

УДК 66.084.6

© Ф.М. Крисак, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ДІЇ ВОДИ НА ПРОЦЕС МИТТЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

У статті розглянуто останні дослідження впливу гідродинамічної дії води на процес миття коренеплодів з метою удосконалення процесів і конструктивних рішень нових мийних машин.
МИТТЯ, ГІДРОДИНАМІКА, ВІБРАЦІЯ, СПРИНЦЮВАННЯ.

Постановка проблеми. Сучасні вимоги до якості продукції вимагають удосконалення процесів і пошук нових конструктивних рішень з метою підвищення ступеня відмивки коренеплодів із меншими витратами енергії, миючої рідини, матеріалів.

Аналіз останніх досліджень. Гідродинамічну дію води в процесі миття досліджували вчені А.К. Гладушняк, П.П.Лобода, М.Д. Хоменко та інші, проте необхідно в подальшому проводити дослідження з метою вдосконалення процесів миття і розробки високоефективних мийних машин.

Мета дослідження вивчити сучасні обґрунтування гідродинамічної дії води на процес миття коренеплодів.

Результати дослідження. В агропромисловому комплексі для миття коренеплодів, з метою подальшого їх закладення на зберігання, переробки, реалізації в закладах торгівлі, ведуться постійні пошуки на створення достатньо простих компактних мийних машин, використання яких забезпечить відносно невеликі питомі витрати енергії, води, матеріалів та дозволить досягти необхідного ступеня відмивки. Найчастіше у якості мийної рідини для коренеплодів використовують воду, склад і властивості якої повинні відповідати вимогам ГОСТ 2874 – 82 "Вода питна". Відповідно до нього її якість визначається трьома групами показників: бактеріологічними, наявності токсичних хімічних речовин та органолептичними.

У процесі миття коренеплодів найбільше значення набувають такі властивості води як змочуваність, поверхневий натяг і миюча здатність. Вплив води на відмивання коренеплодів може бути багатофакторним.

При відмочуванні грудки ґрунту, які знаходяться у воді, поглинають вологу, при цьому відбувається набухання колоїдів і створення між частинками ґрунту, а також між поверхнею коренеплоду

і частинками ґрунту плівкової і капілярної води. Чим довше коренеплоди знаходяться у воді, тим більше частинок ґрунту відпадає і переходить у воду і тим більше слабшають зв'язки між частинами і силами налипання.

Під дією потоку води ґрунт стає вологим, міняє свою структуру і розсипається на елементарні частинки, які виносяться потоком води. Відрив твердих частинок від загальної маси ґрунту проходить внаслідок турбулентності рідини, що рухається. В місцях дотику рідини з ґрунтом виникає додаткова сила, яка спричинена вихорами і яка сприяє відриву частинок ґрунту. За кожним горбочком поверхні, що обробляється, виникають місця відриву, а на лобовій стороні створюється підвищений тиск. Несиметричне обтікання потоком частинок забруднень призводить до появи сил зміщення, які порушують рівновагу частинок.

Швидкість v_n проникнення води у ґрунт пропонується визначати за формулою:

$$v_n = \frac{K \cdot S_\phi (h_\phi + l_\phi)}{l_\phi}, \quad (1)$$

де K – коефіцієнт фільтрації; S_ϕ – площа перерізу фільтра; h_ϕ – товщина фільтра; l_ϕ – висота водяного стовпа на фільтрі.

Коефіцієнт фільтрації знаходиться в межах 1 – 8 мм/хв. Для проникнення води в шар ґрунту завтовшки 0,5 см необхідно близько хвилини.

Процес змиву ґрунту з коренеплодів внаслідок гідродинамічної дії води аналогічний до процесу розчинення або масообміну в системі “тверде тіло – рідина”. Тому дослідження з інтенсифікації процесу масопередачі в полі механічних коливань становить певний інтерес.

П.П. Лобода [1] досліджував процес розчинення циліндричних тіл діаметром понад 5 мм в апараті з вібруючою круглою пластиною. В процесі досліджень встановлено, що причиною інтенсифікації масовіддачі є високотурбулентні пульсуючі потоки, які виникають при коливаннях робочого органу. Швидкість масовіддачі збільшується зі збільшенням амплітуди і частоти та зменшується із віддаленням від вібруючої пластини. Середня швидкість пульсуючих потоків залежить від амплітуди, частоти коливань і відносної площі робочого органу, а також від відстані до вібруючої пластини, яка генерує ці потоки.

Вищеназваний автор запропонував критеріальне рівняння масовіддачі тіл до рідини в апаратах з вібруючими пристроями:

$$Nu_g = 1,48 \cdot 10^{-2} Re_b^{1,0} Pr_g^{0,5},$$

у якому критерій Нуссельта Nu_g характеризує зміну коефіцієнта масовіддачі під дією пульсуючих потоків, а критерій Рейнольдса Re_b – інтенсивність цих потоків. Рівняння справедливе при $Re_b < 4000$ та при критерії Прандтля $Pr_g = 970 - 63000$.

Значно інтенсифікується процес масопередачі в системі “тверде тіло – рідина” при застосуванні низькочастотних коливань [2]. Досліджуючи масопередачу коливного у рідині циліндра, встановлено, що виникають вихрові потоки. При частоті коливання n та амплітуді A , яка менша за діаметр частин d_m , виникає приграничний шар завтовшки

$$\delta_m = \sqrt{\frac{\gamma_p}{n}}. \text{ Коли } A/d_m > 1, \text{ то спостерігається відрив приграничного}$$

шару. Процес розчинення твердих частин для $A/d_m < 1$, коли тверді частинки не захоплюються рідиною, можна описати рівнянням:

$$\frac{k_p d_m}{2D_m} = 2 + 0,416 \left[\frac{C^2 d_m}{2D_m \sqrt{n\gamma_p}} \right]^{1/3}, \quad (2)$$

де $C = 4\pi A$; k_p – коефіцієнт масопередачі у рідкій фазі, м/с; γ_p – коефіцієнт кінетичної в’язкості рідини, м²/с; D_m – коефіцієнт молекулярної дифузії, м²/с.

Для $A/d_m > 1$, залежність набуває вигляду:

$$\frac{k_p d_m}{D_m} = 2 + 0,26 \left[\frac{A \cdot d_m}{\sqrt{2\gamma_p}} \right]^{0,6} S_c^{1/3}, \quad (3)$$

де S_c – критерій Струхаля.

В процесі миття після перетирання коренеплоди піддають спринцюванню водяними струменями, які виходять із насадок. Незатоплений рідинний струмінь складається з трьох структурних ділянок: компактного, роздрібненого та розпиленого. Найбільший вплив чинить струмінь в межах компактної ділянки. Форма перерізу струменя залежить від форми отвору, через який він витікає. На деякій відстані від насадки поперечний переріз струменя набуває форми циліндра, а після розчленування частинки набувають кулеподібної форми. Довжина компактної ділянки приблизно рівна 150 діаметрів струменя.

Кінетична енергія струмені в насадці (в Дж):

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{Q\rho v^2}{2} = \frac{\pi\mu\phi^2 d^2}{8} \rho \left(\frac{2p}{\rho} \right)^{2/3}, \quad III \quad (4)$$

де d – діаметр отвору, м; P – тиск рідини в насадці, Па; ρ – густина рідини, кг/м³; Q – росхід води через насадку при постійному тиску, м³/с;

v – швидкість витоку із насадки, м/с; μ – коефіцієнт розходу води; φ – швидкісний коефіцієнт.

Із виразу видно, що енергія струменю залежить від маси рідини і швидкості витоку. Кращими з енергетичної точки зору являються діаметри отворів витоку струменів із насадок 1,5 – 2,5 мм. При подачі повітря в центр струменю, який витікає із циліндричної насадки інтенсивність миття збільшується на 18 %.

Для відмиву забруднень застосовують мийки з тиском мийної рідини 10 МПа і більше [3]. Вода під тиском надходить до насадки з форсункою, в якій вона розганяється до високої швидкості. Саме від форсунки залежить величина швидкості, тому існує велика різноманітність форсунок для виконання різних операцій. Як правило, всі апарати комплектуються регульованою форсункою, з її допомогою можна змінити форму струменя від вузько-спрямованого до широкого.

М.Д. Хоменко [4] запропонував спосіб інтенсивної мийки з використанням кінетичної енергії висонапірних струменів води, потенціальної енергії процесу кавітації, гідравлічних ударів рідинно-повітряної суміші. Миття проходить наступним чином. За рахунок дозування повітря водоповітряна суміш (рідина-газ) надходить в насос і під високим тиском ($P=11,0-11,5$ МПа) подається на соплоапарати. Вихідна швидкість струменю суміші має велику кінетичну енергію, а різкий спад тиску велику потенціальну енергію повітря в процесі кавітації. Разом струмінь суміші і вплив кавітації діють на поверхню кожного коренеплода під тангенціальним і прямим кутом, інтенсивно видаляють зв'язані забруднення з поверхні коренеплодів, в тому числі і із занурених.

Висновки. При митті коренеплодів використовують воду для замочування, ополіскування, спринцювання. З метою інтенсифікації процесу миття коренеплодів при розробці мийних машин нової конструкції необхідно застосовувати: спринцювання з використанням насадок із отворами 1,5 – 2,5 мм та з ежекцією повітря; високонапірні струмені води, потенціальну енергію процесу кавітації, гідравлічні удари рідинно – повітряної суміші.

Література

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй / Генрих Наумович Абрамович. — М.: ЭКОЛИТ, 2011. — 720 с.
2. Выбор мойки высокого давления [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://crampera.com/a_19.html

3. Лобода П.П. Исследование массотдачи от твердых тел к жидкости в аппарате с вибрирующим устройством: дис. ... канд.техн.наук: 05.18.12 / Лобода Павел Петрович. – К.,1966. – 182 с.

4. Хоменко М.Д. Принципова схема підключення ежектора при водоповітряному пульсаційному відмиванню цукрових буряків / М.Д. Хоменко, С.О., Нарожний, А.І., Сорокін // Харчова промисловість. – 2011. – № 10. – С. 155 – 157.

Рецензент д.т.н., проф. В.Ф.Дідух.

УДК 631.363.2

© В.Ф. Кузьменко, к.т.н.

ННУ “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”

Л.П. Серета, к.т.н.; О.В. Холодюк

Вінницький національний аграрний університет

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ РУХУ МАСИ ЛЮЦЕРНИ ПО МЕТАЛЕВІЙ ПОВЕРХНІ

Розглянутий метод визначення коефіцієнта тертя руху стеблової маси по диску. Описана будова лабораторної установки і принцип її дії. Визначена залежність коефіцієнта тертя руху стеблової маси люцерни різної вологості від тиску та швидкості взаємодії з диском.

ДИСК, КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ РУХУ, СТЕБЛОВА МАСА, ПОДРІБНЮВАЛЬНИЙ АПАРАТ.

Постановка проблеми. Коефіцієнт тертя руху є однією із основних фізико-механічних властивостей стеблової маси, що суттєво впливає на зусилля і енерговитрати в процесах різання та транспортування матеріалу по робочим органам кормозбиральних машин. Основними чинниками, що впливають на величину коефіцієнта тертя руху є швидкість ковзання, питома навантаження (тиск), вологість матеріалу, стан поверхні тертя, температура, час притирання і т.і.

Перелічені чинники характерно присутні в бітерно-ножовому різальному апараті з дисковими ножами, під час роботи якого маса різної вологості взаємодіє із дисками, що обертаються (швидкість ковзання), притискається до бічної поверхні диска (тиск) [1, 2].