

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ КАПСУЛЬОВАНОГО НАСІННЯ В БАРАБАНІ ДРАЖИРАТОРА

Л. Мариніна,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті наведені результати теоретичних досліджень руху капсульованого насіння в барабані дражиратора.

Ключові слова: насіння, капсула, барабан дражиратора.

Постановка проблеми. Насіння овочевих культур має великий діапазон фізико-механічних властивостей, що потребує створення різних висівних апаратів. Вирішення цієї проблеми полягає в тому, щоб не пристосовувати висівні апарати до насіння різних овочевих культур, а провести універсалізацію за фізико-механічними властивостями посівного матеріалу шляхом передпосівного оброблення, в результаті чого утворюється штучна оболонка. Така технологічна операція, як капсулювання, збільшує розміри насіння, масу, сипкість та форму, що полегшує його механізовану сівбу [1-4].

Аналізуючи науково-дослідні та конструкторські праці, можна зробити висновок про те, що створення теоретичних основ і розроблення машини для здійснення передпосівної обробки насіння овочевих культур з утворенням штучної оболонки на їх поверхні на сьогодні є актуальним напрямком досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом багато наукових досліджень присвячені удосконаленню машин для утворення штучних оболонок на поверхні насіння [5-8]. Найпоширенішими машинами для формування штучної оболонки є дражирувальні котли тороподібного типу [9-11].

Для підвищення ефективності роботи дражиратора під час передпосівного оброблення насіння в дражираторах розміщують додаткові вставні елементи [12], які інтенсифікують процес утворення штучної оболонки на поверхні насіння.

Мета дослідження – теоретично визначити момент відриву капсули з насінням від стінки барабана дражиратора.

Виклад основного матеріалу дослідження

Рух капсульованого насіння в барабані дражиратора являє собою водоспадний режим. Робочими ділянками, на яких відбувається формування штучної оболонки, є АВ та ЕА (рис. 1).

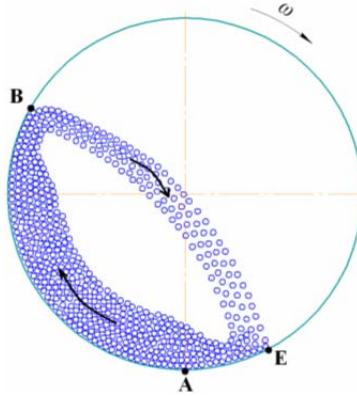
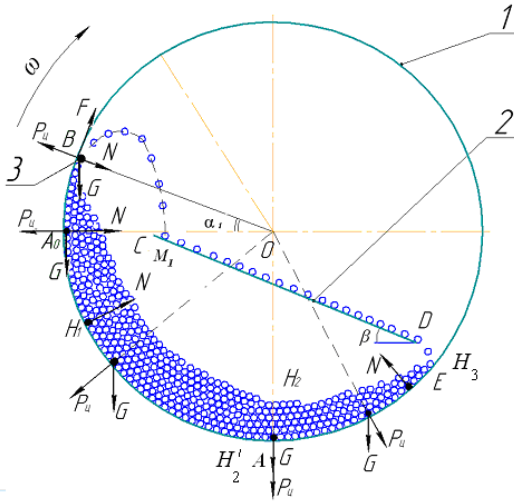


Рисунок 1 – Схема руху капсул у барабані дражиратора при водоспадному режимі

Таким чином, щоб збільшити продуктивність дражиратора потрібно збільшувати діаметр барабана, і як наслідок – це приведе до збільшення його габаритів та вартості. Ми пропонуємо встановити в барабан дражиратора додатковий робочий елемент – скатну дошку. Ділянка CD – додаткова робоча поверхня для формування капсул кулеподібної форми [13].

Розглянемо рух капсули з насінням в барабані дражиратора.

Схему дражиратора для формування капсул кулястої форми наведено на рисунок 2. Цей пристрій складається з барабана 1 і скатної дошки 2.



1 – барабан; 2 – скатна дошка; 3 – капсула, що піднімається

Рисунок 2 – Схема дражиратора і різні положення капсул

Під час переходу насіння з положення A в положення B відносний спокій його порушується, і воно починає переміщуватися по внутрішній поверхні барабана вгору, виникає відносний рух. Відносний рух капсули по внутрішній поверхні циліндра барабана, що рівномірно обертається, може бути досліджений як абсолютний, якщо до зовнішніх сил, які діють на капсулу з насінням, додати відцентрову силу від переносного руху і силу інерції від кориолісового прискорення [14].

Зовнішніми силами, прикладеними до матеріальної точки – одиниці капсули, є: сила тяжіння mg , сила тертя $F_{\text{тр}}$ та нормальна реакція поверхні циліндра N .

Як видно з рис. 2, барабан 1 обертається за годинниковою стрілкою і захоплює за собою капсули, що потрапили на нижню частину барабана. До обертання барабана на капсули діяли тільки сили G тяжіння вертикально вниз. При обертанні барабана з капсулами останні під дією сил F тертя між ними і внутрішньою поверхнею барабана захоплюються в обертальний рух навколо осі O ; при цьому розвиваються відцентрові сили інерції $P_{\text{ц}}$, направлені по радіусу обертання від осі O обертання. Ці сили $P_{\text{ц}}$ прикладені в точках A_0 та B , де знаходяться капсули, і рівні (капсулу приймаємо за матеріальну точку):

$$P_{\text{ц}} = m r \omega^2, \text{ Н}, \quad (1)$$

де m – маса капсули, кг;

r – радіус барабана (внутрішній), м,

ω – кутова швидкість обертання барабана навколо осі O , с^{-1} .

Як видно з рис. 2, при завантаженні дражиратора капсулами останні потрапляють вниз і опиняються спочатку в зоні $H_1 H_2 H_3$, причому число шарів цих капсул може бути більше 1, як це показано на рис. 2.

На кожну капсулу при обертанні барабана діють сила G тяжіння, направлена вниз, сила реакції N , направлена по нормалі до дуги $H_3 H_2 H_1$, сила тертя F і відцентрова сила інерції $P_{\text{ц}}$ направлена від центру O обертання. На кожну нижню капсулу H_2 діють сили G і $P_{\text{ц}}$, направлені вниз. На бічні капсули діють сили G , направлені вниз, і сили $P_{\text{ц}}$, направлені по радіусу обертання. Сума цих сил завантажує нижню поверхню барабана.

Капсула A_0 на початку знаходиться в кінці лівого горизонтального радіуса OA_0 , і на неї по вертикалі діє сила G . При обертанні барабана разом з ним обертатиметься ця капсула. За умови, що капсула почала обертатися разом з поверхнею барабана, діятиме сила G вниз, вліво діятиме відцентрова сила інерції $P_{\text{ц}}$, що визначається за формулою (1), а також нормальна сила реакції N направлена вправо. Якщо ж ця капсула ще повністю не включилася в обертальний рух, то сила $P_{\text{ц}}$ менше сили за формулою (1); меншою також буде сила N , тобто в даному випадку має місце перехідний період від руху капсули по нижньому півколу до її руху по верхньому півколу. При подальшому обертанні барабана разом з ним, під дією сил тертя барабана об капсули, обертається і ця капсула A_0 , притиснута до внутрішньої поверхні

цього барабана. Нове положення цієї капсули буде в точці B після повороту радіуса OA_0 і його переходу в положення OB . При такій зміні положення капсули можливий її відрив від поверхні барабана. Цей відрив відбудеться при рівності геометричної суми сил $\vec{P}_y + \vec{G} + \vec{F} + \vec{N}$ нулю.

У положенні B на капсулу діють вказані вище сили P_y , G , F і N ; капсула знаходитиметься у відносному спокої, якщо суми проєкцій цих сил на горизонталь і вертикаль будуть рівні нулю, тоді маємо:

$$\left. \begin{aligned} mr\omega^2 \cos \alpha_1 - N \cos \alpha_1 - F \sin \alpha_1 &= 0; \\ -G + F \cos \alpha_1 - N \sin \alpha_1 + mr\omega^2 \sin \alpha_1 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де $G=mg$ (g – прискорення вільного падіння), m/c^2 ;
 α_1 – кут A_0OB повороту радіуса OB , починаючи від горизонтального положення (кут відриву капсули від стінки барабана).

Кут α_1 рівний (при рівномірному обертанні барабана):

$$\alpha_1 = \omega t, \quad (3)$$

де ω – кутова швидкість обертання барабана, c^{-1} ;

t – час обертання барабана, c .

Сила F рівна:

$$F = fN = N \operatorname{tg} \varphi, \quad (4)$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання капсули об внутрішню поверхню барабана;

φ – кут цього тертя, $\operatorname{tg} \varphi = f$.

У приведених рівняннях (2) невідомими величинами є α_1 і N . Для визначення цих величин з першого рівняння (2) з урахуванням рівності (4) знаходимо:

$$N \cos \alpha_1 + F \sin \alpha_1 = mr\omega^2 \cos \alpha_1. \quad (5)$$

З другого рівняння (2.2) отримуємо:

$$-mg + N(f \cos \alpha_1 - \sin \alpha_1) = -mr\omega^2 \sin \alpha_1. \quad (6)$$

З (5) и (6) знаходимо:

$$-mg + \frac{mr\omega^2 \cos \alpha_1}{\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1} (f \cos \alpha_1 - \sin \alpha_1) = -mr\omega^2 \sin \alpha_1. \quad (7)$$

Скоротивши обидві частини цієї рівності на m і поділивши цю рівність на g , отримаємо:

$$-1 + \frac{r\omega^2 \cos \alpha_1}{\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1} (f \cos \alpha_1 - \sin \alpha_1) = -\frac{r\omega^2}{g} \sin \alpha_1. \quad (8)$$

Позначимо відношення $\frac{r\omega^2}{g}$ через λ і назовемо його показником кінематичного режиму дражиратора:

$$\lambda = \frac{r\omega^2}{g} \quad (9)$$

Тоді отримаємо:

$$\lambda \left(\sin \alpha_1 + \frac{f \cos \alpha_1 - \sin \alpha_1}{f \operatorname{tg} \alpha_1 + 1} \right) = 1 \quad (10)$$

або

$$\lambda \cdot F(\alpha_1, f) = 1, \quad (11)$$

де $F(\alpha_1, f)$ – функція кута α_1 і коефіцієнта тертя ковзання f , рівна:

$$F(\alpha_1, f) = \sin \alpha_1 + \frac{f \cos \alpha_1 - \sin \alpha_1}{f \operatorname{tg} \alpha_1 + 1}. \quad (12)$$

Як видно з приведених даних, рівняння (10) і (11) відповідають випадку, коли капсула, що піднімається барабаном, відривається від внутрішньої поверхні барабана після його повороту на кут α_1 .

Висновки. Отриманий вираз свідчить про вплив кутової швидкості та коефіцієнта тертя на кут відриву капсули від внутрішньої стінки барабана.

Література

1. Тырнов Ю.А. Обоснование параметров семенной капсулы и процесса изготовления капсулированных семян Текст. / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, А.А. Сухов // Наука в Центральной России. – 2013. – № 3. – С. 25-29.
2. Ганжара Н.Ф. Эффективность макрокапсулирования семян / Н.Ф. Ганжара, Борисов Б.А., Соловьев А.Н // Агрехимический вестник. – 2005. – N 6. — С. 29-31.
3. Сухов А.А. Совершенствование процессов изготовления и использования семенных капсул на основе отходов животноводства и птицеводства: автореф. дис. на соиск. научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Технологии и средства механизации сельского хозяйства” / А. А. Сухов. – Мичуринск-Наукоград, 2013. – 20 с.
4. Toth T. Developing of onion and leek seed processing for required plant density / Toth T., Valsikova M. // Vegetable crops research bull. / Research inst. of vegetable crops. – Skierniewice. – 2006. – Vol. 64. – P. 133-137.
5. Чирков А.М. Повышение качества дражирования семян сахарной свеклы с обоснованием параметров дражиратора: автореф. дис. на соиск. научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Технологии и средства механизации сельского хозяйства” / А.М. Чирков. – Пенза, 2010. – 22 с.
6. Сохроков А. М. Совершенствование технологи предпосевной подготовки и оптимизация параметров установки для дражирования семян

овощных культур: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Сохроков Артур Мухамедович. – Нальчик, 2002. – 130 с.

7. Джураев Р.Х. Обоснование технологии и основных параметров устройства для протравливания опущенных семян хлопчатника при дражировании: автореф. дис. на соиск. научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Механизация сельского хозяйственного производства” / Р.Х. Джураев. – Янгиполь, 2000. – 18 с.

8. Кухарев О.Н. Анализ конструкций для дражирования семян сахарной свеклы / Н.П. Ларюшин, О.Н. Кухарев, И.Н. Семов, А.М. Чирков // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник трудов, посвященный 90-летию Самарской ГСХА. – Самара: РИЦ СГСХА. – 2010. – С. 144-149.

9. Общество с ограниченной ответственностью «Эпрод» [Электронный ресурс]: // Режим доступа: <http://www.eprod.ru/corn/drum.htm>.

10. НЗТО «Агрегат». Дражировочный котел [Электронный ресурс]: // Режим доступа: <http://www.minipress.ru/katalog/image/247/>.

11. Дражировочные машины: Sar Varese, Jaguar-100 [Электронный ресурс]: // Режим доступа: http://www.palerom-kondi.ru/catalog/konditerskoe_oborudovanie/proizvodstvo_drazhe/5936.good.

12. Кубеев Е.И. Интенсификация смешивания семян и необходимых компонентов в процессе дражирования / Труды 7-й Междун. научно-техн. конференции [Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве] / ГНУ ВИЭСХ. – Москва, 2013. – с. 138-141.

13. Пат. 54451 Україна, МПК А01С1/00. Машина для дражування насіння / В.І. Кравчук, Л.І. Мазурик, А.С. Кушнар'юв, Л.П. Шустік, Маринін С.П., Кушнар'юв С.А. (Україна). – № u201005339; заявл. 30.04.2010; опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21. – С. 4.

14. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. / С.М. Тарг. – М.: Высш. школа, 1986. – 416 с.

Аннотация

В статье представлены результаты теоретических исследований движения капсулированных семян в барабане дражироватора.

Summary

The results of theoretical investigations of traffic encapsulated seed drum pelleted seed machine are presented in the article.