

**Національний університет біоресурсів і  
природокористування України**

**Факультет конструювання та дизайну**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
76-Ї ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
СТУДЕНТСЬКОЇ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ «НАУКОВІ  
ЗДОБУТКИ СТУДЕНТІВ У ДОСЛІДЖЕННЯХ ТЕХНІЧНИХ ТА  
БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ:  
КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙН»**

**(26-27 квітня 2023 року)**

Київ-2023

**УДК 631.17+62-52-631.3**

**ББК40.7**

Збірник тез доповідей 76-ї всеукраїнської науково-практичної студентської онлайн-конференції «Наукові здобутки студентів у дослідженнях технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (26–27 квітня 2023 року) / Факультет конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2023. – 73 с.

Збірник тез 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 студентів, що працюють над магістерськими і бакалаврськими кваліфікаційними роботами на кафедрах факультетів конструювання та дизайну і механіко-технологічного НУБіП України та інших провідних закладів вищої освіти, в яких розглядаються завершені етапи розробок у галузях машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, промислового і цивільного будівництва, механізації сільського господарства, транспортних технологій і засобів у АПК, будівництва сільських територій, конструювання і надійності машин для сільського, лісового і водного господарств.

Редакційна колегія: Ружи́ло З.В. – голова, к.т.н., доц.; Афтанділя́нц Є.Г., д.т.н., проф.; Бакулі́н А.Є., к.т.н., доц.; Булгако́в В.М., д.т.н., проф.; Лове́йкін В.С., д.т.н., проф.; Лопатько́ К.Г., д.т.н., проф.; Марус О.А., к.т.н., доц.; Несвідо́мін А.В., к.т.н., доц.; Несвідо́мін В.М., д.т.н., проф.; Новицький А.В., к.т.н., доц.; Пилипа́ка С.Ф., д.т.н., проф.; Роговський І.Л., д.т.н., проф.; Чаусо́в М.Г., д.т.н., проф.; Яковенко І.А., д.т.н., проф.; Ромасевич Ю.О. – секретар, д.т.н., проф.

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ ЕКСКАВАТОРОМ ЗІ ЗМІННОЮ ФРЕЗЕРНОЮ ГОЛОВКОЮ

*Новохацький П.В., студент  
Науковий керівник – Балака М.М., к.т.н., доц.*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності роботи одноківшевих екскаваторів є удосконалення їх робочих органів шляхом переходу від простих металоконструкцій до систем багатофункціональних пристроїв [1]. На основі проведеного аналізу технічних рішень ротаційних робочих органів запропоновано конструкцію змінної фрезерної головки [2, 3].

Екскаватор зі змінною фрезерною головкою призначено для виконання робіт з розкриття підземних комунікацій, планування стінок і дна траншей та котлованів, планування земляної поверхні під фундаменти, розпушування нерудних матеріалів (рис. 1), для виконання аварійно-відновлювальних робіт.

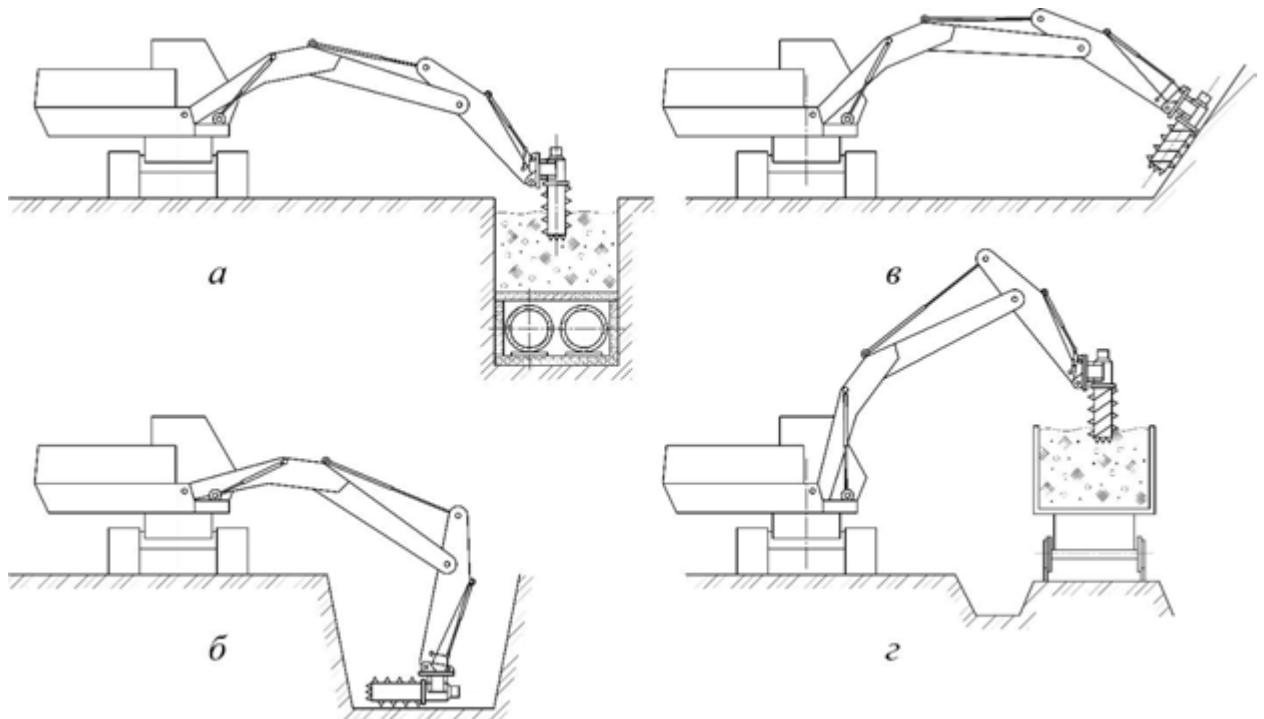


Рисунок 1 – Схеми організації робіт екскаватора зі змінною фрезерною головкою: *a* – розкриття підземних комунікацій; *б* – планування стінок і дна траншей; *в* – планування відкосів котлованів; *г* – розпушування нерудних матеріалів

Розкриття існуючих інженерних комунікацій гідравлічним екскаватором зі змінною фрезерною головкою здійснюємо наступним чином. Машину встановлюємо в межах можливих границь забою на відстані, обумовленій правилами техніки безпеки. Фрезерну головку встановлюємо у вертикальне положення за допомогою гідроциліндра керування ковшем та заглиблюємо у ґрунт опусканням стріли екскаватора. При цьому торцева поверхня ротора фрези, обертаючись, розробляє шпару діаметром, що дорівнює діаметру фрезерної головки. Не змінюючи положення фрезерної головки, здійснюємо рух поворотної платформи відносно вертикальної осі екскаватора. Ґрунт розробляється боковими різцями фрези. Для збільшення ширини виїмки наближаємо або віддаляємо стрілу від осі екскаватора. Для збільшення довжини виїмки переміщаємо екскаватор уздовж траншеї та повторюємо описані вище робочі операції. При розкритті екскаватор дозволяє розробляти ґрунт за максимального наближення до проведених комунікацій.

Роботи із планування стінок, дна траншей та котлованів екскаватором зі змінною фрезерною головкою виконуємо наступним чином. При плануванні ґрунту під проектну оцінку дна котловану чи траншеї з великими розмірами екскаватор встановлюється у будь-якій точці по периметру котловану, або працює безпосередньо на дні котловану. При такому способі вісь фрезерної головки фіксується у площині, що рівнобіжна дну чи стінкам траншеї. Планування ведеться в основному боковими різцями фрези. При плануванні поворотна платформа з незмінним положенням робочого обладнання виконує дугові рухи навколо вертикальної осі машини. Для збільшення планової площі екскаватор переміщається вперед, якщо він знаходиться безпосередньо в котловані, або робоче обладнання переводиться в крайні положення, не змінюючи положення фрезерної головки та базової машини.

Екскаватор зі змінною фрезерною головкою може застосовуватися для розпушування мерзлих ґрунтів та нерудних матеріалів. При розпушуванні нерудних матеріалів екскаватор з фрезерною головкою працює способом, аналогічним розкриттю підземних комунікацій. Якщо розпушується мерзлий ґрунт у замкнутому просторі, приміром у залізничному вагоні, то машина встановлюється на допустимій відстані від платформи. Фреза виставляється у вертикальне положення, заглиблюється в ґрунт, що розпушується. Обертання поворотної платформи наближає чи віддаляє фрезу від осі машини.

Змінну фрезерну головку можна також використовувати для виконання земляних робіт під дорожніми покриттями і для їх руйнування, що суттєво підвищує ефективність виконання робіт в умовах обмеженого простору.

Застосування змінної фрезерної головки дозволяє розширити функціональні можливості екскаватора і, в результаті зміни технології виконання земляних робіт, збільшити годинну технічну продуктивність.

#### **Список використаних джерел:**

1. Сукач М. К., Горбатюк Є. В., Марченко О. А. Синтез землерийної і дорожньої техніки. К.: Вид-во Ліра-К, 2017. 376 с.
2. Balaka M., Zozulya E. Excavator with active working element. *Build-Master-Class-2017: Proceedings of the International scientific-practical conference of young scientists*, 28 November – 01 December, 2017. Kyiv: KNUCA, 2017. P. 269–270.
3. Балака М. М., Паламарчук Д. А., Кім А. О. Вибір і розрахунок основних параметрів змінної фрезерної головки для одноківшового екскаватора. *Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості та транспорту: матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., 23–24 квіт. 2021 р. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2021. С. 28–33. URL: [https://okmm.nmu.org.ua/ua/2021/CITEPTMTI\\_2021full.pdf](https://okmm.nmu.org.ua/ua/2021/CITEPTMTI_2021full.pdf).*

УДК 691+698

## **ВИДИ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ KNAUF**

*Ігнатенко І.Ю., студент*

*Науковий керівник – Фесенко О.А., к.т.н., ст. викл.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

КНАУФ – це міжнародна компанія, що заснована на принципах сімейного бізнесу. Компанія КНАУФ є провідним підприємством європейської індустрії виробництва будматеріалів. Продукцією КНАУФ є будматеріали, стінові блоки, гіпсокартонні системи та сухі суміші. Вона випускає широкий асортимент продукції для оздоблення стін, стель і підлоги всередині приміщень.

Основною продукцією КНАУФ є гіпсокартонні листи, металеві профілі, гіпсові перегородки, сухі суміші, полістирол, перліт, обладнання для машинного оброблення штукатурних розчинів тощо. Різні види гіпсокартону широко застосовуються при декорі житлових приміщень: з його допомогою

утеплюють стіни, створюють ніші, фальшкороби, полустінки, арочні дверні прорізи, багаторівневі стелі та інші елементи інтер'єру [1].

Гіпсокартонний лист (ГКЛ) складається із гіпсової панелі, яка з обох сторін обрамлена картоном з метою зміцнення матеріалу. Посилений картоном лист виявляється досить міцним і жорстким.

Види гіпсокартону, які застосовують у будівельно-ремонтних роботах:

- Гіпсокартон звичайний (стандартний, базовий, будівельний) – універсальний жорсткий, низької вологостійкості. Його не можна використовувати у приміщеннях, де рівень вологості може досягати 70%, тобто тільки для внутрішніх робіт в опалювальних приміщеннях (крім кухонь, ванних кімнат і кімнат з басейном). Листи товщиною 8-14 мм. Продукція має високий ступінь звукопоглинання. Колір плити – світло-сірий. Листи застосовують для облицювання стін і стелі (стіновий гіпсокартон), а також спорудження каркаса багаторівневої стельової конструкції.

- Гіпсокартон вологостійкий (маркування ГКЛВ) – в серцевину додані речовини, що знижують поглинання вологи та виключають розбухання і появу грибка. Колір картону зелений, картон може бути покритий ґрунтовкою, фарбою або іншим захисним покриттям. Підходить для приміщень з рівнем вологості до 90%, в тому числі для ванних кімнат і душових. Незважаючи на вологостійкість, зверху покривається плиткою або фарбою.

- Гіпсокартонний лист вогнестійкий (маркування ГКЛП) – здатний протистояти високим температурам, стримуючи поширення диму і відкритого полум'я протягом 45 хвилин завдяки скловолокну в складі. Використовується в місцях із близькою електропроводкою, для спорудження захисних коробів і перегородок. Картон світлого або червоного кольору.

Компанія КНАУФ пропонує комплектні системи для внутрішнього оздоблення приміщень, наприклад, системи "сухого" будівництва, які завдяки різноманітній комплектації відкривають нові перспективи в житловому будівництві, або наливні підлоги та штукатурки разом з прогресивною машинною технологією, що забезпечує чистоту та раціональність роботи на будівельному майданчику.

Запропоновані матеріали можуть використовуватися при оздобленні внутрішніх приміщень як під час нового зведення будівель, так і під час проведення їхньої реконструкції [2, 3], у тому числі із застосуванням запропонованої у роботі [4] класифікації.

#### **Список використаних джерел:**

1. Сухе будівництво: [https://www.knauf.ua/clients/knauf.nsf/\(documents\)/C04049722A811B3CC22586B20032000B](https://www.knauf.ua/clients/knauf.nsf/(documents)/C04049722A811B3CC22586B20032000B)

2. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. – К.: НАУ, 2013. – 50 с.
3. Kaliukh I., Kosheleva N., Yakovenko I., Dzhahalov M., Kotlyar M. and Bashkirov G. Monitoring and mathematical modelling of the pit construction impact on the subway tunnels during reconstruction of the Postal Square // 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2021, Volume 2021, p.1 – 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K2064>
4. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96. Available at : DOI : 10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II URL: <http://isg-konf.com>.

УДК 624.072.2+539.37

## **ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ НАПИЛЬНОГО НАНЕСЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ**

*Олійник Я.В., студентка*

*Науковий керівник – Яковенко І.А., д.т.н., проф.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Розвиток сучасного агропромислового комплексу обумовлює потребу використання багатофункціональних будівель та споруд, особливо із залізобетону [1]. Реконструкція об'єктів вимагає застосування ефективних та раціональних способів, методів та технологій їхнього проведення [2, 3].

Технологія наплення пінополіуретаном— це справжня знахідка. Сьогодні з пінополіуретаном не може позмагатися жоден інший матеріал, саме тому в індустріально розвинених країнах його вже багато років активно використовують у будівництві. Ця технологія наплення пінополіуретаном має чимало причин такої шаленої популярності.

Переваги технології наплення пінополіуретаном:

→ рідкий матеріал наноситься на ізольовану поверхню за допомогою спеціального пульверизатора, вдається домогтися високої якості, рівномірного шару і стійкості теплоізолятора до пошкоджень та інших деформацій. Для цього використовують інструменти PROFINSTRUMENT E 100, ППУ (електропривід, 6 КВТ, 2-5 КГ/ХВ), PROFINSTRUMENT A 350, ППУ/ПС (пневмопривід, 8 КВТ, 2-8 КГ/ХВ).

Напилення полімерно-бітумної емульсії на водній основі ще називають «рідкою гумою». Однокомпонентні та двокомпонентні склади наносяться за допомогою спеціального обладнання механізованим способом - напиленням.

Рідка гума наноситься за допомогою спеціального обладнання для безповітряного нанесення. Витрата мастики, для виготовлення ізоляційного покриття товщиною 2–3 мм, становить приблизно 3–4 кг і залежить від показника сухого залишку. У різних виробників цей показник різний від 45% до 67%. (рис. 2).

а)



б)



Рисунок 1 – Інструменти для напилення пінополіуретаном:

*а* – PROFINSTRUMENT E 100, *б* – PROFINSTRUMENT A 350, ППУ/ПС

а)



б)



Рисунок 2 – Інструмент для нанесення рідкого напилення; *а* – рідкої гуми EP-450TX; *б* – фарборозпилювач Grone EasySpray 19(2560-210702)

Для швидкого забарвлення великих площ використовують фарборозпилювачі. Способи підготовки до роботи, експлуатація, догляд за обладнанням для безповітряного і пневматичного розпилення вказано в їхніх паспортах.

Такі інструменти прискорюють термін будівництва та якість виконаних робіт.

#### **Список використаних джерел:**

1. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.
2. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96. Available at : DOI : 10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II URL: <http://isg-konf.com>.
3. Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv: NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.

УДК 624.072.2+539.37

## **ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В БУДІВНИЦТВІ**

*Василенко Д. В., студент*

*Науковий керівник – Яковенко І.А., д.т.н., проф.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

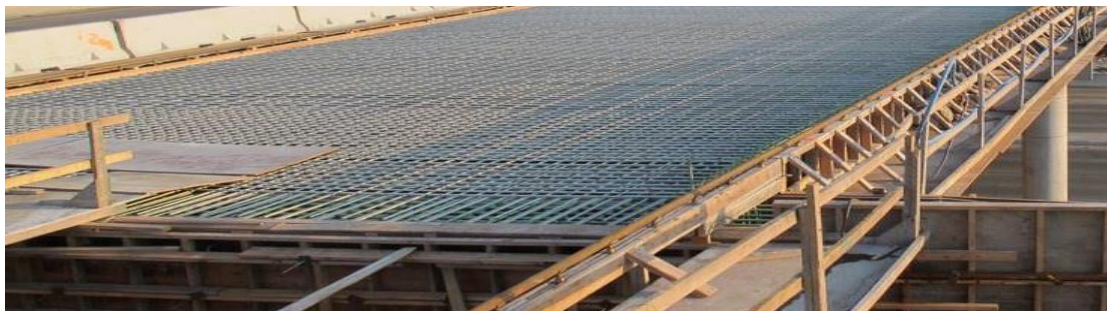
Зчеплення арматури з бетоном при проектуванні залізобетонних конструкцій є однією із найважливіших проблем у моделюванні дійсної роботи залізобетонних конструкцій [1, 2]. Різновиди просторових арматурних каркасів повинні враховувати нелінійну роботу обох матеріалів [3].

Композитна арматура – це тип арматури, який виготовляється з композитних матеріалів, таких як скловолокно або вуглецеві волокна, замість альтернативної сталеві арматури. Це дає перевагу в порівнянні зі сталеві

арматурою, так як вона має вищу міцність і корозійну стійкість, а також меншу вагу.

Така арматура широко використовується в будівництві. Її властивості дають переваги порівняно з традиційною сталевією арматурою. Ось кілька галузей, де спробувати композитну арматуру:

→ будівництво мостів та тунелів: композитна арматура може бути використана для армування бетонних конструкцій, які забезпечують стійкість мостів та тунелів. Це може допомогти зменшити витрати на обслуговування та збільшити термін їх служби.



Рисонок 1 – Армування композитною арматурою мосту

→ будівництво будинків та споруд: композитна арматура може бути використана для зміцнення бетонних стін, фундаментів та колон, забезпечуючи високу міцність та корозійну стійкість та полегшує вагу конструкцій.



Рисонок 2 – Армування конструкцій будівлі

→ Використання композитної арматури може бути використана для зміцнення конструкції від вітрових навантажень.

#### **Список використаних джерел:**

1. Yakovenko I., Dmytrenko Y., Bakulina V. Construction of Analytical Coupling Model in Reinforced Concrete Structures in the Presence of Discrete Cracks. In: Bieliatynskiy A., Breskich V. (eds) Safety in Aviation and Space Technologies. *Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME)*. Springer, Cham. – 2022. – P.107–120. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_10)

2. Колчунов В. И. Основные результаты экспериментальных исследований сцепления арматуры с бетоном при выдергивании и вдавливании деформационным воздействием с учетом ниспадающей ветви деформирования / В. И. Колчунов, И. А. Яковенко, Е. А. Дмитренко // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Вип. 5(100). – С. 115–124.
3. Kolchunov V. I. The analytical core model formation of the nonlinear problem bond armature with concrete / V. I. Kolchunov, I. A. Yakovenko, E. A. Dmitrenko // Збірник наукових праць. Серія галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава : ПолтНТУ, 2016. – Вып. 2(47). – С. 125–132.

УДК 699.842

## **ВІБРАЦІЙНА ДІАГНОСТИКА МІЦНОСТІ БЕТОНА В ПОШКОДЖЕНИХ ВИБУХОВИМИ ХВИЛЯМИ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЯХ**

*Білецький А.Л., студент*

*Науковий керівник – Мар`єнков М.Г., д.т.н., проф.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Аналіз нормативного аналітичного апарату [1] та чисельних досліджень, проведених за результатами натурних експериментів [2, 4] із урахуванням можливих схем тріщин [3] безумовно впливає на дійсну картину напружено-деформованого стану будівельних конструкцій.

Приведено результати вібраційної діагностики пошкоджених вибуховими хвилями в лютому 2022 р. залізобетонних пілонів та діафрагм жорсткості 26 поверхового житлового будинку у м. Києві (рис. 1 та 2). Виконано динамічні обстеження пошкоджених пілонів на різних поверхах, зареєстровано часові сигнали під час імпульсних впливів на конструкції і визначено вузькосмугові спектри прискорень (рис. 3 та 4). Дані переважаючих частот в спектрах прискорень дозволяють визначити швидкості розповсюдження хвиль у пілонах та діафрагмах жорсткості як на одному поверсі, так і на декількох.



Рисунок 1 – Загальний вигляд вимірювальної апаратури та пілона з закріпленим акселерометром під час проведення вібраційної діагностики пошкодженого пілона (вісь Ж) у квітні 2022 р.

З використанням градувальних залежностей «Швидкість хвиль – Міцність бетону на стиск» виконано перехід до середньої міцності бетону у пошкоджених залізобетонних конструкціях (як окремого поверху, так і декількох поверхів). Отримані фактичні класи бетону використовувалися при перевірочних розрахунках несучої здатності конструкцій будинку та обґрунтування необхідності підсилення пошкоджених ударною повітряною хвилею несучих конструкцій.



Рисунок 2 – Закріплення акселерометра до монолітної діафрагми на 20 поверсі будинку (вісь 5/И) під час проведення вібраційної діагностики в травні 2022 р.

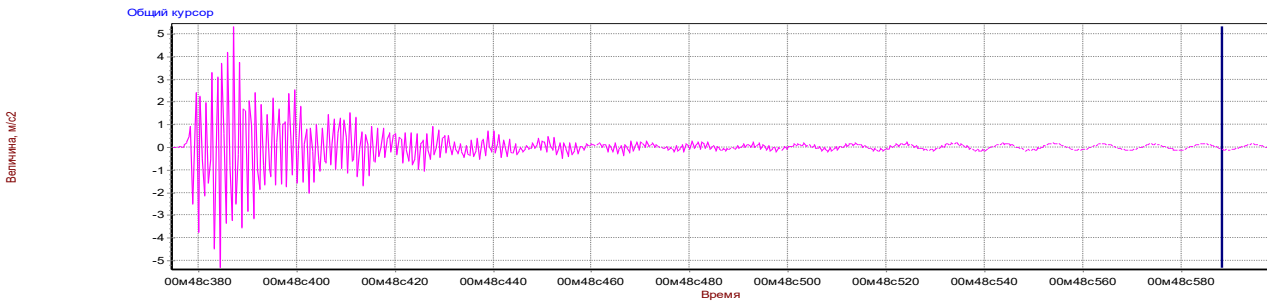


Рисунок 3 – Зареєстрований сигнал віброприскорень при імпульсному впливі на пілон в осях 4/И на 20 поверсі

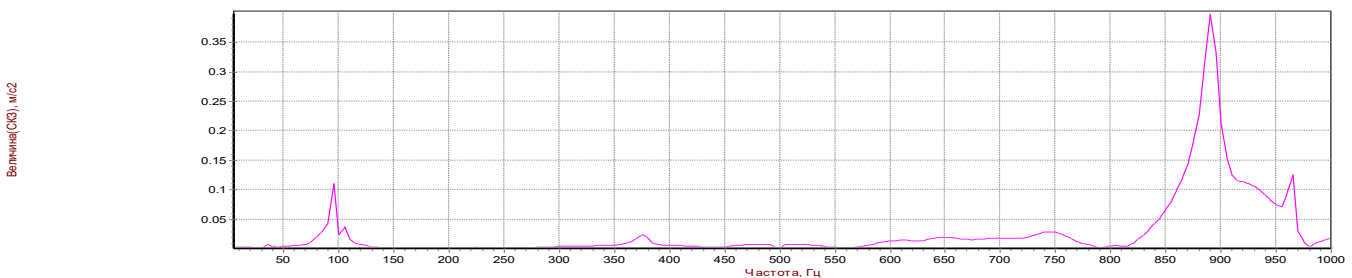


Рисунок 4 – Вузкосмуговий спектр віброприскорень при імпульсному впливі на пілон в осях 4/И на 20 поверсі (отримані частоти першого та другого переважаючих піків  $f_1 = 95$  Гц і  $f_2 = 890$  Гц)

Розглянемо приклад визначення фактичної міцності бетону в пошкодженому пілоні завширшки  $B=2,45$  м в осях 4/И на 20 поверсі.

Час розповсюдження поздовжніх хвиль в пілоні на відстані 2В визначаємо з врахуванням отриманої частоти (рис. 4)  $f_2=890$  Гц:

$$t = 1/f_2 = 1/890 \text{ Гц} = 0,001124 \text{ с.}$$

$$\text{Швидкість поздовжніх хвиль у пілоні } V_p = 2B / t = 4,9 / 0,001124 = 4360 \text{ м/с.}$$

Згідно до тарировочної залежності «Швидкість поздовжніх хвиль - Міцність бетону на стиск» (« $V_p - f_{cm}$ ») при отриманої швидкості поздовжніх хвиль в бетоні  $V_p=4360$  м/с міцність  $f_{cm} = 28,0$  МПа.

За результатами механічних випробувань відібраних зразків бетону пілону в осях 4/И на 20 поверсі, проведених в ДП НДІБК, отримано такі значення міцності бетону:

- зразки партії №1:  $f_{cm} = 29,8$  МПа;
- зразки партії №2:  $f_{cm} = 30,1$  МПа;
- зразки партії №3:  $f_{cm} = 28,2$  МПа.

**Висновок.** Максимальне відхилення результату визначення міцності бетону пілону в осях 4/И на 20 поверсі методом вібродіагностики (неруйнівний метод) від даних механічних випробувань на пресі ДП НДІБК зразків бетону трьох партій з пілону в осях 4/И на 20 поверсі дорівнює 7%:

$$P=(30,1-28,0)\times 100\%/30,1=7,0\%.$$

### **Список використаних джерел:**

1. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12–2014. – [Чинний з 2014-10-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 110 с. – (Національний стандарт України).
2. Численный анализ экспериментальных исследований фрагмента железобетонного каркасного здания при сейсмическом воздействии / [Марьенков Н.Г., Недзведская О.Г., Колчунов В.И., Яковенко И.А. и др.] // Будівельні конструкції: будівництво в сейсмічних районах: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 69. – С. 712–723.
3. Колчунов В. И. Анализ схем трещин в железобетонных конструкциях / Анализ схем трещин в железобетонных конструкциях сейсмостойких зданий и их учет по нормам Украины и еврокода 8 / В.И. Колчунов, И. А. Яковенко, Н. Г. Марьенков // Будівельні конструкції. – 2015. – Вип. 82. – С. 540-549.
4. Численный анализ экспериментальных исследований железобетонной рамы со стеновым заполнением при сейсмических нагрузках / [Марьенков Н. Г., Гончар В. В., Недзведская О.Г. и др.] // Будівельні конструкції : міжвідом. наук.-техн. зб. наук. праць (будівництво) / ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку та будівництва України. – К., ДП НДІБК, 2012. – Вип. 76. – С. 529–539.

УДК 699.841

## **ВІБРОЗАХИСТ БУДІВЛІ ВІД ЗАЛІЗНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКРАНУ У ГРУНТІ**

*Мамотюк Д.С., студентка*

*Науковий керівник – Мар'єнков М.Г., д.т.н., проф.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

### **1. Результати вібродинамічних досліджень поверхні ґрунту у м. Києві при впливах залізничних потягів.**

Аналіз пропозицій [1] та діючих нормативних документів [2] із урахуванням чисельного моделювання [3, 4] доводить актуальність обраної теми. За розробленою методикою вібродинамічних досліджень були

проведені дослідження коливань ґрунту під час руху вантажних залізничних потягів на ділянці нової залізничної колії біля станції метро «Видубичі» у м. Києві. На рис. 1 представлено робочий момент проведення динамічних досліджень ґрунту при русі вантажного потягу. Склад віброметричної апаратури наведено в табл. 1.



Рисунок 1 – Проїзд вантажного потягу біля станції метро «Видубичі» при проведенні динамічних досліджень ґрунту

Обробка часових записів віброприскорень ґрунту виконана за допомогою спеціалізованої програми „Сейсмомоніторинг” для одержання амплітудних спектрів віброприскорень, визначення переважаючих частот коливань ґрунту і максимальних значень віброприскорень. В табл. 2 приведені максимальні значення віброприскорень поверхні ґрунту біля станції метро «Видубичі» при русі потягів наземної залізниці. За результатами вимірювань вібрацій ґрунту при русі наземних потягів залізниці можна зробити наступні висновки:

1. Максимальне вертикальне прискорення поверхні ґрунту зареєстровано на відстані 2 м від колії залізниці і дорівнює  $2,4 \text{ м/с}^2$  -  $2,8 \text{ м/с}^2$  при впливах вантажних потягів масою від 3000 т до 5000 т. На відстані 16 м від колії залізниці вертикальне прискорення поверхні ґрунту зменшується до  $0,2 \text{ м/с}^2$  -  $0,5 \text{ м/с}^2$ .

2. Переважаючі частоти вертикальних і горизонтальних коливань поверхні ґрунту при впливах потягів залізниці зареєстровані у діапазоні 5-12 Гц.

Таблиця 1 – Склад і комплектність віброметричної апаратури

Найменування приладу	Кількість, шт.	Призначення
Віброперетворювач (акселерометр) з кабелем	4	Перетворення механічних коливань в електричний сигнал
Приймально-передавальна станція (комплектуються спільно з датчиком вібрації)	4	Передача даних вимірювань на базову станцію за допомогою радіосигналу
Ноутбук	1	Установка програмного комплексу (ПК) для обробки даних і візуалізації результатів

Таблиця 2 – Зареєстровані максимальні амплітуди віброприскорень поверхні ґрунту біля станції метро «Видубичі» у м. Києві при впливах вантажних потягів

Маса потягу, т	Відстань до залізничної колії, м	Прискорення поверхні ґрунту, м/с <sup>2</sup>	
		Вертикальні	Горизонтальні
3000	2	2,4	2,5
	9	0,5	0,6
	16	0,2	0,2
4000	2	2,4	2,9
	9	0,5	0,6
	16	0,2	0,3
5000	2	2,8	2,6
	9	0,6-1,2	0,5-1,1
	16	0,2-0,5	0,2-0,6

## 2. Результати розрахунків коливань ґрунту і будівлі з використанням віброзахисного екрану у ґрунті при впливах потягів залізниці

Розрахункова динамічна пласка модель ґрунту з екраном та рамою будівлі приведена на рис. 2. Вихідні дані ґрунту і будівлі прийняті згідно звіту з інженерно-вишукувальних робіт на будівельному майданчику та проекту каркасної залізобетонної будівлі. Скінченно-елементну модель розроблено за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР. Ґрунт моделі

розміром  $71 \times 32 \text{ м}$  має верхній шар глибиною 12 м та нижній 20 м. Скінченні елементи ґрунту мають розміри 1,0 м вздовж осей X (горизонтальна) та Z (вертикальна) і товщину також 1,0 м. Динамічні модулі пружності і коефіцієнти Пуассона: верхнього шару ґрунту  $E=50 \text{ МПа}$ ,  $\nu=0,4$ ; нижнього шару  $E=200 \text{ МПа}$ ,  $\nu=0,3$ .

Віброзахисний екран у ґрунті при розрахунках прийнятий у вигляді траншеї шириною 1 м та глибиною 4 м, а також стінки у ґрунті (пали довжиною 12 м, які розміщені у шаховому порядку у плані). Траншея заповнюється демпфуючим матеріалом – гума з автомобільних покришок, модуль пружності якої прийнятий  $E=2 \text{ МПа}$ . Відстань екрану від залізничної колії складає 18 м, від будівлі 7 м. Висота поверхів 5-ти поверхової будівлі 4,2 м, крок колон дорівнює 6,5 м. Модуль пружності бетону колон, ригелів будівлі та палей приймався  $E_c=30000 \text{ МПа}$ , коефіцієнт Пуассона бетону 0,2.

З метою виключення відбиття хвиль від меж моделі встановлені демпфери (на лівій, правій та нижній межі – дивись рис. 2. Частоти динамічних впливів прийняти для чотирьох варіантів: 1,4 Гц, 2,4 Гц, 5 Гц та 10 Гц. Амплітуди динамічних навантажень від потягів  $P_0$  приймалися такими, для яких прискорення поверхні ґрунту на відстані 16-20 м від залізничної колії знаходились у діапазоні  $20\text{-}60 \text{ см/с}^2$  (дивись дослідні дані вище у першому розділі).

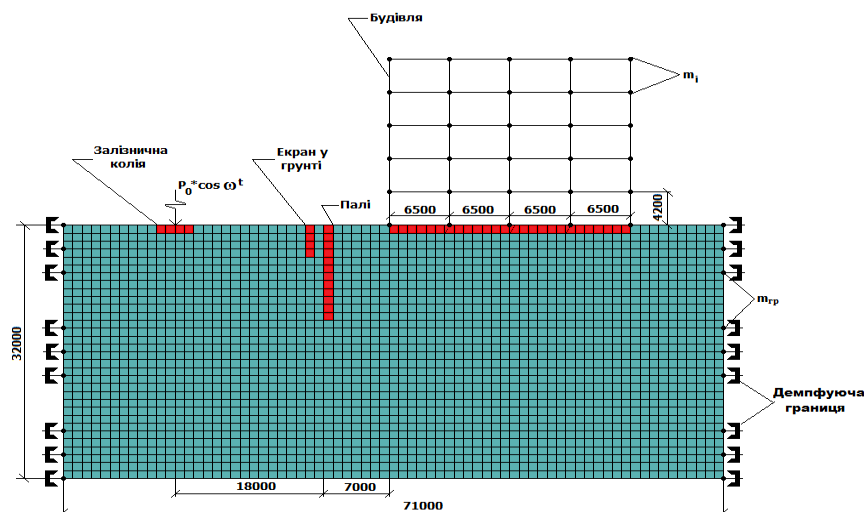


Рисунок 2 – Розрахункова динамічна модель «ґрунт-екран-будівля»

Висновки та рекомендації за результатами розрахунків:

Влаштування екрану у ґрунті (на відстані 5–7 м від фундаменту будівлі паралельно залізничної колії) у вигляді траншеї шириною 0,5 м – 1 м та глибиною 3 м – 4 м, а також стінки у ґрунті (пали довжиною 12 м, які розміщені у шаховому порядку у плані), дозволяє знизити динамічні навантаження на будівлю до двох разів (на один бал).

Траншею рекомендується заповнити демпфуючим матеріалом, наприклад, гумою з автомобільних покришок. Довжина екрану повинна бути прийнята на 10 м більше довжини будівлі.

#### **Список використаних джерел:**

1. Kaliukh I., Kosheleva N., Yakovenko I., Dzhahalov M., Kotlyar M. and Bashkirov G. Monitoring and mathematical modelling of the pit construction impact on the subway tunnels during reconstruction of the Postal Square // 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2021, Volume 2021, p.1 – 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K2064>
2. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12–2014. – [Чинний з 2014-10-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 110 с. – (Національний стандарт України).
3. Колчунов В. И. Сопротивление плосконапряженных стен перекосу при наличии диагональной трещины с привлечением программного комплекса «Лира-Про» / В. И. Колчунов, Н. Г. Марьенков, Т. В. Тугай, И. А. Яковенко // Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2015. – Вип. 1(43). – Т. 1. – С. 178–190.
4. Emelyanov, S., Nemchinov, Y., Kolchunov, V., & Yakovenko, I. (2016). Details of large-panel buildings seismic analysis. Enfoque UTE, 7(2), pp. 120 – 134.

УДК 699.86:693.2

## **РІШЕННЯ СТАЦІОНАРНОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ БУДИНКУ ІНСТРУМЕНТАМИ ПК ЛІРА-САПР**

*Шевчук А.О., магістр*

*Науковий керівник – Фесенко О.А. к.т.н., ст. викл.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Для рішення стаціонарної задачі теплопровідності інструментами ПК ЛІРА-САПР [1, 2] було розроблено скінченно-елементну (СЕ) розрахункову схему зовнішньої стіни будинку. СЕ схема складалася із чотирикутних елементів теплопровідності типу 1509, які моделювали матеріали шарів стіни.

Параметрами жорсткості СЕ стіни були теплофізичні характеристики матеріалів. Значення цих характеристик були прийняті згідно з даними ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» і наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Теплофізичні характеристики матеріалів стіни

Найменування шару	Теплопровідність $\lambda_0$ , Вт/(м·К)	Питома теплоємність $c_0$ , Дж/(кг·К)	Густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>
Штукатурний	0,58	840	1800
Керамічна цегла	0,56	880	1800
Мінеральна вата	0,04	840	200
Облицювальна цегла	0,56	880	1800

Температура повітря задана як навантаження на внутрішній та зовнішній поверхнях стін і становить +20°C і -15°C відповідно.

Внутрішня і зовнішня поверхні стіни змодельовані стрижневими СЕ конвективного теплообміну типу 1555 із коефіцієнтами тепловіддачі  $\alpha_{в} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) і  $\alpha_{з} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) відповідно.

Скінченно-елементна модель стіни і результати розрахунку у вигляді ізополів розподілу температури по товщині стіни представлені на рис. 1.

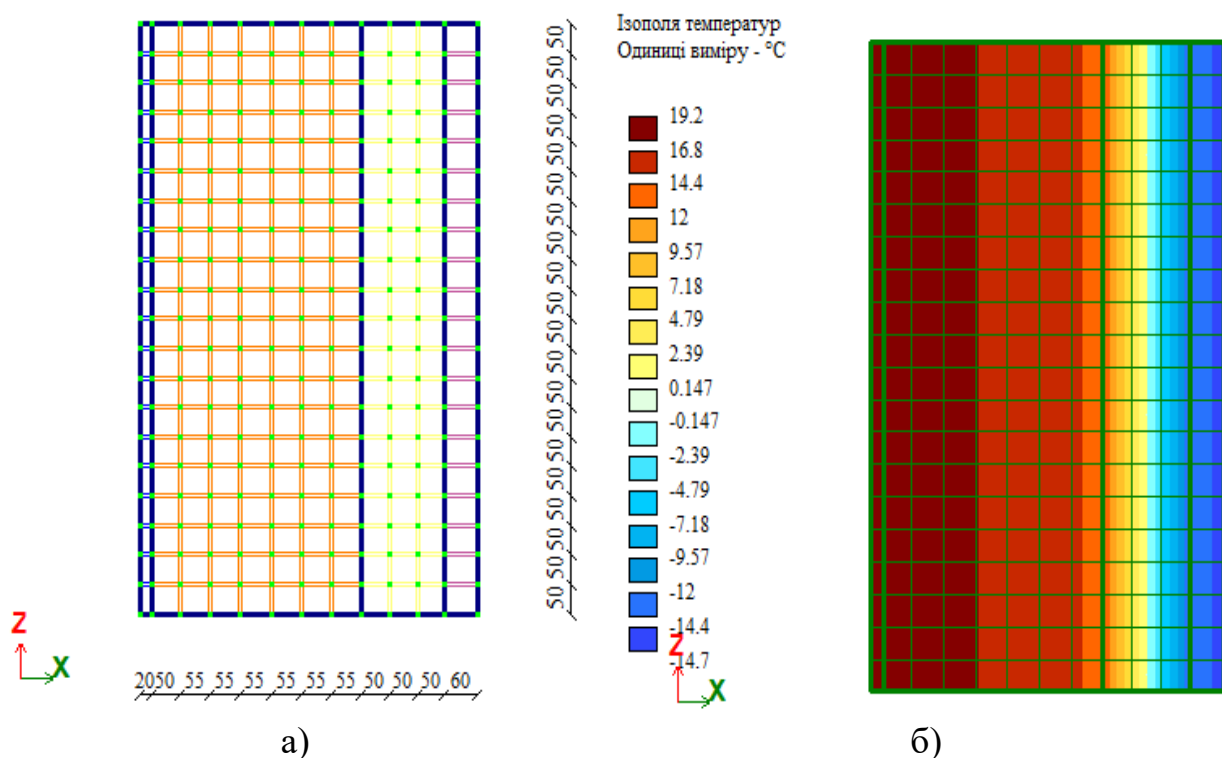


Рисунок 1 – Розрахункова схема стіни: а) СЕ модель; б) ізополі розподілу температури

### Список використаних джерел:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проектування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.
2. Дмитренко Є. А. Особливості розрахунку міцності нормальних перерізів згинальних залізобетонних конструкцій за методом Вуда в ПК «ЛІРА САПР» / Є. А. Дмитренко, Ю. В. Гензерський, І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін // Український журнал будівництва та архітектури : науково-практичний журнал. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2021. – № 5 (005). – С. 41–49.
3. Dmytrenko Ye. A., Genzerskiy Yu. V., Yakovenko I.A., Bakulin Ye. A. Strength Calculation of Normal Cross-Sections of Reinforced Concrete Structures at Flat Bending by the Wood-Armer Method in SP "LIRA SAPR". In: Awrejcewicz J., Danishevskyy Vl., Markert B., Novomlynets O., Savytskyi M., Tereshchuk O., Unčík St. (eds) XIX International Scientific and Practical Conference «*Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture*». AIP Conference Proceedings. 2678, 020006. – 2023. – Issue 1. – 9 p. <https://doi.org/10.1063/5.0118680>

УДК 699.86:693.2

## КАРКАСНО ТЕНТОВІ СПОРУДИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПAVІЛЬЙОНІВ

*Принципал О.Є., студент*

*Науковий керівник – Бакуліна В.М., ст. викл.*

### *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Будівництво тимчасових будівель та інженерних споруд агропромислового комплексу вимагає проведення цілого комплексу інженерно-вишукувальних заходів [1].

Каркасно-тентові споруди (КТС) – це легкі тимчасові будівлі, які складаються з металевого каркасу та полімерного покриття (тенту).

Класифікація КТС може залежати від різних факторів, таких як їх розмір, призначення, тип каркасу та інші характеристики.

Аграрні тентові споруди використовуються для зберігання та захисту рослинних та тваринних культур. Їх можна знайти на фермерських господарствах, птахофермах, теплицях та інших сільськогосподарських об'єктах.

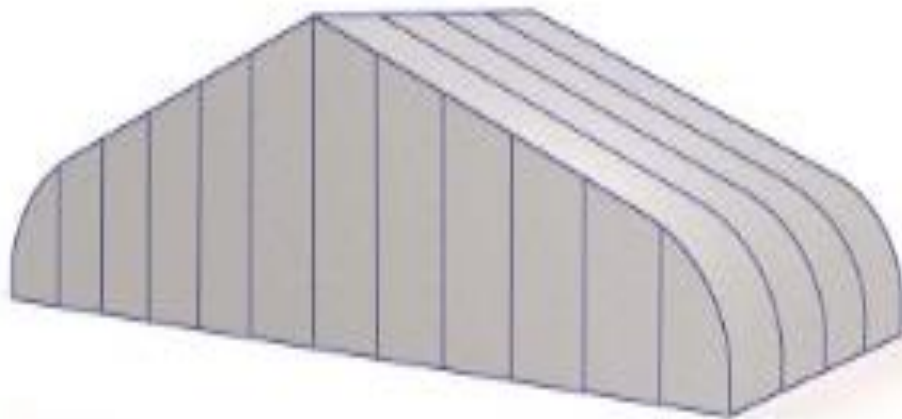


Рисунок 1 – Сільськогосподарський павільйони типу DELTA II CES:  
ширина 35 – 60 м, висота гребня до 20 м, крок опор 5 м

Каркасно-тентові споруди зазвичай збирають на металевих фундаментах або на землі, якщо поверхня досить рівна та міцна. Фундамент має забезпечувати необхідну стабільність і міцність споруди.

Каркасно-тентові споруди - це споруди, які складаються з каркаса з металевих профілів і тентової обшивки з полімерних матеріалів, таких як ПВХ або поліестер.

Каркасні конструкції зазвичай виготовляють із профілів зі сталі або алюмінію, які з'єднуються між собою за допомогою спеціальних кріплень.

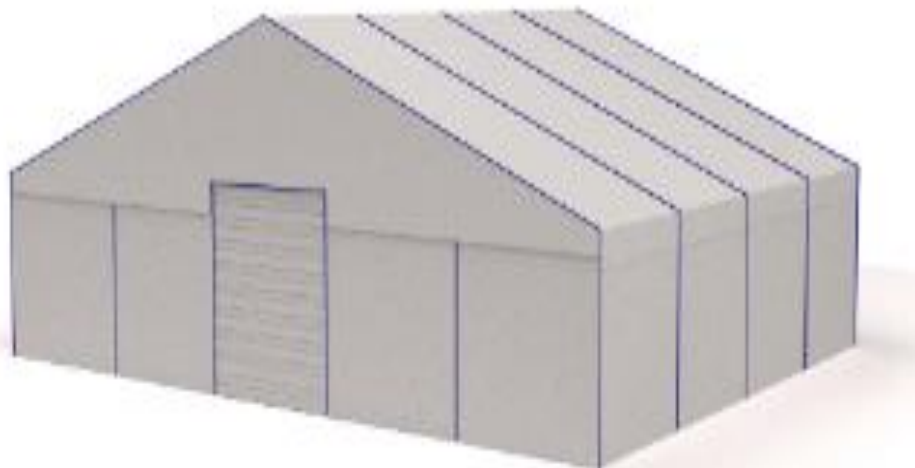


Рисунок 2 – Сільськогосподарський павільйони типу GAMMA 1/1 +  
ширина прогону 15 – 25 м, висота бічної стіни до 6 м, крок опор 5 м

Каркас може бути різної форми та розміру, залежно від призначення споруди.

Тентова обшивка виготовляється з міцних і стійких до атмосферних впливів матеріалів, таких як ПВХ або поліестер. Ці матеріали мають високу міцність, що дає змогу зберігати форму споруди та захищати її від негоди й ультрафіолетових променів.

Збирання та розбирання каркасно-тентових споруд може бути здійснене досить швидко і просто, завдяки відсутності необхідності в складних кріпленнях і конструкціях. Це робить їх ідеальним варіантом для тимчасових споруд, таких як виставки, фестивалі, будівельні майданчики, склади та інші подібні заходи.

***Переваги:***

- швидкість монтажу та демонтажу;
- низька вага та висока міцність;
- гнучкість у використанні та розмірах;
- вартість.

***Недоліки:***

- міцність конструкції не така як традиційні будівлі;
- складність в підготовці майданчика, це може бути складно на м'якому або нерівному ґрунті.

**Список використаних джерел:**

1. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
2. Kaliukh I., Kosheleva N., Yakovenko I., Dzhahalov M., Kotlyar M. and Bashkirov G. Monitoring and mathematical modelling of the pit construction impact on the subway tunnels during reconstruction of the Postal Square // 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2021, Volume 2021, p.1 – 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K2064>
3. Гольшев А. Б. Сопротивление железобетонных конструкций, зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях: монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко. – К.: «Талком», 2015. – 371 с.

## БУРОВІ РОБОТИ В БУДІВНИЦТВІ

*Біляченко Я.М., студентка*

*Науковий керівник – Бакулін Є.А., к.т.н., доц.*

### *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Початок роботи перед будівництвом завжди включає в себе підготовку земельної ділянки [1]. Без бурових робіт у процесі будівництва ніяк, адже закріплення фундаменту, прокладання підземних комунікацій, зміцнення опору огороження, проведення інженерних геологічних досліджень [2], влаштування буронабивних паль, штучного закріплення ґрунтів, розвідування покладів корисних копалин та інше без процесу зміни ландшафту не обійтись.

Буріння – це комплекс дій задля утворення в ґрунті циліндричних каналів-свердловин різних діаметрів та довжини (глибини), рис. 1.

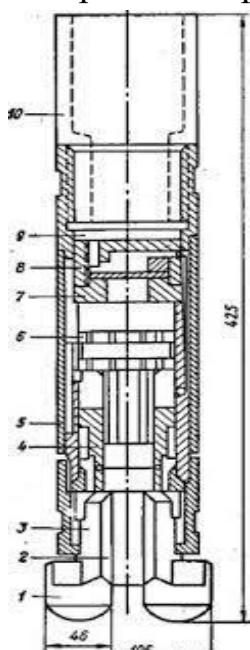


Рисунок 1 – Пневмоударник М-1700:

- 1 – бурова коронка;
- 2 – канал;
- 3 – тримач;
- 4 – букса;
- 5 – циліндр;
- 6 – поршень;
- 7 – стакан;
- 8 – золотник;
- 9 – розподільник повітря;
- 10 – штанга

Вироблення діаметром до 75 мм і глибиною до 5 м називають шпунти, діаметром більше 75 мм і глибше 5 м – свердловиною.

Процес буріння свердловин складається з **трьох операцій**:

1. Руйнування породи-відділення частинок породи (ґрунту) від масиву;
2. Переміщення зруйнованої породи на поверхню;
3. Кріплення стінок пробуреної свердловини від обвалення.

Буріння може бути:

*Ударно-обертальне буріння* застосовують для буріння свердловин діаметром 100 ... 200 мм, глибиною до 30 м у важкобуримих породах. Недолік способу — мала стійкість бурових колонок та велике мулоутворення.

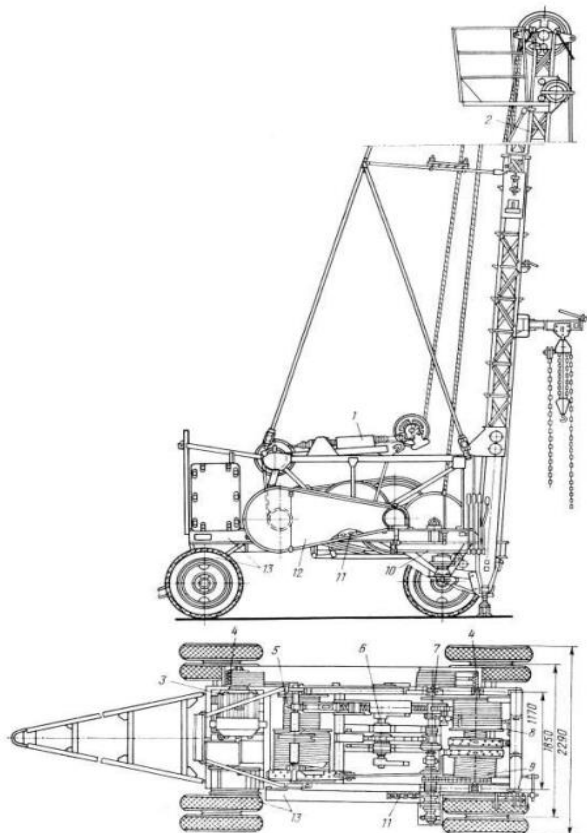


Рисунок 2 – Схема ударної установки УГБ-ЗУК:

- 1 – балансирна рама;
- 2 – щогла;
- 3 – електродвигун;
- 4 – клинопасова передача;
- 5 – інструментальна лебідка;
- 6 – вал ударного механізму;
- 7 – головний вал;
- 8 – желонковий барабан;
- 9 – талевий барабан;
- 10 – пульт керування;
- 11 – ланцюгова передача;
- 12 – огороження;
- 13 – колісний візок

*Ударне буріння* – руйнування породи відбувається під дією ударів падаючого на забій (поверхня масиву корисних копалин) бурового снаряда або ударів по снаряду, що стоїть на забої. Використовується в основному в м'яких і пухких відкладеннях з уламковими включеннями, а також скельних породах до глибини 100 і більше метрів. Руйнування порід носить характер дроблення, роздавлювання і розпушування.

*Обертальне буріння* (вертикальне, горизонтальне, похиле) – спосіб спорудження свердловин при якому буровий інструмент (бурове долото, коронка), руйнує породу при обертанні на забої. Залежно від типу інструменту забій може бути суцільним і кільцевим.

Таке буріння визначається високою продуктивністю (в 3..5 разів перевищує продуктивність ударного буріння), порівняно низькою вартістю бурових робіт.

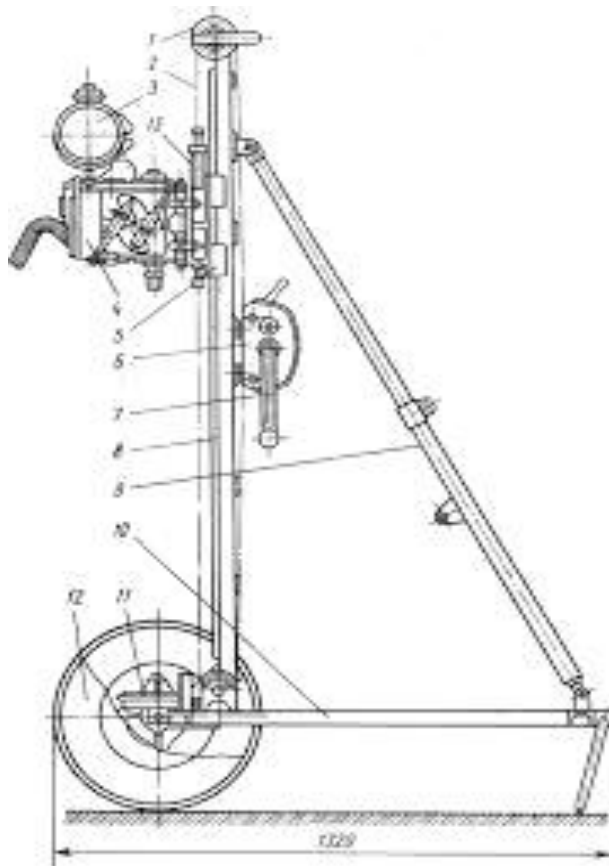


Рисунок 3 – Схема обертової установки УКБ-12/25

Перед початком робіт рішення приймається в залежності від типу ґрунтів [2], місця розташування будівельного майданчика та наявності існуючого обладнання. Наведені схеми бурильних устаткувань можливо застосовувати як при ліквідації наслідків аварій будівель [3], так і при виконанні відновлювальних робіт та заходів щодо посилення відповідальних конструкцій будівель та інженерних споруд [4].

#### Список використаних джерел:

1. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
2. Гольшев А. Б. Сопротивление железобетонных конструкций, зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях: монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко. – К. : «Талком», 2015. – 371 с.
3. Бакулін Є.А. Наслідки руйнування та надання комплексної оцінки можливості подальшої експлуатації будівлі корівника у смт. Немішаєво / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко // Збірник тез доповідей XXI Міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку

технічних та біоенергетичних систем природокористування конструювання та дизайн» (25–26 березня 2021 р.), – К. : НУБіП України, 2021. – С. 67–69.

4. Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей ХІХ міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.

УДК 624.072.2+539.37

## **ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА РЕМОНТУ БУДІВЕЛЬ**

*Галаєв А.О., студент*

*Науковий керівник – Бакуліна В.М., ст. викл.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

З кожним роком конкуренція на ринку праці збільшується і перемогти може тільки та компанія яка використовує нові технології та технічні засоби, що покращують якість виконаних робіт та зменшують час на їх виконання.

Так з'явилась організація “Profinstrument UA” яка на ринку України з 2012 року, протягом цього часу вони:

- вдосконалювали свої навички;
- обирали виробників, які максимально якісно та швидко підлаштовуються під темпи розвитку в будівельній індустрії;
- вносили зміни у виробництво обладнання, для його покращення, та модифікації;
- безперервно збільшували асортимент товарів та комплектуючих;
- зайнялись технічним обслуговуванням та навчанням.

Це робилось з метою впровадження нових стандартів у виконанні ремонтних робіт. Для досягнення таких цілей компанія пропонує:

фарбувальне обладнання:



Рисунок 1 – Фарбувальний безповітряний апарат Profinstrument X6



Рисунок 2 – Гідропоршневий фарбувальний апарат Profinstrument W970E обладнання для порошкового фарбування:



Рисунок 3 – Трибостатичний пістолет для порошкової фарби PRO20

- штукатурні та шпаклювальні станції:



Рисунок 4 – Штукатурна станція Profinstrument G-6 (25л/хв, 2800 Вт)

- тепловізори/ тепловізійний контроль;



Рисунок 5 – Тепловізор монокуляр WALCOM HT-A4 (лінза 35 мм)

- обладнання для прочистки та інспекції труб та каналізації



Рисунок 6 – Машина для прочищення каналізації Profinstrument PM-100 (390 Вт, 32-110 мм)

Українські підприємства на ринку праці додають робочі місця, знижують вартість будівництва та їх терміни як при будівництві так і в технічній експлуатації.

УДК 691 (075.3)

## **ПЛИТИ ДЛЯ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ ПРИ СИСТЕМІ ВОДЯНОГО ПІДГРІВУ БУДІВЕЛЬ**

*Дроздовський М.М., студент*

*Науковий керівник – Бакулін Є.А., к.т.н., доц.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

З кожним роком більше вимог до будівельної галузі. З'являються нові матеріали та нові технології що спонукає будівельників переглядати проектні рішення та впроваджувати нові екологічні та технологічні рішення як при зведенні будівель так і при їх оздобленні.

Так з'явилась потреба в застосуванні плит для теплої підлоги як одне з таких рішень. Плити призначені для зручного монтажу водяних теплих підлог. Теплонесуча труба укладається між напрямних бобишок, які щільно фіксують трубу. Конструкція плити і властивість пластичності пінополістиролу дозволяє застосовувати труби різних діаметрів. Лінійка, нанесена на поверхні плити, дозволяє легко укласти трубу на потрібній відстані з кроком 50мм відповідно до тепло розрахунків. Між собою плити з'єднуються за допомогою замків, розташованих по периметру плити, утворюючи єдину поверхню для укладання труб. Зворотний бік плити виконана з рельєфом лабіринту, який служить додатковим звуковим бар'єром.

Існує декілька видів плит для підлоги з різних матеріалів.

Характеристика плити для теплої підлоги з водяною системою обігріву з ламінацією:

- виготовлені з полістиролу високої щільності ПСБ-С-35 (35 кг / м<sup>3</sup>);
- мають найкращі теплоізоляційними властивостями, не більше 0,037 Вт / мК;
- служать додатковою шумоізоляцією;
- дозволяють дуже точно і швидко закріпити труби діаметра 18мм і 16мм без використання додаткових кріплень;

- застосування плит дозволяє істотно заощадити на бетоні;
- верхня частина армована плівкою, що виключає протікання бетону через міжповерхове перекриття в процесі заливки стяжки;
- плита забезпечена замком системи «паз-гребінь», що забезпечує точну стиковку;
- на нижній площині нанесена лінійка і розмітка з кроком 50мм, що забезпечує точність прирізки плит при укладанні;

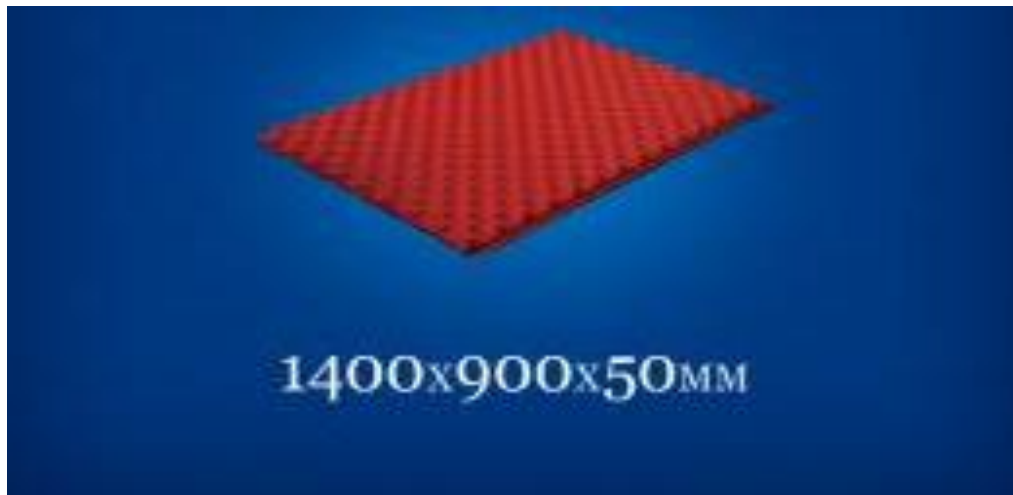


Рисунок 1 – Плита для теплої підлоги з водяною системою обігріву з ламінацією площею 1,26 м<sup>2</sup>

Характеристика плити для теплої підлоги з водяною системою обігріву без ламінації:

- виготовлені з полістиролу високої щільності ПСБ-С-35 ТУ (20 кг / м<sup>3</sup>);
- мають найкращі теплоізоляційними властивостями, не більше 0,037 Вт / мК;
- служать додатковою шумоізоляцією;
- дозволяють дуже точно і швидко закріпити труби діаметра 18мм і 16мм без використання додаткових кріплень;
- застосування плит дозволяє істотно заощадити на бетоні;
- плита забезпечена замком системи «паз-гребінь», що забезпечує точну стиковку;
- на нижній площині нанесена лінійка і розмітка з кроком 50мм, що забезпечує точність прирізки плит при укладанні.

Плита має розміри 1400 x 900 x 50 мм і площу 1,26 м<sup>2</sup>.

В залежності від виду підлоги можна використати ту чи іншу плиту.

## АЛЬТЕРНАТИВНЕ ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ

*Юрчик А.В., студентка*

*Науковий керівник – Бакуліна В.М., ст. викл.*

### *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Опалювальня громадських об'єктів існуючою системою у платіжках займають левову частину. Електричні установки що нагрівають приміщення є іншими варіантами енергозабезпечення. Якщо розглядати можливість переходу на бюджетні джерела опалення приміщень, існують проблеми у дотриманні заходів безпеки у випадку з газовими системами. Опалення без труб, за допомогою нагрівальних панелей, інфрачервоних чи масляних обігрівачів — оптимальний спосіб вирішення такої проблеми.



Рисунок 1 – Керамічна панель

Керамічна панель має подвійний принцип дії кераміко-вуглецевих панелей нагрівання:

- 1) інфрачервоний прогрів - 80%.
- 2) конвекційний - 20%.

Довжина хвилі становить від 8-10 мкм, як людська. Тільки кераміка та вуглець має таку довжину хвилі.

**Переваги:** легкий монтаж; не сушить повітря; не містить полімерів та хімічних добавок; гарантійний термін 10 років; термін експлуатації 40 років; безшумна робота; великий вибір дизайну; прилад не чутливий до перепадів напруги до 380 вольт; приміщення прогрівається повністю і рівномірно, теплими стають стіни, стеля та підлога.

**Недоліки:** висока вартість; прогріваються тільки конкретні ділянки – щоб домогтися стабільної бажаної температури в приміщенні, знадобиться досить багато часу.



Рисунок 2 – Масляний обігрівач

***Принцип дії масляних обігрівачів:***

- Нагріте масло циркулює всередині герметичного металевого корпусу радіатора, який природним способом або за допомогою примусового вентилятора віддає тепло в приміщення.

**Переваги:**

- доступна ціна;
- мобільність: завдяки коліщаткам його зручно переміщати;
- відсутність ефекту спалювання кисню, пилу;
- простота використання, зокрема, наявність термостата для чіткого контролю температури;
- захист від перегріву при досягненні певного рівня температури;
- безшумність роботи;
- тепло довго зберігається після вимкнення;
- невибагливість у догляді та обслуговуванні.

**Недоліки:**

- досить повільне нагрівання;
- габаритність;
- середній показник ККД;
- ризик термічного опіку: корпус нагрівається швидко і до високої температури;
- невеликий термін служби – від 5 до 7 років.

**Принцип дії інфрачервоних обігрівачів:**

- Обладнання активно використовується як для обігріву приміщення, так і конкретних ділянок, предметів, людей. На необхідну

зону направляються світлові хвилі в інфрачервоному діапазоні, після чого відбувається поширення теплих потоків далі по кімнаті. Завдяки спеціальному відбивачу (рефлектору) промені поширюються на певну відстань.

#### **Переваги:**

- простота установки і підключення;
- використовується для зонального прогріву;
- можна використовувати як у закритому, так і на відкритому просторі;
- невеликі розміри;
- різноманітність монтажу – на стіну, стелю, підлогу;
- тривалий експлуатаційний період;
- є можливість підключення до терморегулятора, що дозволяє підтримувати температуру на належному рівні і економити електроенергію;
- безшумна робота;
- швидке нагрівання приміщення;
- екологічність: відсутні шкідливі викиди.

#### **Недоліки:**

- не можна використовувати в приміщеннях зі стелями нижче 2,5 м;
- досить висока ціна;
- рекомендується застосовувати тільки при особистій присутності в приміщенні (низький рівень пожежної безпеки);
- є ризик отримання опіку при контакті з приладом – у разі недотримання безпечної відстані, передбаченого виробником;
- тривале перебування під ІЧ-променями позначається на самопочутті людини.



Рисунок 3 – Інфрачервоний обігрівач

**Висновки:** Були виконані попередні розрахунки на установку та експлуатаційні витрати між електричними обігрівачами та керамічними панелями, які можна використовувати для обігріву будинку. Вони всі працюють, але нагрівають та споживають по-різному. Для обігріву невеликих приміщень найкраще підходить кераміко-вуглецева нагрівальна панель. Вона ефективна, доступна, безшумна, екологічна і абсолютно безпечна. У разі використання кераміко-вуглецевих панелей для опалення площа нагріву приміщення збільшується, а споживання електрики скорочується.

УДК 514.18

## ВІДОБРАЖЕННЯ ЛІТЕР І СЛІВ НА ПЛОСКІ ІЗОМЕТРИЧНІ СІТКИ

*Бастило В.С., Безух Д.Я., студенти  
Науковий керівник – Кременець Я.С., к.т.н., асист.*

### *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ізометричні сітки, подібно до декартової, утворюються двома сім'ями взаємно перпендикулярних координатних ліній. На відміну від декартової системи ці сім'ї або принаймні одна сім'я ліній є кривими. Координатна сітка декартової системи теж є ізометричною, у якій обидві сім'ї координатних ліній є прямими. Характерною ознакою таких ліній є те, що окрема чарунка подібна до квадрата, а у декартової системи є квадратом. Ця обставина дозволяє порівняно легко переносити певну криву із однієї сітки на іншу. На рис. 1 показано, як слова відображаються із декартової на полярну і параболічну ізометричні сітки, а на рис. 2 – на еліптичну.

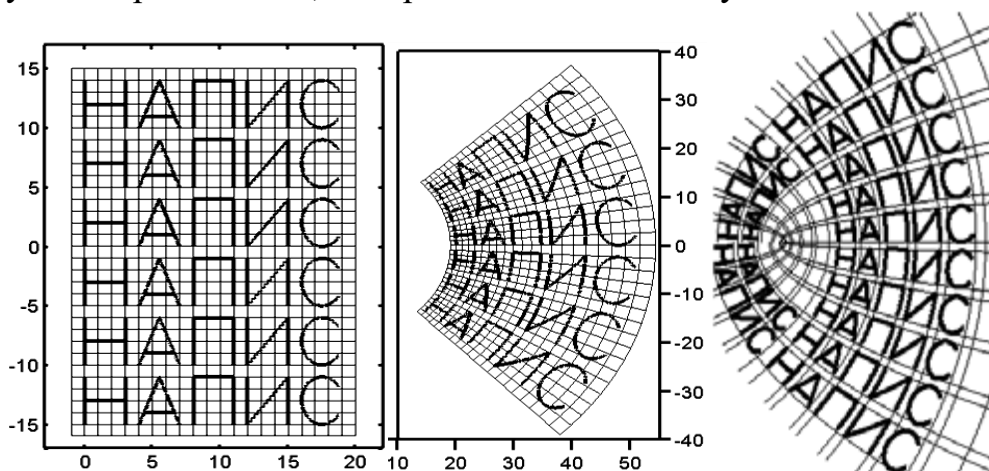


Рисунок 1 – Відображення слів на декартову, полярну і параболічну ізометричні сітки

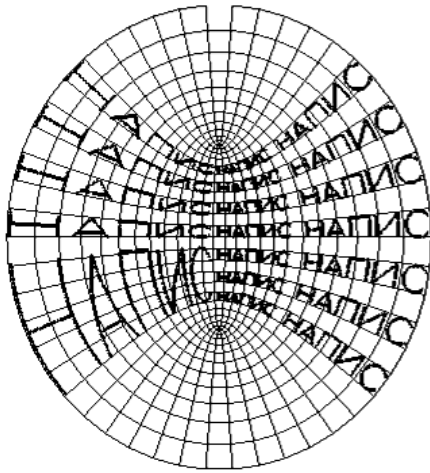


Рисунок 2 – Відображення слів на еліптичну ізометричну сітку

УДК 623.132.3

## **ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АЛМАЗНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*Піонківський В., студент*

*Наукові керівники – Балака М.М., к.т.н., доц.; Тетерятник О.А., асист.*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

Науково-дослідна робота студентів - це творчий процес, що вимагає творчого мислення, глибокого проникнення в сутність фактів і явищ із використанням законів мислення. Залучення студентів до науково-дослідної роботи значною мірою впливають на підготовку майбутніх фахівців, особливо в теперішні, складні для України часи.

На кафедрі будівельних машин ім. Ю.О. Ветрова Київського національного університету будівництва і архітектури питанню залучення студентів до розробки наукових рішень та ідей приділялася велика увага. Представлені далі наукові розробки виконані із залученням студентів та їхньою безпосередньою участю у синтезі нових ідей. Результатами проведеної роботи є патенти України на корисну модель за всіма представленими розробками.

Високошвидкісне прикладання навантаження на робоче середовище створює умови ударновібраційного процесу руйнування матеріалів. При цьому напружено-деформований стан середовища має коливально-хвильовий

характер зі складним розподіленням напружень, що в кожному осередку ґрунту змінюються у часі за велечиною і напрямком. Такий напружено-деформований стан відповідає і робочим процесам високошвидкісних алмазних різальних робочих органів. Внаслідок хаотичного розташування алмазних зерен на робочій поверхні інструмента в корисній роботі різання приймає участь порівняно незначний відсоток від їх загальної кількості. Значно підвищити кількість працюючих алмазних зерен можна за рахунок програмованого розташування зерен в алмазоносному шарі, а також за рахунок просторового розподілення навантаження на різальні елементи робочого органа.

За технічного рішення (рис. 1, *a*) алмазний різальний елемент містить підкладку 1, яку прикріплено до робочого шару 2. Робочий шар, в свою чергу, складається з елементної зв'язки 3 і розташованих в ній циліндричних стрижнів 4, які являють собою низку одиничних алмазних зерен 5, що скріплені робочою зв'язкою 6. Довжина стрижнів дорівнює висоті робочого шару різального елемента. Стрижні мають діаметр, який дорівнює максимальному значенню зернистості алмазних зерен.

Завдяки програмованому розташуванню одиничних алмазних зерен в робочій зв'язці (тобто у визначеному порядку у вигляді стрижнів) відбувається рівномірне розподілення навантаження на кожне алмазне зерно, що бере участь у процесі різання. Це дозволяє, в свою чергу, виключити різання окремими алмазними зернами недопустимо великої товщини стружки і тим самим виключити надмірно високе навантаження на них, що виключає великі виходи алмазних зерен, а це знижує їх витрати і підвищує стійкість алмазного різального елемента. Крім того, внаслідок рівномірного розподілення навантаження на алмазні зерна у кожному стрижні, виключається і згладжування їх різальних кромки внаслідок недостатнього навантаження. Алмазні зерна всіх стрижнів по-перше будуть знаходитись в роботі, а по-друге матимуть сформовані різальні кромки, що значно покращує різальні якості різального сегмента і тим самим знижує енергоємність різання (внаслідок виключення втрат енергії на тертя елементної зв'язки та робочої зв'язки по матеріалу, що розроблюється, при виколюванні алмазних зерен).

Ще однією особливістю цієї конструкції є те, що виконання стрижнів довжиною, яка дорівнює довжині робочого шару різального елемента забезпечує роботу цього елемента до повного зносу робочого шару. Це дозволяє максимально знизити втрати робочої зв'язки і тим самим максимально зменшити її непродуктивний знос. Адаже таке розташування алмазних зерен максимально забезпечує безперервність роботи стрижня в

процесі його роботи, що знижує енергоємність різання, внаслідок забезпечення рівномірного навантаження алмазних зерен всіх стрижнів, а циліндрична форма стрижня і однакова величина його діаметра з найбільшою величиною зернистості алмазних зерен, максимально знижує вміст робочої зв'язки в алмазному сегменті.

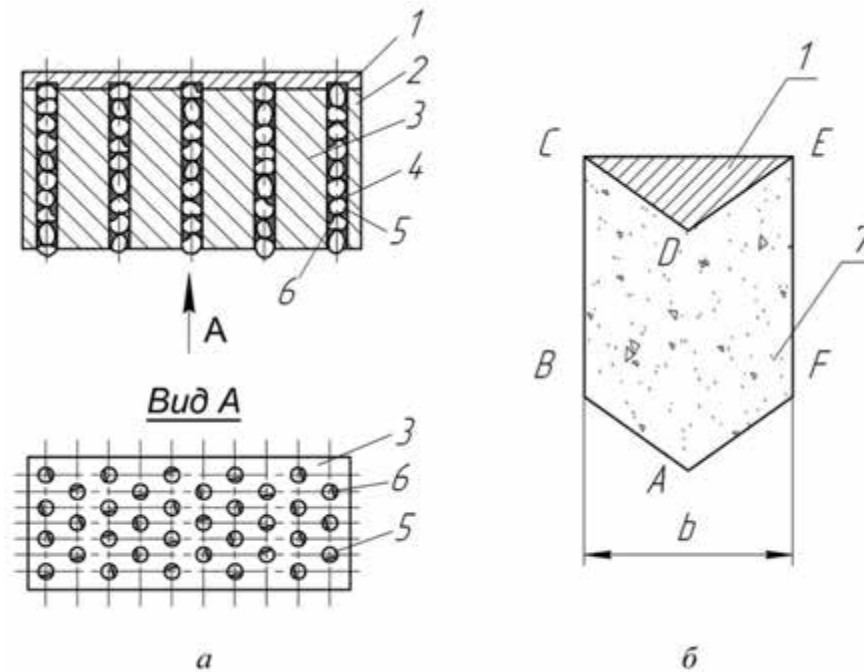


Рисунок 1 – Алмазні різальні елементи: а) з програмованим розташуванням алмазів; б) з просторовим розташуванням алмазних зерен; 1 - підкладка, 2 - робочий шар, 3- елементна зв'язка, 4 - стрижні, 5 - робоча зв'язка, 6- алмазні зерна, 7- алмазоносний шар

Просторове розподілення навантаження на різальні елементи можна отримати за рахунок певної форми алмазного сегмента (див. рис. 1, б). Сегмент складається з підкладки 1 і алмазоносного шару 2. Підкладку виконано у вигляді призми з трикутною основою CDE. Алмазоносний шар виконаний у вигляді двох призм з паралелограмними основами ABCD і ADEF.

В результаті того, що довжина лінії BAF більша за товщину різального елемента, площа контакту різального елемента з розроблювальним матеріалом значно більша ніж у різального елемента з поперечним перерізом у формі прямокутника. Внаслідок цього, при такому формуванні зони різання, момент опору перерізу алмазних зерен більше ніж у прямокутного різального елемента, що зменшує напруження в алмазному зерні і тим самим підвищує його стійкість. Крім того, алмазні зерна розташовані на різній висоті в радіальному напрямку інструмента, що перерозподіляє силу різання з зосередженої на просторову, що додатково зменшує динамічність

навантаження і збільшує курсову стійкість інструмента. Вказані переваги зменшують нетехнологічну вібрацію і шум, зменшують загальну площу поперечного перерізу, а внаслідок цього зменшують енергоємність робочого процесу і знос алмазів.

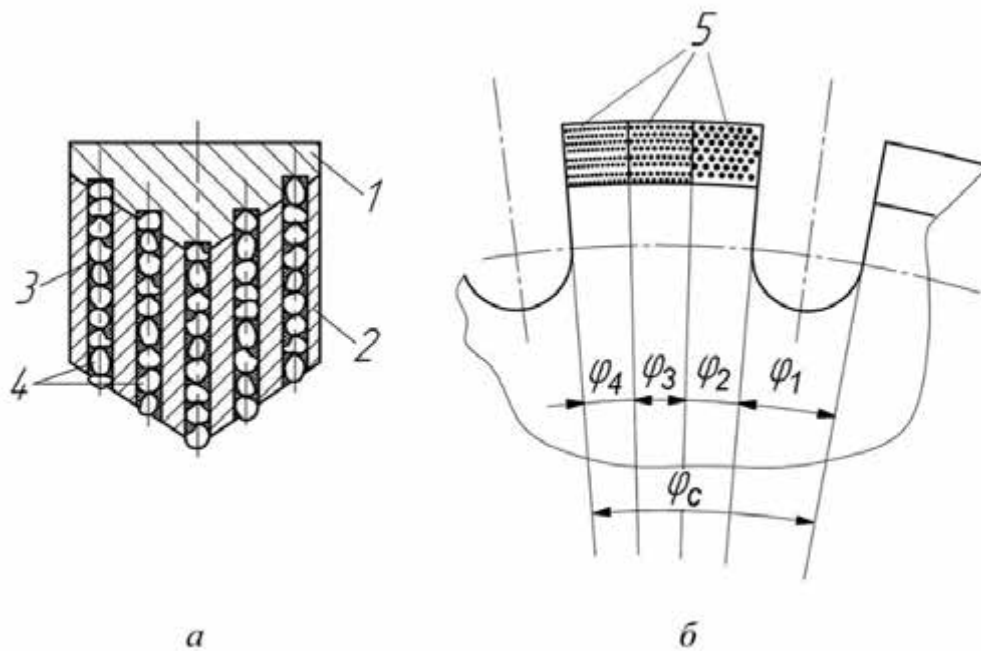


Рисунок 2 – Алмазні різальні елементи: а) з програмовано-просторовим розташуванням алмазних зерен, б) зі змінною зернистістю; 1- підкладка, 2- робоча зв'язка, 3- стрижні, 4- алмазні зерна, 5- елементи зі змінною зернистістю

В робочому процесі алмазного робочого органа (рис. 2, а) найбільшому навантаженню піддаються алмазні зерна в передній частині алмазного сегмента, що знаходяться на границі з радіальним пазом корпусу. В цій частині сегмента виникає ударне навантаження і несприятливі геометричні параметри з найбільшою глибиною різання. При цьому навантаження знижується до тильної частини і, при нераціональній довжині сегмента, зернистості алмазних зерен і відносній концентрації алмазів в тильній частині сегмента різання матеріалу відсутнє, а відбувається непродуктивне тертя сегменту об робоче середовище, викликаючи підвищення енергоємності процесу, зносу зв'язки і алмазних зерен.

Враховуючи нерівномірність навантаження на алмазні зерна по довжині (у коловому напрямку) остаточно можна прийняти конструкцію алмазного сегмента зі змінною зернистістю (рис. 2, б).

Особливістю конструкції є розділення алмазного сегмента на три частини, при цьому зернистість алмазних зерен зменшується від першої до

третьої частини, що відповідає характеру зменшення величини навантаження на сегмент.

УДК 621.74.046

## **БІМЕТАЛЕВИЙ ВИЛИВОК ДЛЯ МОЛОТКІВ ДРОБАРКИ**

*Сьомако В.М., студент*

*Науковий керівник – Похиленко Г.М., ст. викл.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Проблема підвищення зносостійкості матеріалів є одним із актуальних. Спектр складів матеріалів, розроблених на основі існуючих теорій зношування та класифікації видів зношування, надзвичайно великий. Найбільш широке застосування знаходять зносостійкі сплави на основі заліза (чавуни та сталі).

Абразивний знос є основним видом зносу великої групи деталей машин та обладнання, пов'язаних зі здобиччю, переміщенням та переробкою абразивних матеріалів, з транспортуванням та переробкою гідроабразивної пульпи, дробленням вугілля, вихідних матеріалів при виробництві цементу, синтетичного каучуку.

Аналіз роботи деталей в умовах абразивного зношування в корозійному середовищі показує, що матеріали типу вуглецевих сталей, навіть після хіміко-термічної обробки, не мають достатньої абразивної зносостійкості.

Деталі, що працюють в умовах абразивного зношування, в основному виготовляють з білих зносостійких чавунів, які, однак, мають низьку ударну в'язкість.

Оптимальне співвідношення абразивної зносостійкості та ударної в'язкості спостерігається в біметалічних вилках, робочий шар яких виготовляється з білих чавунів, а основа – зі сталі.

Молоток дробарки, виконаний переважно у вигляді пластини з отворами для його кріплення і оснащений стійкими проти спрацювання робочими елементами, що розташовані по куткам пластини з двох сторін плоскої її поверхні, причому указані елементи мають форму конусів, осі яких перпендикулярні боковій поверхні пластини, а вершини протилежних,

конусних стійких проти спрацювання елементів направлено зустрічне, а основи виступають над поверхнею пластини.

Розташування стійких проти спрацювання елементів по куткам пластини з двох сторін плоскої П - пластини забезпечує надійну роботу молотка и його довговічність.

Виконання стійких проти спрацювання елементів у вигляді конусів, вершини яких направлено зустрічно, а основи виступають над поверхнею пластини утворює на робочій частині молотка форму виступаючого зуба, а між вершинами конусів стійких проти спрацювання елементів, утворюється розширення V-образної форми за рахунок спрацювання менш твердих частин молотка, чим різко підвищується якість подрібнювання і збільшується продуктивність дробарки.

УДК 621.432.3

## **ВПЛИВ ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУНОГО МЕХАНІЗМУ НА ЗНОС ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВЗ**

*Спис В.О., магістр*

*Науковий керівник – Сиволапов В.А., ст. викл.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Найважливіший показник надійності двигуна – довговічність [1, 3]. Вона значною мірою визначається зносостійкістю деталей циліндропоршневої групи.

На знос деталей циліндро-поршневої групи істотно впливає взаємне розташування деталей кривошипно-шатунного механізму.

Непаралельність осей шатунних шийок щодо корінних, неперпендикулярність осей циліндра до осі колінчастого вала, неточність взаємного розташування осей верхньої та нижньої головок шатуна приводять до перекосу поршня в циліндрі, що погіршує припрацювання поршнів, кілець, шатунних та корінних вкладишів колінчастого валу. Перекос погіршує контакт кілець з циліндром, викликає підвищену витрату оливи на угар, швидке його старіння та засмічування продуктами згоряння палива [2].

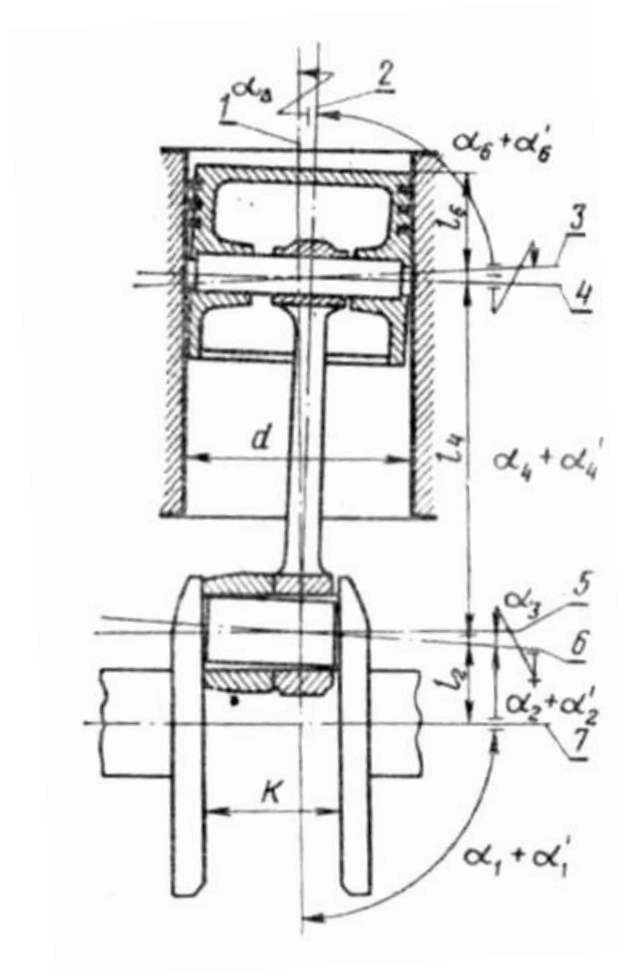


Рисунок 1 – Розмірний ланцюг кривошипно-шатунного механізму двигуна

На рис. 1. показано схему розмірного ланцюга, що визначає перекіс поршня в циліндрі. Рівняння розмірного ланцюга має вигляд :

$$\alpha_{\Delta} = \alpha_1 + \alpha_1' + \alpha_2 \frac{l_4 + l_6}{k} + \alpha_2' \frac{l_4 + l_6}{k} - \alpha_3 + \alpha_4 \frac{l_4 + l_6}{l_1} + \alpha_4' \frac{l_4 + l_6}{l_1} - \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_6' \quad (1)$$

де  $\alpha_1$  - неперпендікулярність осі циліндра до осі колінчастого валу на довжині  $l = l_4 + l_6$ ;  $\alpha_2$  - непаралельність осей шатуних шийок до осі колінчастого валу;  $\alpha_3$  - зазор між поршневим пальцем і втулкою верхньої головки шатуна;  $\alpha_4$  - непаралельність осей верхньої і нижньої головок шатуна;  $\alpha_5$  - зазор у спряженні шатуна шийка - вкладиш;  $\alpha_6$  - неперпендикулярність осі отвору в бобишках поршня до осі поршня;  $\alpha_1'$  - неперпендикулярність осі циліндра до осі колінчастого валу на довжині  $l_4 + l_6$  із-за релаксації ливарних залишкових напруг блоку;  $\alpha_2'$  - непаралельність осей шатуних шийок до осі колінчастого валу через релаксації залишкових

напруг правки валу;  $\alpha'_4$  - непаралельність – осі верхньої і нижньої головок шатуна від релаксації залишкових напружень правки шатуна;  $\alpha'_6$  - непаралельність осі отворів у бобишках поршня до осі поршня від релаксації ливарних залишкових напружень.

Перегрупувавши члени, включені в рівняння розмірного ланцюга, перепишемо його у вигляді

$$\alpha_{\Delta} = (\alpha_1 + \alpha'_1 + \alpha_2 \frac{l_4 + l_6}{k} + \alpha'_2 \frac{l_4 + l_6}{k} + \alpha_4 \frac{l_4 + l_6}{l_1} + \alpha'_4 \frac{l_4 + l_6}{l_1} + \alpha_6 + \alpha'_6) - (\alpha_{3+} + \alpha_5) \quad (2)$$

У випадку, якщо  $\alpha_{\Delta} = 0$ , перекіс поршня компенсується величинами зазорів в сполученні поршневого пальця з верхньою головкою шатуна ( $\alpha_3$ ) і шатунної шийки з вкладишем ( $\alpha_5$ ).

Якщо  $\alpha_{\Delta} > 0$ , то перекіс не компенсується зазором в названих з'єднаннях, що викликає пружну деформацію окремих ланок розмірного ланцюга і появу кромочних напружень на юбці поршня, так як фактичний перекіс поршня не може бути більше радіального зазору в з'єднанні поршень-циліндр при робочій температурі цих деталей.

Зазор між поршнем і гільзою при робочій температурі деталей визначається початковим зазором, конфігурацією утворюючої поршня, а також величинами і характером деформацій деталей в експлуатації.

#### Список літературних джерел:

1. Ремонт дизельних двигунів. Довідник /Л.С. Єрмолов, О.А. Науменко, О.І. Сідашенко, І.Г. Шержуков; За ред. Л.С. Єрмолова. - К.: Урожай, 1991. 248с.
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. 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.

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ РОЗКИДАЧІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

*Біленко Р.А., студент*

*Науковий керівник – Кравченко В.В., к.т.н., доц.*

*Уманський національний університет садівництва*

При оцінці розкидача необхідно враховувати різні деталі, які нагадують про себе вже на етапі приєднання розкидача до трактора: карданний вал, гідравлічні шланги і електрокабеля. На одних розкидачах карданний вал відсутній (наприклад Amazone ZA-TS Profis Hydro Ultra), а на інших навпаки привід робочих органів тільки від карданного валу (наприклад Vögballe M35W Plus), а гідравлічні шланги відсутні. Габаритні розміри, вага самого розкидача та його вантажність також відіграють велику роль особливо при виборі трактора для агрегування. На точність дозування добрив також впливає якість дозувального обладнання, яке на сучасних розкидачах покладається на показники вагових датчиків, їх калібрування та відповідне програмне забезпечення. При цьому датчики можуть покладатися не лише на датчики вагового механізму, а також на різницю тиску оливи в приводі дисків (наприклад Rauch Axis 30.1).

На зручність роботи з навісними розкидачами мінеральних добрив також впливає наявність та конструкція транспортних роликів, гальм, наявність та конструкція драбини, конструкція завантажувальних просівних решіток, висота завантаження бункера, наявність тенту та його привід. Для розвантажування залишків або для очищення бункера, пропонуються наступні варіанти: отвори в розкидальних дисках, демонтаж дисків, демонтаж вставок з дисків, наявність спеціального клапану з жолобом для великої кількості залишків (наприклад Kverneland Exacta-TL GEOSpread).

Налаштування до роботи в основному відбувається з допомогою терміналів, куди внесені дані щодо норми внесення відповідно до випробувань зроблених виробниками, де також повинно бути враховано норми внесення на краях поля та у зонах розвороту. Виробники можуть постачати розкидачі з власними терміналами, також за наявної сумісності розкидача і трактора, можна керувати налаштуваннями розкидача з допомогою терміналу ISOBUS трактора.

На якість внесення добрив також впливає привід, конструкція та режими роботи ворушилок добрив та механізмів розкидання. Це і форма

розкидальних дисків та їх лопаток, кількість лопаток. Розкидальні диски можуть бути увігнуті, плоскі, кількість лопаток може варіювати з двох лопаток до восьми лопаток, які можуть по різному кидати добриво: назад, в сторону, горизонтально. Спосіб подачі добрив на диск та синхронність обертання дводискових розкидачів також визначають якість роботи розкидача. На точність регулювань швидкості обертання дисків впливає привід дисків - електричний, гідравлічний чи механічний.

На сьогодні розкидачі добрив мають багато технічних рішень для покращення і полегшення роботи з ними, це і інтегровані вагові пристрої, і керована з допомогою GPS зміна ширини захвату і норми внесення добрив та багато інших опцій. Проте, вирішальним критерієм при виборі розкидача мінеральних добрив залишається якість розкидання [5].

#### **Список використаних джерел:**

1. <https://et.amazone.de/files/pdf/MG4942.pdf> (дата звернення: 10.04.2023).
2. <https://www.bogballe.com/fertiliser-spreaders/models/m35w-plus/specifications/> (дата звернення: 10.04.2023).
3. <https://rauch.de/fileadmin/downloads/betriebsanleitungen/AXIS/5900681-d-ru-0413.pdf> (дата звернення: 10.04.2023).
4. <https://uk.kverneland.com/Kverneland-Spreading-Equipment/Disc-Spreaders/kverneland-exacta-tl-geospread> (дата звернення: 10.04.2023).
5. Кравченко В.В. Amazone, Bögballer, Kverneland, Rauch: чотири розкидачі добрив у порівнянні / В.В. Кравченко // Механік Про. – Умань, 2017., випуск №1. – С. 62-69.

УДК 624.133

## **УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТРУБЧАСТОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ КОРЧУВАННЯ ПНІВ ДЕРЕВ**

*Гривачевський М.С., студент*

*Науковий керівник – Рибалко В.М., к.т.н., доц.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Найбільш енерго та трудомісткою операцією при розчищенні площ після вирубок є корчування пнів. Ці операції виконують за допомогою машин і механізмів у яких застосовують відомі сучасні способи:

вичісування, вертикальне видалення, видалення викручуванням, вирізання пнів, видалення із застосуванням вібраторів та інш.

Корчування пнів за допомогою кільцевого бура (трубчастої фрези) – найбільш ефективний і високопродуктивний метод, який завдає мінімальні пошкодження навколишньому середовищу. Видалення пня здійснюється за допомогою трубчастої фрези, яку заглиблюють у ґрунт навколо пня, підрізають корені та виймають пень із технологічного отвору у ґрунті. В Україні для цього використовують ямокопачі-викопувачі ЯКП-04 та ЯКП-06, які агрегатуються, відповідно із тракторами МТЗ-80 та Т-150. Зазначене обладнання дозволяє використовувати пні діаметром 0,4 та 0,6м.

Недоліком відомого пристрою є операція розвантаження пня із трубчастої фрези: пень залишається у ямі, або його заклинює у середині фрези. Причиною цьому є недосконала конструкція фіксатора пня, який розміщений у верхній частині внутрішньої поверхні фрези. Функція фіксатора полягає у тому, що він обертаючись разом із фрезою, поступово занурюється у поверхню пня та забезпечує його обертальний рух разом із фрезою і фіксує його від випадання при підйомі.

Запропонований фіксатор пня трубчастої фрези складається із трьох основних елементів: свердла, гвинта та крильчатки. Ці елементи виконують відповідні функції: утворення технологічного отвору, нарізання різи, занурення у тіло з метою заклинювання. Таким чином, фіксатор забезпечує утримання вирізаного пня у просторі, при вийманні його із ями; забезпечує обертальний рух пня разом із фрезою (для руйнування центрального кореня).

Для визначення параметрів елементів фіксатора приймаємо технологічні параметри трубчастої фрези діаметром  $D=600\text{мм}$  (ЯКП-1): частота обертання фрези,  $n_{р.о.}=2,38$  об/хв; крутний момент на валу фрези,  $M_{кр}=2,0\text{кН}\cdot\text{м}$ ; потужність на валу фрези,  $N_{ф}=5,68\text{кВт}$ ; осьове зусилля занурення фрези,  $F_a=10880\text{Н}$ .

Для свердління технологічного отвору у пні приймаємо свердло діаметром  $d_c=15\text{мм}$  та довжиною робочої частини  $l_p=80\text{мм}$ ; кутом при вершині  $2\phi=85^\circ$ .

Швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot d_c \cdot n}{60 \cdot 1000} ; \text{ м/с} \quad v=0,018\text{м/с}$$

Колова сила:

$$F_t = \frac{2T}{d_c} ; \text{ Н} \quad F_t = 266 \cdot 10^3$$

Потужність:

$$N_{св} = K_m \cdot a \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v_s / 60 \cdot 1000; \text{ кВт}$$

де,  $K_m=51 \text{ Дж/см}^3$  – питома робота свердління [1];  $a=2 \text{ мм}$  – товщина шару, що зрізається;  $R$ -радіус свердла;  $v_s=1$  – подача на оберт;

$$N_{св}=0,03 \text{ кВт};$$

Колова сила свердління:

$$F_{кол} = N_{св} / v; \text{ Н} \qquad F_{кол} = 16 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Осьове зусилля свердління:

$$F_{ос} = m_{ос} \cdot F_{кол}; \qquad F_{ос} = 24 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$m_{ос}=1,5$  – коеф-т для свердла  $d_c=15 \text{ мм}$  [1].

Для нарізання різи у пні (для утримання у просторі при вийманні ями) проектуємо гвинт – саморіз. Загальний крутний момент у гвинтовій частині фіксатора:

$$M_{заг} = M_{\Sigma H} + M_p, \text{ Н}\cdot\text{м};$$

де,  $M_{\Sigma H}$ – сумарний момент при нарізанні різи, Н·м

$M_p$  – момент тертя у різі; Н·м

Сумарний момент нарізання різи:

$$M_{\Sigma H} = (F_H + F_g) \cdot \frac{D}{2}; \text{ Н}\cdot\text{м}$$

де,  $F_H = 2R \cdot \sigma_{в.ст.} \cdot (1 + f') \cdot e$ , Н – сила надрізання деревини поперек волокон;

$$F_g = \frac{2\tau_{пр.зс.} \cdot h \cdot b}{1 + \sin \psi_g} \cdot \cos \psi, \text{ Н} \text{ – сила деформації деревини (стиск);}$$

де,  $R=0,001 \text{ м}$  – радіус заокруглення ріжучої кромки;

$\sigma_{в.ст.}=6,0 \text{ МПа}$  – границя міцності при стиску деревини (сосна, поперек волокон);  $f' = 0,56$  – приведений коеф-т тертя сталі по дереву;  $\tau_{пр.зс.}=3,0 \text{ МПа}$  – границя пружності матеріалу;  $\psi_g=55^\circ$  – кут дії;

Сила надрізання,  $F_H=468 \text{ Н}$ ; Сила деформації деревини  $F_g=412 \text{ Н}$ ;

Момент тертя у різі:

$$M_p = F_a \cdot \text{tg}(\psi + \rho') \cdot \frac{d_{cp}}{2}; \text{ Н}\cdot\text{м}$$

де,  $F_a$ - осьове зусилля, Н;  $\psi=4^\circ \dots 8^\circ$  – кут підйому гвинтової лінії;

$\rho' = 29^\circ$  – приведений кут тертя;

$$d_{cp} = \frac{D + d}{2} = 23 \text{ мм} \text{ – середній діаметр різи};$$

$$F_a = \frac{F_t}{\text{tg}(\psi + \rho')}; \quad F_a = 26 \cdot 10^3; \text{ Н}$$

$M_{\Sigma H}=10,12 \text{ Н}\cdot\text{м}$  – сумарний момент нарізання різи;

$M_p = 191,59 \text{ Н}\cdot\text{м}$  – момент тертя у різі;

$M_{\text{зар}} = 202,12 \text{ Н}\cdot\text{м}$  – загальний крутний момент у нарізній частині фіксатора.

Параметри крильчатки фіксатора (верхня частина) визначаємо із умови міцності деревини на зминання:

$$\sigma_{\text{в.з.м.}} = \frac{F_{\text{з.м.}}}{A_{\text{з.м.}}} \leq [\sigma_{\text{з.м.}}]$$

$$[\sigma_{\text{з.м.}}] = 6,0 \cdot 10^6 \text{ МПа}$$

$$F_{\text{з.м.}} = F_t = \frac{2T}{d_{\text{ср}}} - \text{змінює зусилля, Н;}$$

$d_{\text{ср}} = 0,065 \text{ м}$  – діаметр (середній крильчатки);  $T = 2000 \text{ Н}\cdot\text{м}$  – крутний момент фрези;  $A_{\text{з.м.}}$  – робоча площа елемента крильчатки;  $A_{\text{з.м.}}' = 0,001 \text{ м}^2$

$$z = \frac{A_{\text{з.м.}}}{A_{\text{з.м.}}'} = 10 - \text{кількість елементів крильчатки;}$$

Робоча довжина крильчатки,  $l = 80 \text{ мм}$ ; максимальний діаметр  $d_{\text{max}} = 120 \text{ мм}$ .

Визначаємо несучу здатність гвинта:

$G_{\text{ГВ}} = \pi \cdot d \cdot l_p [R_{\text{ГВ}}] = 1978 \text{ Н}$  – зусилля утримання гвинтом видаленого пня;

де,  $d = 21 \text{ мм}$  – внутрішній діаметр гвинта;  $l_p = 60 \text{ мм}$  – робоча довжина;  $[R_{\text{ГВ}}] = 0,5 \text{ МПа}$  – розрахунковий опір висмикуванню гвинта (вздовж волокон);

Сила тяжіння (максимальна) пня  $G_{\text{max}} = 1000 \text{ Н}$ ; із врахуванням коливань стріли навіски трактора:

$$G'_{\text{max}} = G \cdot K = 1000 \cdot 1,2 = 1200 \text{ Н}$$

$$G'_{\text{max}} < G_{\text{св}} - \text{умова утримання пня виконується}$$

Для розвантаження трубчастої фрези, використовують реверсний механізм та нерухому частину навіски трактора, яка утримує пень від обертання.

Висновки:

Запропонована конструкція фіксатора пня для трубчастої фрези дозволяє надійно утримувати видалений пень у робочому органі (фрезі), запобігаючи його самовільному випаданню та одночасно забезпечує його обертальний рух разом із фрезою, а також забезпечує швидке розвантаження, шляхом використання реверсного механізму.

### **Список використаних джерел:**

1. Кірик М.М. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів, - Львів, КН, 2006.- 412с.

УДК 539.38

## **ВПЛИВ ТЕРМО-СИЛОВИХ РЕЖИМІВ УДАРНО-КОЛИВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗМІНУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ КЛАСІВ**

*Круглій М.М., студент*

*Науковий керівник – Чаусов М.Г., д.т.н., проф.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

В роботі аналізується механічна поведінка титанових сплавів, алюмінієвих сплавів і нержавіючої сталі за динамічних незрівноважених процесів, з урахуванням впливу температурних режимів навантаження. Матеріали, які розглядаються, не схильні до окрихчення при температурі рідкого азоту. Однак, експерименти проведені на кафедрі механіки НУБіП України показали, що послідовність накладання низькотемпературних ефектів на імпульсне «закачування» енергії в ці матеріали ударно-коливальним навантаженням може суттєво вплинути на зміну їх механічних властивостей за подальшого статичного розтягу при кімнатній температурі. Дані дослідження проводились за двома наступними режимами:

1. короткочасне охолодження при температурі рідкого азоту – відігрівання на повітрі до кімнатної температури – ударно-коливальне навантаження заданої інтенсивності – повторне статичне навантаження до руйнування;

2. ударно-коливальне навантаження заданої інтенсивності при кімнатній температурі - короткочасне охолодження при температурі рідкого азоту – відігрівання на повітрі до кімнатної температури - повторне статичне навантаження до руйнування. В даному випадку йдеться про знаходження таких складних режимів навантаження, при яких можна або значно поліпшити вихідні механічні властивості матеріалів, або значно погіршити.

Встановлено, що при першому режимі навантаження можна добитися деяких позитивних ефектів по покращенню вихідних механічних властивостей досліджуваних матеріалів. Однак, при другому режимі навантаження всі матеріали проявляли схильність до окрихчення.

Вище описанні режими випробувань мають один суттєвий недолік, не було можливості реалізувати режим ударно-коливального навантаження безпосередньо в середовищі рідкого азоту.

На кафедрі механіки додатково спроектовано і виготовлено пристосування для реалізації режимів ударно-коливального навантаження в середовищі рідкого азоту. Підготовленні серії зразків із тих же самих матеріалів, при яких проводились попередні досліди, і планується дослідити новий режим складного навантаження: ударно-коливальне навантаження заданої інтенсивності в середовищі рідкого азоту – відігрівання на повітрі до кімнатної температури - повторне статичне навантаження до руйнування. Дані запропоновані дослідження не мають аналогів в світовій практиці і тому важко спрогнозувати результати досліджень.

УДК 539.38

## **ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ В СУЧАСНІЙ ТЕХНІЦІ І ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

*Шманенко В.В., магістр*

*Науковий керівник – Чаусов М.Г., д.т.н., проф.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

З моменту своєї появи матеріалознавство пройшло значний еволюційний шлях – від використання "інертних" конструкційних матеріалів, які виконують конкретні функції, до активних чи адаптивних матеріалів і, в кінці, до smart – матеріалів з великими можливостями розпізнавання і реагування. Матеріали з ефектом пам'яті форми, це новий клас функціональних матеріалів, які володіють унікальними механічними і функціональними властивостями. В роботі проаналізовано декілька прикладів використання матеріалів з ефектом пам'яті форми в технічних виробках. До найвідоміших можна віднести сполучні муфти для з'єднання сталевих труб і надпружні сільфони для виготовлення трансформованих

корпусів непоршневих гідро- та пневмоприводів. Матеріали з ефектом пам'яті форми знайшли також широке застосування в пристроях для дистанційного автоматичного імпульсного розкриття вогнегасників. Особливої уваги заслуговує використання матеріалів з пам'яттю форми в роботах і робото-технічних системах. Наведено перспективні напрямки такого використання.

Головним недоліком матеріалів з пам'яттю форми є висока їх вартість і складність отримання з використанням спеціального вакуумного обладнання. Тому, на теперішній час актуальним технічним і науковим завданням є спрощення способів отримання матеріалів з пам'яттю форми зі збереженням унікальних експлуатаційних властивостей на високому рівні, а також пошук нових прийомів високоенергетичної обробки, що дозволяють цілеспрямовано керувати термомеханічними властивостями цих сплавів. Одним із таких перспективних методів є, наприклад, обробка ультразвуком.

Результати, отримані на кафедрі механіки НУБіП України з випробування титанових сплавів за умов ударно-коливального навантаження свідчать, що їх фізичні, механічні і функціональні властивості суттєво відрізняються від властивостей сплавів у вихідному стані. Так, наприклад, для сплаву ВТ23, у якого проявляються ефекти пам'яті форми у вихідному стані, після імпульсного введення енергії за рахунок ударно-коливального навантаження зафіксовано покращення не тільки механічних властивостей, а також і функціональних властивостей. Ці дані вселяють надію, що за рахунок імпульсного введення силової енергії можна також цілеспрямовано управляти термомеханічними властивостями матеріалів з пам'яттю форми, з метою поліпшення їх функціональних властивостей.

УДК 631.3:676.021.36:634.7

## **ОГЛЯД ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК В МІЖРЯДДЯХ САДУ**

*Гончарук С.М., студент*

*Науковий керівник – Кравченко В.В., к.т.н., доц.*

***Уманський національний університет садівництва***

Переважає більшість садових подрібнювачів за будовою та принципом роботи розраховані на подальше використання деревини в якості органічних

добрив чи мульчі. Виробництвом таких машин займаються такі компанії як: LOFTNESS [1], VRISIMO [2], RHINO [3], SOVEMA [4], NOBILI [5], BECCHIO&MANDRILE [6], CALDERONI [7], ROTOMEC [8], ORTOLAN [9], та ін.

На конструкцію подрібнювачів гілок плодкових дерев впливає велика кількість факторів: прийнята технологія утримання садів, тип насаджень, фізико-механічні властивості деревини, рельєф міжрядь, проєктована ефективність машин (простота конструкції, надійність в роботі, мінімальна вартість, метало і енергоємність) та інше. Ці фактори і стали причиною широкої різноманітності типів подрібнювачів та різновидів їх робочих органів.

Кожний тип подрібнювачів охоплює велику групу робочих органів, які мають технологічні особливості та відрізняються конструктивним виконанням.

До основних робочих органів, які змінюють якісний стан гілок, відносять молотки або інші робочі органи, що забезпечують розділення гілок на частини, а до допоміжних механізмів, – які забезпечують безперервність технологічного процесу – підбирач, живильний транспортер та ін.

Для розділення гілок на частинки під час процесу подрібнення, головним чином, застосовують такі способи: удар, різання, пиляння та роздавлювання (плющення). Ні в одному з відомих типів подрібнювачів розглянуті способи не застосовуються в чистому вигляді. Але в кожному з них можливо виділити основний спосіб подрібнення матеріалу, який переважає: в молоткових подрібнювачах – це удар, в подрібнювачах з ріжучими ножовими барабанами – це різання. Широкого розповсюдження в даний час набули подрібнювачі з робочими органами у вигляді молотків, які в більшості подрібнювачів на роторі закріплені шарнірно, а також молотки, що зафіксовані на ньому жорстко – бичі [10].

Для зменшення енергоємності процесу подрібнення деревини, шарнірно закріплені молотки, що використовуються в подрібнювачах, як правило, мають загострені робочі кромки під кутом 15...30°. Вони поділяються на пластинчасті (плоскі) та об'ємні.

#### **Список використаних джерел:**

1. <https://www.loftness.com/> (дата звернення: 10.04.2023).
2. <https://valleytoolmfg.com/vrisimo/> (дата звернення: 10.04.2023).
3. <https://www.rhinoag.com/> (дата звернення: 10.04.2023).
4. <https://www.sovema.com/> (дата звернення: 10.04.2023).
5. <https://www.nobili.com/en/s/index.jsp> (дата звернення: 10.04.2023).
6. <http://www.becchio-mandrile.com/> (дата звернення: 10.04.2023).

7. <http://www.calderoniweb.it/inglese/prodotti.htm> (дата звернення: 10.04.2023).
8. <https://www.rotomec.com/> (дата звернення: 10.04.2023).
9. <https://ortolan.net/en/agricultural-machinery/flail-mowers/> (дата звернення: 10.04.2023).
10. Машини для утилізації плодової деревини в інтенсивних садах та кущових ягідниках [Текст] : монографія / В. В. Сарана, В. В. Кравченко, А. В. Войтік ; [за ред. доц. В. В. Сарани] ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ : Компринт, 2015. - 202 с.

УДК 631.333

## **ПРИВОДИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТОБРОБНИХ ФРЕЗ**

*Схейбал Я.Р., студент*

*Науковий керівник – Кравченко В.В., к.т.н., доц.*

*Уманський національний університет садівництва*

В системі основного та передпосівного обробітків ґрунту в Україні, широкого застосування набуває обробіток ґрунту знаряддями з ротаційними робочими органами. Використання цих знарядь забезпечує скорочення термінів підготовки ґрунту до посіву, зниження енерговитрат та витрат праці на 20...25%, в порівнянні, з іншими типами ґрунтообробних машин.

Серед фрезерних ґрунтообробних машин, що випускаються зарубіжними фірмами зустрічаються фрези, як горизонтальної, так з вертикальною віссю обертання. У цих фрез ширина захвату коливається в межах 0,2 ... 9,0 м. Їх повсюдне використання обмежується тим, що зі збільшенням ширини захвату фрези, потрібні більш потужні трактори [1].

Аналіз схем та конструкцій сучасних сільськогосподарських машин показує, що наявні в даний час енергетичні засоби до них в основному дозволяють збільшити їх швидкісний режим і продуктивність від 1,3 до 2-х разів. Однак в сільськогосподарських машинах робочі органи зворотно-поступального руху, коливного руху при роботі з механічним приводом спричиняють недовикористання їх технічних можливостей. Це пов'язано з тим, що механічний привід в повному обсязі задовольняє основні функціонально-технологічні вимоги, що пред'являються до приводів таких

типів робочих органів при підвищених швидкостях роботи. При цьому використовуються карданні, ланцюгові, ремінні, черв'ячні і інші типи передач, а також перетворюючі механізми.

Механічний привід - конструктивно складний, матеріалоемкий, вимагає частого догляду та мащення. Недостатня його надійність при підвищених швидкостях, що не пристосовані до перевантажень, безступінчастому і оперативного регулювання режимів роботи, автоматизації та оптимізації технологічних процесів, складність уніфікації деталей вузлів системи енергопередачі в значній мірі стримують розвиток конструкцій сільськогосподарських машин і агрегатів, збільшення їх продуктивності. До переваг механічного приводу ґрунтообробних машин можна віднести доволі великий коефіцієнт корисної дії, стабільна передача енергії за допомогою жорстких та еластичних тіл [2].

Одним із способів вирішення даних проблем є застосування гідроприводу замість механічних передач.

Головним енергоносієм гідравлічних передач є рідина, яка надає свої переваги і недоліки роботи приводу робочих органів сільськогосподарських машин. Перевагами гідравлічного приводу є передача значних зусиль при невеликих габаритах обладнання, можливість безступінчастого регулювання швидкостей, сил і моментів на робочих органах, що полегшує автоматизацію роботи машин. Також це забезпечення плавної, без ударів та вібрацій, роботи робочих органів на значній відстані від енергетичного засобу [3]. До недоліків гідроприводу можна віднести складності, пов'язані з витокami робочої рідини, залежність властивостей робочої рідини від температури і тиску, а також втрати тиску внаслідок рідинного тертя.

#### **Список використаних джерел:**

1. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.
2. Бакум М.В. Проектування ґрунтообробних фрез / Навчальний посібник для лабораторно-практичних та індивідуально-консультативних занять. — Харків: ХНТУСГ, 2015. — 28 с.
3. Романишин О. Ю. Обґрунтування використання гідропривода активних робочих органів сільськогосподарських машин при вирощуванні та збиранні картоплі / О. Ю. Романишин, М. Л. Заєць, А. М. Климчук // Промислова гідравліка і пневматика. — 2007. — № 4 (16). — С. 101–103.

## **ТОЧНІСТЬ РОЗПИЛЮВАННЯ – ОСНОВНА ВИМОГА ДО КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ**

*Прокопенко О.М., магістр*

*Науковий керівник – Бистрий О.М., ст. викл.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Головним конструктивним елементом сучасних обприскувачів, який забезпечує якість розпилювання є розпилювачі [1, 2]. Маркувальний колір цього пристрою відповідає певному режиму роботи обприскувача: тиску, нормі виливу, швидкості. Важливо не помилитися, інакше в одному разі рослини можуть не одержати запланованого обсягу робочої рідини, необхідної для захисту чи підживлення, в іншому – її витрати будуть понад нормованими, що призведе до значних збитків. Форсунки обираються відповідно до препарату, що вноситься та умов навколишнього середовища, але слід також враховувати оптимальний робочий тиск обраних розпилювачів. Наприклад, для препаратів контактної дії не всі інжекторні форсунки дадуть добрий результат.

Майже всі щілинні форсунки працюють у діапазоні тиску 1,75 – 3 бар. Необхідно знати також різницю між щілинними форсунками з обмеженим дрейфом (ADX) та інжекторними (ARX), із повітряним впорскуванням (Kwix RRX та ARX; Nozal ADX; BFS Air Bubble jet), інжекторною форсункою з подвійною щілиною (KwixATX). Не варто плутати форсунки для розпилювання ЗЗР із тими, що використовуються для внесення рідких добрив.

При виборі типу форсунок необхідно користуватися технологічними таблицями. Наприклад, за тиску 2 бар і швидкості 6 км / год. із використанням блакитних форсунок RFX / AFX норма виливу робочої рідини повинна становити 194 л/га.

Також необхідно перевірити форсунки на спрацьованість, при необхідності їх відкалібрувати. Допускається не більше 10 – 15 % спрацьованості цих елементів, подальше користування спрацьованими форсунками призведе до збільшення норми виливу рідини та нерівномірності норми внесення за всією шириною штанги, спричинятиме вплив на розмір краплі, погіршиться якість обприскування.

Для розширення діапазону швидкості в обприскувачах BERTHOUD застосовують систему Spray Tronic. Це імпульсне обприскування, яке ґрунтується на порційній подачі рідини до форсунки з частотою 20 Гц, тобто форсунка відкривається і закривається 20 разів на секунду.

Цього достатньо для того, аби не було прогалин на оброблюваній площі. Така система працює шаховим порядком, якщо одна форсунка відчинена, то інша зачинена, перекриття буде постійне. У цій системі можна водночас налаштувати й робочий тиск, і норму виливу, чого не могли забезпечити попередні системи постійного тиску чи системи постійної норми [4].

Проте знову ж таки, ефективне використання представленої системи значно залежить від підготовленості оператора [3, 5].

#### **Список використаних джерел:**

1. Новицький А. В., Бистрий О. М. Системи управління якістю продукції машинобудування. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems: III Міжнародна науково-практична конференція. Вісник студентів факультету конструювання та дизайну НУБіП України–41–м. Кропивницький. Україна, 14–16 квітня 2021 року: тези конференції. Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 166–168.
2. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264 (2017). С. 293–303.
3. Ружило 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. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. 2021, Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46
5. Новицький А. В. Інноваційність надійного функціонування операторів складних технічних систем «людина-машина» в рослинництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК, 2018. Випуск 282, С. 236-244.

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

*Закревський Б.В., студент*

*Науковий керівник – Ловейкін В.С., д.т.н., проф.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Досліджено рух маніпулятора з поступальною та обертальною ланками в площині повороту при переміщенні захватного пристрою з вантажем від точки А до точки В з координатами відповідно  $(x_0, y_0)$  та  $(x_1, y_1)$ . За траєкторію руху захватного пристрою з вантажем обрано пряму лінію, яка проходить через точки А і В, оскільки в цьому випадку буде найкоротша відстань між цими точками. Розглянуто два режими руху захватного пристрою: перший, де за критерій оптимізації обрано середнє значення кінетичної енергії; другий, коли критерій оптимізації представляє собою середнє значення енергії ривків за час руху. В першому випадку швидкість руху захватного пристрою залишається постійною протягом усього руху. При цьому режимі руху на початку і в кінці руху захватного пристрою швидкість приймає не нульові значення. Це вказує на те, що такий режим руху не може бути використаний на ділянках пуску та зупинки. Його доцільно використовувати на ділянці усталеного руху, оскільки при цьому режимі руху буде стабільною кінетична енергія і витрати енергії будуть мінімальними. Для такого режиму руху захватного пристрою визначені закони руху узагальнених координат маніпулятора видовження та повороту руки. Якщо при оптимальному енергетичному режимі руху захватний пристрій рухається з постійною швидкістю при нульовому пришвидженні на всій ділянці руху, то швидкості видовження і повороту руки мають складний знакозмінний характер з різними значеннями швидкості на початку та в кінці руху. В другому випадку швидкість руху захватного пристрою маніпулятора змінюється плавно за кривою четвертого порядку з нульовими значеннями на початку і в кінці руху. При цьому режимі руху пришвидження захватного пристрою також змінюється плавно з нульовими значеннями на краях руху. Такий режим руху зводить до мінімуму коливання через те, що рушійне та гальмівне зусилля змінюються плавно без стрибків. Оптимальний ривковий режим руху може бути використаний на ділянках пуску та зупинки, а також протягом всього циклу руху. При оптимальному ривковому режимі руху

захватного пристрою визначені узагальнені координати, які визначають характеристики руху приводних механізмів та системи їхнього керування. При плавній зміні швидкостей та пришвидшень захватного пристрою узагальнені координати, швидкості та пришвидшення мають складний знакозмінний характер, але при нульових значеннях швидкостей та прискорень в крайніх положеннях. Проведений аналіз режимів руху показав, що при достатньо плавних режимах руху захватного пристрою узагальнені координати мають складний характер зміни.

УДК 621.87

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

*Каленіченко Б.В., студент*

*Науковий керівник – Ловейкін В.С., д.т.н., проф.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Розглянуто конструкцію робота-маніпулятор з абсолютно твердими ланками, який складається з двох поступальних поступальні 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. 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 певний час руху. Оскільки найкоротшою відстанню між точками 0 і 1 буде відстань по прямій лінії, тому за траєкторію руху захватного пристрою захвату з вантажем виберемо пряму лінію з напрямком переміщення вздовж деякої осі, що з'єднує точки 0 і 1. Переміщення захвату від точки 0 до точки 1 може здійснюватись за різними законами руху. Виберемо два режими руху: 1) оптимальний енергетичний режим, який мінімізує енергетичні витрати; 2) оптимальний динамічний режим, що мінімізує середню потужність на переміщення захвату. Перший режим визначається шляхом мінімізації середнього за цикл значення кінетичної енергії, а другий – шляхом мінімізації за цикл середнього значення динамічної складової потужності на переміщення захвату. Проаналізуємо

вибрані режими руху переміщення захвату. Перший режим забезпечує постійну швидкість захвату на всій ділянці руху. Цей режим руху має обмежене застосування, оскільки в ньому відсутні ділянки пуску та гальмування через наявність швидкостей на краях руху. Він може бути використаний лише на ділянці усталеного руху, коли швидкість залишається стабільною на цій ділянці. Для оптимального енергетичного режиму руху визначені закони руху узагальнених координат в площині зміни вильоту підйому та опускання руки та видовження руки маніпулятора. Ці узагальнені координати є ідентичними по формі з оптимальним енергетичним режимом руху захвату і відрізняються лише величиною швидкості усталеного руху. Другий режим визначається шляхом мінімізації середнього значення динамічної складової потужності. Цей режим руху змінюється плавно протягом циклу і його швидкість змінюється за параболічним законом з нульовими значеннями на початку і в кінці руху. Пришвидження змінюється за лінійним законом з наявністю максимальних значень пришвидшень на початку і в кінці руху, що може викликати появу коливань в системі через наявність стрибка пришвидження. Оптимальний динамічний режим руху може бути використаний на ділянках пуску та гальмування, а також на всій ділянці руху. Для цього режиму визначені закони руху узагальнених координат, які за характером повністю ідентичні оптимальному динамічному режиму руху захвату. Отже, в площині зміни вильоту узагальнені координати копіюють режим руху захвату.

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

## **FILLET (CORNER) WELDING OF BUILDING STRUCTURES**

*Богач М.М., студентка*

*Науковий керівник – Афтанділянц Є.Г., д.т.н., проф.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Welding is the process of making a one-piece connection parts of machines, structures, structures during their local or general heating, plastic reforming in order to establish interatomic bonding forces at the point of contact.

Corner seams are used for welding corner and T-joints, as well as lap joints. Welding of corner seams with oscillating movements of the electrode. The position of the product when welding "chovnyk" is shown on Fig. 1.

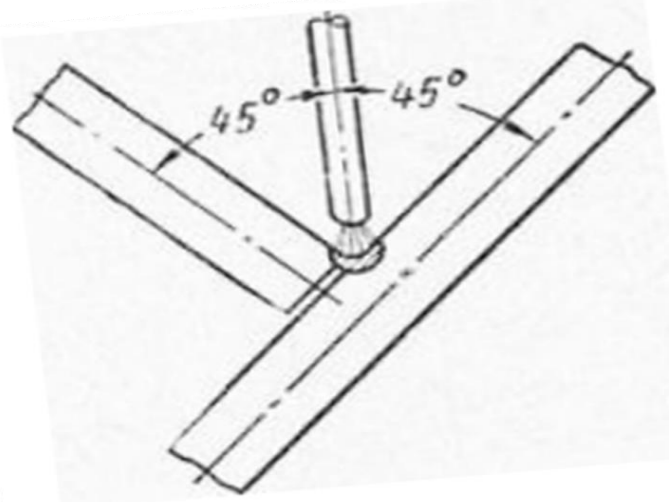


Figure 1 – The position of the product when welding "chovnyk"

Corner seams are shown on Fig. 2 and sections of corner seams are shown on Fig. 3. Classification of welds by position in space is shown on Fig. 4.

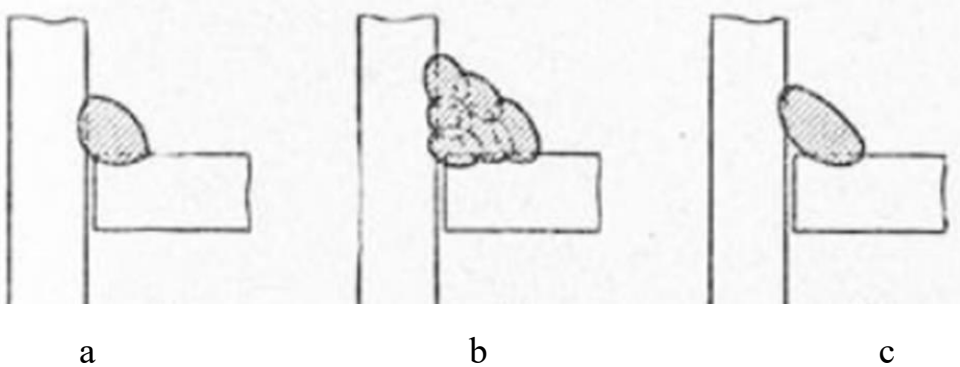


Figure 2 – Corner seams

a - single-layer; b - three-layer; c - not welded the top of the seam

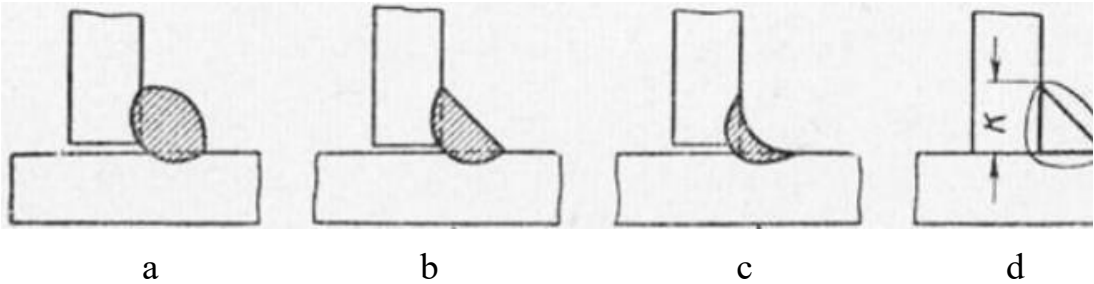


Figure 3 – Sections of corner seams

a - the strengthened seam; b - normal seam;  
c - the weakened seam; d- the size of the seam cross-section; K- leg seam

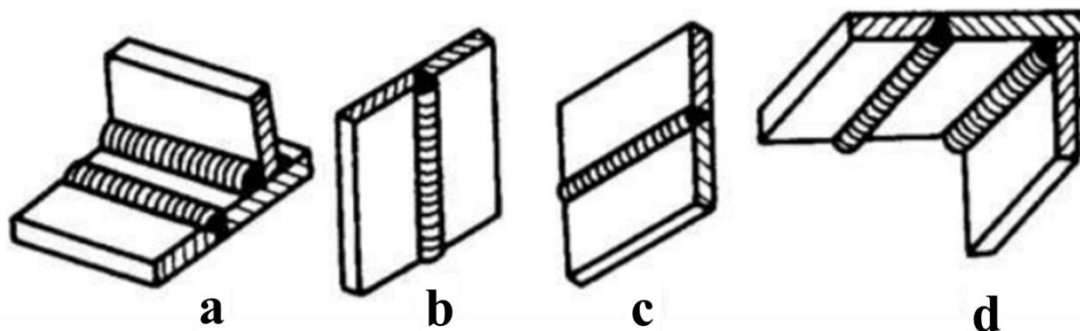


Figure 4 – Classification of welds by position in space  
a - lower seam; b - vertical seam; c - horizontal seam; d- ceiling seam

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

## PREPARATION OF PARTS FOR WELDING

*Богач М.М., студентка*

*Науковий керівник – Афтандіяніц Є.Г., д.т.н., проф.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Preparation for welding consists of

- cutting blanks from Rolling,
- marking,
- cutting,
- stripping,
- straightening,

assembly of products for welding

*Cutting* of preparations is carried out on cutting machines on stops. The most common way to cut low carbon steels is gasflame (oxygen) cutting. Cutting is carried out along the planned contour line of the part on mechanical machines, oxygen cutters by hand or gas cutters machines.

*Marking* - drawing on a metal of a configuration of preparation. Marking is carried out with an allowance. The allowance is the difference between the size of the workpiece and the final size of the part.

Stripping of metal is carried out to remove parts from the edge burrs, scale and slag. For that use portable pneumatic or electric grinders (Fig. 1)



Figure 1 – a’ Stripping of metal by portable electric grinder

Before it set up your welder and strike an arc, you’ll need to first prepare your metal for welding. Sometimes you’ll need to make a quick cut and other times you’ll need to make a long cut through thick metal. no matter how long or thick your metal, you’ll also need to clean the joint where you plan on welding. Keep in mind that certain tools will be more appropriate than others depending on the situation.

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

## **LVL LAMINATED VENEER LUMBER**

*Богач М.М., студентка*

*Науковий керівник – Афтанділянц Є.Г., д.т.н., проф.*

### ***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

LVL (Laminated Veneer Lumber) is one of the most stable wood-based materials. It consists of several layers of approx. Softwood veneers (spruce / pine) that are glued together. This spreads any imperfections evenly over the cross-section, making it as homogenous as can be. This structure gives LVL maximum strength.

Veneer sheets with a thickness of 2.5 mm to 4.8 mm are produced using a rotary peeling technique. Typical veneer thickness for LVL production is 3.2 mm. Rotary peeling of the logs is carried out on a lathe, which incorporates geometry

and positioning of a knife as main manufacturing parameters important role to the quality of the veneer.

Rotary peeling veneer production is shown on fig. 1.

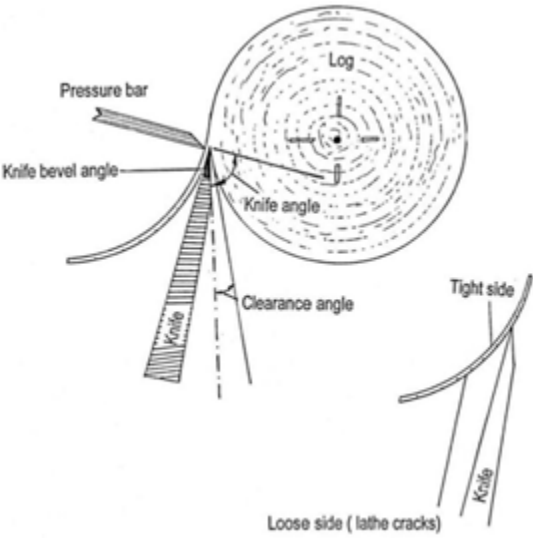


Figure 1 – Rotary peeling veneer production

Process diagram of LVL is shown on fig. 2.

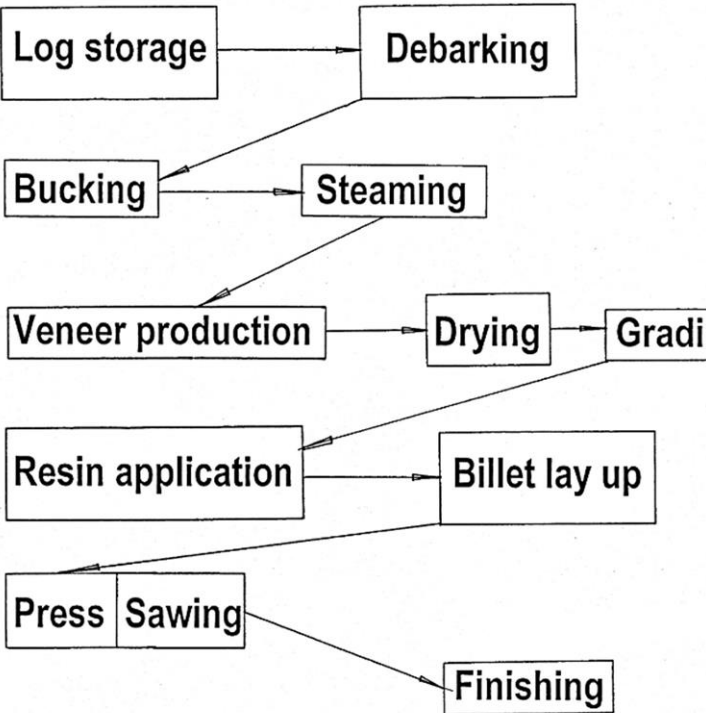


Figure 2 – Process diagram of LVL

Together with plywood, lumber or oriented strand board (OSB), LVL can be used for many structural applications. Some of the most popular uses of LVL include I-joists, header, rim boards, truck bed decking, roadway signpost, beam, truss, special applications such as skateboards, and custom-made panels for uses.

*Major advantages* of LVL include its dimension, shape, high strength properties and low cost. The size of LVL is not limited by log size, due to its manufacturing method. LVL is one of the strongest wood-based construction materials relative to its density. Because it is manufactured with homogeneous quality that has a minimum number of defects or even distribution of defects, mechanical properties of the final product can be predicted. In general, LVL can be produced in different shapes depending on for what it will be used. It also has the great advantage of using wood resources efficiently.

LVL has several *disadvantages* as wood composites. Enhancement of strength properties of LVL by densification of veneer during the press is very limited. Although its dimensional stability is better than solid wood, the product may result in some defect, such as warping, if it is not properly stored in the warehouse. Also, LVL requires high capital investment to have relatively low production cost. Therefore, high demand is necessary to have a profitable operation.

УДК 514.18

## **КОНСТРУЮВАННЯ БАЛОНІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ СТИСНЕНОГО ГАЗУ**

*Малишко П.Е., Орлов М.Є., студенти*  
*Науковий керівник – Грищенко І.Ю., к.т.н., доц.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України,***

З наукової літератури відомо, що для зберігання стисненого газу має значення форма балону, тобто властивості його поверхні. У кожній точці поверхні існує два взаємно перпендикулярні напрями ліній, кривина яких в цій точці має екстремальне значення. Половина суми цих кривин носить назву середньої кривини поверхні. Поверхні із сталою середньою кривиною найбільш придатні для конструювання балонів, оскільки всі точки поверхні такого балона будуть рівно напруженими. Спостерігати за зміною поверхні обертання середньої сталої кривини можна за зміною мильної плівки.

Розглянемо два кільцевих контури, жорстко закріплених один навпроти одного в паралельних площинах. Натягнемо на них мильну плівку (на рисунку позначено цифрою 1). Якщо тиск зовні і всередині однаковий (поверхня із торців відкрита), то такою поверхнею є відома поверхня нульової середньої кривини під назвою катеноїд (рис. 1).

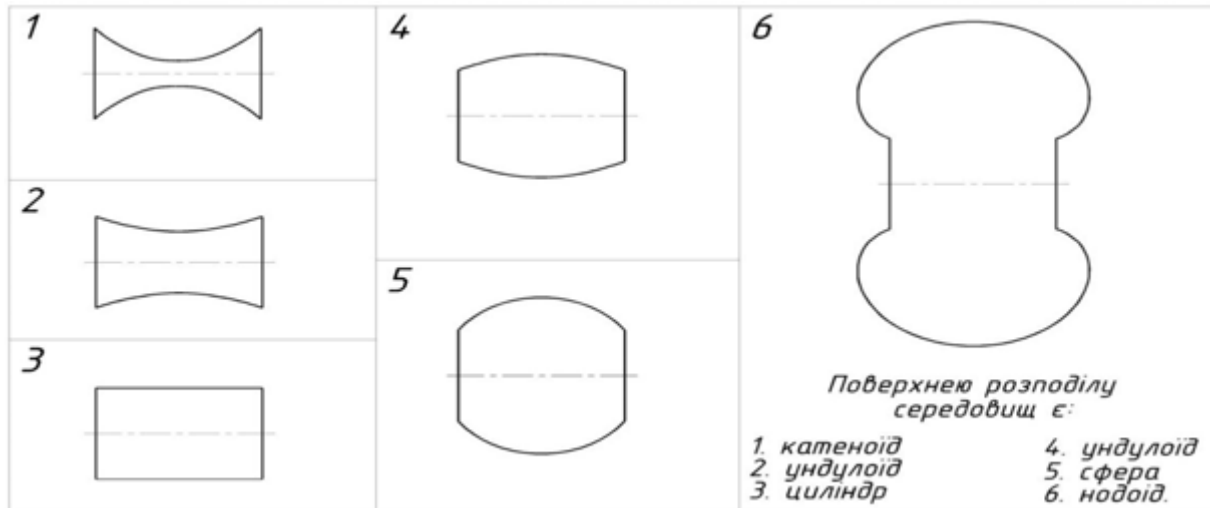


Рисунок 1 – Форма поверхонь обертання сталої середньої кривини

Будемо поступово накачувати всередину повітря за умови, що поверхня із торців закрита. Поверхня буде трансформуватися, проходячи через певні проміжні положення, зазначені на рисунку. При цьому її середня кривина зростає по мірі збільшення тиску. Це означає, що чим більша середня кривина поверхні, тим більший тиск вона витримає.

УДК 631.333

## КОНСТРУКЦІЯ ЖАТКИ ДЛЯ ЯКІСНОГО ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ

*Конотопенко А.В., студент*

*Науковий керівник – Кравченко В.В., к.т.н., доц.*

*Уманський національний університет садівництва*

Показники ефективності та якості роботи комбайна при збиранні кукурудзи залежать від здатності жатки якісно завантажити його молотильно-сепарувальну установку, а особливості конструкцій жаток визначають їхні технічні характеристики [1].

Відомо, що збирання кукурудзи на зерно розпочинають при вологості зерна 18–20%, але не більше 30%, при цьому вологість листостеблової маси становить до 60%. Діаметр стебел на висоті зрізу досягає 15–40 мм. Висота стебла коливається від 1 до 2,5 м. Качани розташовані на висоті від 0,25 до 1,5 м. Діаметр качанів — 4,0–5,5 см, довжина — 15–25 см. Сила відривання качана від стебла досягає 300–500 Н. Через 15–20 днів від початку стиглості полеглість стебел значно збільшується, а качани опускаються донизу, що підвищує ризик втрати частини урожаю під час збирання.

Більшість виробників кукурудзяних жаток дотримуються класичного підходу. Тому в різних виробників жатки фактично однотипні за принципом дії та конструкцією, відрізняючись лише деякими нюансами у виконанні технологічного процесу. Під час руху комбайна по полю, стебла кукурудзи, що направлені мисами, потрапляють між вальці русел. Обертаючись назустріч один одному, вальці протягують стебла між відривальними пластинами. Качани відриваються від стебел проходячи крізь пластини й ланцюги подачі з лапками, транспортуються в шнек жатки, а далі в похилу камеру та молотильний апарат комбайна. Зрізані та частково подрібнені різальним апаратом стебла розкидаються по полю.

Мисовий стеблепіднімач підіймає полегли стебла та подає їх до качановідривного апарата. При швидкості руху понад 10 км/год та полеглості кукурудзи мають місце втрати врожаю через осипання зерна від удару качанів по стеблепіднімачу, незалежно від матеріалу його виготовлення. Найбільш поширені качановідривні апарати стріперного типу. Вони мають: стеблопротягувальні вальці, розміщені під кутом 17–35° до горизонту; дві відривальні пластини, встановлені над вальцями; два контури ланцюгів подачі; рами та механізм приводу. Така будова дозволяє збільшити активність вальців, зменшити пошкодження качанів та налаштувати апарат на будь-який режим. Для зменшення сили відривання пластини та вальці встановлюються на різних рівнях. Стеблопротягувальні вальці, окрім своєї основної функції — протягування стебел, можуть одночасно їх і подрібнювати. Оригінальною є конструкція качановідривного апарата з тягово-різальними роторами, де сила відривання качанів створюється різальним апаратом стебел з нерухомими ножами й рухомими протирізальними пластинами у вигляді ротора (модель РСА фірми Geringhoff) або двома роторами-протирізами й активними дисковими ножами (модель Rota Disc фірми Geringhoff [2]).

Відривальні пластини — це металеві смуги з плавно відігнутих переднім кінцем. Пластини мають овальні отвори для кріплення до рами апарата й регулювання їх положення. Клиноподібна форма щілини

обов'язкова для відривальних пластин. Величину зазору змінюють вручну або за допомогою гідравліки. Залежно від моделі комбайна, регулювання можна робити за допомогою функції мотовила піднімання/опускання або ж за допомогою додаткового клапана. Для більш точного регулювання положення відривальних пластин необхідно хоча б один раз на зміну відкрити й закрити пластини, щоб забезпечити вільний хід та видалити забруднення. В сучасних конструкціях жаток для збирання кукурудзи використовують два типи різальних апаратів: підпiрного та безпідпiрного різання. В апаратах безпідпiрного різання підпора стебел виникає завдяки їхній природній жорсткості. Швидкість різання становить 20 м/с і більше та залежить від геометричних розмірів ножа й частоти обертання приводного валу (від 2000 до 3000 об./хв.). Оскільки апарат розташовано одразу під вальцями, він, крім зрізання стебла, також його подрібнює та розкидає по полю. Вал різального апарата разом з ножами перед встановленням на машину динамічно балансується за допомогою планок і болтів. А в апаратах підпiрного різання стебла перерізаються ножом (лезом) і протиризальною пластиною. При цьому достатньо забезпечити швидкість різання 10–15 м/с.

#### **Список використаних джерел:**

1. Сільськогосподарські машини : підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.
2. <https://amacoint.com/selhoztehnik/geringhoff-rota-disc/> (дата звернення: 18.04.2023).
3. Оляднічук Р.В. Жатка для «ЦАРИЦІ ПОЛІВ» / Р.В. Оляднічук // Механік Про. – Умань, 2017., №3. – С. 80-85.

УДК 004.421:531.1

## **АНАЛІТИЧНА КІНЕМАТИКА ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ**

*Стахова В.М., студентка*

*Науковий керівник – Черниш О.М., к.т.н., доц.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

**Мета дослідження.** Сучасні комп'ютерні технології і програмні засоби є важливим елементом інженерної діяльності і безумовно пов'язані з

процесами моделювання, проектування та виконання великої кількості аналітичних обчислень.

Перевагою застосування програмного моделювання при розв'язанні задач кінематики і динаміки є швидкість і зручність отриманих розв'язків, наближення поставлених задач до реальних умов експлуатації досліджуваних механічних систем. При цьому математичні труднощі, які пов'язані із традиційними методами аналітичних розрахунків, можливо значно спростити, використовуючи розроблені системи комп'ютерного математичного аналізу.

У зв'язку з цим можна відмітити використання таких програмних пакетів як MathCAD, MATLAB, Maple, Mathematica, а також систем програмування високого рівня (Turbo Pascal, C++, VC++, Visual Basic і т.ін.). Разом з цим використання програмних засобів вимагає нових знань і практичних навиків у сфері їх створення і використання. Тому питання розробки і створення прикладних методів розрахунку у тому або іншому програмному середовищі відповідно до конкретних поставлених умов на сьогоднішній день є актуальною задачею.

**Результати досліджень.** Розглянуто алгоритм аналітичних розрахунків кінематичних параметрів плоских механізмів на прикладі важільного механізму як плоскої механічної системи, у програмному середовищі MathCAD. Наведений алгоритм дозволяє застосувати переваги аналітичних обчислень за допомогою вбудованих в MathCAD функцій математичного розв'язку векторних рівнянь.

При цьому вектори функцій розглядаються в залежності від часу, що зручно при дослідженні швидкостей і прискорень механізму відповідно як перших і других похідних їх переміщень. Аналітичний розв'язок складених векторних рівнянь, а також їх похідних за часом, дозволяє отримати функції переміщення, швидкості і прискорення механізму у будь-якому положенні його початкової ланки.

**Висновки.** За допомогою математичного апарату розв'язання системи векторних рівнянь на базі програмного пакету MathCAD проведені аналітичні дослідження кінематичних параметрів плоского важільного механізму. Наведений алгоритм спрощує і прискорює процес обчислень та дає можливість застосувати отримані данні для подальших динамічних досліджень.

## **ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ОПЕРАЦІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ З ПРОФІЛЬНИХ СТРІЧКОВИХ ЗАГОТОВОК**

*Обелець І.В., магістр*

*Науковий керівник – Троханяк О.М., к.т.н., доц.*

*Національний університет бізнесу і природокористування України*

Однією з передумов подолання кризової ситуації у національній економіці є подальший розвиток машинобудування, який сприяє зростанню продуктивності праці, підвищенню ефективності виробництва, покращенню якості продукції та вимагає принципово нових підходів до створення й використання високоефективних ресурсощадних технологій.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені виробництву профільних гвинтових і кільцевих заготовок, рівень технологічного забезпечення в нашій державі та за її межами залишається недостатньо високим, а наукова база для його створення не завжди відповідає сучасним вимогам за матеріало- та енергомісткістю.

Серед зазначених проблем важливе місце посідає дослідження та розроблення прогресивних технологічних процесів формоутворення гвинтових і кільцевих заготовок, які набули широкого застосування у різних галузях народного господарства. Підвищені вимоги до технологічних і конструктивних параметрів, якості, надійності та довговічності, розширення функціональних можливостей гвинтових та кільцевих заготовок потребують проведення глибокого аналізу існуючих технологій їх виготовлення та здійснення на цій основі науково обґрунтованих теоретичних і експериментальних напрацювань з метою успішного їх впровадження у виробництво. Отже, дослідження, спрямовані на розроблення та практичну реалізацію раціональних технологічних процесів одержання профільних заготовок є актуальними, доцільними та перспективними з огляду на необхідність впровадження конкурентноздатних технологій з високими техніко-економічними показниками.

### **Список використаних джерел:**

1. Nevko B.M., Nevko 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. Rogatinskiy R., Hevko I., Gypka A., Garmatyk O., Martsenko S. Feasibility study of the method choice of manufacturing screw cleaning elements with the development and use of the software. *Acta Technologica Agriculturae // Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*, 2017. - № 2, P. 36-41.
3. Васильків, В.В. Розвиток науково-прикладних основ розроблення технологій виробництва гвинтових і шнекових заготовок з використанням уніфікації: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.02.08 / Василь Васильович Васильків; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів, 2015. – 312 с

УДК 514.18

## ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕКРУГЛИХ КОЛІС ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

*Скобель І.Ю., Куліченко В.М., студенти  
Науковий керівник – Пилипака С.Ф., д.т.н., проф.*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

Якщо у полярній системі координат задати рівняння  $\rho = \rho(\alpha)$  у вигляді:

$$\rho = \frac{p}{1 - e \cos(n\alpha)},$$

то воно при цілому значенні  $n$  опише замкнену криву із характерними виступами, число яких дорівнює  $n$  (рис. 1).

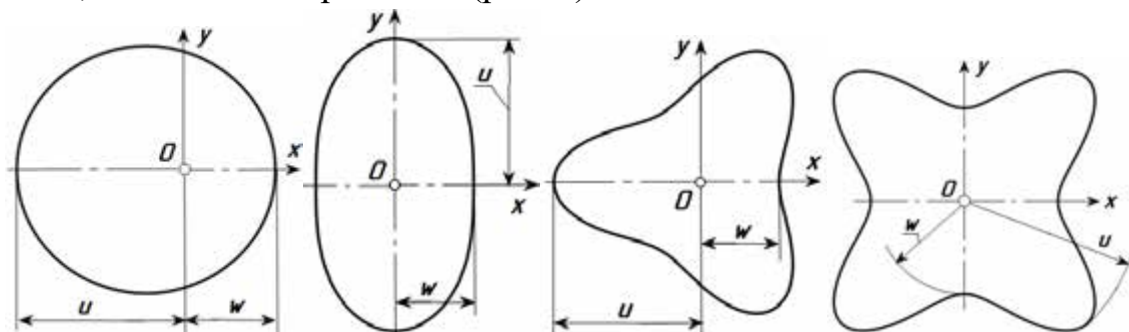


Рисунок 1 – Замкнені криві при  $p=3,2$ ,  $e=0,3$  і різних значеннях сталої  $n$  (від 1 до 4)

При  $n=1$  замкненою кривою буде еліпс. Кожна із цих кривих може котитися по самій собі без ковзання або обертатися навколо нерухомих центрів (рис. 2).

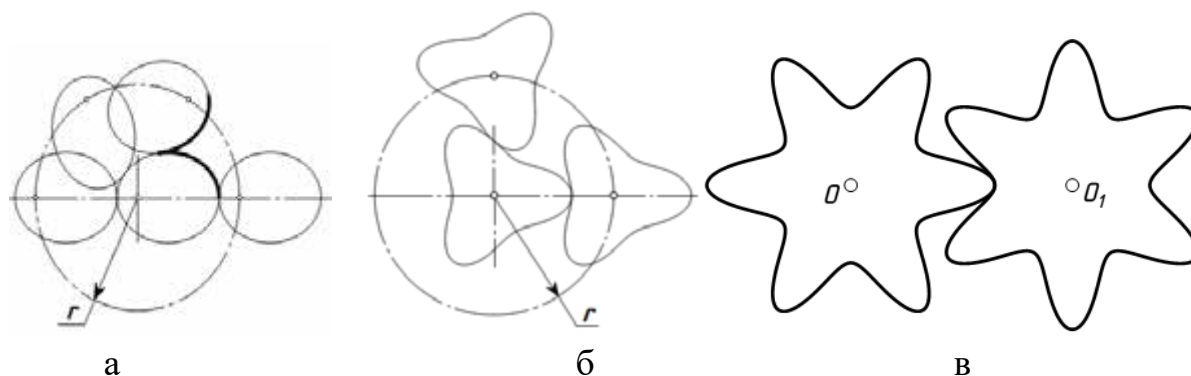


Рисунок 2 – Взаємне кочення конгруентних кривих при різних значеннях  $n$ :

- а)  $n=1$ , рухомий еліпс обкочується по нерухомому, центри обертання розташовані у фокусах;
- б) кочення кривих при  $n=3$ ;
- в) кочення кривих при  $n=6$

Можливе поєднання замкнених неконгруентних кривих, в такому випадку форма веденого колеса залежить від форми ведучого.

## ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ ЕКСКАВАТОРОМ ЗІ ЗМІННОЮ ФРЕЗЕРНОЮ ГОЛОВКОЮ.....	3
ВИДИ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ KNAUF.....	5
ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ НАПИЛЬНОГО НАНЕСЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ.....	7
ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В БУДІВНИЦТВІ	9
ВІБРАЦІЙНА ДІАГНОСТИКА МІЦНОСТІ БЕТОНА В ПОШКОДЖЕНИХ ВИБУХОВИМИ ХВИЛЯМИ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЯХ.....	11
ВІБРОЗАХИСТ БУДІВЛІ ВІД ЗАЛІЗНИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКРАНУ У ГРУНТІ.....	14
РІШЕННЯ СТАЦІОНАРНОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ БУДИНКУ ІНСТРУМЕНТАМИ ПК ЛІРА-САПР.....	18
КАРКАСНО ТЕНТОВІ СПОРУДИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПАВІЛЬЙОНІВ.....	20
БУРОВІ РОБОТИ В БУДІВНИЦТВІ.....	23
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА РЕМОНТУ БУДІВЕЛЬ... ПЛИТИ ДЛЯ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ ПРИ СИСТЕМІ ВОДЯНОГО ПІДІГРІВУ БУДІВЕЛЬ.....	26
АЛЬТЕРНАТИВНЕ ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ.....	29
ВІДОБРАЖЕННЯ ЛІТЕР І СЛІВ НА ПЛОСКІ ІЗОМЕТРИЧНІ СІТКИ.....	31
34	
ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АЛМАЗНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	35
БІМЕТАЛЕВИЙ ВИЛИВОК ДЛЯ МОЛОТКІВ ДРОБАРКИ.....	39
ВПЛИВ ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУНОГО МЕХАНІЗМУ НА ЗНОС ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВЗ.....	40
КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ РОЗКИДАЧІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	43
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТРУБЧАСТОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ КОРЧУВАННЯ ПНІВ ДЕРЕВ.....	44
ВПЛИВ ТЕРМО-СИЛОВИХ РЕЖИМІВ УДАРНО-КОЛИВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗМІНУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ КЛАСІВ.....	48

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ В СУЧАСНІЙ ТЕХНІЦІ І ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ.....	49
ОГЛЯД ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК В МІЖРЯДДЯХ САДУ.....	50
ПРИВОДИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТОБРОБНИХ ФРЕЗ.....	52
ТОЧНІСТЬ РОЗПИЛЮВАННЯ – ОСНОВНА ВИМОГА ДО КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ.....	54
АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ПОСТУПАЛЬНОЮ ТА ОБЕРТАЛЬНОЮ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ПОВОРОТУ.....	56
АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РУХУ РОБОТА- МАНІПУЛЯТОРА З ДВОМА ПОСТУПАЛЬНИМИ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ.	57
FILLET (CORNER) WELDING OF BUILDING STRUCTURES.....	58
PREPARATION OF PARTS FOR WELDING.....	60
LVL LAMINATED VENEER LUMBER.....	61
КОНСТРУЮВАННЯ БАЛОНІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ СТИСНЕНОГО ГАЗУ.....	63
КОНСТРУКЦІЯ ЖАТКИ ДЛЯ ЯКІСНОГО ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ.....	64
АНАЛІТИЧНА КІНЕМАТИКА ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ.....	66
ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ОПЕРАЦІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ З ПРОФІЛЬНИХ СТРІЧКОВИХ ЗАГОТОВОК.....	68
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕКРУГЛИХ КОЛІС ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ.....	69

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
76-Ї ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
СТУДЕНТСЬКОЇ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЇ «НАУКОВІ  
ЗДОБУТКИ СТУДЕНТІВ У ДОСЛІДЖЕННЯХ  
ТЕХНІЧНИХ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ: КОНСТРУЮВАННЯ ТА  
ДИЗАЙН»**

**(26-27 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<sup>в</sup>, НУБіП України.

Матеріали тез друкуються у авторській редакції.

Тираж виготовлено з оригінал-макету замовника.

Підписано до друку 18.04.2023. Формат 60x84 1/16.

Ум. друк. арк. 4,56.

© НУБіП України, 2023