

УДК 631.356

**ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТЕРА-СЕПАРАТОРА****Павелчак О.Б.<sup>1</sup>, Ткаченко І.Г.<sup>2</sup>, Гладь Ю.Б.<sup>2</sup>, Гевко Р.Б.<sup>2</sup>***(<sup>1</sup>Філія Тернопільської академії народного господарства  
Чортківський інститут підприємництва і бізнесу)**(<sup>2</sup>Тернопільський 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  $\gamma$  нахилу полотна транспортера до горизонту; кута  $\beta$  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  $\xi$  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  $V_k$ ;  $\xi$ ;  $L_p$ ;  $V_y$ . 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  $\xi$  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 0,03м призводить до значних швидкостей відриву від скребків коренеплодів ( $>4,0$ м/с), а шлях їх вільного польоту над поверхнею полотна перевищує 0,4м, 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  $\xi$  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  $14^\circ$  до  $15^\circ$ .

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.

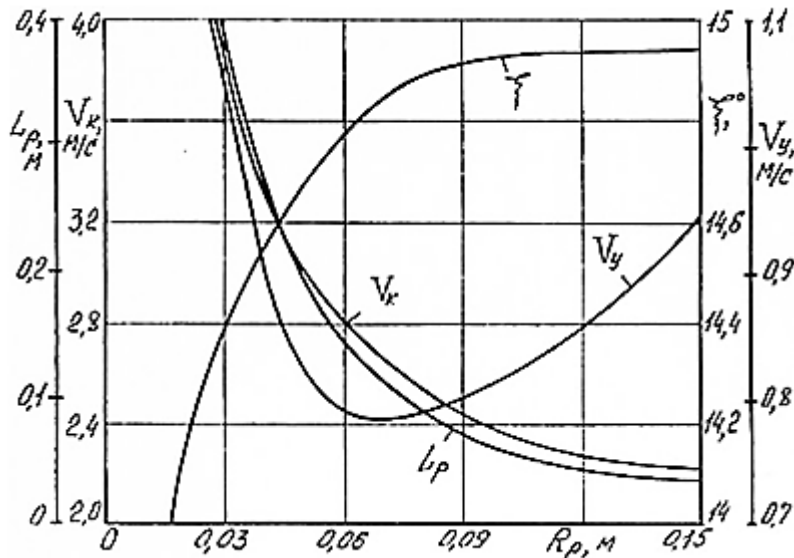


Рис. 1 - Залежності впливу радіуса ролика  $R_p$  на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

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  $V_k$ ;  $\xi$ ;  $L_p$ ;  $V_y$ . (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  $V_k$ ;  $\xi$ ;  $L_p$ ;  $V_y$ . 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.

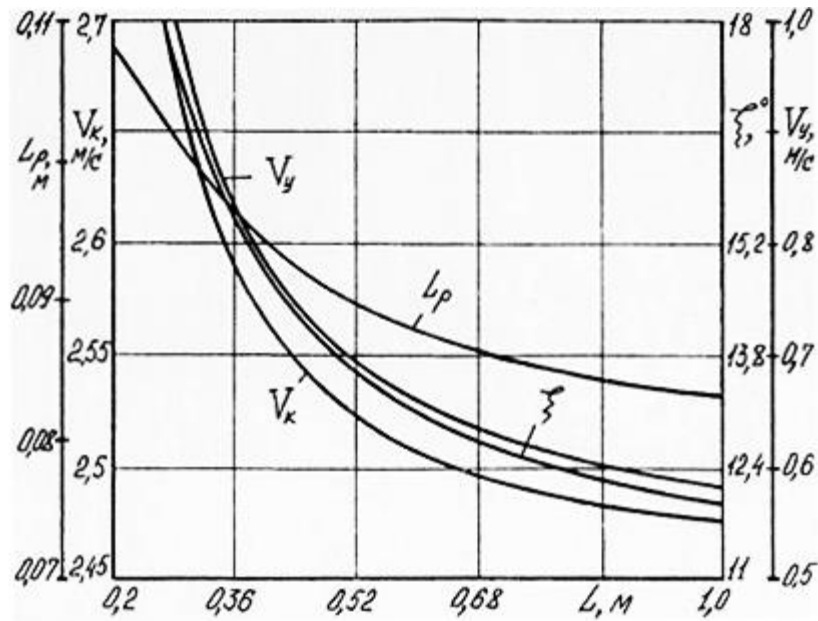


Рис. 2 - Залежності впливу відстані між роликami  $L$  на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

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

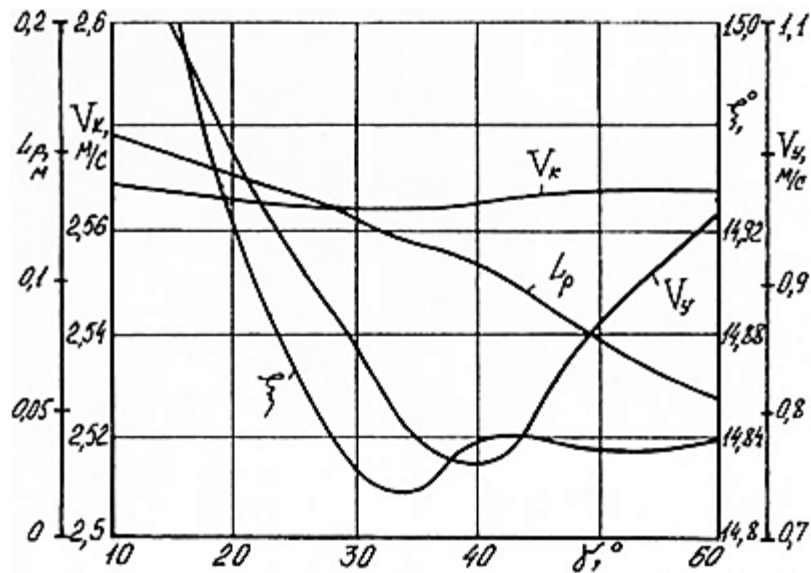


Рис. 3 - Залежності впливу кута  $\gamma$  нахилу пруткового полотна до горизонту на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

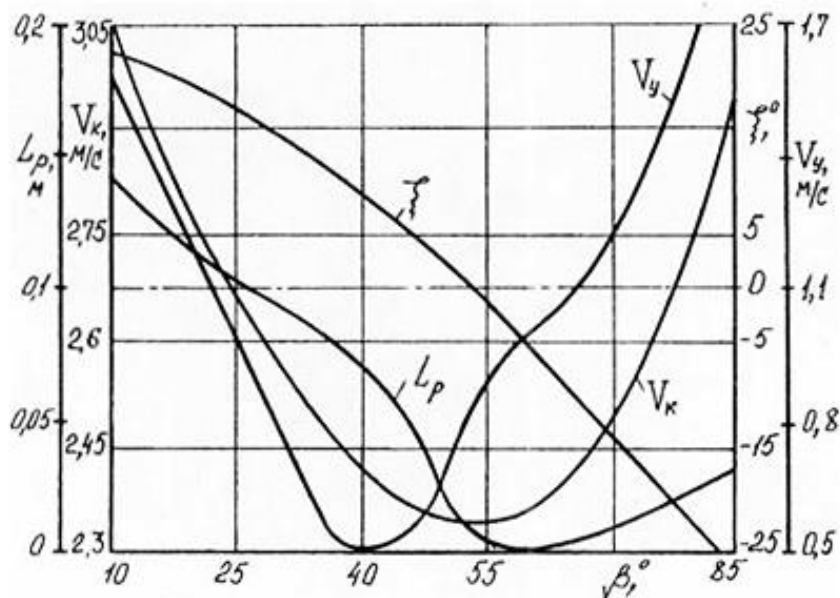
Так, в даному полі досліджень впливу у кут  $\xi$  змінюється не суттєво і знаходиться в межах  $15^\circ$ , а  $V_k \approx 2,57 \text{ м/с}$ . Збільшення  $\gamma$  від  $20^\circ$  до  $60^\circ$  призводить до

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  $\gamma$ . Зменшення  $L_p$  при зростанні  $\gamma$  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  $\gamma$  від  $20^\circ$  до  $60^\circ$ , 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  $\beta$  нахилу лінії, що з'єднує осі роликів до площини полотна транспортера на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

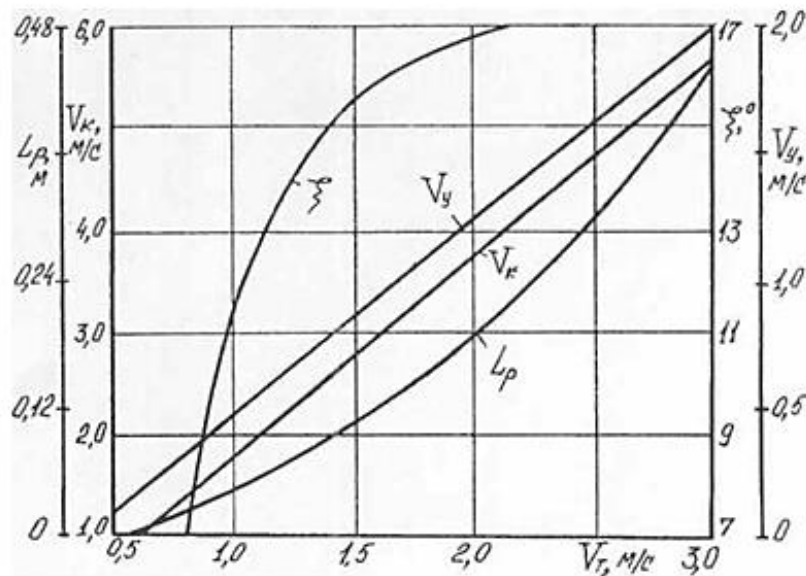
З аналізу рис. 4 встановлено, що збільшення величини  $\beta$  від  $10^\circ$  до  $85^\circ$  призводить до спадання абсолютного значення кута кидання коренеплодів  $\xi$  від 25 до

25°. Від'ємні значення  $\xi_k$  вказують на те, що при досягненні  $\beta=52^\circ$  напрямок кидання буряків є паралельним до площини полотна, а при подальшому збільшенні кута  $\beta$  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  $\beta$  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  $\beta$  менш ніж  $15^\circ$  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  $V_k$ ;  $\xi$ ;  $L_p$  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  $\xi$  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  $V_k$ ;  $\xi$ ;  $L_p$ ;  $V_y$  (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  $V_k$ ;  $\xi$ ;  $L_p$  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.

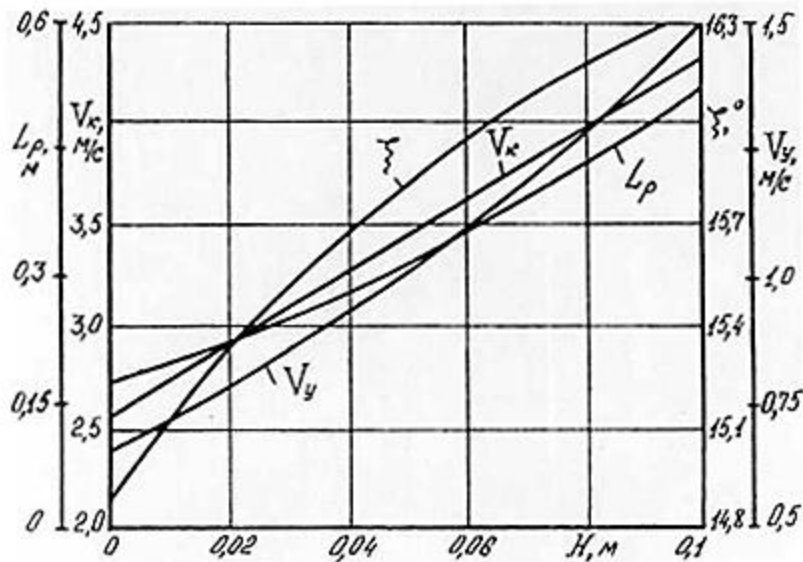


Рис. 6 - Залежності впливу висоти  $H$  розташування коренеплоду над полотном на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

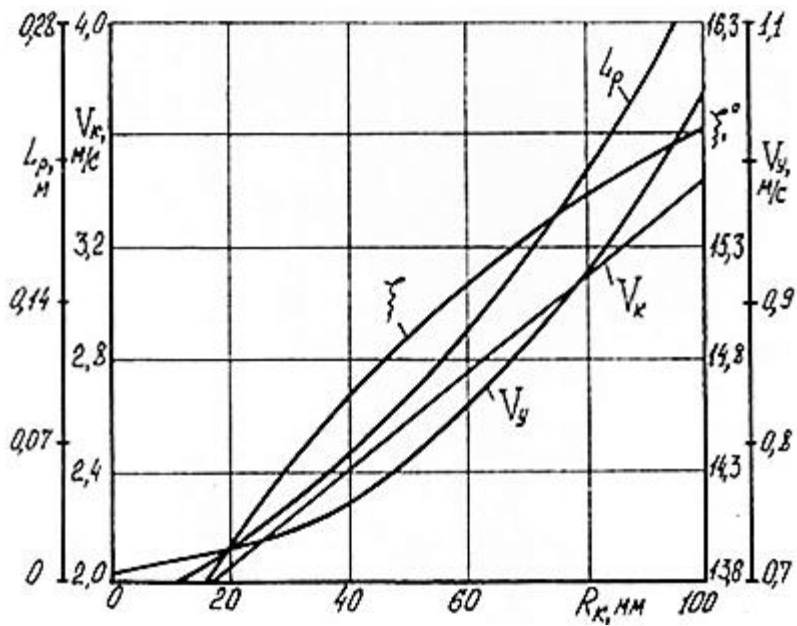


Рис.7 - Залежності впливу приведенного радіуса коренеплоду  $R_k$  на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

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 ( $L$ ;  $\beta$ ;  $R_p$ ) для підвищення ступеня сепарації вороху коренеплодів, оскільки значення  $L_p$  і  $V_y$  при цьому є незначними.

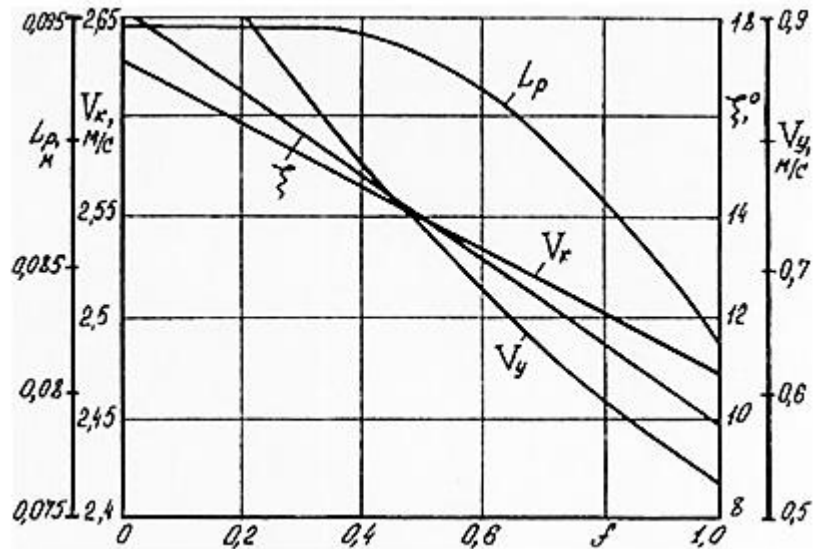


Рис. 8 - Залежності впливу приведенного коефіцієнта тертя  $f$  в парі скребок-коренеплід на швидкість відриву коренеплоду від скребка  $V_k$ , кут його вильоту  $\xi$  та довжину польоту  $L_p$  і швидкість  $V_y$  ударної взаємодії з полотном

### 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.