

**Ткачук Василь**

к.т.н., доцент

**Девін Владлен**

к.т.н., доцент

Подільський державний аграрно-технічний університет  
м. Кам'янець-Подільський

## **ДО ПИТАННЯ АКТИВІЗАЦІЇ СЕПАРАЦІЇ ҐРУНТУ НА СЕПАРУЮЧИХ ПРИБРОЯХ**

Головним резервом скорочення фактичних втрат урожаю і зменшення собівартості продукції при задовільній якості є удосконалення збирання. При підкопі технологічної маси в машину попадає з кожного гектару біля 1 тис. т ґрунту. Процес сепарації ускладнюється ще й тим, що технологічна маса містить всього 1,5...5 % корисної продукції (морква, буряк, цибуля, часник, клубні картоплі), інше - рослинні домішки, кореневища, каміння і інші тверді домішки, і тим, що властивості ґрунту не постійні а корисна продукція чутлива до пошкоджень. Із властивостей технологічної маси на процес сепарації найбільший вплив має механічний склад і вологість ґрунту, від яких в свою чергу залежить пластичність, липкість, міцність грудок і т. і. Від вологості і механічного складу ґрунту залежить міцність грудок і їх єдність між собою [2].

Для розрахунку робочих органів машин велике значення має коефіцієнт тертя, який в основному характеризує різну механічну дію на матеріал. Досліджуючи це питання В.П. Горячкін для грудок ґрунту і клубнів картоплі виділив декілька видів тертя: – тертя ковзання, тертя кочення, тертя перекидання [3].

Тертя перекидання відрізняється від тертя кочення тим, що пересування грудок ґрунту при дії сили проходить поздовж довшої осі. Кожний вид тертя характеризується відповідним коефіцієнтом тертя і змінюється залежно від матеріалу поверхні; тертя кочення 0,35...0,37, тертя перекидання 0,43...0,53, тертя ковзання 0,58...0,95. Можна зробити висновок що коефіцієнти тертя змінюються навіть на одній і тій же поверхні. Причина цього – непостійність вологості і форми. Але у всіх випадках коефіцієнти тертя кочення менші коефіцієнтів тертя ковзання [3, 4].

Так як корисна продукція механічно не міцна, то при статичній або динамічній дії робочих органів збиральних машин можливі її пошкодження. Лабораторно-польові дослідження пошкоджень різними машинами показали що із збільшенням вологості ґрунту кількість пошкоджених збільшується [5, 6, 7]. Особливо різко збільшуються пошкодження в інтервалі вологості від 19% до 25%, що пояснюється більш високою сепарацією ґрунту. При вологості більше 25% має місце незначне збільшення числа механічних пошкоджень, що пов'язано з налипанням ґрунту на робочі органи. Дослідженнями залежності пошкоджень від температури навколишнього середовища встановлено, що

зміна температури в період збирання впливає на пошкодження більше ніж зміна вологості. Із зниженням температури ґрунту кількість пошкоджених зростає. З.В. Ловкис [5], в результаті досліджень напружено-деформованого стану картопленосного пласту встановив, що при деформації і руйнуванні неоднорідних середовищ (якими є клубненосний шар що включає ґрунт, картоплю, кам'янисті включення, органічні рештки, добрива, ...) необхідно прикладати навантаження, що значно відрізняються від тих, що необхідні при руйнуванні однорідних середовищ, при чому величина лінійних деформацій до досягнення граничних значень при зсуві, стиску і розтягу також відрізняються від загальноприйнятих. При цьому руйнування клубненосного шару настає при деформації 0,2 см, що в 1,5...2 рази менше ніж для ґрунту, який сформувався в цих же умовах без клубнів [6].

Процес відділення корисної продукції від ґрунту при сепарації полягає в руйнуванні грудок і просіванні їх через "живий" переріз сепаруючої робочої поверхні. Крім цього необхідно виконувати подальше транспортування технологічної маси. Мета полягає в підвищенні продуктивності роботи збиральних машин, зменшення пошкодження корисної продукції за рахунок інтенсифікації вторинної сепарації технологічної маси.

Проходження грудок ґрунту через сепаратор спричиняє їх руйнування і створення безлічі мілких частинок. Контактуючи із грудками з одного боку та прутками з іншого, вони втираються в поверхні, налипають на них. По мірі збільшення зон налипання відбувається розростання їх в тильний бік прутків, що в свою чергу призводить до зменшення "живого" перерізу. Частково налипання можна позбутися шляхом струшування сепаратора, встановленням допоміжних пристосувань. Найбільш цікавими є роботи в яких розглядаються зміни фізико-механічного стану ґрунту, що підлягав дії вібраційних робочих органів [6, 7]. Встановлено, що величина сил опору зсуву і прилипанню ґрунту до прутків зменшується по мірі збільшення частоти коливань. Також на стан ґрунту впливають технології його обробітку і попередники в сівозміні. Найпухкіший ґрунт і найлегший для сепарації ґрунт на ділянках, де були з осені заорані сидерати, на ньому не застоюється вода, він раніше досягає і легше руйнуються грудки [8]. Результатами цих досліджень можна скористатися для створення робочих органів вторинної сепарації, так як ефективність вібрацій зменшується із збільшенням кількості технологічної маси (висоти шару).

Ефективність робочого процесу сепарації визначається його сепаруючою здатністю, яка характеризується коефіцієнтом сепарації  $\eta$ . Складність процесів, що відбуваються на робочій поверхні сепаруючого робочого органу, не дозволяє з достатньою точністю їх описати математично.

Відсутність універсальної формули для розрахунку сепаруючого робочого органу і технологічних параметрів його роботи пояснюється також їх різноманітністю і нестабільністю фізико-механічних властивостей ґрунту. На нашу думку прийнятним є надання технологічній масі відносного руху, що

дозволяє використовувати саму масу, бадилля і інші домішки, при їх відносному переміщенні, для очистки “живого” перерізу і інтенсифікації сепарації. Найбільш на процес сепарації впливає взаємодія «елементів» процесу: «грудка-грудка», «грудка-корисна продукція». Так як механічні характеристики корисної продукції мало відрізняються від грудок, а руйнування грудок сприяє покращенню сепарації, то розглянемо процес взаємодії двох грудок. Нехай є дві грудки з розмірами  $L_2 > L_1$  що знаходяться на поверхні сепаратора ( $\alpha \neq 0$ ). Швидкість удару

$$|\Delta \dot{x}| = \frac{\pi^2}{6\omega} |x_{02} - x_{01}| = \frac{2\pi}{3\omega} k_x g \frac{|L_1 - L_2|}{S_0} \sin \alpha. \quad (1)$$

Із отриманого виразу (1) випливає що на горизонтальних ділянках можливий удар грудок. Розглянута задача відповідає нерухомій в поперечній площині сепаруючій поверхні. Якщо сепаратору надати коливань в поперечній площині то, із виразу (1) можливо оцінити граничну частоту коливань.

Так як амплітуда окремих гармонік сильно залежить від номера гармоніки то без втрати загальності можна розглядати процеси, що протікають першою гармонікою. Таке наближення вносить поправочний коефіцієнт 1.63. Грудка і корисна продукція мають різні коефіцієнти тертя до прутків і між собою, різні розміри ( $L_k$  і  $k_k$  – розмір і коефіцієнт для корисної продукції). Швидкість удару

$$\text{тоді } \Delta \dot{x} = \frac{2\pi g}{3\omega} \left| k_k - k + \frac{1}{S_0} (kL - k_k L_k) \operatorname{tg} \alpha \right| \cos \alpha. \quad (2)$$

Якщо клубні не допустимо ударяти із швидкістю більше  $V_{кр}$ , тоді виникає обмеження на частоту

$$\omega \leq \frac{2\pi g}{3V_{кр}} \left| k_k - k_x + \frac{1}{S_0} (k_x L_x - k_k L_k) \operatorname{tg} \alpha \right| \cos \alpha. \quad (3)$$

Вищеописані процеси стосуються “одиничних” актів взаємодії, наприклад “грудка-пруток”, “грудка-грудка”, “грудка-корисна продукція” і т.п. Розглянуті одиничні акти взаємодії недостатньо точно описують весь процес сепарації, тому слід застосувати деякі інтегральні підходи, які б усереднювали ті чи інші фізико-механічні властивості суміші.

Висновки. За результатами теоретичних досліджень можна зробити такі припущення:

- підвищення ефективності сепарації ґрунту за рахунок використання сепаратора із поперечними коливаннями сепаратора;
- теоретично граничні параметри, на підставі непрямих чинників, частота і амплітуда коливань ( $\omega = 10 \dots 25 \text{ Гц}$ ,  $A = 6 \dots 18 \text{ мм}$ ).

### Список використаних джерел

1. Пшеченков К. А. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля. М. : Колос, 1972. 250 с.

2. Батин П. У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. М.: Колос, 1969. 271с.
3. Горячкин В. П. Собрание сочинений. Том 1. М. : Колос. 1965. 720 с.
4. Бончик В. С., Федирко П. П. Результаты экспериментальных исследований геометрических параметров картофельной грядки при работе картофелеуборочных машин. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. Том 17. №5. 2015 С. 3-6.
5. Ловкис З. В., Оскирко С. И. Энергетический расчет рыхлителя-выравнивателя почвы картофелеуборочных машин. *Труды БСХА: Механизация возделывания и уборки картофеля в Белорусской ССР*. Горки, 1987.
6. Ткачук В. С. Динаміка ґрунтових макроагрегатів на пружних стержнях, що коливаються антипаралельно. *Науковий збірник «Аграрна наука-селу»*, Кам'янець-Подільський, 1999. Випуск 7. С. 165-168.
7. Шевченко І. А., Ткачук В. С. Фізико-механічні властивості ґрунту і картоплі, які визначають технологічний процес роботи картоплезбиральних машин. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2000. випуск 1, том 16. С. 17-23.
8. Скоробогатов Д. В., Девін В. В., Нашкольний Ю. А. Комбінований плуг-ефективний засіб для загортання сидеральних культур. *Збірник наукових праць ПДАТУ. Технічні науки*. Кам'янець-Подільський, 2015. Том 23. С. 137-146.

