

дарських культур за рахунок інерційних сил і використання бокової поверхні зернівок як робочої. В результаті порівняльної оцінки основних технічних, технологічних і експлуатаційних показників протруювачів різних типів можна зробити висновок про незаперечну перевагу розроблених протруювачів інерційно-фрикційного типу.

Співробітниками кафедри (доц. Гуменюк Ю. О.) проводяться дослідження динаміки руху ґрунтообробних машин, зокрема питання адаптації робочих органів до ґрунтових умов.

Під керівництвом професора Войтюка Д. Г. розпочато дослідження впливу електромагнітного випромінювання крайньовисоко-частотного *КВЧ*-діапазону на біоб'єкти, а також дослідження фізичних механізмів, які лежать у основі резонансного поглинання та інформаційного впливу мікрохвиль на рослини.

Приділено багато уваги дослідженню історії розвитку сільськогосподарської техніки, сільськогосподарського машинобудування, філософії техніки, як науки та наукової спадщини українських діячів науки і техніки. Так, під керівництвом професора Д. Г. Войтюка проаналізовано історію розвитку конструкції плуга, досліджено діяльність видатних вчених у галузях землеробської механіки, механізації сільськогосподарського виробництва і машинобудування.

*Приведены основные результаты научно-технической и инновационной деятельности за последнее десятилетие функционирования кафедры.*

***Наука, техніка, дослідження, інновації, кафедра.***

*The basic results of scientific, technical and innovative activity for the last decade of functioning of department are resulted.*

***Science, machinery, researches, innovations, department.***

УДК 631.356.2

## **ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ УДОСКОНАЛЕНИМ КОПАЧЕМ ВІБРУЮЧОЇ ДІЇ**

***С. П. Сокол, кандидат технічних наук  
Дніпропетровський державний аграрно-економічний  
університет***

*Запропоновано математичну модель процесу вібраційного викопування коренеплодів. Передбачено режим вібрації, за якого*

© С. П. Сокол, 2015

забезпечується прискорений вихід коренеплоду з ґрунту, що дає можливість зменшити довжину лемеша і являється додатковим фактором зниження тягового опору при викопуванні.

**Коренеплід, ґрунт, викопування, робочий орган, леміш (клин), опір, вібрація.**

**Постановка проблеми.** Останнім часом вібраційні машини та вібраційні робочі органи набувають широкого використання в різних галузях виробництва, у тому числі й в сільськогосподарському машинобудуванні [1–4].

**Аналіз останніх досліджень.** У наукових літературних джерелах надається загальний підхід до розрахунку і проектування вібраційних машин, відмічаються переваги взаємодії активного робочого органу із середовищем, що піддається обробці, проте причини цих переваг не завжди достатньо з'ясовані. В роботі [5] розглянута можливість зниження тягового опору з використанням вібрації робочого органу на прикладі клина (лемеша) як складової і основної частини удосконаленого копача коренеплодів, що має форму скоби [6]. Математична модель різання ґрунту клином, що рухається рівномірно в горизонтальному напрямку, наведена в роботі [7], де до аналізу відносного руху об'єму ґрунту, що взаємодіє з клином, застосовано теорему Ейлера для суцільного середовища, що дало можливість визначити сили, які виникають в системі «клин-ґрунт».

Однак вплив вібрації на процес видалення коренеплоду з ґрунту, а також характер вібрації залишається не до кінця з'ясовані, тому **метою досліджень** є створення математичної моделі процесу вібраційного викопування та надання рекомендацій його практичного застосування.

**Результати досліджень.** Дослідження взаємодії вібруючого клина з ґрунтом проведено за розрахунковою схемою, наведеною на рис. 1. Схема передбачає, що клин, рухаючись в горизонтальному напрямку, здійснює ще й гармонійні коливання в напрямку осі  $OY$ . Прийнято припущення, що за незначної амплітуди коливань ( $a = 2...3$  мм) і достатньо високої частоти  $\omega$ , яку можна реалізувати, виходячи з технічних і економічних можливостей, підрізаний шар ґрунту не буде здійснювати коливань разом з клином, а в підрізано-му стані отримуватиме імпульсні поштовхи знизу, в напрямку осі  $OY$ , і відносно (уздовж) вібруючої поверхні ґрунту буде рухатися з такою ж відносною швидкістю, як і по поверхні клина, коливання якого відсутні. Аналітичні дослідження підтвердили, що за один період коливання клин тільки незначну частину цього часу буде перебувати в контакті з підрізаним шаром ґрунту і тільки в цей час виникає опір пере-

міщенню, який є суттєво меншим, ніж у випадку руху, «пасивного» клина.

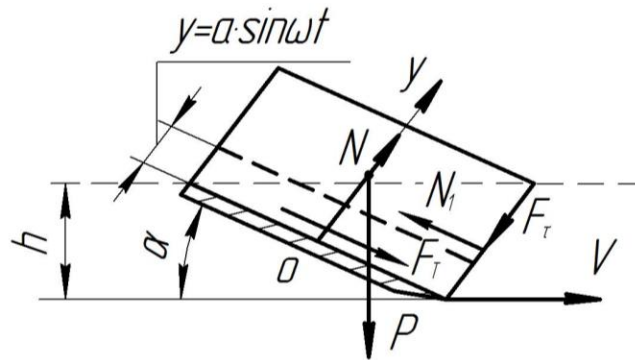


Рис. 1. Схема взаємодії ґрунту з вібруючим клином.

Розглянемо, як впливає вібрація клина на викопування коренеплоду рис. 1. Враховуючи, що масив ґрунту на клині знаходиться в об'ємі, замкненому з боків стояками скоби, а попереду і позаду – ґрунтом, який з клином безпосередньо не взаємодіє, висновки що отримані на основі гіпотези твердого тіла, можна поширити на випадок однорідного вологого піщаного ґрунту або пластичного глинистого. Реальний ґрунт частіше являє собою неоднорідне середовище, яке формувалося погодно-кліматичними умовами, верхній шар його змінювався ущільнюючись, у процесі зростання в ньому коренеплодів. Неважко передбачати, що під дією вібраційних поштовхів від клина нижня частина масиву ґрунту буде ущільнюватися, а вся інша розкришуватиметься. В'язі між окремими агрегатними частинами і коренеплодом будуть при цьому руйнуватися, що покращує його умови виходу на денну поверхню. На початку викопування коренеплід підрізується клином і при вібрації з кожним поштовхом клина він, як суцільне тіло, буде рухатися в напрямку вібрації, все більше виштовхуючись з ґрунту, який розкришується. Якщо клин має достатню довжину, то коренеплід після виходу із скоби повністю звільниться від взаємодіючого з ним ґрунту. Такого висновку можна дійти, розглядаючи рух масиву ґрунту на клині і рух буряку після отриманого поштовху від клина (рис. 2).

Теоретично вихід коренеплоду на денну поверхню можна поділити на два етапи. На першому етапі ґрунт і коренеплід, зазнавши поштовху від клина знизу, набувають однакової швидкості в напрямку вібрації клина:

$$V_0 = a \cdot \omega + V \sin \alpha, \quad (1)$$

де:  $a\omega$  – максимальна відносна швидкість клина;  $V$  – швидкість трактора.

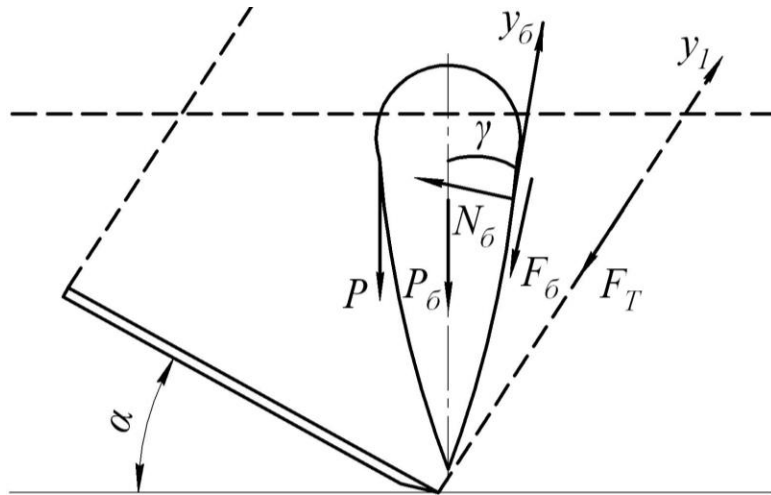


Рис. 2. Схема сил, що діють на коренеплід та масив ґрунту на клині після поштовху від клина.

Як показує досвід експлуатації клина, розкришений ґрунт не уникає від поштовху, а, інтенсивно гальмуючись силами сколювання  $F_T$  за одне коливання, реально переміщується в напрямку коливань на відстань:

$$\Delta y = a + V \cdot 0,25T \sin \alpha. \quad (2)$$

Після поштовху буряк може відокремитися від масиву, який стримується силою  $F_T$  на лінії сколювання. Диференціальне рівняння руху буряку вздовж осі  $y_\delta$  матиме вигляд:

$$m_\delta \ddot{y}_\delta = -P_\delta \cos \gamma - F_\delta, \quad (3)$$

де:  $F_\delta$  – сила тертя; і її визначимо за рівнянням

$$F_\delta = f \cdot N_\delta = f \cdot P_\delta \sin \gamma. \quad (4)$$

Тоді  $m_\delta \ddot{y}_\delta = -P_\delta \cos \gamma - f \cdot P_\delta \sin \gamma$ , що дає можливість розрахувати переміщення коренеплоду за час, протягом якого клин здійснить нове коливання і відбудеться наступний поштовх.

На другому етапі викопування коренеплоду відбувається завдяки поштовхам, які забезпечуються не підрізаючим клином а ґрунтом. Для цієї ситуації умовна схема сил, що діють на буряк представлена на рис. 3. Динамічний тиск ґрунту на буряк визначимо як

$$F = \frac{\gamma_{об}}{g} S_{np} \cdot V_\kappa^2, \quad (5)$$

де:  $\gamma_{об}$  – питома вага ґрунту;  $S_{np}$  – площа проекції буряку на площину клина;  $V_\kappa$  – швидкість клина в напрямку вібрації.

Нормальна реакція  $N$ , Кулонове тертя  $F_T$  та динамічний тиск  $F$  умовно показані на рис. 3. Ці сили реально розподілені по всій бічній поверхні буряку який приймається за конус діаметра  $d$ , висотою

$h$  і конусністю  $\gamma$ . Надалі сили  $F_T$  і  $N$  будемо вважати рівнодійними динамічного тиску на буряк від клина (зліва на буряк) і реактивного тиску ґрунту на буряк справа.

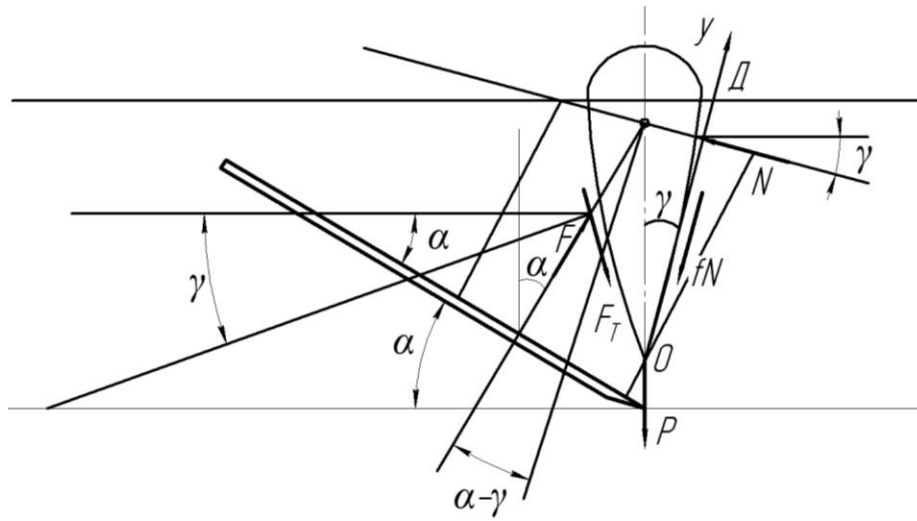


Рис. 3. Схема сил, що діють на коренеплід за вібраційного викопування.

Під дією сил  $F$  і  $N$  буряк буде виштовхуватися, при цьому виникатимуть сили тертя  $F_T$  і  $N_T$ , які визначимо так:

$$N_T = f \cdot N; \quad F_T = f \cdot F \cos(90^\circ - \alpha - \gamma). \quad (6)$$

Приймаючи, що при викопуванні буряк буде рухатися вздовж лінії  $OD$ , розглянемо рівновагу сил в напрямку дії сили  $N$ .

$$N - F \sin(\alpha - \gamma) - F_T \sin 2\gamma - P \sin \gamma = 0, \quad (7)$$

або, враховуючи формулу (6), знайдемо:

$$N = F \left[ \sin(\alpha - \gamma) + f \cos(90^\circ - \alpha - \gamma) \sin 2\gamma \right] + P \sin \gamma.$$

Диференціальне рівняння руху буряку в напрямку осі  $OY$  набуде вигляду:

$$m\ddot{y} = F \cos(\alpha - \gamma) - P \cos \gamma - f N - F_T \cos 2\gamma. \quad (8)$$

При визначенні сили  $F$  будемо враховувати, що клин у разі взаємодії з ґрунтом має швидкість:

$$\dot{y} = a \cdot \omega + V \sin \alpha,$$

тоді

$$F = \frac{\gamma_{об}}{g} S_{np} [a \cdot \omega + V \sin \alpha]^2. \quad (9)$$

Інтегрування рівняння (8) з урахуванням виразів (7) і (9) дає можливість отримати переміщення коренеплоду за один поштовх, що передається ґрунтом. Як витікає з наведених викладок, вібрація клина в напрямку, перпендикулярному до його поверхні, забезпечує, крім підйому шару ґрунту на задану висоту, ще й виштовхування з

нього коренеплоду на денну поверхню. У такий спосіб клин, який здійснює коливання, викопуватиме коренеплід швидше, ніж клин пасивний, а його довжина може бути зменшеною. За такої зміни конструкції робочий орган, що має форму скоби, буде взаємодіяти з меншим об'ємом ґрунту, внаслідок чого знизиться опір його переміщенню.

**Висновок.** Запропонована математична модель процесу вібраційного викопування коренеплодів дозволяє за заданими характеристиками коливань раціонально змінювати геометричні характеристики удосконаленого копача коренеплодів, що має форму скоби, зокрема зменшувати довжину підрізаючого лемеша. Наслідком такої зміни є додаткове зниження тягового опору копача, що має форму скоби, при викопуванні коренеплодів.

### Список літератури

1. Булгаков В. М. Використання вібраційних робочих органів при викопуванні коренеплодів цукрових буряків / В. М. Булгаков // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 2. – С. 40–45.
2. *Машини та технологічне обладнання вібраційної дії (теорія і розрахунок): навч. посібник* / [Калетнік Г. М., Булгаков В. М., Паламарчук І. П. та ін.]. – К.: Хай-Тек Прес, 2013. – 280 с.
3. Верняев О. В. Активные рабочие органы культиваторов / О.В. Верняев. – М.: Машиностроение, 1983. – 80 с.
4. Максимов П. Л. Новые рабочие органы и машины для производства корнеклубнеплодов / П. Л. Максимов, Л. М. Максимов. – Ижевск, 2002. – 80 с.
5. Кобець А. С. Математична модель взаємодії ґрунту з вібруючим клином, та визначення кінематичних характеристик вібрації при викопуванні коренеплодів / А. С. Кобець, М. М. Науменко, С. П. Сокол // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. М. Василенка. – Х., 2010. – Вип. 93, т. 1. – С. 143–148.
6. Патент № 56385 Україна, МПК А01D 25/00. Викопувальний орган коренезбиральної машини / А. С. Кобець, М. М. Науменко, С. П. Сокол, А. М. Пузач ; Дніпропетровський ДАУ. – № u2010 08527; заявл. 08.07.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
7. Математична модель взаємодії рухомого клина з ґрунтом / А. С. Кобець, М. М. Науменко, С. П. Сокол, А. М. Пузач // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2010. – Вип. 144, ч. 1. – С. 43–50.

*Предложена математическая модель процесса вибрационного выкапывания корнеплодов. Предусмотрен режим вибрации, при котором обеспечивается ускоренный вынос корнеплода из почвы, что дает возможность уменьшить длину лемеха, и служит дополнительным фактором снижения сопротивления при выкапывании.*

**Корнеплод, почва, выкапывание, рабочий орган, лемех (клин), сопротивление, вибрация.**

*It is given a mathematical model for root crops digging vibrating process. It is used such vibration mode, which provides a rapid removal of root crops from the soil. This makes it possible to reduce the length of the blade, which is an additional factor in resistance reducing during the digging process.*

**Root crop, soil, digging out, working body, wedge bar, resistance, vibration.**

УДК 338.433.4

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВТОРИЧНОГО РЫНКА ПОДДЕРЖАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

**С. А. Соловьев, доктор технических наук**

**В. С. Герасимов, инженер**

**ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка»**

**В. П. Миклуш, кандидат технических наук**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»**

*В статье приведены основные принципы и мотивация создания и формирования вторичного рынка поддержанной техники в агропромышленном комплексе.*

**Мотивация, обновление, респонденты, модернизация, поддержанная техника, мониторинг, господдержка, ПОРТАЛ, информация.**

**Постановка проблемы** Состояние машинно-тракторного парка (МТП) АПК России и Республики Беларусь выдвигает важнейшую задачу разработки и быстрейшего практического использования вторичного рынка поддержанной сельскохозяйственной техники. Так в АПК России объем машинно-тракторного парка составляет примерно 50% от технологической и нормативной потребности, износ

© С. А. Соловьев, В. С. Герасимов, В. П. Миклуш, 2015