

Аннотация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ВЫСЕВНОГО АППАРАТА ДЛЯ ТОЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Петренко М.М Васильковський М.І., Васильковська К.В.,

Для повышения эффективности посева пропашных культур предложен новый пневмомеханический высевающий аппарат, особенностью которого является применение диска с периферийным расположением рабочих отверстий, за которыми на его внутренней поверхности размещены лопасти для принудительного захвата семян в рабочей камере.

Abstract

PERFECTION OF PNEUMOMECHANICAL OF SOWING VEHICLE IS FOR SEED-SPACING OF SEED OF THE CULTIVATED CULTURES

Petrenko M.M., Vasilkovskiy M.I., Vasilkovska K.V

For the increase of efficiency of sowing of the cultivated cultures a new pneumomassage seed meter, the feature of which is application of disk with the peripheral location of wormholes' after which on his internal surface blades are placed for the forced capture of seed in a working chamber, is offered.

УДК 631.362

ДО РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ НА РЕШЕТАХ

Бакум М.В., к.т.н., проф.; Горбатовський О.М. викл.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Наведена методика прогнозування результатів сепарації насіннєвих сумішей на решетах за показниками пропускної спроможності решета та характеристикою вихідного матеріалу.

Постановка задачі. Ефективність роботи решітних насіннеочисних машин традиційно прийнято оцінювати з точки зору якості розділення насіннєвих сумішей та продуктивності машини. Найбільш значущими критеріями її оцінки є: повнота виділення ξ компонентів суміші; втрати $B_{o.k.}$ основної культури у відхід; вихід W кондиційного насіння; чистота $Ч$ оброблених фракцій насіння або засміченість η очищеного матеріалу та пропускна спроможність p_c решіт [1, 2]. При цьому, перші п'ять величин (ξ , $B_{o.k.}$, W , $Ч$ та η) є критеріями оцінки якості сепарації, а остання – продуктивності машини.

Важливість визначення пропускної спроможності обумовлюється тим, що вона об'єднує елементи вихідного матеріалу, який підлягає обробці, а також установчі та технологічні параметри насіннеочисної машини під час виконання сепарації, пов'язуючи, таким чином, ознаки суміші (розміри та форму компонентів, вологість та засміченість матеріалу) і характеристики решета (розміри решета, а також розмір і форму його отворів) з завантаженням робочих поверхонь, кінематичними параметрами машини та переміщенням шару матеріалу по решетові.

Аналіз попередніх досліджень. В переважній більшості, для визначення пропускної спроможності сепаруючої поверхні використовують величини питомого навантаження на решето. Одна з них q_S являє собою відношення миттєвого навантаження m' матеріалу на решето до одиниці площі S решета, а інша q_B – до одиниці ширини B решета [3, 4]:

$$q_S = \frac{m'}{S}, \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2); \quad (1)$$

$$q_B = \frac{m'}{B}, \text{ кг/(с}\cdot\text{м)}. \quad (2)$$

Причому, $p_c \approx q_S$ (кг/(с·м²)) та $p_c \approx q_B$ (кг/(с·м)). Різниця в одиницях виміру пропускної спроможності фізично пояснюється виконанням вимірів B на нескінченно малій відстані $d\ell$ (за довжиною) ділянки решета.

Проте, зазначений підхід до визначення цього показника не завжди є доречним, оскільки питомі навантаження q_S та q_B залежать не тільки від параметрів решета. Крім того, значення питомих навантажень, що наводяться в науково-технічних джерелах інформації, охоплюють досить великий діапазон, яким незручно користуватися для характеристики окремого матеріалу.

Інший спосіб визначення пропускної спроможності решіт полягає у встановленні товщини h шару матеріалу на робочій площині, з якою показник p_c має безпосередній зв'язок [3]:

$$p_c = \frac{\Delta p_m}{Bh}, \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2); \quad (3)$$

$$\Delta p_m = \frac{m'}{d\ell}, \text{ кг/с, причому } (d\ell, m) \rightarrow 0; \quad (4)$$

$$h = \frac{m'}{B\vartheta\gamma}, \text{ м}, \quad (5)$$

де Δp_m – миттєве місцеве навантаження матеріалу на решето, кг/с;
 ϑ – швидкість руху компонентів матеріалу по решету, м/с;
 γ – натура насінневої суміші, кг/м³.

При цьому, досить поширеними способами визначення товщини шару насінневого матеріалу під час роботи сепаратора є візуальне спостереження за розподілом компонентів суміші на робочій поверхні, а також вимірювання

товщини шару за рахунок використання традиційних (лінійка, спиця, штангенциркуль, плавун) та спеціальних вимірювальних засобів. Перший спосіб передбачає заглиблення вимірювального приладу, наприклад, спиці, лінійки штангенциркуля або голки плавуну у матеріал перпендикулярно до робочої поверхні решета в точці проведення досліджень [5, 6]. Проте, визначення товщини шару таким способом з використанням зазначених приладів є надзвичайно незручним та неточним, що пов'язано як з людським фактором, так і з конструктивними особливостями насіннеочисної машини та виконанням вимірювань під час реалізації технологічного процесу сепарації.

Найбільш прогресивний спосіб отримання величини розподілення матеріалу по решету забезпечується за рахунок використання решітного стану сепаратора з однією прозорою поздовжньою боковиною, ззовні якої встановлюється засіб відеофіксації для більш точного вимірювання величини h . Методика визначення товщини шару за даним способом заснована на спеціальній математичній обробці фотографічних зображень шару насіння в стані розпушування, отриманих за рахунок обробки даних відеоапаратури [7]. Проте, визначення пропускної спроможності зазначеним способом пов'язане з певною неточністю, що обумовлена накладанням на результат вимірювань h похибки засобів відеофіксації, зокрема, через наявність фокусу об'єктиву відеоапаратури.

Більш точне визначення пропускної спроможності p_c , на нашу думку, можна забезпечити за рахунок визначення товщини шару матеріалу за шкалами градуированих сіток, нанесених на зовнішній поверхні прозорої боковини решітного стану та внутрішній поверхні, що протилежна прозорій, шляхом співставлення сіток шкал. При цьому, обидві шкали сіток необхідно розміщувати під тим самим поздовжнім кутом нахилу до горизонту, що і решето решітного стану, а засіб відеофіксації змонтувати на одному рівні з робочою площиною решета таким чином, щоб забезпечити можливість охоплення зйомки певної частини поверхні решета. Для підвищення чіткості відеоспостереження додатково можуть бути долучені освітлювальні лампи, що слід встановити над решетом на висоті не нижче 20 см від його площини, з фокусуванням світла перпендикулярно до робочої поверхні решета. Процес визначення товщини шару матеріалу запропонованим способом передбачає забезпечення усталеного переміщення компонентів суміші по решетові, відповідно до встановленого режиму роботи насіннеочисної машини, запис технологічного процесу сепарації суміші засобами відеофіксації, розбиття відеозапису на окремі кадри з наступним їх переглядом і аналізом за рахунок співставлення шкал на боковинах стану та остаточну обробку отриманих даних.

Проте, незважаючи на чисельні переваги останніх двох способів, вони, так само як і попередні, мають ряд суттєвих недоліків, що пов'язані зі складнощами аналізу даних відеофіксації та обчислення пропускної спроможності решіт за виразом (3). Оскільки швидкість руху компонентів матеріалу по решетові та натура насінневої суміші залежать від завантаження решета та інтенсивності сегрегації часточок матеріалу всередині шару суміші, то про величину просівання можна судити виключно по середніх значеннях

зазначених показників, а тому і навантаження матеріалу на решето буде розглядатися не як місцеве миттєве, а як усереднена характеристика для певної ділянки решета.

Мета досліджень. Сформувати методику коректного визначення пропускної спроможності решіт існуючих насіннеочисних машин та дослідити можливість її використання для визначення впливу установчих параметрів решітних станів з плоскими решетами, що виконують коливних рух у напрямку найбільшої вісі симетрії, на ефективність розділення насіння сільськогосподарських культур.

Результати досліджень. Показник пропусної спроможності та величина розподілу товщини шару насінневої суміші на решеті визначаються, здебільшого, лише для одного решета або одного ярусу решіт решітного стану. Вимірювання товщини шару матеріалу одночасно для декількох ярусів решіт вимагає великих матеріальних та фізичних витрат. Крім того, такий підхід обмежується багатьма чинниками, такими як розміщення решіт в решітному стані, механізми їх кріплення та приводу; способи виготовлення та розміри окремого решета; тип машини та характер коливань тощо. Тому, встановлення товщини шару для декількох ярусів решіт може виконуватись, як виняток, лише послідовно для окремо взятого решета.

Відповідно до вищезазначеного, обчислення пропускної спроможності насінневої суміші виконували тільки для одного ярусу решіт.

Визначення зазначеного показника здійснювали на насіннеочисній машині з коливним решітним станом. В якості машини для досліджень використали 3-х ярусний сепаратор СМ-0,15 ВІМ з одинарними решетами, в якому встановлювалося лише одне решето – середнє 9, що мало виконувати функцію не сортувального, як передбачено заводом-виробником, а підсівного, як найбільш вагомого під час визначення ефективності процесу сепарації, забезпечуючи відокремлення від основної культури дрібної фракції та домішок шляхом їх просівання. В решітному стані, крім зазначеного решета, встановлювався його кульковий очисник 11, передбачений заводською комплектацією машини (рис. 1).

Верхнє решето 8 для відокремлення крупних домішок, а також підсівне разом з його кульковим очисником були вилучені з сепаратора. В напрямних верхнього решета встановили похилу дошку з метою збільшення відстані для розосередження та сегрегації компонентів суміші, а для визначення ефективності їх просівання під блоком “середнє (сортувальне) решето 9 – кульковий очисник 11 решета” розмістили приймачі продуктів просівання 16 та дошку 21 попереднього розділення суміші, що не передбачені заводською комплектацією сепаратора. З метою зменшення похибки обчислень та зниження впливу зміщення окремих компонентів суміші під час їх проходження крізь отвори решета відносно встановлених приймачів 16, що пов’язане з режимом коливань решітного стану, ударною взаємодією крайок отворів решета 9 та компонентів суміші під час їх просівання, а також наявністю позовжнього нахилу решета, визначили, що робоча внутрішня ширина $v_{пр}$ приймачів 16 має бути не менше, ніж $2A - 3\sigma_A$ (де $A = 9$ мм –

амплітуда коливань решітного стану; $\sigma_A = 0,95$ мм – середнє квадратичне відхилення амплітуди коливань), тобто 17 мм. При цьому, для визначення пропускної спроможності на всій робочій поверхні решета 9, сумарна ширина приймачів 16 – $v_{пр, сум}$ не повинна перевищувати робочої довжини решета $L_p = 645$ мм. У зв'язку з цим, для достовірності характеристики просівання по довжині решета та за кратністю L_p , кількість приймачів 16 прийнята 6 шт (I – VI), для яких зовнішня ширина дорівнює 100 мм, а внутрішня – $v_{пр} = 94$ мм. З метою забезпечення перекриття всієї робочої довжини L_p решета 9 та охоплення підрешетного простору, всі приймачі 16 з'єднали поздовжніми планками, що одночасно відіграють роль розділювачів-обмежувачів. Таким чином, робоча ширина $v_{пр}$ кожного приймача збільшилася до 107,5 мм. Для запобігання переміщення приймачів відносно решета, їх встановлювали у фіксуючій рамці 10, яку закріплювали у решітному стані. Довжина приймачів $l_{пр}$ продуктів просівання I – VI (рис. 1) вибиралася такою, що дорівнює робочій ширині решета 9 в межах окреслених його рамкою, – $B_p = 220$ мм, Конструктивна ширина решета 9, закріпленого в рамці становить $B = 268$ мм.

Всмоктувальні канали 4, 5 першої та другої аспірації під час досліджень не використовувалися, щоб обмежити вплив аеродинамічних властивостей компонентів матеріалу на якість їх розділення (просівання). Для збирання сходової фракції решета 9 був задіяний приймач 14.

Процес визначення пропускної спроможності виконували в такій послідовності. Спочатку, на підставі вимірювань розмірних характеристик компонентів суміші та побудованих варіаційних кривих визначалася можливість розділення насінневого матеріалу за розмірами, зокрема за ознаками ширини та товщини. Далі, за умов позитивного результату щодо можливості такого розділення, визначали форму та розмір отворів решета, що забезпечить найкраще просівання, і встановлювали його разом із рамкою та очисником в напрямні для “сортувального” блоку насіннеочисної машини. Під “підсівним” блоком по всій довжині на скатній дошці 20 розміщували фіксуючу рамку 10 з приймачами I – VI для просіяного матеріалу. Над приймачами I – VI встановлювалася дошка 21 попереднього розділення, що призначалася для збирання просіяного крізь решето 9 матеріалу від початку запуску сепаратора до моменту завантаження всього решета та встановлення усталеного руху компонентів суміші.

Оптимальні значення швидкості v та прискорення j коливань решітного стану визначалися за умов зміни частоти ω при незмінній амплітуді коливань A решітного стану. Саму частоту ω коливань підбирали на підставі паспортних даних заводських рекомендацій до машини [8] з уточненням відповідно до конкретного насінневого матеріалу та визначали як оптимальну для розділення певної суміші виконанням додаткових експериментальних досліджень.

Подача Q вихідного матеріалу встановлювалася згідно рекомендацій провідних вчених [2 - 4] щодо забезпечення оптимального режиму роботи з гранично допустимим питомим навантаженням на решето для певної культури. При цьому, в якості робочого розглядали режим змішаного (тобто повного та часткового) завантаження решета [3].

Кут спрямованості коливань ε , обумовлений конструктивним виконанням і пов'язаний, в основному, з кутом β нахилу опорів-підвісів по відношенню до нормалі, встановленої до столу решітного стану, залишався без змін ($\varepsilon = 8,0^0$). А характер його впливу на процес розділення визначався за рахунок зміни кута поздовжнього нахилу $\alpha_{\text{позд}}$, встановленого решета, до горизонту:

$$\varepsilon = \alpha_{\text{позд}} + \beta, \text{ град.} \quad (6)$$

Регулювання кута поздовжнього нахилу решета здійснювали за рахунок підйому однієї частини рами 1 насіннеочисної машини з використанням домкрату 26, шляхом встановлення під опорні колеса 23 з одного боку або під гвинтовий механізм 25 – з іншого, – регулювальних підставок 27, в межах $\alpha_{\text{позд}} = 0 - 9,0^0$.

Оскільки оптимальний кут нахилу $\alpha_{\text{позд}}$ решета, як з'ясували [9, 10], є відмінним для різних культур і таким, що не завжди відповідає рекомендованим даним, а також у зв'язку із тим, що він визначає кінематичний режим роботи сепаратора, то саме $\alpha_{\text{позд}}$ і розглядався в якості основного показника досліджень з визначення впливу установчих параметрів на ефективність просівання компонентів суміші та пропускну спроможність насіннеочисної машини в цілому.

Дослідження з визначення пропускну спроможності та впливу на неї кута нахилу $\alpha_{\text{позд}}$ виконували для насінневої суміші ярого ріпаку сорту "Каргілл" першої репродукції, засміченого подрібненим насінням ріпаку, а також насінням проса курячого та мишію сизого.

Насіння основної культури в даній суміші становило 87,03%, насіння подрібненого ріпаку – 6,38%, а насіння бур'янів – 6,59% (1385 шт/кг) від маси вихідного матеріалу: проса курячого – 2,21% (360 шт/кг), а мишію сизого – 4,38% (1025 шт/кг), відповідно. Вологість вихідного матеріалу 10,5%.

Згідно варіаційних кривих розподілу розмірних характеристик визначили, що найбільш ефективно насіння проса курячого та мишію сизого можна відокремити з насінневої суміші ріпаку на решетах з прямокутними отворами шириною 1,5 мм. Пропускну спроможність p_c визначали за довжиною решета з використанням формули:

$$p_c = \frac{\Delta p'_m}{B_p \rho_{\text{пр}}}, \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2), \quad (7)$$

де $\Delta p'_m$ – сумарна маса проходивої фракції виділена до приймачів I - VI продуктів сепарації за одиницю часу, кг/с.

Відповідні результати ефективності просівання матеріалу наведені на рис. 2.

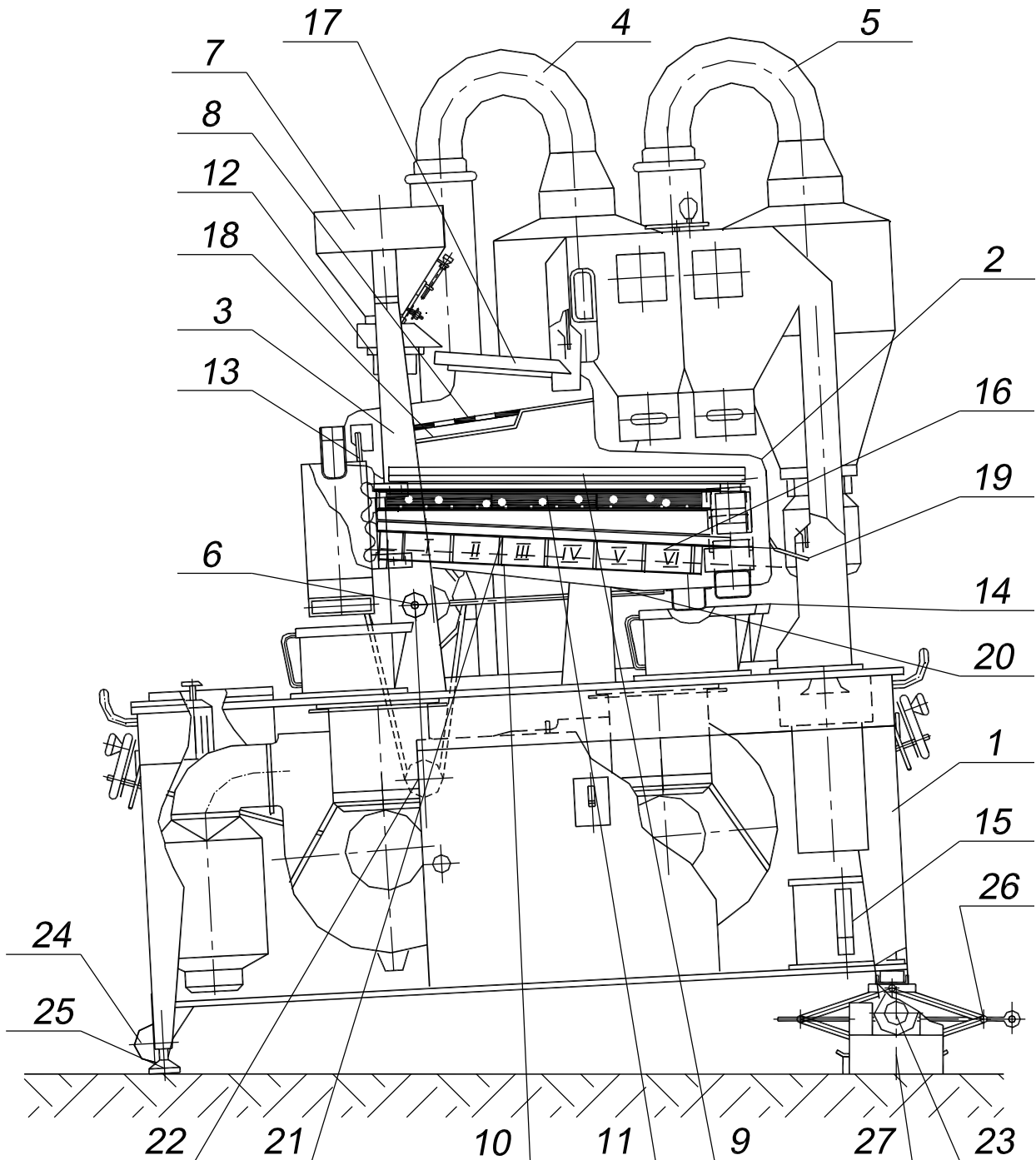


Рис. 1 – Конструктивна схема насіннеочисної машини з регулюванням нахилу решіт:

1 - рама машини; 2 - стан решітний; 3 - станина; 4, 5 - канали аспіраційні (перший та другий); 6 - механізм приводу решітного стану ексцентриковий; 7 - бункер з регульовальною заслінкою; 8 - решето без рамки; 9 - решето з рамкою; 10 - рамка фіксуюча; 11 - очисник кульковий середнього решета; 12 - живильник електровібраційний; 13 - опора-підвіс решітного стану; 14, 15, 16 - приймачі продуктів розділення; 17 - дошка розподілу вихідного матеріалу; 18, 19, 20 - дошки скатні похилі; 21 - дошка попереднього розділення; 22 - електродвигун приводу ексцентрикового механізму; 23, 24 - колеса рами машини опорно-пересувні: 23 - колесо опорне ; 24 - колесо поворотне ; 25 - механізм гвинтовий горизонтального положення станини; 26 - домкрат; 27 - підставки регульовальні

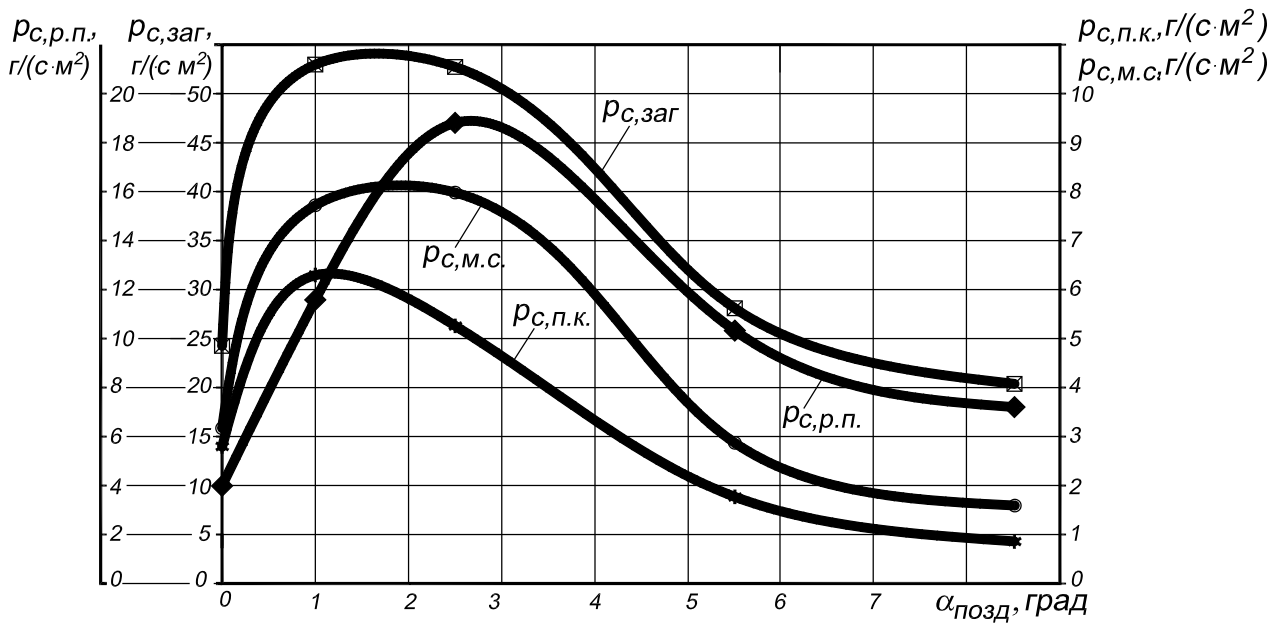


Рис. 2 – Вплив кутів поздовжнього нахилу до горизонту на показники пропускної спроможності решета:

$\rho_{c, \text{ заг}}$ – загальна пропускна спроможність насінневої суміші; $\rho_{c, \text{ р.п.}}$ – пропускна спроможність ріпаку подрібненого; $\rho_{c, \text{ п.к.}}$ – пропускна спроможність проса курячого; $\rho_{c, \text{ м.с.}}$ – пропускна спроможність мишію сизого

Оптимальними параметрами для забезпечення максимального просівання компонентів насінневої суміші ріпаку у проходову фракцію на решетах з прямокутними отворами шириною 1,5 мм є наступні: подача вихідного матеріалу $Q = 36,0$ кг/год; амплітуда коливань решітного стану $A = 9$ мм, частота коливань решітного стану $\omega = 350,0$ кол/хв; кут поздовжнього нахилу решета до горизонту:

- для насінневої суміші ріпаку $\alpha_{\text{позд}} = 1,65^{\circ}$, що відповідає $\rho_{c, \text{ заг}} = 54,11$ г/(с·м²);
- для насіння ріпаку подрібненого $\alpha_{\text{позд}} = 2,67^{\circ}$, що відповідає $\rho_{c, \text{ р.п.}} = 18,89$ г/(с·м²);
- для насіння проса курячого $\alpha_{\text{позд}} = 1,18^{\circ}$, що відповідає $\rho_{c, \text{ п.к.}} = 6,33$ г/(с·м²);
- для насіння мишію сизого $\alpha_{\text{позд}} = 1,93^{\circ}$, що відповідає $\rho_{c, \text{ м.с.}} = 8,13$ г/(с·м²).

Відповідно, результати експериментальних досліджень з визначення пропускної спроможності ρ_c (рис. 2) підтверджують вплив основних параметрів, зокрема кутів поздовжнього нахилу решета до горизонту, насіннеочисної машини з плоскими решетами на ефективність процесу розділення насінневих сумішей ріпаку [11].

Таким чином, за характеристиками вихідного матеріалу та показниками пропускної спроможності, в тому числі, загального проходу $\Pi_{\text{заг}}$ для $\rho_{c, \text{ заг}}$, проходу подрібненого ріпаку $\Pi_{\text{р.п.}}$ для $\rho_{c, \text{ р.п.}}$ і проходу окремих компонентів суміші: проса курячого $\Pi_{\text{п.к.}}$ для $\rho_{c, \text{ п.к.}}$ та мишію сизого $\Pi_{\text{м.с.}}$ для $\rho_{c, \text{ м.с.}}$, можна

прогнозувати рівень критеріїв оцінки якості розділення насіння сільськогосподарських культур.

Висновки. Розроблена методика прогнозування якості розділення насінневих матеріалів та продуктивності решітного сепаратора, на прикладі суміші ріпаку з використанням насіннеочисної машини з тихохідним решітним станом, за показниками пропускної спроможності решета та характеристикою вихідного матеріалу.

Список використаних джерел:

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. – Т. 3, розділ 7 “Очистка і сортування насіння”. – Харків: Око, 2006. – 408 с.
2. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчет и проектирование. Изд. 2-е, перераб. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.
3. Терсков Г.Д. Расчет зерноуборочных машин / По ред. К.Г. Колганова. – Изд. 2-е, перераб. – М.-Свердловск, 1961. – 216 с.
4. Гладков Н.Г. Зерноочистительные машины. - Л.: УПП Ленсовнархоз, 1961. – 368 с.
5. Дюндик С.М. Дослідження процесу очищення плоских решіт зерноочисних машин та обґрунтування параметрів очисників з комбінованими робочими органами: Автореф. дис. к.т.н. – Харків: ХДТУСГ, 1998. – 18 с.
6. Зильбернагель А.В. Интенсификация процесса сепарации зерна на плоских решетках с продолговатыми отверстиями, расположенными под углом: Дис. к.т.н. – Омск, 2005. – 149 с.
7. Півень М.В. Обґрунтування параметрів процесу решітного сепарування зернових сумішей: Автореф. дис. к.т.н. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка, 2006. – 23 с.
8. МЗОК ВИМ. Семейоочистительная машина СМ-0,15. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: ЦОПКБ ВИМ, 1989. – 28 с.
9. Бакум Н.В., Горбатовский А.Н. Интенсификация сепарации мелкосеменных смесей на решетках зерноочистительных машин // Материалы конференции “Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения”. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2009. – С. 177.
10. Бакум М.В., Горбатовський О.М. Результати порівняльних випробувань решітного сепаратора із змінним нахилом решіт на сортуванні насіння огірків // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка: Наукове фахове видання в 2-х т. – Вип. 93. “Механізація сільськогосподарського виробництва”. – Т. 1. – Харків: Вид-во ФОП Черв’як В.Є., 2010. – С. 176 - 181.
11. Бакум М.В., Горбатовський О.М. Дослідження процесу розділення насінневих сумішей ріпаку на плоских решетках // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка: Наукове фахове видання в 2-х т. – Вип. 75 “Механізація сільськогосподарського виробництва”. – Т. 1. – Харків: Вид-во ЧП Червяк, 2008. – С. 50 - 59.

Аннотация

К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СЕПАРАЦИИ СЕМЕННЫХ СМЕСЕЙ НА РЕШЕТАХ.

Бакум Н., Горбатовский А.

Приведена методика прогнозирования результатов сепарации семенных смесей на решетках за показателями пропускной способности решета и характеристикой исходного материала.

Abstract

TO THE DEVELOPMENT OF RESULT PROGNOSTICATION METHOD OF GRAIN MIXTURE SEPARATION ON SIEVES

M. Bakum, O. Horbatovsky

The method of result prognostication of grain mixture separation on sieves after the indexes of sieve carrying capacity and description of initial material is resulted.

УДК 631.356.2

ДИНАМІКА ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ТИПУ «СКОБА» ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

С.П. Сокол, ст. викл.

Дніпропетровський державний аграрний університет

Розглянуто процес викопування коренеплодів скобою і її взаємодія з ґрунтом. Надані рекомендації щодо конструктивних параметрів нового робочого органу.

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень. Конструктивний перелік робочих органів які сьогодні використовуються для викопування коренеплодів або обробітку ґрунту, досить різноманітний. В існуючих технологічних схемах коренезбиральних машин вітчизняного та закордонного виробництва викопування коренеплодів відбувається площинними деформаторами, які менш інтенсивно розпушують шар ґрунту який армований корінням. Процес викопування коренеплодів складається як мінімум з двох операцій – руйнування ґрунту робочою поверхнею копача та створення зусилля для видалення коренеплодів на денну поверхню. Такі умови створюють декілька типів копачів: лемішкові, дискові, роторні тощо. Теорію проектування та конструювання таких викопуючих робочих органів викладено в наукових працях [1 – 6]. Проте розроблені теорії не поширюються на викопуючі робочі органи, що конструктивно мають форму скоби.