

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТЕРА-СЕПАРАТОРА

Павелчак О.Б.¹, Ткаченко І.Г.², Гладь Ю.Б.², Гевко Р.Б.²

(¹Філія Тернопільської академії народного господарства
Чортківський інститут підприємництва і бізнесу)

(²Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя)

Вибрано раціональні конструктивно-технологічні параметри транспортера-сепаратора, що дає змогу інтенсифікувати процес сепарації коренеплодів під час їх збирання, за рахунок миттєвого повертання скребків транспортерів навколо осей спеціальних роликів.

Скребкові транспортери площа, яких складає 40...70% від площі поверхонь технологічних русел коренезбиральних машин, в основному, пасивно переміщують ворох без його доочищення, і, практично не використовуються для активної сепарації коренеплодів [1]. Ефекту додаткової сепарації можна досягти за рахунок миттєвого повертання скребків навколо осей спеціальних роликів, оскільки в зоні провороту коренеплід отримує прискорення, що призводить до його відриву від скребка, та вільного польоту до взаємодії з прутковою поверхнею полотна.

Для оцінки впливу конструктивних параметрів на показники ефективності роботи скребкового транспортера-сепаратора розроблена програма для ПЕОМ. Метою теоретичного аналізу було дослідження впливу швидкості транспортера V_m ; приведенного радіусу коренеплоду R_k ; радіус охоплюючих полотно роликів R_p ; відстані між роликів L ; кута γ нахилу полотна транспортера до горизонту; кута β нахилу лінії, що з'єднує осі роликів до площини транспортера; висоти H розташування коренеплоду над полоном; і приведенного коефіцієнта тертя f в парі скребок-коренеплід на швидкість V_k коренеплоду в момент його відриву від скребка; кут ξ вильоту коренеплоду по відношенню до полотна транспортера; довжину L_p вільного польоту коренеплоду до його контакту з прутками полотна та швидкість V_y ударної взаємодії з полотном транспортера. Результати аналізу представлені у вигляді графічних залежностей на рис. 1-8.

При проведенні досліджень першочерговим завданням було встановлення рівня впливу кожного з конструктивних параметрів на значення V_k ; ξ ; L_p ; V_y . Тому при аналізі впливу кожного з них інші залишались незмінними і їх абсолютні значення становили: $V_m=1,4$ м/с; $R_k=0,05$ м; $R_p=0,08$ м; $L=0,4$ м; $\gamma=45^\circ$; $\beta=30^\circ$; $H=0$ м; $f=0,4$. Товщина стандартної гумово-кордової стрічки, яка взаємодіє з роликів і до якої з кроком рівним 40 мм приклепані прутки діаметром 10 мм складала 0,022 м.

На рис.1 зображені графічні залежності впливу радіуса ролика R_p на швидкість V_k відриву коренеплоду від скребка, кут ξ його вильоту та довжину L_p польоту і швидкість V_y ударної взаємодії коренеплоду з полотном.

З аналізу даних залежностей встановлено, що виконання роликів з радіусом меншим ніж 0,03 м призводить до значних швидкостей відриву від скребків коренеплодів ($>4,0$ м/с), а шлях їх вільного польоту над поверхнею полотна перевищує 0,4 м, що є недопустимим, оскільки зростає ймовірність вдарання коренеплодів в задню гостру поверхню наступного скребка а це в свою чергу спричинятиме додаткове їх пошкодження. Швидкість ударних взаємодій, при цьому набуватимуть граничних значень (допускається $V_y \leq 1,5$ м/с [1]), що також є небажаним явищем.

Збільшення R_p від 0,03 до 0,15м призводить до падіння V_k від 3,8 до 2,2м/с а L_p від 0,4 до 0,04м. Значення V_y , при цьому відповідають допустимим нормам. Кут ξ вильоту коренеплодів по відношенню до площини пруткового полотна на повному полі зміни параметра R_p від 0,015 до 0,15м змінюється не суттєво від 14° до 15° .

Необхідно відмітити, що збільшення R_p більше 0,08м не сприяє інтенсифікації доочищення коренеплодів, оскільки шлях зворотнього перекошування коренеплодів по прутках (аналогічний L_p) до скребоків полотна буде меншим 0,1м.

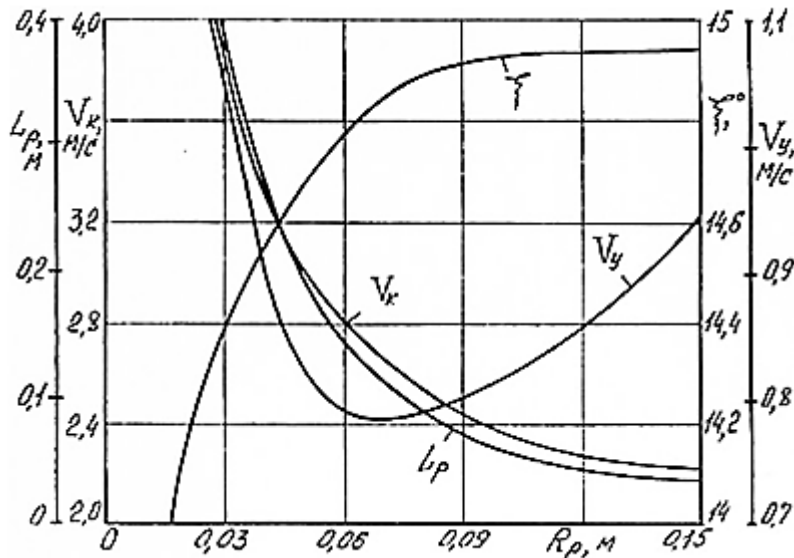


Рис. 1 - Залежності впливу радіуса ролика R_p на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

Таким чином, на основі проведеного аналізу, рекомендованим можна вважати межі виконання роликів з радіусом від 0,04 до 0,06м. В цьому випадку, параметри, які визначають якість доочищення коренеплодів, а саме швидкість V_y ударної взаємодії буряків з прутковим полотном (відбувається струшуючий ефект, при якому руйнуються зв'язки налиплого ґрунту з коренеплодом) і зворотній шлях переміщення буряків по прутках до скребоків після їх вільного польоту довжиною V_k ; ξ ; L_p ; V_y . (відбувається очищення коренеплодів при їх ковзанні та коченні по ребристій просівній прутковій поверхні) відповідають рекомендованим значенням і знаходяться в межах $V_y=0,9\dots0,8\text{м/с}$; $L_p=0,2\dots0,1\text{м}$ [1].

На рис.2 зображені залежності впливу відстані між роликами L на значення V_k ; ξ ; L_p ; V_y . Як видно з рис.2 збільшення L від 0,2 до 1,0м призводить до абсолютного зменшення величини всіх досліджуваних параметрів. Це пояснюється тим, що при збільшенні відстані між роликами зменшується кут охоплення полотном нижнього ролика, величина якого в значній мірі впливає на довжину польоту коренеплодів, початкову швидкість їх відривання від скребоків і швидкість ударної взаємодії з прутковим полотном. Рекомендованими, можна вважати значення L в межах 0,2...0,3м, оскільки V_y при цьому не перевищує 1,5м/с, а її найменше значення становитиме 0,95м/с. L_p в даному діапазоні зміни L становитиме 0,108...0,1м. Збільшення величини L понад 0,3м призводить до зменшення абсолютних значень L_p та V_y , що знизить ступінь доочищення коренеплодів.

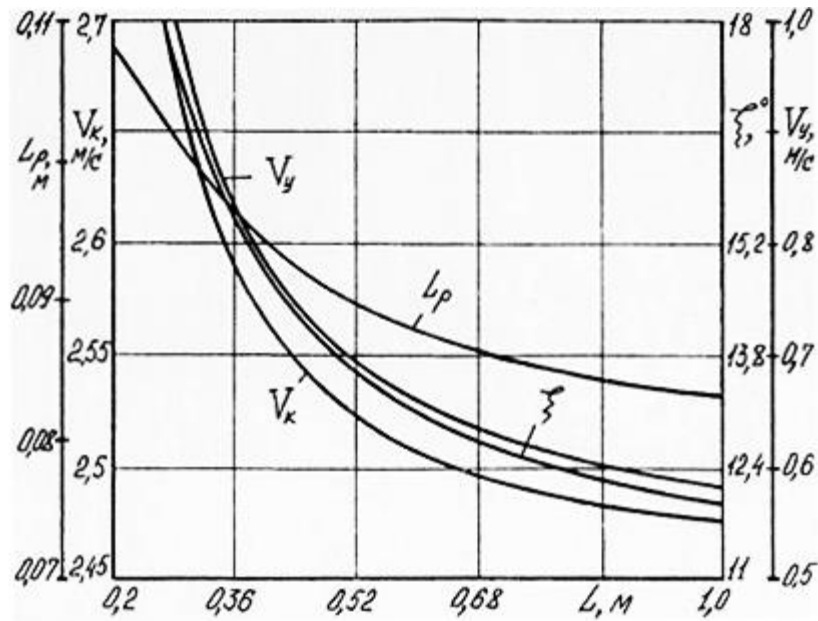


Рис. 2 - Залежності впливу відстані між роликami L на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

З аналізу графічних залежностей впливу кута γ нахилу пруткового полотна до горизонту на V_k ; ξ ; L_p ; V_y . (рис.3) можна встановити, що для реальних значень кутів нахилу транспортерів $\gamma=20^\circ \dots 60^\circ$, для яких можна застосувати даний принцип доочищення коренеплодів, величини вищевказаних параметрів знаходяться в допустимих межах.

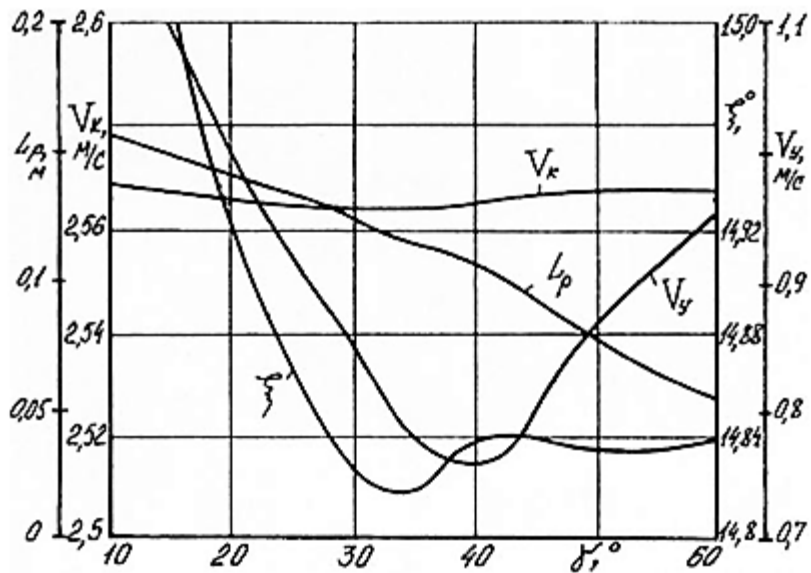


Рис. 3 - Залежності впливу кута γ нахилу пруткового полотна до горизонту на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

Так, в даному полі досліджень впливу у кут ξ змінюється не суттєво і знаходиться в межах 15° , а $V_k \approx 2,57$ м/с. Збільшення γ від 20° до 60° призводить до

зменшення L_p від 0,15м до 0,05м. Це свідчить, що для круто нахилених транспортерів шлях до очищення коренеплодів за рахунок перекочування по прутках зменшуватиметься. Зміна напрямку руху V_y , вказує, що в межах $\gamma=40^\circ$, V_y має мінімальний екстремум. Пояснити це можна тим, що для мало нахилених полотен дальність польоту коренеплодів є більшою, яка в свою чергу зменшується при збільшенні γ . Зменшення L_p при зростанні γ супроводжує зменшення складової висоти вільного падіння від дії сили земного тяжіння, а отже, і V_y . Однак при досягненні $\gamma \approx 40^\circ$ та його подальшого зростання відбувається більш різкіше зменшення величини L_p , що свідчить про те, що траєкторія вильоту коренеплодів здійснюється під меншим кутом до вертикальної площини, а отже складова його напрямку руху від дії $G=mg$ починає різко збільшуватись, що спричиняє зростання величини V_y .

Оскільки всі значення досліджуваних параметрів знаходились в допустимих межах при зміні γ від 20° до 60° , а даний фактор є нерегульований, то при проведенні експериментальних досліджень, а також виведенні аналітичних залежностей для розробки методик проектування таких робочих органів необхідно керувати зміною величини інших параметрів для збільшення величини L_p і відповідно кращого доочищення коренеплодів.

Нерегульованість параметра пояснюється тим, що даний принцип транспортування з одночасним доочищенням коренеплодів може здійснюватись для різних типів бурякозбиральних машин, пруткові транспортери, в яких розташовані стаціонарно під різними кутами до горизонту.

Досить важливе значення на характер переміщення коренеплодів в технологічному руслі пруткового транспортера-сепаратора має величина кута розташування лінії, що з'єднує осі роликів до площини полотна, оскільки даний параметр є регульованим. Залежності зміни $\beta = f(V_k; \xi; L_p; V_y)$ зображені на рис. 4.

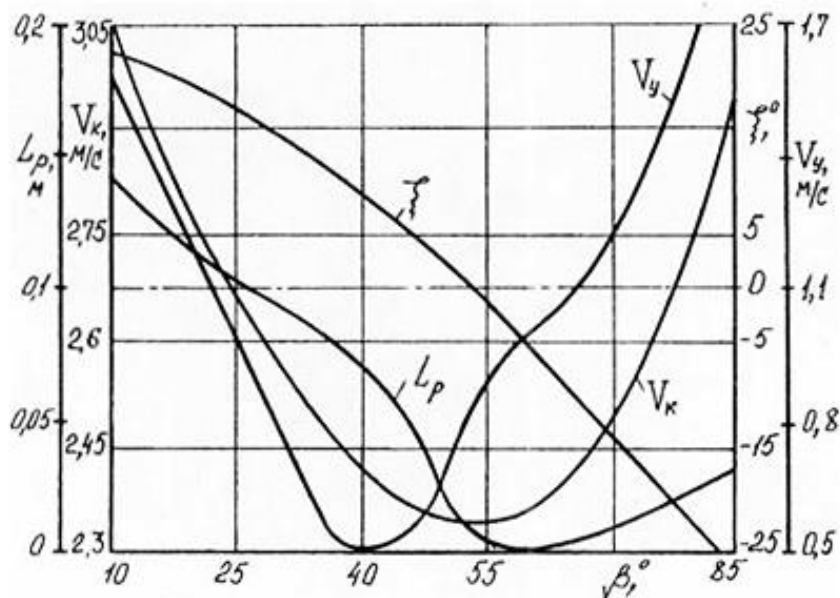


Рис. 4 - Залежності впливу кута β нахилу лінії, що з'єднує осі роликів до площини полотна транспортера на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

З аналізу рис. 4 встановлено, що збільшення величини β від 10° до 85° призводить до спадання абсолютного значення кута кидання коренеплодів ξ від 25 до

25°. Від'ємні значення ξ_k вказують на те, що при досягненні $\beta=52^\circ$ напрямком кидання буряків є паралельним до площини полотна, а при подальшому збільшенні кута β коренеплоди спрямовуються в полотно, що повинно призводити як до зменшення величини L_p , так і до зростання швидкості їх ударної взаємодії V_y з прутками транспортера. Це підтверджується характером зміни L_p і V_y (рис. 4).

Для забезпечення інтенсивного очищення коренеплодів при допустимому рівні їх пошкодження доцільно кут β вибрати в межах $15^\circ \dots 20^\circ$.

В цьому діапазоні $V_y = 1,5 \dots 1,1 \text{ м/с}$, а $L = 0,13 \dots 0,1 \text{ м}$. Вибір кута β менш ніж 15° приводить до перевищення $V_y > 1,5 \text{ м/с}$, що може викликати пошкодження коренеплодів, а при $\beta > 20^\circ$ зменшується шляхом їх доочищення, що не сприятиме покращенню сепарації вороху цукрових буряків.

Збільшення лінійних швидкостей полотна транспортера V , спричиняє зростання абсолютних значень всіх досліджуваних параметрів V_k ; ξ ; L_p і V_y (рис. 5). З аналізу графічних залежностей можна констатувати, що допустимою лінійною швидкістю полотна транспортера з умови не пошкодження коренеплодів ($L_p \leq 0,4 \text{ м}$ і $V_y \leq 1,5 \text{ м/с}$) є $V_T \leq 2,5 \text{ м/с}$. Однак згідно відомих досліджень [2] максимально допустимим є лінійні швидкості пруткових транспортерів, які не перевищують $1,5 \dots 2 \text{ м/с}$. Таким чином, лінійна швидкість скребкового полотна транспортера не є лімітуючим фактором, а найкраща ступінь сепарації коренеплодів відбувається при $V_T = 1,5 \dots 2 \text{ м/с}$.

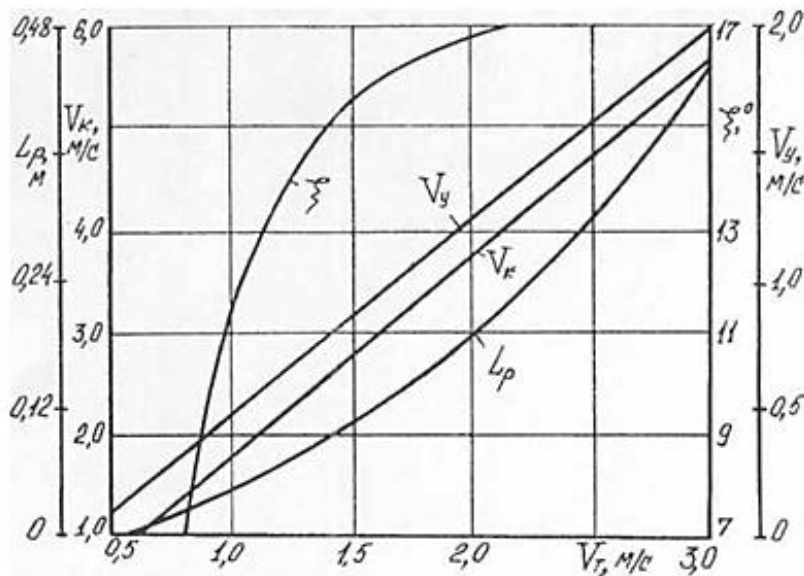


Рис.5 - Залежності впливу лінійної швидкості V_T транспортера на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

Висота розташування коренеплодів над полотном H не є керованим фактором, однак при їх сепарації можливі випадки, коли коренеплоди розташовуються один над одним, що може призвести до їх надто великого викидання скребками і відповідно підвищеного пошкодження внаслідок вдарання буряків в неробочу поверхню наступних скребків. Так, з аналізу графічних залежностей $H=f(V_k; \xi; L_p; V_y)$, які зображені на рис. 6 очевидним є те, що збільшення величини H від 0 до 0,1 м призводить до зростання досліджуваних параметрів, а при $H > 0,07 \text{ м}$ можливі травмування коренеплодів, так як значення L_p перевищуватиме 0,4 м. Швидкість ударної взаємодії коренеплодів з полотном, при цьому, становитиме $1,2 \text{ м/с}$, що не буде перевищувати

допустимих значень V_y .

Як показав аналіз впливу радіуса коренеплоду R_k на величину зміни V_k ; ξ ; L_p ; V_y (рис. 7), та дослідженнями встановлено, що для великих коренеплодів з $R_k=100$ мм значення L_p і V_y не перевищують допустимих меж. При цьому, зростання величини радіуса коренеплоду призводить до збільшення абсолютних значень V_k ; ξ ; L_p і V_y , характер зміни яких наближається до лінійного. Отже, можна констатувати, що величина R_k не є фактором, який може обмежити вибір конструктивно-кінематичних параметрів скребкового транспортера-сепаратора.

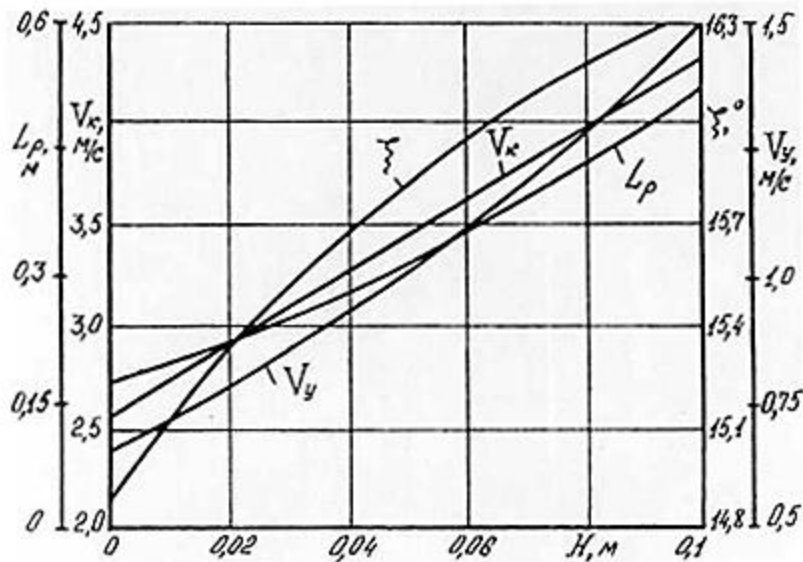


Рис. 6 - Залежності впливу висоти H розташування коренеплоду над полотном на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

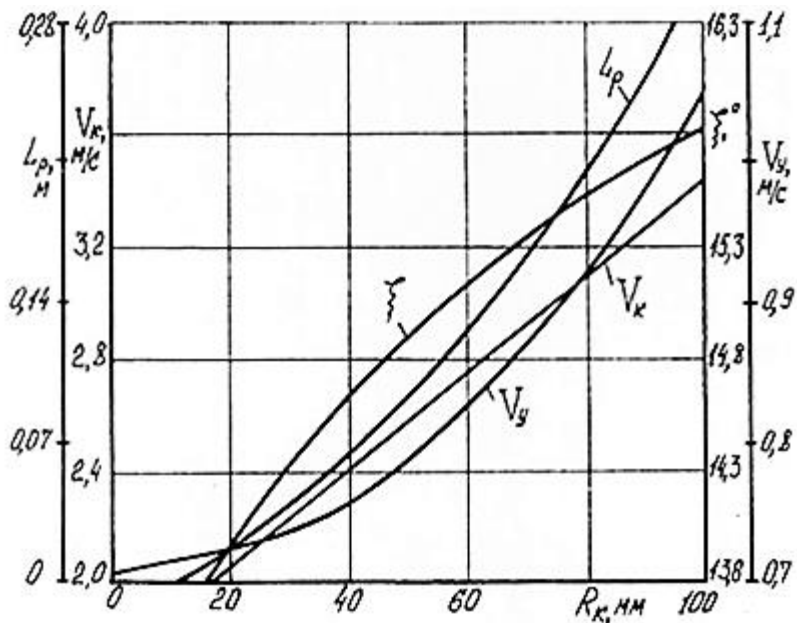


Рис.7 - Залежності впливу приведенного радіуса коренеплоду R_k на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

Аналіз впливу умов роботи транспортера, який характеризується приведеним коефіцієнтом тертя (агрофізичні властивості ґрунтів і вороху коренеплодів), показав (рис. 8), що в межах реальних значень коефіцієнта тертя 0,4...0,6 абсолютні величини L_p і V_y знаходяться в допустимих межах. Слід зауважити, що при роботі коренезбиральних машин в сухих ґрунтово-кліматичних умовах, які характеризуються підвищеним коефіцієнтом тертя необхідно проводити регулювання керованих параметрів (L ; β ; R_p) для підвищення ступеня сепарації вороху коренеплодів, оскільки значення L_p і V_y при цьому є незначними.

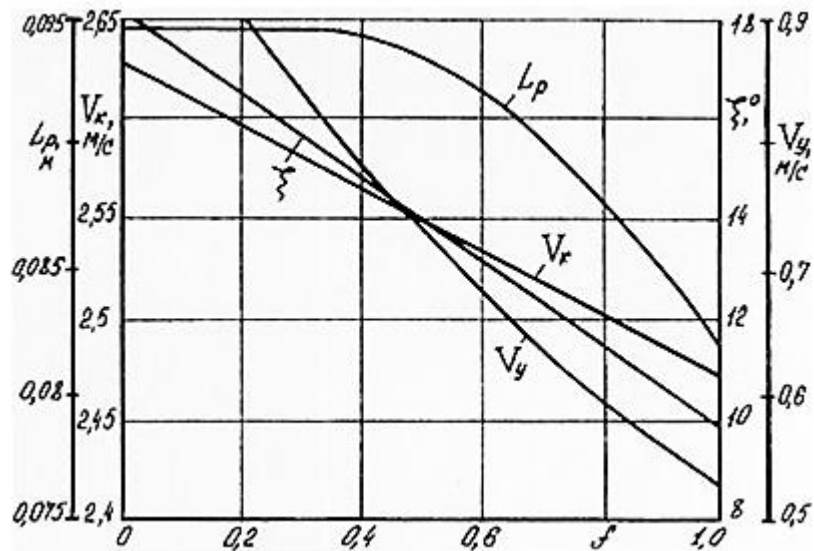


Рис. 8 - Залежності впливу приведенного коефіцієнта тертя f в парі скребок-коренеплід на швидкість відриву коренеплоду від скребка V_k , кут його вильоту ξ та довжину польоту L_p і швидкість V_y ударної взаємодії з полотном

Список літератури

1. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, С.В. Синій, В.М. Булгаков, Р.М. Рогатинський, О.Б. Павелчак. – Луцьк : ЛДТУ, 1999. – 168 с.
2. Свеклоуборочные машины: (Конструирование и расчет) / Л.В. Погорельый, Н.В. Татьянко, В.В. Брей и др. Под общ. ред. Л.В. Погорелого. – К. : Техніка, 1983. – 168 с.

Аннотация

Выбор рациональных параметров транспортера-сепаратора

Выбраны рациональные конструктивно-технологические параметры транспортера-сепаратора, которые дают возможность интенсифицировать процесс сепарации корнеплодов во время их уборки, за счет мгновенного проворачивания скребков транспортеров вокруг осей специальных роликов.

Summary

Choice rational constructive-technological parameters of transporter-separator

Rational constructive-technological parameters of transporter-separator are chosen. It makes possible to intensify separation process of root-crops during their gathering due to momentary twisting of transporter scrubber round special rollers.