

Міжсхідноєвропейський науково-технічний збірник "Прикладна геометрія та інженерна графіка". Випуск 89. Головною редакцією редактор В.С. Михайленко. – К.: КНУБА, 2012р. – 408 с.

UKR В збірник включені дослідження кривих ліній та поверхонь, способів їх формоутворення, апроксимації, зображення та практичного застосування. Ряд статей присвячено питанням теорії зображень, геометричному моделюванню об'єктів, процесів та явищ, проблемам комп'ютерної графіки, геометричним питанням САПР, деяким питанням технічної естетики. Розрахований на працівників науково-дослідних і проєктних організацій, викладачів, аспірантів та докторантів.

RUS В сборник включены исследования кривых линий и поверхностей, способов их формообразования, аппроксимации, изображения и практического приложения. Ряд статей посвящен вопросам теории изображений, геометрическому изображению объектов, процессов и явлений, проблемам компьютерной графики, геометрическим вопросам САПР, некоторым вопросам технической эстетики. Рассчитан на работников научно-исследовательских и проектных организаций, преподавателей, аспирантов и докторантов.

ENG Articles is devoted to the investigation of curve lines, surfaces, ways of shape forming, approximation, imaging and its practical applications are included in the collection. A number of articles are devoted to questions of the theory of images, geometrical imaging of objects, processes and phenomena, problems of the Computer Graphics, geometrical questions of CAD, some questions of an industrial Art. Collection is intended for researchers, designers, high school teachers, post-graduate students etc.

Редакційна колегія: В.С. Михайленко (відп. редактор), В.В. Ванін (заступник відп. редактора), О.Л. Підгорний (відп. секретар), Ю.І. Бадаєв, Гюнтер Вайсс, А.С. Дехтар, С.М. Ковальов, Ю.М. Ковчинський, Л.М. Куценко, А.В. Найдиш, А.М. Підкоритов, С.Ф. Пилипак, В.О. Плоский, К.О. Сазонов, І.А. Скидан, А.Н. Хомченко, Гельмут Штахель.

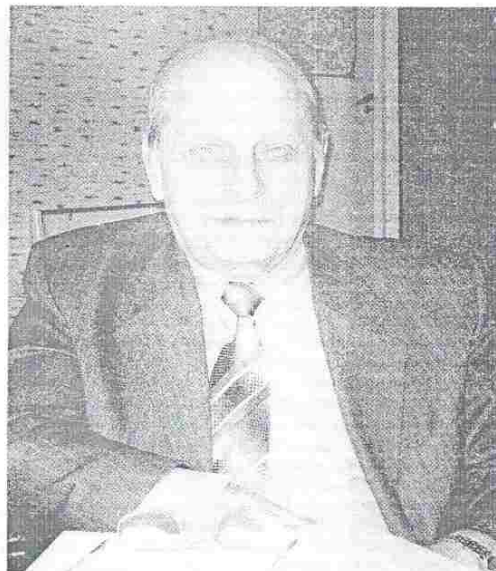
Editorial board: V.Ye. Mikhailenko (chief editor), V.V. Vanin (deputy editor), O.L. Pidgorny (managing editor), Yu.I. Badaev, A.S. Dehtjar, A.N. Khomchenko, S.M. Kovalev, Yu.M. Kovchinskii, L.M. Kutsenko, A.V. Najdysh, A.M. Pidkorytov, V.O. Plosky, S.F. Pylypaka, K.O. Sazonov, I.A. Skydan, Hellmuth Stachel, Gunter Weiss

Адреса редакції співвітчужку: Виконавча дирекція Української асоціації з прикладної геометрії, в. 419, Північнофлотський проспект, 31, 03680, Київ, Україна, телефон редакції: 241-54-32; geometry_kviv@ukr.net

Випуск рекомендовано до друку Президією УАПГ, протокол № 93 від 03. 04. 2011 р.

Наукове фахове видання
ISSN 0131-579X

© ВГО Українська асоціація з прикладної геометрії



**Володимиру
Володимировичу
Ваніну**

- 70 років !

Президія Української асоціації з прикладної геометрії, редакційна колегія збірника «Прикладна геометрія та інженерна графіка» вітають з ювілеєм видатного вченого та педагога, колегу та товариша, високоосвіченого та чуйного людини!

Від щирого серця бажаємо міцного здоров'я, щастя, творчих успіхів, племінитих учнів, удачі та тільки всього найкращого. Зі святом Вас, шановний Володимир Володимировичу!

Досліджено вплив неоднорідності горючого матеріалу по вологості на швидкість поширення ландшафтної пожежі і форму її контуру.

ACCOUNTING CHANGES FUEL MOISTURE IN EXPERIMENTAL
MATERIAL AND ANALYSIS MODEL DISTRIBUTION LANDSCAPE FIRE
A. Y. Kalinovskiy

The effect of heterogeneity on the moisture content of combustible material at the rate of spread of fire, landscape and shape of its contour.

КОНСТРУКТИВНА СХЕМА МАШИНИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ
ГРУНТУ РАДІАЛЬНОЮ ЛОПАТКОЮ

Таврійський державний агротехнологічний університет, Україна
Національний університет цивільного захисту України

Розглянуто спосіб визначення кінематичних характеристик руху частки ґрунту уздовж прямолінійної радіальної лопатки й кожуха роторно-лопаткового ґрунтометаліника.

Постановка проблеми. У практиці землекористування часто виникає проблема переміщення великих об'ємів ґрунту шляхом його розкидання за допомогою ґрунтометалічних машин. Такі машини застосовуються в сільському господарстві для антиерозійного перепланування полів, ландшафтного впорядкування територій та розкидання добрив. ґрунтометалічні машини також використовують для протипожежної охорони лісів як спосіб ізоляції поверхневих горючих матеріалів ґрунтом. Протипожежні дії з використанням ґрунтометалічних машин у ряді випадків є більш ефективними в екологічному відношенні через меншу пошкоджуваність верхнього ґрунтового прошарку. Тому актуальними будуть дослідження, спрямовані на розвиток технології землекористування з використанням ґрунтометалічних машин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ґрунтометалічні машини являють собою механізми з робочими органами, які розривають ґрунт і розкидають його у заданому напрямку [1]. Показники функціонування роторних металічників, у значній мірі, залежать від параметрів форми й положення розвантажувальної лопатки.

Так, наприклад, у роботі [2] наведено результати досліджень різних форм розвантажувальних лопаток (рис. 1), внаслідок чого встановлено, що найкращі результати за компактністю й дальністю польоту ґрунту дають лопатки, відхилені у бік обертання (рис. 1, в). Лопатки із криволінійним профілем, зображені на рис. 1, г і д, не дали позитивних результатів. Так, наприклад, за форми лопатки типу г порція ґрунту в момент вильоту мала однаковий напрямок швидкості. Однак величина швидкостей часток була різною, й це розходження досягало значної величини, внаслідок чого при польоті такої порції ґрунту має місце розсіювання.

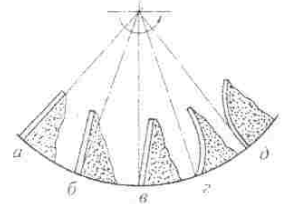


Рис. 1. Різні форми перерізу розвантажувальних лопаток

цієї частини більш ефективного заповнення ґрунтом міжлопаткового простору роторно-лопаткового металника, при розробці пуга-металника ГМ-500 було застосовано відрізні ножі, закріплені на валу ротора. У ході випробувань установлено [5], що відрізні ножі працювали недостатньо ефективно. Причина полягала в тому, що різальні крайки ножів і кути установки до лінії різання не було обгрунтовано, а також бічні поверхні було виконано у вигляді площин, що знижувало їх транспортувальні властивості. У результаті чого відбувалося зминання ґрунту цими площинами супроводжувалися ударами, що у значній мірі збільшувало динамічні навантаження на машину, а також підвищувало енергоємність процесу різання.

Таким чином, виникає проблема дослідження раціонального застосування відрізних ножів у роторних металниках, розв'язок якої спрямований на визначення таких параметрів форми й положення бічної транспортувальної поверхні, при яких у будь-якій точці її повинна виконуватися умова конання часток ґрунту й рослинних залишків [3].

Постановка задачі. Визначити кінематичні характеристики руху частки ґрунту уздовж прямолінійної радіальної лопатки й кожуха роторно-лопаткового ґрунтометалника.

Основна частина. В роботі А.І. Карасва [5] було встановлено, що умовам продуктивності й дальності транспортування ґрунту найбільш повно відповідають землерийні машини із транспортувальним робочим органом, виконаним у вигляді механічного металника з лопатками на валу ротора. Розроблено конструктивно-технологічну схему навісної роторно-лопаткової машини, схему якої зображено на рис. 2; де цифрами позначено 1 - ротор; 2 - підкопувальний робочий орган; 3 - опорний коток; 4 - гідросистему; 5 - навішення; 6 - карданну передачу; 7 - раму; 8 - редуктор; 9 - напрямний щит; 10 - гідравлічні циліндри; 11 - відрізні ножі; 12 - днище; 13 - розвантажувальні лопатки; 14 - важелі; 15 - рухомий кожух.

Як відзначено, у роботах [1, 2], якість виконуваних робіт роторно-лопатковим металником (компактність транспортування ґрунту) у значній мірі залежить від параметрів форми й положення розвантажувальної лопатки, відрізних ножів і режиму роботи агрегату. Далі дослідимо рух ґрунту по поверхні лопатки й кожуха, адже основною причиною розсіювання ґрунту при роботі металника є нерівномірність потоку ґрунту при виході з металника.

З аеродинаміки відомо, що на коефіцієнт опору повітря впливає відстань між тілами, що рухаються одне за одним у повітряному середовищі. Якщо ця відстань є меншою за п'ятикратний лінійний розмір часток, то опір повітря їхньому польоту буде близьким до опору польоту суцільного струменя, що є першою умовою оптимальної дискретності порій ґрунту, що транспортується. Вона забезпечується вибором відстані між лопатками ротора з дотриманням

нерівності [2] $\frac{\pi D_n}{5z} < h_p$, де D_n - зовнішній діаметр ротора; z - число лопаток; h_p - лінійний розмір порій ґрунту на лопатці.

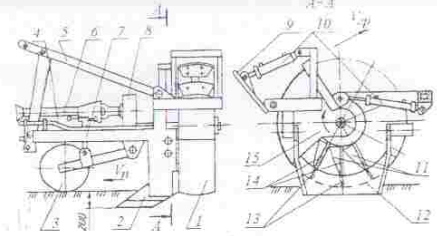


Рис. 2. Конструктивно-технологічна схема експериментальної роторно-лопаткової машини для навісної валів-терас

Налим фактором, що впливає на розсіювання ґрунту, є розходження у величинах швидкостей прошарків порій ґрунту на виході з металника, а також різні напрямки швидкостей руху цих прошарків. Таким чином, важливе місце в технологічній схемі металника займає транспортувальний робочий орган (розвантажувальна лопатка), від функціонування якого залежить продуктивність машини, енергоємність технологічного процесу й якість виконуваних робіт.

У зв'язку із цим постає задача обгрунтування геометричних параметрів лопатки, які забезпечать безперервний і щільний потік транспортувального ґрунту. Для цього розглянемо рух ґрунту під час розвантаження лопаток роторного металника. Процес розвантаження ускладнюється тим, що ґрунт є рідким із своїми фізико-механічними властивостями. Тому при теоретичному аналізі процесу розвантаження вважатимемо, що транспортується порція, яка має собою тіло із вмістом «фізичної глини» менше 5%, що відповідає ґрунтам степової зони. Правомірність такого допущення пояснюється тим, що для встановлення такого ґрунту є менш сприятливим, ніж пластичний ґрунт, оскільки для одержання чітко спрямованого потоку тіло вимагає точного співпадіння величини й напрямку швидкостей його часток при виході з металника.

Розглянемо особливості розвантаження радіальної лопатки. При підході порції ґрунту до розвантажувального вікна умови сходження його часток є різними, і порція ґрунту, що транспортується однією лопаткою, може бути умовно розділена на три зони (рис. 3).

У першій зоні (рис. 3, а) частки ґрунту, що перебувають у безпосередній близькості до кожуха ротора, при сходженні мають тангенціальну швидкість V_c обертання ротора й незначну радіальну швидкість V_r , зумовлену наявністю утримувачів сив; внутрішнього тертя. Абсолютна швидкість цих часток буде визначати верхню границю траєкторії польоту ґрунту.

Частки другої зони (рис. 3, б) сходять так само, переборюючи сили внутрішнього тертя, але проходять більший шлях, набуваючи більшої відносної швидкості та тієї самої тангенціальної швидкості.

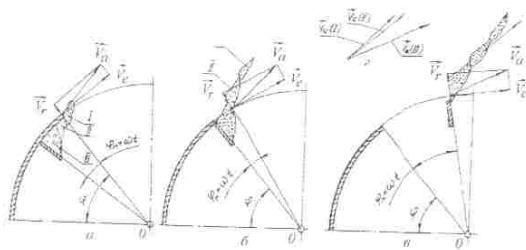


Рис. 3. Процес розвантаження радіальної лопатки металниці: а) рух часток ґрунту I зони; б) рух часток ґрунту II зони; в) рух часток ґрунту III зони; г) напрямки векторів абсолютних швидкостей трьох зон.

Основна маса порції ґрунту утворює третю зону (рис. 3, в), в якій частки ґрунту сходять із лопатки, переборюючи менші сили зовнішнього тертя, тому відносна швидкість часток цієї зони буде більшою за швидкість часток першої і другої зон. Абсолютна швидкість часток третьої зони буде визначати нижню границю траєкторії польоту ґрунту.

З рис. 3, г випливає, що абсолютні швидкості часток всіх трьох зон мають різну величину й напрямки, утворюючи тим самим вільнопливний струмінь, у результаті чого ґрунт розсіюється широкою смугою. Аналіз розвантаження дозволяє зробити висновок, що на характер сходження часток ґрунту 1-ої і 2-ої зони форма лопатки не впливає, а на умову сходження часток 3-ої зони форма лопатки впливає суттєво. Отже, що для одержання компактного й щільного потоку ґрунту необхідно зменшити кут розвантаження $\varphi = \omega t$, а тому що $\omega = \text{const}$, то це можливо тільки за рахунок зменшення часу t ; одержати збіжні напрямки векторів абсолютних швидкостей.

Виконання цих умов можливо за рахунок одержання максимальної відносної швидкості часток третьої зони, що утворюють основну масу порції транспортуваного ґрунту. Із цією метою розглянемо питання визначення відносних швидкостей на лопатках, розташованих у напрямку радіуса ротора; нахилених уперед; нахилених назад. Зазначені другий та третій варіанти будуть розглядатись у наступних статтях.

Далі на рисунках і в розрахункових формулах прийнято такі позначення: m - маса частки; ξ - поточна координата частки; $\xi = V_r$ - відносна швидкість частки; ξ_0 - початкове положення частки на лопатці; t - час руху частки по лопатці; g - прискорення сили ваги; r - поточне значення радіуса; ψ_0 - кут нахилу лопатки; ψ - кут між лопаткою й радіусом r ; μ - коефіцієнт тертя частки об лопатку; h - довжина лопатки; φ - кут, що визначає початкове положення лопатки; Φ_0 - центральний кут охопту h ; φ_0 - кут повороту ротора

на час руху частки по лопатці; α - поточне значення кута повороту лопатки навколо осі; R_a - радіус, що визначає положення внутрішньої крайки лопатки; R_m - зовнішній радіус ротора.

Для прикладу розглянемо пряму лопатку, установлену уздовж радіального напрямку. Тоді на частку, що перебуває на радіально розташованій лопатці, діють такі сили (рис. 4) [4]: F_c - коріолісова; F_{TP} - тертя; F_n - відцентрова; N - нормальна реакція поверхні лопатки; mg - ваги.

Рух частки по лопатці ротора з урахуванням всіх діючих на неї сил можна представити диференціальним рівнянням:

$$m\ddot{\xi} = m\omega^2\xi + mg \sin \varphi - F_{TP}, \quad (1)$$

$$\text{де } F_n = m\omega^2\xi, \quad F_{TP} = \mu N, \quad N = 2m\omega\xi + mg \cos \varphi, \quad F_c = 2m\omega\dot{\xi}.$$

або

$$\ddot{\xi} + 2\mu\omega\dot{\xi} - \omega^2\xi = g \sin \varphi - \mu g \cos \varphi. \quad (2)$$

В результаті одержали лінійне неоднорідне диференціальне рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами.

Розв'язок рівняння (2) має вигляд:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2,$$

де ξ_1 - розв'язок однорідного рівняння

$$\xi_1 + 2\mu\omega\xi_1 - \omega^2\xi_1 = 0, \quad \xi_1 = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}.$$

Корні характеристичного рівняння

$$\lambda_{1,2} = \left(\mu \pm \sqrt{1 + \mu^2} \right). \quad (3)$$

ξ_2 - частковий розв'язок неоднорідного рівняння

$$\xi_2 = A + B \sin \varphi + C \cos \varphi,$$

де

$$\varphi = \omega t + \Phi_0, \quad (4)$$

Φ_0 - початковий кут лопатки щодо деякого довільно обраного напрямку.

Маємо три рівняння для визначення постійних A, B, C :

$$\begin{aligned} -\omega^2 A &= 0, \\ -B\omega^2 - 2\mu\omega^2 C - \omega^2 B &= g, \\ -C\omega^2 + 2\mu\omega^2 B - \omega^2 C &= -\mu g, \end{aligned}$$

відки

$$A = C = 0, \quad B = -\frac{g}{2\omega^2}, \quad \text{тоді } \xi_2 = -\frac{g}{2\omega^2} \sin \varphi.$$

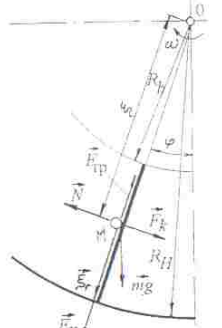


Рис. 4. Взаємодія частки ґрунту з радіальною лопаткою

Грищенко І. Ю., Кремень Я. С.	145	Кривошій Б. І., Чирин В. В.	222
КОНСТРУВАННЯ РОЗГОРТНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ЗАДАНОЮ ГЕОДЕЗИЧНОЮ ЛІНІЄЮ НА КОЛОВОМУ ЦИЛІНДРІ		ВИБРАЦІОННИЙ МЕТОД ДІАГНОСТИВАННЯ ТЕХНІЧЕСКОГО СОСТАННЯ ЦЕНТРОБЕЖНИХ НАСОСОВ ПОЖАРНИХ АВТОМОБІЛЕЙ	
Демидова О. І., Каруну О. В., Кукай Р. І.	152	Кучеренко В. В., Верещига В. М., Найдиха А. В.	227
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДЕЯКИХ ТИПІВ ТРИГОНОМЕТРИЧНИХ ТА ГІПЕРБОЛІЧНИХ РІВНЯНЬ		ЗАГАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ ВИДАЛЕННЯ ШУМОВОЇ СКЛАДОВОЇ НА СКАНІ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ	
Довгалюк В. Б., Мілейковський В. О.	156	Кучеренко В. В.	232
ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРИ СТРУМИН, ЩО НАСТИЛАЮТЬСЯ НА ПОВЕРХНІ РІЗНОЇ КРИВИНИ		ПОБУДОВА ЛІНІЙ НАЙБІЛЬШОГО НАХИЛУ ДЛЯ ДИСКРЕТНО ЗАДАНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТУ ТОЧКОВОГО ЧИСЛЕННЯ БАЛЛОБИ-НАЙДИША	
Довгалюк В. Б., Рудницький В. О., Наконечний В. І.	166	Легета Я. П.	235
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОВІТРООБМІНУ ЗА ДОПОМОГОЮ НАПРЯМЛЯЮЧИХ ЩИТІВ У ПРИМІЩЕННЯХ ЗІ ЗМІНИМИ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИМИ РІШЕННЯМИ		ОПИС ЕПІПТОТРОХОЇДНИХ КРИВИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ФУНКЦІЇ ХЕВІСАЙДА	
Зиновьев С. Н., Сименко Е. В., Петелин Э. А.	173	Ли В. Г., Комар А. В.	240
АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТІ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ		ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРА В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ НА БАЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Золотова А. В.	179	Літвійський С. І., Пузачов Є. В.	245
ДИСКРЕТНА ДВОВИМІРНА КУСКОВА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ З ДРУГИМ ПОРЯДКОМ ГЛАДКОСТІ СТИКУВАННЯ ПОРЦІЙ		ПОРІВНЯННЯ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДИСКРЕТНОГО АНАЛОГУ КРИВИНИ ТА НОРМАЛІ ДЛЯ ДІПК	
Ісмаїлова Н. П.	184	Мірошніченко М. Ю.	250
ГРАФІЧНИЙ СПОСІБ ПРОФІЛІЗАЦІЇ ЕВОЛЬВЕНТНОГО АРЧНОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ ТОГО, ЩО ВИКЛЮЧАЄ ІНТЕРФЕРЕНЦІЮ		ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ДВОВИМІРНИХ ДАНИХ НА СКЛАДНУ ПОЛІГОНАЛЬНУ МОДЕЛЬ	
Калиновский А. Я.	189	Морозова Г. В., Сухарькова О. І.	255
УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПОЖАРА		ВИЗНАЧЕННЯ ГЛОБАЛЬНОГО МІНІМУМУ ФУНКЦІЇ МЕТОДОМ «ВАЖКОЇ КУЛЬКИ»	
Карась А. І., Семків О. М., Попова А. М.	195	Найдиха А. В., Спірінцев Д. В.	261
КОНСТРУКТИВНА СХЕМА МАШИНИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГРУНТУ РАДІАЛЬНОЮ ЛОПАТКОЮ		ФОРМУВАННЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ ЗГУЩЕННЯ НА ОСНОВІ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КЕРУЮЧОГО КОЕФІЦІЄНТА	
Коваль Г. М.	202	Неця В. Г., Захарченко В. П., Зінченко Н. О.	265
УЗАГАЛЬНЕННЯ ВІЗІСРІ		УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПОБУДОВИ ПОВЕРХНІ ЛОПАТІ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ	
Ковалев С. М.	207	Несвідомін В. М., Кремень Т. С.	271
ДИСКРЕТНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ НЕЛІНІЙНИМИ РІЗНИЦЕВИМИ ОПЕРАТОРАМИ		КОНСТРУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ, ВІДНЕСЕНИХ ДО ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК КООРДИНАТНИХ ЛІНІЙ	
Костиря Н. О.	212	Пилипака С. Ф., Захарова Т. М.	277
МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ КОНСТРУКТИВНО-НЕОДНОРІДНИХ ТОНКИХ ОБОЛОНОК КОМБІНОВАНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ		ЗНАХОДЖЕННЯ ПЛОСКИХ АЛІБРАЇЧНИХ КРИВИХ, ЯКІ ОПИСУЮТЬСЯ ПАРАМЕТРИЧНИМИ РІВНЯННЯМИ У ФУНКЦІЇ ДОВЖИНИ ВЛАСНОЇ ДУГИ	
Кравчук О. А.	217	Плюскій В. О., Скочко В. І.	285
МОДЕЛЮВАННЯ АФІННИХ ВЕКТОРНИХ ПОЛІВ		ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕЯКИХ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ	