

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМОСЕПАРУВАННЯ В ЗЕРНООЧИСНІЙ МАШИНІ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ТРАВМУВАННЯ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ

Д.А.Дерев'янюк, канд. с-г. наук, доцент  
*Житомирський ІАЕУ;*

О.П.Тарасенко, докт. техн. наук, проф.,

В.І.Оробінський, докт. с-г. наук, проф.  
*Вінницький НАУ*

---

*В статті розглядаються результати досліджень впливу частоти обертання вентилятора та швидкості руху повітря на якість розподілення зернового вороху. Аналізується вплив технологічного процесу на травмування і якісні показники.*

*Ключові слова:* канали сепарування, якість, рух повітря, обертання вентилятора, травмування.

---

### **Постановка проблеми.**

Отримання високоякісного насіння з мінімальною кількістю травм та пошкоджень тісно зв'язано із науковим вивченням процесів, що протікають при сепаруванні зернової суміші. Використовувані нині сортувальні та насінночисні машини за своїми виробничо – технічними характеристиками не завжди відповідають вимогам часу.

В зв'язку із складністю процесів сепарування їх наукові дослідження проводять також при допомозі різних математичних та фізичних методів. Поряд із застосуванням диференціальних рівнянь будують динамічні моделі, стохастичні диференціальні рівняння, рівняння

руху сипучих матеріалів із твердих частинок нелінійного характеру, а для описання процесу сегрегації та розподілення зернової суміші на фракції, розглядають динаміку подвійного сипучого середовища.

При використанні методів гідромеханіки рух псевдозволоженої суміші описується рівнянням протікання нестиснутої в'язкої рідини.

Кінетика сегрегації зернових сумішей описується рівнянням Фоккера – Планка – Канногорова, де розглядаються фрактальні властивості кінетики. Вплив інтенсификаторів при проходженні процесів сепарування визначається при допомозі термодинамічних теорій.

Широко застосовуються різні методи досліджень, серед яких важливе місце займають розроблені методи механіки, які дають можливість теоретично визначити такі важливі показники, як середня швидкість руху суміші, продуктивність решета та інше, аналізуючи, які умовно можна поділити на три групи по видах рівняння, що застосовуються :

- 1) Вібропереміщення окремих частинок або тіл по коливальній поверхні;
- 2) Рух в'язкої рідини, до якої присднується псевдозволожене сипуче середовище;
- 3) Рух сипучого середовища, що складається із твердих, гранульованих частинок.

Як уже згадувалося, що рівняння руху несумісної в'язкості рідини нелінійні, в результаті їх лінеаризації виникає можливість знайти наближені рішення, а як наслідок і компактні розрахункові формули для визначення усереднених кінематичних характеристик зернової суміші.

Сучасні технології підготовки високоякісного насіння повинні відповідати специфічним вимогам можливості виділення важко відокремлюваного насіння, бур'янів або інших культурних рослин із зернового вороху при мінімальних втратах, травмуваннях та пошкодженнях, відокремленням високопродуктивного насіння при максимальному їх вирівненню за багатьма ознаками. Загальновідомо, що не зовсім легко відбирається насіння овесу і ячменю із насіння пшениці; овесу і пшениці із жита; частинок редьки дикої і пшениці із гречки; насіння щавлю конячого і бобових трав і інше.

Якщо говорити в загальному, то важко відокремлюваним насінням бур'янів і культурних рослин є таке, розміри і швидкості руху – обертання якого співпадають або несуттєво відрізняються від швидкості кружляння – обертання насіння основної культури.

Для дослідження ефективності відокремлення таких сумішок і підготовки при цьому високоякісного насіння в процесі сепарування у великій мірі зрозуміло залежить від глибини та кількості знань про особливості насіння як об'єкта сепарування.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Внаслідок аналізу виконання деяких робіт видно, що дослідження фізико – механічних властивостей насіння проводилися із кількох ознак, що обумовлювалося малою точністю та великою трудомісткістю використовуваних методик їх визначення.

Наукові основи одного із раціональних способів підвищення ефективності очищення зернового вороху, підготовки насіння шляхом виділення важко відокремлюваних сумішок і біологічно цінного насіння, тобто фракційної технології очищення, розробленої Н.Н.Ульріхом ще в 50-их роках минулого століття.

Під його керівництвом була виготовлена складна зерночисна машина “Союзпаркозем”, на якій фракційним методом проводилося очищення зернової маси.

В.В.Горшинський відзначив, що вивчення кореляції між різними компонентами зернової маси дозволить у більшості випадків раціонально використати технічні засоби шляхом оптимізації потрапляючих на них зернових потоків, а при допомозі решіт розподіляти зернову масу на дві фракції, у одній з яких відсутні короткі домішки, а у другій довгі, що дасть можливість значно скоротити кількість трісканих циліндрів.

Протягом тривалого періоду часу, тобто сотень років виділення зернівок насіннєвої фракції здійснювалося за щільністю, на що академік Н.А.Майсурян звернув особливу увагу і показав, що саме насіння великої щільності має високі посівні якості і забезпечує приривок урожаю до 5 центнерів на гектарі.

Відомо, що щільність зернівок залежить від дозрівання, тобто чим вони дозрілі, тим вона вища. В такому становищі, якщо відокремлювати зернівки малої щільності, створюється можливість підвищити біологічну цінність насіннєвого матеріалу, що залишається.

Ще на початку минулого століття дослідник W.E. Brencly встановив, що головним показником біологічної повноцінності насіння є його індивідуальна маса, яка в абсолютних цифрах відображає запас поживних речовин.

Дослідженнями М.А. Абрамсона і Г.З. Зусмановича на основі урожайних особливостей, характеристик за розмірами та власної маси

зернівок встановлено, що при виділенні насіннєвої фракції в якості головної ознаки необхідно використовувати їх товщину.

Роботи Б.М.Черемхи свідчать про те, що найкращі посівні якості та урожайні можливості має насіння, у якого оптимальні співвідношення лінійних розмірів зернівок у межах  $1 : 0,9 : 2$ , в цьому випадку прибавка урожаю порівняно з контролем в середньому за три роки становила  $6,3 - 7,3$  ц/га.

Результати досліджень фракціонування зернового вороху і при використанні сортувальних решіт різних зерноочисних машин показують їх вплив на травмування, розподілення та якість насіння, що відзначається у роботах А.П.Тарасенка, В.І.Оробінського, М.Е. Мерчалової, В.В.Кузнцова, Л.В.Фадеева та інших.

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємодії робочих поверхонь механізмів, зернових сумішей та вібро-решітного сепарування і фракціонування з метою пошуку оптимальних параметрів операційних режимів їх роботи викладено у працях П.В.Василенка, П.М.Заїки, В.П.Горячкіна, А.Н.Пугачова, О.П.Тарасенка, Л.М.Тіщенко, В.В.Кузнцова та інших.

У багатьох дослідженнях та опублікованих працях протягом останнього часу, зокрема Л.Н.Тіщенко, В.П.Ольшанського, С.В.Ольшанського теоретично обґрунтовано моделювання кінетики зернової суміші як рідини, у якій кінематична в'язкість змінюється за однієї із декартових координат, а також кінетика сепарування зернового вороху псевдозволоженого під дією вібрації. Запропоновані компактні формули для розрахунку таких інтегральних характеристик, як середня швидкість руху шару, можливість проходження решета, питома завантаження решета і ін. Досліджена залежність цих характеристик від механіко – технологічних параметрів зернового вороху, амплітуди і частоти коливання решета із урахуванням розподілення зернової маси на прохідну та сходову фракції.

Сепарування насіння за щільністю для більш ефективного результату виконують у рідинному і псевдозволоженому середовищі, де сортування насіння проходить при найкращих розподільчих умовах, але практичного поширення воно не отримало із – за використання великої кількості енергії для прибирання вологи із поверхні зернівок після такого сортування. А також таке насіння, підготовлене цим способом, має низьку схожість, що негативно впливає на густоту стояння рослин.

Низька ефективність виділення важко відокремлювальних сумі-

шей із насіннєвого матеріалу в більшості випадків викликає необхідність додаткового пропускання оброблюваного матеріалу через технологічні лінії, що призводить до втрат повноцінного насіння у фураж або невикористовувані відходи, а також до значного їх травмування.

Дослідження показують, що травмоване насіння, внаслідок легкого потрапляння до пошкоджених тканин мікроорганізмів і шкідників та продуктів їх життєдіяльності, які також здійснюють токсичну дію і знижують опір ростків для хвороб і несприятливих агрокліматичних умов, значно знижує польову схожість та продуктивність пророслих із нього рослин.

Дослідження І.Г.Строни, О.П.Тарасенка, В.М.Дринчи, П.М.Пугачова, С.А.Чазова, В.І.Оробінського та інших свідчать, що травмування зернівок залежить від комплексу фізико-механічних і біологічних властивостей насіння, а також від підбирання і кількості обладнання, на якому проходить його підготування, при цьому необхідно зазначити, що кількість травмованих зернівок у насіннєвому матеріалі може сягати у деяких випадках 60 – 90 % і навіть більше.

Під час виробничо-технологічного процесу очищення зернового вороху досягнення високої якості насіння є однією із головних умов розроблення і запровадження перспективних технологій вирощування озимої пшениці, жита та інших зернових культур, у відповідності до яких насіння висівасться із розрахунку на найоптимальнішу кінцеву густоту стояння рослин у кількості 160 – 180 кг/га. Таку сівбу на кінцеву густоту рослин необхідно виконувати тільки високоякісним та високопродуктивним насінням, яке надзвичайно вирівняне по комплексу фізико – механічних властивостей та має максимально високий зв'язок із біологічними потенціальними можливостями насіння.

Дослідження Горшинського В.В., Зноліна А.Н., Целіновського В.М. та інших показують потребу застосування фракційних технологій шляхом відокремлення із загальної маси зернового вороху частини високоякісного насіння при використанні високопродуктивних сепараторів та доведення його до високих посівних кондицій на інших машинах меншої продуктивності, що дало б можливість значно знизити травмування насіння.

Таким чином, проведений аналіз використання технологій обробітку вороху підготування високоякісного насіння показує, що головними факторами утворення систем і їх розвитку є глибоке і всебічне

Швидкість руху повітря в пневмосепарувальному каналі змінювали за рахунок частоти обертів вентилятора, а потрапляння зернового вороху в зону сепарування становило 0,70 – 0,80 кг/с, який під час виконання роботи розподілявся в приймальник зерна, камеру осідання на винесення вентилятором. В кожному місці розподілення під час дослідження визначалися кількість цілих і подрібнених зернівок (табл. 1.)

**Таблиця 1.** Вплив швидкості руху повітря на розподілення складників зернового вороху та затрат потужності без сепарувальної поверхні

Частота обертів вентилятора, об/хв	Швидкість руху повітря, м/с	Виділення вороху, %			Потужність, кВт
		в приймальник	в камеру осідання	вентилятором	
1500	4,9	99,19	0,81	0,01	0,10
1700	6,3	97,87	2,10	0,03	0,20
2100	6,9	95,76	4,20	0,04	0,30
2400	7,5	94,10	5,80	0,10	0,40
2600	8,5	87,70	12,10	0,20	0,50
3000	9,4	76,55	23,20	0,25	0,60
3600	10,5	70,60	29,10	0,30	0,70

Отримані результати досліджень показують, що із зростанням частоти обертів вентилятора, швидкості руху повітря та затраченої потужності при розподіленні зернового вороху в приймальне відділення потрапляє менша кількість зерна із 99,19 % до 70,60 %. Водночас у камеру осідання потрапляє зростаюча кількість компонентів, а також зростає кількість винесеної маси вентилятором.

Результати досліджень у каналі без сепарувальної поверхні свідчать про те, що при обробленні даного вороху раціональна швидкість руху повітря знаходиться в межах 6...5 м/с, а потужність, що витрачається на отримання насіння чистотою 97,87 – 99,19 % становить 0,10-0,20 кВт (рис. 2-4).

Отримані дані свідчать, що для забезпечення підготовки насіння необхідної якості потрібно збільшити швидкість руху повітря в зоні сепарування, але при цьому зростає винесення зернівок в камеру осідання. Аналіз складу такої маси показує, що тут знаходяться зернівки в більшій кількості, які непридатні як насіннєвий матеріал, але їх мож-

на використовувати на фуражні потреби. Лдже маса 1000 зерен, що потрапили в приймальник при швидкості руху повітря 9 м/с становила 35 г, а в камері осідання 23 г.

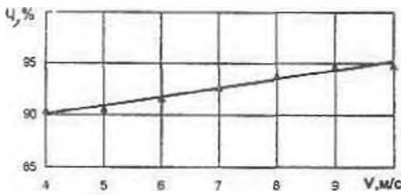


Рис. 2. Чистота зерна в приймальнику без сепарувальної поверхні

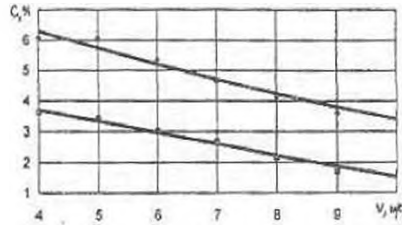


Рис.3. Склад компонентів вороху приймальнику без сепарувальної ♦ - подрібнене зерно; ■ - засмічувачі

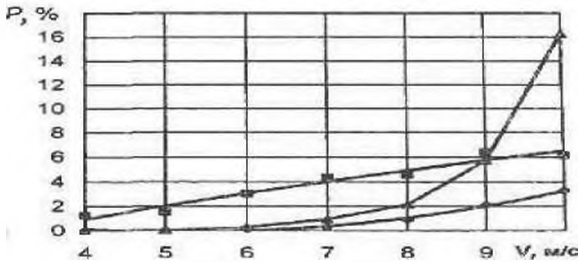
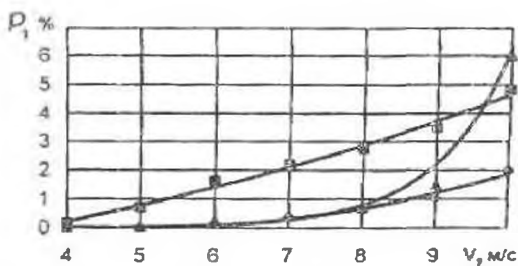


Рис. 4. Розподіл компонентів вороху в камері осідання з каналом без сепарувальної поверхні ▲ – зернова маса; ♦- подрібнене зерно; ■ – засмічувачі

Для порівняння розглянемо отримані дані в каналі із сепарувальною поверхнею, які наведені в табл. 2.

Як видно із наведених даних, при зростанні швидкості обертів вентилятора та руху повітря виділення вороху в приймальник дещо збільшиться, а в камеру осідання значно зменшиться. Винесення компонентів зернової маси вентилятором залишається майже на тому ж рівні, тобто суттєвої різниці не спостерігається. Бачимо також певне, в межах 10 %, збільшення витрат потужності на роботу вентилятора.

Результати досліджень якісних показників роботи устаткування із сепарувальною поверхнею в каналі наведені на рис.5, розподілення



**Рис.7.** Розподілення компонентів в камері осідання каналу із сепарувальною поверхнею: ◆ - подрібнене зерно; ■ – засмічувачі; ▲ – зернова маса;

Аналіз отриманих даних показує, що при збільшенні руху повітря понад 5,5 м/с спостерігається значне винесення цілого та подрібненого зерна із зернового вороху.

**Таблиця 3.** Травмування зернівок при підготовці насіння

Очисні машини	Стадії досліджень	Макротравми, %	Мікротравми, %				
			зародка		всього травм	Без пошкодження	узагальнений показник
			вибитий	пошкоджений			
ЗЛВ- 20	після автомобіля	5,0	5,4	7,6	66,6	33,4	39,20
	поступлення на очистку	5,0	5,8	8,4	68,8	31,2	41,41
	після очистки	3,8	4,4	8,6	76,6	23,4	41,34
СМ - 4А	поступлення другий раз на очистку	3,8	4,2	8,6	77,0	23,0	42,30
	після очистки	2,4	4,2	10,0	81,8	18,2	43,63
	поступлення на очистку	2,0	4,0	10,0	82,2	17,8	44,72
	СМ – 4А після очистки	0,8	3,8	8,2	84,4	15,6	45,39

З метою забезпечення отримання якісного насіння та розподілення зернової маси необхідно дотримуватись оптимальних параметрів часто-



ти обертання вентилятора та швидкості руху повітря.

Результати досліджень травмування зерна при післязбиральній підготовці насіння озимої пшениці зерноочисними машинами наведено в таблиці 3.

Отримані дані свідчать про те, що кількість макротравмованого, тобто розбитого, розмеленого та подрібненого зерна протягом очищення зменшувалося, а мікротравмованого навпаки зростало із 66,6 до 84,4 %. Таким чином після вивантаження зернового вороху із автомобіля на тік та проходження через насінноочисну машину травмування насіння становило 17,8 %, а без пошкоджень на цей період залипалося всього 15,6 % зернівок.

Головні показники якості насіння протягом технологічного процесу покращувалися, зокрема схожість зросла на 5,2 % і становила 97,4 %, чистота досягла 97,8 %, маса 1000 насінин збільшилася на 1,9 грам, або дорівнювала 45,8 грам.

**Висновки.** Для забезпечення якісного розподілення зернового вороху насінноочисна машина повинна бути забезпечена незалежною двох-аспіраційною повітряною системою, в якій швидкість руху повітря в каналі першої аспірації необхідно підбирати і встановлювати так, щоб не відбувалося винесення якісних зернівок в камеру осідання.

В каналі другої аспірації швидкість підбирається і встановлюється дещо більшою, щоб забезпечити виділення із вороху недозрілого і подрібненого насіння у камеру осідання другої аспірації. В зв'язку з тим, що вся ця маса придатна для споживання, то її необхідно використовувати при відповідній обробці на фуражні цілі.

Під час технологічного процесу підготовки насіння зерноочисними машинами кількість травмованих зернівок збільшується, що в наступному сприятиме розвитку мікроорганізмів та негативно впливатиме на польову схожість та формування продуктивності рослин.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Василенко П.М.* Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. / П.М.Василенко – К. : УАСХН. 1960 – 284 с.
2. *Дринча В.М.* Исследование процессов разделения зерновых материалов на вибропневмосепараторах / В.М.Дринча, Л.М.Суконкин, В.А. Вединев. Достижения науки и техники АПК – 1994 - №6 – С. 52-54.
3. *Дринча В.М.* Проблема качества семян и пути его повышения се-

- парирующими рабочими органами./ В.М.Дринча, Международный с-х журнал, - 1995 - №3 –С.49-51.
4. *Дринча В.М.* Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. / В.М.Дринча – Воронеж : изд-во НПО “Модэк”, 2006 – 384 с.
  5. *Карпов Б.А.* Технология послеуборочной обработки и хранения зерна. / Б.А.Карпов – М.: Агропромиздат, 1987 – 399 с.
  6. *Котов Б.І.* Тенденції розвитку конструкції машини та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів / Б.І.Котов, С.П.Степаненко, М.Г.Пастушенко – Кіровоград : КДТУ, 2003 – Вип.33. – С. 53–59.
  7. *Строна И.Г.* Травмирование семян и его предупреждение / И.Г.Строна – М.: Колос; 1972 – 157 с.
  8. *Тарасенко А.П.* Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке/ А.П.Тарасенко – Воронеж, 2003 – 331 с.
  9. *Тищенко Л.П.* Виброрешетчатая сепарация зерновых смесей. / Л.П.Тищенко, В.П. Ольпанский, С.В.Ольпанский – Харьков: “Міськдрук”, 2011 – 280 с.
  10. *Тищенко Л.П.* Интенсификация сепарирования зерна / Л.П.Тищенко– Харьков : Основа, 2004 - 224 с.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПНЕВМОСЕПАРАЦИИ В ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТРАВМИРОВАНИЕ И КАЧЕСТВО СЕМЯН

*В статье рассматриваются результаты исследований влияния частоты оборотов вентилятора и скорости движения воздуха на качество разделения зернового вороха. Анализируется влияние технологического процесса на травмирование и качественные показатели семян.*

*Ключевые слова:* каналы сепарации, движение воздуха, вращение вентилятора, травмирование, качество.

### THE IMPROVEMENT OF PNEUMATIC SEPARATING IN A GRAIN CLEANER AND ITS EFFECTS ON GRAIN DAMAGES AND GRAIN QUALITY

*The paper analyses the effects of the frequency of rotation of a fan as well as the speed of the air movement on the distribution quality of grain chaff. The paper also analyses the effects of technological process on damaging and quality indexes of seeds.*

*Key words:* separating channels, air movement, fan rotating, damaging, quality.