

ЛІТЕРАТУРА

1. Попов В.С., Проскурина Е.А. Урожайность и качество семян подсолнечника при десикации // Достижения науки и техники АПК. – 1991.-№3.-616.-С.17.
2. Шкурудь Р.И. Факторы, определяющие дружность появления всходов подсолнечника // Техн. культуры. – 1992.-№1. – С.12 – 13.
3. Бушуев Н.М. Семеочистительные машины. Теория, конструкция и расчет.-М.-С:Машгиз. 1962.-238 с.
4. Шеретенкин В.В. Разделение сильнозасорённого вороха направленными воздушными потоками при пневмотранспорте. Автореферат на соискание уч. степени к.т.н. ВГАУ. Воронеж, 1998, 19с.
5. Деклараційний патент України №34040А “Спосіб сепарування та пристрій для його реалізації (варіанти)”. Єрмак В.П. Заявлено 18.05.1999. Опубліковано 15.02.2002. Бюл. №1.
6. Патент України №34040 “Спосіб сепарування та пристрій для його реалізації (варіанти).” Єрмак В.П. Заявлено 18.05.1999. Опубліковано 15.08.2003. Бюл. №8.
7. Єрмак В. Обоснование рациональных параметров встречного воздушного потока при сепарации семян подсолнечника в вертикально-горизонтальном воздушном потоке // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: ЛНАУ. №17 (29). – С. 59-61.
8. Коваль В.Я., Єрмак В.П. Визначення раціональної довжини вертикального каналу із зустрічним потоком та її вплив на загальну якість сепарування насінин, згідно нового способу сепарування // Збірник наукових праць Кримського державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. -Сімферополь: КДАУ. №77. – С. 102-104.

УДК 631.3:635.1/6

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОДРІБНЕННЯ НАСІННИКІВ ГАРБУЗОВИХ КУЛЬТУР З ТОЧКИ ЗОРУ РЕОЛОГІЧНОЇ ТЕОРІЇ

С.І.Пастушенко, доктор технічних наук

П.М.Домчук, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Однією з провідних культур на Півдні України є гарбузові культури. В колишньому СРСР площі під вирощування гарбузових культур (огірки, дині, кавуни) відводилось більше ніж 850 тис.га, а валовий збір перевищував 15 млн.

тонн. Це було пов'язано з тим, що в ті роки була завершена концентрація виробництва в спеціалізованих господарствах. В даний час площі під цими культурами знизилися в 11...12 разів.

Створення високопродуктивного обладнання, яке за своїм технічним рівнем відповідає сучасним вимогам, неможливе без теоретичного аналізу технологічного процесу виділення насіння з насінневих плодів. Тому дослідження, направлені на поліпшення показників якості виконання технологічної операції подрібнення насінневих плодів, як найбільш важливої в процесі отримання насіння, з погляду складності виконання і впливу на кінцеві результати ефективності виробництва, є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз обстежених літературних джерел показав відсутність досліджень з питання проходження технологічного процесу виділення насіння з плодів гарбузових культур з врахуванням усіх параметрів подрібненої маси [1]. Проводились окремі дослідження взаємодії робочих органів подрібнювача на насінневий плід в момент подрібнення, тобто з використанням класичної теоретичної механіки [2]. Але після проходження процесу подрібнення насінневого плоду отримується неоднорідна маса, яка також взаємодіє з робочими органами подрібнювача. Вивчення даного питання і є однією з цілей даних досліджень.

Визначення невирішених проблем. Для вирішення поставлених проблем на факультеті механізації сільського господарства Миколаївського державного аграрного університету було виготовлено експериментальну установку для отримання насіння гарбузових культур (рис. 1).

Обґрунтування отриманих результатів. Як показав проведений аналіз, весь процес виділення насіння з плодів можна розбити на декілька етапів:

- на першій стадії відбувається затиснення насінневого плоду між барабаном і декою, його деформація і роздавлювання;
- на другій стадії здійснюється зтягнення роздавленого плоду і його елементів в зазор "барабан — підбарабання" і переміщення подрібненої маси вздовж осі барабану;

- третя стадія — сепарація насіння крізь отвори деки під час руху продукції в технологічній зоні подрібнювача;
- на заключній четвертій стадії відбувається видалення кірки з робочої зони.

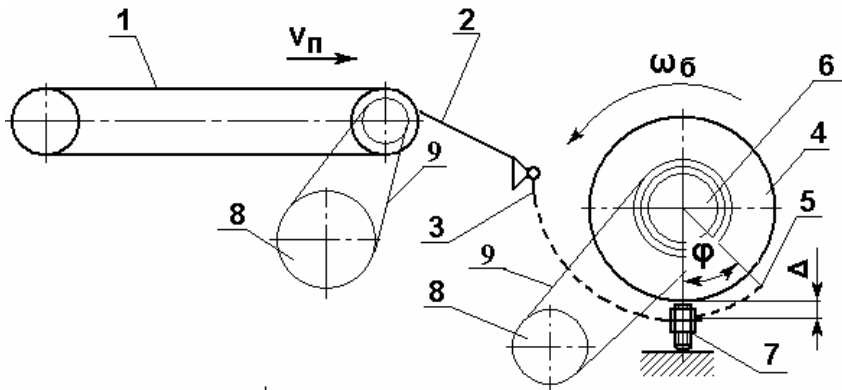


Рис.1. Технологічна схема експериментальної установки для отримання насіння гарбузових культур:

- 1 – стрічковий транспортер; 2 – завантажувальний лоток; 3 – дека;
 4 – подрібнюючий барабан; 5 – додаткове підбарабання; 6 – ведений вал;
 7 – гвинтовий механізм; 8 – зірка привода; 9 – ланцюгова передача

Для обґрунтування конструктивних і кінематичних режимів подрібнювально-сепарувального пристрою необхідно провести теоретичний аналіз руху продукції на кожному з етапів технологічного процесу.

Розглядаючи проходження технологічного процесу подрібнення насінневих плодів та поведінку продукції в технологічній зоні з точки зору реологічної теорії [3], нам необхідно в'яснити, діям якого закону відповідає проходження технологічного процесу подрібнення насінників.

Після виконання умови захвату плоду та його подрібнення, ми робимо допущення, що продукт, який знаходиться в технологічній зоні, являє собою пластично-в'язке тіло (тіло Бінгема) [4].

Модель тіла Бінгема (рис. 2, в), відповідає структурній формулі:

$$B = N - St.V, \quad (1)$$

де N – тіло Ньютона (рідина);

$St.V$ – тіло Сен-Венана (пластично-тверде тіло).

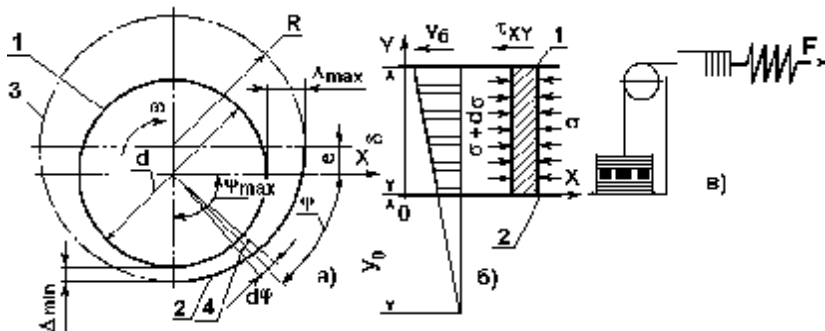


Рис.2. Розрахункова схема подрібнювально-сепарувального пристрою:

1 – внутрішній циліндр (барабан); 2 – дека;

3 – зовнішній циліндр; 4 – елементарно мала ділянка

Розглянемо два коаксальні циліндри (барабан і дека) (рис. 2, а), один з яких обертається. Причому циліндри розташовані ексцентрично один до одного, а величина ексцентриситету дорівнює e .

Подрібнена маса переміщується і одночасно деформується в зазорі, утвореному циліндричною поверхнею барабана з радіусом $r_6 = d/2$ і деки з радіусом R . Очевидно, що максимальна і мінімальна величина зазору в технологічній зоні дорівнюють:

$$\begin{aligned} \hat{1} D_{max} &= R - d/2 \\ \hat{1} D_{min} &= R - d/2 - e \end{aligned} \quad (2)$$

Для бінгамова тіла було постульовано реологічне рівняння

$$t = t_m + h_{nl} \frac{\dot{\gamma}}{g} \quad (3)$$

Рівняння містить два коефіцієнти: межу текучості t_m і пластичну в'язкість h_{nl} .

Для ротаційного циліндра застосовується рівняння ньютонівської рідини

$$\tau = hG \dot{\gamma}, \quad (4)$$

де $\dot{\gamma}$ — швидкість зсуву подрібненої маси.

Виходячи з рівності

$$G = r \frac{dw}{dr}, \quad (5)$$

і застосовуючи рівняння рівноваги $\dot{a}M = 0$ для тіл обертання отримуємо

$$\tau = \frac{M}{2r^2 \rho l}. \quad (6)$$

Шляхом подальшого інтегрування знаходимо

$$w = \frac{M}{4\rho h l} \frac{1}{r^2} - \frac{1}{R} \dot{\theta}, \quad (7)$$

де w — кутова швидкість обертання барабана;

r_0 і R — радіуси барабана і деки відповідно;

l — довжина барабану;

M — момент кручення, який виникає за рахунок переміщення матеріалу та ексцентриситету між барабаном і декою.

При чому

$$M = \frac{M_{max} - M_{min}}{D_{max} - D_{min}} \times l, \quad (8)$$

де M_{max} і M_{min} — момент, який виникає відповідно на вході і на виході продукції з робочої зони подрібнювача.

Рівняння (7) описує поведінку бінгамового тіла (подрібненої маси) в технологічній зоні подрібнювача. Враховуючи рівняння (4-

б), які справедливі до встановленого обертального ламінарного потоку, незалежно від матеріалу, та комбінуючи ці рівняння отримаємо:

$$h_{nl} r \frac{dw}{dr} = \frac{M}{2p l r^2} - g_m. \quad (9)$$

Інтегруючи рівність (9), отримаємо

$$h_{nl} w = \frac{M}{4\pi l} \frac{1}{\xi r_0^2} - \frac{1}{R^2} \frac{\ddot{\theta}}{\theta} - t \ln \frac{r_0}{R}. \quad (10)$$

Вводячи коефіцієнти $K_1 = \frac{1}{4\pi l} \frac{1}{\xi r_0^2} - \frac{1}{R^2} \frac{\ddot{\theta}}{\theta}$ і $K_2 = \ln \frac{r_0}{R}$,

маємо

$$w = \frac{K_1}{h_{nl}} M - K_2 \frac{t_m}{h_{nl}}. \quad (11)$$

Рівняння (11) є рівнянням Рейнера і Рівліна, яке пристосовано для даного подрібнювача.

Розглядаючи матеріал в технологічній зоні, необхідно враховувати, що в даному випадку рідина не є ньютонівською, тверде тіло є пластичним.

З урахуванням формули (2), рівняння (8) набуде вигляду:

$$M = \frac{2p l t_m (R^2 - r_0^2)}{e} \times l. \quad (12)$$

При проходженні подрібненої маси в технологічній зоні нам потрібно ввести коефіцієнт k , який враховує характеристику дослідного матеріалу. Тобто, враховуючи k і рівняння (12), рівняння Рейнера і Рівліна (11) набуде вигляду:

$$w = k \frac{K_1}{\xi h_{nl}} M - K_2 \frac{t_m}{h_{nl}} \frac{\ddot{\theta}}{\theta}. \quad (13)$$

Рівняння (13) показує отриману кутову швидкість подрібненої маси разом з давильним барабаном, необхідну для виконання технологічного процесу, з урахуванням всіх параметрів подрібненої маси.

Враховуючи міркування В.П. Горячкіна що до молотильного барабану 5, що споживча потужність витрачається на надання швидкості подрібненій масі і подолання опору при проходженні крізь технологічну зону.

Тобто, колове зусилля P_1 , яке виникає в зв'язку з наданням подрібненій масі швидкості, визначимо через основне рівняння удару:

$$P_1 D t = D m v. \quad (14)$$

Після деякої математичної перебудови, рівняння (14) набуде вигляду:

$$P_1 = \zeta \frac{D m \ddot{\phi}}{D t g} v = m \zeta v, \quad (15)$$

де m' – маса подачі продукції в 1 с, тобто $m' = q / g$;

q – подача продукції в подрібнювач, кг/с.

Опір P_2 , який зустрічає барабан, переміщуючи подрібнену масу в технологічній зоні, рахуємо пропорційним всьому коловому зусиллю P , тобто

$$P_2 = m P, \quad (16)$$

де m – коефіцієнт пропорційності або коефіцієнт зміни маси при проходженні через технологічний зазор “барабан – дека”.

Повне колове зусилля

$$P = P_1 + P_2 = m \zeta v + m P. \quad (17)$$

Провівши математичні перетворення формули (17), отримаємо

$$P = \frac{q v}{g(1 - m)}. \quad (18)$$

Враховуючи вираз (13) та умову $v = W \times r_\phi$, рівняння (18)

найдує вигляду:

$$P = \frac{q \times r_{\sigma} \times k_{\xi} \frac{\alpha K_1}{\dot{\epsilon} h_{nl}} M - K_2 \frac{t_m \ddot{\theta}}{h_{nl} \dot{\theta}}}{g(1 - m)}. \quad (19)$$

Помножимо обидві частини рівняння (19) на v , та отримаємо потужність необхідну для виконання технологічного процесу

$$N = \frac{q \times r_{\sigma} \times k_{\xi} \frac{\alpha K_1}{\dot{\epsilon} h_{nl}} M - K_2 \frac{t_m \ddot{\theta}^2}{h_{nl} \dot{\theta}}}{g(1 - m)}. \quad (20)$$

Висновки. Таким чином, при аналізі реології поведінки не-ньютонівської рідини в технологічному зазорі, утвореному циліндрами, що обертається і нерухомими, можна зробити наступні висновки:

- дотичні напруги, які найбільшою мірою впливають на ступінь деформації (подрібнення) насінневих плодів, обернено пропорційні квадрату відстані від осі обертання барабана, при цьому в розглянутому прикладі в'язкість убуває із зростанням дотичної напруги;
- для подальшого теоретичного аналізу необхідно провести експериментальні дослідження за визначенням характеристик реологій подрібненої маси.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анисимов И. Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур. - Кишинев: Штиинца, 1987. - С.33, 73.
2. Сахарный Н.Ф. Курс теоретической механики. - М.: Высшая школа, 1964. - 844с.
3. М. Рейнер Деформация и течение // Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы.-Москва, 1963. - С.47-147.
4. Реология. Теория и приложения. Под ред. Ф.Эриха. М.: Издательство иностранной литературы, 1962. - 824с.
5. Горячкин В.В. Собрания в 3-х томах. - М.: Колос, 1982. - 800с.