

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ і
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Огієнко Микола Миколайович

УДК 631.3:635.649

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ І
ПАРАМЕТРІВ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ДОРОБКИ
НАСІННЄВОЇ МАСИ ОВОЧЕБАШТАННИХ КУЛЬТУР**

05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Миколаївському державному аграрному університеті
Міністерства аграрної політики та продовольства України

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор,
заслужений працівник освіти України
Пастушенко Сергій Іванович,
Навчально-науковий інститут інженерії
об'єктів і систем Чорноморського
державного університету імені Петра Могили, директор

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кравчук Володимир Іванович,
Український науково-дослідний інститут
з випробування і прогнозування техніки та технологій
ім. акад. Л. Погорілого Міністерства аграрної політики та
продовольства України, директор

кандидат технічних наук, доцент
Бакум Микола Васильович
Харківський Національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка,
професор кафедри сільськогосподарських машин

Захист відбудеться «___»_____ 2012 р. о __ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д.26.004.06 у Національному університеті
біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ,
вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, ауд. 65

Із дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного
університету біоресурсів і природокористування України: 03041, м. Київ,
вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кім. 28

Автореферат розісланий «___» _____ 2011 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Д.Г. Войтюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Виробництво насіннєвого матеріалу овочевих культур є однією з важливих проблем, що існує в галузі переробки сільськогосподарської продукції. Господарства України для одержання насіння овочештанних культур, як правило, використовують технологічне забезпечення, що було розроблене у 70–80-х роках минулого століття для спеціалізованих насінницьких господарств. Проведений аналіз існуючого обладнання галузі насінництва овочештанних культур свідчить, що для умов невеликих спеціалізованих та фермерських господарств це обладнання не забезпечує якісного виконання технологічного процесу, оскільки воно не дозволяє отримувати насіння відповідної якості з нормативними агротехнічними та економічними показниками.

Під час виділення насіння за відомими технологічними схемами відбуваються його втрати через виведення у відходи разом із технологічною масою насінників, що складаються з м'якоті насінників, шкірки, мезги, слизових включень тощо. Тільки за рахунок цього недоліку обсяги втрат кондиційного насіння за окремими технологіями і технологічними засобами досягають 20 % (за встановленими агротехнічними вимогами ліміту 5-6 %) як наслідок, це потребує щорічної додаткової переробки більше 1000 тонн насінників дині для забезпечення потреб України у насінні згаданої культури за обсягами виробництва у 2007-2009 роках.

Тому створення нового комплексу машин для реалізації механізованої технології додаткового виділення та доробки насіння дині й огірка дозволяє мінімізувати його втрати і засміченість та забезпечити відповідність агротехнічним вимогам для розвитку галузі насінництва України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до «Концепції Державної програми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2010 року», затвердженої Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 93-р від 15 лютого 2006 року, «Державної цільової програми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2011 року», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України № 785 від 30 травня 2007 року і договору про науково-технічну співпрацю між Миколаївським державним аграрним університетом, Херсонським державним аграрним університетом та Інститутом південного овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України (від 01.04.2009р).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу одержання насіння огірка й дині, у результаті вдосконалення технологічного процесу доробки насіннєвої маси, а також обґрунтування параметрів комплексу машин для її реалізації.

Для досягнення поставленої мети визначені такі завдання досліджень:

- провести аналіз стану існуючих технологій і засобів механізації для довіділення насіння дині й огірка та визначити напрями їх удосконалення щоб додатково виділити насіння і покращити його якість;

- дослідити механіко-технологічні властивості технологічної маси насіннєвих плодів дині й огірка, які впливають на вибір конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи сепараторів;
- установити теоретичні закономірності технологічного процесу доробки насіннєвої маси плодів для відокремлення та очищення насіння дині й огірка;
- обґрунтувати та розробити математичні моделі гідропневмодинамічних процесів відділення та очищення насіння від технологічної насіннєвої маси дині й огірка;
- установити та експериментально уточнити основні конструктивно-технологічні параметри та режими роботи нового гідропневмосепаратора і циліндричного похилого сепаратора для додаткового одержання насіння дині й огірка;
- провести виробничу перевірку та дати економічну оцінку ефективності роботи розроблених машин.

Об'єкт дослідження – технологічний процес відділення насіння дині й огірка комплексом машин для доробки насіннєвої маси, зв'язок процесу з їх конструктивно-технологічними параметрами.

Предмет дослідження – обґрунтування параметрів роботи комплексу машин для доробки насіннєвої маси овочевих культур, які забезпечують підвищення ефективності процесу виробництва насіння огірка та дині.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження виконані із застосуванням основних положень теоретичної механіки й гідродинаміки, математичного моделювання з використанням сучасних пакетів прикладних програм.

Експериментальні дослідження проведено на спеціально розроблених оригінальних експериментальних установках відповідно до прийнятої методики і галузевих стандартів з використанням математичних методів планування. Результати експериментальних досліджень оброблялися методами математичної статистики із застосуванням ПК та спеціально розроблених прикладних програм.

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше визначено залежність руху рідкого середовища, що обертається в ємності гідропневмосепаратора від кількості подачі води, які дозволяють одержати значення колової швидкості обертання і встановити мінімальні витрати робочої рідини для гарантованого відведення відходів гідропневмосепарації насіння [12], [17] шляхом визначення висоти піднімання рідини над зливною горловиною;

– створено математичні моделі процесів барботації і кавітації під час очищення насіння у гідропневмосепараторі від складових технологічної маси, що зумовлюють формування підвищених якісних показників процесу відмивання [11], [14];

– встановлено диференційну залежність та проведено розрахунки руху фрагментів кірки овочевих культур вздовж похилого барабана за умов більш повного відокремлення насіння [19].

Практичне значення одержаних результатів: обґрунтовано раціональні конструктивно-технологічні параметри та розроблено технологічну схему і конструкції комплексу машин (гідропневмосепаратор та похилий циліндричний сепаратор) для одержання та доробки насіння з технологічної насінневої маси дині й огірка, що забезпечують підвищення рівня виділення насіння в межах 9...18% та подвійне скорочення експлуатаційних витрат порівнянно з існуючою технологією на базі машини ОСБ-0,6, що на сьогодні має найкращі показники [18]; ефективність запропонованих техніко-технологічних рішень підтверджено результатами науково-виробничої перевірки і впровадження експериментальних зразків комплексу машин в Інституті південного овочівництва і баштанництва НААН України (м. Гола Пристань Херсонської області) та на консервному заводі фермерського господарства «Владам» Жовтневого району Миколаївської області; на основні конструкційні рішення комплексу машин для виділення і доробки насіння овочештанних культур одержано патенти України № 29598, № 30735 та № 34920 [15], [16], [17].

Особистий внесок здобувача. Основні результати теоретичних та експериментальних досліджень з теми дисертаційної роботи отримано автором самостійно: обґрунтовано напрям досліджень [1], [2], [3], [8]; проведено теоретичний аналіз зв'язку основних конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи комплексу машин для доробки технологічної насінневої маси [4], [6], [20], [21]; розроблено математичні моделі гідродинамічних процесів барботації, кавітації та флотації, які інтенсифікують відмивання насіння у гідропневмосепараторі та процесу відділення насіння від фрагментів насінневих плодів дині й огірка у похилому циліндричному сепараторі [11], [12], [13], [14], [19]; розроблено і виготовлено конструкції експериментальних установок та виконано комплекс експериментальних досліджень [5], [7], [9], [10]. У наукових роботах, опублікованих у співавторстві, частка здобувача становить від 40 до 80 %.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати роботи обговорені та схвалені на V Міжнародній конференції інститутів аграрної інженерії країн центральної та східної Європи (Київ, 2007); VII Міжнародній науково-технічній конференції «Механізація і енергетика сільського господарства «MOTROL' 2007» (Миколаїв, 2007); IX Міжнародній науково-технічній конференції «Науково-технічні засади розробки, випробування та прогнозування с.-г. техніки і технологій» (Дослідницьке, 2008); IX-XII Міжнародних науково-практичних конференціях присвячених пам'яті академіка Петра Василенка «Сучасні проблеми землеробської механіки» (Львів, 2008; Дніпропетровськ, 2009; Київ, 2010; Луганськ, 2011); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» (Кіровоград, 2009); III Міжнародній науково-технічній конференції «Energia 2009» (Сімферополь, 2009); Міжнародній науково-практичній конференції «Моделювання технологічних процесів АПК» (Мелітополь, 2010); щорічних Причорноморських регіональних науково-технічних конференціях Миколаївського державного аграрного університету (2006-2011 рр.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковані у 22 наукових працях, з яких у фахових виданнях, затверджених ВАК України з технічних наук – 14, з них одноосібно – 2, патентів України на винахід – 3, статті у закордонних наукових журналах і збірниках – 3.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, 19 додатків на 85 сторінках та списку використаної літератури зі 135 найменувань. Основний текст роботи викладений на 124 сторінках, містить 16 таблиць і 57 рисунків. Повний обсяг роботи становить 222 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, дано характеристику роботи та її зв'язок із науковими програмами, встановлено наукову новизну і практичне значення, сформульовано мету та завдання дослідження.

У **першому розділі** «Аналіз існуючих технологій та засобів механізації» здійснено стислий огляд вітчизняних і закордонних досліджень, що були проведені дотепер у галузі розробки машин і механізмів для технологічних процесів виділення насіння та доробки технологічної насінневої маси овочеваштанних культур, а також наведено їх порівняльну характеристику з визначенням переваг та недоліків.

Фундаментальними дослідженнями щодо підвищення ефективності технологічних процесів виділення насіння різних культур є роботи П. М. Василенка, Л. В. Погорілого, І. Ф. Анісімова, В. П. Медведєва, А. В. Дуракова, Е. С. Демидова та інших вчених. Описані в них технічні засоби становлять основу машин і обладнання з механізації одержання насіння овочеваштанних культур. Глибокі теоретичні та експериментальні дослідження, спрямовані на поліпшення технічних засобів сепарації та доробки насіння, зокрема й овочеваштанних культур, присвятили Л. М. Тіщенко, В. І. Завгородній, А. Ф. Головчук, В. В. Тарасенко, С. І. Пастушенко та інші.

На підставі аналізу літературних джерел та проведеного огляду існуючих способів доробки технологічної насінневої маси, зважаючи на її фізико-механічні властивості та вологість, найбільш перспективним рішенням проблеми підвищення якості та повноти довиділення насіння дині й огірка є комплексний підхід, що реалізує обладнання з механічним способом сепарації (для довиділення залишків насіння з технологічної маси, яка раніше надходила на утилізацію), а також комбінованим гідропневматичним способом сепарації (для підвищення якості відмивання насіння та відокремлення некондиційних насінин).

Створення такого комплексу машин для доробки технологічної насінневої маси дині й огірка дозволяє підвищити кількісні та якісні показники виділеного матеріалу, а також сприяє зростанню економічної ефективності всього процесу в цілому та потребує подальшої розробки.

У **другому розділі** «Аналітичні дослідження процесу довиділення насіння огірка та дині з технологічної насінневої маси» в основу теоретичного аналізу покладено вирішення завдань, пов'язаних з дослідженням вихрової

гідродинаміки гідропневмосепаратора; з вивченням впливу процесу кавітації на очищення насіння овочеваштаних культур; з математичним моделюванням процесу барботації під час очищення насіння овочеваштаних культур у гідропневмосепараторі та проведення аналітичних досліджень роботи похилого циліндричного сепаратора.

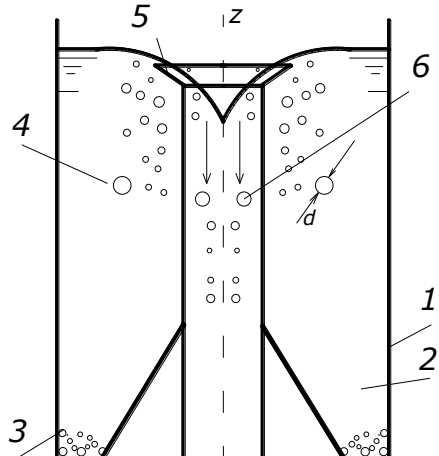


Рис.1. Схема гідропневмосепаратора: 1 – корпус сепаратора; 2 – вода з частинками плоду, насінням і т.п.; 3 – насіння; 4 – трубки для подачі води; 5 – зливна воронка; 6 – відходи

Рідке середовище з різними включеннями вважаємо умовно однорідною, в'язкою, нестискуваною рідиною. Рух такого середовища у загальному вигляді описано системою рівнянь Нав'є-Стокса, які розглядаються в циліндричній системі координат (r, z, φ) .

Увесь рух рідкого середовища – розділили на дві частини: нижче і вище живлячих трубок (рис.1). У нижній частині рух рідини змінюється вздовж осі z і при $z = 0$ вважаємо, що середовище знаходиться у спокої. У верхній області вважаємо, що середовище рухається з однаковою швидкістю вздовж координати z . Після перетворень системи рівнянь Нав'є-Стокса для поля колової швидкості в сепараторі одержано таке рівняння:

$$V(z, r) = V_0 \frac{5\pi d^2}{16R_2 \delta} J_1 \left(\frac{5\pi}{4} \frac{r}{R_2} \right) \frac{\operatorname{sh} \left(\frac{5\pi}{4R_2} z \right)}{\operatorname{sh} \left(\frac{5\pi}{4R_2} H \right)}, \quad (1)$$

де δ – умовна товщина плоского затопленого струменя в потоці; V_0 – швидкість струменя, який витікає з трубки; d – діаметр трубки; R_2 – радіус бака сепаратора.

На рис. 2 та рис. 3 зображено залежність (1) колової швидкості від радіуса і глибини ємності гідропневмосепаратора.

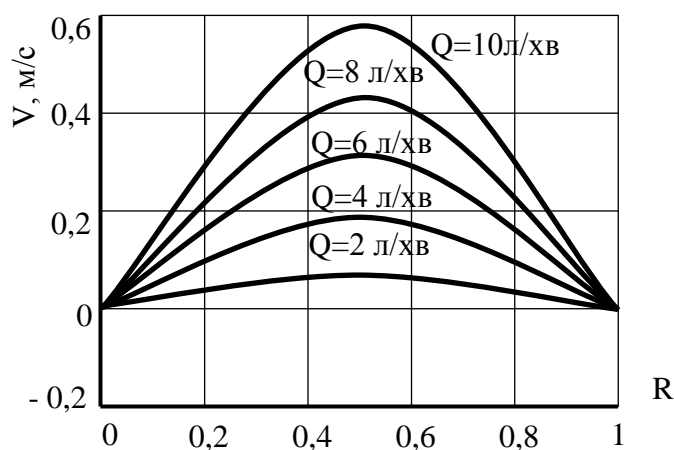


Рис. 2. Залежність колової швидкості від радіуса ємності сепаратора за різної величини подачі води

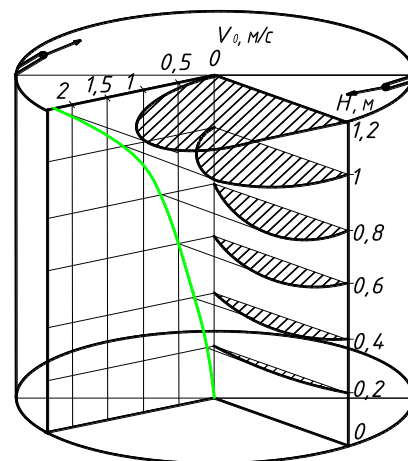


Рис. 3. Залежність колової швидкості від глибини гідропневмосепаратора

Унаслідок аналізу результатів проведеного моделювання одержаних залежностей встановлено, що швидкість обертання рідкого складного середовища в гідропневмосепараторі залежить від геометричних параметрів сопла живлячих трубок і кількості подачі води та змінюється залежно від глибини робочої ємності.

Під час роботи гідропневмосепаратора кондиційне відмите насіння спускається на дно ємності, тоді як частинки кірки та інші включення спливають до вільної поверхні рідини в сепараторі і потрапляють у зливну воронку. Нами вперше досліджено процес зливу рідкого складного (суміш води, пошкодженого насіння, соку, часток кірки та м'якоти) середовища через край воронки, схему якого представлено на рис. 4, що дало змогу теоретично визначити розрахункову висоту h піднімання рідини над краєм воронки:

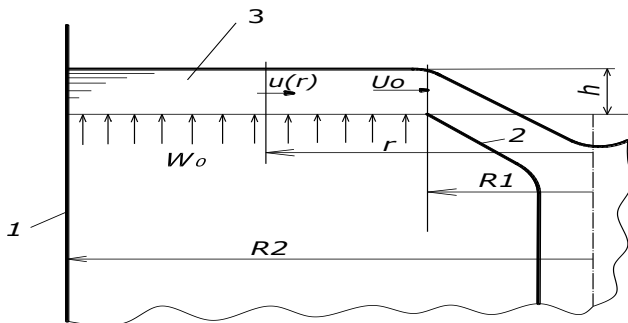


Рис. 4. Схема зливу рідини через край воронки: 1 – стінка бака гідропневмосепаратора; 2 – воронка; 3 – рідина

$$h = \frac{Q_0 g}{2\pi R_1 u} = \left(\frac{Q_0^2}{24\pi^2 R_1^2 g} \right)^{1/3}, \quad (2)$$

де Q_0 – кількість подачі води, л/хв, R_1 – радіус воронки, м, g – прискорення вільного падіння, м/с².

Також отримано рівняння для визначення швидкості зливу:

$$u = \left(\frac{3 Q_0 g}{\pi R_1} \right)^{1/3}. \quad (3)$$

Отримані значення параметрів $h = 5,5 \dots 6$ мм, $u = 0,45 \dots 0,5$ м/с відповідають тим, що спостерігали під час роботи установки. Вони забезпечують гарантоване видалення відходів гідропневмосепарації насіння за мінімально необхідного обсягу витрат рідини.

У досліджуваній машині виникає гідродинамічна кавітація при спливанні великих бульбашок повітря, під час барботування та їхнього дроблення в локальних зонах рідини. Тут кавітація слугує для очищення насіння від мезги і сприяє інтенсифікації процесу відмивання насіння.

Методом операційного числення одержані рівняння для закону пульсацій і імпульсів тиску, що випромінює бульбашка.

$$R_1(t) = -\frac{1}{\rho_0 c_0 \alpha \omega} \left[\int_0^t \frac{dP_e(\tau)}{d\tau} + P_e(\tau) e^{-\beta(t-\tau)} \sin \omega(t-\tau) d\tau \right], \quad (4)$$

$$\text{де } \omega^2 = \omega_0^2 - \beta; \quad \omega_0^2 = \frac{3\gamma P_{\Gamma 0}}{\rho_0 c_0^2} a^2; \quad 2\beta = \frac{a(\alpha-1) + 2\beta_0}{a}; \quad 2\beta_0 = \frac{\omega_0^2 \alpha}{a}.$$

$$P_u(r, t) = -\frac{2\beta R_0}{\alpha r} \int_0^{t^0} P_e(t^0 \tau) e^{-\beta \tau} \left[\cos \omega r + \frac{\omega^2 \beta^2}{2\beta \omega} \sin \omega \tau \right] d\tau, \quad (5)$$

де $t^0 = t - (r - R_0/c_0)$ – хвилевий аргумент; r – радіальна координата; η – динамічна в'язкість середовища; ρ_0 – початкова густина рідини середовища; c_0 – швидкість звуку в рідині; τ – змінна інтеграції; $P_{\Gamma 0}$ – тиск, відповідний статичному тиску

в середовищі; k – показник адіабаты газу; P_T – тиск газу в бульбашці; P_u – тиск у випромінюючій пульсуючій бульбашкою хвилі; P_n – втрати тиску за рахунок в'язкості середовища; R – радіус бульбашки; $R_I(t)$ – деяка функція часу; R_0 – рівноважний радіус бульбашки; a – радіус бульбашки в певний момент часу.

Дослідження диференціальних рівнянь визначення пульсацій та імпульсів тиску, який випромінює газова бульбашка, дозволило встановити, що із зростанням кількості та розмірів бульбашок до певних меж ($R=0,27\div 1,15\cdot 10^{-3}$ м) інтенсивність їх схлопування також зростає, завдяки чому покращує якість та швидкість відмивання насіння овочевих культур.

Одним із завдань цього дослідження є створення математичної моделі впливу процесу барботації на відмивання насіння від складових технологічної маси (рис. 5). За рахунок барботації відбувається інтенсивне тертя шарів рідини, що дає можливість розмивати слиз і желатиноподібну плівку до стану клітковини і соку та забезпечує найкраще очищення насіння.

Розглянувши динаміку зростання радіуса a_0 бульбашки газу над отвором барботера, маємо лінійний закон його зміни від часу:

$$a_0 = a(t_0) = \sqrt{\frac{2 \Delta P}{3 \rho_{ж}}} \cdot t_0, \quad (6)$$

де t_0 – час зростання бульбашки до відриву, $\rho_{ж}$ – густина рідини, P – тиск повітря в барботері.

Одержано залежність впливу тиску повітря в барботері на частоту відриву бульбашок, звідки приймаємо $a_0 = 4,5$ мм як середньозважений радіус бульбашки (рис. 6).

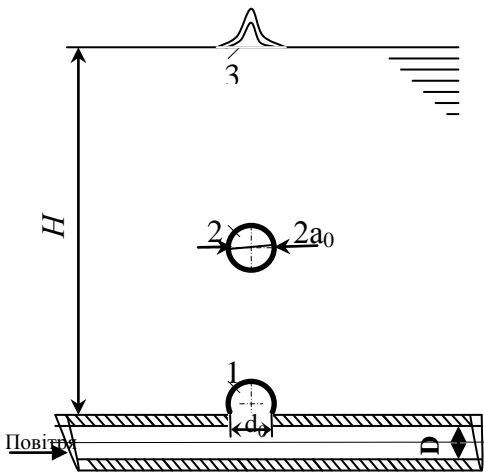


Рис. 5. Схема барботування:
1 – бульбашка, що виникає;;
2 – спливаюча бульбашка;
3 – руйнування бульбашки

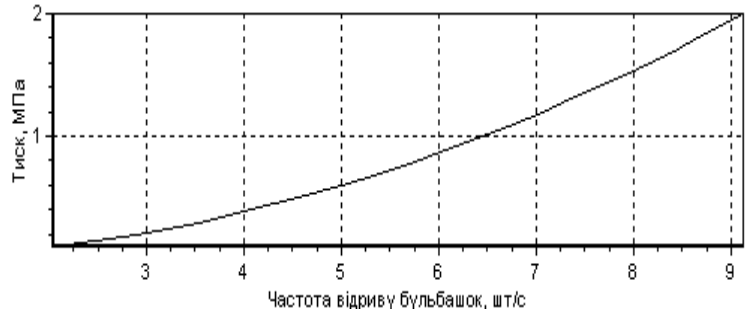


Рис. 6. Залежність частоти відриву бульбашки від кількості подачі повітря

Рівноважну швидкість спливання u_0 визначимо за умови рівності сили опору підйомній силі:

$$\frac{4}{3} \pi a_0^3 (\rho_T - \rho_{ж}) g = c_y \rho_{ж} \pi a_0^2 \frac{u_0^2}{2}, \quad (7)$$

тут c_y – коефіцієнт опору; ρ_T – густина маси; d_0 – діаметр отворів барботера.

Звідки, після ряду перетворень одержуємо:

$$u_0 = \frac{2,18 \cdot R_0}{(\nu_0 / a_0) + 31,6 \sqrt{R_0}}, \quad (8)$$

де ν – в'язкість середовища.

Проведені дослідження та математичне оброблення результатів моделі руху бульбашок дозволили аналітично визначити раціональні межі параметрів тиску в повітропроводі ($P = 0,5 \dots 2$ МПа) та швидкості спливання ($u = 0,05 \dots 0,2$ м/с) бульбашок, за яких процес очищення насіння в гідропневмосепараторі має найвищі результати. Зменшення показників P і u значно погіршує якість відмивання насіння, а їхнє перебільшення утворює в рідині повітряні струмені, що суттєво збільшують втрати насіння.

Для довиділення залишків насіння із попередньо переробленої технологічної маси овочеваштанних культур створено похилий циліндричний сепаратор, який є сітчастим барабаном, що обертається навколо центральної осі під кутом до горизонту. Великі частинки кірки дині або огірка подаються на внутрішню поверхню барабана. Параметри роторного сепаратора (діаметр, число обертів за хвилину, нахил) добирають так, щоб переміщення об'ємних мас по решету відбувалося без відриву від поверхні барабану для забезпечення тертя кірки, що інтенсифікує процес просіювання насіння крізь решето. Безвідривний рух подрібнених мас складається з їх періодичних підйомів і опускань по внутрішній поверхні сепаратора (рис. 7). З погляду теорії коливань ці переміщення є автоколиваннями, за яких відбувається періодичне зростання сил (моментів) тертя і поновлюючих сил.

Математична модель роботи циліндричного сепаратора є випадком квазістатистики (постійного малого прослизання) частинки по внутрішній поверхні барабана.

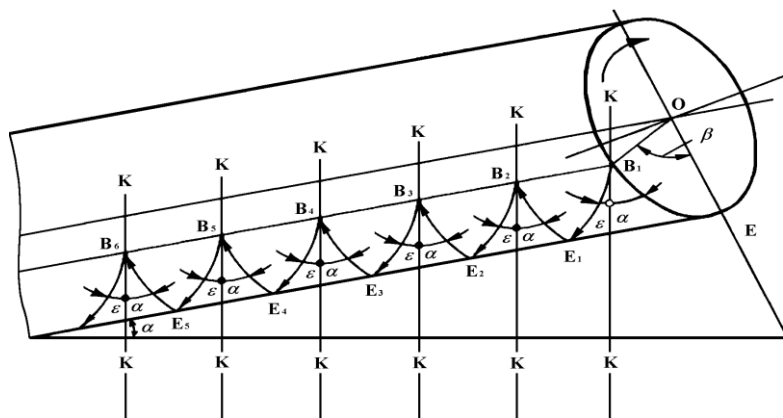


Рис. 7. Схема руху матеріалу в похилому циліндричному сепараторі

Умова рівноваги дії сил на тіло:

$$G \cdot \sin \beta - F_{mp} = 0, \quad (9)$$

де β – кутова координата; G – вага тіла ($G = mg$); m – маса тіла; F_{mp} – сила тертя.

Силу тертя визначимо з урахуванням обертання:

$$F_{mp} = (G \cdot \cos \beta + C) f_{mp}, \quad (10)$$

$$\text{де } C - \text{відцентрова сила тиску } C = m \frac{V_0^2}{R}, \quad (11)$$

тут V_0 – постійна колова швидкість; R – радіус барабана.

Підставляючи (9), (10) в (11), одержимо рівняння для рівноважної швидкості обертання тіла:

$$V_0 = \sqrt{Rg \left(\frac{\sin \beta}{f_{mp}} - \cos \beta \right)}. \quad (12)$$

Враховуючи, що $V_0 = \pi R n / 30$, знайдемо число обертів барабана n :

$$n = \left(\frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{R}{g}} \left(\frac{\sin \beta}{f_{mp}} - \cos \beta \right) \right)^{1/2}, \quad (13)$$

де $\frac{\sin \beta}{f_{mp}} > \cos \beta$.

Динамічні показники руху кірки деякої маси m по внутрішній поверхні сепаратора визначали з урахуванням суми моментів сил ($\sum M_i = 0$), що діють на тіло і складені з сил інерції, скочування та тертя. Поточне положення тіла встановлювали кутовою координатою $\beta(t)$. Одержане рівняння динаміки руху кірки має вигляд:

$$\ddot{\beta} + \left(\sqrt{\frac{g}{R}} \right)^2 \sin \beta = f_{mp} \left[\dot{\beta}^2 + \left(\sqrt{\frac{g}{R}} \right)^2 \cos \beta \right]. \quad (14)$$

тут $\dot{\beta}$ – кутова швидкість; $\ddot{\beta}$ – кутове прискорення.

На рис. 9 наведені результати моделювання автоколивань кірки всередині барабана, що розраховували за рівнянням (14) для значень коефіцієнта тертя в межах 0,3...0,4, за яких відбувається найбільш ефективно протирання кірки по решету з метою відділення залишків насіння.

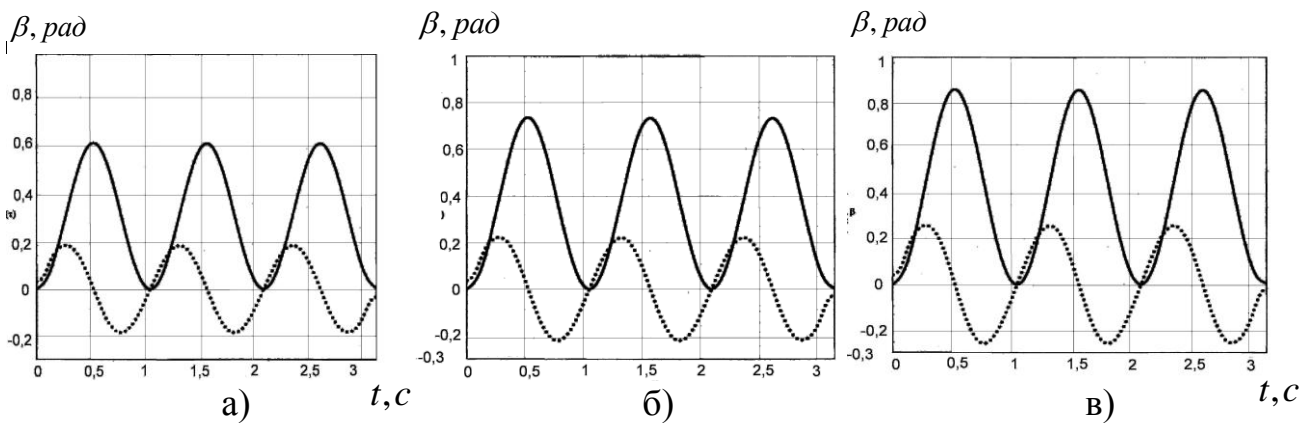


Рис. 9. Автоколивання тіла по колу сепаратора, за:

а) $f_{mp} = 0,3$, б) $f_{mp} = 0,35$, в) $f_{mp} = 0,4$; — $\beta(\tau)$; — $0,1 \cdot d/dt \cdot \beta(\tau)$

За рис. 9 у прийнятих межах зміни коефіцієнта тертя спостерігаємо лінійне підвищення амплітуди піднімання кірки. Подальше збільшення коефіцієнта тертя унеможливило її коливальний рух, оскільки вона буде переміщуватися разом з барабаном без протирання.

Аналізуючи графічні залежності встановлено раціональне значення коефіцієнта тертя фрагментів кірки у 0,37...0,4, що дозволило добирати відповідні матеріали робочої поверхні сепаруючого барабана, які подовжили

шлях проходження кірки по внутрішній поверхні, завдяки чому забезпечилося більш повне відділення насіння.

Під час проведення теоретичних досліджень встановлена необхідність експериментального визначення окремих механіко-технологічних показників насіння та технологічної насінневої маси дині й огірка, щоб урахувати їхній вплив на ефективність роботи комплексу машин.

У третьому розділі «Програма і методика експериментальних досліджень» розроблено методичний комплекс з їх проведення.

За прийнятою методикою експериментальні дослідження було розподілено на два етапи. На першому етапі були визначені механіко-технологічні властивості технологічної насінневої маси та насіння дині й огірка. На другому етапі проводилися дослідження технологічного процесу відділення насіння та доробки технологічної насінневої маси цих культур на оригінальних експериментальних установках в лабораторних та польових умовах з метою уточнення та оптимізації їх технологічно-конструктивних параметрів. Створено комплекс лабораторних приладів для експериментальних досліджень розмірно-масових та фрикційних якостей технологічної насінневої маси та насіння дині й огірка. Розроблено методику та створено лабораторний прилад для визначення в'язкості складного рідкого середовища. Виготовлене обладнання дозволяє визначати основні технологічні властивості досліджуваних об'єктів, що забезпечує одержання коректних показників технологічного процесу доробки насінневої маси дині й огірка на новому комплексі машин, які створені для додаткового одержання насіння та покращення його якісних характеристик.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» наведено такі дані: вивчення механіко-технологічних якостей насіння та технологічної насінневої маси огірка й дині; проведення лабораторних експериментальних досліджень технологічного процесу виділення насіння на розробленому комплексі машин; виробнича перевірка комплексу машин для доробки насінневої маси дині й огірка як складової технологічної лінії.

Одержані розмірні параметри частинок насінників та насіння дозволили обґрунтувати межі регулювання технологічних режимів роботи машин, параметри зливного вузла гідропневмосепаратора та розміри отворів решета похилого сепаратора, що забезпечують нормативну якість одержаного насіння.

Під час лабораторних досліджень визначено, що подрібнена технологічна маса огірка та дині, яка надходить на сепарацію, має різний склад компонентів та розподіляється таким чином: насіння – від 3,5% до 3,8 %, кірка – від 41,2% до 53,6%, сік з мезгою – від 42,9% до 55%.

Проведені експерименти дали змогу з'ясувати фрикційні властивості насіння та подрібненої кірки плодів. Величини коефіцієнтів тертя визначалися з використанням значень кутів ковзання, що для нашого випадку знаходиться в межах 18-21°, та часу, витраченого на проходження певної відстані по поверхні. Аналіз одержаних результатів дозволив зробити висновок, що експериментальні показники коефіцієнта тертя, отримані на решітному полотні ($f = 0,34 \dots 0,38$), збігаються з величиною цих показників, визначених під час теоретичних розрахунків.

Експериментальні дослідження параметрів в'язкості (табл. 1) рідкого середовища дозволили встановити середній час падіння насінини на глибину 1 м – $t_0 = 3,05$ с, та в'язкість середовища – $\nu = 0,956 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, порівнюючи їх із величинами показників, одержаних під час теоретичних розрахунків.

Таблиця 1

Результати досліджень в'язкості складного середовища						
i	1	2	3	4	5	6
$t_{0i}, \text{с}$	3,01	3,02	3,22	2,91	2,94	3,20
$\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 t_{0i}, \text{с}$	3,05					
	Експериментальні			Теоретичні		
$\nu, \text{м}^2/\text{с}$	$0,956 \cdot 10^{-5}$			10^{-5}		
C_y	0,68			0,7		
$u_0, \text{м/с}$	0,324			0,328		

Визначення в'язкості рідкого середовища дало можливість вирахувати значення рівноважної швидкості падіння насіння всередині гідропневмосепаратора, яку використовуємо для моделювання процесу руху насіння в машині та встановлення раціональної глибини ємності, для забезпечення повного відмивання насіння. Зіставляючи результати експериментальних $u_0 = 0,328 \text{ м/с}$ та теоретичних $u_0 = 0,324 \text{ м/с}$ досліджень констатуємо, що ці швидкості чисельно майже повністю збігаються.

Розроблено комплекс машин для реалізації механізованої технології доробки технологічної насінневої маси дині й огірка (рис. 10).

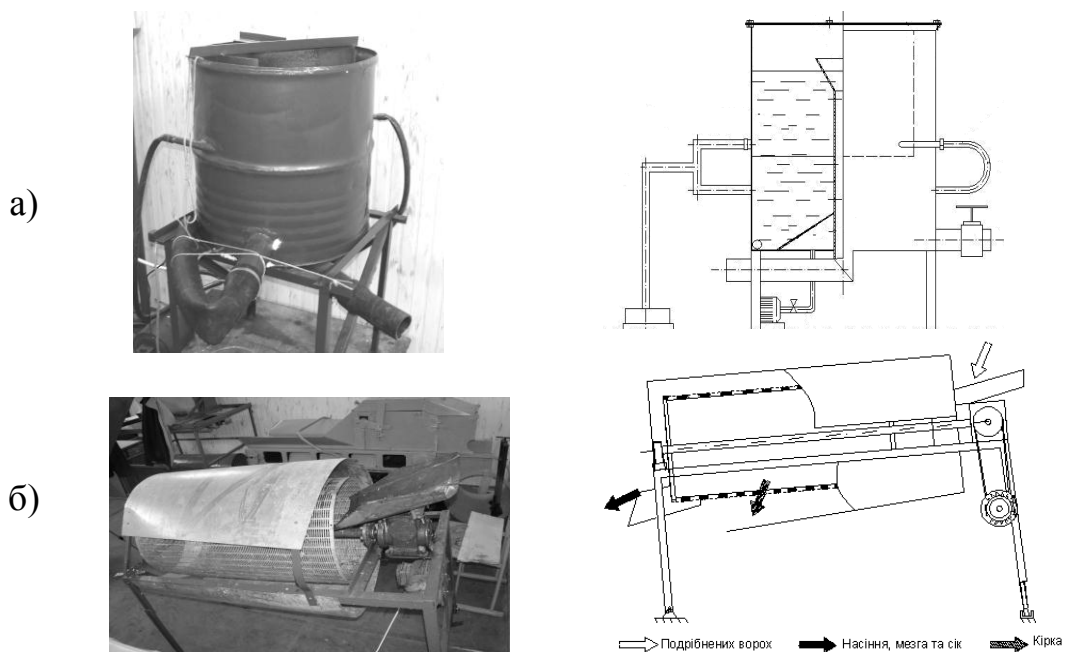


Рис. 10. Експериментальні лабораторні установки:

а) гідропневмосепаратор; б) циліндричний похилий сепаратор

Експериментальні дослідження здійснювалися відповідно до прийнятої методики і галузевих стандартів з використанням математичних методів планування. Обробка результатів експериментальних досліджень здійснювалася

методами математичної статистики із застосуванням ПЕОМ та спеціально розроблених прикладних програм. Було проведено добір та ранжування факторів, що впливають на хід виконання технологічного процесу гідропневмосепаратором та циліндричним сепаратором, з подальшим аналізом діаграм їхнього ранжування. Як критерії оптимізації обрано засміченість (ЗН) та втрати (ВН) насіння. Після відкидання незначних факторів для гідропневмосепаратора було обрано 4-факторний 3-рівневий, а для циліндричного сепаратора – 3-факторний 3-рівневий план Бокса II порядку.

Відповідно до плану експерименту було проведено оцінювання залежності показників якості виконання технологічного процесу від таких чинників: подача води (X_1), л/хв; кут направлення форсунок подачі води до горизонту (X_2), град.; подача насінневої маси, що сепарується (X_3), кг/с; подача повітря (X_4), Мпа., вони є визначальними у разі формування якості роботи гідропневмосепаратора та частота обертання барабана (X_1), об/хв; кут нахилу барабана (X_2), град.; подача технологічної маси, що сепарується (X_3), кг/хв – циліндричного похилого сепаратора (табл. 2).

Таблиця 2

Основні фактори, які впливають на якість виконання технологічного процесу виділення насіння, їх умовні позначення та рівні варіювання

Позн.	Фактори	Рівень варіювання		
		(-1)	0	(+1)
Гідропневмосепаратор				
X ₁	Подача води, л/хв	5	6	7
X ₂	Кут направлення форсунок, град.	0	15	30
X ₃	Подача маси, що сепарується, кг/хв	5	10	15
X ₄	Подача повітря, МПа	0	1	2
Похилий циліндричний сепаратор				
X ₁	Частота обертання барабану, об/хв	40	60	80
X ₂	Подача технологічної маси, що сепарується, кг/хв	0	4	8
X ₃	Кут нахилу барабана, град.	0	6	12

Після статистичної обробки експериментальних результатів на ПК одержано математичні моделі, які описують проходження технологічного процесу в гідропневмосепараторі (15) і (16), та циліндричному сепараторі (17) і (18) для втрат (ВН) та засміченості насіння (ЗН), що мають такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 BH = & 4,097 + 0,274 \cdot X_1 + 0,331 \cdot X_2 + 0,022 \cdot X_3 + 0,55 \cdot X_4 + 0,011 \cdot X_1 \cdot X_2 + \\
 & + 0,026 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,081 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,109 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,112 \cdot X_2 \cdot X_4 + \\
 & + 0,32 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0,691 \cdot X_1^2 - 0,188 \cdot X_2^2 + 0,364 \cdot X_3^2 + 0,404 \cdot X_4^2;
 \end{aligned}
 \quad (15)$$

$$\begin{aligned}
 ZH = & 3,286 + 0,122 \cdot X_1 + 0,125 \cdot X_2 + 0,097 \cdot X_3 - 0,049 \cdot X_4 - 0,152 \cdot X_1 \cdot X_2 - \\
 & - 0,051 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,004 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,11 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,102 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0,373 \cdot X_3 \cdot X_4 - \\
 & - 0,353 \cdot X_1^2 + 0,335 \cdot X_2^2 + 0,053 \cdot X_3^2 + 0,027 \cdot X_4^2;
 \end{aligned}
 \quad (16)$$

$$\begin{aligned}
 BH = & 2,034 - 0,117 \cdot X_1 - 0,105 \cdot X_2 + 0,149 \cdot X_3 + 0,813 \cdot X_1 \cdot X_2 + \\
 & + 0,442 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,492 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,133 \cdot X_1^2 - 0,208 \cdot X_2^2 - 0,173 \cdot X_3^2;
 \end{aligned}
 \quad (17)$$

$$3H = 5,484 - 0,344 \cdot X_1 + 0,012 \cdot X_2 + 0,637 \cdot X_3 + 2,217 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,083 \cdot X_1 \cdot X_3 + 1,683 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,306 \cdot X_1^2 - 0,585 \cdot X_2^2 - 0,586 \cdot X_3^2. \quad (18)$$

Подальший аналіз одержаних рівнянь регресії було проведено графічним способом з використанням методу двовірних перетинів при послідовній установці двох незалежних факторів на фіксованій величині (див. табл. 2) для гідропневмосепаратора (рис. 11. а, б) та одного незалежного фактора для циліндричного похилого сепаратора (рис. 11. в, г).

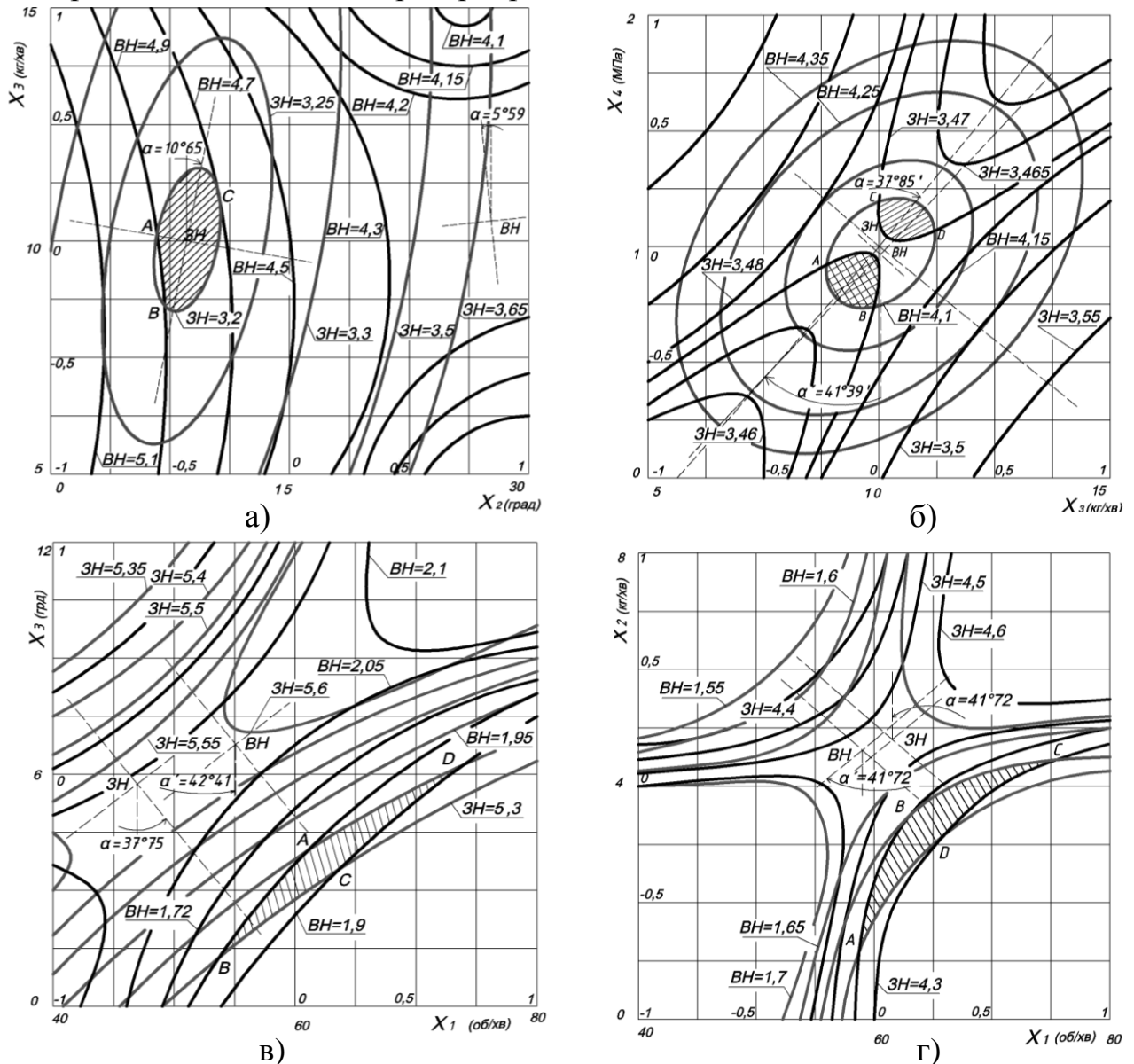


Рис. 11. Двовірні перетини поверхонь відгуку показників 3H і BH

Двовірний перетин поверхонь відгуку у разі поєднання факторів X_2 і X_3 при $X_1 = 0$ та $X_4 = 0$ показано на рис. 11. а. Зона оптимального поєднання факторів обмежена кривими 3H і BH у точках А, В, С. З огляду на це, засміченість насіння не перевищує 3,2 %, а втрати насіння знаходяться у межах $4,7 \% < BH < 4,9 \%$. За цих показників критеріїв оптимізації величина подачі технологічної маси склала 8,5...11 кг/хв, а кут направлення форсунок до горизонту – $7^\circ \dots 10,5^\circ$. Характер зміни кривих АВС вказує на те, що із збільшенням кута нахилу форсунок подача технологічної маси також зростає.

Дослідження результатів поєднання факторів X_3 і X_4 (рис. 11.б) свідчить, що під час втрати насіння до 4,1 % у того, що залишилося в технологічній масі, засміченість не перевищує 3,47 %, подача повітря становить 0,74...0,96 МПа, а подача маси, що сепарується, 8,4...10 кг/хв. Аналіз одержаних зон оптимального поєднання факторів вказує, що із збільшенням подачі технологічної маси рівень подачі повітря потрібно підвищувати.

Аналізуючи двомірний перетин поверхонь відгуку поєднання факторів X_1 і X_3 при $X_2 = 0$ (рис. 11, в), можна встановити, що у разі втрат насіння в межах 1,9...1,95 % у того, що залишилося на поверхні подрібненої кірки, засміченість коооливається в межах 5,3...5,35 %. У разі збільшення кількості обертів барабана, збереження значень критеріїв оптимізації спостерігаємо за незначного збільшення кута нахилу сепаратора до горизонту, а саме, якщо частота барабана становить 54...73 об/хв, то кут його нахилу може змінюватися від 1,5 до 6,3 град. Поєднання факторів X_1 і X_2 зображено на рис. 11. г, зона оптимального поєднання факторів обмежена кривими ЗН і ВН між точками А, В, С, D. У цій зоні показник засміченості насіння перебуває на рівні 4,3...4,4 %, а втрати насіння – в межах 1,55...1,6 %. Такі значення критеріїв оптимізації забезпечуються в разі подачі технологічної маси від 1,7 до 4,7 кг/хв і за частоти обертання барабана – 58...72 об/хв. Характер зміни кривих АВС і ADC вказує, що із збільшенням подачі робочої маси на переробку потрібно незначно збільшувати кількість обертів барабана.

Слід зазначити, що критерії оптимізації відповідають агротехнічним вимогам та для гідропневмосепаратора і циліндричного похилого сепаратора знаходяться в такому діапазоні: засміченість насіння відповідно – 2...3,5 % та 4...5%; втрати насіння – 2,5...5 % і 1,5...2% від загальної кількості насіння в технологічній масі, що надходить на доробку.

У п'ятому розділі «Результати виробничої перевірки та визначення економічної ефективності впровадження нових машин» висвітлено результати впровадження модернізованої технологічної лінії і машини для одержання насіння огірка й дині, проведеного у 2009-2010 роках на базі консервного заводу фермерського господарства "Владам" Жовтневого району Миколаївської області й Інституту південного овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України. Вони підтвердили теоретичні розрахунки і лабораторні дослідження та дозволили додатково одержати близько 50 кг насіння огірка та дині за загального обсягу переробки цих двох культур у 8,5 тон плодів. Схожість довіділеного насіння перевіряли в лабораторії господарства де, для дині вона становила 98...99%, а для огірка – не менше 99%. Порівняльні випробування виконувалися на базовому обладнанні, на машині ОСБ-0,6 як такої, що має на сьогодні найкращі показники з тих, що використовують у цій галузі.

Розрахунковий річний економічний ефект від впровадження комплексу з додаткового виділення насіння та доробки технологічної насіннєвої маси дині й огірка складає відповідно 54646,6 грн і 23784,3 грн за терміну його окупності 0,3 та 0,7 року. Крім того, річне зниження витрат праці порівняно з базовим становить близько 500 люд.-год, а їх ступінь зниження – майже 50 %.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення та розв'язування нового наукового завдання: обґрунтування технологічного процесу та параметрів роботи комплексу машин для доробки насіннєвої маси овочеваштанних культур, яке дозволило забезпечити підвищення ефективності процесу виробництва насіння огірка й дині.

Основні підсумки виконання роботи сформульовані у таких висновках і практичних результатах:

1. Проведено аналіз наявного в Україні обладнання галузі насінництва овочеваштанних культур, встановлено суттєві недоліки у технологічному і технічному забезпеченні процесу виробництва насіннєвого матеріалу в умовах невеликих спеціалізованих та фермерських господарств і, як наслідок, значні обсяги втрат насіння та недостатні показники його якості.

Визначено, що одним з перспективних рішень вказаної проблеми є доробка технологічної маси насінників, що раніше виводилася у відходи, щоб додатково виділити насіння. Такий підхід варто реалізувати за допомогою комплексу обладнання – для довиділення залишків насіння (з механічним способом сепарації) і для підвищення якості насіння (з гідропневматичним способом сепарації).

2. Виконавши теоретичні дослідження вихрової гідродинаміки гідропневмосепаратора і провівши математичне моделювання, встановлено межі зміни колової швидкості потоку ($V = 0,3...0,6$ м/с), під час чого поліпшується якість процесу відмивання насіння від слизу, м'якоті та інших включень, а також вперше обґрунтовано залежність технологічних характеристик процесу зливу (мінімальних витрат) робочої рідини ($Q = 5...6$ л/хв.), висоти шару рідини над воронкою ($h = 5,5...6$ мм) та швидкості зливу ($u = 0,45...0,5$ м/с), що забезпечують повноцінне видалення відходів гідропневмосепарації з робочої ємності машини.

3. Для розрахунку та управління якістю відмивання (очищення) насіння від складових технологічної маси створені математичні моделі процесів барботації і кавітації, що відбуваються у гідропневмосепараторі. Одержано рівняння для визначення гідродинамічних і технологічних параметрів машини, що враховують динаміку руху рідини. Проведеними розрахунками встановлено, що ефективність відмивання насіння огірка й дині досягається за тиску повітря $P = 0,8...1,5$ МПа, рівноважної швидкості спливання парових і газових бульбашок $u_0 = 0,1...0,2$ м/с та їхнього радіуса $a^0 = 2,5... 6,5$ мм.

4. Аналітично встановлено, що на результати довиділення залишків насіння за допомогою циліндричного роторного сепаратора із попередньо переробленої робочої маси огірка й дині істотно впливає її безвідривний рух по внутрішній поверхні сепаратора, характер якого (періодичні підйоми та опускання фрагментів кірки із залишками насіння) адекватно описується як автоколивання. Обґрунтовано величини коефіцієнта тертя ($f = 0,37...0,4$) і висоти підйому кірки ($\beta \leq 1$ рад.), з допомогою яких збільшується шлях

проходження робочого тіла, чим забезпечується більш повне відділення насіння.

5. Комплексним аналізом результатів теоретичних та експериментальних досліджень, проведенням багатофакторного експерименту визначені та рекомендовані оптимальні значення конструктивно-технологічних параметрів, що мають найбільший вплив на хід і якість виконання технологічного процесу:

– для гідропневмосепаратора: подача робочої рідини у 5,5...6,5 л/хв; кут направлення форсунок – 7°...13°; подача маси на сепарацію – 8...10 кг/хв; подача повітря – 0,75...1,25 МПа;

– для похилого циліндричного сепаратора: подача технологічної маси становить 3...6 кг/хв; кут нахилу барабана – 4°...6°; частота обертання барабана – 60...70 об/хв, при яких втрати насіння перероблюваних культур становлять, відповідно, 2,5...5% та 1,5...2%, а його засміченість – 2...3,5% та 4...5%, що відповідає агротехнічним вимогам.

6. Упровадження технологічної лінії з виділення насіння дині й огірка, використовуючи розроблений насінневиділювальний комплекс машин в Інституті південного овочівництва і баштанництва НААН України (м. Гола Пристань Херсонської області) та на консервному заводі фермерського господарства «Владам» Жовтневого району Миколаївської області, дозволило одержати річний економічний ефект на суми 11356 грн та 8735 грн, якщо обсяг переробки насінників дині й огірка у 3 і 8,5 тонн відповідно.

Річний економічний ефект від впровадження комплексу з виділення насіння та доробки технологічної насінневої маси дині й огірка порівняно із базовою машиною ОСБ-0,6 становить відповідно 54646,6 грн. і 23784,3 грн. з терміном його окупності 0,3 та 0,7 року. Крім того, річне зниження витрат праці становить 474,1 люд.-год, а ступінь їхнього зниження – 47,57 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. Огієнко М. М. Перспективи підвищення якості технологічного процесу одержання насіння овочештанних культур за рахунок впровадження лінії доробки / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко, Н. В. Горбенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2007. – Вип. 2(41). – С. 193–197. *(Здобувачем обґрунтовано напрямки досліджень)*.
2. Огієнко М. М. Комплексна, енергозберігаюча технологія виділення насіння овочештанних культур / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко, К. М. Думенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь, 2008. – Вип. 8. Т. 4. – С. 24–30. *(Здобувачем проведено аналіз відомих ліній по виділенню насіння)*.
3. Огієнко М. М. Методика проведення випробувань машин для доробки насінневої технологічної маси овочештанних культур / С. І. Пастушенко, О. А. Горбенко, М. М. Огієнко // Прогнозування та

- випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва : зб. наук. праць УкрНДІ. – Дослідницьке, 2008. – Вип. 11 (25). – С. 349–356. *(Здобувачем проведено аналіз відомих методик проведення випробувань машин).*
4. Огієнко М. М. Особливості одержання та доробки насіння овочештанних культур з використанням гідропневмосепаратора // Вісник аграрної науки Причорномор'я / М. М. Огієнко. – Миколаїв, 2008. – Вип. 1 (42). – С. 206–212.
 5. Огієнко М. М. Експериментальні дослідження компонентів подрібненої маси та фізико-механічних властивостей насіння овочештанних культур / С. І. Пастушенко, О. А. Горбенко, М. М. Огієнко // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка. – Х., 2007. – Вип. 62. – С. 318–323. *(Здобувачем досліджено фізико-механічні властивості насіння овочештанних культур).*
 6. Огієнко М. М. Особливості виділення насіння та доробки технологічної маси овочештанних культур похилим циліндричним сепаратором / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2008. – Вип. 4 (47). – С. 224–229. *(Здобувачем виготовлено конструкцію експериментальної установки).*
 7. Огієнко М. М. Особливості лабораторних досліджень процесу доробки насінневої маси баштанних культур та видалення залишків насіння / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Вісник Львівського національного аграрного університету. – Львів, 2009. – Вип. 13. – С. 124 –133. *(Здобувачем проведено теоретичний аналіз зв'язку основних конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи комплексу машин для доробки технологічної насінневої маси).*
 8. Огієнко М. М. Експериментальні дослідження комплексу машин для доробки технологічної маси та одержання насіння огірка / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь, 2009. – Вип. 9, Т. 4. – С. 99–107. *(Здобувачем досліджено процес відділення насіння від фрагментів насінневих плодів дині і огірка у похилому циліндричному сепараторі).*
 9. Огієнко М. М. Математичне дослідження вихрової гідродинаміки гідропневмосепаратора / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 2. – С. 230–235. *(Здобувачем розроблено і виготовлено конструкції експериментальних установок та виконано комплекс експериментальних досліджень).*
 10. Огієнко М. М. Експериментальні дослідження в'язкості складного рідкого середовища насінневої технологічної маси та параметрів руху насіння дині й огірка в гідропневмосепараторі / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2009. – Вип. 4 (51). – С. 244–251. *(Здобувачем досліджено параметри руху насіння дині й огірка в гідропневмосепараторі).*

11. Огієнко М. М. Математичне моделювання впливу процесу барботації на очистку насіння овочebаштанних культур гідропневмосепаратором / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, – Кіровоград, 2009. – Вип. 39. – С. 201–210. *(Здобувачем розроблено математичні моделі гідродинамічних процесів барботації, кавітації та флоатації, які інтенсифікують відмивання насіння у гідропневмосепараторі).*
12. Огієнко М. М. Дослідження фізико-механічних параметрів складного рідкого середовища технологічної насінневої маси овочebаштанних культур / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Вісник Сумського національного аграрного університету. – Суми, 2010. – Вип. 1 (21). – С.41–49. *(Здобувачем обґрунтовано напрямок досліджень).*
13. Огієнко М. М. Польові випробування лінії для виділення і доробки насіння овочebаштанних культур / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, Т. 9. – С. 75–82. *(Здобувачем розроблено і виготовлено конструкції експериментальних установок та проведено польові випробування)*
14. Огієнко М. М. Особливості створення комплексу машин для виділення і доробки насіння овочebаштанних культур в умовах Півдня України / С. І. Пастушенко, М. М. Огієнко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2010. – Вип. 144, Ч. 4 – С. 165–178. *(Здобувачем розроблено і виготовлено конструкції експериментальних установок та виконано комплекс експериментальних досліджень).*

Патенти

15. Пат. 29598 У України, МПК А23N15/00. Гідропневмосепаратор / Огієнко М. М., Пастушенко С. І, Горбенко О. А. / – заявл.30.03.07; Опубл. 25.01.08. Бюл. №2. *(Здобувачем запропоновано формулу винаходу і запропоновано конструктивну схему гідропневмосепаратора).*
16. Пат. 30735 У України, А23N15/00. Циліндричний сепаратор насіння овочebаштанних культур / Огієнко М. М., Пастушенко С. І, Горбенко О. А., Думенко К. М.– заявл. 09.11.07; Опубл. 11.03.08. Бюл. №5. *(Здобувачем запропоновано формулу винаходу і запропоновано конструктивну схему циліндричного сепаратора насіння овочebаштанних культур).*
17. Пат. 34920 У України, А23N15/00. Лінія одержання та доробки насіння овочebаштанних культур / Огієнко М. М., Пастушенко С. І, Горбенко О.А., Думенко К. М., Пастушенко А.С. / – заявл. 04.04.08; Опубл. 26.08.08. Бюл. №16. *(Здобувачем запропоновано формулу винаходу і запропоновано вузол доробки технологічної маси овочebаштанних культур).*

Матеріали і тези конференцій

18. Ogiyenko N. Features of constructing machines for extraction and revision of vegetable and melon seeds in the conditions of the South of Ukraine (Особливості конструювання машин для виділення і доробки насіння овочеваштанних культур в умовах Півдня України) / S. Pastushenko, K. Dumenko, P. Domchuk, N. Ogiyenko // Матеріали V Міжнародної конференції інститутів аграрної інженерії країн центральної та східної Європи. – Київ, 2007. – С. 88–94.
19. Огієнко М. М. Вдосконалення конструкції обладнання для відокремлення насіння овочеваштанних культур / Микола Миколайович Огієнко // II Всеукраїнська конференція-семинар аспірантів та пошукувачів в галузі аграрної інженерії «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»: VII Міжнар. наук.-практ. конф. : тези доп. – Кіровоград, 2007. – С.35–36.

Іноземні видання

20. Ogiyenko N. Research on influencing of cavitation process on cleaning vegetables and melon cultures seeds by hydro-pneumatic separator (Дослідження впливу процесу кавітації на очистку насіння овочеваштанних культур гідропневмосепаратором): Teka / S. Pastushenko, W. Tanas, N. Ogiyenko // Copyright by Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. – Lublin, 2009. – Vol. IX.
21. Ogiyenko N. Mathematical research on vortical hydrodynamics of hydro-pneumatic separator (математичне дослідження вихрової гідродинаміки гідропневмосепаратора) / S. Pastushenko, N. Ogiyenko, K. Dreszer // Teka. Copyright by Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, – Lublin, 2010. – Vol.X, – P. 315–325.
22. Ogiyenko N. Особливості досліджень механіко-технологічних властивостей насіння огірка та дині / S. Pastushenko, N. Ogiyenko, A. Pastushenko // MOTROL. Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, – Lublin, 2010. – Vol.12 a.

Огієнко М.М. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комплексу машин для доробки насіннєвої маси овочеваштанних культур. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11. – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2012.

Дисертація присвячена проблемі підвищення ефективності процесу одержання насіння на прикладах огірка й дині, шляхом удосконалення технології доробки насінневої маси та обґрунтування параметрів комплексу машин для її реалізації.

Розроблено новий комплекс машин для довиділення насіння дині й огірка, який дозволяє мінімізувати втрати насіння та зменшити його засміченість. На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано раціональні конструктивно-кінематичні параметри роботи машин. Виробничими випробуваннями доведено ефективність та економічність їх роботи.

Ключові слова: гідропневмосепаратор, похилий циліндричний сепаратор, засміченість і втрати насіння, технологічна насіннева маса, критерії оптимізації, доробка насіння.

Огиенко Н.Н. Обоснование технологического процесса и параметров комплекса машин для доработки семенной массы овощебахчевых культур. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11. – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2012.

Диссертация посвящена проблеме повышения эффективности процесса получения семян на примерах огурца и дыни, путем усовершенствования технологии доработки семенной массы и обоснование параметров комплекса машин для ее реализации.

Основной задачей работы ставилась разработка комплекса машин для получения семян и доработки технологической семенной массы овощебахчевых культур, на примере дыни и огурца, который позволит получать семена в соответствии с современными агротехническими требованиями в составе линии или самостоятельно.

Выполнен анализ существующих технологий и средств механизации получения семян дыни и огурца, который показал, что несовершенство существующей техники состоит, прежде всего, в отсутствии необходимых специализированных машин и приводит к недопустимым показателям потерь и засоренности семян.

Разработаны математические модели процесса выделения семян из технологической массы овощебахчевых культур в гидропневмосепараторе, которые рационально описывают процесс. При математическом исследовании вихревой гидродинамики гидропневмосепаратора установлено, что величина центробежной окружной скорости зависит от интенсивности подачи воды через форсунки. С увеличением подачи воды до определенных пределов от 2...10 л/мин круговая скорость движения потока увеличивается от 0,1 до 0,7 м/с, что дает возможность корректировать процесс отмыwania семян овощебахчевых культур (дыня и огурец) в гидропневмосепараторе от слизи, мякоти и других

включений. В результате исследований и математической обработки результатов модели кругового движения жидкости определено количество подачи воды ($Q = 5 \dots 8$ л/мин), при которой достигается наиболее эффективная скорость движения жидкой среды, которая позволяет оптимизировать процесс качественного отмывания семян.

Выполнены исследования по изучению механико-технологических свойств частиц семяносецев и семян дыни и огурца, результаты которых были использованы для теоретического обоснования процесса получения семян.

Проведенные экспериментальные исследования технологического процесса получения семян этих культур, а также их анализ позволили обосновать границы основных режимов работы нового комплекса машин.

Используя результаты теоретических и экспериментальных исследований, были изготовлены опытные образцы технологической линии. Проведены производственные испытания, которые дали положительные результаты. Расчетный экономический эффект от внедрения комплекса по дополнительному выделению семян и доработке технологической семенной массы дыни и огурца составляет соответственно 54646,6 грн и 23784,3 грн при сроке его окупаемости 0,3 и 0,7 года.

Ключевые слова: гидропневмосепаратор, наклонный цилиндрический сепаратор, засоренность и потери семян, технологическая семенная масса, критерии оптимизации, доработка семян.

Ogiyenko N. Substantiation process and parameters of the complex machinery for handling seed weight vegetable and melon crops. – Manuscript.

Thesis on competition for a scientific degree of Candidate of Technical Sciences on specialty 05.05.11. – Machines and Means of Mechanization for Agrarian Production. – The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2012.

The dissertation is devoted to the problem of mechanization of the process technology portfolio seed mass melons and cucumbers. A new range of machines for allocation seed melon and cucumber, which minimizes the loss of seeds and reduce the infestation. On the basis of theoretical and experimental studies reasonably rational design and kinematic parameters of the machines. Production tests proved the effectiveness and efficiency of their work.

Key words: hydro-pneumatic separator, inclined cylindrical separator, grade and loss of seeds, seed mass of technology, optimization criteria, completion of seeds.