

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України**

Факультет конструювання та дизайну



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**XXII МІЖНАРОДНОЇ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ НАУКОВО-
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ, НАУКОВИХ СПІВРОБІТНИКІВ
ТА АСПІРАНТІВ**

**«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ТА
БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ:
КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙН»**

(19-20 квітня 2023 року)

Київ-2023

УДК 631.17+62-52-631.3
ББК40.7

Збірник тез доповідей ХХІІ Міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». – К., 2023. – 112 с.

Збірник рекомендовано до друку рішенням вченої ради факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України від 18.04.2023 р., протокол № 9.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів факультету конструювання та дизайну НУБіП України, провідних закладів вищої освіти, в яких розглядаються завершені етапи розробок з машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, промислового і цивільного будівництва, робототехніки, механізації сільського господарства, будівництва сільських територій, конструювання і надійності машин для сільського і лісового господарств, удосконалення та нових розробок біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Редакційна колегія: Ружи́ло З.В. – голова, к.т.н., доц.; Афтандія́нц Є.Г., д.т.н., проф.; Баку́лін А.Є., к.т.н., доц.; Булгаков В.М., д.т.н., проф.; Лове́йкін В.С., д.т.н., проф.; Лопатько К.Г., д.т.н., проф.; Марус О.А., к.т.н., доц.; Несвідомін А.В., к.т.н., доц.; Несвідомін В.М., д.т.н., проф.; Новицький А.В., к.т.н., доц.; Пили́пака С.Ф., д.т.н., проф.; Роговський І.Л., д.т.н., проф.; Чаусов М.Г., д.т.н., проф.; Яковенко І.А., д.т.н., проф.; Ромасевич Ю.О. – секретар, д.т.н., проф.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РУХУ РОБОТА- МАНІПУЛЯТОРА З ДВОМА ПОСТУПАЛЬНИМИ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ

Ловейкін В.С., д.т.н., проф.

Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.

Кадикало І.О., к.т.н.

Каленіченко Б.В., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розглянуто конструкцію робота-маніпулятора з абсолютно твердими ланками, який складається з двох поступальних та однієї обертальної ланки. Такий маніпулятор має три ступені вільності, де за узагальнені координати обрані лінійні координати підйому та видовження руки з захватом і кутова координата повороту маніпулятора. Представлено рух робота-маніпулятора у площині зміни вільоту вантажу, де задіяні ланки, що виконують поступальний рух (рис. 1). На цьому рисунку пунктирними лініями відображається допустима зона перебування захватного пристрою з вантажем.

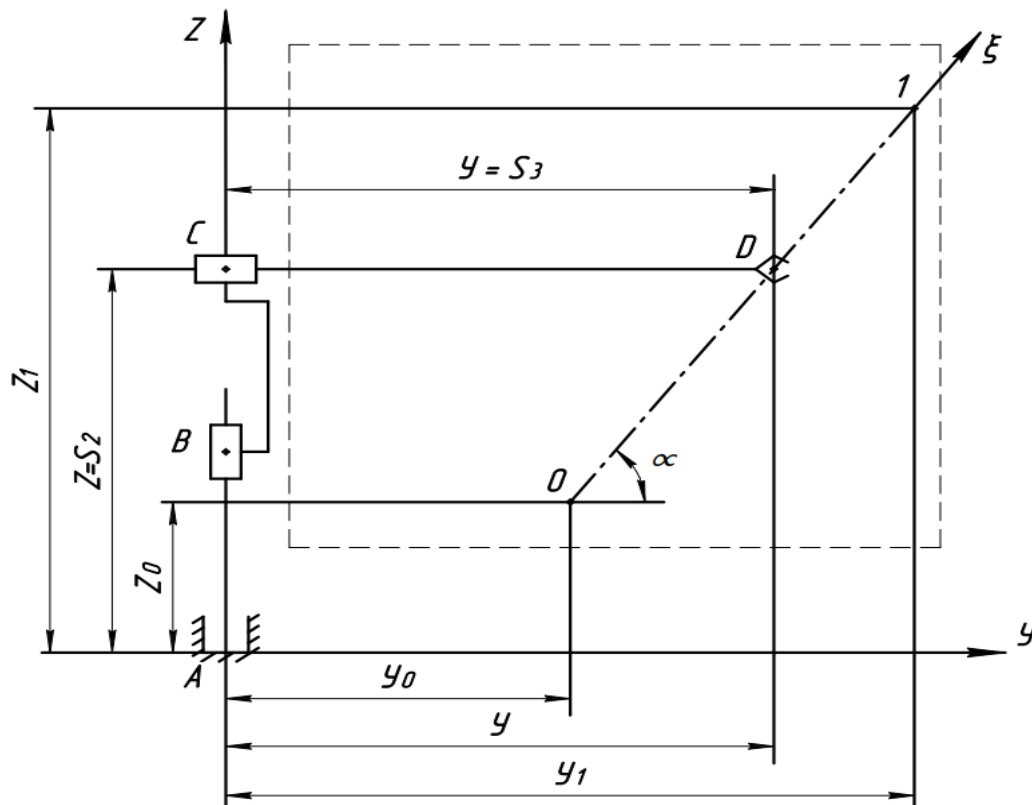


Рисунок 1 – Схема руху маніпулятора в площині зміни вільоту

Поставлена задача перемістити захватний пристрій з вантажем з точки 0 з координатами (y_0, z_0) в точку 1 з координатами (y_1, z_1) за час t_1 . За траєкторію переміщення захватного пристрою з вантажем обрано пряму лінію, що з'єднує точки 0 і 1 з напрямком переміщення вздовж осі ξ . В будь-який момент часу t ($0 \leq t \leq t_1$) положення захвату з вантажем характеризується координатою ξ , яка визначається залежністю

$$\xi = \sqrt{(y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}, \quad (1)$$

а початкове та кінцеве положення приймають такі значення:

$$\xi_0 = 0; \xi_1 = \sqrt{(y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}. \quad (2)$$

Визначено енергетичний та динамічний оптимальні режими руху захвату з вантажем, які мінімізують відповідно кінетичну енергію та динамічну складову потужності на ділянці руху $0 \leq \xi \leq \xi_1$ за час t_1 . Згідно оптимального енергетичного режиму захватний пристрій з вантажем рухається з постійною швидкістю на всій ділянці руху:

$$\xi = \frac{\xi_1 t}{t_1}; \quad \dot{\xi} = \frac{\xi_1}{t_1} = const. \quad (3)$$

Такий режим руху для захвату з вантажем може бути використаний лише на ділянках усталеного руху, оскільки в нього відсутні ділянки пуску та гальмування. Для оптимального енергетичного режиму руху захватного пристрою визначені режими руху узагальнених координат, які відповідають приводним двигунам підйому та видовженню руки робота-маніпулятора (рис. 2).

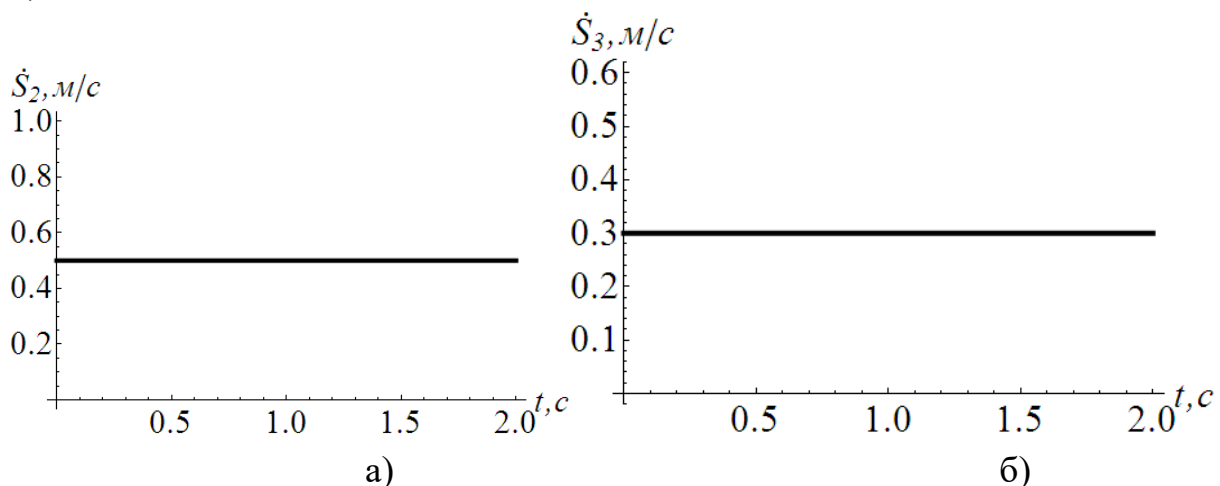


Рисунок 2 – Графіки швидкості підйому (а) та видовженню (б) руки робота при оптимальному енергетичному режимі руху

За оптимального динамічного режиму руху швидкість захвату змінюється за параболічним законом

$$\xi = \frac{\xi_1}{t_1^2} \left(3t^2 - 2\frac{t^3}{t_1} \right); \quad \dot{\xi} = 6\frac{\xi_1}{t_1^2} \left(t - \frac{t^2}{t_1} \right). \quad (4)$$

Такий режим руху використовується при незначному переміщенні захватного пристрою або на ділянках пуску та гальмування. Для оптимального динамічного режиму руху захватного пристрою з вантажем визначені закони зміни узагальнених координат підйому та видовження руки робота-маніпулятора (рис.3).

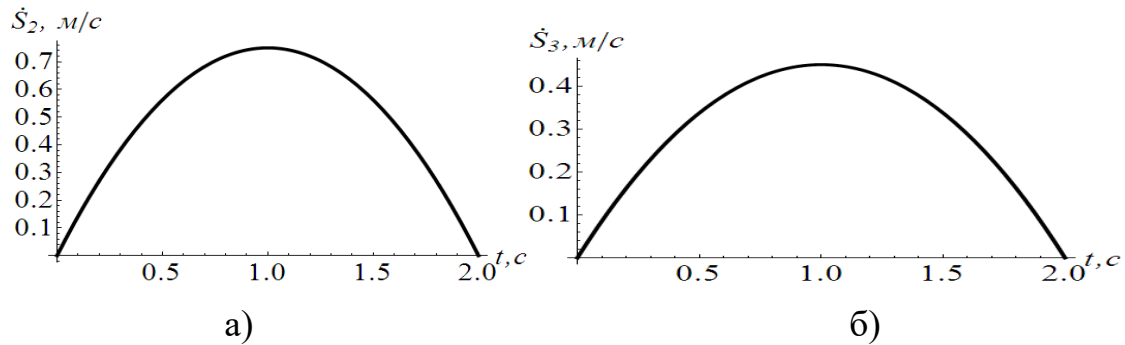


Рисунок 3 – Графіки швидкостей підйому (а) та видовження (б) руки маніпулятора при оптимальному динамічному режимі руху

Виходячи з отриманих режимів руху приводних механізмів підйому та видовження руки робота-маніпулятора за енергетичного та динамічного оптимальних режимів руху, доцільно на ділянках пуску та гальмування використовувати оптимальний динамічний режим руху, а на ділянках усталеного руху – оптимальний енергетичний режим. Такі режими руху приводних механізмів підйому та видовження рука маніпулятора представлені на рис. 4.

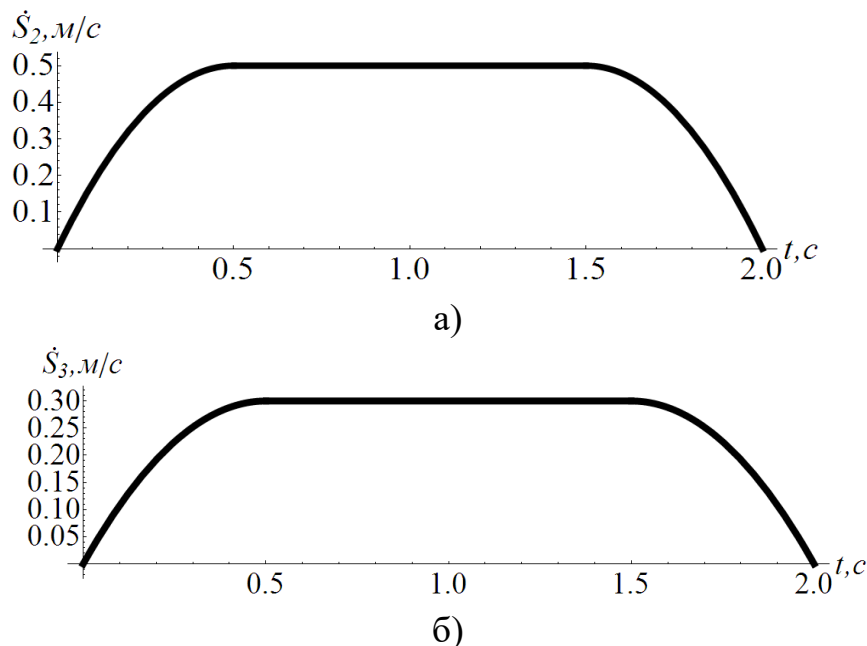


Рисунок 4 – Графіки швидкостей підйому (а) та видовження (б) руки маніпулятора при комплексному оптимальному режимі руху

Представлені на рис. 4 комплексні оптимальні режими руху доцільно використовувати при значному переміщенні механізмів підйому та видовження руки маніпулятора з мінімізацією потужності приводів на пуск та гальмування.

УДК 663.033

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕПЛОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ БІОГАЗОВОГО РЕАКТОРА ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПУ

Заблудський М.М., д.т.н., проф.

Сподоба М.О., аспір.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проведений огляд наявних недоліків у системах перемішування та підігріву субстрату у біогазових реакторах вертикального типу показав, що підвищення енергетичної ефективності цих процесів, напряду залежить від вибору раціональних масо-габаритних характеристик систем перемішування та підігріву, підвищення інтенсифікації теплової віддачі від нагрівальних поверхонь до об'єму субстрату, варіантів поєднання обох процесів у один об'єкт, з метою забезпечення рівномірного розповсюдження теплових потоків по об'єму субстрату, який знаходиться у біогазовому реакторі [1-6]. Тому, у напрямку зменшення енергетичних витрат на процеси перемішування та електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі вертикального типу розроблено електротепломеханічну систему. Структурну схему якої наведено на рис. 1.

Структурна схема електротепломеханічної системи для перемішування та електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі має наступний вигляд: електричний нагрівальний кабель (1) вмонтований у лопаті мішалки (2), яка вертикально розташована у центральній частині біогазового реактора вертикального типу (3) утепленого шаром мінеральної вати (4) та захищеного металевим кожухом (5). Під час своєї роботи, до спіралі електричного нагрівального кабелю (1) прикладається напруга живлення, що призводить до його нагріву. Напруга живлення може підводитися від електричної мережі, альтернативних джерел енергії, сонячних батарей, вітрових генераторів та інше.

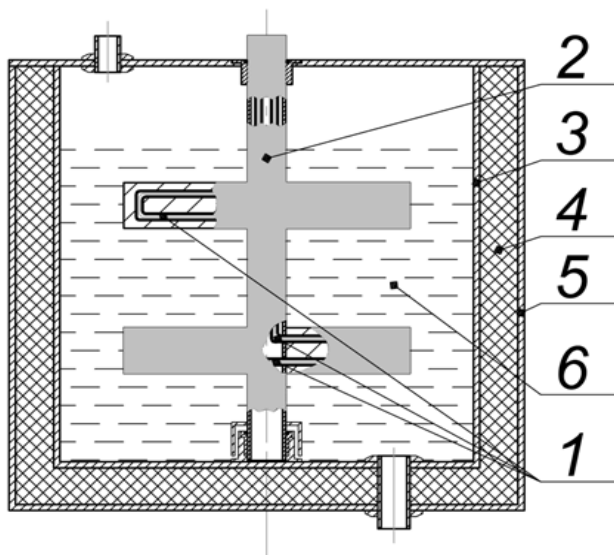


Рисунок 1 – Структурна схема електротепломеханічної системи для перемішування та електричного підігріву субстрату у біогазовому реакторі: 1 – електричний нагрівальний кабель; 2 – лопатева двоярусна мішалка з лопатями розміщеними під кутом; 3 – біогазовий реактор; 4 – утеплювальний матеріал; 5 – захисний металевий кожух; 6 – субстрат

Оскільки кабель щільно змонтований у лопатях мішалки (2), частина теплової енергії віддається на нагрів ізоляції нагрівального кабелю та лопаті, з зовнішньої стінки лопаті теплота віддається у об'єм субстрату після чого надходить до стінки біогазового реактора і на заключному етапі, через ізолюючий матеріал та захисний металевий кожух надходить у навколишнє середовище.

Перевагами користування розробленої електротепломеханічної системи для біогазового реактора вертикального типу є, скорочення тривалості роботи електричних нагрівачів та перемішуючого пристрою для підтримання температурного режиму анаеробного зброджування в

заданому діапазоні, як наслідок: економія електричної енергії, за рахунок зниження енергетичних витрат на процеси перемішування та початкового нагріву субстрату до температури зброджування [4-6]; підвищення інтенсифікації теплової віддачі від нагрівальних лопатей до об'єму субстрату; забезпечення рівномірного розповсюдження теплових потоків по об'єму субстрату, який знаходиться у біогазовому реакторі [3].

Список використаних джерел

1. D. Deublein, A. Steinhauser. Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008, pp. 450.
2. Сподоба М. О., Заблудський М. М., Радько І. П. Основні складові методології побудови заглибного електромеханічного перетворювача для біогазових комплексів. V Міжнародна науково-практична конференція присвячена пам'яті професора Віктора Михайловича Синькова «Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК», м. Київ, 2019.

3. M. Zablodskiy, M. Spodoba. "Dynamic Analysis of Energy Consumption During Substrate Fermentation in a Biogas Reactor", 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, IEEE. pp. 147-152.
4. Заблодський М. М., Сподоба М. О., Сподоба О. О. Експериментальне дослідження витрати енергії на процес початкового нагріву субстрату за використання електротепломеханічної системи. *Electrical Engineering and Power Engineering*, Випуск 1. Запоріжжя, 2022, 49–59 с.
5. Сподоба М. О., Заблодський М. М. Залежність енергетичних витрат від типу використаної механічної мішалки у біогазовому реакторі. *Електротехніка та електроенергетика*. Випуск 1. Запоріжжя, 2021. 26–33 с.
6. Zablodskiy M.M., Spodoba M.O., Spodoba O.O. Experimental Investigation of Energy Consumption for the Process of Initial Heating of a Substrate to the Fermentation Temperature. *Problemele energeticii regionale*, 1 (53), Moldova, 2022, 83-96.

УДК 004.89

ДЕЯКІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ WOLFRAM MATHEMATICA ДЛЯ РОЗРОБКИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Штучні нейронні мережі використовуються у багатьох галузях науки і техніки. Ефективне їх застосування вимагає відповідним чином проведеної процедури навчання, тобто визначення тензора ваг і матриці біасів штучної нейронної мережі певної структури. Для цього використовуються різноманітні програмні продукти Python, R, C++, MathLab, Mathematica та інші. Опишемо основні функціональні можливості останньої програми.

Для ініціалізації моделі мережі використовується функція `NetInitialize`. Якщо необхідно створити мережу прямого поширення (ланцюжкову), то запис буде виглядати таким чином `NetInitialize@NetChain`. Надалі необхідно вказати аргументи цієї функції – її структуру, активаційні функції нейронів та розмірність вхідного вектора. Наприклад, запис `NetInitialize@NetChain[{10, Tanh, 3, Ramp}, "Input" -> 2]` означає, що створено штучну нейронну мережу, яка має розмірність вхідного вектора два, один прихований шар із десятьма

нейронами в ньому та вихідний шар з трьома нейронами. Активаційна функція нейронів прихованого шару – гіперболічний тангенс, а вихідного – ReLu. Зазначимо, що існує можливість збільшувати кількість шарів у мережі та кількість нейронів в них, або вводити зворотні зв'язки. Тобто, питання задання моделі штучної нейронної мережі за допомогою використання Mathematica вирішується досить просто.

Для навчання штучної нейронної мережі використовують функцію NetTrain. Наприклад, розглянемо запис NetTrain[NetModel, TrainData, BatchSize -> 500, Method -> "ADAM", MaxTrainingRounds -> 10000]. Ця функція запускає процес навчання штучної нейронної мережі, модель (архітектура) якої задана раніше аргументом NetModel (наприклад, NetModel=NetInitialize@NetChain[{10, Tanh, 3, Ramp}, "Input"->2]). Аргумент TrainData вказує на дані навчальної вибірки, які були підготовлені раніше. Аргумент BatchSize -> 500 показує, що для навчання мережі (а саме для визначення градієнта помилки навчання) використовуються пакети розміром 500 фреймів із навчальної вибірки. Наступний аргумент Method -> "ADAM" показує, що для навчання мережі обрано метод ADAM. Кількість повторів навчання визначається останнім аргументом MaxTrainingRounds -> 10000.

Необхідно вказати, що можливості Mathematica у контексті розробок штучних нейронних мереж не обмежуються описаними функціями – їх множина описана у пакеті NeuralNetworks.

УДК 658.512.2, 629.7.015, 533.6.01

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУДІВЕЛЬНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ МОНТАЖУ КОЛОН

Заєц Ю., аспір.

Рашківський В., к.т.н., доц.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Функціональними будівельними модулями називають технологічне оснащення, що виконує певну функцію та призначене для полегшення виконання будівельних операцій. виділяють цілий ряд таких модулів, хоча цей напрямок досить новий і перспективний. Такий підхід на сьогоднішній день є актуальним та виправданим, адже, створення нових технологій, матеріалів, методик ведення робіт, потребує систематизації існуючих та синтезу нових

рішень для створення гнучкої інформаційної системи. На практиці це дозволяє приймати швидкі рішення, що відповідають вибраним пріоритетам.

Метою роботи є моделювання елементів технологічного модуля.

В ході аналізу літературних джерел, визначено, що існуюче будівельне оснащення в ряді випадків використовується не за прямим призначенням, або виконує свої функції не в повній мірі.

В основу технологічної особливості було прийнято використання будівельного модуля для монтажу колон, розробленого на кафедрі будівельних машин Київського національного університету будівництва і архітектури [1].

Особливістю запроєктованого кондуктора для монтажу колон є те, що вся конструкція кондуктора складається з двох одинарних кондукторів, які з'єднані між собою балками.

Будівельний модуль для монтажу колон (рис. 1) включає в себе дві паралельні балки та змонтовані шарнірно на кінцях кожної балки захвати з зажимами. Балка розрізана на дві частини, які з'єднані між собою телескопічною вставкою з фіксаторами. Захвати попарно з'єднані між собою замками. В нижній частині захватів встановлені опорні елементи з підшвами. В підшвах виконані отвори. Зажими захватів стискають колону

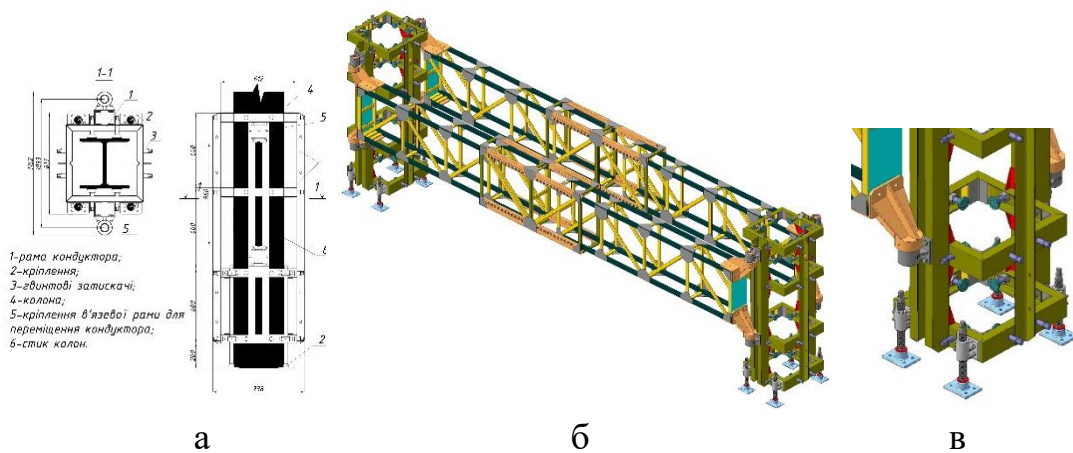


Рисунок 1 – Будівельний модуль для монтажу колон: а – принципова схема; імітаційне моделювання модуля; в – приклад ступнею деталізації імітаційного моделювання.

В ході моделювання елементів будівельного модуля було використано методи створення параметричних їх складових, включаючи ескізні та просторові елементи модуля. Такий підхід дозволяє на стадії дослідження комп'ютерних моделей оперативно вносити зміни до геометрії досліджуваної конструкції системи.

Підвищення рівня декомпозиції імітаційного моделювання будівельного оснащення, зокрема будівельного модуля для монтажу колон,

дозволяє створити основу для якісної інформаційної моделі будівельного процесу.

Список використаних джерел

1. Тонкачєєв Г., Рашківський В. (2009). Кондуктор для монтажу колон. Патент України на винахід №88730. Спеціалізована БД "Винаходи (корисні моделі) в Україні" (uipv.org)

УДК 69.057.7

РОЗРОБКА МЕХАНІЗОВАНОЇ ДІЛЯНКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ НА ТЕРИТОРІЯХ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ В ХОДІ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

*Варуха В., Нечипорук В., магістри
Рашківський В., к.т.н., доц.*

Київський національний університет будівництва і архітектури

На сьогоднішній день близько 30% території України можна віднести до такої, що в певній мірі постраждала від військових дій. При цьому, постає необхідність розробки заходів по усуненню наслідків агресивного військового впливу. Розробці механізованої ділянки виконання будівельних робіт передують заходи з визначення фактичних станів будівельних об'єктів, характеру їх пошкоджень, рекомендації щодо подальшої їх експлуатації. І при виконанні ремонтних робіт постраждалих будівель а також при їх демонтажі враховується наявність забудови, стан інженерних мереж, та ін.

Метою роботи є розробка механізованої ділянки для виконання будівельних робіт на територіях, що постраждали в ході військових дій.

В основу специфіки розробки механізованої ділянки для виконання будівельних робіт було взяти ОТГ Бородянки, на якому фахівцями Київського національного університету будівництва і архітектури виконувалось інженерне обстеження [1].

Визначення складу механізованої ділянки повинно базуватись на специфіці виконання будівельних робіт. Так, для визначеного регіону, більшість пошкоджених будівель – це будівлі зі збірного залізобетону, поверховість в середньому – 5 поверхів та 9 поверхів, розміщення вздовж центральної вулиці, шириною 6 м. відстань до найближчого місця складування – 7 км.



Рисунок 1 – Приклад типового руйнування будівлі після ракетного бомбардування (сmt. Бородянка)

В зоні пошкоджених будівель функціонують інженерні мережі, поруч розташовані експлуатовані об'єкти нерухомості.

Окремо слід зауважити, що, наприклад, для розробки механізованої ділянки з демонтажу будівель, необхідно включати в їх склад модульні ділянки з первинної обробки будівельних конструкцій для їх наступної утилізації або рециклінгу.

Список використаних джерел

1. Молодід О. С., Ковальчук О. Ю., Рашківський В. П., Плохута Р. О., Мусіяка І. В Особливості обстеження будівель та споруд, що зазнали пошкоджень внаслідок воєнних дій. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (*КЗЯТПС-2022*): матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф., 26–27 трав. 2022 р. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. Т. 2. С. 94–96. URL: <https://conference-chernihiv-polytechnik.com/materiali-konferentsiyi/kzyatps-2022/>

АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ІЗ ГЛАДКИМИ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ОТВОРАМИ

Куликівський В.Л., к.т.н., доц.

Поліський національний університет

Виходячи з конструктивних показників техніки, призначення засобів, знарядь та операцій, які виконуються, особливість взаємодії рухомих гладких циліндричних з'єднань може бути зумовлена нерівномірністю розподілення навантажень на відповідальних поверхнях деталей машин [1]. У рухомих гладких циліндричних з'єднаннях, отвір може виконувати роль опори для вала (рис. 1, а), в даному випадку внутрішній елемент деталі нерухомий, а циліндричне тіло обертається у порожнині. Також вал, встановлений в отворі, може слугувати для даної деталі опорою (рис. 1, б), за такої умови циліндричне тіло нерухоме, а елемент з порожниною, що спирається на стрижень, обертається відносно останнього. Надзвичайно негативно на роботу деталей з отворами, що слугують опорами для валів, впливає: нерівномірність розподілення контактного тиску і швидкості ковзання; багаторазові зміщення та проковзування спряжених поверхонь одна відносно одної; циклічний характер прикладеного навантаження, що призводить до додаткових пластичних деформацій, зміни геометрії втомного руйнування нерівностей, а в деяких випадках спричиняє виникнення мікроскопічного різання. Дані чинники викликають досить швидку втрату працездатності пари тертя загалом.

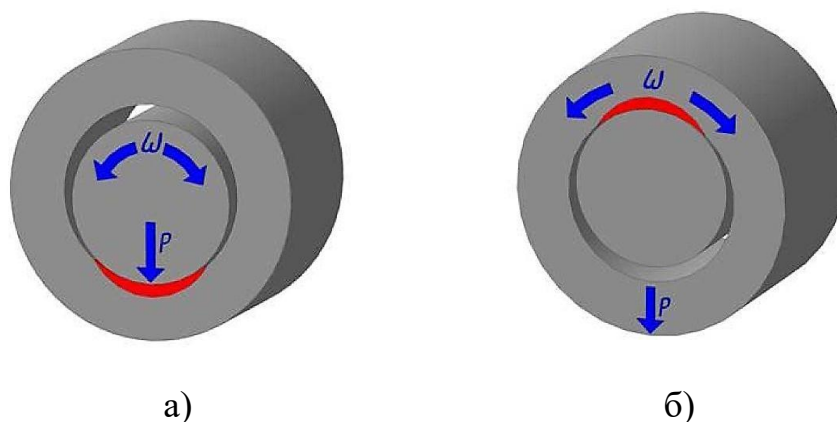


Рисунок 1 – Контактна взаємодія деталей рухомих гладких циліндричних з'єднань: а) – опорний отвір та рухомий вал; б) – опорний вал і елемент з отвором, що спирається на нього

Розглядаючи контактну взаємодію даних з'єднань, бачимо, що відбувається односторонній взаємозв'язок, оскільки вал або поверхня отвору деталі зазнають радіального навантаження. Діаметри з'єднання різняться, відповідно взаємодія вала та отвору відбувається за дугою контакту. Зона вихідного контакту деталей, що взаємодіють, залежить від пружних властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені, геометричних характеристик, навантаження і може бути визначена шляхом розв'язування контактної задачі теорії пружності. До контактних параметрів спряження відносять: дугу контакту вала з отвором, що характеризується кутом охоплення; розподіл контактних тисків; максимальне значення контактного тиску. Шлях тертя визначається виходячи з величини дуги контакту, що встановлюється експериментально або теоретично із розв'язку контактної задачі для пружних тіл, обмежених циліндричними поверхнями, радіуси яких несуттєво відрізняються один від одного. За один оберт шлях тертя ковзання для точок, розташованих на елементі, який обертається, дорівнює довжині контакту. За одностороннього контактування пар тертя з протилежного боку утворюється проміжок. Розподіл робочих тисків і швидкостей ковзання відбувається за дугою контакту та призводить до нерівномірного зносу вздовж твірної поверхні контакту, втрати початкової геометричної форми, як наслідок, обумовлює погіршення працездатності, зменшення довговічності пари тертя в цілому, що не враховується нині під час проектуванні виробів.

В автотракторній техніці зустрічаються рухомі гладкі циліндричні з'єднання, поверхні отворів яких можуть здійснювати знакозмінні радіальні навантаження на вал, за такої умови циліндричне тіло змушене виконувати коливальні рухи (рис. 2, а). Також вал, встановлений в отвір, чинить знакозмінне навантаження на його поверхню, здійснюючи коливальні рухи (рис. 2, б).

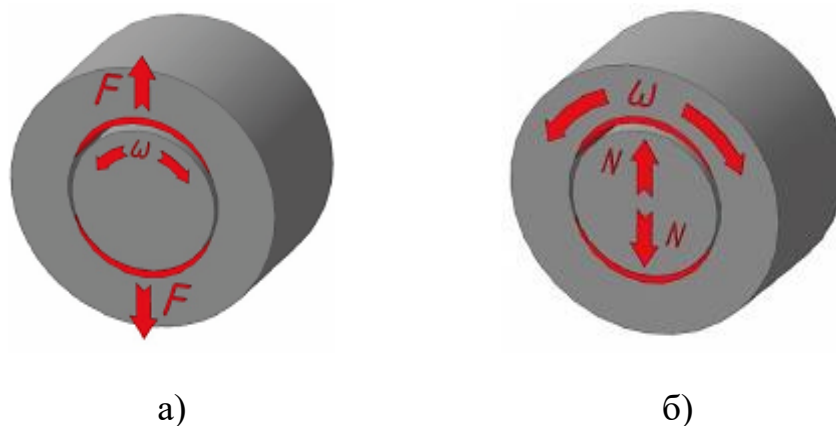


Рисунок 2 – Контактна взаємодія рухомих деталей з'єднань у процесі експлуатації: а) – дія робочої поверхні отвору на зовнішню частину вала; б) – дія зовнішньої частини вала на робочу поверхню отвору

До деталей гладких рухомих з'єднань, які в процесі експлуатації піддаються спрямованому еліпсному зношуванню отворів, можна віднести вилки карданних передач, вуха гідроциліндрів, поворотні кулаки, і багато інших елементів, що широко застосовуються у різних галузях народного господарства. Особливістю їх роботи є нерівномірність розподілення нормального навантаження та зменшення довговічності спраження, що також не враховується під час проектування даних виробів. Проаналізовані недоліки призводять до зниження конкурентоспроможності продукції, що випускається, і невиправданих витрат на ремонт.

Список використаних джерел

1. Харламов Ю. О., Полонський Л. Г., Балицька Н. О., Мельник О. Л., Ночвай В. М. Класифікація з'єднань деталей машин за умовами зношування. Вісник Хмельницького національного університету. 2021. №5 (301). С. 79–86.

УДК 699.245:536.421.4

WAYS OF IMPROVING THE TECHNOLOGY OF OBTAINING COMPLEX-PROFILE PARTS BASED ON MELTED MODELS

Kvasnytska K.H., assistant

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

With the development of the modern Ukrainian gas turbine industry, the designs of gas turbines and installations are being improved, and as a result, the designs of blades are becoming more complicated, which leads to a sharp increase in the labor intensity of the production of castings and requires the setting of the task of increasing the efficiency of the process while simultaneously improving the quality of castings. The analysis of publications shows that the majority of research works on the casting of gas turbine blades are devoted to the development of new alloy compositions, while little attention is paid to ceramic casting molds, although the latter significantly affects the formation of properties, geometry and quality of cast blades [1-3].

Taking into account the complexity of the geometry of complex profile parts, the manufacture of these highly loaded elements of the GTE is difficult. Surface roughness should be up to 1.25 μm , and a significant number of critical forming surfaces should be kept under control. Control of compliance with the requirements

for the accuracy of the geometric parameters of the surfaces of parts at the level of 5-7 qualities is extremely important.

The following are the requirements for a ceramic mold that ensures obtaining parts of the appropriate quality:

- chemical inertness to the model mass and metal;
- strength, which will allow the form to avoid deformation when interacting with the casting, to withstand static and dynamic pressures of the melt;
- susceptibility to shrinkage of the alloy;

- ensuring proper surface roughness and high accuracy of the size of the finished product [4].

Despite the long-term experience of turbo-building enterprises of Ukraine, the lack of blade castings is quite high (sometimes reaching 60%). The highest percentage of defects (up to 40%) is due to heterogeneity, thermal cracks and gouging of the rods, which are formed at the stage of obtaining ceramic forms due to the imperfection of the used model masses, molding and rod materials. Because of this, enterprises bear high production losses, therefore, the development of measures aimed at reducing shortages is an urgent task [5]. The development of new gas turbine designs or their improvement requires the production of experimental batches of blades, the term of which is currently from 6 months to 1 year, which is connected with the long-term process of manufacturing equipment. An effective solution to this problem can be the use of additive technologies in the production of one-off models of blades. The issue of environmental friendliness of processes is no less relevant. In particular, in the manufacture of ceramic molds, ethyl silicate is currently used as a binder, which requires organic explosive and fire-hazardous solvents (ethyl alcohol, acetone). Ceramic rods based on corundum and fused quartz are mainly used to produce cooled GTE blades from heat-resistant nickel-based alloys by casting according to melting models [6]. In order to increase the output of a suitable casting, it is necessary to obtain the inner surfaces of the blades with minimal hydrodynamic resistance, the absence of hydrogen in the process of removing ceramics, and the exclusion of harmful components that contain fluorine. As a result of the work, environmentally friendly water-based binders will be proposed for the production of ceramic forms, which are not inferior to ethyl silicate binders in terms of technological characteristics, as well as new compositions of model masses and new technologies for the production of disposable working models and guide vanes of gas turbines. Polymer materials and technologies for additive manufacturing of single-use blade models from them will be determined, as well as optimal modes of removing models from ceramic molds.

References

1. Khalatov A.A., Yushchenko K.A., Isakov B.V., Dashevskiy Y.Ya., Shevtsov A.P. Gas turbine construction in Ukraine: current state and prospects for

- development // Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine. - 2013. - No. 12. - P. 40-49.
2. Fedorov O.G. Gas turbines and gas turbine installations // Training manual, Odesa, ONAKHT. - 2013. - 126 p.
 3. Wahl J.B., Harris K. CMSX-4 plus single alloy development, characterization and application development // Superalloys 2016: Proc. Of the 13th International Symposium on Superalloys, TMS (the Minerals, Metals&Materials Society). – 2016.- P.25-33.
 4. Turnip S.I. Technological foundations of casting on molten models. – Dnipropetrovsk.: Lyra LTD. - 2006. – 1056 p.
 5. Kvasnytskaya Yu. G. Improving the operational characteristics of the turbine blades of modern industrial gas turbines // Metall and Casting of Ukraine. – 2015. – No. 8. – P. 29-31.
 6. Zamkovoі V.E. Improvement of the processes of forming the internal cavity of the cooled blades of the gas turbine engine. Autoref. thesis Ph.D. technical sciences - Kyiv. - 2005.

УДК 624.04:004.42

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВЕЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (ВІМ) У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

Негусєва Н.К.¹, викладач вищої категорії

Фесенко О.А.², к.т.н., ст. викл.

¹Київський фаховий коледж будівництва, архітектури і управління

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відповідно до Закону України «Про фахову передвищу освіту» одним із основних завдань закладу фахової передвищої освіти є забезпечення органічного поєднання в освітньому процесі теоретичного та практичного навчання, дослідницької та інноваційної діяльності [1]. Серед найбільш інноваційних у будівельній галузі України нині є ВІМ-технології, сутність яких полягає у розробленні та спільному використанні інформаційної моделі будівельного об'єкта (ВІМ-моделі) [2]. Для підготовки майбутніх фахівців за спеціальністю 192 «Будівництво і цивільна інженерія» такими, які матимуть попит на ринку праці, доцільно впроваджувати ВІМ-технології у процес

викладання конструктивних дисциплін, зокрема таких як «Архітектурне проектування», «Будівельні конструкції», Основи розрахунку будівельних конструкцій», Основи САПР». Для ознайомлення здобувачів фахової передвищої освіти із основами застосування BIM-технологій є потреба у розробленні освітньо-професійних програм і навчальних курсів. Найвідоміші BIM програмні комплекси, такі як Revit Structure, ArchiCAD, Allplan, Sapid тощо, пропонують безкоштовно власні навчальні версії для студентів і викладачів. Серед можливих перешкод для впровадження BIM-технологій в освітній процес закладів фахової передвищої освіти є застаріла матеріально-технічна база комп'ютерного забезпечення. Окрім того, викладачі конструктивних дисциплін мають бути достатньо обізнаними із BIM-технологіями для навчання здобувачів. Таким чином, впровадження BIM-технологій у закладах фахової передвищої освіти може здійснюватися поетапно шляхом перегляд та розроблення освітніх програм, підвищення кваліфікації викладачів і оновлення комп'ютерного і програмного забезпечення.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про фахову передвищу освіту»
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text>
2. Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні, розпорядження КМУ № 152-р. від 17.02.2021 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text>

УДК 621.87

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ НА ПОЗИЦІОНУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ

Ловейкін В.С., д.т.н., проф.

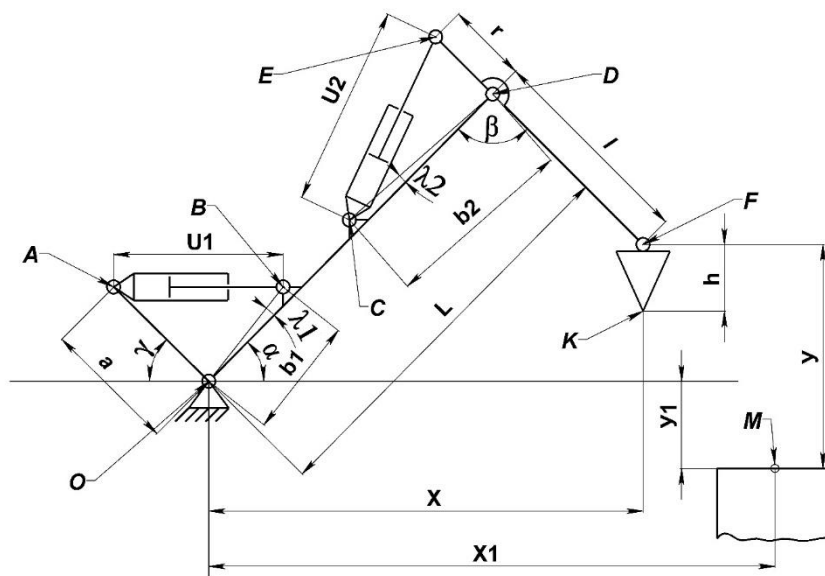
Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.

Сподоба О.О., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У важкій промисловості широкого застосування набули роботизовані комплекси з гідравлічним приводом. Зокрема їх використовують для

При виконанні складальних операцій значна кількість часу робочого циклу витрачається на позиціонування захватного пристрою над деталлю. Тому для зменшення трудомісткості оператора, та зменшення часу на позиціонування захватного пристрою в просторі, тим самим підвищення ефективності виконання процесу позиціонування стрілової системи промислового робота запропоновано метод визначення координат положення захватного пристрою. На рис. 1 зображена схема основних розрахункових координат промислового робота з гідравлічним приводом з захватним пристроєм.



Аналізуючи дану схему можна побачити, що проблему точного позиціонування можна вирішити за рахунок визначення координат лінійного переміщення штоків гідравлічних циліндрів.

$$\begin{cases} x = L \cos \alpha_1 + l \cos[\pi - (\alpha + \beta)]; \\ y = L \sin \alpha - l \sin(\alpha + \beta) - h. \end{cases} \quad (1)$$

19

$$\begin{cases} x_0 = L \cos \alpha_0 - l \cos(\alpha_0 + \beta_0); \\ y_0 = L \sin \alpha_0 - l \sin(\alpha_0 + \beta_0) - h. \end{cases} \quad (2)$$

Кінцеве положення робочого органу:

$$\begin{cases} x_1 = L \cos \alpha_1 - l \cos(\alpha_1 + \beta_1); \\ y_1 = L \sin \alpha_1 - l \sin(\alpha_1 + \beta_1) - h. \end{cases} \quad (3)$$

де L, l – довжини відповідно стріли і рукояті;

α_0, α_1 – відповідно початкове та кінцеве кутове положення стріли;

β_0, β_1 – відповідно початкове та кінцеве кутове положення рукояті;

h – висота робочого органу.

Дані системи рівнянь, які описують початкові кутові положення стріли і рукояті можуть бути визначенні датчиками кутів повороту встановленими в шарнірах O і D рис. 1. Цим положенням стріли і рукояті однозначно відповідають горизонтальна та вертикальна координати захватного пристрою, які визначаються з системи рівнянь (2).

Лінійні координати точки M рис. 1 (x_1, y_1) відносно точки O визначаються датчиками лінійного положення штоків гідравлічних циліндрів. Цими лінійними координатами відповідають кутові координати стріли α_1 і рукояті β_1 для положення стрілової системи, коли координати точок K і M співпадають.

Кутові координати α_1 і β_1 можуть бути визначені з системи (3). Для цього виразимо функції $\sin \alpha_1$ і $\sin(\alpha_1 + \beta_1)$ відповідно через функції $\cos \alpha_1$ і $\cos(\alpha_1 + \beta_1)$, і систему (3) запишемо в наступному вигляді:

$$\begin{cases} x_1 = L \cos \alpha_1 - l \cos(\alpha_1 + \beta_1) \\ y_1 = L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - l \sqrt{1 - \cos^2(\alpha_1 + \beta_1)} - h \end{cases} \quad (4)$$

З першого рівняння системи (1) знайдемо:

$$\cos(\alpha_1 + \beta_1) = (L \cos \alpha_1 - x_1) / l. \quad (5)$$

Підставимо вираз (5) в друге рівняння системи (4), в результаті чого отримаємо:

$$y_1 = L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - l \sqrt{1 - \frac{(L \cos \alpha_1 - x_1)^2}{l^2}} - h. \quad (6)$$

$$\sqrt{l^2 - (l \cos \alpha_1 - x_1)^2} = L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} (y_1 + h). \quad (7)$$

Піднесемо ліву і праву частину рівняння (7) до квадрату:

$$l^2 - (L \cos \alpha_1 - x_1)^2 = L^2 - L^2 \cos^2 \alpha_1 - 2L(y_1 + h)\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} + (y_1 + h)^2. \quad (8)$$

$$l^2 - L^2 \cos^2 \alpha_1 + 2x_1 L \cos \alpha_1 - x_1^2 - L^2 + L^2 \cos^2 \alpha_1 - (y_1 + h)^2 = -2L(y_1 + h)\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1}. \quad (9)$$

Згрупуємо члени до яких не входить $\cos \alpha_1$ в рівнянні (9) і піднесемо ліву та праву частину цього рівняння до квадрату, в результаті чого отримаємо:

$$\begin{aligned} \left\{ l^2 - x_1^2 - L^2 - (y_1 + h)^2 + 2x_1 L \cos \alpha_1 \right\}^2 &= \left[-2L(y_1 + h) \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \right]^2; \\ \left[l^2 - x_1^2 - L^2 - (y_1 + h)^2 \right]^2 + 4x_1^2 L_1 \left[l^2 - x_1^2 - L^2 - (y_1 + h)^2 \right] \cos \alpha_1 + 4x_1^2 L^2 \cos^2 \alpha_1 &= \\ = 4L^2 (y_1 + h)^2 - 4L^2 (y_1 + h)^2 \cos^2 \alpha_1. \end{aligned} \quad (10)$$

Перенесемо всі члени рівняння (10) в ліву частину, після чого отримаємо квадратне рівняння:

$$\begin{aligned} 4l^2 \left[x_1^2 + (y_1 + h)^2 \right] \cos^2 \alpha_1 - 4x_1 L \left[L^2 - l^2 + x_1^2 + (y_1 + h)^2 \right] \cos \alpha_1 + \\ + \left[l^2 - L^2 - x_1^2 - (y_1 + h)^2 \right]^2 - 4L^2 (y_1 + h)^2 = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Розв'язавши рівняння (11) отримаємо:

$$\begin{aligned} (\cos \alpha_1)_{1,2} &= \frac{x_1}{2L} \left[1 + \frac{L^2 - l^2}{x_1^2 + (y_1 + h)^2} \right] \times \\ &\times \left\{ 1 \pm \sqrt{1 + \left[1 + \frac{(y_1 + h)^2}{x_1^2} \right] \left\{ 1 + \frac{4L^2 (y_1 + h)^2}{[L^2 - l^2 + x_1^2 + (y_1 + h)^2]^2} \right\}} \right\}. \end{aligned} \quad (12)$$

Аналізуючи вираз (12) можна зробити висновок, що при будь-яких значеннях параметрів стрілової системи промислового робота і при досяжних маніпулятором положень з двох можливих коренів розв'язку рівняння (11) дійсним є лише корінь, оскільки він може приймати значення від -1 до +1.

Знаючи крайні кутові положення стріли та рукояті маніпулятора, можна знайти відповідні положення гідравлічних циліндрів стріли та рукояті, скориставшись теоремою косинусів.

В результаті отримаємо:

$$U_{10} = \sqrt{a^2 + b_1^2 + 2ab \cos(\gamma + \lambda_1 + \alpha_0)}; \quad (13)$$

$$U_{11} = \sqrt{a^2 + b_1^2 + 2ab \cos(\gamma + \lambda_1 + \alpha_1)}; \quad (14)$$

$$U_{20} = \sqrt{r^2 + b_2^2 + 2rb_2 \cos(\lambda_2 + \beta_1)}; \quad (15)$$

$$U_{21} = \sqrt{r^2 + b_2^2 + 2rb_2 \cos(\lambda_2 + \beta_1)}; \quad (16)$$

В результаті даний метод дає можливість при більш поглибленому вивченні і аналізі реалізувати питання автоматизованого керування та руху по заданій траєкторії стрілової системи промислового робота.

АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ПОСТУПАЛЬНОЮ ТА ОБЕРТАЛЬНОЮ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ПОВОРОТУ

*Ловейкін В.С., д.т.н., проф.
Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.
Ляшко А.П., к.т.н.
Закревський Б.В., студент*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Досліджено рух маніпулятора з поступальною та обертальною ланками в площині повороту (рис. 1). Поставлена задача проаналізувати режими руху приводних механізмів, які забезпечують оптимальні режими руху захвату з вантажем. Визначено оптимальні режими руху маніпулятора в площині повороту, коли діє поступальна та обертальна ланки.

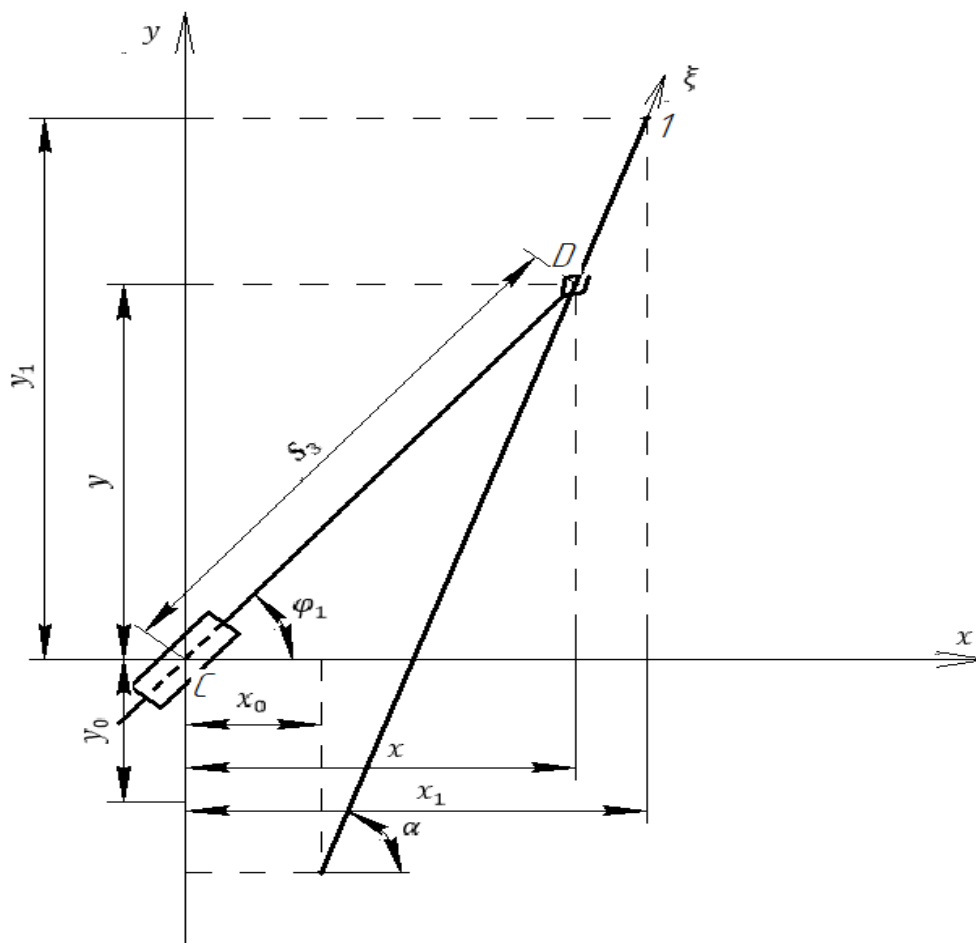


Рисунок1 – Схема руху ланок маніпулятора в горизонтальній площині

При цьому захватний пристрій переміщується з положення 0 з координатами $(x_0; y_0)$ в положення 1 з координатами $(x_1; y_1)$, а його траєкторією обрана пряма лінія, що з'єднує точки 0 і 1 вздовж осі ξ . В цьому випадку переміщення захватного пристрою є мінімальним. Вважаємо, що в точці 0 переміщення захвату з вантажем $\xi = 0$.

Тоді переміщення захвату в точці 1 відносно точки 0 вздовж осі ξ становитиме $\xi_1 = \sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}$. При переміщенні захватного пристрою між точками 0 і 1 визначено оптимальні енергетичний та ривковий режими руху.

При оптимальному енергетичному режимі руху захватного пристрою переміщення та швидкість визначаються наступними чином:

$$\xi = \frac{\xi_1 t}{t_1}; \quad \dot{\xi} = \frac{\xi_1}{t_1} = \text{const}, \quad (1)$$

де t - час, t_1 – тривалість руху захвату. При оптимальному енергетичному режимі руху захват рухається на всій ділянці вздовж осі ξ з постійною швидкістю.

В цьому режимі руху відсутні ділянки пуску та зупинки, тому його можна використовувати лише на ділянці усталеного руху. Для оптимального енергетичного режиму руху захватного пристрою визначені кінематичні характеристики узагальнених координат повороту φ_1 та видовженню s_3 руки захвату, а також їхні швидкості та пришвидшення, які представлені на рис. 2 та рис. 3.

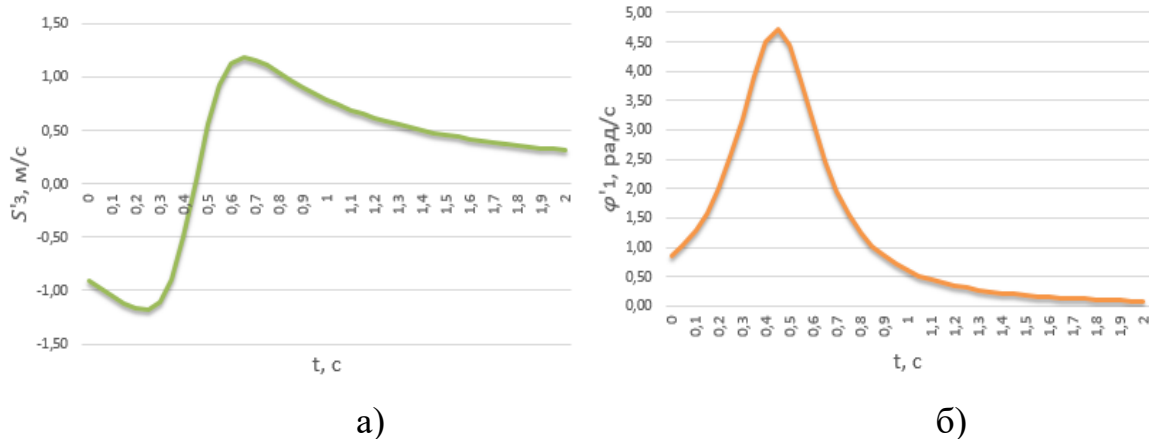


Рисунок 2 – Графіки швидкостей видовження (а) і повороту (б) руки маніпулятора при оптимальному енергетичному режимі руху захвату

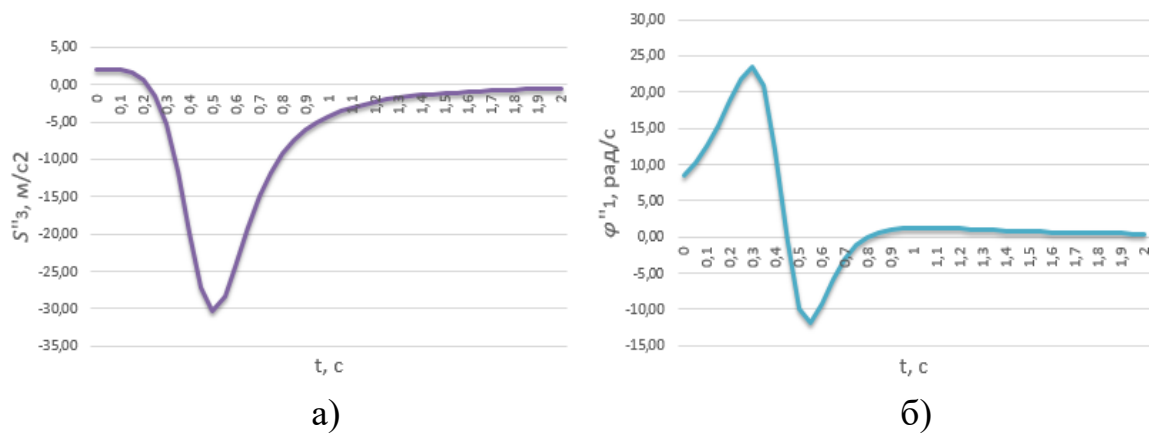


Рисунок 3 – Графіки пришвидшень видовження (а) і повороту (б) руки маніпулятора при оптимальному енергетичному режимі руху захвату

При оптимальному енергетичному режимі захватний пристрій рухається з постійною швидкістю, а швидкості та пришвидшення видовження і повороту руки мають змінний характер зі зміною величини та напрямку руху.

За оптимального ривкового режиму руху захватного пристрою швидкість та пришвидшення змінюються за наступними співвідношеннями:

$$\xi = 30\xi_1 \frac{t^2}{t_1^3} \left(\frac{t^2}{t_1^2} - 2 \frac{t}{t_1} + 1 \right); \quad \ddot{\xi} = 60\xi_1 \frac{t}{t_1^3} \left(2 \frac{t^2}{t_1^2} - 3 \frac{t}{t_1} + 1 \right). \quad (2)$$

При оптимальному ривковому режимі руху швидкість і пришвидшення захватного пристрою змінюються за параболічними законами відповідно четвертого та третього порядків. Причому швидкість плавно зростає від нульового до максимального значення, а потім плавно спадає до нуля. Пришвидшення має знакозмінний характер від нульового до максимального значення, від нього до мінімального і в кінці руху приймає нульове значення. Для такого режиму руху захватного пристрою визначені швидкості (рис.4) та пришвидшення (рис.5) видовження та повороту руки маніпулятора.

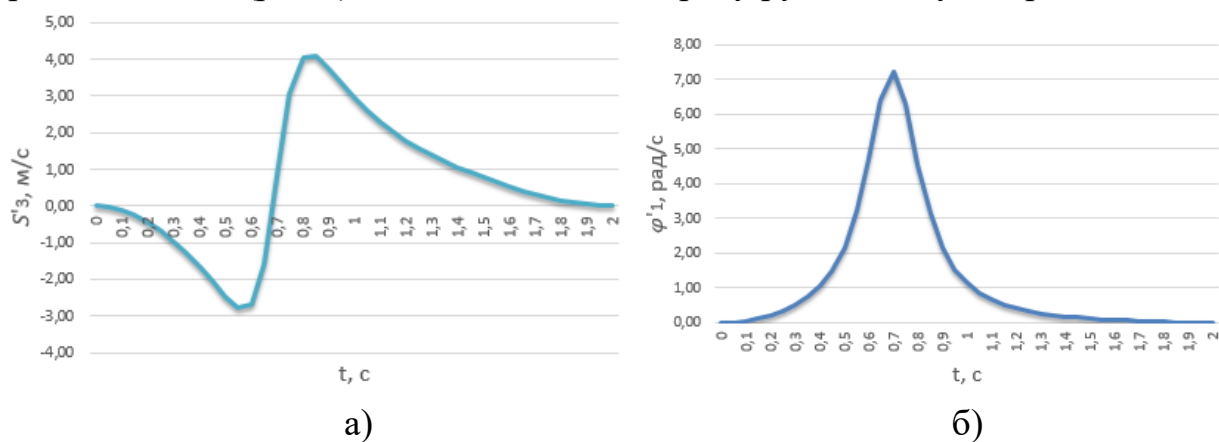


Рисунок 4 – Графіки швидкостей видовження (а) і повороту (б) руки маніпулятора при оптимальному ривковому режимі руху захвату

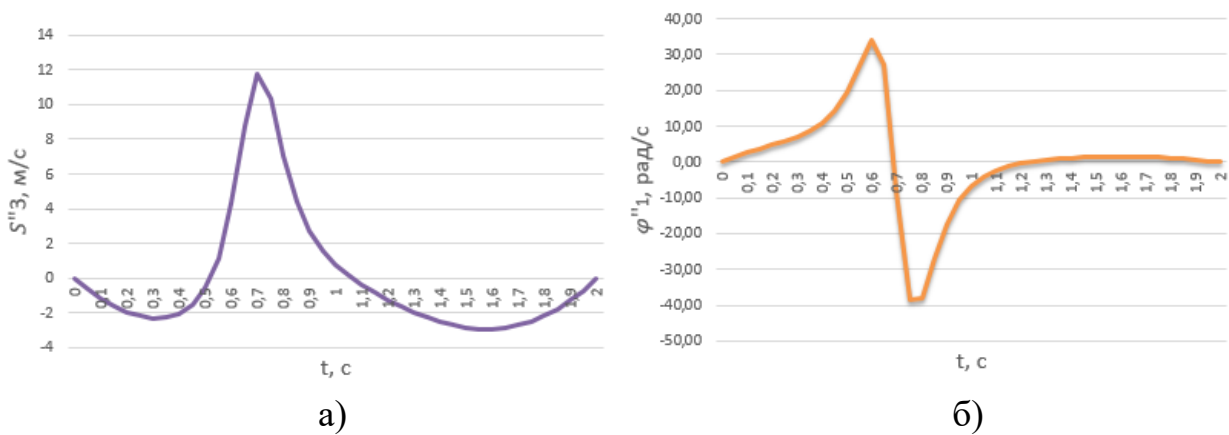


Рисунок 5 – Графіки пришвидшень видовження (а) і повороту (б) руки маніпулятора при оптимальному ривковому режимі руху захвату

З отриманих кінематичних характеристик узагальнених координат оптимального ривкового режиму руху захватного пристрою в порівнянні з оптимальним енергетичним режимом рухом можна зробити висновок, що суттєвого впливу режим руху захвату на узагальнені координати немає. За винятком того, що на початку і в кінці руху швидкості і прискорення узагальнених координат при оптимальному ривковому режимі руху приймають нульові значення, чого не спостерігається при оптимальному енергетичному режимі руху.

УДК 631

ДОСЛІДЖЕННЯ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ІЗ СЕКЦІЙНИМ ШАРНІРНО З'ЄДНАНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

Троханяк О.М., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Гвинтові конвеєри знайшли широке використання під час переміщення різноманітних сипких та кускових матеріалів, переважно сільськогосподарського виробництва, до них відносяться: гранульовані насіннєві матеріали, зернові, висівки, дерть, полова, пластівці, комбікорми, гранули мінеральних добрив та ін. Для підвищення надійності функціонування гвинтового гнучкого транспортера запропоновано його робочий орган виконувати із окремих гвинтових секцій, що шарнірно з'єднані між собою. У даній роботі показані результати експериментальних досліджень

впливу конструктивних параметрів гнучкого гвинтового конвеєра на значення крутного моменту T й потужності N на привод гнучкого конвеєра під час переміщення таких сипких та зернових матеріалів як технічної солі, пшениці і гороху.

Метою дослідження являється визначення впливу радіусу кривизни технологічної гілки R_k та висоти піднімання сипкого матеріалу h на значення крутного моменту T й потужності N на привод гнучкого конвеєра під час переміщення таких сипких та кускових матеріалів.

Для проведення експериментальних досліджень було розроблено й виготовлено лабораторну установку, схема та загальний вигляд якої показана на рис. 1.

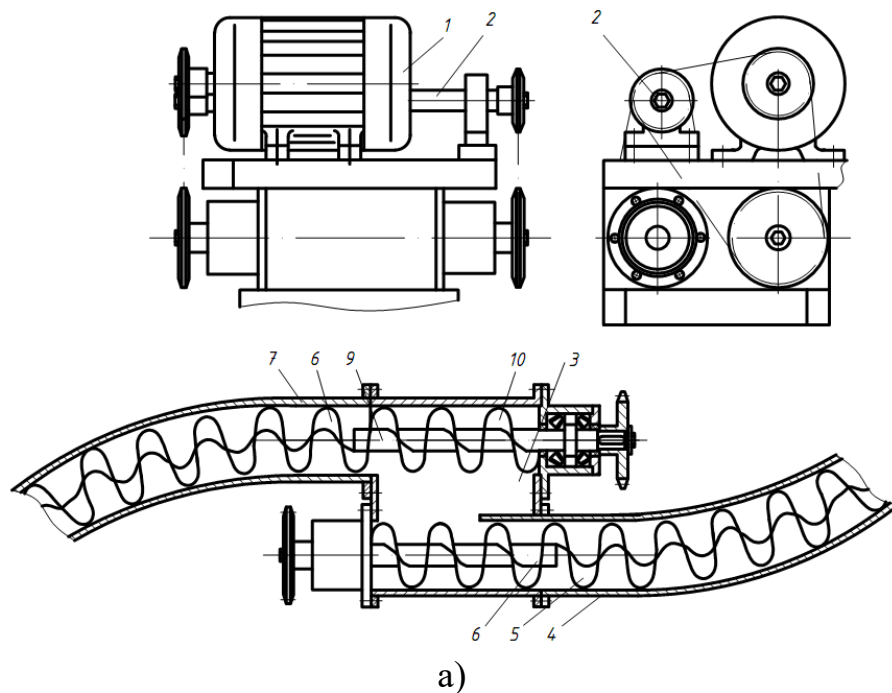


Рисунок 1 – Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б) експериментальної установки

Перевантажувальний патрубок експериментальної установки гвинтового конвеєра (рис. 1, а) містить завантажувальну і розвантажувальну магістралі, виконані у вигляді кожухів 5 і 2 та паралельно встановлених у них завантажувальної 6 і вивантажувальної 3 робочих спіралей шнеків. Останні, відповідно, закріплені на приводних валах 7 і 4, які розташовані у перевантажувальному патрубку 1. З метою покращення експлуатаційних характеристик гвинтових конвеєрів, які полягають у забезпеченні транспортування сипких матеріалів по криволінійних трасах, підвищенні навантажувальної здатності, а також покращенні їх ремонтпридатності розроблений гнучкий робочий орган з шарнірним з'єднанням секцій, загальний вигляд якого показаний на рис. 2, і за допомогою якого проведені випробування із встановлення впливу радіуса кривизни технологічної гілки R_k та висоти піднімання сипкого матеріалу h на значення крутного моменту T й потужності N на привод гнучкого конвеєра під час переміщення таких сипких та зернових матеріалів як технічної солі, пшениці і гороху.

На основі отриманих результатів експериментальних випробувань було побудовано графічні залежності крутного моменту на приводі гнучкого гвинтового шнека від висоти h транспортування сільськогосподарського матеріалу (рис. 3) й від радіуса кривизни R_k технологічної гілки транспортування (рис. 4).



Рисунок 2 – Загальний вигляд робочого органу з шарнірним з'єднанням секцій

Із аналізу отриманих графіків (рис. 3) видно, що збільшення радіуса кривизни технологічної гілки транспортування R_k в межах 0,6...1,8 м призводить до зменшення крутного моменту T , причому для пшениці ΔT рівне 14%, для гороху - ΔT дорівнює 15%, а для технічної солі становить $\Delta T = 10,2\%$.

Із аналізу графіків (рис. 10) видно, що збільшення висоти висоти транспортування сільськогосподарського матеріалу h в межах 0,25 ... 1,75 м призводить до збільшення крутного моменту T зростає, причому для пшениці ΔT рівне 24,5%, для гороху дорівнює $\Delta T = 30\%$, а для технічної солі становить $\Delta T = 29\%$.

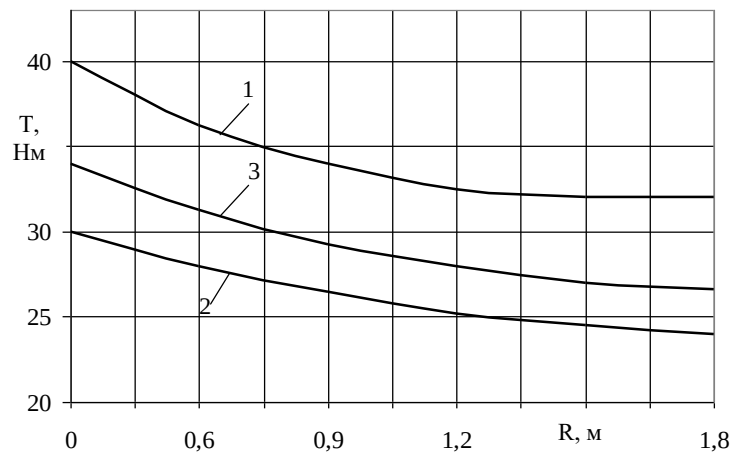


Рисунок 3 – Зміна крутного моменту T на гнучкому шнеку від радіуса кривизни гілки перевантаження R_k для $n=450$ б/хв. для різних матеріалів:
1 – технічна сіль; 2- пшениця; 3 – горох

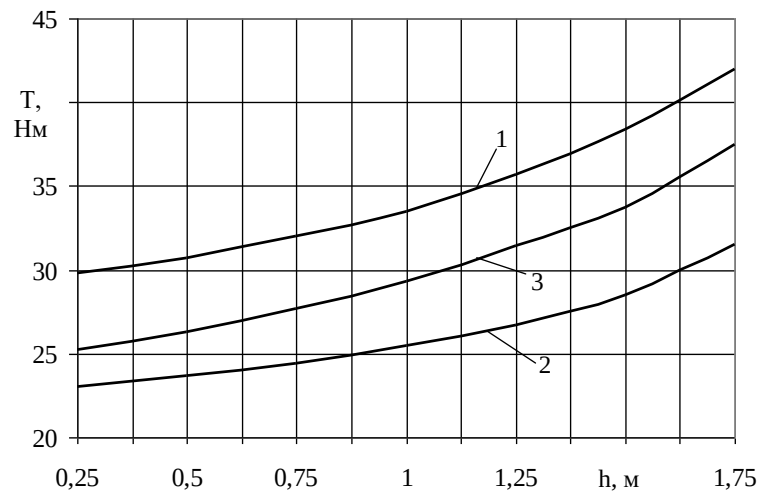


Рисунок 4 – Зміна крутного моменту T на гнучкому шнеку від висоти перевантаження сільськогосподарського матеріалу h для $n=450$ б/хв.:
1 – технічна сіль; 2- пшениця; 3 - горох

Список використаних джерел

1. Hevko B.M., Hevko R.B., Klendii O.M., Buriak M.V., Dzyadykevych Y.V., Rozum R.I. Improvement of machine safety devices. Acta Polytechnica, Journal of Advanced Engineering. 2018. Вип. 58. № 1. С.17-25.
2. Hevko R.B., Yazlyuk B.O., Liubin M.V., Tokarchuk O.A., Klendii O.M., Pankiv V.R. Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors. INMATEH: Agricultural Engineering. 2017. Вип. 51. № 1. С.49-59.

ФІЗИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДАРНО-КОЛИВАЛЬНОМУ НАВАНТАЖЕННІ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ КЛАСІВ

Чаусов М.Г., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Багаточисельні дослідження, проведені на кафедрі механіки НУБіП України, по оцінці впливу динамічних незрівноважених процесів (ДНП) за рахунок ударно-коливального навантаження на зміну початкових механічних властивостей матеріалів виявили, що це пов'язано, в першу чергу, з кардинальною зміною початкового структурного стану матеріалів. Таким чином, встановлено, що за умов нелінійної динаміки (хаотична динаміка) не тільки в будь яких фізико-хімічних системах, а також і в механічних системах виникає самоорганізація структури матеріалів і проявляються нові фундаментальні властивості матеріалів за умов значного відхилення від рівноваги.

За рахунок раптового накопичення надлишкової енергії в деяких елементах механічної системи активується динаміка внутрішніх процесів в матеріалах. Це зумовлює дисипацію надлишкової енергії в матеріалі механічної системи. В цей період в системі виникає певна неупорядкованість, а динамічний незрівноважений процес активує екстремальні дисипативні процеси в матеріалах, які пов'язані із самоорганізацією структури. У загальному випадку самоорганізація структури матеріалу механічної системи виникає внаслідок необхідності додаткового розсіювання енергії, набутої внаслідок зовнішнього впливу. За таких умов самоорганізація інтенсифікує механізм передачі енергії через систему.

Аналізуючи основні класи матеріалів: алюмінієві сплави, сталі різних марок і двофазні титанові сплави, на яких проводились дослідження по впливу ДНП різної інтенсивності на зміну механічних властивостей, виявлено кардинально різні фізичні механізми дисипації енергії при реалізації динамічних незрівноважених процесів за рахунок ударно-коливального навантаження.

На основі одержаних ТЕМ - структур алюмінієвих сплавів вперше заявлено і експериментально підтверджено [1], що дислокаційне ковзання не є єдиним можливим механізмом пластичної деформації кристалічних матеріалів. Пластична формозміна матеріалу при реалізації ДНП можлива і без

участі дислокацій. При реалізації ДНП в механічному полі виникає так звана структурна нестійкість – повне руйнування дислокаційних меж. У дислокаційному хаосі окремі дислокації можуть переміщатися на невеликі відстані, породжуючи вакансії. Під дією зовнішнього механічного поля відбувається самоорганізація вакансійних дефектів з утворенням смугастих аморфних структур в кристалічній матриці. Ці утворення можна розглядати як зародки гідродинамічних каналів, а локалізація вакансійних дефектів створює рідиноподібну структуру всередині цих утворень, які можуть зростати в процесі навантаження. Їх некристалічна структура експериментально підтверджена.

Гідродинамічні канали відіграють важливу роль в процесах масопереносу речовини за умов, коли дислокаційне ковзання гальмується або субструктурою, що раніше виникла, або початково не може відбуватися при деяких орієнтуваннях кристалів.

Слід звернути увагу, що утворення дисипативних структур після реалізації ДНП у вигляді локалізованих смуг (гідродинамічних каналів) проявляється також на багатьох марках сталі зі своїми особливостями. Конкретно, можуть змінюватися розміри і кількість гідродинамічних каналів. Матеріал між каналами теж набуває різних властивостей. Так, при випробуванні нержавіючої сталі матеріал між гідродинамічними каналами набував властивості субструктури (структурні елементи мають розміри нанокоморок і нанозерен).

Найбільш яскраво гідродинамічні канали (смуги, взаємно пов'язані на різних структурних рівнях) проявляються на чистих металах, наприклад, при випробуванні армко-заліза. При випробуванні двофазних високоміцних титанових сплавів виявлений інший фізичний механізм дисипації енергії, пов'язаний з фрагментацією структури [2]. Так, наприклад, при реалізації ударно-коливального навантаження у двофазному титановому сплаві ВТ22 у внутрішніх об'ємах крупнозернистих ($D_z = 15...75$ мкм) β – фазових складових сплаву під час ударно-коливального навантаження формувалися локальні зони (обсягом до 40%) зі значним подрібненням (в 2...3 рази) початкових розмірів зерен. Цей процес супроводжувався фрагментацією структури в таких локальних об'ємах з утворенням субзерен розмірами 0,6...3,0 мкм. Крім значних змін розмірів β – фази, в подібних внутрізеренних і субзеренних мікрооб'ємах спостерігали суттєві градієнти густини дислокацій.

За перебігом структурних змін можна стверджувати, що за умов реалізації ударно-коливального навантаження до описаних вище структурних перетворень долучаються процеси релаксаційного характеру. Вони пов'язані не лише з активізацією досить інтенсивних дислокаційних перерозподілів,

наслідком яких є анігіляція внутрішньоб'ємних дислокацій, але й формуванням дрібніших структурних елементів (зерен, субзерен, фрагментів).

При випробуванні двофазного титанового сплаву ВТ23 в умовах ударно-коливального навантаження також зафіксовані ротаційні процеси деформування, що приводить до додаткових затрат енергії.

Таким чином, всі виявленні фізичні механізми дисипації енергії при ударно-коливальному навантаженні в матеріалах різних класів інтенсифікують механізм передачі надлишкової енергії через механічну систему.

Список використаних джерел

1. Zasimchuk, E.; Turchak, T.; and Chausov, M. Hydrodynamic plastic flow in metal materials, *Results in Materials*, 2020, 6, doi:100090 10.1016/j.rinma.2020.100090.
2. Особливості деформування і руйнування пластичних матеріалів при ударно-коливальному навантаженні / М.Г.Чаусов, П.О.Марущак, А.П.Пилипенко, В.Б.Березін. – Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2018. – 288 с.

УДК 631

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВОДАХ

Черниш О.М., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Обґрунтувати використання енергетичного підходу при вивченні та оцінці якісних і кількісних характеристик найпростіших коливальних процесів, що генеруються вібраційними приводами у сільськогосподарських машинах вібраційної дії. Проблема вибору методики досліджень та розрахунків механічних коливань при розв'язанні наукових і технічних задач залишається актуальною і сьогодні, незважаючи на великий обсяг наукових досліджень і публікацій на цю тему. Тому дослідження і аналіз зміни механічної енергії коливального руху характеризує не тільки фізику коливальних процесів, але і дає можливість прогнозування та розрахунку їх параметрів. Для отримання енергетичних співвідношень спочатку розглядаються рівняння гармонійних коливань елементарної механічної

системи в узагальненій координаті q . Вважатимемо амплітуду коливань A повільно мінливою функцією, припускаючи, що зміна амплітуди відбувається лише при переході від одного періоду коливань до наступного. Для визначення зміни механічної енергії ΔE гармонійних коливань за період T складається диференціальне рівняння: $m\ddot{q} + cq = Q(\dot{q}, t)$, де m , c – інерційний і квазіупругий коефіцієнти відповідно; Q – величина неконсервативної узагальненої сили. В результаті можна отримати залежність: $\Delta E = \int_0^T Q \dot{q} dt$, яка вказує на те, що при додатній зміні механічної енергії ΔE гармонійного коливального процесу амплітуда коливань зростає, при від’ємній зміні ΔE амплітуда коливань зменшується, а при відсутності зміни ΔE амплітуда залишиться сталою ($\Delta A = 0$). У загальному випадку коливального процесу за період T величина ΔE може мати дві складові: $\Delta E = \Delta E_+ + \Delta E_-$, де індекс зі знаком мінус параметра ΔE означає, що енергія від коливальної системи відбирається, а зі знаком плюс – що енергія до системи надходить. Аналогічні співвідношення можна отримати і для інших коливальних процесів механічних коливальних систем.

Аналіз зміни механічної енергії елементарної коливальної системи дає можливість розглянути найпростіші види гармонійних коливань, а також дослідити більш складні коливальні системи у широкому діапазоні експлуатаційних режимів роботи вібраційних приводів сільськогосподарських машин.

УДК 631.3.02

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ І БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Денисенко М., к.т.н., доц.

Лісовський Л., інженер

ВСП «Немішайівський фаховий коледж НУБіП України»

Інженерія поверхні («surface engineering») належить до одного з нових напрямків у науці і техніці, що включає традиційні та інноваційні процеси модифікації поверхонь механічних систем. Розглянуто перспективні

композитні матеріали, що ефективні для зміцнення робочих елементів машин, які працюють в абразивному середовищі.

При експлуатації машин змінюються їх розміри і геометричні характеристики, структура і напружений стан поверхневих шарів. Ці зміни можуть мати або монотонний, або стрибковий характер та охоплювати макро-, мікро- і субмікроскопічні об'єми. Характер змін технічного стану суттєво залежить від роду тертя, умов механічного навантаження, наявності і складу рідкого, твердого або газоподібного середовища, виду мащення і властивостей матеріалу. Зміни можуть бути корисними, що нормалізують зовнішнє тертя, і як такі, що сприяють мінімізації зносу, або призводити до недопустимих явищ пошкодження.

Якість машини, як технічної системи, у значному ступені визначається властивостями поверхневого шару матеріалу, з якого вона виготовлена. Це пояснюється тим, що за будь яких видів навантаження (кручення, удар, згин та інші), найбільше напруження зазнають поверхневі шари матеріалу деталей машин, а внутрішні практично не мають навантажень. Поверхневі шари також протидіють зносу, втомі, корозії, тепловому та іншим видам впливів при експлуатації.

Підвищення технічного ресурсу та зменшення втрат на тертя відноситься до числа пріоритетних напрямків розвитку сучасних машин. Для досягнення конкурентоздатних завдань, як правило використовуємо структурно-енергетичний підхід, що включає взаємозв'язаний вибір раціонального конструкційного виконання вузлів тертя, і машини в цілому та інженерії поверхонь тертя на основі обґрунтованого використання зміцнюючих технологій, у тому числі наноструктурних матеріалів.

На ремонт і технічне обслуговування сільськогосподарської техніки витрачаються значні кошти. Це стосується, зокрема, придбання запасних частин, їх частка у собівартості ремонту становить від 48 до 70% [1]. Один з основних резервів задоволення потреб агропромислового комплексу у запасних частинах і зменшення вартості ремонтних робіт є організація економічно доцільного відновлення спрацьованих деталей. Відновлення спрацьованих деталей машин створюється з метою поновлення працездатності технічно обґрунтованої номенклатури до технічного ресурсу, так і для збалансованого забезпечення запасними частинами ремонтних підприємств.

Тільки 12% об'ємів ремонту здійснюється у спеціалізованих ремонтних підприємствах, а основні об'єми ремонту здійснюються безпосередньо у господарствах, де відсутнє необхідне технологічне обладнання. Практично не здійснюється збирання спрацьованих деталей при придбанні нових. Але, як підтверджує вивчення досвіду розвинутих закордонних фірм, збирання

зношених деталей і вузлів, навіть торгівля спрацьованими деталями, широко ними налагоджено і є ефективним бізнесом.

Існуючі методи підвищення терміну служби робочих органів або є надзвичайно дорого вартісними (наприклад, технологія французької фірми «Agri Carb» по отриманню захисних пластин зі спеченого карбиду вольфраму), або не забезпечують суттєвого збільшення довговічності деталей (наприклад, індукційне наплавлення на деяких заводах сільськогосподарського машинобудування).

Поряд з традиційними методами забезпечення експлуатаційних характеристик деталей машин (хіміко-термічна обробка, поверхневе загартування, поверхневе пластичне деформування та інші), на сьогодні знаходять використання нові ефективні методи: лазерна і електронно-променева обробка поверхні деталей з ціллю підвищення стійкості проти корозії та зношування: високоенергетичні методи нанесення захисних покриттів (газополум'яні і плазмові): іонна імплантація поверхневого шару, парофазна технологія, що дозволяє отримувати шарові структури з заданими властивостями).

Метою даної роботи являється встановлення закономірностей формування структури у поверхневому шарі та розробка технологічних процесів модифікування деталей для підвищення їх експлуатаційних властивостей при роботі в умовах тертя і зносу.

Враховуючи основні принципи тертя та зносу, можливо припустити, що підвищена твердість поверхневого шару є основним критерієм вирішення завдань збільшення ресурсу машин. Насправді за реальних умов контакту деталей, мінімізація зносу залежить від пружності і стійкості до деформацій поверхневого шару не менше, ніж від твердості. При конструюванні технічних і біоенергетичних систем агрегатів, технологічного обладнання треба вибрати такий вид тертя в опорах, геометрію та розміри робочих поверхонь, раціональне сполучення матеріалів елементів вузла тертя, щоби зносостійкість цього вузла була підвищеною, а пошкодження – відсутнє.

Поверхнева міцність визначається такими об'ємними характеристиками матеріалу, за яких, при заданих умовах тертя, у глибинних шарах деталей машин не розвивається пластична деформація – джерело недопустимих явищ викришування, зминання і руйнування від втоми. У литих сплавах вимоги міцності можуть бути пристосовані тільки за наявності у структурі фази зміцнення.

Матеріали, що виготовляються методами порошкової металургії, повинні мати міцність як за рахунок гетерогенізації структури, так і шляхом отримання оптимальної поруватості. У цілому, конструкційна міцність

матеріалів досягається за оптимального поєднання об'ємних характеристик твердості, ударної в'язкості, меж міцності, плинності і утомленості. Необхідною умовою повинно бути те, що пара тертя повинна працювати у стані структурного пристосування, тому що, тільки за такої умови відсутнє пошкодження робочої поверхні технічної системи, а інтенсивність поверхневого руйнування найменша у порівнянні з іншими процесами при терті.

На сьогодні досліджено закономірності розподілення пластичної деформації за глибиною поверхневих шарів металевих матеріалів, кінетику формування вторинної структури, процеси зміцнення, знеміцнення, рекристалізації, фазові переходи, котрі у свою чергу, залежать від зовнішніх механічних впливів, складу, властивостей тертьових матеріалів і оточуючого середовища. В останні роки детально досліджуються питання дифузії легуючих елементів у зоні деформації при терті. На засадах структурно-енергетичного підходу, моделювання процесів і властивостей поверхні, повинні бути отримані працездатні поверхневі шари технічних і біоенергетичних систем і машин агропромислового комплексу. [2].

Внаслідок технологічної спадковості при виготовленні деталі і релаксаційних процесів при її експлуатації, постійно має місце зміна хімічних і фізико-механічних властивостей металу поверхневого шару. Незважаючи на широкий спектр розроблених технологій зміцнення та захисту поверхонь деталей машин, ще більш інноваційні методи модифікування треба очікувати від нанотехнологій з отриманням наноструктури у поверхневому шарі.

Представляється корисною розробка і реалізація комплексної програми забезпечення надійності та довговічності технічних систем машин агропромислового комплексу на стадії проектування, що включає створення конструкцій, вибір конструкційних і мастильних матеріалів, та оптимальної технології виготовлення і експлуатації.

Список використаних джерел

1. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: Навч. посіб. / Держ. агроєколог. ун-т. – Житомир, 2008. – 420 с.
2. Костецкий Б.И. Задачи трибологии в машиностроении / Вестник машиностроения . 1989. №9. С.9-14.

ЕФЕКТИВНІСТЬ БОРУ В СТАЛЯХ

Похиленко Г.М., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В високорозвинених країнах, як США, Японія, Франція, Німеччина сталі, що містять бор, отримали широке використання.

Добре відома висока ефективність впливу бору на властивості сталей, при зменшенні хімічної неоднорідності і подрібненні структури. Однак встановлено, що при концентрації бору 0.0009 – 0.0171 % температура в'язко – крихкого переходу ($T_{в/к}$) зменшується на 160°C, що обумовлюється формуванням на границях зерен легкоплавкої боридної евтектики $(Fe_2B)_\gamma$ з температурою плавлення 1200 °C. Відмічено, що бор має найбільший вплив на температуру в'язко – крихкого переходу у порівнянні із сіркою та фосфором. Так при підвищенні бору на 0.01 % температура в'язко – крихкого переходу знижується на 100 °C, тоді як сірка, при збільшенні її концентрації на 0.01 %, знижує температуру в'язко – крихкого переходу на 21 °C, а фосфор – на 4 °C.

З іншого боку для низьковуглецевих сталей бор в кількості 0.0001 – 0.0072 % сприяє підвищенню показників пластичності у порівнянні зі сталлю без бору і складають: $\delta_5 = 25.2 - 41.2 \%$; $\psi = 68 - 77 \%$, при зменшенні межі міцності і текучості. Але для високовуглецевих сталей при концентрації бору до 0.003 % показники пластичності практично не збільшуються. При концентрації бору більше 0.003 % спостерігається зменшення показників пластичності.

Зазвичай бор додають до сталей для підвищення прогартуваності. Для цього бор додається в дуже низькій концентрації від 0,0015 до 0,003 відсотка, щоб підвищити прогартуваність сталі з низьким вмістом вуглецю. Бор додають до розплавленої сталі як феробор, який може містити до 20 відсотків бору.

Додавання бору у форми безперервного лиття успішно використовується протягом багатьох років, але було помічено, що ці додавання дають менш однакові результати порівняно з ретельно контрольованими додаванням до розливного ковша.

Додавання порошкового дроту можна здійснювати в печі-ковші, станції промивання аргонем (Ar) або установці вакуумної дегазації. Хімічна активність бору вимагає використання більш складних методів розкислення та

введення бору при виплавці сталі, які б забезпечували ефективність впливу бору на властивості сталі, особливо на прогартовуваність.

Ефективність введення бору знижується з підвищенням температури аустенізації. При підвищенні температури нагріву під гартування сталі, що містить бор, збільшується розчинність бору в аустеніті і зменшенню зерна аустеніту, що може привести до утворення надлишкової боридної фази і знизити ефективність впливу бору на прогартовуваність.

УДК 658.512.2, 629.7.015, 533.6.01

STUDY OF THE AERODYNAMIC PROPERTIES OF THE BUILDING ASSEMBLY MODULE'S CONSTRUCTIONS

Zozulia N., graduate student

Rashkivskyi V., Ph.D.

Kyiv National University of Construction and Architecture

Today, the primary task for technical industries, in particular construction, is to fully promote the economic development of the state. It is also essential to improve the production processes associated with the initial inspection of construction sites damaged during the conduct of hostilities [1].

In fact, work at facilities located in post-war territories can be classified as work with increased risks arising during natural disasters (earthquakes, floods, fires, etc.) and artificial influences (artillery shelling, mining, chemical contamination, radioactive exposure etc). However, construction processes must be carried out in some cases. In particular, the operations performed by mechanized modules must ensure the processes of assembly, dismantling of structures, introduction of working tools and/or personnel into the working area.

The main approaches to creating new and improving existing systems are outlined in [2].

Taking into account safety regulations and technological needs of mechanized support of construction assembly operations, an assembly platform for personnel was developed [3].

The invention solved the problem of reducing the labor intensity of installation operations and increasing productivity during the installation of building columns.

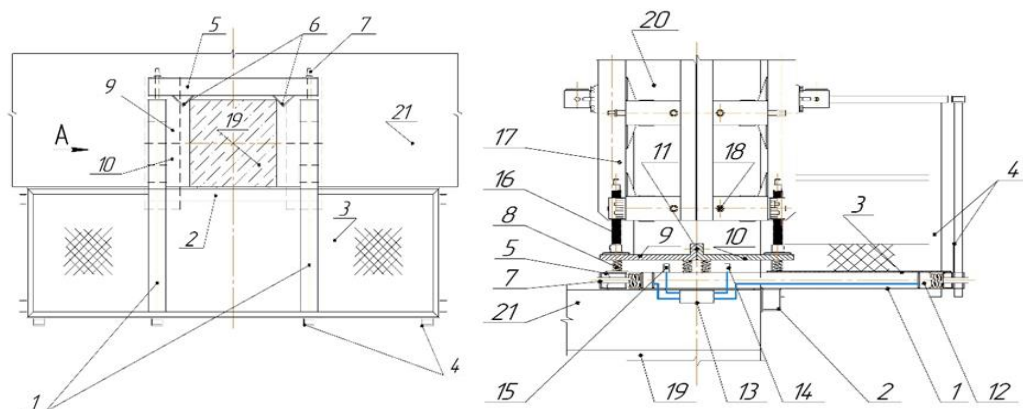


Figure 1 – General view of the installation module for maintenance: 1 – beam; 2 – crossbar; 3 – platform; 4 – fence; 5 – clamp; 6 – emphasis; 7 – fasteners; 8 – elastic elements; 9 – rear movable support; 10 – front movable support; 11 – fasteners; 12 – retainer; 13 – locking mechanism; 14 – sensor; 15 – retainer; 16 – supports; 17 – assembly assembly module; 18 – grips; 19, 20 – columns; 21 - overlapping

For this purpose, the front and rear supporting platforms for installing the conductor are mounted on the elastic elements of each of the beams. In the back part, the beams are connected to each other with a clamp with stops using fasteners. Also, the fence has the possibility of vertical extension and is fixed with a controlled latch. The vertical movement of the supporting platforms is fixed by sensors that control the locking mechanisms of the controlled latches of the fence and fastening of the platform clamp.

For the different with known one, this design allows to use the platform together with the technical module for the installation of columns, increase the safety of installation operations and increase the productivity of installation work.

The use of the assembly module for the installation of columns allows you to reduce the labor intensity of installation operations, and using it together with the assembly module allows you to increase the productivity of installation operations.

A separate task of using the assembly module is to ensure its stability during construction work. Since a significant part of construction assembly processes takes place at height, the stability of the assembly module is significantly affected by wind loads.

Most of the mounting devices have a lattice design, which in a certain way adapts them to the action of wind loads. In our opinion, the effect of such loads on the support platform of the mounting module is significant, since it has a significant flatness (even taking into account the lattice structure of the floor), and the wind loads taken into account during the design of such technical devices are based on average standardized values, which do not fully take into account the variability of wind loads (turbulence, gustiness, change of direction, etc.).

In order to study the effects of the structural forms of the elements of the assembly module, the regularities of their location when forming frame structures, the means of adjusting the balance and leveling the influence of wind loads, a scaled simulation (1:10) of the assembly platform (Fig. 2) is performed to study it in a wind tunnel on the influence of multidirectional flows wind load.

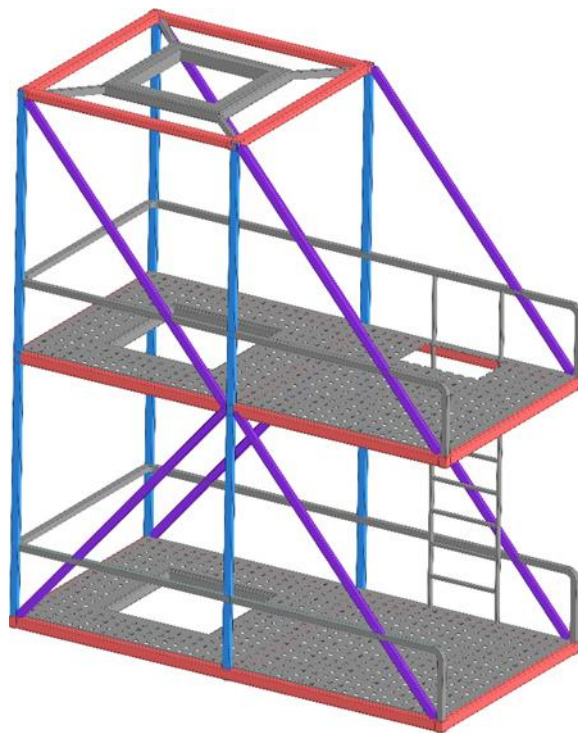


Figure 2 – Simulation model of the site of the assembly module

In our opinion, the study of the aerodynamic properties of the elements of the assembly module in the air pipe will allow to improve a number of indicators. Namely, to optimize the material capacity of the structure, increase corrosion resistance, increase the safety of using technological devices on the construction site, reduce dynamic effects on the retaining and fixing elements of the module, etc.

References

1. Molodid O., Kovalchuk O., Rashkivskyi V., Plohuta R., Musiiaka I. (2022) Peculiarities of the examination of buildings and structures that were damaged as a result of military operations Comprehensive quality assurance of technological processes and systems. T. 2. C. 94–96. URL: <https://conference-chernihiv-polytechnik.com/materiali-konferentsiyi/kzyatps-2022/>
2. Khubka V. (1987). Theory of technical systems. Trans. from Germany.
3. Tonkacheev G., Rashkivskyi V. (2008). Platform for assembly of columns. Patent of Ukraine №33876. (in Ukrainian) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=121503> (in Ukrainian)

ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ПОСТАНОВКОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ЧАВУННИХ ВСТАВОК, НАПЛАВЛЕННЯМ І ГАЛЬВАНОПОКРИТТЯМИ

Сиволапов В.А., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При ремонті деталей циліндро-поршневої групи двигунів розточують зношені гільзи і хонінгують їх, ставлять поршні ремонтного розміру з комплектом кілець. У поршні ремонтного розміру встановлюють нові або відновлені поршневі пальці. Така технологія має істотні недоліки [1, 5].

По-перше, розточування гільз циліндрів викликає зниження їх зносостійкості через знімання найбільш твердого поверхневого шару, що сприяє зниженню довговічності двигуна в цілому. По-друге, застосовуваний метод ремонту пов'язані з великою витратою запасних частин, що економічно не вигідно.

Істотного зниження витрат праці, витрати запасних частин і підвищення довговічності можна досягти використанням технології, заснованої на відновленні номінальних розмірів гільз і поршнів. Такий метод ремонту дає можливість компенсувати величину зазору у з'єднанні поршень-гільза за рахунок відновлених гільз [3, 4].

В даний час є певний позитивний досвід відновлення гільз циліндрів постановкою спеціальних чавунних вставок, наплавленням і гальванопокриттями [2].

При використанні тонкостінних вставних гільз основну гільзу розточують під зовнішній діаметр вставки. Попередньо виготовлену з легованого чавуну вставку запресовують у гільзу з натягом 0,04...0,08 мм, потім механічно обробляють під зменшений ремонтний розмір.

Для вставок застосовують чавун, легований одним або декількома карбідоутворюючими елементами: хромом, молібденом, ванадієм, титаном, цирконієм. Наявність цих елементів створює чавуни аустенітно-мартенситної структури із включеннями вільних карбідів та графіту. Карбіди сприяють збереженню високих механічних властивостей чавунів при робочих температурах гільзи. Найбільш сильний карбідоутворюючий елемент - ванадій. Навіть при невеликому вмісті ванадію в чавуні зношування його суттєво знижується.

Дослідження працездатності гільз двигуна із вставками дозволили встановити, що зносостійкість їх збільшується в 1,8... 3,4 рази в порівнянні з суцільними гільзами із загартованого чавуну СЧ21-40. Як матеріал вставок рекомендується чавун із вмістом 6...8% марганцю і 1,8... 2% ванадію.

Для відновлення гільз двигунів ЯМЗ-238НБ під номінальний та ремонтний розмір застосовують вставки, виготовлені зі сталеві стрічки У8А, У10А, 65Г підвищеної точності за товщиною та шириною. Ширина заготовки для гільзування 70 мм, товщина 0,7 мм, довжина 411,5 мм при твердості HRC 50...55. На одну гільзу використовують чотири заготовки. Запресовують заготовки в гільзу на пресі з використанням спеціального пристосування для формування кілець. Експлуатаційні випробування гільз, відновлених цим способом, показали їхню високу надійність в експлуатації (3500...4000 мотогодин) при відносно низькій вартості відновлення.

Наплавлення гільз циліндрів замість використання нової чавунної вставки також дає позитивний ефект. Як матеріал для наплавлення застосовують порошковий дріт ПП-АН-124-0. Режим наплавлення: напруга 22...26 В, струм 110...130А, швидкість наплавлення 0,4...0,6 см/об, подача електрода 49,5...57,4 м/год, виліт електрода 20...25 мм, зміщення його з zenіту 8...10 мм. Чорнове розточування гільз проводиться на токарному верстаті, чистове - на розточувальному. Як ріжучий інструмент рекомендується застосовувати пластини з твердого сплаву ВК6М. Довговічність гільз після такого ремонту збільшується в 1,3...1,6 раза.

Запропоновано також відновлювати гільзи циліндрів індукційною відцентровою напавкою порошковою шихтою. Для цього на внутрішній поверхні гільзи виконується проточка, в яку вводиться шихта. Гільзі надається обертальний рух. Розігрівають гільзу струмами високої частоти, застосовуючи внутрішній індуктор. Механічній обробці підлягає і зовнішня поверхня гільзи. Наплавлення проводиться порошком ПГ-ХН80СР4 із застосуванням флюсу: азотнокислий вісмут (основний) 10%, бура 45%, борний ангідрид 45%. Частота обертання гільзи в межах 750...950 об/хв. Температура нагрівання гільзи 1027...1047°C, час нагрівання 80 с. Після наплавлення проводиться високотемпературний відпуск з нагріванням деталі до 550°C протягом чотирьох годин і охолодження разом з піччю. Твердість наплавленого шару в межах HRC 55... 58. Застосування цієї технології сприяє зменшенню коефіцієнта тертя в з'єднанні кілець з гільзою, підвищенню маслоємності поверхні за рахунок кращої адгезії оливи порівняно з серійними гільзами і як наслідок підвищення їх зносостійкості в 4,8...5,5 рази.

Один із шляхів підвищення довговічності гільз - хромування їхньої внутрішньої поверхні, що підвищує зносостійкість більш ніж на 50%. Однак

використання цього способу стримується високою вартістю і відносно низькою адгезією товстих шарів хрому. Доцільніше відновлювати гільзи остальюванням. Це високопродуктивний процес, що дозволяє отримати досить товсті зносостійкі покриття великої твердості. Експлуатаційні випробування показали, що відновлені остальюванням гільзи забезпечують зносостійкість пари поршень — циліндр, рівним 80% від зносостійкості того ж сполучення з новою загартованою гільзою, і 140% незагартованою гільзою.

В даний час розроблено багато електролітів, що дозволяють отримати різні сплави з підвищеними фізико-механічними властивостями. Стосовно відновлення гільз циліндрів становлять інтерес сплави $Fe - P$, $Fe - Ni - P$ та ін.

Наприклад, розроблений у Харківському інституті механізації та електрифікації сільського господарства (ХІМЕСГ) електроліт дозволяє отримувати залізо-фосфорні покриття завтовшки до 1 мм зі швидкістю осадження 0,25...0,35 мм/год. Зміст фосфору в металі становить 7...10%, а мікротвердість їх у вихідному стані 70... 80 МПа. Сплави заліза з фосфором представляють інтерес для відновлення гільз циліндрів тому, що при нагріванні їх до температури більше 250°C мікротвердість покриттів не знижується, а, навпаки, підвищується за рахунок утворення фосфідів заліза, в результаті чого різко збільшується зносостійкість, а також покращується адгезія з основним металом. Після термообробки таких покриттів при 400°C протягом 1 год їх мікротвердість досягає 160 Н/мм², а зносостійкість більш ніж в 2 рази перевищує зносостійкість загартованої сталі 45 і більш ніж в 10 разів зносостійкість звичайного електролітичного заліза.

Список літературних джерел

1. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. М.: "Колос", 1981. 351 С.
2. Дослідження процесу теплопередачі в циліндрах двигуна внутрішнього згорання / В. А. Сиволапов, А. В. Новицький, В. С. Хмельовський, О. М. Бистрий // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. Вип. 3 (34). С. 266–274.
3. Новицький А. В., Карабиньш С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
4. Ружило З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків. 2016, Вип. 2. С. 223–231.
5. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. 665 С.

НАНОМАТЕРІАЛИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МАШИНОБУДУВАННЯ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

Денисенко М.І., к.т.н., доц.

Лісовський Л.В., інженер

ВСП «Немішайівський фаховий коледж НУБіП України»

За активністю наукових досліджень в царині нанотехнологій і наноматеріалів в теперішній час лідирують США і Японія. Відбуваються революційні зміни у сфері високих технологій: електроніці, інформаційних технологіях, мікромеханіці, конструюванням і практичним використанням структур, матеріалів та пристроїв, елементи котрих мають розміри менше 100 нм, а також з розвитком технологій їх виготовлення (нанотехнології).

У теперішній концепції під узагальненим поняттям наноматеріали розуміємо структури і матеріали з якісно новими властивостями, що утворюються завдяки зменшенню в одному або декількох вимірах структурних елементів до нанометрового масштабу, а технології їх отримання і, в певних випадках, наступна робота з ними – нанотехнологіями.

Нанотехнологія (nanotechnology) – це сукупність методів і засобів, що забезпечують створення структур з типовими розмірами від одиниць до сотні нанометрів ($1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$, $= 10^{-6}\text{ мм}$, $= 10^{-3}\text{ мкм}$), а також матеріалів і функціональних систем на їх основі. [1]. Сам десятковий префікс «нано» утворений від грецького слова, що означає «карлик». Реально, найбільш яскраво, специфіка нанорозмірних об'єктів проявляється в царині характерних розмірів від атомних ($= 0,1\text{ нм}$) до декількох десятків нм.

Основні типи наноматеріалів представлені на рис. 1.

За геометричними параметрами наноматеріали поділяються на три групи: тримірні (об'ємні), у котрих всі три розміри (довжина, ширина і товщина) знаходяться у наноінтервалі; двомірні, у котрих поперечні розміри знаходяться у наноінтервалі, а довжина може бути стільки як завгодно велика; одномірні, у котрих тільки один розмір (товщина) знаходиться у наноінтервалі, а два інших (довжина і ширина) можуть бути стільки як завгодно великі.

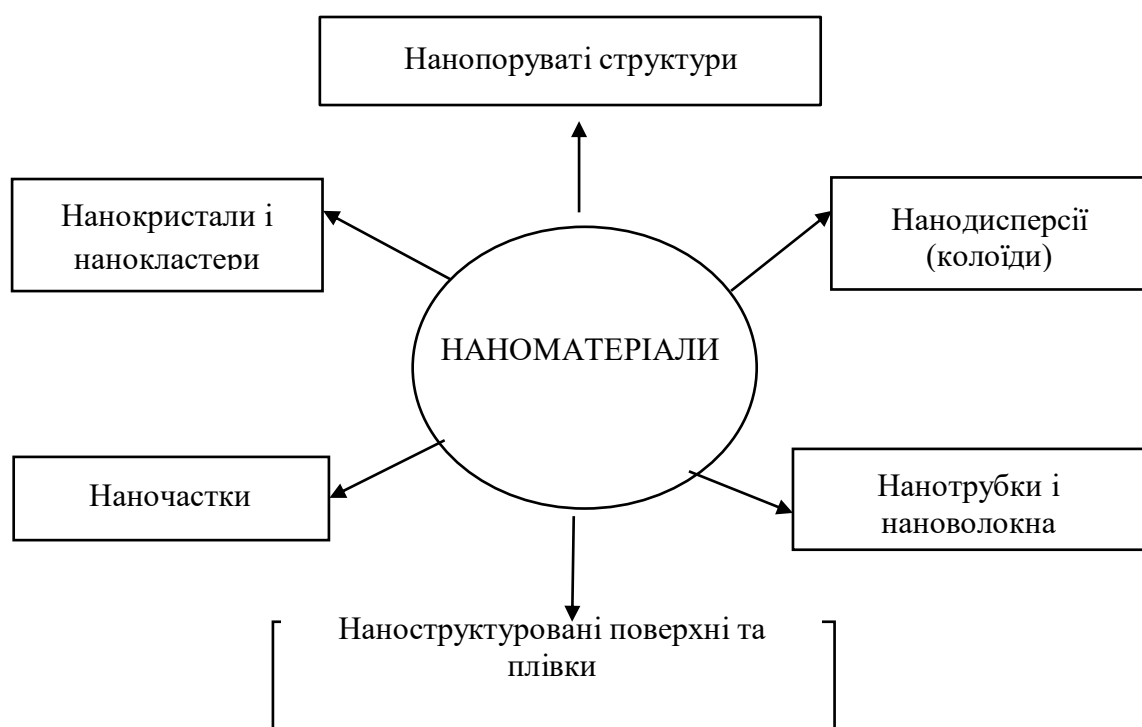


Рисунок 1 – Основні типи наноматеріалів

В агропромисловому комплексі також розширюється коло питань, що вирішуються за допомогою нанотехнологій. Про це свідчить, зокрема, зростаюча кількість патентів, публікацій, наукових праць і дисертацій по наноплівкам, а також об'єми замовлень на продукцію сільського господарства з використанням нанотехнологій і наноматеріалів. На сьогодні, поряд з продовольчою безпекою постають проблеми захисту від техногенних катастроф. Створення на засадах нанотехнологій принципово нових систем, у тому числі на об'єднанні органічного і неорганічного світів, змінює стереотипи мислення спеціалістів.

Національна ініціатива по нанотехнологіям уряду США використовує наступні критерії для визначення того, що вважається НТ – нанотехнології: дослідження і технологічні розробки на атомному, молекулярному або макромолекулярному рівні, у діапазоні лінійних розмірів порядку 1-100 нм; створення та використання структур, пристроїв і систем, що мають нові властивості і функції завдяки їх малому або проміжному розміру; можливість контролю об'єктів або маніпулювання ними в окремих атомах.

Є вивчення та аналіз концепції інноваційного розвитку результатів та розробок в царині наноматеріалів і нанотехнологій, спрямованої на прискорення вітчизняних досягнень на практиці.

Наноматеріали з оксиду кремнію перспективні для виготовлення підшипників ковзання, клапанів двигунів, антифрикційних вкладишів,

насадок для водо поливної техніки та оприскувачів, та інших швидкозношуваних деталей. Такі матеріали, як фуллерони, планується використовувати у якості основи акумуляторів.

Дані батареї здатні запасати приблизно у 5 разів більше енергії, ніж нікелеві акумулятори. Нанотехнології також використовуються для підвищення ефективності сонячних елементів. Робочі органи машин та обладнання у сільськогосподарському виробництві набувають властивості бактерицидності та довготривалої протидії агресивним середовищам, зберігають здатність працювати у несприятливих умовах при їх обробці багатofункціональними композиціями на основі фторомістких поверхнево-активних речовин (фтор ПАР, епілам) [2].

Для агропромислового комплексу велике значення мають нанорозмірні плівки на деталях машин, які надають їм новітні властивості. Ці плівки суттєво розширюють діапазон умов технічної експлуатації відповідальних вузлів обладнання. Підвищення температуростійкості поверхні посилює зносостійкість робочих деталей, і сезонність роботи сільськогосподарської техніки на впливає на циклічну працездатність агрегатів. Захисні наноплівки вже широко використовуються різними підприємствами АПК, і мають потенціал для поширення використання [3].

Наприклад, комбіноване сушіння зерна засновано на тому, що у нагрітому зерні створюється надлишковий тиск вологи при коливаннях температури не нижче, ніж при кипінні води. Внаслідок цього, прискорюється фільтрація вологи з зерна на поверхню у рідкому стані або зберігається рівень вологи у всіх його сегментах. Саме для цих цілей використовуються нанотехнології. Більшість нанопокриттів демонструє здатність знижувати взаємодію утвореної поверхні практично з будь яким середовищем, причому, наявність у деяких наноплівок поверхневої структури Ленгмюра – Блоджетт дозволяє утримувати ними мастило на поверхні трибовузлів, попереджаючи сухе третя. У рослинництві використання нанотехнологій дає підвищення стійкості до несприятливих погодних умов, зростанню врожайності (у середньому 1,5-2 рази) практично усіх продовольчих (картопля, зернові, овочеві, плодово-ягідні) і технічних (льон, бавовна) культур. Машинобудування являється, в основному, споживачем об'ємних наноструктурованих матеріалів (сталі, титан та його сплави, кераміка, пластмаси і композитні порошкові матеріали), матеріалів з пам'яттю, комплектуючих нановиробів (гідро-і електрообладнання, нанопродукція приладобудування та інше). Важливе значення набуває наноструктурована продукція тріботехнічного спрямування та обладнання для обробки деталей з нанометровою точністю, і для нанесення нанопокриттів.

Значний ефект забезпечується не тільки при отриманні наноструктур об'ємних матеріалів на металевій або керамічній основі, але і в результаті утворення у поверхневих шарах виробу нанофазних комплексів, наприклад, шляхом імплантації іонів Cr, Ti, C у поверхні контактуючих деталей. Перспективні майбутні галузі використання нанотехнологій – виробництво деталей з різних матеріалів -від бетону до пластмас; конструкційні матеріали, що автоматично визначають свій стан, прикладене навантаження і структурну цілісність. Провести моніторинг розробок по нанотехнологіям і наноматеріалам з ціллю можливого їх використання в агропромисловому комплексі і машинобудуванні. Створити базу даних по нанотехнологіям і наноматеріалам, що використовуються в АПК. Стимулювання використання нанотехнологій державою шляхом впровадження податкових пільг та субсидій.

Список використаних джерел

1. Уильямс, Л. Нанотехнологии без тайн / Л. Уильямс, У. Адамс: пер.с англ. Ю.Г.Гордиенко.М.: Эксмо, 2009.368 с.
2. [www. epilam.ru](http://www.epilam.ru)
3. Інноваційна Україна 2020: Національна доповідь / за заг.ред. В.М.Гейця та ін.; НАН України. – К., 2015. – 336 с.

УДК 514.18

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ФОРМИ ПОРШНЕВОГО КІЛЬЦЯ У ВІЛЬНОМУ СТАНІ

*Хропост В.І., аспірант
Пилипака С.Ф., д.т.н., проф.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Незважаючи на просту форму кільця, технологія його виготовлення є однією з найскладніших задач машинобудування. Воно має щільно прилягати до стінки циліндра і тиснути на неї з однаковою силою вздовж всієї лінії контакту. Деякі дослідники зазначають, що розподілена сила має бути сталою на більшій частині лінії контакту і зростати в області зазору кільця. Якщо така форма кільця знайдена, то у вільному стані його пружна вісь буде відрізнятися від кола. Задача полягає в тому, щоб знайти форму цієї осі. Для цього було використано положення з теорії опору матеріалів, згідно якого кривина

пружної осі прямо пропорційна прикладеному моменту і обернено пропорційна жорсткості стержня. На рис. 1 ліворуч показано форму пружної осі консольно закріпленого прямолінійного стержня після дії розподіленої сили. Якщо таку форму стержень матиме у вільному стані, то при дії такої ж сили у протилежному напрямі він набуде прямолінійної форми (рис. 1).

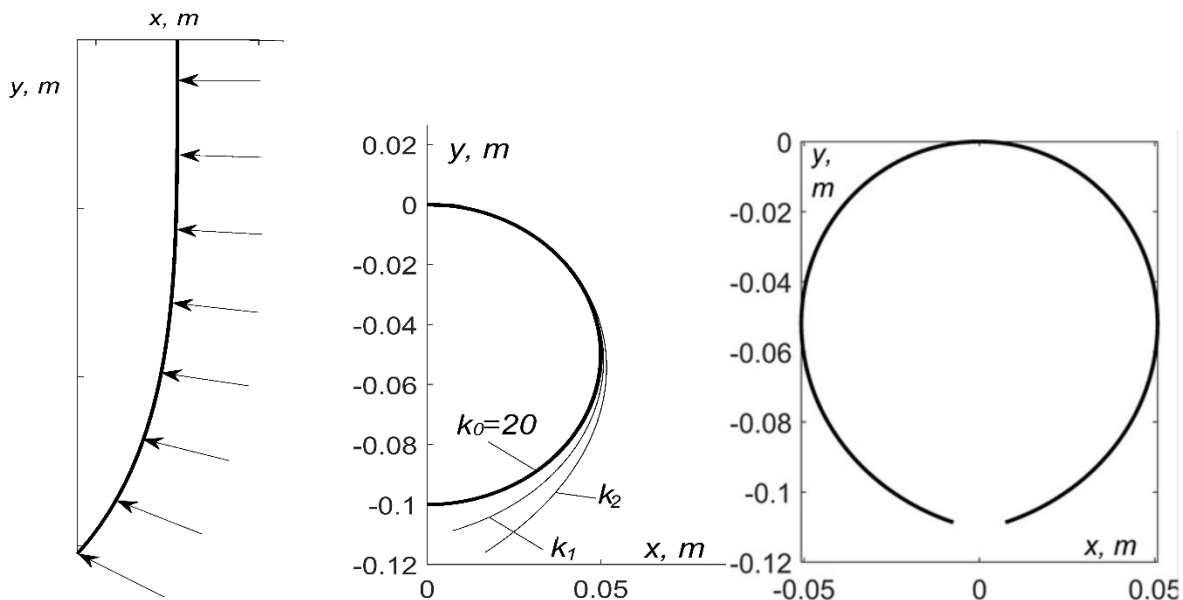


Рисунок 1 – Форма пружної осі консольно закріпленого прямолінійного стержня після дії розподіленої сили

Відповідно при розгинанні півкільця розподіленою силою воно набуде іншої форми (рисунок по центру). Симетричне відображення отриманої кривої дасть форму пружної осі поршневого кільця (рисунок праворуч). Його форма залежатиме від величини розподіленої сили.

УДК 669:620.18

БОРСТАЛІ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Похиленко Г.М., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сталі з бором використовуються для виготовлення деталей аграрних і промислових машин: ножів грейдера, гусеничних ланцюгів, дробильних машин, ножів та різальних полотен, плугів, дисків для борони та інших.

Переваги сталей які містять бор в якості легуючого елементу.

- Висока міцність в загартованому стані.
- Зручність виготовлення складних конструкцій і деталей в гарячекатаному стані.
- Пластичність і хороша оброблюваність різанням в гарячекатаному стані.
- Зносостійкість: загартована деталь прослужить довше.
- В'язкість і стійкість до тріщин.
- Гарний опір механічним навантаженням.

В Європі, аграрні машинобудівники використовують низьколеговані борвмісні сталі. Щоб замінити деталі імпортової техніки, яка вийшла з ладу в Україні для сільськогосподарських машин почали випускати сталь 30MnB5 Українського виробництва. До того ж, після гартування і відпуску, деталі з цієї сталі набувають підвищену експлуатаційну стійкість – їх ресурс в два-три рази вище в порівнянні з продукцією зі сталі 65Г, яка використовується для аналогічних деталей. Інша борсталь, яка випускається в Україні і Європі (Італія), з підвищеними міцністю і жароміцністю - 38MnB5, а також низьковуглецева 27MnCrB5 з кращою прогартуваністю, більш високою міцністю і покращеною зварюваністю.

Інша вуглецева борсталь 15B30 виготовляється відповідно до обмежень щодо хімічного складу Американського інституту чавуну та сталі (AISI) і Товариства автомобільних інженерів (SAE). В сталь 15B30 бор додається для покращення прогартуваності, міцності та зносостійкості порівняно зі звичайною вуглецевою сталлю з таким самим вмістом вуглецю.

Сталь 15B30 постачається у стані прокату без термічної обробки. Вона дегазується у вакуумі як частина вторинного процесу виробництва сталі, щоб зменшити вміст розчинених газів (водень, азот, кисень) у розплавленій сталі та сприяти підвищенню якості та покращенню властивостей.

Загальне застосування сталі 15B30 включає в себе інструменти для роботи на землі та деталі для сільськогосподарських машин, такі як диски фрези, підмітальні машини та шипи. Сталь містить 0,27-0,35% вуглецю, 0,7-1,2% марганцю, 0,03% фосфору і 0,01 фосфору, 0,15-0,35 кремнію, 0,0005-0,003% бору.

Сталь 15B30 у стані постачання можна обробляти так само, як конструкційні сталі з подібним рівнем міцності. Оброблювання різанням термічно обробленої або загартованої сталі 15B30 ускладнено. Механічне оброблювання або свердління загартованої 15B30 також буде складнішою і вимагає надійного обладнання, твердосплавного і високошвидкісного інструменту та правильного вибору рідини охолодження. Термічне різання 15B30 необхідно виконувати в стані постачання. Через вміст вуглецю та додаткову здатність до прогартування за рахунок вмісту бору пластину

необхідно попередньо рівномірно нагріти до 150°C перед термічним різанням, щоб зменшити швидкість охолодження в зоні термічного впливу та, зменшити твердість зони термічного впливу. Відразу після термічного різання, поки пластина ще гаряча, з плити необхідно зняти напруження, щоб пом'якшити зрізані краї та зменшити ризик розтріскування в зоні термічного впливу. Зняття напруги може бути досягнуто шляхом нагрівання пластини до 600°C - 650°C, витримування 0,2 години/мм і охолодження на повітрі. Відпал також може бути використаний після термічного різання. Термічне різання термічно обробленої або загартованої сталі 15B30 може змінити твердість і механічні властивості матеріалу.

УДК 658.512.2, 629.7.015, 533.6.01

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ПОВОЄННИХ ТЕРИТОРІЯХ

*Рудницький О., магістр
Рашківський В., к.т.н., доц.*

Київський національний університет будівництва і архітектури

Спеціалісти Київського національного університету будівництва і архітектури виконували обстеження на території Київщини щодо визначення їх станів та ступеню пошкодження [1]. Метою роботи є розробка заходів безпеки при використанні будівельної техніки на повоєнних територіях.

Першочерговим на повоєнних територіях виконуються роботи з розмінування. Після цього, як правило, виконується обстеження станів інженерних мереж та будівельних конструкцій. Ускладнення проведення наведених заходів полягає у об'єктивній неможливості виконання операцій з розмінування, наприклад, в пошкодженій будівлі, перебування в якій небезпечне. Потенційна наявність небезпечних факторів навіть після проведення первинного обстеження – основний показник складності проведення будь яких робіт на повоєнних територіях.

Основний фактор безпеки на повоєнних територіях – наявність нездетонованих боєприпасів, мінування територій, можливі збройні дії.

До похідних факторів можна віднести небезпеку від пошкоджень інженерних мереж та виконання в їх зоні будівельних робіт. Їх також можна назвати прихованими факторами безпеки.

Окремо слід відмітити групу небезпечних факторів, що визначаються негативними впливами будівельних та експлуатаційних матеріалів, що набувають такої форми від руйнуючих дій. Зокрема це: розпилення газів, технічних речовин, роздрібнення скла, азбесту, горіння утеплювача та ін.

Враховуючи потужність будівельної техніки її використання на повоєнних територіях повинно враховувати ряд факторів, що фактично несуть потенційних характер, проте їх вплив може спричинити техногенні катастрофи.

Список використаних джерел

1. Молодід О. С., Ковальчук О. Ю., Рашківський В. П., Плохута Р. О., Мусіяка І. В. Особливості обстеження будівель та споруд, що зазнали пошкоджень внаслідок воєнних дій. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2022): матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф., 26–27 трав. 2022 р. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. Т. 2. С. 94–96. URL: <https://conference-chernihiv-polytechnik.com/materiali-konferentsiyi/kzyatps-2022/>

УДК 711:004.925.8

ПОЛІГОНАЛЬНИЙ СПОСІБ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ПЛАНУВАЛЬНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Терещук М.О.¹, к.т.н.

Мартинів В.Л.¹, д.т.н., проф.

Юрчик А.² студентка

¹Київський національний університет будівництва і архітектури

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

У наш час стрімких соціально-економічних змін в основі багатьох здійснюваних в Україні реформ лежать питання містобудування та територіального планування, вдосконалення біокліматичних систем природокористування. Тому подальше вдосконалення різноманітних засобів успішного розв'язання окреслених задач становить актуальну науково-прикладну проблему.

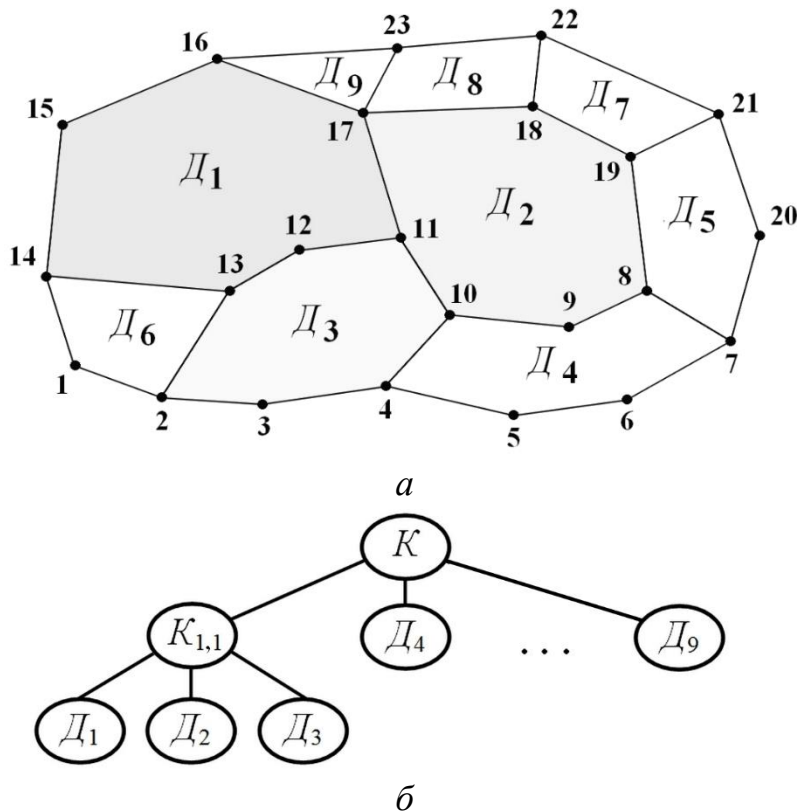
Дану публікацію присвячено математичному опису запропонованого способу полігональної територіальної планувальної кластеризації

біокліматичних систем природокористування, як засобу геометричного моделювання організаційних структур для підвищення ефективності використання різних ресурсів. У виконаному дослідженні також окреслено деякі перспективи подальшого вдосконалення та застосування напрацьованого підходу як компонента сучасних комп'ютерних геоінформаційних систем для оптимізації територіального управління біокліматичних систем.

Нинішній етап розвитку України характеризується інтенсивним проведенням багатьох реформ, зокрема, земельної, децентралізації державного управління, освітньої, медичної та інших, які значною мірою дотичні до питань містобудування й територіального планування біокліматичних систем природокористування. Для прийняття обґрунтованих рішень у зазначеній сфері потрібно обов'язково здійснювати всебічний докладний аналіз існуючих та прогнозованих майбутніх ситуацій.

Головна ціль публікації полягає у висвітленні розробленого способу полігональної територіальної кластеризації біокліматичних систем природокористування, який зручний для використання в середовищі новітніх комп'ютерних інформаційних систем для здійснення оптимального управління регіональним розвитком.

У працях [1, 2] наведено концепцію побудови комплексних динамічних геометричних моделей визначення організаційно-територіальних кластерних структур. Належний приклад зображено на рис. 1.



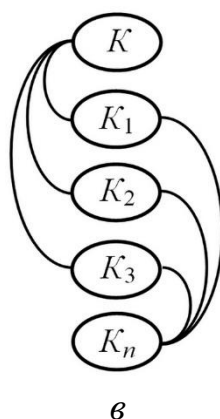


Рисунок 1 – Відтворення процесу кластеризації:
a – територіальна модель; *б* – організаційна ієрархічна модель;
в – структурно-параметрична модель кластеризації *K*



Рисунок 2 – Карта класифікації областей України за сільськогосподарською спеціалізацією

Певна опрацьовувана територія на площині в декартовій системі координат *Oxy* подається множиною

$$T = (\mathbf{T}_i)_{i=1}^{N_T}, \quad (1)$$

де $N_T \in \mathbb{N}$, $N_T \geq 3$,

$$\mathbf{T}_i = (x_i, y_i)_{i=1}^{N_T}. \quad (2)$$

Точки (1) моделюють земельні ділянки *D* у вигляді полігонів (багатокутників)

$$D = (D_j)_{j=1}^{N_D}, \quad (3)$$

де $N_D \in \mathbb{N}$, $N_D \geq 1$,

сторони яких визначаються кортежами вершин

$$D_j = (T_{jk})_1^{N_{Dj}}, \quad (4)$$

де $N_{Dj} \in \mathbb{N}$, $N_{Dj} \geq 3$, $T_{jk} \in T$. Запропонований спосіб полігональної територіальної кластеризації біокліматичних систем природокористування варто впровадити як складову сучасних геліоінформайїйних та інших автоматизованих комп'ютерних систем. Це сприятиме розширенню можливостей указаних засобів не тільки стосовно геометричного моделювання, управління біокліматичних систем, а також належного управління різними процесами, наприклад, економічними, політичними, технологічними та інше.

Список використаних джерел

1. Якусевич А.Г., Терещук М.О. Геометричне моделювання організаційних кластерних структур як засіб підвищення ефективності використання різноманітних ресурсів. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 14. С. 12–19.
2. Якусевич А.Г., Терещук М.О. Спосіб представлення ієрархічних організаційних кластерних структур у задачах економії ресурсів. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 15. С. 7–14.
3. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Київ: Мінрегіон України, 2012 р. 77 с.
4. Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. № 2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>

УДК 620.91

ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Тетерятник О. А., асист.

Балака М. М., к.т.н., доц.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Збільшення енергонезалежності як напрямок розвитку енергетичного комплексу в світі зумовлює будівництво та введення в експлуатацію об'єктів енергетичного комплексу, що виробляють енергію з відновлювальних джерел енергії. До 2040 року заплановано до 40 % світової електроенергії виробляти з

відновлюваних джерел. Однак швидкий розвиток відновлювальних джерел енергії, значною мірою за рахунок сонячних електростанцій і вітрових парків, має й іншу сторону – значне коливання потужностей [1, 2].

Потужність виробництва електроенергії на сонячних та вітрових електростанціях може різко змінюватися і слабо прогнозована через пряму залежність від зміни погоди – наявності сонця та вітру. Щоб зберегти в енергосистемі баланс попиту і виробництва електроенергії, потрібен значний резерв потужностей для маневрування, тобто швидкого завантаження та розвантаження енергоблоків у разі коливань виробництва електроенергії на вітрових і сонячних електростанціях. В енергосистемі для маневрування зазвичай використовують гідроелектростанції та вугільні теплоелектростанції, на які припадає більша частка навантаження.

Разом з тим, скорочується базове навантаження на атомні електростанції, які весь час видають однакову потужність, і збільшувати його на вугільних теплоелектростанціях, аби вони мали більше можливостей для маневрування. Таким чином, в енергосистемі складається парадоксальна ситуація – зростання кількості вітрових та сонячних електростанцій призводить до збільшення вуглецевих та інших шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Міжнародні інституції з проблем екології, енергетики та сталого розвитку сформулювали основні положення щодо успішного розв'язання проблеми енергозабезпечення й дотримання вимог сталого розвитку.

Стратегія паливно-енергетичного комплексу має спиратися на:

- підвищення ефективності використання енергії, тобто створення та використання енергоефективних технологій і матеріалів;
- широкомасштабне використання поновлюваних й інших нетрадиційних джерел енергії;
- створення та максимально ефективного використання нового покоління технологій спалювання органічних викопних видів палива.

Крім того, події останніх років вказують на ще одну важливу складову, яка, можливо, також буде віднесена до одного з пунктів стратегії – формування енергонезалежності енергетичного комплексу країни від ресурсної бази інших країн, які можуть використовувати цю залежність для маніпуляцій з метою забезпечення власних потреб.

До технологій, що призначені для ефективного використання енергії належить й створення розподілених енергосистем. Розподілені енергетичні системи – напрямок розвитку енергетики, що забезпечує можливості переходу від традиційної організації енергетичних систем до нових методик і практик. Цей перехід здійснюється в умовах децентралізації енергетичних систем за максимальної автоматизації/комп'ютеризації складових. Процес відбувається

з використанням різних видів енергетичних ресурсів і передбачає зниження екологічного впливу на довкілля [3]. Метою децентралізації енергетичних систем є підвищення енергетичної ефективності системи в цілому.

Розвиток та використання розподілених енергетичних систем (РЕС) стає можливим завдяки появі нових технологій. Об'єднання значної кількості об'єктів розподіленої генерації в мережу забезпечує високу надійність і гнучкість роботи технічної системи (рис. 1).



Рисунок 1 – Ресурси та склад технологій розподіленої генерації енергії

Сьогодні мала розподілена енергетика є єдиним дієвим інструментом зниження вартості електроенергії підприємств малого та середнього бізнесу. Можливість роботи обладнання малої розподіленої енергетики на різних видах палива, в тому числі на зрідженому газі, дозволяє встановлювати такі об'єкти на територіях з великою географією. Основу технологій розподіленої генерації енергії складають установки потужністю до 25 МВт, включаючи нетрадиційні (мікротурбіни, двигуни Стірлінга, роторно-лопатеві двигуни, накопичувачі енергії) та відновлювані джерела енергії [4].

Основна перевага розподілених енергосистем над централізованими, не зважаючи на більшу складність і собівартість систем контролю та керування – зниження тарифу на енергоресурси. Така можливість реалізується за рахунок розміщення об'єкта генерації поруч зі споживачем, що дозволяє споживачу заощаджувати на транспорті енергії, електричної та теплової, і це зумовлює зниження вартості кінцевого продукту. Є також й інші важливі моменти, приміром підвищення надійності електропостачання.

Ще один вагомий аргумент – це швидкість введення нових потужностей. Якщо брати мережеві компанії, то підключення споживачів з урахуванням

будівництва ліній може розтягнутися на роки. Для розподілених систем мінімальний термін запуску потужностей становить близько 8 місяців.

При реалізації технічних проєктів розподіленої енергетики немає чіткої тенденції до використання якогось одного типу систем. У більшості випадків застосовуються ефективні технічні рішення, що враховують кліматичні особливості місцевості, на якій розташовується система. Причому ці рішення можуть бути поєднані, що дозволить підвищити ефективність установок та зменшити коливання електроенергії, що виробляється.

Наступним кроком підвищення енергетичної незалежності є створення розгалуженої мережі енергоефективних об'єктів, що мають власні джерела енергозабезпечення. Технічні рішення в такому випадку можуть відрізнятися великою різноманітністю конструкцій. Експлуатація й подальші дослідження допомагають виявити недоліки конструкцій та перевірити експлуатаційні характеристики і ефективність застосування кожного технічного рішення.

Життєздатність таких технічних рішень нашою думкою, що дану концепцію розвитку енергомереж можна, і навіть необхідно, поширювати на більшу кількість галузей промисловості. Приміром взяти галузь експлуатації будівельної та дорожньої техніки.

Якщо придивитися до сучасного парку будівельних машин, то практично всі відомі виробники такої техніки мають у модельному ряду майже повністю електричні машини, аналогічні серійним машинам з двигунами внутрішнього згоряння. Причому, враховуючи розширення модельного ряду і мінімізацію техніки для роботи у містобудівних умовах, потужності силових агрегатів знаходяться до 10 кВт, а основною перевагою таких машин є нульовий викид шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Тетерятник О., Балака М. Аналіз шляхів забезпечення енергонезалежності будівельної техніки з використанням відновлювальних джерел енергії. *Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини*. 2021. Вип. 97. С. 24–35. DOI: <https://doi.org/10.32347/gbdmm2021.97.0301>.
2. Леонов Д. М., Буслова Н. В. Розвиток альтернативної енергетики в Україні: перспективи та проблеми. *ЛЮГОС. ONLINE*. December, 2020. № 16. URL: <https://www.ukrlogos.in.ua/10.11232-2663-4139.16.46.html>.
3. Балака М., Тетерятник О., Санкін І. Комплексна оцінка застосування моторних палив. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування: матеріали 14-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 16–18 берез. 2023 року*. Херсон: ХДМА, 2023. С. 194–196.

4. Кім А. О., Тетерятник О. А., Балака М. М. Можливості застосування джерел відновлювальної енергетики в роботі землерийних машин. *Сучасні проблеми екології: тези доп. XVII Всеукр. наук. on-line конф.*, 15 квіт. 2021 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2021. С. 141–142. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/141-1.pdf>.

УДК 631.331.54

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ

Кравченко В.В., к.т.н., доц.

Уманський національний університет садівництва

Гідропривід, завдяки надійній передачі потужності та зусиль, а також надійності самої системи залишається головним приводним механізмом в спеціальних мобільних машинах до яких відносяться і сільськогосподарські машини [2].

Але класичні системи гідроприводу мають доволі низьку енергетичну ефективність, яка складає лише близько 21-22% [6, 7], цьому сприяють застосування великої кількості керуючих клапанів та втрати енергії безпосередньо в гідролініях, гідропристроях та виконавчих механізмах [8].

Одним із способів зменшення втрат енергії в гідросистемах мобільних машин є поєднання гідравлічного та електричного приводів, коли електричні пристрої допомагають керувати гідроприводом чи замінюють якісь його елементи [4]. Електричні двигуни мають великий крутний момент, тому електричний привід найкраще реалізуються при використанні його для різних обертових операцій, таких як привід ходових коліс машин, для прикладу [1]. Але операції пов'язані з лінійними переміщеннями гірше реалізуються електричним приводом, особливо при виконанні енергозатратних точних операцій. Таку роботу найкраще виконують саме гідравлічні пристрої, які є компактними, надійними та можуть забезпечити паралельну роботу декількох циліндрів, що є особливо важливим для сільськогосподарських машин [3]. Тому поєднання цих приводів в машинах дозволяє отримати максимальну енергетичну ефективність при забезпеченні необхідної надійності системи приводу. Практичне зниження витрат палива при використанні таких гібридних систем може становити до 10-50% порівняно із застосуванням

традиційного гідравлічного приводу [5]. Додатковою перевагою такого поєднання є також можливість рекуперації електричної енергії, що підвищує енергоефективність таких машин [9].

Список використаних джерел

1. Baek, S. Y., Baek, S. M., Jeon, H. H., Kim, W. S., Kim, Y. S., Sim, T. Y., ... & Kim, Y. J. (2022). Traction performance evaluation of the electric all-wheel-drive tractor. *Sensors*, 22(3), 785. <https://doi.org/10.3390/s22030785>
2. Exner, H. (1991). Basic principles and components of fluid technology. Mannesmann Rexroth.
3. Fassbender, D., Zakharov, V., & Minav, T. (2021). Utilization of electric prime movers in hydraulic heavy-duty-mobile-machine implement systems. *Automation in Construction*, 132, 103964. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103964>
5. Gonzalez-de-Soto, M., Emmi, L., Benavides, C., Garcia, I., & Gonzalez-de-Santos, P. (2016). Reducing air pollution with hybrid-powered robotic tractors for precision agriculture. *Biosystems Engineering*, 143, 79-94. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.01.008>
4. Inderelst, I. M., Prust, I. D., & Siegmund, M. (2020). Electro-hydraulic SWOT-analysis on electro-hydraulic drives in construction machinery. 12th International Fluid Power Conference (12. IFK). Dresden, October 12–14, 2020 <https://doi.org/10.25368/2020.8>
5. Lajunen, A., & Suomela, J. (2012). Evaluation of energy storage system requirements for hybrid mining loaders. *IEEE transactions on vehicular technology*, 61(8), 3387-3393. <https://doi.org/10.1109/TVT.2012.2208485>
6. Love, L. J., Lanke, E., & Alles, P. (2012). Estimating the impact (energy, emissions and economics) of the US fluid power industry. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. <https://doi.org/10.2172/1061537>
7. Qu, S., Vacca, A., Fassbender, D., Busquets, E., & Rexroth, B. (2020, October). Formulation, Design and Experimental Verification of an Open Circuit Electro-Hydraulic Actuator. In *Proceedings of the 2020 IEEE Global Fluid Power Society PhD Symposium (GFPS)*, Online (pp. 19-21). URL https://www.researchgate.net/publication/344773454_Formulation_Design_and_Experimental_Verification_of_an_Open_Circuit_Electro-Hydraulic_Actuator.
8. Vacca, A. (2018). Energy efficiency and controllability of fluid power systems. *Energies*, 11(5), 1169. <https://doi.org/10.3390/en11051169>
9. Zhang, W., Wang, J., Du, S., Ma, H., Zhao, W., & Li, H. (2019). Energy management strategies for hybrid construction machinery: Evolution,

УДК 69.057.7

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ЖИТЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ СМТ. БОРОДЯНКА

*Чиркін О., Дідківський О., студенти
Рашківський В., к.т.н., доц.*

Київський національний університет будівництва і архітектури

Станом на 2023 рік на території Київщини багато громад зіткнулись з нетиповою ситуацією: майже однооментно з'явилося багато об'єктів нерухомості, що потребують розроблення щодо їх подальшої експлуатації персоніфікованих заходів з урахуванням специфіки пошкоджень.

Так, на сьогодні на місцевому, регіональному та державному працюють соціальні програми щодо розроблення заходів по усуненню наслідків воєнних дій. Для цього, спеціалісти різних галузей, зокрема будівельної, вивчають специфіку територіальних громад, види, обсяги пошкоджень, пріоритетні заходи тощо.

Важливим напрямом є розробка планових заходів щодо використання будівельної техніки при розробці завалів будинків, їх демонтажу та виконанню первинних будівельних робіт.

Метою роботи є визначення особливостей використання будівельних машин при демонтажі зруйнованих будівель.

В ході проведення обстежень станів будівель на повоєнних територіях [1] первинним виконувалось візуальне обстеження для визначення ступеню пошкодження та розробки рекомендацій щодо подальшої їх експлуатації (рис. 1).

З урахуванням потенційного демонтажу будівлі, важливим фактором при цьому є аналіз плану забудови місцевості для розробки обмежувальних заходів щодо використання будівельної техніки та визначення обсягів будівельних робіт.

Обмежувальні заходи, як правило, враховують щільність забудови, наявність інженерних мереж, їх стани, строки виконання робіт та ін. Окрім цього, з урахуванням ситуаційних обставин у країні, необхідно також

враховувати наявність тимчасової збройної небезпеки, потенційно можливого мінування територій та інженерних мереж, фактично нестійкий стан будівельних конструкцій пошкоджених будівель.

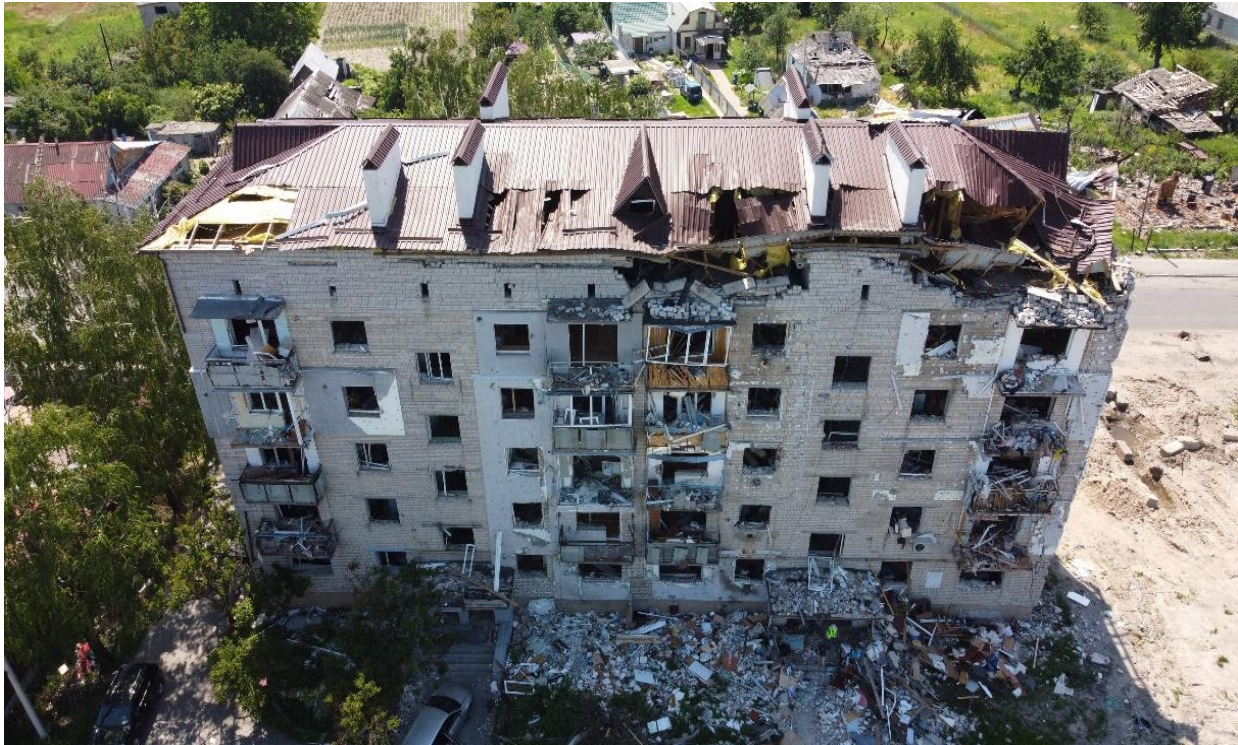


Рисунок 1 – Приклад руйнування будинку по вул. Центральна, 324, смт. Бородянка

Наведений перелік не є вичерпним, тому при розробці заходів щодо використання будівельної техніки на повоєнних територіях, зокрема для смт. Бородянка, необхідно враховувати варіативність системи заходів виконання робіт на основі постійного моніторингу та оповіщення зміни зовнішніх умов їх виконання.

Список використаних джерел

1. Молодід О. С., Ковальчук О. Ю., Рашківський В. П., Плохута Р. О., Мусіяка І. В. Особливості обстеження будівель та споруд, що зазнали пошкоджень внаслідок воєнних дій *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС–2022)*: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф., 26–27 трав. 2022 р. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. Т. 2. С. 94–96. URL: <https://conference-chernihiv-polytechnik.com/materiali-konferentsiyi/kzyatps-2022/>

УНІВЕРСАЛЬНА ДІАГНОСТИЧНА УСТАНОВКА

Троц А.А., к.т.н., доц.¹

Бащук Р.В., викладач²

Богомолов М. Ф., к.т.н., доц.³

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України

² Конопотський індустріально-педагогічний фаховий коледж СумДУ

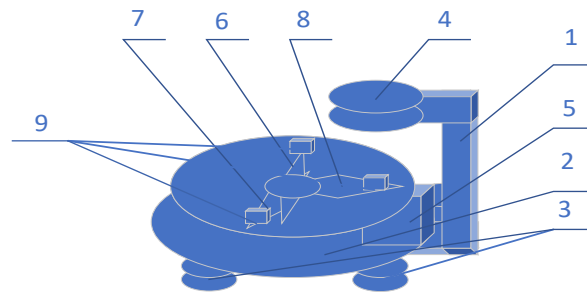
*³ Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Найпростіший фотозбільшувач складається з джерела світла (лампа розжарювання), тримача негатива та об'єктива. Удосконалення конструкції фотозбільшувача призвело до появи в його конструкції дволінзового конденсора, матового скла (для боротьби з ефектом Кальє), застосування коригувальних світлофільтрів для друку кольорових фотографій, а також, використання пристроїв автоматичного фокусування, кадрувальної рамки, реле часу, експонетрів [1]. З розвитком адитивного кольорового друку з'явилися фотозбільшувачі з автоматичною зміною світлофільтра (червоного, зеленого і синього кольору) і з триканальними реле часу для роздільного експонування кожним з основних кольорів. Стали застосовуватися точкові джерела світла з блоком живлення зі стабілізацією напруги. Однією із складових універсальної діагностичної установки є годинниковий механізм, який забезпечує часові цикли випробувань при дослідженні зразків.

Предметний столик використовується для розміщення на ньому дослідних зразків [2]. У вершині столика на штанзі знаходиться окуляр, через який проходять промені світла від джерела світла і освітлюють препарат зверху. У предметному столику є отвори, куди вставляються нагрівач або інший блок додаткового навантаження на зразок (рентгенівський блок, електромагнітний блок, газовий блок та інші). Таким чином розроблена універсальна автоматична діагностична установка для дослідження трьох і більше зразків, яка базується на поєднанні конструкції фотозбільшувача та годинникового механізму. Розробка може бути використана і в інших сферах приладобудування, біотехнологій та біомедицини в цілому.

Механізм працює наступним чином. Годинниковий механізм 2 за допомогою стрілок 6, 7, 8 підводять зразки 9 до вершини опромінення окуляра 4 і нагрівача 5 в режимі секунд, хвилин, годин. При цьому створюються часові

цикли випробувань зразків 9. Конструкція закріплена на корпусі 1, встановлюється і регулюється стійками 3.



1- Корпус; 2- Годинниковий механізм; 3- Стійки; 4- Джерело світла; 5- Нагрівач; 6- Годинникова стрілка; 7- Хвилинна стрілка; 8- Секундна стрілка; 9- Капсули із зразками.

Рисунок 1 – Універсальна діагностична установка

Універсальна діагностична установка надає можливість проводити випробування разків в трьох регульованих часових циклах навантажень різного функціонального призначення в заданих інтервалах часу та з відповідною точністю необхідних навантажень.

Сферами використання універсальної автоматичної діагностичної установки можуть бути: приладобудування, галузеве машинобудування, медицина.

Список використаних джерел

1. [1.https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Фотозбільшувач&oldid=33282869](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Фотозбільшувач&oldid=33282869) Категорія: Фототехніка /
2. Будова мікроскопа і правила роботи з ним - <https://lifelib.info>.

УДК 624.14

ЗБЕРЕЖЕННЯ АРХІТЕКТУРНОЇ ВИРАЗНОСТІ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСТ В СУЧАСНИХ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ

Бакулін Є.А. к.т.н., доц.

Боярчук А.М., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Реконструкція будівель і споруд, що знаходяться в умовах міської забудови має характерний ряд специфічних особливостей. Зазначені

особливості: не дозволяють застосовувати традиційну технологію і організацію виконання робіт; вимагають від забудовників, проектувальників, будівельників та експлуатаційників раціонального і безпечного виконання робіт; здатні впливати на техніко-економічні показники (ТЕП) реконструкції в цілому.

У сучасній містобудівній практиці виділяються 3 основних методичних підходу до реконструкції:

1) збереження загального характеру історично чого склався структури без значних змін.

2) більш або менш радикальна зміна чого склався структури - трансформація структури визначається потребами розвитку в тих межах, в яких це не суперечить сукупності специфічних структурних елементів

3) руйнування основ чого склався структури і створення нової планувальної організації території міста.

Одним із методів реконструкції таких будівель, який показав свою ефективність, є зведення вбудованих систем із збереженням існуючих огорожувальних конструкцій рис.1.

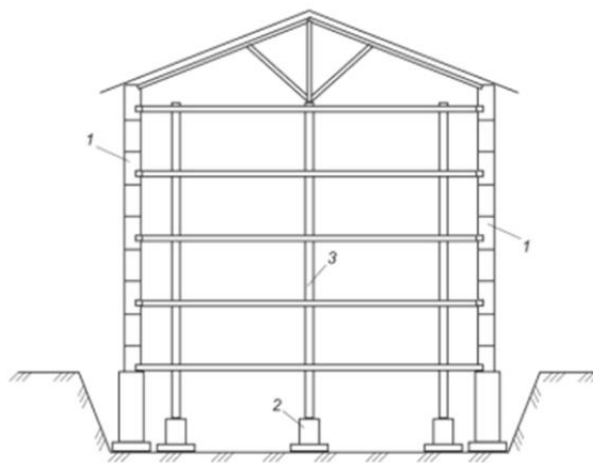


Рисунок 1 – Реконструкція будівлі за допомогою вбудованої системи: 1 – існуючі огорожувальні конструкції; 2 – фундаменти вбудованої системи; 3 – вбудовані конструкції

Наразі, під час російсько-української війни, постраждало багато міст, які потрібно буде відновлювати. Це питання зараз є дуже важливим та трудомістким. За попередніми підрахунками влади, знищено 350 тисяч об'єктів, мільйони квадратних метрів інфраструктури, пошкоджено тисячі кілометрів шляхів.



Рисунок 2 – Приклад реконструкції Варшави після Другої світової війни

Реконструкція міст - це складний процес, який може зіткнутися з багатьма проблемами. Однією з головних проблем реконструкції міст є висока вартість проекту. А так як в наш час, державні кошти йдуть на військове забезпечення України, відбудовування міст зараз питання недоцільне.

Також слід вказати ще одну проблему реставрації – це відсутність підтримки місцевого населення для проекту. Незалежно від того, наскільки добре спроектований проект, він може стати невдалим, якщо місцеве населення, якщо місцеве населення не підтримує його.

Рішення зазначеної проблеми може бути здійснено за рахунок виявлення впливу особливостей виконання будівельних робіт в умовах міста на розробку раціональних організаційно-технологічних рішень, що забезпечують їх ефективне та безпечне виконання.

УДК 624.011.1:699.812

ЕТАПИ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА

Бакулін Є.А., к.т.н., доц.

Борейко С.Р., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Основною метою технічного обстеження будівель є визначення поточного технічного стану конструкцій будівлі або споруди, виявлення ступеня фізичного зносу, дефектів, з'ясування експлуатаційних якостей конструкцій; прогнозування їх поведінки в майбутньому.

Технічне обстеження будівель проводиться, зокрема, в наступних випадках:

- Оцінка фізичного зносу конструкцій і інженерних систем (наприклад, якщо планується поновлення незавершеного будівництва);
- Визначення стану конструкцій унаслідок їх затоки, пожежі і т.д.;
- Обстеження конструкцій на предмет подальшої перепланування будівлі, надбудови поверхів, поглиблення підвальної частини;
- При планованому капітальному ремонті будівлі;
- При модернізації або реконструкції будівлі;
- Для виявлення причин деформацій стін, перекриттів, колон;
- При встановленні причин появи вогкості на стінах і промерзання.

Технічне обстеження будівель та споруд проводиться у кілька етапів.

Перший етап - попереднє обстеження будівель і споруд.

Основним завданням попереднього обстеження є визначення загального стану будівельних конструкцій та виробничого середовища, визначення складу намічуваних робіт та збору вихідних даних, необхідних для складання технічного завдання на детальне інструментальне дослідження для встановлення вартості намічуваних робіт та укладання договору із замовником.

Другий етап - детальне інструментальне обстеження будівель і споруд.

Детальне обстеження включає:

- Візуальне обстеження конструкцій (з фотофіксацією видимих дефектів);
- Обмірні роботи - визначаються конфігурація, розміри, положення в плані і по вертикалі конструкцій та їх елементів;
- Інструментальні обстеження:
- Вимірювання прогинів і деформацій;
- Визначення характеристик матеріалу несучих конструкцій;
- Осідання фундаментів і деформації ґрунтів підстав.

Третій етап - визначення фізико-технічних характеристик матеріалів обстежуваних конструкцій в лабораторних умовах.

Четвертий етап - узагальнення результатів досліджень.



Рисунок 1 – Другий етап обстеження: інструментальне обстеження

Обстеження виконуються спеціалізованою організацією-виконавцем при наданні їй постійної допомоги з боку замовника в проведенні супутніх робіт (виділення представників для супроводу, розтину конструкцій, відбору зразків, тимчасового освітлення, забезпечення доступу до конструкцій, заходів з безпеки праці, забезпечення технічною документацією та інших робіт) .

Результатом обстеження є висновок спеціалізованої організації про технічний стан будівельних конструкцій або технічний звіт з аналогічною назвою.

ВПЛИВ ВИБУХОВИХ ХВИЛЬ НА БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Бакуліна В.М., ст. викл.

Витвицький А.В., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Промислові та цивільні будівлі і споруди, що розташовані поблизу від вибухонебезпечних об'єктів (у випадку аварійних вибухів) можуть опинитися в зоні дії вибухових хвиль.

Вплив вибухових хвиль на будівлі та споруди відноситься до випадку *особливих динамічних навантажень*.

Випадки особливих динамічних впливів створюються вибухами наступних типів:

- вибухи конденсованих ВР: твердих, порошкоподібних, пластичних та рідких речовин. Найбільш відомі вибухи ВР у вигляді тротилу, амоніту, динаміту тощо;

- вибухи судів, що працюють під тиском або опинились внаслідок зовнішнього нагріву під високим внутрішнім тиском. Відома велика кількість вибухів цистерн зі стисненим газом та газом, що знаходиться під високим тиском;

- дефлаграційні вибухи газопароповітряних сумішей (ГППС) як всередині приміщень, так і зовні. Ці вибухи є найбільш розповсюдженими аварійними вибухами, що значно перевищують за частотою реалізації всі інші види вибухів;

- детонаційні вибухи газокисневих сумішей в атмосфері та ГППС в каналах.

В результаті виникнення вказаних типів вибухів виникають *вибухові хвилі*, які характеризуються тим, що викликають в атмосфері появу сильно стисненого шару повітря, що швидко рухається, за яким слідує шар розрідженого повітря.

Вибухові хвилі по характеру тиску в часі розділяються на *ударні хвилі* та *хвилі стиснення*.

Динамічні навантаження на елементи будівлі формуються в результаті взаємодії вибухової хвилі з об'єктом.

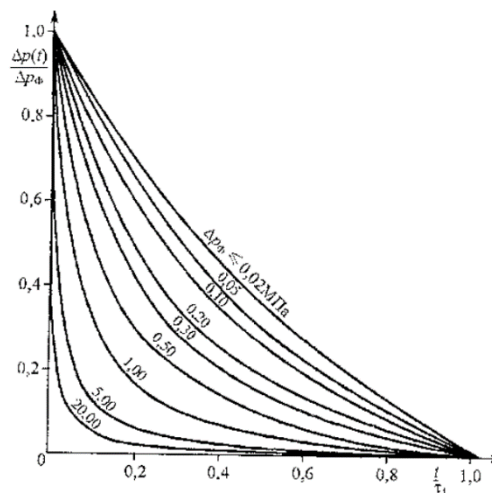


Рисунок 1 – Графік зміни тиску ударних хвиль різної інтенсивності в часі

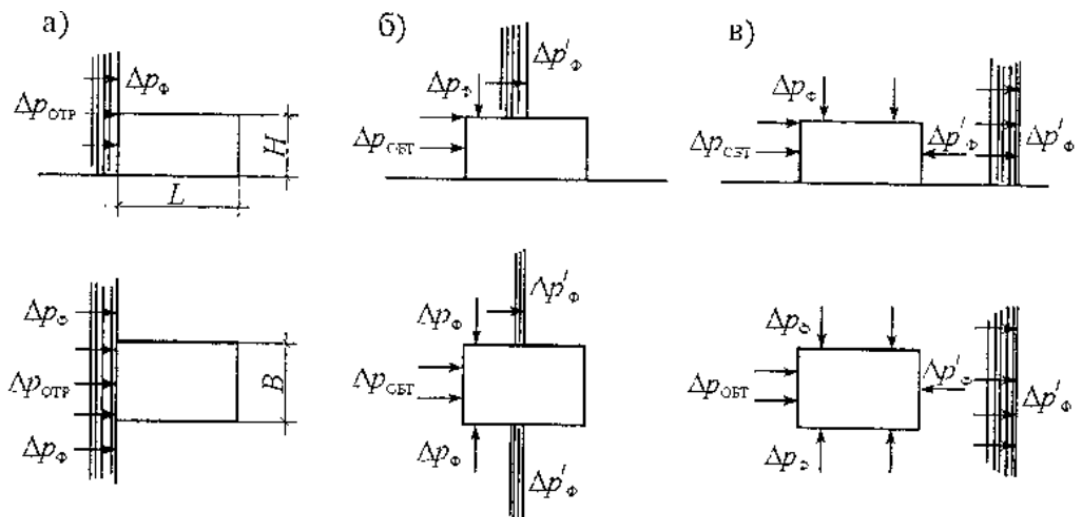


Рисунок 2 – Схема взаємодії ударної хвилі зі спорудою: а – початок віддзеркалення хвилі; б – обтікання споруди хвилею; в – встановлення режиму обтікання

При набіганні хвилі на будівлю відбувається поступове занурення його у хвилю (рис. 1). При цьому окремі частини будівлі, по різному орієнтовані по відношенню до джерела вибуху, відчують вибухові впливи з різними режимами: відображення від фронтальної стіни, обтікання об'єкта, затікання за тильну стіну та в отвори, ковзання по перекриттю, покриттю та бічним стінам.

При зустрічі ударної хвилі з фронтальною стіною будівлі відбувається її віддзеркалення, внаслідок чого на цю стіну діє динамічне навантаження від віддзеркаленої ударної хвилі.

Дослідження впливу вибухів різної природи на несучі конструкції будівель та споруд є одним з випадків, коли натурний (фізичний) експеримент має замінюватись на комп'ютерне моделювання.

Аварії будівель, в тому числі викликані вибухом побутового газу, відбуваються регулярно. Дана проблема стосується тільки газифікованих будинків, які мають суттєвий відсоток в загальній житловій забудові. Такі ситуації, як несанкціоноване під'єднання до системи газозабезпечення, халатність при використанні газового обладнання, не допускає повного контролю та регулювання щодо попередження даних випадків.

При виникненні даного роду ситуацій в середині будівлі відбувається дефлаграційний вибух – швидке горіння газоповітряної суміші, концентрація пального в якій знаходиться між нижнім та верхнім концентраційними межами займання. В такому випадку вибухонебезпечна хмара формується з урахуванням багатьох факторів в середині будівлі. Такими факторами є: наявність перешкод в середині, зв'язок приміщення з іншими приміщеннями та навколишнім середовищем, наявність конструкцій, що легко скидаються в момент вибуху, умови вентиляції приміщення де відбувається вибух, тощо.

В залежності від сили вибуху конструкції будівлі отримують пошкодження різного характеру та ступеня. Відмови окремих елементів конструкцій можуть спровокувати прогресуюче руйнування будівлі цілком або окремої її частини.

Конструкції будівлі при вибуху отримують пошкодження різного роду в залежності від інтенсивності вибухового навантаження. Відмови окремих елементів конструкцій отримані в результаті розрахунку можуть призвести до прогресуючого руйнування будівлі цілком, або окремих її частин.

Аналіз процесів руйнування елементів будівельних конструкцій динамічним навантаженням, з погляду практичної реалізації показує, що процес теоретично, можна уявити як суми двох взаємозалежних завдань: зовнішньої, коли розглядається завдання формування динамічного навантаження, що враховує енергетичні та геометричні характеристики вибухової речовини, і внутрішньої, коли досліджується деформування та руйнування елементів конструкції динамічним навантаженням. Найбільший інтерес представляє дослідження пружної формозміни, що відбувається в елементах конструкції, метою побудови рішення, яке з урахуванням критерію міцності дозволяє прогнозувати, напружено-деформований стан елементів конструкції, що виникає в результаті динамічного впливу, а також динаміку її зміни в часі, що дає можливість простежувати утворення та розвиток ділянок руйнування. У сучасній практиці розрахунків будівель та споруд існують різні методи моделювання особливого навантаження від вибуху. Кожен з них різною

мірою є наближеним описом реальної картини взаємодії ударної хвилі та споруди, має різну точність і достовірність і вимагає різних обчислювальних ресурсів.

УДК 624.15(075.8)

ФОРМА ТВЕРДИХ ІНСКЦІЙНИХ ТІЛ ГРУНТОВОГО МАСИВУ

Бакуліна В.М., ст. викл.

Пилипенко М.М., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Значення фундаменту визначається не тільки і не стільки питомою вагою загальної вартості (від 4 до 15%) та трудомісткості (від 10 до 30%) зведення будівель та споруд, наскільки тією обставиною, що він перебуває в послідовному ланцюзі «основа – фундамент – будівля», що визначає надійність будови. Специфіка фундаменту полягає в тому, що він знаходиться на межі природного (природний ґрунт) та штучного (власне будівля) середовищ. Якщо властивості матеріалів надземної будови жорстко контролюються та піддаються управлінню та моніторингу, то властивості ґрунтів основи значною мірою визначаються природними умовами.

Погіршення умов стійкості основ та збільшення їх деформативності можливо внаслідок зміни рівня ґрунтових вод, замочування основи атмосферними та виробничими водами, пучення ґрунтів при промерзанні, збільшення навантажень на ґрунти основи тощо. Необхідність розробки та впровадження більш досконалих та економічних систем основ та конструкцій фундаментів неодноразово наголошувалося у рішеннях різних конференцій та нарад. На сьогоднішній день намітилися шляхи зниження вартості та витрати матеріалів при виборі конструктивної схеми фундаментів: уточнення розрахункових схем ґрунтової основи та конструкцій фундаментів традиційних форм; розробка нових полегшених конструкцій фундаменту та методів їх розрахунку для складних схем силового впливу; використання ефективних методів інженерної підготовки території. Винятково перспективним є армування ґрунтів. Армування ґрунтів основ виконують для усунення просадності льосових ґрунтів, підвищення міцності та стійкості основ, підвищення стійкості підпірних стін, укосів земляних споруд та зсувних схилів. Поліпшення будівельних властивостей ґрунтів основи проводиться

нагнітанням під тиском укріплюючого розчину в ґрунт природного залягання з використанням одного з ін'єкційних способів, які діляться: за виглядом в'язучого розчину: силікатизація (однорозчинна, дворозчинна, газова); цементация (цементними розчинами, у тому числі з добавками); за типом ін'єктора, що застосовується: забивний ін'єктор, ін'єктор з різцем, шнек-ін'єктор, однотампонний або багатотампонний ін'єктор, що встановлюється у попередньо пробурені свердловини; за технологією нагнітання: просоченням (шляхом плавного підйому тиску), тобто в режимі заданого тиску та витрати, що виключає розрив пласта; через спрямований гідророзрив; шляхом заповнення порожнин і порожнин з наступним опресуванням. Силікатизація – метод, при якому під підшву фундаментів занурюють ін'єктори із сталевих перфорованих труб діаметром 19–38 мм, через які проводиться нагнітання розчину рідкого скла під тиском 0,3–0,6 МПа та затверджувачів у вигляді слабких розчинів кислот або лугів. Цементация це нагнітання цементного розчину під великим тиском (до 10 МПа). Смолізація полягає у нагнітання в пори ґрунту через систему ін'єкторів розчинів синтетичних смол, здатних тверднути в ґрунті: карбамідна смола з затверджувачами (наприклад, соляна кислота); фенольні, фуранові синтетичні смоли і зокрема одержувані з відходів виробництва (рис. 1-4).

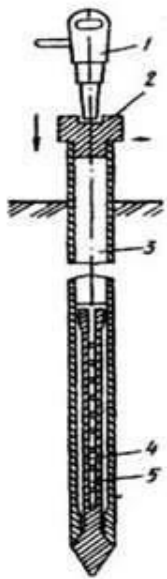


Рисунок 1 – Занурення ін'єктора:
1 – відбійний молоток; 2 – оголовок;
3 – труба - подовжувач;
4 - перфорована частина з вістрям;
5 – труба-кожух

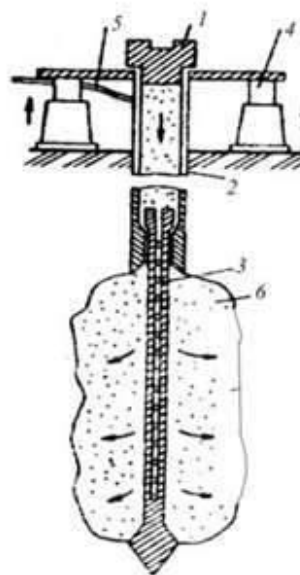


Рисунок 2 – Нагнітання розчину:
1 – оголовок; 2 – труба-подовжувач;
3 – перфорована частина з вістрям;
4 – домкрати; 5 – розчинопровід; 6 –
зона цементациї

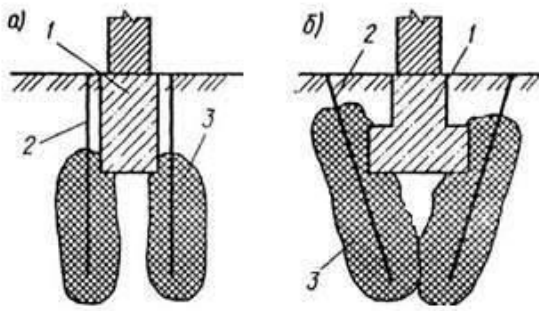


Рисунок 3 – Схеми посилення фундаментів за допомогою ін'єкторів: а – вертикальна; б – похила; 1 – фундамент, що посилюється; 2 – ін'єктори; 3 – смола

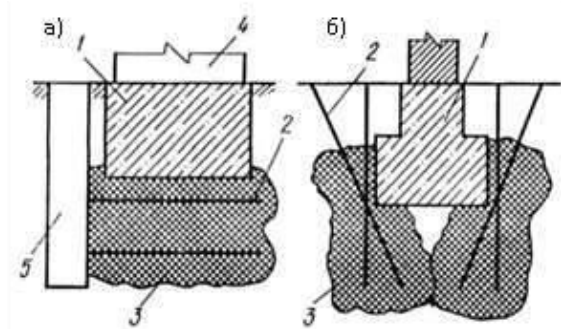


Рисунок 4 – Схеми посилення фундаментів за допомогою ін'єкторів: а – горизонтальна; б - комбінована: 1 - посилюється фундамент; 2 – ін'єктори; 3 – смола; 4 – стіна; 5 – технологічна криниця

За допомогою ін'єкторів, які розміщуються в масиві ґрунту, нагнітають спеціальний розчин під тиском 3 - 6 атмосфер. Вода, яка знаходиться в порах ґрунту, витісняється і заміщується золем, який після закінчення певного часу перетворюється на гель. Гель закупорює пори ґрунту, внаслідок чого ґрунт стає водонепроникним і набуває механічної міцності.

УДК 699.842

ДИНАМІЧНИЙ ВПЛИВ НА 10 ПОВЕРХОВУ БУДІВЛЮ В ПРОЦЕСІ ДЕМОНТАЖУ ПРОМИСЛОВОГО КОРПУСУ

Мар'єнков М.Г., д.т.н., с.н.с.¹

Бакулін Є.А., к.т.н., доц.¹

Бабік К.М., к.т.н.²

1 Національний університет біоресурсів і природокористування України

**2 Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»**

Метою робіт є виконання вібродинамічних випробувань ґрунту та конструкцій 10 поверхової адміністративної будівлі, прилеглої до ділянки проведення демонтажних робіт промислового корпусу (рис. 1) на вул. Сім'ї Хохлових у м. Києві з метою контролю вібродинамічних впливів.

Поставлена мета досягається виконанням наступних робіт:

- аналіз вихідних даних, характеристик віброактивного обладнання;
- виконання вібродинамічних досліджень коливань поверхні ґрунту та конструкцій при роботі віброактивного обладнання та проїзді вантажного транспорту в безпосередній близькості до будівлі; обробка та аналіз записів вібрацій;
- складання висновку за результатами виконаних досліджень з рекомендаціями щодо врахування фактичних рівнів вібрацій поверхні ґрунту та конструкцій прилеглої будівлі, зокрема щодо:
 - відповідності фактичних рівнів вібрацій при роботі віброактивного обладнання та проїзді вантажного транспорту критеріям допустимих рівнів вібрації ґрунту, конструкцій та санітарних норм в офісних приміщеннях;
 - забезпечення умов безпечного виконання робіт із можливим обмеженням фактичних рівнів вібрації при роботі віброактивного обладнання та проїзді вантажного транспорту.

Несучі конструкції промислового корпусу - залізобетонний каркас із збірних елементів колон із чарунками 24×12 м та сегментних ферм прогоном 24 м. Покриття виконано з залізобетонних попередньо напружених плит прогоном 12 м, обладнане ліхтарями з металевих конструкцій; огорожувальні конструкції – навісні стінові панелі довжиною 12 м з легкого бетону.



Рисунок 1 – Загальний вигляд конструкцій промислового корпусу, що підлягають демонтажу (вид з 10-го поверху офісної будівлі, що обстежується)

Демонтаж конструкцій промкорпусу проведено з використанням екскаваторів, обладнаних гідромолотами та гідро ножицями (рис. 2). Демонтаж конструкцій здійснюється до відмітки 0,000. Екскаватор працює гідро ножицями, для руйнування фундаментів використовується гідромолот. Під час руйнування конструкцій екскаватор затискає гідро ножицями елемент (стіна, колона) і розрізає його. Після чого виконується обвалення елементів конструкції, під час якого реєструвалися віброприскорення ґрунту та конструкцій прилеглої 10 поверхової офісної будівлі (рис. 3). Конструктивна схема 10 поверхової офісної будівлі – залізобетонний каркас із збірних елементів колон і ригелів, по яким укладені плити перекриття.

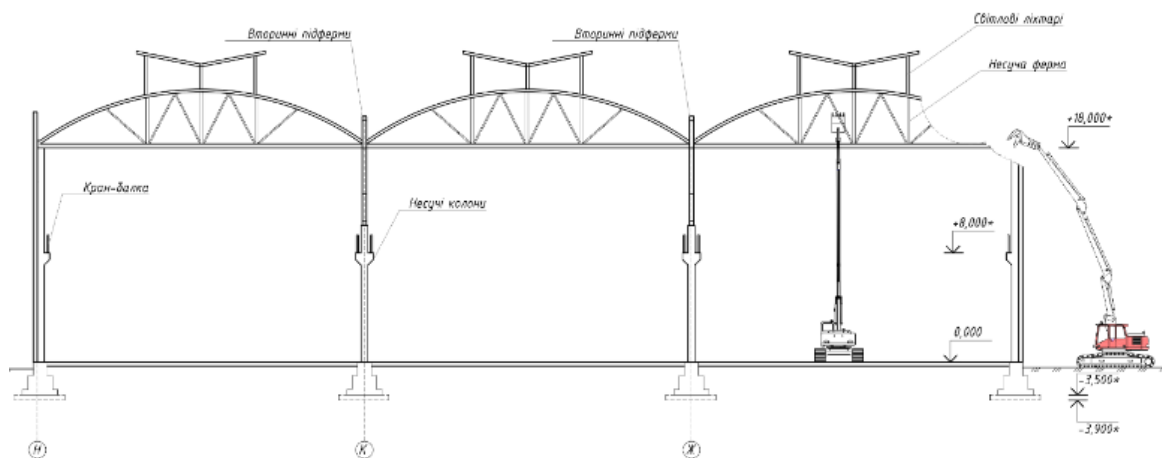
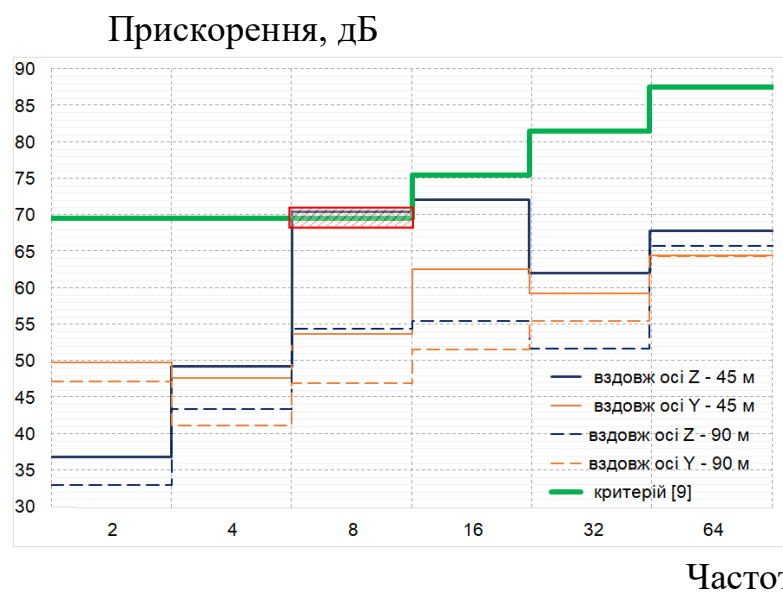


Рисунок 2 – Схема демонтажу конструкцій промислового корпусу вище позн. 0,000 за допомогою екскаватора з ножицями або з гідромолотом



- перевищення нормативних значень

Рисунок 3 – Порівняння рівнів прискорень (дБ) підлоги в приміщенні 10-го поверху офісної будівлі із допустимими рівнями вібрації на робочих місцях

відповідно до державних санітарних правил України (ДСП 173-96) при роботі гідромолота на відстанях 45 м та 90 м

Висновки та рекомендації

1. Параметри вимушених коливань ґрунту та конструкцій 10-ти поверхової офісної будівлі визначались при:
 - імпульсному впливі, що виникає при обваленні будівельних конструкцій промкорпусу внаслідок робіт з демонтажу;
 - періодичному впливі, що виникає при роботі віброактивного обладнання на будівельному майданчику— дробарок, гідромолотів;
 - русі вантажного транспорту на будівельному майданчику.

2. Зареєстровані максимальні значення віброприскорень ґрунту при обваленні ділянки конструкцій промкорпусу на відстані біля 30 м складають:

- горизонтальних - $a_y=0,21 \text{ м/с}^2$;
- вертикальних - $a_z=0,37 \text{ м/с}^2$.

Таким чином, зареєстровані максимальні значення амплітуд горизонтальних та вертикальних прискорень ґрунту при обваленні ділянок конструкцій на відстані біля 30 м можуть перевищувати граничні значення ($0,15 \text{ м/с}^2$) в діапазоні частот від 1 до 30 Гц.

3. Зареєстровані максимальні значення віброприскорень конструкцій каркасу 10-ти поверхової офісної будівлі при демонтажі стяжки з використанням гідромолотів на відстані 45 м складають:

- горизонтальних (вздовж осі Y) - $a_y=0,015 \text{ м/с}^2$;
- вертикальних - $a_z=0,042 \text{ м/с}^2$.

Таким чином, зареєстровані максимальні значення амплітуд горизонтальних та вертикальних прискорень конструкцій каркасу 10-ти поверхової будівлі при роботі гідромолотів на відстані 45 м не перевищували граничних значень $0,12 \text{ м/с}^2$.

4. Зареєстровані рівні коливань підлоги 10 поверхової офісної будівлі у вертикальному напрямку при роботі гідро молота на відстані 45 м незначним чином (до 1 дБ) перевищують допустимі значення відповідно до санітарних норм в октаві «8 Гц» та наближаються до них в октаві «16 Гц».
5. Отримані фактичні параметри коливань ґрунту та конструкції 10-ти поверхової офісної будівлі при роботі гідро молота на відстані 45 м дозволяють використовувати технологію демонтажних робіт конструкцій промкорпусу, яка була реалізована 08.02.2022 р. при вібромоніторингу у реальному часі. За необхідності демонтажу конструкцій промкорпусу на

відстані 30 м від прилеглої будівлі технологію демонтажних робіт слід переглянути для забезпечення вимог обмеження динамічного впливу на основу та конструкції офісної будівлі.

УДК 624.073.6:699.812

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ БАГАТОПУСТОТНИХ ПЛИТ ЗА ОЗНАКОЮ ВТРАТИ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ НОРМАЛЬНИХ І ПОХИЛИХ ПЕРЕРІЗІВ

Фесенко О.А., к.т.н., ст. викл.¹

Байтала Х.З., інженер²

Донець Т.П., інженер²

1 Національний університет біоресурсів і природокористування України

**2 Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»**

Вогнестійкість залізобетонних конструкцій оцінюють за розрахунку відповідно до положень ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2 [1]. Однак цей стандарт не містить особливих вимог щодо вогнестійкості такого поширеного типу залізобетонних конструкцій, як багатопустотні плити. Метод розрахунку залізобетонних багатопустотних плит наведено у ДСТУ EN 1168:2019 [2].

Згідно з ДСТУ EN 1168:2019 [2] вогнестійкість плит за ознакою втрати несучої здатності (R) оцінюють за нормальними та похилими перерізами.

Вогнестійкість плит за ознакою втрати несучої здатності нормальних перерізів може бути оцінено спрощеними методами за ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2 [1, 2], із урахуванням таких припущень:

- температура бетону плити під пустотами може бути визначена як для суцільної плити товщиною $a_{50\%}$ (рис. 1);

- температура плити вище рівня $a_{50\%}$ може бути визначена за лінійною інтерполяцією з урахуванням максимальної температури необігріваної поверхні плити $160^{\circ}\text{C}=140^{\circ}\text{C}+20^{\circ}\text{C}$.

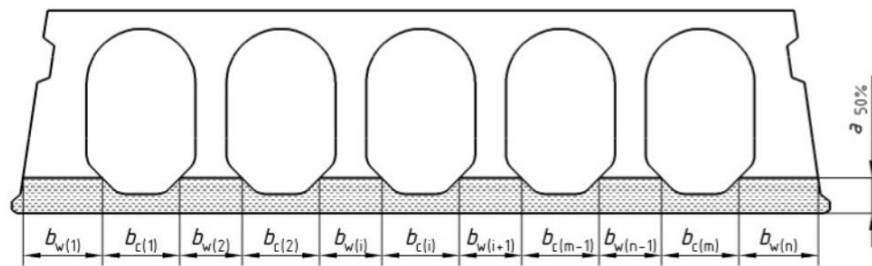


Рисунок 1 – Площа перерізу, температура якої визначена як для суцільної плити

Товщину $a_{50\%}$, на рівні якої ширина ребер плити дорівнює ширині пустот, визначають за формулою (1):

$$a_{50\%} = \text{рівень, на якому} \sum_{i=1}^n b_{w(i)} = \sum_{i=1}^m b_{c(i)}, \quad (1)$$

n – кількість ребер;

m – кількість пустот;

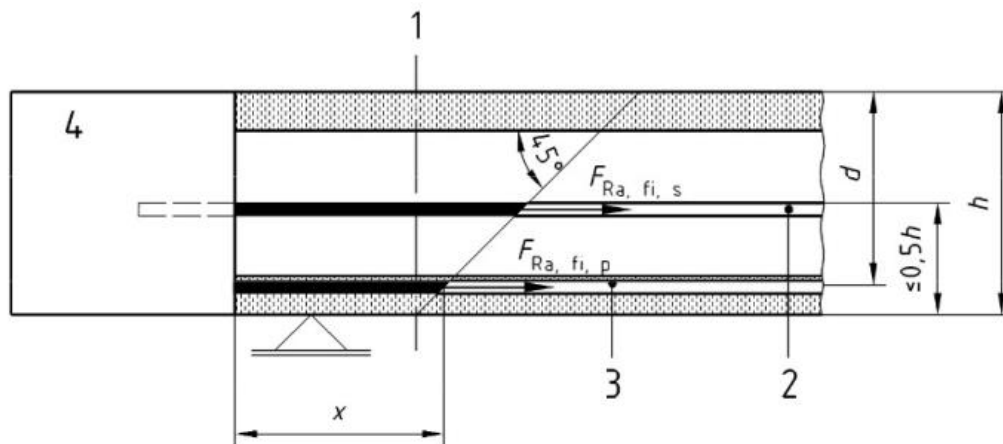
$b_{w(i)}$ – ширина i -го ребра на розглянутому рівні;

$b_{c(i)}$ – ширина i -ї пустоти на розглянутому рівні.

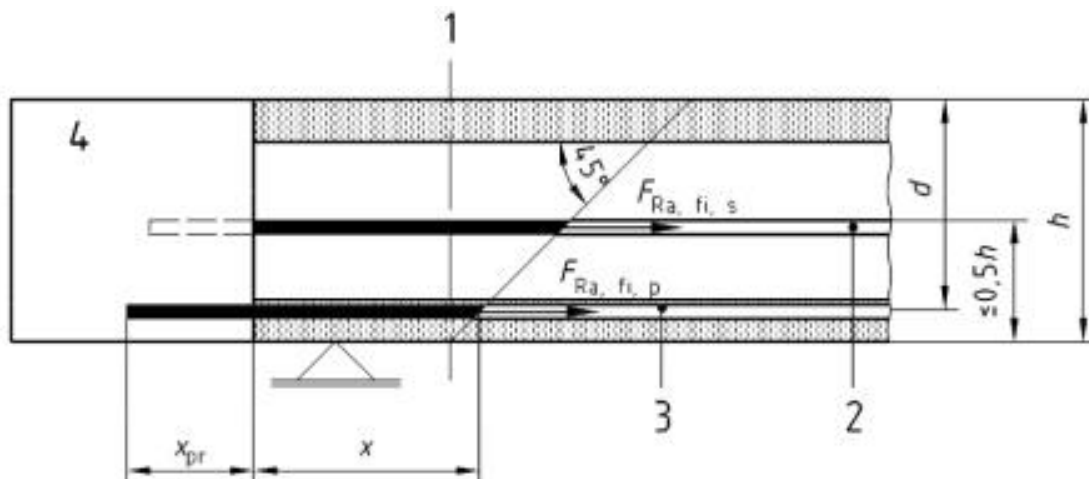
Вогнестійкість плит за ознакою втрати несучої здатності похилих перерізів може бути оцінено спрощеними методами за ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2, із урахуванням таких припущень:

- температура перерізу плити визначена з урахуванням рисунку 1;
- емпірична розрахункова модель для зрізу та анкерування за умов вогневого впливу пожежі, для класу вогнестійкості менше R60 перевірка на зріз і анкерування не потрібна.

Моделі для розрахунку на зріз і анкерування плит наведені на рис. 2 і 3.



а)



б)

- 1 – розглянутий переріз
- 2 – з'єднувальне армування
- 3 – попередньо напружений канат
- 4 – бетонування на місці

Рисунок 2 – Розрахункові моделі на зріз і анкерування (а) із канатами, що виступають із плити (б)

Несучу здатність похилого перерізу плити на зріз у разі вогневого впливу пожежі визначають за емпіричною формулою:

$$V_{Rd,c,fi} = [C_{\theta,1} + \alpha_k C_{\theta,2}] \times b_w \times d, \quad (2)$$

де $C_{\theta,1}, C_{\theta,2}$, α_k – коефіцієнти, що враховують напруження в бетоні та анкерування поздовжньої арматури за умов вогневого впливу пожежі;

b_w – загальна товщина стінок плити;

d – робоча висота перерізу за нормальних температур.

Несуча здатність похилих перерізів плит може бути оцінена за табличними даними, як відношення залишкової несучої здатності похилих перерізів $V_{Rd,c,fi}$ до $V_{Rd,c,cold}$ (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Табличні дані для несучої здатності $V_{Rd,c,fi}$

$V_{Rd,c,fi}/V_{Rd,c,cold}$, %	Товщина плити, мм				
Клас вогнестійкості	160	200	240-280	320	360-400
REI 60	70 %	65 %	60 %	60 %	55 %
REI 90	65 %	60 %	60 %	55 %	50 %
REI 120	60 %	60 %	55 %	50 %	50 %
REI 180	45 %	50 %	50 %	45 %	45 %

У таблиці 1 наведено значення, які прийняті з припущеннями, що попередньо напружені пустотні плити з обрізаними на кінцях пасмами, опираючись на 70 мм і площею перерізу $1,88 \text{ см}^2/\text{м}$ поздовжньої арматури, що розташована приблизно по середині висоти плити.

Список використаних джерел

1. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT) [Чинний з 2013-07-01]. Київ, Мінрегіон України, 2012. 87 с.
2. Розрахунок залізобетонних конструкцій на вогнестійкість відповідно до Єврокоду 2. Практичний посібник / В.Г. Поклонський, О.А. Фесенко, В.Г. Тарасюк та ін. – К.: Інтертехнологія, 2016. – 83 с.
3. ДСТУ EN 1168:2019 (EN 1168:2005+A3:2011). Вироби залізобетонні збірні. Плити багатопустотні (Precast concrete products – Hollow core slabs) [Чинний з 2020-01-01]. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2019. 82 с.

УДК 728.2

ПРИНЦИПИ ПЛАНУВАННЯ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ МІСТ

Бакулін Є.А. к.т.н., доц.

Білецький А.Л., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На теперішній час великий науковий і практичний інтерес викликає використання міських територій для забудови і благоустрою саме у межах міст, в яких сконцентровано більшість населення України. Висока урбанізація міських територій є причиною загострення містобудівної ситуації, що негативно впливає на розвиток міст, їх транспортної інфраструктури, благоустрою територій та утримання міської забудови, а також на комфортні умови проживання мешканців та їх мобільності.

Проблеми сучасного міста викликані нераціональним використанням міських територій, благоустрою його територій, плануванням забудови, неефективним застосуванням висотності будівель, громадського простору, а це в свою чергу призводить до загострення екологічної ситуації, що негативно впливає на здоров'я населення шляхом забруднення повітряного і водного

басейну, шумового забруднення, впливу електромагнітних хвиль та зумовлює негативні наслідки для фізичного і психоемоційного стану мешканців населених пунктів.

Забудова міст – комплексна багатогранна діяльність суспільства, що спрямована на створення матеріально-просторового середовища життєдіяльності людини в поселеннях та районах розселення, охоплює дослідження, проектування та управління процесами реалізації заходів, що визначають формування і розвиток функціональної та архітектурно-планувальної структури населених місць і районів згідно з демографічними, соціальними, економічними вимогами та природно-екологічними умовами; розвиток інженерної та транспортної інфраструктури; збереження та збагачення навколишнього середовища. Засобами вирішення містобудівних завдань є раціональна планувальна організація території та узгоджене взаєморозташування житлових районів, виробничих комплексів, рекреаційних зон, громадських центрів тощо.

При квартальному плануванні будинок формує вулицю фасадом і сам по собі розмежовує простір на загальний і приватний

Вздовж вулиць формується забудова, адже тоді підвищується компактність району – практично всі потрібні об'єкти або в пішій, або у велосипедній доступності. Підвищується транспортна доступність будинків завдяки громадському транспорту (який знову ж в пішій доступності) та автотранспорту перевищення перепробігу і відстані між об'єктами мінімальні:

- невеликі будинки легше утримувати, реконструювати, і вони мають набагато кращий санітарний стан - засмічувати під'їзд хочеться менше, коли всі сусіди знайомі;

- на відміну від вільного типу забудови, де для великого числа жителів проектують велику дворову територію, а в кварталах невеликі дворові території для нечисленних жителів;

- на перших поверхах офіси, магазин зі сторони вулиці;

- чим ширша проїзна частина вулиці, тим більш інтенсивний рух транспорту, більше шуму, пилу, значні швидкості транспортних засобів, більше небезпеки, її складніше перетнути - все разом формує незручне міське середовище для жителів, пішоходів, велосипедистів та громадського транспорту.

Саме тому неширокі вулиці, на яких можна відпочити, відкрити вікно в квартирі, не відволікаючись на шум і бруд від автотранспорту, або які можна легко перетнути в зручних місцях – мають кращий попит у жителів міста.



Рисунок 1 – Приклад генплану в м. Києві

Для комфортного міського середовища, а також враховуючи те, що вулиці – це громадський простір, необхідно, щоб забудова розташовувалась не в глибині вулиці, а контактувала з нею, була невід'ємною її частиною і

повноцінним громадським простором. Отже, квартальна забудова найбільш підходить для міста.

Це дозволяє чітко розмежовувати суспільний і приватний простір. Вулиця – громадська зона із жителями, магазинами тощо, а те, що в середині кварталу – територія для мешканців. У кварталі не буде магазинів у дворі, підвищується безпека житлових будинків.

Таке розмежування дозволяє зменшити безвідповідальність мешканців – паркінги і рух машин здійснюється зі сторони вулиці – дворова територія залишається для жителів.

Список використаних джерел

1. ДБН 360-92**. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: Мінбудархітектури України, 2002. – 92 с.
2. ДБН В.2.3-5-2001. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. – Київ, Держбуд України, 2001. - 50 с.
3. <http://www.academia.edu/10438027>сучасні проблеми забудови та благоустрій міст.

УДК 624.11

СВІТЛОПРОЗОРИ РІШЕННЯ В МОДУЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Бакулін Є.А., к.т.н., доц.

Байдак У.М., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Модульні системи це сукупність взаємопов'язаних елементів, що утворюють фасадне або дахове скління. З'єднання панелей між собою з елементами кріплення відбувається за рахунок співпадіння форм їх відповідних частин. Одержаний таким чином вузол відрізняється підвищеною міцністю і герметичністю.

Монтаж при цьому здійснюється максимально швидко з мінімумом технологічних операцій, а стики не вимагають додаткової герметизації. Панелі однієї системи можуть відрізнятися перетином (товщиною, шириною панелей або структурою).

Основні переваги та характеристики:

- Висока ударостійкість - дозволяє використовувати панелі вибухотехнічних зонах.
- Легка вага - в рази легше ніж гартоване скло та склопакети.
- Стійкість до ультрафіолетового випромінювання - повністю блокує ультрафіолетове випромінювання.
- Широкий діапазон експлуатаційних температур - від -50 до +120 °С.
- Стійкість до широкого спектру хімічних речовин.
- Пожежостійкість - не підтримує горіння, не виділяє токсичних газів.
- Простота монтажу – монтаж панелей не потребує особливих навичок. Легко монтується 2-3 особами.
- Гарантійний термін від 15 років.
- Термін експлуатації від 25 років.

Сфери застосування

▪ *Промислове будівництво:*

Світлоаераційні та zenітні ліхтарі денного світла
Світлові лінії для сендвіч-панелей Фасади промислових будівель
Віконні прорізи складських приміщень
Світлопрозорі огорожувальні конструкції

▪ *Цивільне будівництво:*

Фасади та атріуми торгових центрів
Скіння надземних та підземних переходів
Накриття об'єктів транспортної інфраструктури
Внутрішній інтер'єр житлових будинків та офісних приміщень



Рисунок 1 – Приклад застосування в цивільному будівництві

Модульні системи є дуже популярними у сучасній архітектурі та будівництві, оскільки вони дозволяють збирати складні конструкції з простих модульних елементів. Світлопрозорі матеріали, такі як скло та полікарбонат, дозволяють створювати ефектні покрівлі, фасади та декоративні елементи, які пропускають природне світло, забезпечують хорошу теплоізоляцію та мають високу міцність.

Для внутрішніх декоративних елементів можуть використовуватися різноманітні світлопрозорі матеріали, такі як скло, полікарбонат, акрилове скло, а також спеціальні пластикові панелі. Ці матеріали дозволяють створювати ефектні декоративні елементи, які пропускають світло та забезпечують ефектне освітлення приміщення.

Для офісних перегородок допомагають зберігати відчуття відкритості та простору в приміщенні, а також збільшують кількість природного світла, яке проникає в офіс. Ось декілька популярних варіантів світлопрозорих рішень для офісних перегородок:

1. Скляні перегородки - це класичний варіант, який дозволяє максимально використовувати природне світло та забезпечує відчуття простору в офісі. Скляні перегородки можуть бути прозорими або матовими, залежно від рівня конфіденційності, який потрібен у вашому офісі.
2. Акрилові перегородки - це менш дорогий варіант за порівнянням зі скляними, але вони все ще надають багато світла та забезпечують відчуття простору. Акрилові перегородки можуть бути прозорими або забарвленими.
3. Перегородки з полікарбонату - це ще один варіант світлопрозорих рішень для офісних перегородок, які дозволяють максимально використовувати природне світло.
4. Глянцеві перегородки - це нескладний та елегантний варіант світлопрозорих рішень для офісних перегородок.

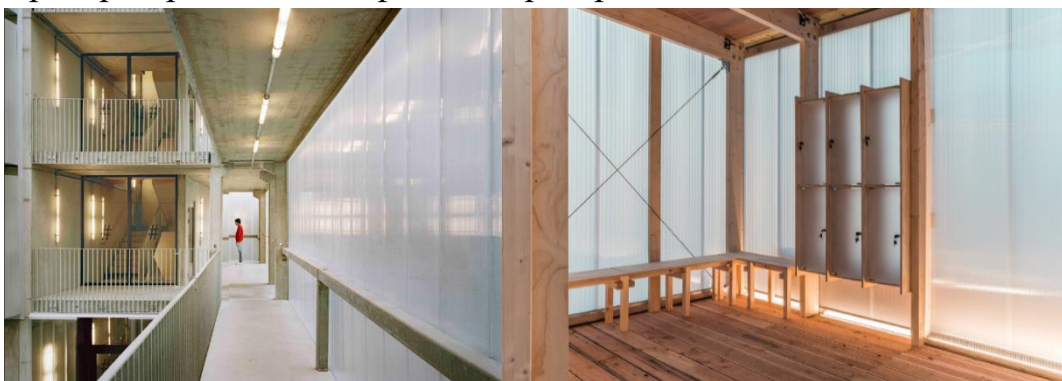


Рисунок 2 – Варіанти світлопрозорих рішень для офісних перегородок

Світлопрозорі фасади - це конструкції, що дозволяють проходити світло через поверхню фасаду. Одним з головних переваг світлопрозорих

фасадів є те, що вони дозволяють максимально використовувати природне світло в приміщенні, що дозволяє значно зменшити використання штучного освітлення та знизити витрати на електроенергію.

Звичайно, світлопрозорі фасади мають свої недоліки, погіршення теплоізоляції та можливість перегріву приміщень у літній період.

У будівництві світлопрозорі фасади використовуються не тільки в житлових будівлях, але і в комерційних та офісних приміщеннях.



Рисунок 3 – Варіанти світлопрозорих рішень для фасадів

Ці конструкції дозволяють створювати оригінальний та сучасний дизайн будівель, покращувати якість робочого та середовища для проживання, а також знижувати витрати на освітлення та енергоспоживання.

Висновки. Модульні світлопрозорі системи є популярним варіантом для створення зручних та енергоефективних приміщень, які мають велику кількість природного світла.

Одним з основних переваг модульних систем є їх гнучкість та можливість швидкого монтажу. Це дозволяє значно скоротити час будівництва та витрати на робочу силу.

Також важливою перевагою є можливість збільшення енергоефективності будівель за рахунок використання світлопрозорих матеріалів, які дозволяють отримувати більше природного світла та тепла.

Проте, варто звернути увагу на деякі потенційні недоліки модульних світлопрозорих систем. Наприклад, такі системи можуть бути менш стійкими до екстремальних погодних умов, таких як шквали вітру, сильний дощ або град.

Також важливо зазначити, що якість та ефективність модульних світлопрозорих систем залежить від якості матеріалів та проектування системи. Тому вибір якісних компонентів та досвідченого дизайнера можуть бути вирішальними факторами для успішного використання модульних світлопрозорих систем.

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ В СКЛАДІ КАРКАСА БУДІВЛІ

Бакулін Є.А., к.т.н., доц.

Чорний В.В., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В даний час в Україні за технологією монолітного бетонування зводиться за різними оцінками до 85% всіх нових будинків. І практично в кожному будинку, зведеному за такою технологією, зустрічаються елементи монолітного безбалкового перекриття.

Існує два види продавлювання в місці сполучення з колоною.

Ми виділили два види продавлювання:

- локальне продавлювання під дією поздовжніх сил в колоні (в області перетину колони внаслідок значної різниці класів бетонів за міцністю в перекритті і колоні).
- нелокальні (руйнування плити перекриття під дією перерізуючи сил, що виникають у приопорній зоні).



Рисунок 1 – Підсилення колон за допомогою капітелей

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- виконати огляд конструктивних рішень безригельних каркасів;

- розробити нові типи капітельних стикових з'єднань колон з перекриттями;
- дослідити напружено-деформований стан стиків з урахуванням їх конструктивних особливостей та нелінійного закону деформування бетону та арматури;
- чисельно дослідити вплив пропонованих стикових з'єднань на роботу перекриття та будівлі в цілому;
- розробити рекомендації щодо розрахунку перекриттів з капітелями;
- дати оцінку техніко-економічної ефективності запропонованих стикових з'єднань.

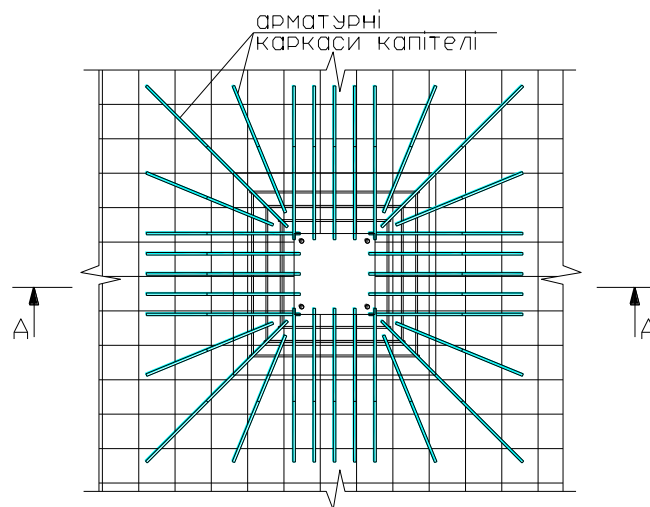


Рисунок 2 – Варіант А - капітель у формі зрізаної піраміди

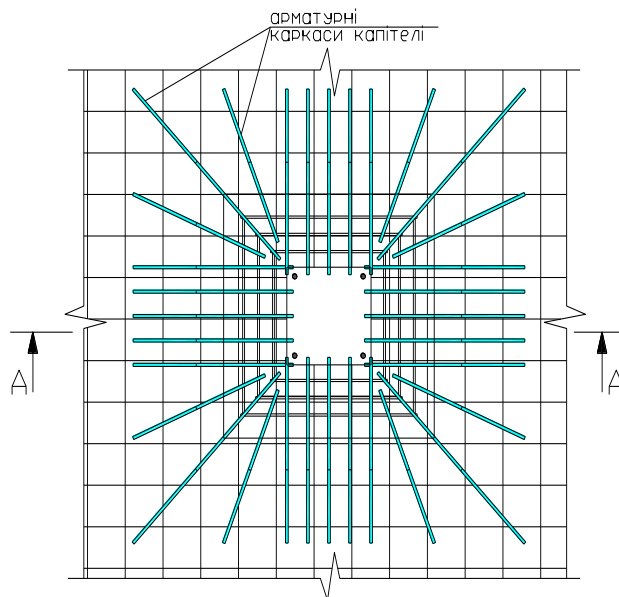


Рисунок 3 – Варіант Б - капітель у формі паралелепіпеда

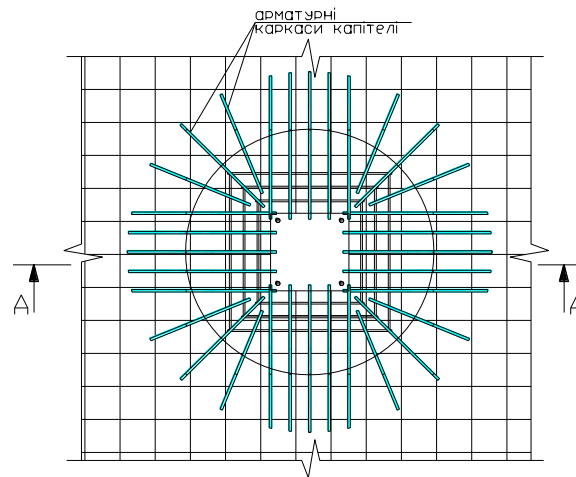


Рисунок 4 – Варіант В - капітель у формі циліндра

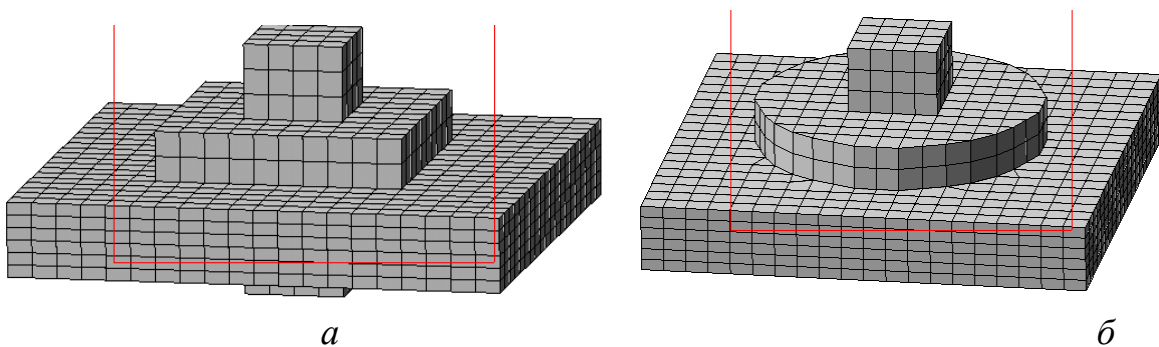


Рисунок 5 – Схеми моделей стиків: а – з капітеллю у формі паралелепіпеда;
б - з капітеллю у вигляді циліндра

Висновки:

1. Розроблено нові типи капітельних стикових з'єднань колон з перекриттям, що мають достатню несучу здатність, жорсткість, тріщиностійкість і економічність.
2. Чисельними дослідженнями напружено-деформованого стану пропонованих стикових з'єднань визначено вплив капітелі на роботу перекриття та будівлі загалом. В результаті досліджень встановлено, що наявність капітелей призводить до:
 - підвищення тріщиностійкості та зменшення прогинів перекриття на $14 \div 22 \%$;
 - зниження головних напружень в опорних зонах перекриттів в 1,5 рази;
 - підвищення несучої здатності стиків на продавлювання на $9 \div 42\%$.
 Виявлено, що на продавлювання найбільше впливає армування капітелі похилою арматурою;
 - зменшення згинальних моментів на опорах на $28 \div 34 \%$ і в прольотах – на $7 \div 11 \%$, а також зменшення кількості верхньої поздовжньої арматури на $29 \div 36 \%$ та нижньої поздовжньої арматури – на $6 \div 9 \%$;

- зниження горизонтальних деформацій будівлі до 19%.
- 3. Проведені експериментальні дослідження стиків, виготовлених у натуральну величину, показали, що застосування капітелей призводить до:
 - підвищення жорсткості та тріщиностійкості стикових з'єднань перекриттів з колонами. Причому найбільшу жорсткість має стик з капітеллю у формі циліндра. Прогини плит з капітелями до 46% менше прогинів плити безкапітельного стику;
 - зниження напруги в поздовжній арматурі плит на $10 \div 20$ %.Деформації у бетоні знижуються у 2 рази;
- підвищення несучої здатності стикових з'єднань на продавлювання на $20 \div 50$ %, залежно від форми та розміру капітелей, а також їх армування;
- 4. Техніко-економічний аналіз показав, що застосування капітелей призводить до зниження вартості будівельно-монтажних робіт з влаштування перекриттів на 10% у порівнянні з безкапітельними перекриттями. Зниження вартості влаштування перекриттів відбувається внаслідок зменшення витрат арматури на 25%.
- 5. Запропоновано алгоритм розрахунку перекриттів по ПК «Lira», який дозволяє врахувати нелінійний закон деформування бетону та арматури.
- 6. Запропоновано рекомендації щодо визначення несучої здатності перекриттів з капітелями на продавлювання при спільній дії поперечної сили та згинального моменту.
- 7. Розроблені конструкції капітальних стикових з'єднань перекриттів з колонами можна рекомендувати для застосування в будівництві цивільних будівель з монолітним безбалочним каркасом.

УДК 624.14

БУДІВНИЦТВО З КОНСТРУКЦІЇ CLT-ПАНЕЛЕЙ

Бакулін Є.А. к.т.н., доц.

Головко І.Ю., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

CLT - це дерев'яна панель, виготовлена з шарів, склеєних між собою в перпендикулярних напрямках. Ламелі виготовляються з хвойних порід (ялина, сосна, ялиця) – цільні або склеєні по довжині.

Максимальний розмір панелі CLT 18м в довжину і 3,5 м в ширину. Товщина варіюється від 3 до 7 шарів або від 60 до 360 мм (див. таблицю).

Будинки з поперечно-клеєної деревини на 30% легші за сталеві та бетонні конструкції, тому вимоги до основи будівлі нижчі. Також немає усадки. Матеріал сейсмостійкий і екологічно чистий.



Рисунок 1 – Панелі CLT



Рисунок 2 – Сходовий марш

Панелі CLT випускаються двох типів: візуальної та невізуальної якості. Візуально якісні панелі можна використовувати без зовнішньої обробки завдяки естетичній привабливості деревини як оздоблювального матеріалу.

Для зведення будівлі потрібні лише легкі електроприлади, кран і невелика бригада робітників. Всі панелі пронумеровані та поставляються згідно плану монтажу. Збірка відбувається в рекордно короткий час, установка однієї панелі займає близько 20 хвилин. Сухий спосіб будівництва з клеєного бруса дозволяє відразу приступати до внутрішнього оздоблення, тим самим скорочуючи терміни здачі будинку в експлуатацію.

Використовують панелі в якості елементів стін, стелі та даху. Його також можна використовувати в поєднанні з іншими будівельними матеріалами, такими як бетон, цегла, сталь, скло тощо.

Завдяки своїм природним характеристикам стіна CLT має високий коефіцієнт теплоізоляції. Цю особливість оцінили споживачі в країнах з холодним кліматом (Північна Америка, Скандинавія).

Стінові панелі CLT, склеєні на заводі з висушеної деревини, не вимагають штукатурки, завдяки чому скорочується термін оздоблювальних робіт і термін здачі будівлі в експлуатацію.



Рисунок 2 – Будівлі з CLT-панелей

Переваги та недоліки CLT-панелей.

Переваги:

- свобода вибору архітектурного стилю;
- оскільки в одній панелі комбінуються кілька сортів деревини, не важко підібрати для зовнішніх стін будинку стійку до погодних умов модрина, а всередині – декоративно приємні оку вільху, дуб і т.д.;
- мінімальні терміни монтажу;
- пожежобезпечність;
- звукоізоляція;
- тривалий термін експлуатації. Замислюючись про будівництво будинку, кожен хоче бути впевнений не тільки в його надійності на найближчі 10-20 років, а й на термін що перевищує, як мінімум, тривалість життя.
- CLT-технологія дає цю впевненість нарівні з такими довговічними матеріалами, як цегла або камінь

Недоліки:

- висока ціна виготовлення;
- необхідність додаткового зовнішнього утеплення стін. У холодному кліматі для забезпечення достатньої теплоємності будівлі стіни з CLT-панелей повинні бути великої товщини, але збільшення шарів в конструкції призводить до її подорожчання; Набагато ефективніше та дешевше застосовувати теплоізоляційні матеріали.
- проблеми монтажу. Зведення будівлі залежить від бригади виконавців та особливостей будмайданчика, а також якості під'їзних шляхів.

Сьогодні CLT-панелі все більше активно використовують при будівництві будинків не тільки в Європі, але і в Азії, в тому числі в країнах з дуже вологим кліматом. Крім того, зручність і надійність CLT-панелей оцінили американські військові, які будують з них корпуси і казарми. Якість будівельного матеріалу панелей продовжить набирати популярність за рахунок гарних характеристик і швидкого складання будівель.

РЕНОВАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ, ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ

Бакуліна В.М., ст. викл.

Заболотько Д.О., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

З початку війни, яку російська федерація веде на території України українські міста та населення зазнали значні збитки та руйнувань. Скільки часу ще триватиме війна й яку кількість будівель загалом знищать чи пошкодять російські військові в Україні, визначити важко. Разом з тим, перш ніж відбудовувати, потрібно знайти шляхи відбудови нової та сучасної України. Для цього треба вирішити низку питань зі зруйнованими спорудами: організаційних, соціальних, економічних, технічних та ін., до них можна віднести питання: з мінімальними затратами, використанням місцевих матеріалів та трудові резерви, сучасні технології, технічне забезпечення, сучасні вимоги до розвинутої та збалансованої інфраструктури. Тому вже зараз в державних структурах приділяється увага розробці механізмів утилізації та повторного використання будівельних відходів, що утворились внаслідок масових руйнувань будівельних конструкцій. Одним з таких напрямків є застосування економічних законів - *економіки замкненого циклу*

Економіка замкненого циклу або циркулярна економіка [1] – модель економічного розвитку, заснована на відновленні та раціональному споживанні ресурсів, альтернатива традиційній, лінійній, економіці. Характеризується створенням нових альтернативних економічних підходів, завданням яких є мінімізація негативного людського впливу на довкілля. Даний тип економіки розглядається як частина «Четвертої промислової революції», в результаті якої в цілому підвищиться раціональність використання ресурсів, в тому числі природних, економіка стане більш прозорою, передбачуваною, а її розвиток швидким і системним.

Сьогодні до цифри прогнозованих будівельних відходів додається обсяг воєнних руїн. За попередніми підрахунками, тільки в Бучі утворилося близько 2 мільйонів тон будівельного сміття, а на сьогодні в Україні — потенційно 800 мільйонів тон будівельних відходів.

З одного боку, відбудова міст та населених пунктів в Україні набуде сучасних найкращих світових досягнень. З другої сторони – це будуть не «совкові» а сучасні будівлі та споруди за енергозберігаючими технологіями,

комунікації з сучасних матеріалів (відомо, що існуючі комунікації зношені на 85-90%) і ін. інфраструктурні питання. Країни Європи надають нашій країні в цьому допомогу. Одна з таких країн це Франція [2].

Будівництво здійснюється за каркасною технологією, з урахуванням специфіки кліматичних особливостей нашої країни. Найбільшої популярності набули солом'яні будинки. Як приклад, наразі у США та Канаді, збудовано вже понад 100 тисяч солом'яних будинків. Лідером у Європі вважається Франція (понад 1500 будинків). Просторові каркаси та стінові панелі з пресованою житньою соломою. В Україні такі панелі виготовляються на заводі LHB, які можуть доставлятися на будівельні об'єкти з підготовленим фундаментом (для малоповерхових будівель). Процес будівництва складається з фундаменту, виготовлення панелей або, так званого, "домокомплекту", коробки, теплового контуру та інженерії і фасадних робіт.

«SOLOMA HOUSE» будується з LHB-панелей – плит шириною 40 см з щільністю пресування соломи до 140 кг/м^3 , що вкладені в раму з дерева. Розміри окремих панелей визначаються проектом будинку. Зазвичай вони мають розміри 40x50x50 або 40x50x100 см. При виробництві панелей використовується житня солома з вологістю не більше 4%, сухий калібрований сосновий брус, оброблений протипожежним і антисептичним складом (Titan-4), вологостійка фанера (див. рис. 1).

Технологічно виготовлений солом'яний блок має теплопровідність в 7-8 разів нижче ніж цегла, і в 4 рази нижче ніж багато порід дерева. В середньому ж, теплопір стін з солом'яних блоків в 4 рази перевищує діючі стандарти багатьох країн. Дослідження, показали, що споживання енергії на обігрів такого будинку знадобитися до 9 разів менше енергії. В цілому технології терморегулювання такого екодома мають широкий діапазон підтримки теплового балансу: від пасивних сонячних батарей до теплового колектора або теплоаккумуляторів.



Рисунок1 – Сучасний варіант 2-х поверхової будівлі на присадибній ділянці з використанням каркасної конструкції та солом'яних блоків (LHB-панелей)

Сучасні спресовані солом'яні блоки більш стійкі до утворення тріщини (подібно цегли або бетону), тому що солома не є однорідним матеріалом. Проведені дослідження показали, що спресований солом'яний блок до 4-х разів міцніше на розрив від традиційної цегли. А якщо додати ще якість каркаса, фасадних матеріалів та виліт крокви даху (зменшити негативний вплив дощу) то міцність поверхні може зберігати свої властивості тривалий час.

Реновація багатоповерхових житлових будівель за каркасною системою з плоским перекриттям; монолітна та збірно-монолітна системи дозволяють за сучасними технологіями використовувати у будівельних конструкціях вторинну сировину від будівельних конструкцій, які були зруйновані під час війни. Це вимагає певних технологій, яка передбачає сортування цих відходів на місці зруйнованої будівлі на будівельному майданчику (рис. 2).



Рисунок 2 – Загальний вигляд стаціонарної лінії з переробки будівельних матеріалів: 1 – барабан фракційний, 2 – стрічковий конвеєр, 3 – уловлювач домішок, 4 – приймальна камера з подрібнювачем, 5 – приймальна камера відходів, 6 - роздільник

Переробка відходів – це сучасне і майбутнє. Відомо, що під час видобутку природного щебню витрачається у 8 разів більше енергії, ніж при отриманні його зі старого подрібненого бетону. При цьому собівартість бетону, отриманого зі вторинного щебню, на 25% нижче за бетон на основі природного щебню.

Отже, побудова мало – та багатоповерхових будинків за сучасними технологіями дозволяє використання будівельних відходів під час їх руйнації.

Використання сортового вторинного матеріалу дозволяє виготовлення будівельних конструкцій. Для сортування використовувати стаціонарні технологічні лінії. Для будівництва будинків використовувати сучасні блоки з солом.

Список використаних джерел

1. Економіка замкнутого циклу : [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
2. .Відбудова України надає можливість розвинути економіку замкнутого циклу – віцепрезидент Neo-Eco Грюер : [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://interfax.com.ua/news/interview/875051.html>

УДК 72

ІНДИВІДУАЛЬНІ БУДІВЛІ НІМЕЧЧИНИ

Бакулін Є.А. к.т.н., доц.

Власюк Я.О., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Існує думка, що будівництво заміських будинків забирає багато часу, сил і матеріальних ресурсів, німецькі компанії спростовують це, пропонуючи клієнтам сучасне багатофункціональне житло, в якому кожна деталь продумана до дрібниць. При цьому ніяких ризиків, труднощів та прихованих умов – ціна, терміни та перелік майбутніх робіт зафіксовані документально, а будь-яке відхилення від норм юридично карається.

Експерти виділяють наступні типи будинків: Reihenhaus, Zweifamilienhaus, Doppelhaus, Bungalow, Einfamilienhaus, Kettenhaus.

Einfamilienhaus – невеликий будинок на одну сім'ю. Будинок на сім'ю складається з декількох поверхів, має вільне планування і призначений для проживання невеликої родини. Може містити 3-5 спалень, кухню, ванну кімнату, кабінет, вітальню і підсобні приміщення. Опалюється централізовано чи автономно. Як правило, двір навколо будинку обгороджений парканом і має квіткові клумби, доріжки або невеликий ставок.

Узгодження документів для будівництва такого будинку займає мінімум часу та обходиться досить недорого. Якщо згодом буде потрібно переробити частина будівлі або побудувати гараж, будівельне відомство міста легко дасть на це дозвіл. Однак серед переваг будинку на одну сім'ю (надійний, теплий,

комфортний для проживання) є один вагомий мінус – чимала вартість будівництва.



Рисунок 1 – Невеликий будинок на сім'ю



Рисунок 2 – Будинок на дві сім'ї

Zweifamilienhaus – комфортний будинок на дві сім'ї. Проживання під одним дахом двох сімей дозволяє заощадити значну суму грошей на утримання будинку. Однак наявність загального входу і відсутність звукоізоляції створює ряд проблем, оскільки через стіни та дах доносяться сторонні шуми. Досить часто $\frac{1}{2}$ об'єкта нерухомості займають батьки, а другу частину – їх діти. Таким чином вдається жити великою дружною родиною, допомагаючи один одному і вирішуючи різні господарські питання.

Doppelhaus – просторий будинок на двох господарів. Великий особняк або багатоповерховий будинок, який за документами належить двом господарям, іноді може виглядати як два однотипних будинки-близнюки, які щільно стикаються і мають спільний дах і два окремих входи. Якщо зовні

будівля виглядає симетрично, внутрішнє планування квартир може кардинально відрізнятися. За рахунок загальної стіни вдається зберегти більше тепла і знизити витрати на обігрів будівлі.

Такі будинки красиво виглядають – будуються переважно з червоної цегли, однак вимагають постійного обслуговування.



Рисунок 3 – Будинок на двох господарів

Reihenhaus – ряд з будинків-близнюків. Будинки-близнюки, побудовані за однією технологією, як правило, невисокі, не більше двох-трьох поверхів. Частина стін є суміжними, що дозволяє заощадити на обігріві. Слід зазначити, що в Німеччині є цілі вулиці, на яких знаходяться будинки тільки даного типу. Кожна сім'я має окремий вхід і галявину, на якій можна розбити газон, посадити квіти або облаштувати зону відпочинку на свіжому повітрі. Reihenhaus не можна побудувати на ділянці без попереднього узгодження з усіма перевіряючими органами, оскільки існують суворі норми за якістю землі та облаштування фундаменту.

Fertighaus – готовий будинок-конструктор. Якщо вам потрібно швидко і недорого побудувати будинок, це Fertighaus, який збирається за 2-3 дні з блоків та інших частин, виготовлених на заводі. Зовні такий будинок схожий на традиційне житло будується з бетону, сталевих конструкцій, глини, цегли або каменю. Вартість готового будинку варіюється виходячи з архітектури будівлі та конкретних переваг клієнта.

Такий будинок-конструктор збирається на готовому фундаменті за умови наявності всіх дозвільних документів та виконання частини підготовчих робіт (перевірка можливості будівництва, риття котловану, отримання дозволу на будівництво), які передують процесу складання. І хоча такі споруди менш міцні, ніж будинки з несучими стінами, однак вони все одно мають

підвищений попит. Більша частина власників Fertighaus – це молоді сім'ї, які мають обмежені фінансові можливості і хочуть жити окремо від батьків.



Рисунок 4 – Будинки-близнюки



Рисунок 5 – Будинок-конструктор

Skeletthaus – каркасний будинок. Якщо при зведенні дерев'яних, цегельних і залізобетонних об'єктів роль несучих конструкцій виконують стіни та перекриття, то за стійкість каркасного будинку відповідає «скелет», виготовлений з ламінованого бруса. Простір між елементами каркаса використовується як вікно або стіна і часто виглядає як одна безперервна вітрина.



Рисунок 6 – Каркасний будинок

Утеплюють будинки, виконані за каркасною технологією, шляхом заповнення склопакетів інертним газом, а також за рахунок використання мінеральної вати. В результаті будинки виходять міцними, надійними і комфортними для проживання.

Який будинок обрати це вибір замовника та його економічних можливостей.

НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ТВАРИННИЦТВА

Новицький А.В., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Питаннями ефективного функціонування техніки для приготування і роздавання кормів науковці та практики займаються паралельно з вивченням процесів приготування, транспортування, дозування та роздавання кормових сумішей на тваринницьких фермах.

Аналіз літературних джерел показує, що потребують окремого вивчення та дослідження технічна, економічна та екологічна складові ефективної експлуатації машин та обладнання для тваринництва, включаючи засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) [1]. Але поряд із зазначеними складовими виникає питання оцінки та забезпечення надійності ЗПРК.

Важливе значення при розробці та удосконаленні ЗПРК має використання основних методичних підходів програми забезпечення надійності на етапах проектування, виробництва та експлуатації сучасних машин [1]. Попередніми дослідженнями встановлено, що програма враховує всю сукупність вимог до конструкції, технології виготовлення, умов експлуатації, забезпечення працездатності, включаючи ускладнення ЗПРК, враховуючи вплив людського фактору та дію зовнішнього середовища.

Метою досліджень є підвищення ефективності та надійності засобів для приготування і роздавання кормів на основі реалізації напрямів досліджень програми забезпечення надійності.

Проектні дії, що передбачають забезпечення надійності ЗПРК включають проведення досліджень за наступними напрямками: вивчення технологій приготування та роздавання кормів в системі точного тваринництва; обґрунтування технологій годівлі тварин з удосконаленням конструкцій ЗПРК; формування надійності ЗПРК на основі використання розрахункових методів досліджень; забезпечення надійності ЗПРК як складних технічних систем із вивченням впливу людського фактора. Перераховані напрями досліджень передбачають врахування досягнень сучасної наукової думки в галузі забезпечення надійності та ефективності використання ЗПРК, гармонійного поєднання технічного, економічного та екологічного показників.

Розглянемо сучасні наукові підходи до вивчення технологій приготування та роздавання кормів в системі точного тваринництва.

В наукових дослідженнях [2] зазначено, що в багатьох країнах світу особливого значення та використання набуває точне тваринництво. Поява в світі промисловості 4.0 та ІТ технологій забезпечили безперервний прогрес і розвиток точного тваринництва. Зазначений технологічний підхід до тваринницької галузі охоплює матеріально-технічні, економічні та етичні аспекти розвитку суспільства.

Перспективними в наукових статтях [3], є тези, що сучасні наукові підходи до точного тваринництва передбачають високий ступінь співпраці між багатьма галузями досліджень, включаючи зооінженерію, ветеринарію, інженерію, транспортні технології та логістику. Саме завдяки інноваціям в промисловості науковцям і виробникам вдалося використати найбільш інноваційні системи для вдосконалення підходу до управління тваринницькою галуззю [4].

Поряд з цим, сучасні технології з виробництва яловичини [4] передбачають обов'язкове використання електронних систем моніторингу: аналізу впливу споживання харчових добавок з обмеженим вмістом солі; вивчення впливу споживання корму на ефективність росту; дослідження стану жувальної активності тварин.

Пропозиції, що відображені в науковій роботі [5] базується на використанні систем ІТ технологій в тваринництві. В статті підтверджена доцільність та представлені результати впровадження технологій точного виробництва та ІТ технологій в тваринництві. Автори досліджень акцентують увагу на обґрунтований перехід від екстенсивних до передових технологій точного тваринництва, включаючи годівлю різних груп худоби і птиці.

Серед питань, які вивчаються та реалізуються в статті [6] науковцями та практиками розвинених країн світу, є проблема пошуку компромісу між результатами господарської діяльності, зокрема транспортної, та вартістю заходів щодо пом'якшення її негативних наслідків для довкілля та суспільства. Використовуючи результати досліджень, що висвітлені в статті [6] може бути ефективним запровадження екологічних принципів у господарську діяльність тваринницьких підприємств.

Поряд з представленими дослідженнями, авторами статей [3-5] представлено огляд сучасних досліджень впливу умов утримання та догляду за худобою в системі точного тваринництва. Представлені в наукових роботах дослідження дають можливість фермерам проводити обґрунтований вибір параметрів тваринницької ферми, що базується не лише на економічних

прибутках, але й фактичних потребах тварин та забезпеченні вимог по догляду за ними за рахунок постійного моніторингу.

В науковій статті [7] зазначено, що ефективність тваринництва в значній мірі залежить від приготування збалансованих сумішей для різних груп тварин. В статті описані процеси приготування та розподілу кормових сумішей для фермерських підприємств із поголів'ям від 50 до 400 голів комбінованими агрегатами. Важливе значення в статті займають дослідження якості підготовки кормових сумішей комбінованим агрегатом, забезпечення дозованого розподілу великій рогатій худобі та дотримання їх однорідності [7].

Проведеними дослідженнями встановлено, що в останні десятиліття значна частина країн з розвиненим аграрним сектором економіки та основні світові організації використовують точне тваринництво як перспективний напрям для ефективного розвитку галузі. Враховуючи це, зазначений огляд має на меті описати вплив сучасного стану наукових досліджень на точне тваринництво та сформулювати основні тенденції його подальшого розвитку.

Виходячи з представленого вище аналізу наукових робіт та статті автора [8], перспективними в подальших дослідженнях можуть бути питання удосконаленням конструкцій ЗПРК, формування надійності ЗПРК, забезпечення надійності ЗПРК як складних технічних систем.

Список використаних джерел

1. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотрапійський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
2. Morrone, S.; Dimauro, C.; Gambella, F.; Cappai, M.G. (2022). Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An up to Date Overview across Animal Productions. *Sensors*, 22, 4319. <https://doi.org/10.3390/s22124319>.
3. Norton, T.; Chen, C.; Larsen, M.L.V.; Berckmans, D. (2019). Review: Precision livestock farming: Building “digital representations” to bring the animals closer to the farmer. *Animal*, 13, 3009–3017.
4. Trivelli, L.; Apicella, A.; Chiarello, F.; Rana, R.; Fantoni, G.; Tarabella, A. (2019). From precision agriculture to Industry 4.0: Unveiling technological connections in the agrifood sector. *Br. Food J.* 121, 1730–1743.
5. Casas, R.; Hermosa, A.; Marco, Á.; Blanco, T.; Zarazaga-Soria, F.J. (2021). Real-Time Extensive Livestock Monitoring Using LPWAN Smart Wearable and Infrastructure. *Appl. Sci.* 2021, 11, 1240. <https://doi.org/10.3390/app11031240>.

6. Zagurskiy, O., Savchenko, L., Makhmudov, I., Matsiuk, V. (2022). Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. *Engineering for Rural Development*, 21, pp. 543–550.
7. Vasyl Khmelovskiy, Volodymyr Otchenashko, Semen Voloshyn, Olena Pinchevska, (2020), Providing processes of preparation and distribution of feed for cattle on animal husbandry farms. *Proceedings of 18th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, pp. 778–783.
8. Zinoviy Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. *Engineering for rural development*. 25-27.05.2022 Jelgava, 2022, 911–917.

УДК 631.3

МЕТОД ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ НЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТІ ОСІ ГІЛЬЗИ ДО ОСІ ОТВОРІВ КОРИННИХ ОПОР

Бистрий О.М., ст. викл.

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Практичний досвід свідчить, що двигуни за період їх використання можуть проходити 2-3 складних ремонти в зовсім інших технологічних умовах. Тому залишається актуальним питання по забезпеченню якості їх ремонту наближеної до якості виробника [1, 2, 4].

При дослідженні технічного стану блок – картерів, які повторно використовуються при ремонті двигунів, ставилось питання забезпечення ефективного контролю положення гільз циліндрів в блоці. Конструктивно та технологічно положення гільз забезпечується станом та положенням площини I (рис. 1) в блоці під бурт гільзи. Важливим є відстань на якій ця площина розташована від верхньої площини блока та паралельність площини відносно осі корінних опор II. Точність глибини розташування площини забезпечує рівномірне розташування гільз по висоті, а непаралельність – забезпечує перпендикулярне положення осі гільзи до осі корінних опор. Для ефективного контролю непаралельності пропонується конструкція приладів і спосіб їх використання [2, 3].

Спосіб вимірювання чи контролю, який декларується, дозволяє непрямым методом визначити відхил від перпендикулярності осі гільзи до осі отворів корінних опор блок-картера 1 – по вимірюванню чи контролю відхилів від паралельності базової площини (I) до осі отворів корінних опор (II). Одним з основних геометричних параметрів блок-картера 1 (рис. 2) є перпендикулярність осей гільз циліндрів і осі отворів корінних опор (II). На практиці цей параметр контролюється, в основному, за перпендикулярністю твірних площини (III), які є в корпусній деталі і в яку встановлюється сам циліндр, до осі отворів корінних опор (II).

Базовою поверхнею гільзи, яка визначає її просторове положення і визначає перпендикулярність її осі до осі отворів корінних опор, є базова площина під бурт гільзи (I).

Для реалізації способу вимірювання чи контролю перпендикулярності, який пропонується, в отвори корінних опор блок-картера 1 встановлюється еталонний вузол 2, який центрується в отворах крайніх опор за допомогою двох нерухомих упорів 3 і одним рухомих, підпружиненим упором 4.

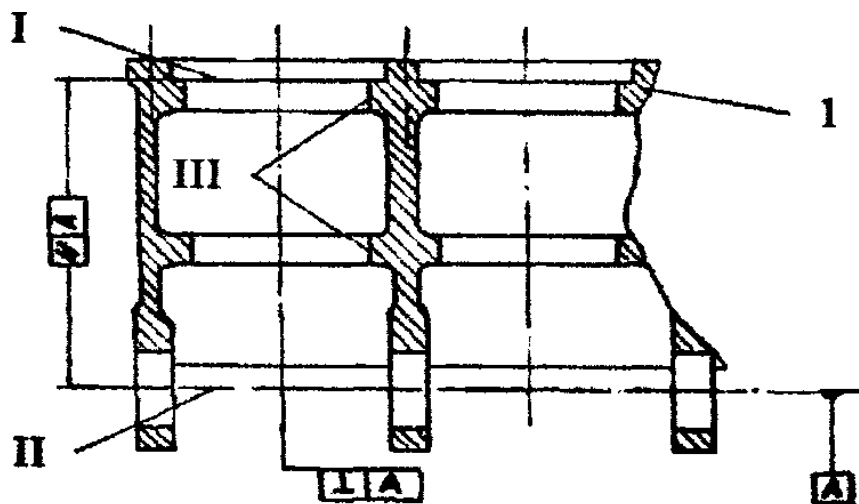


Рисунок 1 – Базові геометричні параметри

Точне центрування еталонного вузла 2 досягається за рахунок трьохточкового контакту з твірними крайніх отворів корінних опор (рис. 2).

Пристосування 5 встановлюється на базову площину виточки під бурт гільзи (I). Вимірювання чи контроль виконується в такій послідовності: відліковий пристрій встановлюється на базову площину виточки і поворотом підводиться до контакту з твірною еталонної оправки і плавно виводиться на верхню точку твірної А (на індикаторі фіксується максимальне відхилення стрілки), поворотом відлікового пристрою на 180° вивести рухомий

наконечник на верхню точку твірної В (виконати відлік максимального відхилення стрілки на індикаторі).

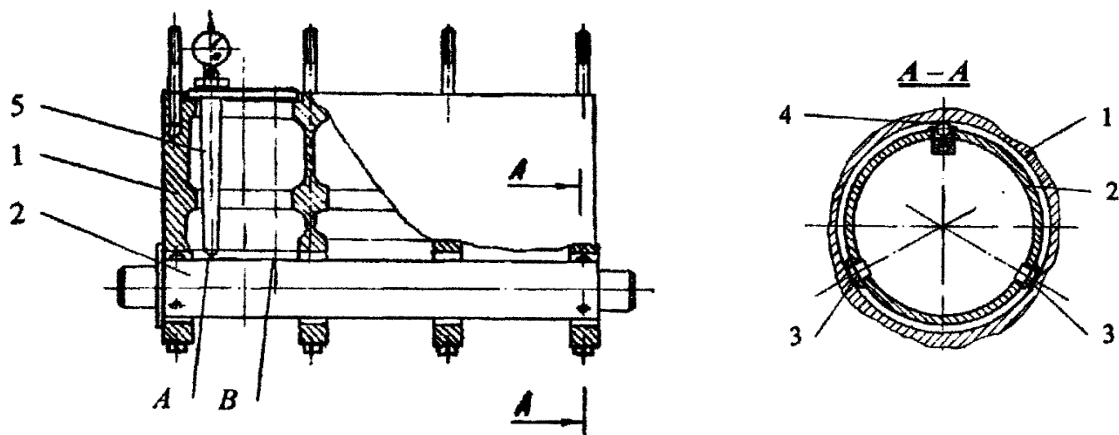


Рисунок 2 – Схема контролю не паралельності та не перпендикулярності

Різниця відліків визначає значення відхилення від паралельності базової площини до осі отворів корінних опор (II), а відповідно і значення відхилення від перпендикулярності осі гільзи до осі отворів корінних опор. Представлена конструкція пристосування та методика вимірювання чи контролю відхилення від перпендикулярності осі гільзи до осі отворів корінних опор здійснюється непрямым методом, за вимірюванням чи контролем паралельності базової площини виточки під бурт гільзи до осі отворів корінних опор. При цьому забезпечується необхідна точність вимірювання чи контролю, значно вища продуктивність в порівнянні з відомими аналогами.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання. Підручник. / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло, О.В. Тихонов та ін. за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А. Науменко. Х.: «Міськдрук», 2010. 744с.
2. Малахов В.С., Быстрый О.М. Методические указания для выполнения лабораторной работы : «Контроль и сортировка блок-картеров двигателей СМД-60, СМД-62, СМД-64». К.:, 1989. 11 с.
3. Бистрий О.М. Формування якості в технологічних процесах по ремонту дизельних двигунів. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків, 2014, Вип. 2. С. 48 - 52.
4. Дослідження процесу теплопередачі в циліндрах двигуна внутрішнього згоряння / В. А. Сиволапов, А. В. Новицький, В. С. Хмельовський, О. М. Бистрий // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки: зб. наук. пр. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. Вип. 3 (34). С. 266–274.

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В СИСТЕМІ
ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ФІЛЬТРІВ В КОМПАНІЇ
MANN+HUMMEL**

*Продаус О.В., керівник відділу збуту
ТОВ «Манн+Хуммель ФТ Україна»*

Фірма MANN+HUMMEL – це глобальна корпорація, продукція якої використовується на 4-х континентах. За минулі десятиліття компанія пройшла ряд важливих етапів і з невеликого заводу з виробництва фільтрів переросла в глобальне підприємство, ставши партнером з розвитку і серійним постачальником в сфері міжнародної автомобільної промисловості та машинобудування [1]. Велике значення для успішного розвитку компанії MANN+HUMMEL має формування системи планування виробництва з використанням сучасного програмного забезпечення та прогнозування.

Особливу увагу на заводах компанії приділяють покращенню якості продукції в системі планування виробництвом (Сертифікація ISO 9001 2015).

В Україні на 4-х виробничих лініях виробляються корпусні фільтрувальні елементи-вкладки: для фільтрів оливи; для фільтрів палива; для фільтрів повітря Heavy Duty; для фільтрів повітря.

На протязі останнього часу впроваджено виробництво повітряного фільтра категорії T&B WA11538. В порівнянні з «оригіналом» відмічено цілий ряд переваг фільтра WA11538: виготовлено з якісних матеріалів; забезпечена рівномірність; більша площа фільтрувальних матеріалів; контроль якості.

Система планування передбачає наступний комплекс робіт. Кожного місяця відповідальний менеджер формує прогноз продажів на наступний місяць та на рік. Система вираховує сезонність замовлення фільтрів та передає інформацію у відділ закупівель для замовлення сировини. При плануванні використовується наступне програмне забезпечення: SAP; Power BI; Salesforce; Oracle JD EDWARDS ENTERPRISEONE. Також на підприємстві відбувається планування завантаження складських приміщень. Передбачено зберігання фільтрів та сировини для їх виробництва, що пов'язане з плануванням виробничих можливостей. Місткість складу становить 2500 палетомісць. Стратегія компаній MANN+HUMMEL – «Лідерство в сфері фільтрації» за допомогою високоякісної продукції, сучасного обслуговування, високопрофесійного персоналу, інноваційних технологій [2-4].

Список використаних джерел

1. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. С. 255–256.
2. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружи́ло З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
3. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків, 2016, Вип. 2. С. 223–231.
4. Novitskiy Andrey. Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2, P. 93–102.

УДК 62-192:631.3

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОДРІБНЮВАЧІВ-РОЗДАВАЧІВ «PROFILE» КОМПАНІЇ «KUNH УКРАЇНА»

Новицький А.В., к.т.н., доцент

Антал М.В., студент

Значну частку українського ринку техніки для приготування і роздавання кормів займають подрібнювачі-кормороздавачі компанії «KUNH УКРАЇНА». Особливо це стосується машин серії «Profile 12.2–14.2» [1], які застосовуються на тваринницьких підприємствах України для приготування та дозованого роздавання кормів за різних технологій годівлі. Але завдяки факторам, які характерні умовам експлуатації на тваринницьких фермах, відмічається поява потоку відмов, що впливають на експлуатаційну надійність подрібнювачів-кормороздавачів. Тому, важливість і необхідність проведення досліджень для оцінки експлуатаційної надійності даного типу машин є досить високою [2].

У зв'язку зі збільшенням об'єму закордонних машин та обладнання для приготування і роздавання кормів, в господарствах України є актуальна необхідність оцінки їх надійності, оскільки виробники не дають споживачам

кількісних характеристик надійності зазначених засобів [3-5]. Ця проблема має своє відображення у міжнародних та вітчизняних наукових дослідженнях щодо удосконалення конструкції та забезпечення надійності подрібнювачів-кормороздавачів [6-8], жаток комбайнів [9], гвинтових конвеєрів [10]. Але представлені дослідження не дають повної інформації про показники надійності та заходи щодо їх підвищення для техніки для приготування і роздавання кормів в умовах України [2, 4].

Метою даної роботи є оцінка надійності подрібнювачів-кормороздавачів «PROFILE» моделей 12.2–14.2 в початковий період експлуатації в умовах України та розробка заходів щодо її підвищення.

За об'єкт дослідження було прийнято подрібнювачі-кормороздавачі «PROFILE» моделі 12.2 та подрібнювачі-кормороздавачі «PROFILE» 14.2 [1]. Було проведено спостереження за надійністю подрібнювачів-роздавачів «Profile 12.2–14.2», які експлуатувались в господарствах Хмельницької («Profile 14.2») та Черкаської («Profile 12.2») областей. Було прийнято план випробувань подрібнювачів-кормороздавачів на надійність [NMT] [11]. Для даного плану вихідними даними являлись: число об'єктів спостережень N , штук; тривалість спостережень T , мото-год. (год.). Також було прийнято довірчу ймовірність $\gamma = 0,9$ та граничну відносну похибку $\delta = 0,15$.

Дані по виникненню та характеру відмов досліджуваних подрібнювачів-кормороздавачів фіксувались у відповідну звітну документацію компанії «KUNH УКРАЇНА».

Представлені матеріали можуть бути використані в процесі дослідження та забезпечення працездатності машин для приготування і роздавання кормів на стадії експлуатації.

Список використаних джерел

1. Operator's manual. Mixer feeder wagon. PROFILE. 2DS. 2018. 128. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/an101bgb_a.pdf
2. Новицький А. В. (2022). Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральноросійський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
3. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. (2021). Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Vol. 12. No 4. P. 39–46.
4. Новицький А. В., Новицький Ю. А. (2017). Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного

- університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264. С. 293–303.
5. Новицький А. В., Банний О. О. (2020). Статистичний аналіз функціонування ремонтної служби України. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. Vol. 12. No 2. P. 39–47.
 6. Fuyang, T., Yuhua, C., Zhanhua, S., Yinfa, Y. (2020). Finite Element Simulation and Performance Test of Loading and Mixing Characteristics of Self-Propelled Total Mixed Ration Mixer. *Journal of Engineering*. vol. 12, 1–15.
 7. Zinoviy Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. *Engineering for rural development*. 25-27.05.2022 Jelgava, 911–917.
 8. Viatcheslav Loveikin, Vasyl Khmelovskyi, Vasyl Lukach, Vasyl Achkevych (2022). Improving efficiency of mobile combined feed mixer. *Engineering for rural development*. 25-27.05.2022. Jelgava, 2022. 853–859.
 9. Banniy, O., Popyk, P., & Savko, D. (2022). Failure analysis of the segment finger bar mower and force interaction of the blade segment with the plant stem. *Machinery & Energetics*, 13(3), 17–24. [https://doi.org/10.31548/machenergy.13\(3\).2022.17-24](https://doi.org/10.31548/machenergy.13(3).2022.17-24).
 10. Trokhaniak, O. (2022). Estimation of eddy currents and power losses in the rotor of a screw electrothermomechanical converter for additive manufacturing. *Machinery & Energetics*, 13(3), 92-98. [https://doi.org/10.31548/machenergy.13\(3\).2022.92-98](https://doi.org/10.31548/machenergy.13(3).2022.92-98).
 11. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними.

ЗМІСТ

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РУХУ РОБОТА- МАНІПУЛЯТОРА З ДВОМА ПОСТУПАЛЬНИМИ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ...	3
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕПЛОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ БІОГАЗОВОГО РЕАКТОРА ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПУ	6
ДЕЯКІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ WOLFRAM MATHEMATICA ДЛЯ РОЗРОБКИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	8
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БУДІВЕЛЬНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ МОНТАЖУ КОЛОН.....	9
РОЗРОБКА МЕХАНІЗОВАНОЇ ДІЛЯНКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ НА ТЕРИТОРІЯХ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ В ХОДІ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ.....	11
АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ІЗ ГЛАДКИМИ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ОТВОРАМИ.....	13
WAYS OF IMPROVING THE TECHNOLOGY OF OBTAINING COMPLEX-PROFILE PARTS BASED ON MELTED MODELS.....	15
ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВЕЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (ВІМ) У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ.....	17
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ НА ПОЗИЦІОНУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ.....	18
АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ПОСТУПАЛЬНОЮ ТА ОБЕРТАЛЬНОЮ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ПОВОРОТУ.....	22
ДОСЛІДЖЕННЯ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ІЗ СЕКЦІЙНИМ ШАРНІРНО З'ЄДНАНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ.....	25
ФІЗИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДАРНО-КОЛИВАЛЬНОМУ НАВАНТАЖЕННІ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ КЛАСІВ.....	29
ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВОДАХ.....	31
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ І БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ.....	32
ЕФЕКТИВНІСТЬ БОРУ В СТАЛЯХ.....	36

STUDY OF THE AERODYNAMIC PROPERTIES OF THE BUILDING ASSEMBLY MODULE'S CONSTRUCTIONS.....	37
ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ПОСТАНОВКОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ЧАВУННИХ ВСТАВОК, НАПЛАВЛЕННЯМ І ГАЛЬВАНОПОКРИТТЯМИ.....	40
НАНОМАТЕРІАЛИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МАШИНОБУДУВАННЯ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ.....	43
ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ФОРМИ ПОРШНЕВОГО КІЛЬЦЯ У ВІЛЬНОМУ СТАНІ.....	46
БОРСТАЛІ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	47
РОЗРОБКА ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ПОВОЄННИХ ТЕРИТОРІЯХ.....	49
ПОЛІГОНАЛЬНИЙ СПОСІБ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ПЛАНУВАЛЬНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....	50
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ.....	53
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИНАХ.....	57
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ЖИТЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ СМТ. БОРОДЯНКА.....	59
УНІВЕРСАЛЬНА ДІАГНОСТИЧНА УСТАНОВКА.....	61
ЗБЕРЕЖЕННЯ АРХІТЕКТУРНОЇ ВИРАЗНОСТІ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСТ В СУЧАСНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ.....	62
ЕТАПИ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА...	65
ВПЛИВ ВИБУХОВИХ ХВИЛЬ НА БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ.....	67
ФОРМА ТВЕРДИХ ІН'ЄКЦІЙНИХ ТІЛ ГРУНТОВОГО МАСИВУ.....	70
ДИНАМІЧНИЙ ВПЛИВ НА 10 ПОВЕРХОВУ БУДІВЛЮ В ПРОЦЕСІ ДЕМОНТАЖУ ПРОМИСЛОВОГО КОРПУСУ.....	72
ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ БАГАТОПУСТОТНИХ ПЛИТ ЗА ОЗНАКОЮ ВТРАТИ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ НОРМАЛЬНИХ І ПОХИЛИХ ПЕРЕРІЗІВ.....	76
ПРИНЦИПИ ПЛАНУВАННЯ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ МІСТ.....	79
СВІТЛОПРОЗОРІ РІШЕННЯ В МОДУЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....	82

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ В СКЛАДІ КАРКАСА БУДІВЛІ.....	86
БУДІВНИЦТВО З КОНСТРУКЦІЇ CLT-ПАНЕЛЕЙ.....	89
РЕНОВАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ, ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ	92
ІНДИВІДУАЛЬНІ БУДІВЛІ НІМЕЧЧИНИ.....	95
НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІКИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ТВАРИННИЦТВА.....	99
МЕТОД ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ НЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТІ ОСІ ГІЛЬЗИ ДО ОСІ ОТВОРІВ КОРИННИХ ОПОР.....	102
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В СИСТЕМІ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ФІЛЬТРІВ В КОМПАНІЇ MANN+HUMMEL.....	105
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОДРІБНЮВАЧІВ-РОЗДАВАЧІВ «PROFILE» КОМПАНІЇ «KUNH УКРАЇНА».....	106

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXII МІЖНАРОДНОЇ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ НАУКОВО-
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ, НАУКОВИХ
СПІВРОБІТНИКІВ ТА АСПІРАНТІВ
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ТА
БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ:
КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙН»

(19-20 квітня 2023 року)

Відповідальний за випуск:

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

Верстка – кафедра конструювання машин і обладнання НУБіП України.

Адреса редколегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12^В, НУБіП України.

Матеріали тез друкуються у авторській редакції.

Тираж виготовлено з оригінал-макету замовника.

Підписано до друку 18.04.2023. Формат 60х84 1/16.

Ум. друк. арк. 7,0.

© НУБіП України, 2023