

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**



ЗБІРНИК

ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

**з нагоди 97-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)**

**до 125-річчя від дня заснування Національного університету
біоресурсів і природокористування України**

30 березня 2023 року



м. Київ

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

Обуховські читання: XVII Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 30 березня 2023 року: тези конференції. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. 237 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів учасників XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Обуховські читання», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку прикладної геометрії та інженерної графіки, дизайну, питання викладання графічних дисциплін, прикладної механіки та галузевого машинобудування.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Ружило З. В. – к.т.н., доц., декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України – голова організаційного комітету;

Пилипака С. Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України – співголова організаційного комітету;

Несвідомін В. М. – д.т.н., проф., професор кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

Войтюк В. Д. – д.т.н., проф., професор кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

Булгаков В. М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри механіки НУБіП України академік НААН України;

Ванін В. В. – д.т.н., проф., декан фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (за згодою);

Ковальов С. М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури (за згодою);

Куценко Л. М. – д.т.н., проф., професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України (за згодою);

Тулученко Г. Я. – д.т.н., проф., професор кафедри вищої математики і математичного моделювання Херсонського національного технічного університету (за згодою);

Роговський І. Л. – д.т.н., проф., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

Ромасевич Ю. О. – д.т.н., проф., професор кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України.

УДК 53.8

ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНКИ ПО РУХОМІЙ ХВИЛЯСТІЙ ПОВЕРХНІ

Воліна Т.М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Сумський національний аграрний університет*

Шорстка площина є універсальним конструктивним елементом багатьох машин і пристроїв для просіювання і сепарації частин технологічного матеріалу. Найбільш дослідженим є рух частинок по горизонтальній площині, яка здійснює коливальний прямолінійний або круговий рухи. Хвиляста поверхня із поперечним перерізом у вигляді синусоїди в ролі робочої поверхні суттєво мінятиме траєкторії ковзання частинок. Відповідно зміниться і математичний опис такого руху. Ковзання частинки по площині буде частковим випадком ковзання по хвилястій поверхні коли амплітуда синусоїди буде рівною нулю. При коливаннях хвилястої поверхні, коли всі її точки описують кола, рух технологічного матеріалу суттєво змінюється.

Нехай циліндрична хвиляста поверхня здійснює поступальні коливання таким чином, що всі її точки описують кола радіуса r (на рисунку 1 показані траєкторії переміщення чотирьох точок поверхні). Абсолютний рух частинки розглядався по відношенню до нерухомої системи координат $OXYZ$.

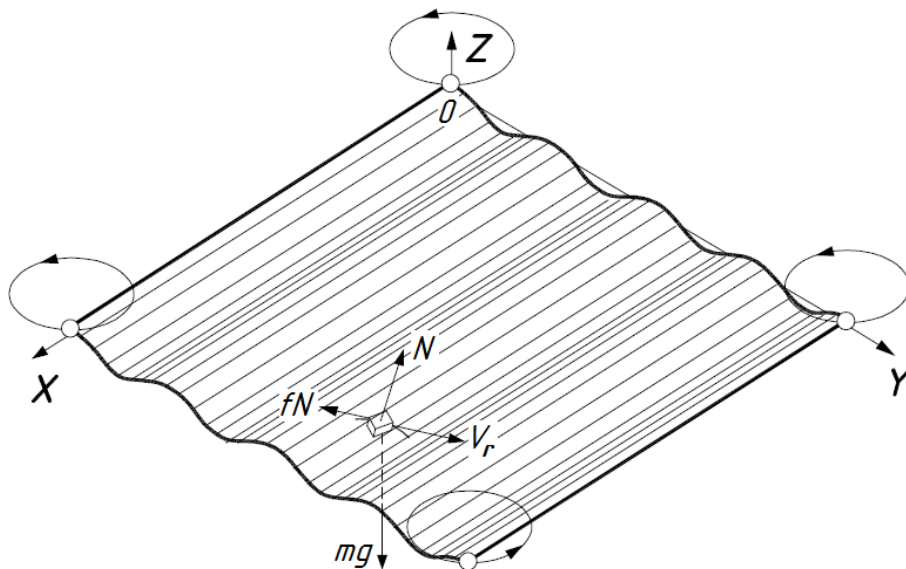


Рис. 1. Схема колових коливань хвилястої поверхні та прикладені до частинки сили

Якщо поверхню прив'язати до рухомої системи координат, то при її коливанні осі рухомої і нерухомої систем весь час будуть паралельними. Це означає, що абсолютну траєкторію частинки можна записати як суму переносного руху поверхні, точки якої описують кола, і відносного руху точки по хвилястій поверхні.

По поверхні точка ковзатиме по певній траєкторії. Рівняння траєкторії можна одержати, якщо зв'язати між собою незалежні змінні v і u поверхні. Цей зв'язок може бути задано через час t . Залежності $v=v(t)$ і $u=u(t)$, які описують траєкторію відносного руху (ковзання частинки по хвилястій поверхні), є невідомими функціями, які мають бути знайдені.

Рівняння руху має вигляд: $m\bar{w} = \bar{F}$, де m – маса частинки, $\bar{w}$ – вектор абсолютного прискорення, $\bar{F}$ – результуючий вектор прикладених до частинки сил. Такими силами є: сила ваги mg ($g=9,81 \text{ м/с}^2$), реакція N поверхні та сила тертя fN при ковзанні частинки по поверхні (f – коефіцієнт тертя). Всі сили потрібно спроекціювати на осі системи координат $OXYZ$.

В результаті обчислень було отримано наступні вирази:

$$\begin{aligned} v'' &= \frac{1}{A^2} [r\omega^2 \sin \omega t + ac(a^2 cv'^2 \sin av - g) \cos av] - \frac{fv'}{AV} B; \\ u'' &= r\omega^2 \cos \omega t - \frac{fv'}{AV} B; \\ N &= \frac{m}{A} B, \\ \text{де} \quad A &= \sqrt{1 + a^2 c^2 \cos^2 av}; \\ B &= [g + ac(r\omega^2 \cos av \sin \omega t - av'^2 \sin av)]. \end{aligned} \quad (1)$$

де c – амплітуда поверхні, a – частота (сталі величини);

u, v – незалежні змінні поверхні, де u – довжина прямолінійної твірної, v – відстань вздовж осі OY ;

r – радіус кіл, по яких рухаються точки циліндра;

ω – кутова швидкість обертання точок поверхні по колах.

Система (1) не може бути проінтегрована в аналітичному вигляді. Її потрібно розв'язувати чисельними методами. Знайдені залежності $v=v(t)$ і $u=u(t)$ дають можливість одержати відносну траєкторію руху частинки по хвилястій поверхні, тобто траєкторію ковзання.

Чисельними методами може бути побудовано траєкторію ковзання частинки по площині. Після перехідного процесу траєкторією ковзання частинки є коло, радіус якого менший від кола, яке описують всі точки площини. Графік зміни швидкості ковзання показав, що при цьому швидкість ковзання стає сталою.

Було знайдено параметричні рівняння, які описують траєкторію ковзання частинки по площині у відносному русі після його стабілізації:

$$\begin{aligned} v &= -r \sin \omega t + \frac{fg}{r\omega^4} \left(fg \sin \omega t - \sqrt{r^2 \omega^4 - f^2 g^2} \cos \omega t \right); \\ u &= -r \cos \omega t + \frac{fg}{r\omega^4} \left(fg \cos \omega t + \sqrt{r^2 \omega^4 - f^2 g^2} \sin \omega t \right). \end{aligned} \quad (2)$$

Із рівнянь (2) може бути визначений радіус r_r кола, яке описує частинка, ковзаючи по площині після стабілізації руху:

$$r_r = \sqrt{u^2 + v^2} = r \sqrt{1 - \left(\frac{fg}{r\omega^2} \right)^2} \quad (3)$$

Радіус r_r наближається до радіуса r при зменшенні коефіцієнта f тертя або ж при зростанні кутової швидкості ω коливань площини.

Було встановлено, що форма поверхні повинна бути певним чином обмежена через параметри її поперечного перерізу.

Досліджувалися три випадки: коли діаметр переносного руху поверхні дорівнює, менше або більше за період. Перший випадок є характерним, оскільки траєкторія ковзання частинки по поверхні не є замкненою лінією. Траєкторією ковзання є періодична просторова крива, при цьому криволінійне ковзання частинки поширюється в напрямі, близькому до напрямку осі OY , і частинка при своєму русі долає впадини і гребені поверхні. Напрямок поширення такого руху може відбуватися як у напрямі осі OY , так і в протилежну сторону. Поведінка частинки при цьому залежить від точки попадання на поверхню.

У випадку, коли діаметр кіл переносного руху поверхні менший за період, після перехідного періоду траєкторія ковзання частинки стає замкненою. В останньому випадку, коли діаметр кіл переносного руху поверхні більший за період, перехідний період може тривати досить довго або ж швидше переходити до замкненої траєкторії при зростанні кутової швидкості коливань. При подальшому зростанні радіуса r частинка після перехідного періоду рухається по замкненій кривій, причому ця замкнена крива збільшується у розмірах відповідно до радіуса r колових коливань. Якщо зменшувати амплітуду синусоїди, то хвиляста поверхня наближатиметься до площини, а замкнена крива ковзання – до кола.

Розглянуті випадки досить повно відображають можливі траєкторії відносного руху частинки по хвилястій поверхні при її колових коливаннях. В дослідженні не показано вплив коефіцієнта тертя на траєкторію ковзання частинки, однак його значення не вносить суттєвих змін на характер кривих ковзання частинки і обмежується розглянутими випадками.

Отже, при колових коливаннях хвилястої лінійчатої поверхні з поперечним перерізом у вигляді синусоїди відносною траєкторією частинки після стабілізації руху може бути замкнена або періодична просторові криві. Для уникнення відриву частинки від поверхні потрібно задавати режим коливань, який враховує форму поверхні та кінематичні параметри коливань. При діаметрі кола, яке описують всі точки поверхні при її коливанні, рівному періоду синусоїди, траєкторією відносного руху частинки може бути періодична крива. В цьому випадку частинка рухається в напрямі, близькому до поперечного, долаючи впадини і гребні поверхні. У інших випадках траєкторією ковзання є замкнена просторова крива, горизонтальна проекція якої близька до кола.

ЗМІСТ

Стор.

ПАРКЕТУВАННЯ СФЕРИ ПЛОСКИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ КВАДРАТНОЇ ФОРМИ	5
<i>Пилипака С. Ф., Несвідомін А. В.</i>	
КРИВІ ЛІНІЇ НА ПОВЕРХНІ ЧЕРЕЗ НАПЕРЕД ЗАДАНІ ЇЇ ТОЧКИ У ВНУТРІШНІХ КООРДИНАТАХ	9
<i>Несвідомін В. М.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМИ ПРУЖНОЇ ОСІ СТОЯКА ЛАПІ КУЛЬТИВАТОРА	11
<i>Пилипака С. Ф., Хропост В. І.</i>	
ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНКИ ПО РУХОМІЙ ХВИЛЯСТІЙ ПОВЕРХНІ	13
<i>Воліна Т.М.</i>	
СФЕРИЧНИЙ ЕЛІПС	16
<i>Кресан¹Т.А., Пилипака²С.Ф., Петрик³А.М.</i>	
ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПОБУДОВИ КВАДРИК ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	19
<i>Ботвіновська С. І., Золотова А. В., Суліменко А. Г.</i>	
ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ КІЛЬЦЕВОМУ ПОВІТРЯНОМУ КАНАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДОТІЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR	20
<i>Грищенко І. Ю.</i>	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ В ГАЗОВИХ КОНТАКТНИХ ВОДОНАГРІВАЧАХ.....	23
<i>Грищенко В. О.</i>	
ДІАГНОСТИКА І САМОДІАГНОСТИКА РІВНЯ СФОРМОВАНOSTІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРОФЕСІЙНОГО САМОРОЗВИТКУ	26
<i>Бондар М. М.</i>	
КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ДЕФОРМАТИВНОГО ФОРМОТВОРЕННЯ	27
<i>У ДИЗАЙНІ ТА У ДИЗАЙН-ОСВІТІ</i>	
<i>Дорошенко Ю. О.</i>	
ДИСКРЕТНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ДВОХ ТОЧОК.....	28
<i>Воронцов О. В.¹, Воронцова І. В.²</i>	

Наукове видання

Збірник

тез доповідей

XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

з нагоди 97-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)

(30 березня 2023 року)

Відповідальні за випуск:

Ю. О. Ромасевич – професор кафедри конструювання машин і обладнання
НУБіП України.

Редактор – І. Л. Роговський.

Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М. П. Момотенка НУБіП України.

Адреса колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12^б, НУБіП
України, навч. корп. 11, кімн. 305.

Підписано до друку 22.04.2023. Формат 60×84 1/16.

Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman та Arial.

Друк. арк. 5,4. Ум.-друк. арк. 5,5. Наклад 100 прим.

Зам. № 10097 від 22.04.2020.

Редакційно-видавничий центр НУБіП України

03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15. т. 527-80-49, к. 117

© НУБіП України, 2023