

Рис. 3 – Характер распределения нормальных напряжений в виброизоляторе ВР-203 при $z = h$

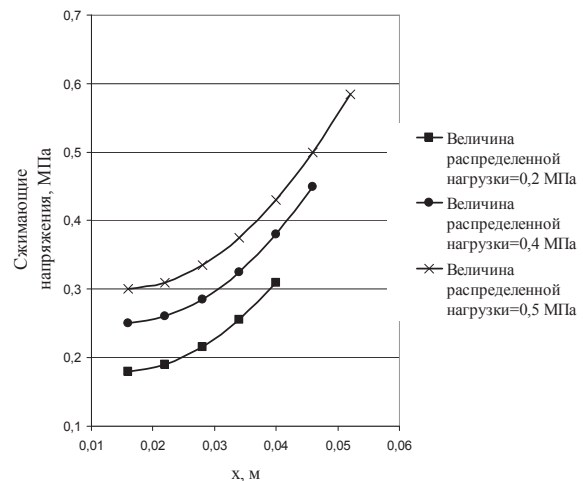


Рис. 4 – Характер распределения нормальных напряжений в виброизоляторе ВР-204 при $z = h$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киричевский В.В. Метод конечных элементов в механике эластомеров / В.В. Киричевский. – К.: Наук. думка, 2003. – 655 с.
2. Толоч В.А. Метод конечных элементов: теория, алгоритмы, реализация / В.А. Толоч, В.В. Киричевский, С.И. Гоменюк, С.Н. Гребенюк, Д.П. Бувайло. – К.: Наук. думка, 2003. – 316 с.
3. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике / О.К. Зенкевич. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
4. Дырда В.И. Резиновые детали в машиностроении / В.И. Дырда, Е.Ф. Чижик. – Днепропетровск: Полиграфист, 2000. – 581 с.

УДК 631.316.022.4

Кобець А.С., Кобець О.М., Пугач А.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБТІКАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОТОКОМ ҐРУНТУ

Установлені початкові значення потоку ґрунту, що обтекає поверхню робочого органу, що сприяє забезпеченню направленої абразивної зносу лезва.

RESEARCH OF PROCESS OF SOIL STREAM FLOWING AROUND OF WORKING BODY

The initial values of the soil stream on the surface of the working body, that promote directional blade wear, are established.

Постановка проблеми. В загальній сукупності факторів, що впливають на спрацювання металу, домінуючим є переміщення абразивних часток у залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту і матеріалу, з якого виготовлений робочий орган. Знаючи закономірності переміщення абразивних частинок і параметри потоку ґрунту можливо вивчити їх взаємний вплив і встановити шляхи оптимізації спрацювання [1-3].

Абразивні частки, що знаходяться в контактній зоні з поверхнею робочого органу, виконують складний рух: переміщення, кочення і обертання. Враховуючи малий розмір абразивних часток, переміщенням одна відносно іншої і обертанням можна знехтувати. Однак, така характеристика потоку ґрунту, як відносна швидкість руху по поверхні робочого органу є домінуючою.

Розглянемо культиваторну лапу, як найбільш поширений ґрунтообробний робочий орган.

Мета досліджень. Встановити початкові параметри потоку ґрунту, що дозволять забезпечити направлене спрацювання ріжучої кромки леза.



Рис. 1 – Розташування гнучких елементів на робочому органі

Основний матеріал досліджень. Дослідження виконувались з метою підтвердження прийнятої гіпотези про визначальну роль напрямку вступу потоку ґрунту на характер спрацювання леза. Раніше було показано, що характер спрацювання, а саме його зменшення, залежить від параметрів потоку ґрунту, до яких в першу чергу відносяться відносна швидкість руху ґрунту і кут вступу потоку на поверхню культиваторної лапи [4].

Швидкість руху ґрунту по поверхні лапи постійна, що впливає з нерозривності потоку. Кут вступу ґрунту на поверхню культиваторної лапи дозволяє визначити початкові параметри потоку ґрунту і отримати повну картину руху ґрунту.

Для визначення кута вступу ґрунту була розроблена методика, яка полягає в наступному:

1. На лезо культиваторної лапи встановлювались чотири гнучкі елементи, які було розташовано на відстані $\eta = 50, 100, 150, 200$ мм від носка лапи (рис. 1).

2. Культиваторна лапа, оснащена гнучкими елементами встановлювалась на культиватор КПС-4. Під час роботи під дією рухомого ґрунту гнучкі елементи встановлювались під кутом вступу ґрунту. Після зупинки лапа не піднімалась, розкопувалась, і замірювався кут між гнучким елементом і лезом лапи (рис. 2, а, б).

3. Для робочої швидкості кількість повторності була рівна п'яти.

4. Культиваторна лапа з гнучкими елементами встановлювалась як в першому так і в другому рядах.



а



б

Рис. 2 – Робочий момент визначення кута вступу ґрунту

Результати дослідження кута вступу ґрунту приведені в табл. 1, а графіки залежності кута від відстані до носка приведені на рис. 3.

Таблиця 1 – Значення кута вступу ґрунту на культиваторну лапу

Відстань від носка лапи, мм	50	100	150	200
Перший ряд, град.	55,2	57,6	60,4	66,2
Другий ряд, град.	56,2	56,6	59,8	60,6

Як видно з графіків, залежність кута вступу ґрунту $\theta(\eta)$ відрізняються один від одного в залежності від того ряду, в якому встановлений.

Так, для лапи, яку встановлено в першому ряду, на відстані $\eta = 50 \dots 150$ мм, залежність $\theta(\eta)$ для перших двох елементів має вид прямої лінії, а на відрізок $\eta = 150 \dots 200$ мм має вигляд кривої лінії, у якій кривизна утворюється від значення кута $\theta = 60,4^\circ$, при $\eta = 150$ мм, до $\theta = 66,2^\circ$, при $\eta = 200$ мм.

Для лап, що стоять у другому ряду залежність кута вступу $\theta(\eta)$ практично не має кривизни і являє собою пряму, що має значний нахил: при $\eta = 50$ мм значення функції $\theta(\eta) = 56,2^\circ$, а при $\eta = 200$ мм всього $60,6^\circ$, в той же час як для лап в першому ряду це значення рівне $66,2^\circ$, що на $5,8^\circ$ більше.

Різний характер функції кута вступу ґрунту $\theta(\eta)$ можна пояснити різними режимами роботи лап. Знаходячись в першому ряду, культиваторна лапа працює в режимі блокованого різання. При роботі в режимі блокованого різання стінки борозни не дають ґрунту вільно вступати на поверхню лапи, до того ж, цей вплив помітно тим більше, чим ближче стінка борозни. Лапи в другому ряду працюють в режимі вільного різання, коли стінок борозни не існує. В цьому випадку ґрунт, розрихлений лапами першого ряду, має протидію вступу на поверхню лапи, яка помітно менше ніж вплив стінок борозни.

Залежність кута вступу ґрунту від відстані до носка лапи, яка встановлена в першому ряду, опишемо поліномом.

$$\theta = a_0 + a_1\eta + a_2\eta^2 + a_3\eta^3, \quad (1)$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти полінома.

Для цього будемо враховувати, що значення кута θ при координаті $\eta = 0$ мм, тобто на носку лапи, рівне $\theta = 55,2^\circ$.

Тоді коефіцієнт $a_0 = 55,2$. Значення коефіцієнта a_1 будемо шукати, знайшовши першу похідну (1) враховуючи значення кута θ при значеннях $\eta = 50$ і $\eta = 100$ мм.

$$\frac{d\theta}{d\eta} = a_1 + 2a_2\eta + 3a_3\eta^2. \quad (2)$$

Значення першої похідної рівне

$$\frac{d\theta}{d\eta}(50) = \frac{\theta(100) - \theta(50)}{50} = \frac{57,6 - 55,2}{50} = 0,048,$$

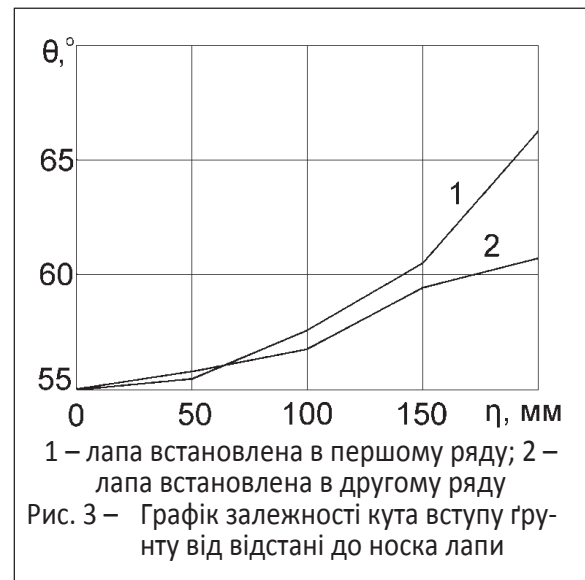
відповідно, $a_1 = 4,8 \cdot 10^{-2}$.

Коефіцієнти a_2 і a_3 знайдемо, переписавши (1) наступним чином

$$\theta - a_0 - a_1\eta = a_2\eta^2 + a_3\eta^3.$$

Тоді, підставивши відомі значення θ , a_0 і a_1 в ліву частину і значення координати $\eta = 150$ і 200 мм, приходимо до системи рівнянь

$$-7,2 = a_2 \cdot 2,25 \cdot 10^4 + a_3 \cdot 3,375 \cdot 10^6;$$



$$-9,6 = a_2 \cdot 4 \cdot 10^4 + a_3 \cdot 8 \cdot 10^6.$$

Розв'язуючи цю систему, отримуємо значення коефіцієнтів: $a_2 = -1,03 \cdot 10^{-4}$ і $a_3 = -0,686 \cdot 10^{-6}$.

Таким чином, маємо рівняння кута сходження ґрунту на лапу в наступному вигляді

$$\theta = 55,2 + 4,8 \cdot 10^{-2} \eta - 1,03 \cdot 10^{-4} \eta^2 - 0,686 \cdot 10^{-6} \eta^3. \quad (3)$$

Залежність $\theta(\eta)$ для лап, що знаходяться в другому ряду будемо шукати по аналогії до першого.

$$\theta = 56,6 + 8 \cdot 10^{-2} \eta - 0,171 \cdot 10^{-4} \eta^2 - 0,114 \cdot 10^{-6} \eta^3. \quad (4)$$

Для наступних розрахунків поєднаємо ці дві функції, знайдемо середнє значення θ для кожного із значень η .

Враховуючи незначні значення останніх членів в отриманому виразі можна обмежитись першими двома. Остаточо маємо наступну залежність кута сходження ґрунту

$$\theta = 55,7 + 6,4 \cdot 10^{-2} \eta. \quad (5)$$

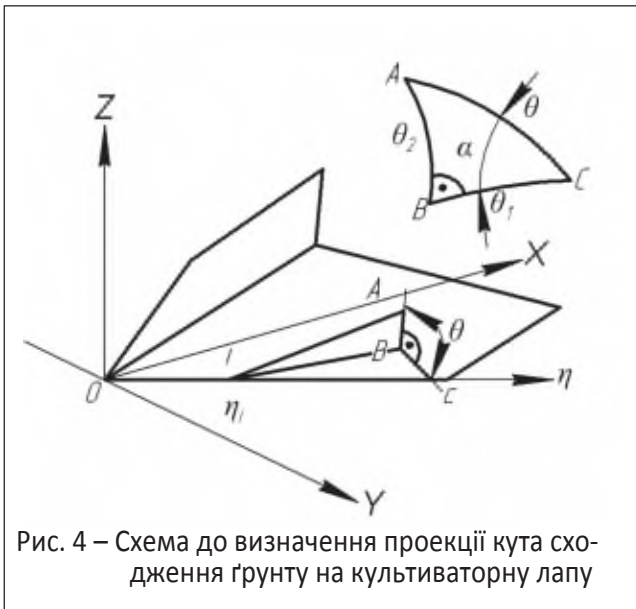


Рис. 4 – Схема до визначення проекції кута сходження ґрунту на культиваторну лапу

Проекції кута вступу ґрунту на поверхню культиваторної лапи визначимо згідно схеми, що приведена на рис. 4.

Із сферичного трикутника ABC, на основі формул сферичної тригонометрії, для проекції кута вступу ґрунту θ на горизонтальну площину Oxy маємо

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \operatorname{tg} \theta \cdot \cos \alpha,$$

або

$$\theta_1 = \operatorname{arctg}(\operatorname{tg} \theta \cdot \cos \alpha), \quad (6)$$

де α – кут встановлення площини крила лапи до горизонту, град.

Відповідно для проекції кута сходження ґрунту θ на поздовжньо вертикальну площину Oxz отримаємо наступ-

ний вираз

$$\sin \theta_2 = \sin \theta \cdot \sin \alpha$$

і

$$\theta_2 = \operatorname{arcsin}(\sin \theta \sin \alpha). \quad (7)$$

Таким чином, маючи значення проекцій кута вступу ґрунту на поверхню культиваторної лапи можна визначити початкові характеристики потоку ґрунту.

Висновки

Кут вступу ґрунту на поверхню культиваторної лапи дозволяє зробити висновок про початкові параметри потоку ґрунту і отримати більш повну картину руху ґрунту.

Встановлено, що кут вступу ґрунту на поверхню лапи збільшується від носка до заднього обрізу, до того ж на характер залежності впливає режим роботи лапи, який залежить від ряду встановлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аулін В.В. Вплив зміцнюючі композиційних покриттів на зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин / В.В. Аулін, В.М. Бобрицький, Т.М. Ауліна // «Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин DSRAM-1»: Зб. наук. праць І Міжнар. науково-техн. конф. / ТДТУ ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2004. – С. 303-307.
2. Аулін В.В. Стан питання теорії зносу композиційних матеріалів і покриттів / В.В. Аулін // Вісник Харківського національного університету сільського господарства. – Харків: ХНТУ, 2005. – Вип. 40. – С. 82-86.
3. Ахметилин Т.Ф. Повышение износостойкости и долговечности стрелчатых лап культиваторов : дисс. ... канд. техн. наук / Т.Ф. Ахметилин. – М., 1978.
4. Пугач А.М. Розробка конструкції і обґрунтування параметрів культиваторних лап, оснащених елементами локального зміцнення: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Вінниця, 2010. – 20 с.

УДК 622.831.3.001.5

Васильев Л.М., Васильев Д.Л., Ангеловский А.А.

МЕТОД РАСЧЁТА ДАВЛЕНИЯ ГИДРОРАСЧЛЕНЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПРИ ЕГО ГИДРОРЫХЛЕНИИ

Метод розроблений на поєднанні механіки гірничих порід, що враховує їх внутрішню тертя, і теорії обробки металів тиском, що не враховує внутрішню, а що враховує контактне тертя.

PRESSURE CALCULATION METHOD OF HYDRO-DISMEMBERMENT OF A COAL LAYER AT ITS HYDRO-BREAKING

A method is developed on combination of rock mechanics, taking into account the internal friction of rocks, and theories of metal forming by pressure, that doesn't take into account internal, but contact friction.

Правилами безпеки [1] для боротьби з несподіваними вибухами рекомендовано путём статического нагнетания жидкости в угольные пласты два локальных способа: гидроотжим и гидрорыхление призабойной их зоны. Отличие этих способов заключается, в основном, в размерах фильтрующей части. Наибольшее распространение получил способ гидрорыхления через скважины длиной 6–8 м при глубине герметизации в 4 м. ИГТМ НАНУ предложен способ гидроимпульсного воздействия, испытание которого проводится на шахтах ПАО «Краснодонецуголь». Поэтому возникает необходимость обоснования значения импульсного давления.

В работе [2] дан механизм деформирования пласта при статическом гидрорыхлении, построенный на использовании параметра отпора, определяемого по формуле.

$$\lambda = \frac{\nu}{1 - \nu},$$

где ν – коэффициент Пуассона материала угля.

Коэффициент Пуассона для одного и того же угля является условно величиной постоянной в любом сечении пласта и в никакой мере не характеризует напряжение в массиве на разных расстояниях от забоя. Поэтому автор пришёл к ошибочному утверждению, что абсолютное значение давления P нагнетания не влияет на напряжённое состояние и изменения значения P не нарушает равновесное состояние пласта.

Дело в том, что равновесное состояние пласта в любой его точке определяется значениями горного давления и величины горизонтального подпора, возникающего за счёт действия вовнутрь массива касательных напряжений от контактного трения, против поперечной деформации пласта.

В связи с этим возникает необходимость раскрытия с этих физических позиций механизма гидрорыхления, при котором давление нагнетания оказывает существенное влияние на напряжённое состояние угольного массива.