працювати в технологічному режимі ( $q$ ), який перевищує проектний.

Максимальна соломистість зернових колосових культур під час проведення випробувань молотарки регламентована на рівні 1:1,5 [9]. Отримання при цьому проектної пропускну спроможності ( $q = 7,0$  кг/с і  $\Delta q = 1,50\%$ ) можливе при  $Wc = 14\%$  (див. рис. 1); за більшої вологості соломи втрати перевищують 1,50%. Велика соломистість НЧУ ( $\gamma = 1,60$ ), за незначної вологості ( $Wc = 7,0\%$ ), не сприяє роботі в оптимальному режимі подачі – пропускну спроможності внаслідок "заниженого" рівня втрат, що не перевищує 1,43%. Виникає "необхідність" роботи в більш високому, в той же час – регламентованому полі втрат  $\Delta q = 1,50\%$ , що можливо при подачі, яка перевищує проектну.

## 2. Соломистість технологічної культури – 1,50.

Такі умови "дозволяють" молотарці працювати при вологості НЧУ, яка перевищує 14%:  $\Delta q$  при цьому дорівнює 1,50%. Тобто, значення показників  $\gamma$  і  $Wc$  взаємопов'язано визначають сталий вплив на величину показників втрат ( $\Delta q$ ) і пропускну здатність ( $q$ ) при цьому. Причому, при всіх рівнях вологості НЧУ збільшення соломистості з 0,69 до 1,60 призводить до збільшення втрат на 0,3%.

Зменшення вологості НЧУ з 35,0 до 7,0%, при зменшенні соломистості до 1,23 дозволяє зменшити рівень втрат з 1,70 до 1,37%.

Підвищення рівня втрат понад 1,50% (соломистість – 1: (1-1,4) спостерігається при збільшенні вологості НЧУ від 14,0% і більше, що обумовлює технологічну потребу оцінювання молотарки під час подачі, яка менша за її проектну пропускну спроможність.

Зниження вологості НЧУ (з 14 до 7%) зменшує зв'язаність між складовими елементами грубого вороху, покращуючи тим самим процеси сепарації зерна і зменшуючи рівень втрат. Технологічно завантажити молотарку до регламентованого рівня  $\Delta q = 1,50\%$  можливо при збільшенні подачі, що й зумовить більшу, ніж проектна, пропускну здатність. Оцінювання молотарки в цих умовах і режимах роботи дозволить ство-

рити можливість отримання значення пропускну здатності, яке буде більшим проектного.

Отже, із збільшенням соломистості НЧУ погіршуються процеси сепарації зерна в системі КМСС і, як наслідок – підвищуються втрати зерна. Технологічна можливість молотарки працювати в проектному режимі втрачається, і оцінювання виконують за подачі, яка менше проектної. Зміна соломистості технологічної маси в значному діапазоні (при незмінній вологості НЧУ) і робота молотарки в проектному для неї режимі подачі (пропускну спроможності) призводить до істотної зміни рівня втрат (до 0,3%) і, як наслідок – до збільшення (зменшення) проектного рівня пропускну спроможності.

Соломистість, як статистичний фактор, підпорядковується закону нормального розподілу. Дослідження свідчать, що для більшості зерновиробних зон України значення соломистості основної колосової культури – озимої пшениці становить 1: (1,1-1,3). Оцінка впливу такої соломистості на втрати свідчить, що збільшення (зменшення) соломистості на 0,1 (8,0%) за постійної вологості НЧУ, призводить до збільшення (зменшення) втрат зерна за молотаркою лише на соті частки відсотка. Така соломистість (при  $Wc = 14\%$ ) дозволяє молотарці функціонувати в оптимальному режимі, що забезпечує достовірне визначення показника  $q$ .

Дослідження та оцінку впливу вологості НЧУ на рівень втрат проведемо згідно з залежністю (3) за таких умов:

$$\Delta q = f(Wc; L); \text{ при } \gamma = 1: 1,3 \text{ і } q = 7,0 \text{ кг/с}; \quad (5)$$

$$\Delta q = f(L, Q); \text{ при } \gamma = 1: 1,3 \text{ і } Wc = 12,0 \%; \quad (6)$$

$$\Delta q = f(\gamma; Wc), \text{ при } L = 5,0 \text{ м і } q = 7,0 \text{ кг/с}; \quad (7)$$

$$\Delta q = f(L; Wc), \text{ при } \gamma = 1: 1,3 \text{ і } q = 7,0 \text{ кг/с}. \quad (8)$$

Щодо роботи молотарок з різною величиною пропускну здатності, за оптимальної соломистості 1: (1,3), можна зробити такі висновки:

- збільшення вологості НЧУ викликає погіршення умов сепарації грубого і дрібного вороху (полови), що проявляється у збільшенні рівня втрат (близько 0,3%) всіма молотарками (рис. 2). У меншій мірі реагують на збільшення вологості НЧУ молотарки з технічними параметрами, які спрямовані на забезпечення високої продуктивності: за вологості соломи 15,1% молотарка с  $L = 7,8$  м має рівень втрат 0,27%, що значно менше аналогічного показника (1,37%) молотарки с  $L = 4,4$  м;

- збільшення вологості НЧУ в типовому діапазоні умов роботи – з 15,1 до 24,1%, – зумовлює для молотарки встановленої продуктивності (при  $L = 4,40$  м) зміну оцінювального показника  $\Delta q$  на 0,15% (рис. 2), що можна вважати несуттєвим;

- на агрофонах з однаковою вологістю соломи основний вплив на величину  $\Delta q$  зумовлюють технічні параметри системи КМСС: збільшення величини  $L$  з 4,40 до 7,80 м (при  $Wc = 15,1\%$ ; див. рис. 2) зумовлює зменшення втрат з 1,37 до 0,28% – майже в 5 разів;

- при випробуваннях в умовах:  $\gamma = 1: 1,3$  і  $Wc = 12,0\%$  за допустимого рівня втрат більшу пропускну здатність має молотарка, показник  $L$  якої більше порівнюваних;

- робота молотарки ( $L = 4,99$  м і  $q = 5,7$  кг/с – див. рис. 3) в режимі високих подач супроводжується "стрімким" зростанням втрат, що є характерним для молотарок з клавійним сепаратором грубого вороху;

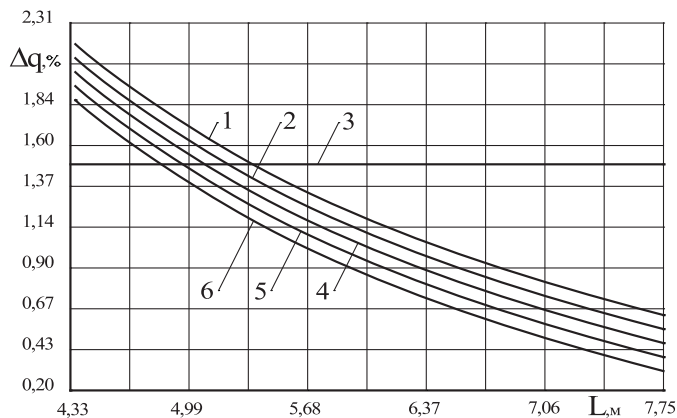


Рис. 4 – Залежність втрат зерна від довжини ефективно поверхні КМСС і вологості соломи –  $\Delta q = f(L; Wc)$ :

1 –  $Wc = 35\%$ ; 2 –  $Wc = 28\%$ ; 3 – максимально допустимі втрати зерна за молотаркою ( $\Delta q = 1,50\%$ ); 4 –  $Wc = 21\%$ ; 5 –  $Wc = 14\%$ ; 6 –  $Wc = 7\%$

- зменшення вологості НЧУ з 28,0 до 14,0% (у 2 рази) обумовлює для молотарки встановленої продуктивності (з  $L = 4,99$  м), зменшення втрат на 0,2% (див. рис. 4);

- робота молотарок різної продуктивності в одному технологічному режимі ( $Q = 7,0$  кг/с) і в однотипних за вологістю НЧУ умовах (наприклад,  $Wc = 14,0\%$ ) супроводжується відповідним рівнем втрат: більший рівень (1,50%) має молотарка з меншими ( $L = 4,99$  м), а менший (0,50%) – молотарка з великими ( $L = 7,06$  м) технічними параметрами системи КМСС (див. рис. 3).

#### Висновки

1. Величина втрат зерна за молотаркою зернозбирального комбайна обумовлюється значною кількістю факторів, основними з яких є умови роботи, технологічний режим і технічні параметри молотарки.

2. Математична (3) і на її основі – графічні багатфакторні моделі (рис. 1-3) показника «втрати зерна за молотаркою зернозбирального комбайна» в достатній мірі відображають його залежність від вологості соломи, подачі технологічної маси на обмолот, соломистості хлібної маси та ефективно довжини комплексної системи сепарації зерна.

3. Умови досліджень, за яких вологість НЧУ дорівнює 14,0%, а соломистість – 1: (1,1-1,3), обумовлюють визначення проектно пропускної спроможності молотарки класичного типу у відповідності з технічними параметрами комплексної системи сепарації зерна.

4. Результати досліджень впливу вологості і соломистості НЧУ на реалізацію закладених в конструкцію молотарки потенційних можливостей за рівнем втрат зерна та пропускної здатності дозволяють прийняти умови:  $Wc = 14,0\%$  і  $\gamma = 1$ : (1,1-1,3) в якості нормальних (оптимальних). Це дозволяє проводити випробування зернозбиральних комбайнів з метою визначення пропускної здатності в методично однотипних умовах та отримувати достовірний результат.

5. Під час проведення досліджень молотарки в нормальних (оптимальних) умовах визначальними для величини показників «втрати зерна за молотаркою» і «пропускна здатність молотарки» є сумарна довжина ефективно поверхні КМСС і загальний режим роботи – подачі хлібної маси на обмолот.

#### Список літератури

1. Занько Н., Осипов Н. Влияние условий и режимов на качество работы зерноуборочного комбайна // ISBN 966-95554-0-X. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для с.-г. України. – Збірн. наук. праць. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ, 1998. – С.108-114.

2. Занько Н.Д., Осипов Н.М. Моделирование потерь зерна за молотилкой комбайна // ISSN 0235-8573. Тр-ры и с.-х. машины. – 1997. – № 8. – С.27-28.

3. Занько Н. Влияние технических параметров молотилки зерноуборочного комбайна с барабанным молотильно-сепарирующим устройством на ее функциональные показатели назначения // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин. – Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. збірник. – Вип. 28. – Кіровоград, 1999. – С. 174-180.

4. Русанов А.И. Зерноуборочные комбайны и их пропускная способность // Тр-ры и с.-х. машины. – 1998. – № 11. – С. 28-31.

5. Занько Н. Функциональная схема молотилки зерноуборочного комбайна // ISSN 0235-8573.- М.: Машиностроение. – Тракторы и с.-х. машины. – 2010. – № 1. – С. 35-39.

6. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. Введ. 01.07.82. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 28 с.

7. Василенко П. М., Погорелый Л. В. Основы научных исследований: Учеб. пособие – К.: Вища школа., 1985. – 265 с.

8. Шарактанэ А.С., Железнов Н. Г., Ивницкий В.А. Сложные системы: Учеб. пособ. – М.: Высшая шк., 1977. – С.3.

9. ГОСТ 28301-89 (СТ СЭВ 6542-88). Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. – Введ. 01.07.90. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 18 с.

10. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. Введ. 01.07.82. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 28 с.

11. Занько Н.Д., Осипов Н.М. Моделирование потерь зерна за молотилкой комбайна // ISSN 0235-8573. Тр-ры и с.-х. машины. – 1997. – № 8. – С.27-28.

**Аннотация.** За результатами исследований разработаны математическая и графические многофакторные модели показателя «потери зерна за молотилкой зерноуборочного комбайна» в зависимости от соломистости и влажности технологической культуры, параметров молотилки.

**Summary.** According to research results mathematical and graphical multifactor model of "loss of grain by combine harvester thresher" parameter depending on straw content and humidity of crop and thresher parameters was developed.