

Analysis of the influence of soil properties on the performance of separators

Mykola Korchak

*Higher Educational Institution "Podillia
State University", Kamianets-Podilskyi
<https://orcid.org/0000-0002-8726-1881>*

Abstract. *The influence of the technological properties of the soil on the separation process and performance indicators of the separators, in particular the dependence of the amount of impurities and damage on soil moisture, is substantiated, the separation process and the effect of the separation coefficient on the hardness of the soil are characterized. Mechanical damage to potatoes and the destruction of lumps depend on the following parameters and modes of operation of the working organs of potato harvesters: surface material, angle of inclination of the impact surface, location of installation, type of impact, linear and angular speed. With repeated dynamic action, complete destruction of soil clods is possible with permissible damage to potato tubers, because with an increase in the number of blows, the destruction of soil clods grows faster than damage to potatoes. It is promising to create separating devices, the operating parameters of which can be changed within wide limits to select the optimal operating modes. It is most rational to create separators for specific working conditions or the performance of individual operations in a given technology. The further development of research on the influence of technological properties of the soil on the separation process and performance indicators of the separators was obtained.*

Keywords: *soil, technological properties, separation process, performance indicators, separation coefficient, separator.*

Аналіз впливу властивостей ґрунту на показники роботи сепараторів

Микола Корчак

*Заклад вищої освіти "Подільський державний
університет", м. Кам'янець-Подільський
<https://orcid.org/0000-0002-8726-1881>*

Анотація. *Обґрунтовано вплив технологічних властивостей ґрунту на процес сепарації та показники роботи сепараторів, зокрема залежності кількості домішок і пошкоджень від вологості ґрунту, охарактеризовано процес сепарації та вплив коефіцієнта сепарації на твердість ґрунту. Механічні пошкодження картоплі та руйнування грудок залежать від таких параметрів і режимів роботи робочих органів картоплезбиральних машин: матеріал поверхні, кут нахилу поверхні удару, місце встановлення, вид удару, лінійна і кутова швидкість. При багатократній динамічній дії можливе повне руйнування грудок ґрунту при допустимих пошкодженнях бульб картоплі, оскільки із збільшенням кількості ударів руйнування грудок ґрунту росте швидше ніж пошкодження картоплі. Перспективним є створення сепаруючих пристроїв, робочі параметри яких можна змінювати в широких межах для підбору оптимальних режимів роботи. Найбільш раціонально створювати сепаратори для конкретних умов роботи або виконання окремих операцій в заданій технології. Отримано подальший розвиток досліджень стосовно впливу технологічних властивостей ґрунту на процес сепарації та показники роботи сепараторів.*

Ключові слова: *ґрунт, технологічні властивості, процес сепарації, показники роботи, коефіцієнт сепарації, сепаратор.*

Вступ. Сепарація - процес підготовки ґрунтів з високим вмістом каменів і грудок до посадки картоплі та інших культур, шляхом видалення каменів з поверхневого шару. Цей процес включає в себе дві фази - утворювання гряд і видалення з них каменів. Ретельно розпушений і теплий ґрунт без домішок, забезпечує, завдяки ідеальних умов, швидкі і рівномірні сходи.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єкт дослідження – процес сепарації та показники роботи сепараторів. Предмет дослідження – технологічні властивості ґрунту та їх вплив на процес сепарації.

Мета та задачі досліджень. Мета дослідження – обґрунтувати вплив технологічних властивостей ґрунту на процес сепарації та показники роботи сепараторів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *основні задачі*:

- проаналізувати властивості, що впливають на процес сепарації та показники роботи сепараторів;
- обґрунтувати залежності кількості домішок і пошкоджень від вологості ґрунту;
- охарактеризувати процес сепарації та вплив коефіцієнта сепарації та твердість ґрунту;
- надати рекомендації по сепарації ґрунту, враховуючи його технологічні властивості.

Під час вивчення вітчизняними і зарубіжними дослідниками просівання ґрунту різноманітними сепараторами встановлено, що ефективність використання сепаруючих пристроїв залежить від фізико-механічного складу ґрунту. Зміна стану технологічної маси призводить до різних коливань якісних і техніко-економічних показників ґрунтових сепараторів [1-3].

Результати досліджень. Враховуючи властивості технологічної маси ґрунту на процес сепарації найбільше впливає механічний склад і вологість, від яких в свою чергу залежить пластичність, липкість, міцність грудок і т.д.

Від вологості технологічної маси залежить її стан: твердий, пластичний або текучий. В твердому стані ($W=15...23\%$) ґрунтовий шар легко руйнується при струшуванні, ударах, стисненні. Частинки пластичного ґрунту злипаються між собою, прилипають до металу, внаслідок чого погіршується його сепарація. В текучому стані ґрунт деформується під власною вагою і його просівання збільшується. Таким чином, пластичний стан ґрунту найгірше впливає на роботу сепаруючих робочих органів. Вплив вологості ґрунту на сепарацію можна проаналізувати на рис. 1 та рис. 2, де показано залежність кількості домішок і пошкоджень при роботі картоплезбирального сепаратора від вологості суглинистих ґрунтів [1]. Тобто вологість ґрунту значно впливає на процес розподілу елементів ґрунту і відокремлення його від картоплі і, це означає, що умови роботи ґрунтових сепараторів теж будуть залежати від умов роботи за вологістю ґрунтів.

Під час досліджень на вібруючих поверхнях встановлено, що вплив вологості ґрунту і максимальної сили опору зсувненню – при вологості 20...24% [2].

Результати досліджень показали, що у всіх випадках опір зсуву і прилипання зменшуються на вібруючих поверхнях при збільшенні частоти коливань.

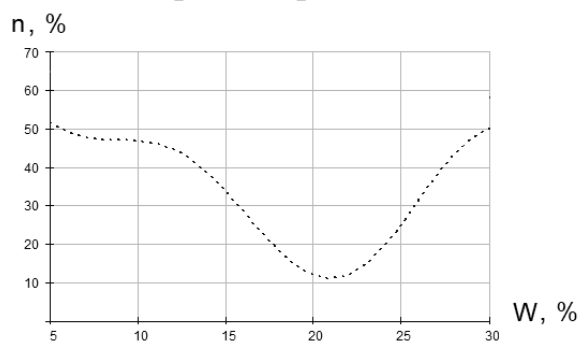


Рис. 1. Залежність кількості домішок n від вологості ґрунту W (ґрунт - суглинок)

Особливо суттєве зменшення цих сил спостерігається при частоті 20 Гц і більше. Склад і стан ґрунту, характер попереднього обробітку впливає на кришення (відношення маси ґрунту за розміром, меншим за 50 мм, до загальної маси).

Велике значення для просівання ґрунту на елеваторах має наявність в ґрунті частинок з розміром < 25 мм. На середніх суглинках вміст дрібнозернистої фракції складає 70...78 %.

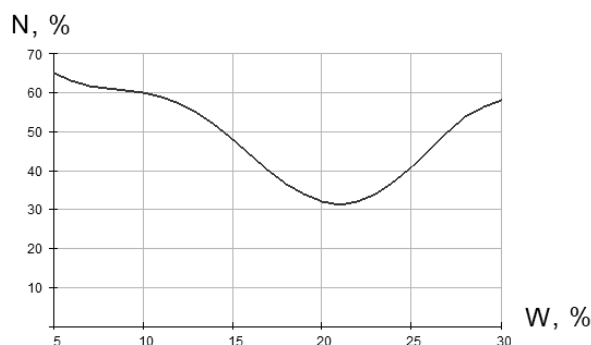


Рис. 2. Залежність пошкоджень N від вологості ґрунту W (ґрунт - суглинок)

Показники механічних властивостей грудок (ґрунт – суглинок):

- зусилля початку руйнування: 50...170 Н;
- абсолютне зменшення: 1...5 мм;
- умовна робота деформації: 0,1...0,35 Н·мм/мм.

Міцність грудок, як показують дослідження, залежить від природи їх походження. Грудки, які створені робочими органами машин, мають більшу міцність ніж грудки, які створилися безпосередньо в ґрунтовому середовищі.

Від вологості і механічного складу ґрунту залежить міцність грудок і їх єдність між собою. Найбільше значення це має для водомістких агрегатів, найбільш цінних в агрономічному плані. Єдність між собою (здатність частинок

утримуватись як єдине ціле) у суглинистих ґрунтів – до 1,5 Па, супіщаних – до 1,7 Па, глинистих – до 3 Па. Міцність грудок залежить від їх розміру. Середня міцність агрегатів з розміром 21...30 мм складає 40..50 Н, більш крупніших (71...80 мм) – 120...200 Н [3]. Однак потрібно відмітити, що зміна вологості в межах 13...21% на міцність грудок не впливає.

На процес сепарації значно впливає твердість ґрунту [4]. Залежність коефіцієнта сепарації від твердості ґрунту наведено на рис. 3.

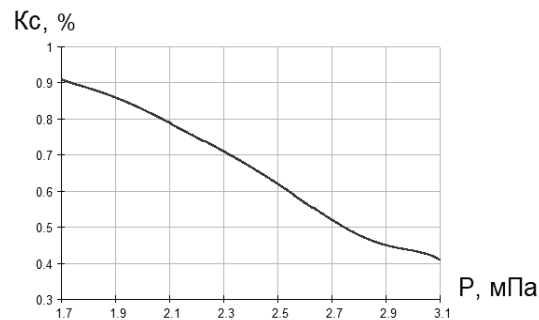


Рис. 3. Залежність сепарації від твердості ґрунту

При розрахунку робочих органів сільськогосподарських машин велике значення має коефіцієнт тертя, який в основному характеризує різну механічну дію на матеріал. Академік В.П. Горячкін виділив три види тертя: тертя ковзання, тертя кочення та тертя перекидання [5].

Тертя перекидання відрізняється від тертя кочення тим, що пересування агрегатів під впливом сили проходить поздовж довшої осі (довжини) грудки. Кожний вид тертя характеризується відповідним коефіцієнтом тертя, при чому коефіцієнти тертя змінюються навіть на одній і тій же поверхні тертя. Причина полягає у неоднорідності вологості ґрунту у цілому та кожного з агрегатів зокрема, а також їхньої форми. Слід відмітити, що у всіх випадках коефіцієнти тертя кочення менші коефіцієнтів тертя ковзання.

Вченими визначено, що по мірі збільшення швидкості робочих органів енергія, яка зосереджена в одиниці об'єму, зростає, і це призводить до більш інтенсивного кришення шару ґрунту [6]. Енергія, що затрачається на руйнування при непружному ударі описується рівнянням

$$U_0 = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \rho \cdot a \cdot b \cdot l \cdot v^2, \quad (1)$$

де ρ – густина середовища;

a і b – ширина і висота шару;

l – довжина сколу;

v – швидкість робочого органу.

З рівняння можна зробити висновок, що із збільшенням швидкості дії на шар витрата енергії збільшується, тобто це є тим, що враховується третім членом раціональної формули В.П. Горячкіна. Тому треба відійти від можливого ударного навантаження на ґрунтове середовище, що обробляється. Зокрема, подрібнення ґрунтових агрегатів повинно бути мінімальним [8-13].

Перспективи подальшого розвитку досліджень. Обґрунтовано вплив технологічних властивостей ґрунту на процес сепарації та показники роботи сепараторів. Результати впроваджено в навчальний процес Закладу вищої освіти "Подільський державний університет" та включено в навчально-методичний комплекс дисципліни "Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів". Отримано подальший розвиток досліджень стосовно впливу технологічних властивостей ґрунту на процес сепарації та показники роботи сепараторів.

Висновки. Слід відмітити, що сепаратори ґрунту найбільше досліджували при створенні картоплезбиральних комбайнів. Порівнюючи механічні властивості часток ґрунту і бульб картоплі [7] можна зробити наступні висновки:

1. На подрібнення часток ґрунту середньо-важких суглинків в статичних умовах потрібно затратити зусилля до 50 Н;

2. Механічне руйнування часток ґрунту у динамічних і статичних умовах можливе відповідно при ударі і стисканні. Швидкість удару забезпечує повне руйнування грудок середньої вологості, при одноразовому ударі швидкість рівна 6,5...7,2 м/с, що відповідає висоті падіння 2,2...2,5 м;

3. На пошкодження картоплі значно впливає вологість ґрунту. Пошкодження збільшуються при вологості нижчій за 18% і більшій за 22%;

4. Механічні пошкодження картоплі та руйнування грудок залежать від таких параметрів і режимів роботи робочих органів картоплезбиральних машин: матеріал поверхні, кут нахилу поверхні удару, місце встановлення, вид удару, лінійна і кутова швидкість;

5. При багатоповторній динамічній дії можливе повне руйнування грудок ґрунту при допустимих пошкодженнях бульб картоплі, оскільки із збільшенням ударів руйнування грудок ґрунту росте швидше ніж пошкодження бульб.

Слід відмітити, що умови та завдання роботи сепараторів ґрунту при відокремленні картоплі інші ніж сепаратора ґрунту, який формує заданий агрегатний склад орного горизонту (для першого – подрібнення часток ґрунту та їх сепарації, відокремлення непошкодженої картоплі; для другого – пошаровий розподіл структурних агрегатів при збереженні водомістких агрегатів та незначному розпушенні інших). Перспективним є створення сепаруючих пристроїв, робочі параметри яких можна змінювати в широких межах для підбору оптимальних

режимів роботи. Найбільш раціонально створювати сепаратори для конкретних умов роботи або виконання окремих операцій в заданій технології.

Обґрунтування впливу технологічних властивостей ґрунту на процес сепарації та показники роботи сепараторів було частково розглянуто в матеріалах конференцій та наукових виданнях [14-24].

Список використаних джерел

1. Sablykov, M.V. (1982). Mekhanycheskiye svoistva pochv // Mekhanyzatsiya y elektrifykatsiya selskoho khoziaistva. №4, 32-36.
2. Bublyk, S.P. (1961). K voprosu separatsyy hruboho vorokha // Sbornyk trudov po zemledelcheskoi mekhanyke. Lenynhrad: Selkhozizdat, T.6, 102-110.
3. Pshechenkov, K.A. (1972). Kompleksnaia mekhanyzatsiya vozdelывaniya, uborky y khraneniya kartofelia. Moskva: Kolos, 250.
4. Bakhtyn, P.U. (1969). Yssledovanye fyzyko-mekhanycheskykh y tekhnolohycheskykh svoistv osnovnykh tipov pochv SSSR. Moskva: Kolos, 271.
5. Horiachkyn, V.P. (1965). Sobranye sochynenyi. Tom 1. Moskva: Kolos, 720.
6. Zheligovskii V.A. (1960). Elementi teorii pochvoobrabativayushchikh mashin i mekhanicheskoi tekhnologii selskokhozyaistvennykh materialov. Tbilisi: Izd. Gruzinskogo s.-kh. instituta, 364.
7. Matsepuro, M.E. (1959). Tekhnolohycheskiye osnovy mekhanyzatsyy uborky kartofelia. Mynsk: Uradzhai, 299.
8. Kalenska, S.M., Yermakova, L.M., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Polishchuk, M.I. (2015). Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnolohii u roslynnystvi. Vinnytsia : FOP Rohalska I.O., 448.
9. Melnyk, I. I., Hrechkosii, V. D., Marchenko, V. V., Mykhailovych, Ya. M., Melnyk, V. I., Nadtochii, O. V. (2001). Optymizatsiia kompleksiv mashyn i struktury mashynnoho parku ta planuvannya tekhnichnoho servisu. Kyiv : Vydavnychiy tsentr NAU, 48.
10. Smahlii, O.F., Kardashov, A.T., Lytvak, P.V. (2006). Ahroekolohiia. Kyiv : Vyshcha osvita, 671.
11. Rubin, S.S. (1976). Zahalne zemlerobstvo. Kyiv: Vyshcha shk.: Hol. vyd-vo, 432.
12. Pashchenko, V.F. (1994). Modelyrovanye vzaymodeistviya s pochvoi rabochykh orhanov selskokhoziaistvennykh mashyn y orudyi. Kharkiv, 133.
13. Kravchuk, V.I., Baranov, H.P. (2000). Kontseptualni osnovy pobudovy systemy tochnoho zemlerobstva Ukrainy. Tekhnika APK. № 1, 4-8.
14. Korchak, M., Yermakov, S., Maisus, V., Oleksiyko, S., Pukas, V., Zavadskaya, I. (2020). Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. E3S Web of Conferences. Krynica, Poland. 6th International Conference – Renewable Energy Sources. Volume 154. ISSN: 2267-1242, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009>.
15. Sheichenko, V., Marynchenko, I., Dudnikov, I., Korchak, M. (2019). Development of technology for the hemp stalks preparation. Independent Journal of Management and Production. State agrarian and engineering university in Podilia. Vyp. 10, № 7, 687 – 701. (ISSN: 2236-269X).

16. Korchak, M., Yermakov, S., Hutsol, T., Burko, L., Tulej, W. (2021). Features of weediness of the field by root residues of corn. Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference. Rezekne, Latvia, Volume 1, 122 – 126. DOI: 10.17770/etr2021vol1.6541.

17. Bliznjuk, O., Masalitina, N., Mezentseva, I., Novozhylova, T., Korchak, M. (2022). Development of safe technology of obtaining fatty acid monoglycerides using a new catalyst. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 2, № 6 (116), 13 – 18. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253655>.

18. Korchak, M. (2022). Use and quality assessment of test technologies in the educational process. International Science Journal of Education & Linguistics. National Centre for Poland, Poland. Volume 1 (3), 57-63. ISSN: 2720-684X, <https://isg-journal.com/isjel/article/view/37>.

19. Korchak, M., Bliznjuk, O., Nekrasov, S., Gavrish, T., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Kostyrkin, O., Semenov, E., Saveliev, D. (2022). Development of rational technology for sodium glyceroxide obtaining. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 5, № 6 (119), 16 – 25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265087>.

20. Korchak, M., Bragin, O., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., et al. (2022). Development of transesterification model for safe technology of chemical modification of oxidized fats. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 6, № 6 (120), P. 8 – 13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266931>.

21. Sytnik, N., Korchak, M., Nekrasov, S., Herasymenko, V., Mylostyvyi, R., Ovsianikova, T., Shamota, T., Mohutova, V., Ofilenko, N., Choni I. (2023). Increasing the oxidative stability of linseed oil. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology organic and inorganic substances, Volume 4, № 6 (124), P. 45 – 50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284314>.

22. Staroselska, N., Korchak, M., Ovsianikova, T., Falalieieva, T., Ternovyi, O., Krainov, V. (2024). Improving the technology of oxidative stabilization of rapeseed oil. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology organic and inorganic substances, Volume 1, № 6 (127), P. 6 – 12 ISSN 1729-3774. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298432.

23. Yermakov S., Korchak M., Duhanets V., Pukas V., Vusatyi M. (2024). Rationale for the combined cultivator design for cultivating soil littered with plant remains of rough-stemmed crops. Environment. Technology. Resources. 15th International Scientific and Practical Conference. June 27-28, 2024, "Vasil Levski" National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria. Vol. 1, pp. 419-424. <https://journals.rta.lv/index.php/ETR/article/view/7959/6269>.

24. C. Lu, S. Shevchenko, V. Geichuk, M. Korchak, A. Topalov. (2024). Research on Improving Seals to Suppress Vibration of Rotary Machines”, C. R. Acad. Bulg. Sci., Vol. 77 (6), P. 881 – 891. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2024.06.11>.