УДК 631.354:633.1

Д.А.Дерев'янко, доц., канд. с.-г. наук
Житомирський національний агроекологічний університет

Дослідження впливу механічних навантажень на травмування насіння барабанними та аксіально-роторними обмолочувальними апаратами

В статті проводяться теоретичні розрахунки та обґрунтування впливу різних обмолочувальних апаратів на травмування насіння зернових культур.

Розглядаються головні відмінності режимів роботи таких апаратів та їх вплив на пошкодження і травмування зернівок.

барабан, ротор, травмування, навантаження, зернівки

Д.А. Деревьянко, доц., канд. с.-г. наук
Житомирський національний агроекологічний університет

Исследование влияния механических нагрузок на травмирование семян барабанными и аксиально-роторными молотильними апаратами

В статье приведены теоретические расчёты и обоснования влияния различных обмолачивающих аппаратов на травмирование семян зерновых культур.

Рассмотрены главные различия работы таких аппаратов и их влияние на повреждения и травмирование зерновок.

барабан, ротор, усилия, травмирование, повреждения

Постановка проблеми. Протягом останніх років на поля сільськогосподарських підприємств почали поступати такі комбайни, як «Славутич» та «Обрій» з аксіально-роторними пристосуваннями, а також барабанним – «Лан», «Славутич КЗС-9-1», «Скіф-230», «Скіф-250», «Скіф-290» та інші.

Такі типи комбайнів, тільки різних фірм та марок, випускаються та поставляються багатьма зарубіжними фірмами, які поряд із вітчизняними заводами виробниками витримують випробування часу, вдосконалюються, модернізуються, покращуються показники продуктивності їхньої роботи та поліпшуються їхні технічні характеристики.

Відомо, що молотильні пристосування мають певне секундне поступлення всієї соломяно-зернової маси, а тому якщо зростає швидкість проходження соломи, то зростає секундне поступлення всієї маси, внаслідок чого збільшується загальна продуктивність та ефективність машин.

При зростанні поступлення зернового вороху, його сепарація при проходженні через деку молотильного пристосування знижується в наслідок зменшення рихлості солом'яного шару, зростає кількість невимолочених колосків та подрібненого і травмованого зерна внаслідок чого його частина зростає повільно або не змінюється. Таким чином, загальні втрати за комбайном зростають у вигляді вільного та невимолоченого зерна, а також не відібраного із соломи з погіршенням його якості в результаті пошкодження та травмування.

Аналіз останніх досліджень. Травмування зернівок внаслідок впливу

© Д.А.Дерев'янко, 2014

механічних навантажень багатьох елементів технологічного процесу як жниварки, молотильного барабану, решітного стану, шнеків зернозбиральних комбайнів, різноманітних машин і механізмів післязбирального обробляння та підготовляння насіння, завантаження й транспортування, протруювання та сівби.

Результати досліджень І.Г. Строни, О.П. Тарасенка та інших свідчать про те, що під час збирання зернових культур травмування зернівки сягає більше 20%, а після дороблення зернового вороху та під час виконання наступних технологічних операцій підготовки насіння аж до сівби їх кількість збільшується ще у 2-3 рази.

Дослідження В.М. Дрінча свідчать, що травмування зернівок комбайнами становить навіть більше 35%, під час обробляння зернового вороху після збирання та підготовляння насіння досягають 50%, а послідовними агрегатами травмування в межах 6%, за його даними при вологості 14-16% гранична величина удару, при якому проявляються зовнішні ознаки травмування, знаходиться в межах 0,11-0,16 Дж, що впливає на зниження польової схожості на 23%.

Дослідження науково-дослідного інституту зернового господарства країни показують, що навіть після одноразового проходження зернової маси через трієри та насіннєпроводи схожість насіння знижується на 2-3%, а сила початкового росту на 6-12%.

Протягом останніх років велику роботу проводило Л.В.Фадеєвим з розроблення та впровадження в виробництво принципово нових очисно-калібрувальних технологічних ліній.

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів та різних матеріалів, а також сучасного їх розвитку в тому числі зернових матеріалів значний внесок зробили такі визначні вчені, як П.М.Василенко, Л.В.Погорілий, В.П.Гарячкін, О.П.Тарасенко,В.М.Дрінча, В.В.Адамчук, Л.М.Тіщенко, П.М.Заїка, Б.І.Котов та інші.

Дослідження Ю.В.Лукинського свідчать про те, що при обмолочуванні комбайнами з автоматичним регулюванням завантаженням, пошкодження жита не перевищувало 2%, а при його відсутності сягало 8-12%.

Результати досліджень. Барабанний молотильний апарат, через який проходить уся соломяно-зернова маса складається із бильного барабана та решітного підбарабання.

Били барабану відокремлюють зернівки із колосків багаторазовими прямими ударами по них і вибивають та витирають їх при протягуванні зернового вороху барабаном по підбарабання, яке охоплює барабан знизу дугою 126^{o}.

Швидкість руху зернового вороху між барабаном і підбарабанням менша, ніж швидкість обертання бил барабану, у зв’язку з чим хлібна маса піддається багаторазовим прямим ударам, від чого добре подрібнюється та перетирається, що негативно впливає на якість насіння.

Молотильний апарат, що обладнаний роторним, аксіально-сипарувальним пристосуванням обмолочування хлібної маси забезпечує повздовжнім переміщенням її у молотильному апараті. У результаті обертання ротора і затягування ним зернового вороху, тобто непрямих, як у барабанному апараті, а сковзаючих, щадящих ударів та витирання зернівок із колосків роторними пристосуваннями, зменшується травмування зернівок, що засвідчили теоретичні розрахунки, обґрунтування, лабораторні та виробничі дослідження, які проводилися автором у різних сільськогосподарських підприємствах Лісостепу та Полісся України.

У результаті досліджень виявлено, що головні ділянки найбільшого травмування та подрібнення зернівок знаходяться в місцях, де різко змінюється вектор швидкості

хлібної маси. У зв'язку з тим, що він може змінюватися як за величиною, так і за напрямком, то зона найбільшого травмування знаходиться у першій половині процесу обмолочування.

При порівнянні характеру першої половини обмолочування барабанними та роторними молотильними пристосуваннями стає очевидним, що ці ділянки значно «ощадливіші» у роторних молотілок, у зв'язку з чим травмування та подрібнення зернівок у них значно менше, ніж у барабанних.

Мікротравмування насіння достатньо велике у обох типів молотильних агрегатів, але в силу різних осей обертів по відношенню до поступлення зернового вороху воно менше при застосуванні роторних молотильних агрегатів.

Кількісна величина травмування виникає від ударного імпульсу сили, який можна визначити із теореми імпульсів:

$$m \cdot V_2 - m \cdot V_1 = S(t), \tag{1}$$

де $S(t) \int_{t_1}^{t_2} F(t)dt$ – ударний імпульс;

V_1 та V_2 – вектори швидкості елемента зернового вороху до і після проходження повз били. У проекціях на осі координат рівняння (1) матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} m \cdot V_x - mV_x = S_x(t) \\ m \cdot V_y - mV_y = S_y(t) \end{cases}, \tag{2}$$

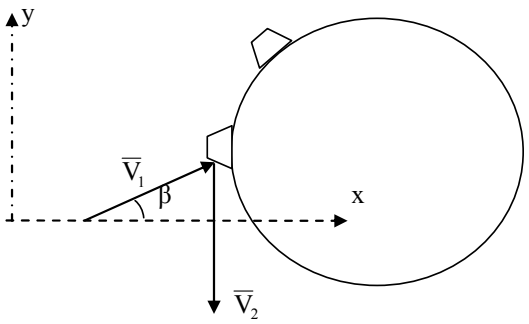

Рисунок 1 –Схема швидкості зернівок при барабанному обмолочуванні

При обмолочуванні хлібної маси барабанним молотильним агрегатом, початковий шлях обмолочування спрощено можна подати згідно рис. 1.

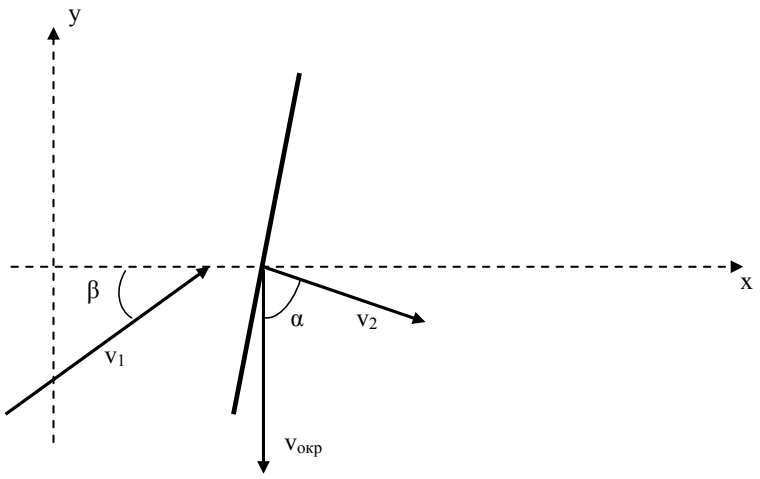

Рисунок 2 – Схема швидкості зернівок при роторному обмолочуванні

У такому випадку система (2) матиме вигляд:

$$\begin{cases} 0 - V_1 \cdot cos\beta = {}^{S_x}/_{m} \\ -V_2 - V_1 \cdot sin\beta = {}^{S_y}/_{m} \end{cases}, \quad (3)$$

де β – кут поступлення зернового вороху.

У такому разі

$${}^{S}/_{m} = \sqrt{V_1^2 cos^2\beta + V_2^2 + V_1^2 sin^2\beta + 2V_1V_2 sin\beta} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 sin\beta}, \quad (4)$$

А враховуючи, що V_2 дорівнює вектору кругової швидкості $V_{кр.}$:

$${}^{S}/_{m} = \sqrt{V_1^2 + V_{кр}^2 + 2V_1V_{кр} sin\beta}. \quad (5)$$

При обмолочуванні хлібної маси роторним молотильним агрегатом початковий шлях обмолочування спрощено можна надати наступним виглядом рис.2.

У цьому випадку система (2) матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} V_2 sin\alpha - V_1 cos\beta = {}^{S_x}/_{m} \\ -V_2 cos\alpha - V_1 sin\beta = {}^{S_y}/_{m}. \end{cases} \quad (6)$$

Тоді

$${}^{S}/_{m} = \sqrt{V_2^2 sin^2\alpha + V_1^2 cos^2\beta - 2V_1V_2 sin\alpha \cdot cos\beta + V_2^2 cos\alpha + V_1^2 sin^2\beta +}$$

$$\sqrt{+2V_1V_2 sin\beta \cdot cos\alpha} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 (sin\alpha \cdot cos\beta - sin\beta \cdot cos\alpha)} =$$

$$= \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \sin(\alpha - \beta)} \quad (7)$$

Враховуючи, що $V_2 = V_{кр} \cdot cos\alpha.$

$${}^{S}/_{m} = \sqrt{V_1^2 + (V_{кр} \cdot cos\alpha)^2 - 2V_1V_{кр} cos\alpha \cdot \sin(\alpha - \beta)}. \quad (8)$$

Відношення імпульсів ударяння на першій половині обмолочування барабанним агрегатом до роторного Р дорівнюватиме:

$$P = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_{кр}^2 + 2V_1 V_{кр} \sin\beta}{V_1^2 + \left(V_{кр} \cdot \cos\alpha\right)^2 - 2V_1 V_{кр} \cos\alpha \cdot \sin\left(\alpha - \beta\right)}}. \quad (9)$$

Із цієї формули очевидна значна перевага імпульсного ударяння при барабанному обмолочуванні порівняно із роторним.

Експеременталні дослідження різних видів комбайнів із молотильними агрегатами барабанного та роторного типів, показують результати, що наведені в таблицях 1 та 2 у вигляді відсоткових значень мікротравмування зернівок (функція y_1) і подрібнення зернівок (функція y_2), у залежності від частоти обертання ротора та барабана (х, об/хв).

Таблиця 1 – Барабанний молотильний агрегат

x	600	700	750	800	820	900	980
y_2	0,81	0,82	1,38	1,46	3,30	-	6,17
y_1	26,4	26,9	-	28,2	-	32,4	-

Таблиця 2 – Роторний молотильний агрегат

x	600	700	750	800	840	900	980
y_2	0,08	0,18	0,12	0,24	0,95	0,92	2,10
y_1	21,40	24,30	-	26,37	-	30,14	-

На рис. 3. надані графічні залежності відсоткового відношення подрібнення зернівок молотильними агрегатами барабанного та роторного типів в залежності від частоти їх обертання.

Наведено графічні залежності відсоткового мікротравмування зернівок молотильними агрегатами барабанного та роторного типів в залежності від частоти обертання, зображено на рис. 3.

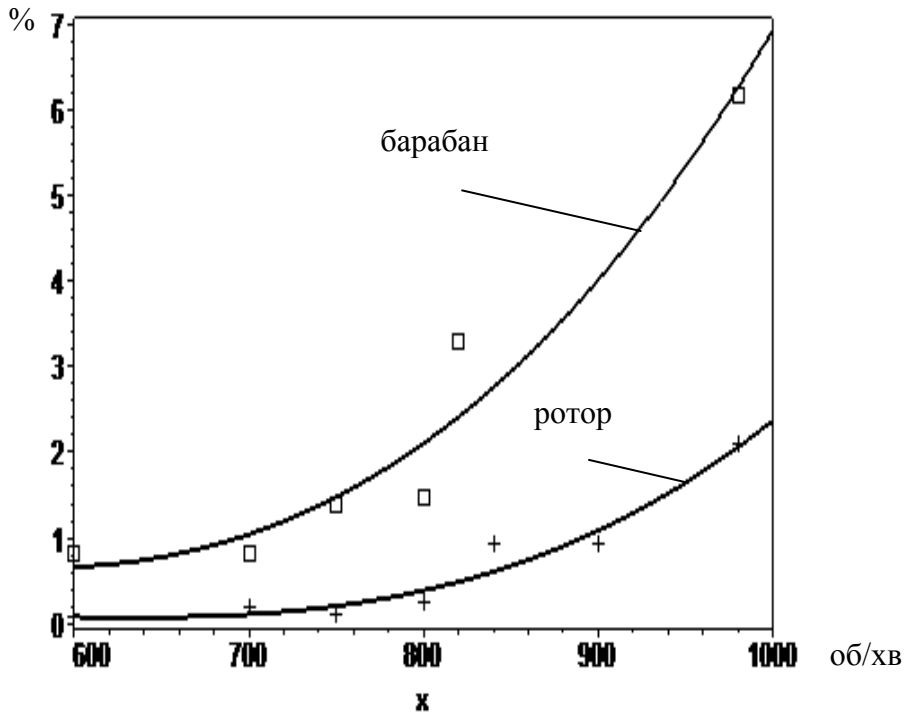

Рисунок 3 – Залежність відсоткового відношення подрібнення зернівок від частоти обертання.

Висновки. Таким чином, теоретичний розрахунок та графічні залежності мікротравмування і подрібнення зернівок підтверджують експериментально-виробничі дослідження, що, при застосуванні барабанних молотильних агрегатів у порівнянні з

роторними, ці показники значно вищі, тобто травмування і подрібнення насіння озимої пшениці та жита при збиранні роторними комбайнами значно менше, а відтак якість насіння краща.

Список літератури

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельськохозяйственых машин. / П.М.Василенко. – К.:УАСХ. 1960-284с.
2. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. / В.М. Дринча.- Вороніж, 2006. – 382с.
3. Котов В.І. Тенденції розвитку конструкції машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів. / Б.І.Котов, С.П. Степаненко, М.Г.Пастушенко / КВЕСГ машин – Кіровоград: КДТУ. 2003- Вип.33. - С53-59.
4. Котов Б.І. та ін. Теоретичне обгрунтування руху частинки зерна на вібропневморешеті при дії розпушуючих робочих органів / Б.І.Котов, С.П.Степаненко, Р.А.Калініченко, Науковий вісник НАУ.-К.,2007.-Вип.115. - С.112-117.
5. Присяжнюк М.В., Адамчук В.В., і ін.. Теорія вібраційних машин сільськогосподарського виробництва / М.В. Присяжнюк, В.В.Адамчук, В.М.Булгаков, О.М.Черниш, В.В.Яременко.-К.: Аграрна наука, 2013. - 439с.
6. Тарасенко А.П. Снижения травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке. / А.П.Тарасенко. – Воронеж, 2003 – 331с.
7. Тищенко Л.Н. Виброрешетная сепарация смесей. / Л.Н.Тищенко, В.П.Ольшанский, С.В.Ольшанский, - Харьков: «Міськдрук», 2011-280 с.
8. Uhe.J.B. Pneumatik separation of grain and straw mixtures./J.B. Uhe, B.J. Lamp. Transaction of the ASAE. – 1966. Vol. 9. - P.244 – 246.
9. Zoltrman A. Separating flower bulbs and stones in fluidized bid. / A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. Agricultural Engineerin. – 1985. Vol. 237. №2. - P.63 – 67.

Dmitry Derevianko
Zhytomyr National Agroecological University

The substantiation and the theoretical calculations of the effects of the mechanic loadings on the seed damage caused by the drum-like devices as well as by the axial-rotor threshing devices

The theoretical calculations and the substantiations of the effects of different threshing devices on the damage of the grain crops seeds are given in the paper.

The principal differences in the work regimes of such devices as well as their effects on the weevils damage and compression are considered in the paper.

drum, rotor, damage, loading, weevil

Одержано 24.05.14