



Хайліс Г. А.

Дідух В. Ф.

Крисак Ф. М.

Лисковець О. В.

**Луцький
національний
технічний
університет****УДК631.358****ВПЛИВ СИЛ ІНЕРЦІЇ НА
ВІДДІЛЕННЯ ЧАСТИНОК ҐРУНТУ
ВІД БУЛЬБОПЛОДІВ**

В статті досліджена механіка процесу действия сил інерції на частини ґрунта, сцепленніе с клубнеплодом и подвергнутые вибрации и пульсации воздушно-водных потоков на горизонтально вибрирующем решете. Выведены уравнения для определения сил інерції, построены графики, которые дают возможность установить момент времени отделения частиц ґрунта от клубнеплода.

The article investigates mechanics of inertial powers process influence on soil particles, which are pegged with a root tuber and sent to the horizontally oscillating sieve, which is pulsated by air-water streams. Equation for determining of inertial powers are outputted and schedules, that gives an opportunity to determine the moment of time of soil particles separation from the root tuber, are constructed.

Постановка проблеми. З метою проектування вібраційно-мийної машини нової конструкції для коренеплодів необхідні дослідження з визначення впливу конструктивних елементів, параметрів вібрації та пульсуючих повітряно-водних, всіх факторів, які впливають на процес відмиву.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В раніше проведених дослідженнях вивчалися вплив конструктивних елементів, параметрів вібрації на характер процесу мийки [1,2]. Особливості впливу сил інерції на відділення частинок ґрунту від бульбоплодів вивчено недостатньо.

Мета дослідження - дослідити механіку процесу впливу сил інерції на частинки ґрунту, які зчеплені із бульбоплодом, вивести рівняння для визначення сил інерції і встановити їх вплив в процесі мийки.

Результати дослідження. В запропонованій вібраційній мийці миття проходить у пульсуючій повітряно-водній суміші у сукупності з вібрацією. Пульсуючі потоки одержують внаслідок вібрації рухомих пластин, які закріплені знизу на рухомій площадці між нерухомими пластинами нерухої площадки [3]. Відділення бруду від поверхні бульбоплоду відбувається завдяки змочуванню цього бруду, пульсуючими газорідними потоками, його пом'якшенні, тертю бульб одна об одну та об решето, дії сил інерції. Завдяки вказаним факторам вдається

подолати сили зчеплення бульб з частинками ґрунту.

Зчеплення бульб з частинками ґрунту має місце через його здатність налипати. Нами досліджувалось зчеплення бульб з ґрунтом, причому зчеплення досліджувалось як у перпендикулярному напрямку до поверхні бульбоплоду, так і в паралельному. При цьому встановлені значення сил зчеплення по нормалі P_{3q} і сил зчеплення по дотичній T_{3q} .

Повне відділення частинок ґрунту від бульб, які змочені і на які діють пульсуючі газорідні потоки, буде мати місце, коли сили інерції налиплих частинок при коливанні бульб будуть рівними чи більшими від сил зчеплення і направлені у бік відриву цих частинок. Позначимо силу інерції налиплих частинок ґрунту $\overline{P_{iz}}$. Як відомо, сила інерції дорівнює добутку маси частинки на її прискорення і направлена протилежно до прискорення. Тоді

$$\overline{P_{iz}} = - \Delta m \cdot \overline{w_a},$$

де Δm – маса прилиплої частинки ґрунту;

$\overline{w_a}$ – абсолютне прискорення бульби.

Знак " - " вказує на те, що сила інерції направлена протилежно до прискорення $\overline{w_a}$.

Абсолютне прискорення $\overline{w_a}$ дорівнює геометричній сумі переносного $\overline{w_e}$ та відносного $\overline{w_r}$ прискорень, тобто



$\overline{w_a} = \overline{w_e} + \overline{w_r}$. Оскільки переносний та відносний рухи направлені по горизонталі, то геометрична сума прискорень стає алгебраїчною сумою, тобто $w_a = w_e + w_r$, причому ця сума може стати різницею в залежності від напрямку додатних осей переносного та відносного рухів. Встановлена закономірність зміни переносного прискорення при умові, що вісь x , вздовж якої відбувається рух, направлена ліворуч. Встановлені також залежності для визначення відносного прискорення при умові, що вісь ξ вздовж якої відбувається цей рух, направлена праворуч. І оскільки бульби при мийці переміщуються праворуч, то вигідно вісь абсолютного руху w_a направити теж праворуч. У цьому випадку $w_a = w_r - w_e$.

При русі бульб праворуч w_r позначається $w_{r,п}$, а при русі бульб ліворуч w_r позначається $w_{r,л}$.

Раніше встановлено, що

$$w_{r,п} = r\omega^2 \cos \omega t + \frac{R}{M} \sin \alpha - fg + f \frac{R}{M} \cos \alpha$$

де r – половина ексцентриситету; ω – кутова швидкість обертання ексцентрика; t – час обертання, починаючи під крайнього правого положення решета; R – сила, що діє з боку повітряно-водяної суміші на бульбу; α – кут, під яким діє сила R ; M – маса бульби; f – коефіцієнт тертя ковзання; g – прискорення вільного падіння[4]. Раніше встановлено також, що де $\chi = r\omega^2 \cos \omega t$. При таких умовах

$$w_a = r\omega^2 \cos \omega t + \frac{R}{M} \sin \alpha - fg + f \frac{R}{M} \cos \alpha - r\omega^2 \cos \omega t = \frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) - fg$$

Дане прискорення w_a буде у бульби в межах кута повороту ексцентрика від 0° до кута, меншого від 90° , далі від кута, більшого за 270° до кута, меншого від 450° , далі від кута, більшого за 630° до кута, меншого за 810° і т.д. Точне визначення границь цього кута і часу руху бульбоплуду праворуч.

Таким чином, у вказаних межах кута повороту ексцентрика прискорення w_a дорівнює постійній величині:

$$w_a = \frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) - fg$$

При інших значеннях кута повороту ексцентрика t відносно прискорення w_r дорівнює нулю, отже $w_{r,л} = 0$. Тоді для даних випадків:

$$w_a = -x = -r\omega^2 \cos \omega t$$

З врахуванням цих даних на рис. 1.1, а і б побудовані графіки зміни абсолютного прискорення точок бульб при коливанні решета в залежності від кута повороту ексцентрика ωt . На них показано зміну прискорення в межах двох обертів ексцентрика ($\omega t = 4\pi$). Прискорення вважається додатнім, коли воно направлене праворуч, і від'ємним, коли воно направлене ліворуч.

Графіки побудовані для випадків, коли $\frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) < fg$ (крива "а") та коли $\frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) > fg$ (крива "б"). Ці графіки відрізняються один від одного тим, що у першому випадку відрізки ab, cd і ee_1

розташовуються нижче від осі абсцис, а в другому випадку ці відрізки розташовуються вище від осі абсцис.

Для визначення умов, при яких сили інерції налиплих частинок сприяють їх відділенню від бульб, звернемося до рис. 1.2, на якому зображені коливальне решето і бульби з прилиплими до них частинками фунту зверху, знизу, збоку і по кутах. Ці частинки ґрунту позначені на середній бульбі буквами **B, C, D E, G, H, I, K**, на схемі напрямки вібрації зображені вище від бульби. Очевидно, частинки ґрунту **E** і **K** не будуть відділені силами інерції, оскільки вони затиснуті між бульбами. Важко також за допомогою сил інерції відділити частинки **H** ґрунту, оскільки ці частинки затиснуті між бульбою та решетом. Частинки **E, K** та **H** будуть поступово змиватися водою, частинка **H**, крім того, буде відділятися завдяки тертю бульби по решеті. Частинки **C**, що знаходяться у площинах, які паралельні до напрямків коливань, будуть відділені силами інерції, що долають сили зчеплення по дотичній, а частинки **B, D G і I** будуть відділені діями сил інерції, що долають зчеплення і по нормалі, і по дотичній. Очевидно також, що для відривання частинок **B та I** сили інерції повинні діяти ліворуч, а для відривання частинок **D і G** сили інерції повинні діяти праворуч. Відрив частинок **C**, а також інших частинок, розташованих у площинах, паралельних до напрямків коливань, можливий при дії сил інерції як праворуч, так і ліворуч.

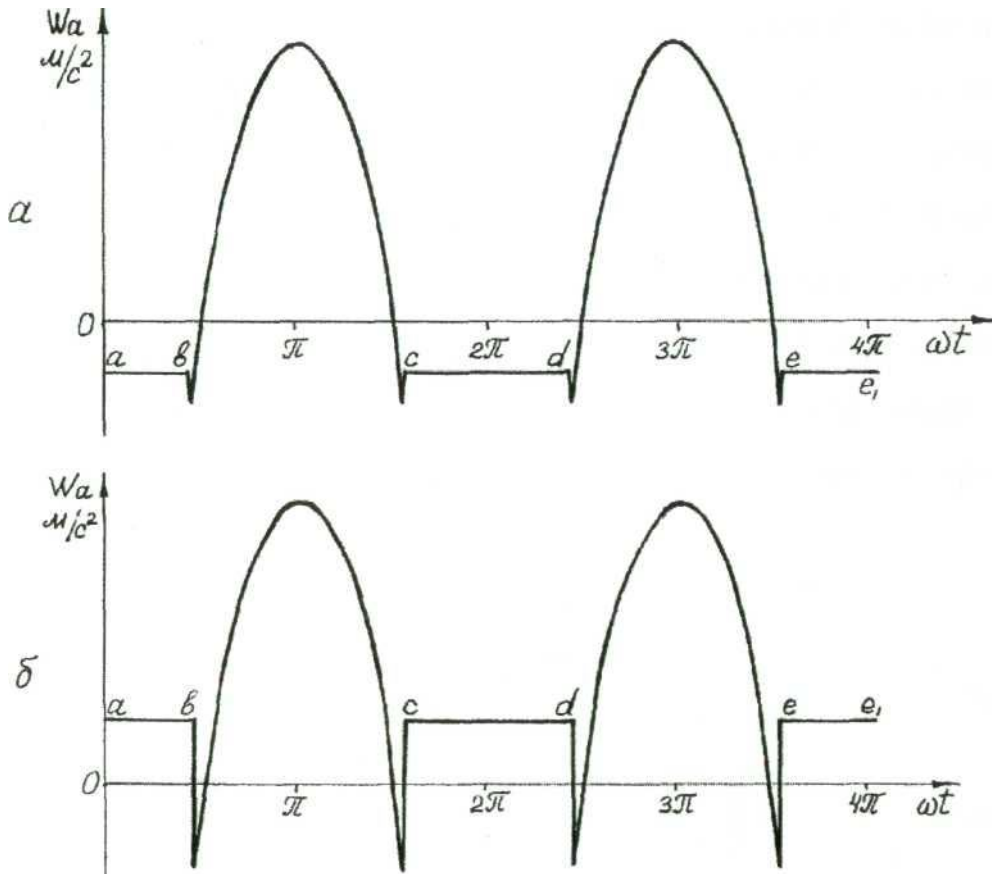


Рис. 1.1. Закономірності зміни абсолютного прискорення точок бульб під час коливання решета при

$$\frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) < fg(a) \text{ і } \frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) > fg(b)$$

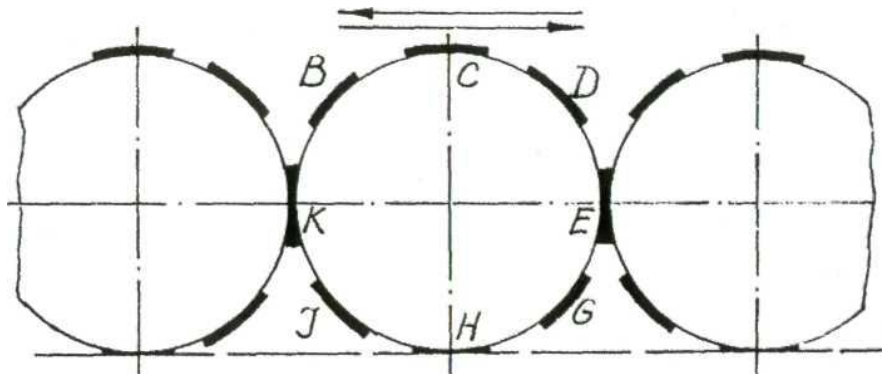


Рис. 1.2. Коливальне решето з розміщеними на ньому бульбами, до яких прилипли ґрунтові частинки

З врахуванням викладеного, на рис.1.3 подано графік зміни з бігом часу сил зчеплення частинок ґрунту з бульбою завдяки одночасній дії пульсуючих газорідних потоків і тертю бульб по бульбах і решеті. Графік побудований для випадку, коли $\frac{R}{M} (\sin \alpha + f \cos \alpha) < fg$. На графік накладені і криві зміни з бігом часу сил інерції P_{iz} , вказані також інтервали часу $K, L,$

$M, N, R, S, T, U, W,$ коли сили інерції діють то праворуч, то ліворуч. Крива зміни сил інерції побудована у відповідності до графіка прискорень на рис. 1.1, і з урахуванням того, що сила інерції направлена протилежно до прискорення. Криві зміни сил $P_{зч}$ та $T_{зч}$ побудовані на графіку і на додатній частині осі ординат, і на від'ємній її частині; це зроблено тому, що під дією сил інерції зчеплення бульб з ґрунтом буде подолано і в тих випадках, коли ці



сили мають знак " - ", але за абсолютною величиною значні і достатні для того, щоб під їх дією було подолано вказане вище зчеплення.

Під дією газорідних потоків ґрунтові частинки змочуються, пом'якшуються і в результаті тертя між собою і з решетом і змиву потоками, їх розміри зменшуються, зменшуються і сили $P_{3ч}$ і $T_{3ч}$; це видно на поданому графіку (рис. 1.3). Сила інерції $P_{іє}$ також поступово зменшується завдяки зменшенню мас налиплих ґрунтових частинок при їх змиванні, що і відображено на графіку.

Точки перетину кривих $P_{3ч}$ і $T_{3ч}$ з кривою $P_{іє}$ вказують на моменти відділення ґрунтових частинок від бульб. Ці моменти уточнюються зі

схемою бульби на рис. 1.2, оскільки сила інерції не завжди може відділити ґрунт; вона може відділити лише при напрямку цієї сили у бік від бульби, а не при притисканні частинки до бульби. З врахуванням всього викладеного, на графіку показані точки перетину кривих, де можуть відділитися частинки C і інші. ґрунтові частинки B, D, G, I будуть відділятися силами інерції шляхом подолання сил зчеплення частково по нормалі і частково по дотичній (про що раніше говорилось), в результаті чого на графіку положення точок B, D, G, I що відповідають моментам відділення цих частинок ґрунту від бульб, будуть знаходитись між кривими сил $P_{3ч}$ та $T_{3ч}$.

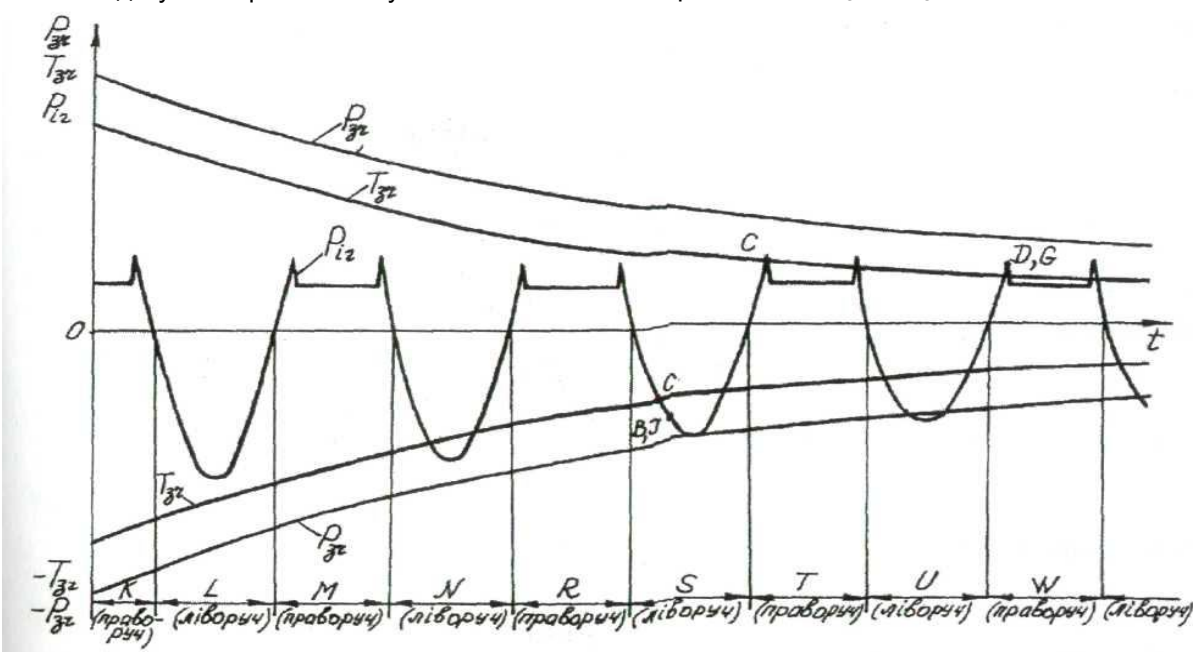


Рис. 1.3. Залежності сил $P_{3ч}$, $T_{3ч}$ і $P_{іє}$ від часу t точки їх перетину, що відповідають моментам відділення ґрунтових часточок від бульб

Висновки

При вібраційній мийці бульбоплодів на якість миття значний вплив чинять сили інерції частинок ґрунту. Дослідженням цього явища встановлена механіка процесу, виведені рівняння для визначення сил інерції, побудовано графік що ілюструє зміну сил інерції ґрунтових частинок та їх зчеплення з бульбоплодом, що дозволяє встановити момент часу відділення часточок. З ростом ексцентриситету ексцентрика механізму приводу і кутової швидкості його обертання зростають сили інерції і підвищується ефективність миття бульб.

Література

1. Леонтьев П.И., Полохин П.В. Мойка

корнеклубнеплодов вибрационным способом //Труды Челябинского ИМЭСХ. Выпуск 81.- Челябинск.-1974.С.36-40

2. Результаты испытаний экспериментальной вибромойки картофеля ЭВК // Ферментная и спиртовая промышленность.-1979.-№3

3. Крысак Ф.Н., Лобода П.П. Испытание экспериментальной вибрационной машины для картофеля // Сахарная промышленность. – М., 1986. - № 7.

4. Хайлис Г.А., Крысак Ф.Н., Герасимчук Б.В. Исследование движения корнеплодов по горизонтальному колеблющемуся решету // Сільськогосподарські машини; Зб.наук.статей. Вип.3.-Луцьк; ВВ ІАУ, 1997.-331с.