

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України**
Факультет конструювання та дизайну



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
«Вісник студентів факультету конструювання та дизайну
Національного університету біоресурсів і
природокористування України»

Випуск 10

Київ-2022

Збірник наукових праць / Вісник студентів факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Вип. 10 – К., 2022. – 155 с.

***Збірник наукових праць рекомендовано до друку рішенням вченої ради факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол №4 від 15.11.2022 р.)***

В збірнику представлені наукові праці студентів факультету конструювання та дизайну НУБіП України, в яких розглядаються завершені етапи розробок зі спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 192 «Будівництво і цивільна інженерія».

Голова редколегії: декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, к.т.н., доц. Ружило З.В.

Члени редколегії: Афтанділянц Є.Г., д.т.н., проф.; Лопатько К.Г., д.т.н., проф.; Ловейкін В.С., д.т.н., проф.; Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.; Пилипака С.Ф., д.т.н., проф.; Несвідомін В.М., д.т.н., проф.; Булгаков В.М., д.т.н., проф.; Чаусов М.Г., д.т.н., проф.; Головач І.В., д.т.н., проф.; Новицький В.А., к.т.н., доц.; Бакулін А.Є., к.т.н., доц.; Яковенко І.А., д.т.н., проф.

УДК 519.7+681.5

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ МАЯТНИКОМ ФУРУТИ

Студент – Ткаченко П.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Ромасевич Ю.О.

У цій роботі, для проведення аналізу науково-технічних документів та статей за тематикою дослідження, використовуються дані наукометричних баз даних Scopus [1], Web of Science [2] та Google Scholar [3].

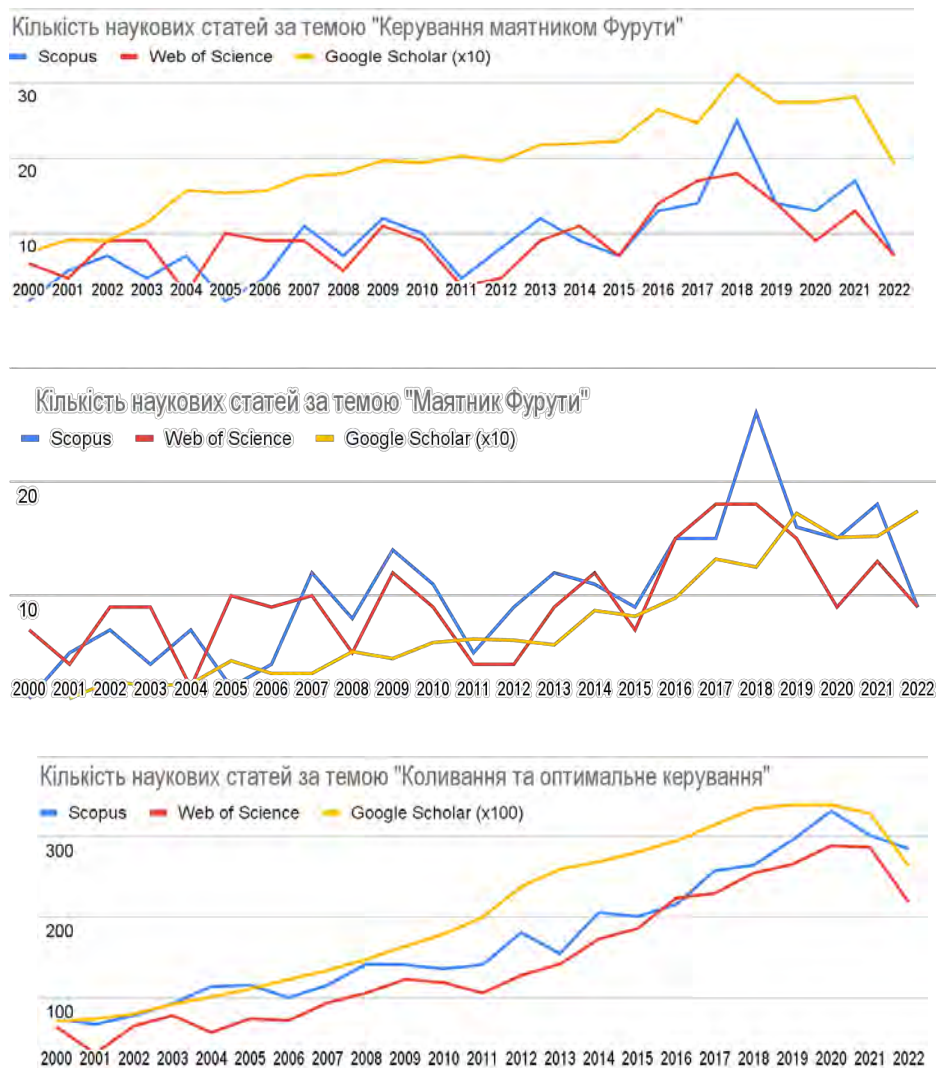


Рисунок 1 – Кількість наукових статей за темою в базах даних

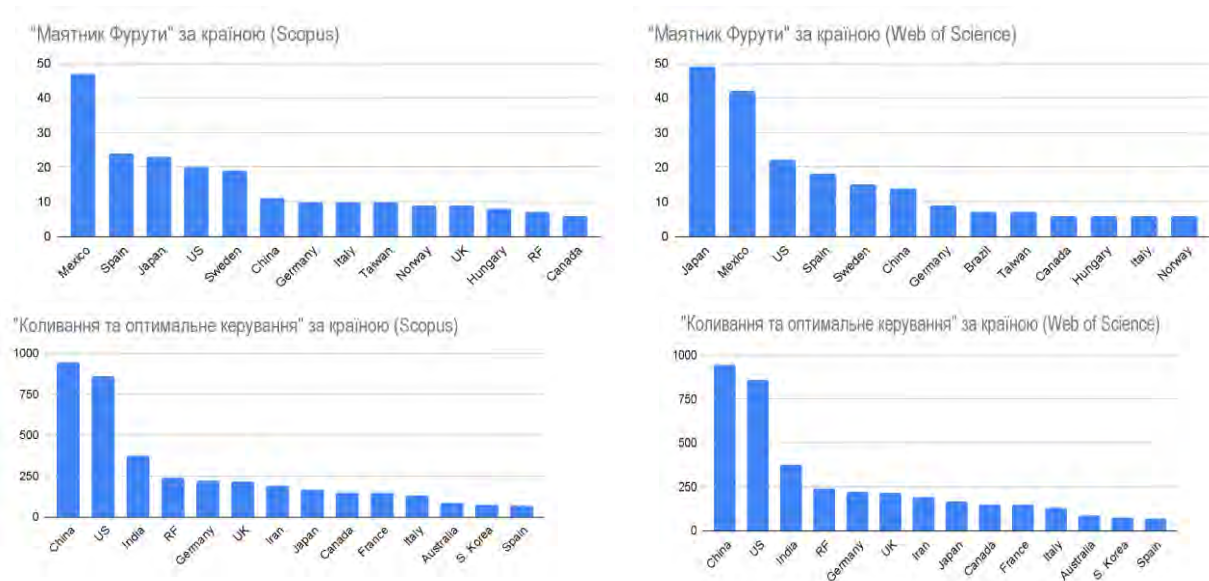


Рисунок 2 – Кількість наукових статей за темою в базах даних

Аналізуючи отримані дані, видно тенденцію росту кількості опублікованих статей за темами “Керування маятником Фурути”, “Маятник Фурути” та “Коливання та оптимальне керування”, що вказує на актуальність та перспективу досліджень, зацікавленість академічної спільноти. Провідними країнами за кількістю публікацій є Китай, США, Індія, Мексика та Японія.

Базуючись на даних з проаналізованих наукових статей та публікацій, в процесі роботи синтезується математична модель та нейрорегулятор руху маятника Фурути. Далі проводиться експериментальна перевірка результатів та подальша оптимізація системи.

Висновок. Протягом даного дипломного проекту досягається мета синтезу оптимального керування маятником Фурути для підвищення енергоефективності, зменшення часу стабілізації малоприводних систем.

Список використаних джерел:

1. Scopus <https://www.scopus.com/home.uri> (дата звернення: 31.10.2022)
2. Web of Science Master Journal List <https://mjl.clarivate.com/search-results> (дата звернення: 31.10.2022)
3. Google Scholar <https://scholar.google.com/> (дата звернення: 31.10.2022)

УДК 621.8

THE LARGEST TOWER CRANE IN THE WORLD

Student – Bohach D.V.

Scientific adviser – d.t.s., prof. Romasevych Y.O.

Tower cranes enable the construction of massive buildings that would never be possible with mobile cranes, which are overshadowed by the height of skyscrapers. Some tower cranes are self-climbing, able to construct their own tower as they rise alongside a building in progress.

Many tower cranes used to build skyscrapers are anchored externally to the building or sit in the middle of the building itself, which helps secure the crane and allows it to reach incredible heights.

Because many tower cranes are anchored to buildings, the tallest tower cranes are technically those that were used to construct the tallest buildings. For my research, though, i wanted to find the tallest freestanding tower crane, one that reaches impressive heights supported only by a foundation

After looking at dozens of miraculous models, my search ended with the Kroll K10000, a soaring tower crane that operators around the world dream of working with.

- Max load capacity: 240 tons
- Crane height: 470 feet
- Jib reach: 266 feet to 330 feet
- Rotation: 360 degrees
- Area covered by crane: 7.5 acres

The tower of the Kroll K10000 is gigantic and way taller than the Statue of Liberty (fig. 1).

The Kroll K10000 is capable of extremely heavy lifts on a fairly small foundation, making it ideal for large-scale industrial projects.

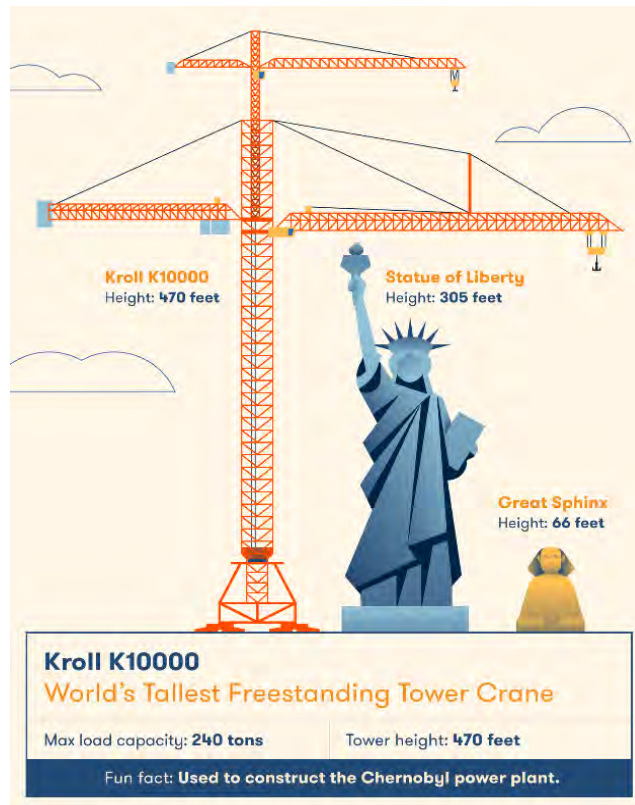


Figure 1 – Sizes of some objects to compare

Relatively few K10000s exist, but several of them that were famously used in the construction of the Chernobyl power plant are still in operation today.

УДК 621.43.058

АКТУАЛЬНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА ВІД НАГАРОВІДКЛАДЕНЬ

Студент – Богомяков Є.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Банний О.О.

У процесі експлуатації в двигунах внутрішнього згоряння незалежно від їх класу та типу утворюються нагаровідкладення, які є однією з причин зниження довговічності, надійності та економічності їхньої роботи.

Нагаровідкладення порушують процес згоряння, збільшують знос тертьових деталей і можуть вивести з ладу окремі деталі та складальні одиниці двигуна: камери згоряння, форсунки, свічки, поршневі кільця, клапани, підшипники та ін.

Утворення нагаровідкладень у камерах згоряння, на днищах поршнів, тарілках клапанів, стінках впускного тракту, розпилювачах форсунок є природним явищем, обумовленим фізико-хімічними процесами, що відбуваються в паливі та моторній оліві під впливом високих температур і нестачі кисню [1] Схема процесу утворення нагаровідкладень у дизельних двигунах представлена на рисунку (рис. 1).

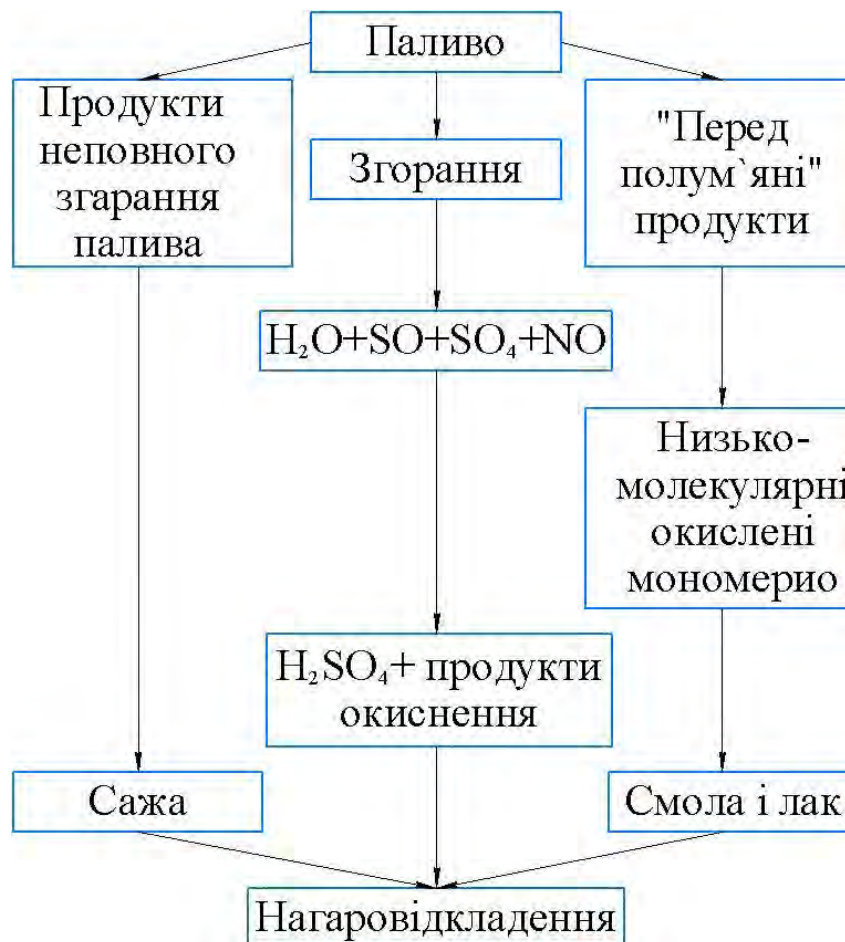


Рисунок 1 – Схема утворення нагаровідкладень у дизельному двигуні

Сутність процесу утворення нагаровідкладень у дизелях полягає в наступному. При роботі двигуна в результаті неповного згоряння палива та термоокислювальних перетворень вуглеводнів олії в ньому накопичується

сажа, а також сполуки, що містять карбонільні, карбоксильні та гідроксильні функціональні групи, ненасичені сполуки та нітроефіри [2]. Одночасно в результаті згоряння сірки, що є присутньою в паливі, в циліндрах конденсується сірчана кислота.

Висока температура деталей циліндропоршневої групи (ЦПГ) забезпечує необхідну енергію активації і в результаті взаємодії між функціональними групами утворюються полімерні продукти.

Присутність в оливі сірки, кисню та інших елементів сприяє переведенню їх у нерозчинні полімерні структури – лак та смоли. Дія сірчаної кислоти на плівку олії в кільцевому поясі поршнів також призводить до утворення відкладень, що містять сірку та кисень [3].

Відкладення, пов'язані з високотемпературним режимом двигуна, утворюються в основному у вигляді нагарів та лаків на поверхнях деталей із відносно високою температурою (камера згоряння, циліндро-поршнева група, розпилювач форсунки).

З викладеного слід, що накопичення нагаровідкладень є невід'ємною частиною процесу роботи двигуна. Наявність нагаровідкладень на деталях негативно впливає на енергетичні, паливно-економічні, екологічні та ресурсні параметри роботи двигуна, що зумовлює необхідність розробки найбільш ефективних методів їх видалення [1, 4].

Відомі два способи очищення від нагару деталей ЦПГ. Перший спосіб - розбірний - вимагає повного чи часткового розбирання дизеля. Він заснований на механічному чи хімічному руйнуванні нагару. Механічна очистка здійснюється за допомогою щіток та скребків. Широко застосовується для очищення нагару пневматичний спосіб. Стиснутим повітрям зі швидкістю до 50 м/с подається на поверхні, що очищаються кісточкова крихта.

Хімічна очистка деталей від нагару заснована на застосуванні розчинів на основі крезолу, що розкладають нагар. Розроблені на основі розбірного способу технології очищення деталей циліндропоршневої групи від нагару в експлуатації малоефективні, так як при цьому машина тривалий час не

використовується, зменшується ресурс окремих деталей і двигуна в цілому. Цей спосіб очищення економічно доцільно застосовувати лише на спеціалізованих ремонтних підприємствах двигунів.

Другий спосіб – безрозбірний – заснований на короткочасній роботі дизеля на водопаливній емульсії (ВПЕ). Механізм видалення нагару із застосуванням ВПЕ є комплексним. У ньому проявляються гідравлічні, теплотехнічні та механічні впливи на поверхню нагару.

Висновок. Згідно з проведеними дослідженнями, при роботі двигуна на водопаливній емульсії значно покращується процес сумішоутворення за рахунок явища «мікрровибуху», так як краплі емульгованого палива, що утворюються після впорскування через форсунки, складаються з частинок палива, всередині яких розташовується велика кількість включень води, що хаотично рухаються. Розміри цих включень коливаються від 1 до 3 мкм і практично не залежать від умов розпилювання, а також способів подачі води в камеру згоряння.

Основним фактором використання води для видалення нагароутворень із поверхонь камери згоряння є підвищений коефіцієнт теплопровідності води порівняно з дизельним паливом.

Список використаних джерел:

1. Банний О.О. Вплив нагаровідкладень у двигуні на його техніко-економічні та ресурсні показники /Банний О.О., Богомятков Є.Г. / Збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції «HSEAgro – 2022». 8-9 лютого 2022 року. МОН України, НУБіП України, Науково-виробничий журнал «Промислова безпека», Державна служба України з питань праці. Київ. 2022. 186 с.
2. Новицький А.В., Банний О.О., Бистрий О.М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

3. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. Київ. НУБіПУ, 2017. 221 с.
4. Bannyi O. Application of the new structural solutions in the seeders for precision sowing as a resource saving direction. Boiko, A., Popyk, P., Gerasymchuk, I., Bannyi, O., Gerasymchuk, N./Eastern-European Journal of Enterprise Technologiesthis link is disabled, 2018, 5(1-95), pp. 46–53

УДК 621.891

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТРИБОСПОЛУЧЕНЬ КОМПРЕСОРІВ АВТОМОБІЛІВ КАМАЗ

Студент – Кошель О.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Банний О.О.

За характером виникнення фактори, що впливають на ресурс компресорів гальмівної системи автомобілів КамАЗ, можна розділити на технологічні та експлуатаційні.

Технологічні фактори визначаються характером процесу виготовлення деталей компресора і включають великий арсенал технологічних методів управління зносостійкими властивостями деталей на етапі їх виробництва: фізико-хімічних, теплових, механічних методів впливу на поверхневі шари матеріалів [1].

Експлуатаційні фактори впливають на надійність роботи компресорів у процесі експлуатації автомобілів. Вони включають як об'єктивні фактори, обумовлені впливом зовнішнього середовища, так і суб'єктивні, пов'язані з організацією системи технічного обслуговування та ремонту, кваліфікацією водія та обслуговуючого персоналу.

Найбільш перспективними, з точки зору підвищення вартості і працездатності трибосполучень компресорів, видаються технологічні заходи, засновані, наприклад, на застосуванні комплексних покриттів, які дозволяють поліпшити ефективність використання компресорів автомобілів КамАЗ в період їх припрацювання в встановленому режимі роботи.

Цей метод дозволяє за мінімальних економічних витрат, не змінюючи конструкцію та матеріали деталей пари тертя, знижувати інтенсивність її зношування протягом усього життєвого циклу [2]. Однак слід зазначити, що в сукупності з іншими методами, особливо експлуатаційними, можна отримати набагато більший ефект.

Застосування різних технологічних заходів, спрямованих на зниження зносу деталі, характеризується на рис. 1 кривою 2.

Зменшення початкового зносу деталі, що характеризує зміну зазору на величину $\Delta S = S'_{\text{поч}} - S''_{\text{поч}}$, викликає збільшення міжремонтного терміну служби сполучення на величину

$$\Delta t = \tau_2 - \tau_1 = \frac{S'_{\text{поч}} - S''_{\text{поч}}}{\text{tg}\alpha} \quad (1)$$

де $\text{tg}\alpha = \frac{\Delta U}{\Delta t}$ – швидкість зношування.

Найменший знос спостерігається при терті, коли відбувається пружне контактування мікронерівностей при повному поділі їх проміжним тілом (рис. 2) [3].

За таких умов процес тертя та зносу локалізується у проміжному, так званому, «третьому» тілі, не торкаючись основного металу. Покажемо це, виходячи з умов виникнення передзадирної ситуації при фрикційній взаємодії деталей.

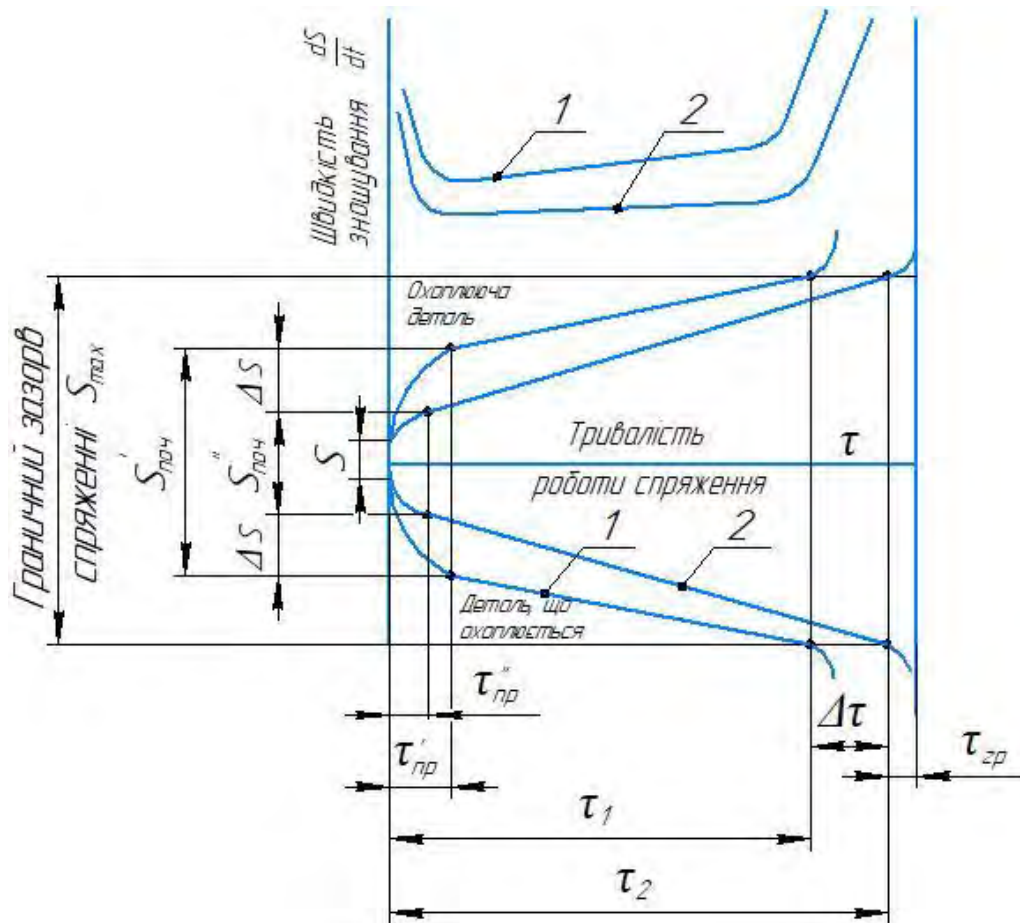


Рисунок 1 – Зношування трибосполучень, що мають в експлуатації різну швидкість зношування

Умова переходу від граничного тертя до мікрозрізання за І.В. Крагельському [4] має вигляд:

$$\frac{h}{R} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2\tau}{\sigma_s} \right), \quad (2)$$

де $\frac{h}{R}$ - відносне впровадження поверхонь (h - глибина, R - радіус впровадженої

нерівності); $\frac{\tau}{\sigma_s}$ - відносна міцність адгезійного зв'язку, що виникає між плівками, що покривають поверхні пар тертя (τ - тангенціальна напружка на поверхні тертя; σ_s - межа плинності матеріалу в поверхневому шарі),

або

$$\tau = \frac{\sigma_s}{2} \left(1 - \frac{2h}{R} \right) \quad (3)$$

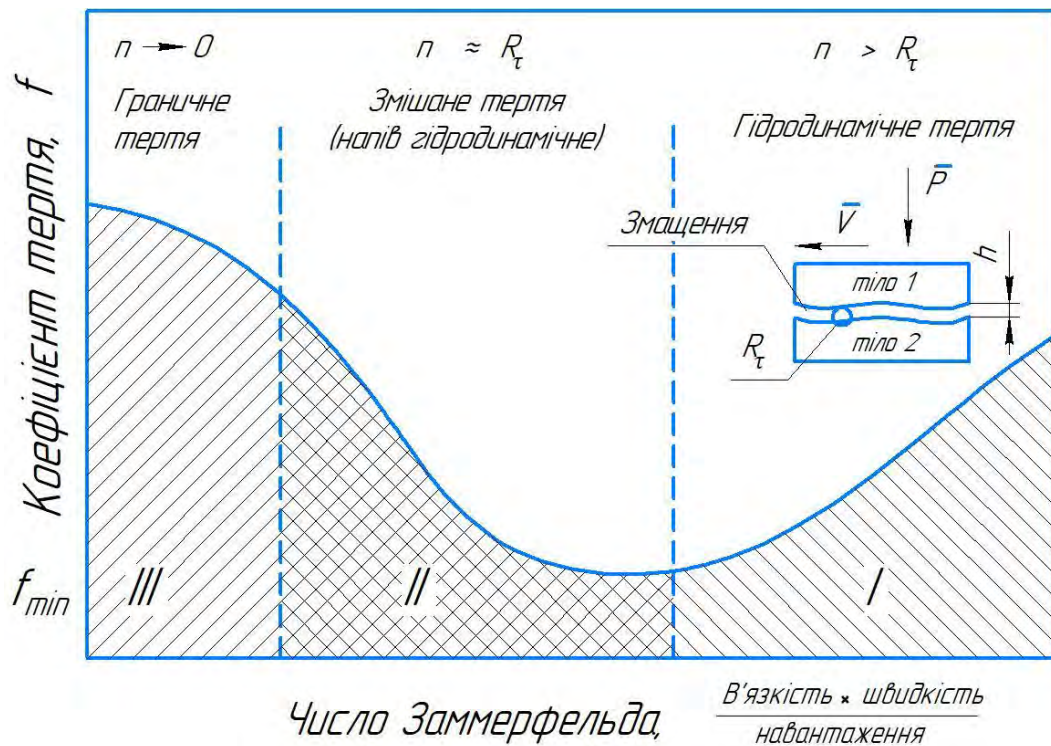


Рисунок 2 – Крива Герсі-Штрибека

Так як у процесі тертя поверхонь деталей, особливо в початковий період, відбувається пластична деформація при поверхневих шарів з утворенням вторинних структур, то сила тертя визначається в основному напругою, необхідною для цієї деформації.

Висновки. З вище викладеного можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз причин втрат працездатності компресорів та дослідження характеру зношування його трибосполучень показує, що в результаті дієства експлуатаційних та інших факторів відбувається зниження ресурсу та надійності компресорів, яке визначається підвищеним зношуванням його трибосполучень.

2. Підвищити ресурс і забезпечити працездатність трибосполучень компресорів, як показав аналіз і теоретичні передумови, можливе нанесенням на поверхню, що труться, антифрикційних зносостійких покриттів.

В результаті аналізу встановлено, що найбільш перспективними і ефективними є комплексні низькотемпературні покриття на основі хімічних сполук бору, хрому, титану і, зокрема, титаномідьсульфідування.

Основною метою роботи є підвищення ресурсу трибосполучення компресорів автомобілів КамАЗ застосуванням комплексних покриттів.

На підставі аналізу літературних джерел зформулюванні такі завдання дослідження:

1. Провести аналіз працездатності та надійності компресорів гальмівної системи автомобілів КамАЗ.
2. Теоретично обґрунтувати спосіб підвищення довговічності ресурсовизначальних трибосполучень компресорів автомобілів КамАЗ.
3. Провести експериментальні дослідження дослідних зразків, розкрити властивості комплексного покриття, розробити технологічний процес і дати техніко-економічну оцінку.

Список використаних джерел:

1. Банний О.О. Технологічні засоби підвищення безвідмовно автомобілів КамАЗ./ Банний О.О., Ковальчук О.В./ Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання 21-22 лют. 2019 р., м. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2019. – С. 348-349.
2. Банний О.О. Особливості надійності автомобіля / Банний О.О., Школяр І.О./ Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання 21-22 лют. 2019 р., м. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2019. – С. 319-320.
3. Трошін О.М. Гіпотеза в поясненні аномально низького тертя та зношування в трибології / О.М. Трошін // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем. – 2015. – Вип. 12. – С. 178–190.
4. Шевеля В.В. Трибохимия и реология износостойкости: Моногр. / В.В. Шевеля, В.П. Олександренко. – Хмельниц.: ХНУ, 2006. – 278 с.

УДК 669.019

ВОДЕНЬ В СТАЛІ

Студентка – Стахова В.М.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Афтандіяні Є.Г.

Водень утворює та суттєво збільшує кількість дефектів кристалічної будови сталевих виробів при неконтрольованому його вмісті в сталі.

При зниженні температури сталі відбувається виділення водню через зміну його розчинності, особливо інтенсивне при кристалізації сталі та її алотропних перетвореннях. При вмісті водню в сталі більше границі розчинності відбувається утворення молекул водню.

Водень, адсорбований металом, може розчинятися в металі, сегрегувати на дефектах кристалічної будови, адсорбуватися на поверхні мікронерівностей і частинках вторинних фаз, накопичуватися в мікропорах у молекулярній формі, утворювати гідриди з основним металом, вступати в реакцію з легуючими елементами і вторинними фазами. Між воднем, який знаходиться в різних станах, існує динамічна рівновага.

Місцями накопичення (колекторами) водню в металах і сплавах, тобто ділянками, у яких атоми водню мають понижено вільну енергію в порівнянні з нормальними їх позиціями у кристалічній ґратці можуть бути атоми заміщення і впровадження, дислокації, міжзеренні та міжфазні границі, області об'ємного розтягу, пори та мікротріщини.

По часу утворення в сталях колектори водню розподіляються на три групи:

1. Колектори, що утворюються при виплавки та кристалізації сталі. До них відносяться сульфіди та оксиди, а також інші неметалеві включення, газові пори; усадочні дефекти та гарячі кристалізаційні тріщини.

2. Холодні тріщини, які утворюються протягом обробки тиском або термічної обробки.
3. Тріщини, які утворилися шляхом поєднання мікротріщин з колекторами водню та прискорюють утворення нових мікротріщин, тобто процес зростання крихких внутризеренних ділянок.

По кількості випадків неметалеві включення займають перше, а усадочні дефекти другому місці, як колектори водню.

Насичення металу воднем супроводжується виділенням розчиненого водню в молекулярній формі в процесі охолодження виливка, зменшенням вільної енергії системи та утворенням умов для зародження та росту тріщин.

Внутрішні та зовнішні напруження інтенсифікують процес тріщиноутворення. Розрахунки показують, що при відсутності напруження формування кластерів водню в залізі ускладнено, оскільки потрібно подолати великий потенційний бар'єр у розмірі 4,3 еВ, при критичному радіусу кластеру $\approx 11,6 \cdot 10^{-8}$ см. При напруженні 1000 МПа енергія активації процесу розвитку кластера знижується до 0,8 еВ, а критичний розмір до $7,8 \cdot 10^{-8}$ см. При напрузі 2000 МПа кластер може розвиватися безперешкодно, тому що енергія активації практично відсутня.

У матеріалі без напружень кластери водню формуються на дислокаціях. При збільшенні напруги кластер розвивається в мікротріщину. Розповсюдження тріщини починається з накопичення водню та формування водневого кластеру перед тріщиною, гирло якої може потім генерувати дислокації і сприяти збільшенню радіуса вершини тріщини. Тріщини, що виникають в наслідок дії водню називають флокенами (нім. Flocken – пластівці).

Висновок. Виконаний аналіз закономірності накопичення і виділення водню на дефектах кристалічної будови металів і сплавів та утворення флокенів дають можливість розробити ефективні напрямки запобігання негативного впливу водню.

ПРОГАРТОВАНІСТЬ ЛИВАРНИХ СТАЛЕЙ

*Студент – Синегуб О.В.**Науковий керівник – д.т.н., проф. Афтандіяніц Є.Г.*

Прогартованість конструкційної сталі визначається стійкістю аустеніту до переохолодження і залежить від розміру зерна аустеніту, ступеня легування твердого розчину та вмісту в ньому вторинних фаз. Враховуючи, що прогартваність визначається, як відстань від поверхні деталі або вилівка до зони, що містить 50% мартенситу, визначили вплив хімічного складу сталі і температури гартування (t_q) на твердість зони, що містить 50% мартенситу.

Математичний аналіз показав, що твердість напівмартенситної зони конструкційних сталей з ймовірністю 99% та похибкою 1,31% описується наступним рівнянням

$$HRC_{(50\%M)} = 32 + 54 \cdot C + 4,64 \cdot Mn - 10,9 \cdot C \cdot Mn + 3,34 \cdot C \cdot Cr - 2,49 \cdot C \cdot Mn \cdot Cr - 0,013 \cdot t_q, \quad (1)$$

$$R=0,994; F_{6/81}=2538 > F_T^{0,01}=2,92$$

З урахуванням встановленої залежності методом торцевого гартування визначили прогартваність литих конструкційних сталей, що містять від 0,19 до 0,52% масової частки C; 0,14 - 0,86 - Si; 0,76 - 2,14 Mn; 0,03 - 1,33 Cr; 0,003 - 0,023 S; 0,005 - 0,024 P; 0,005 - 0,018 N; 0,007 - 0,07 Al; до 0,13 V; 0,035 Ti; 0,003 B, в інтервалі температур гартування від 900 до 1000 °C.

Приймаючи за незалежні фактори ступінь легування твердого розчину, розмір зерна аустеніту та вміст у ньому VN, AlN та TiN, побудували математичну модель прогартваності конструкційної сталі, яка має наступний вигляд:

$$H = 351 \cdot Si - 56,5 - 1,84 \cdot D_a \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 90 \cdot Mn + 60,7 \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 1067 \cdot C \cdot Si + 538 \cdot C \cdot Mn - 243 \cdot (C + N_a + B) \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 57,9 \cdot Si \cdot Mn + 54,8 \cdot Si \cdot Cr + 7,82 \cdot D_a \cdot (C + N_a + B) \cdot (Si + Mn + Cr + V_a), \quad (2)$$

$$R = 0,981; \delta = 12,8 \%; F_{10/29} = 72,5 > F_T^{0,01} = 3,0$$

Аналіз рівняння (2) показує, що вплив легуючих елементів і домішок на прогартованість сталі пов'язано, в основному, з їх твердорозчинною дією та зміною розміру зерна аустеніту. Результати розрахунків показують, що зміна легуючими елементами розміру зерна аустеніту та ступеня легування твердого розчину така, що при мінімальному ступені перегріву ($t_q = 900 \text{ }^\circ\text{C}$) Mn, Cr, C і N закономірно підвищують, а V і спільне легування сталі N та V знижують, а Si екстремально змінює прогартованість сталі 30ХГСЛ. При гартування від $1050 \text{ }^\circ\text{C}$, ефективність впливу елементів змінюється. Наприклад, легування сталі Si і спільно 0,1%V і 0,015%N призводить до підвищення прогартованості сталі.

Висновок. Результати виконаних досліджень показують, що зі збільшенням ступеня перегріву аустеніту ефективність впливу елементів, крім марганцю і азоту, зростає, що свідчить про значний вплив твердорастворного чинника. Зниження ефективності впливу таких аустенітоутворюючих елементів як марганець і азот пов'язане зі збільшенням вмісту в сталі залишкового аустеніту.

УДК 621.87

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ РОЗГОНУ/ГАЛЬМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ

Студент – Дяченко О.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Ромасевич Ю.О.

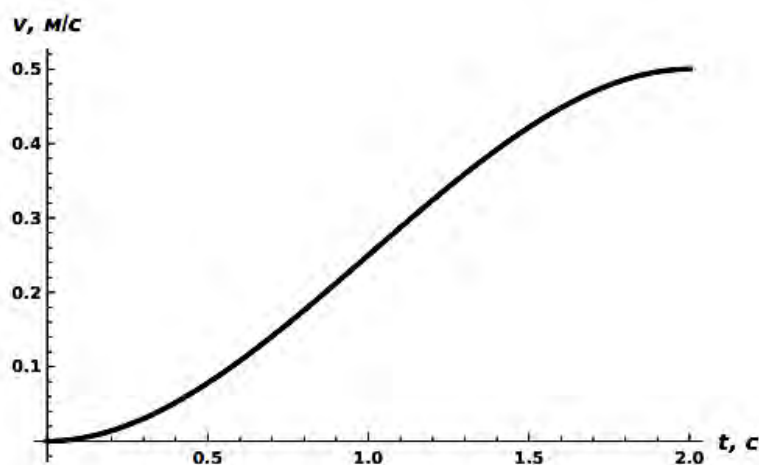
У сучасних умовах потокового і автоматизованого виробництва значення підйомно-транспортних машин якісно змінилося. Вони вийшли за рамки свого первинного призначення як допоміжного устаткування тільки для

механізації трудомістких процесів по підйому і переміщенню вантажів, а стали зв'язуючою ланкою в технологічному ланцюзі виробництва, що забезпечує безперервність процесу виробництва, основним регулятором потокового виробництва органічною частиною технологічних процесів, що визначають ритм і продуктивність основного устаткування підприємства.

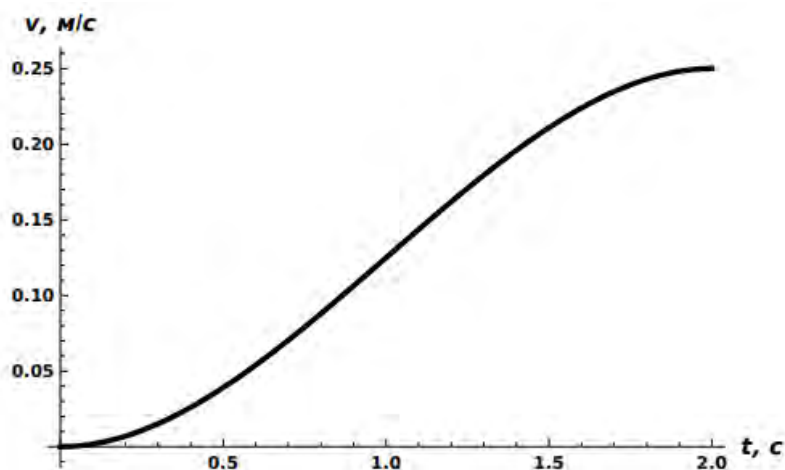
У роботі ставиться задача визначення тривалості розгону або гальмування механізму підйому вантажу. У результаті проведених розрахунків отримано:

$$t_{\text{розг}} = t_{\text{гальм}} = T \frac{F_i}{G_{\text{ном}}} \frac{|\Delta v|}{v_{\text{ном}}},$$

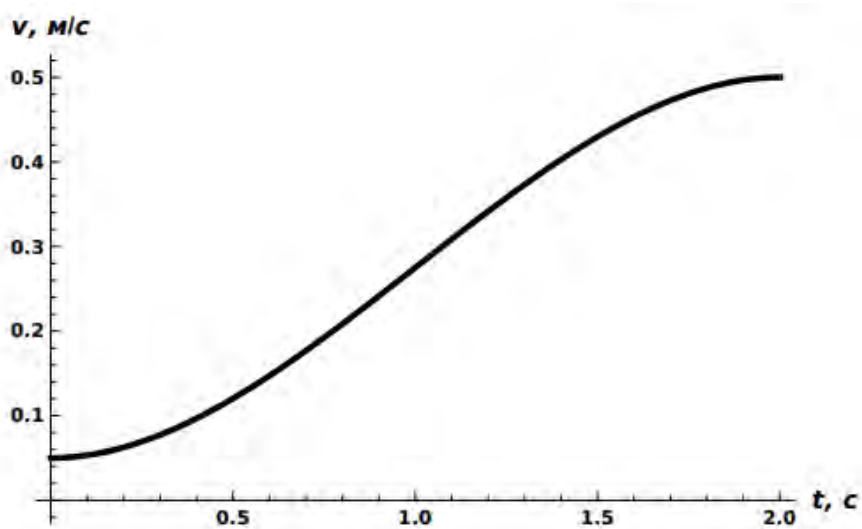
де T – максимально допустима тривалість розгону (у даному випадку $T=2$ с); $G_{\text{ном}}$ – вага номінального вантажу ($G_{\text{ном}}=5000$ Н); F_i – i -те значення зусилля розтягу каната (тобто виміряне на поточному циклі керування рухом механізму); $v_{\text{ном}}$ – номінальна швидкість руху (підйому чи опускання) вантажу ($v_{\text{ном}}=0,5$ м/с); Δv – зміна швидкості механізму при розгоні або гальмуванні (різниця між початковим і кінцевим значеннями швидкості механізму підйому вантажу). Для ілюстрації отриманих результатів наведемо графічні залежності (рис. 1).



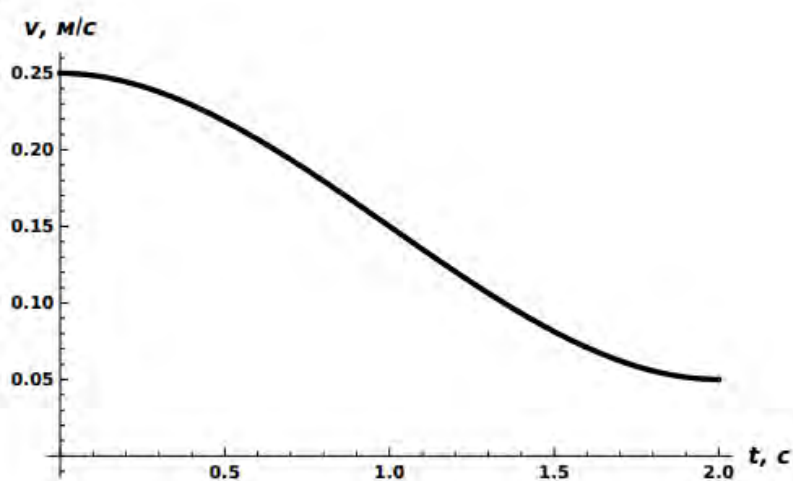
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Графіки функцій зміни швидкості вантажу для варіанту підйому вантажу: а) розгін від нульової до номінальної швидкості; б) розгін від

нульової швидкості до проміжної швидкості (половина від номінальної); в) розгін від посадочної швидкості до номінальної; г) гальмування від проміжної швидкості до посадочної

Висновок. Отримані графічні залежності необхідно реалізувати на практиці для того, щоб забезпечити мінімізацію динамічних зусиль у елементах механізму підйому вантажу.

УДК 621.01: 621.87

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПРАЦЬ В ГАЛУЗІ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ВАНТАЖУ, ЩО ПЕРЕМІЩУЄТЬСЯ БАШТОВИМ КРАНОМ

Студент – Великоіваненко Д.І.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Ромасевич Ю.О.

З огляду на постійне нарощування кількості об'єктів будівництва, споруд, будівель різних розмірів та габаритів, саме за допомогою баштових кранів здійснюються переміщення великогабаритних та важких вантажів. Але переміщення вантажу баштовим краном не виконується за лінійною траєкторією: інколи вантаж потрібно перемістити оминаючи деяку перешкоду. І саме тому перед дослідниками постає питання планування траєкторії руху вантажу, що переміщується баштовим краном. Нижче в таблиці 1 наведено кількісний аналіз наукових праць, які опубліковані за останні роки та проіндексовані у наукометричних базах даних Scopus [1], Web of Science [2] та Google Scholar [3], в яких дослідниками вивчається питання планування траєкторії руху вантажу, який переміщується за допомогою баштового крану.

Таблиця 1

Кількість наукових праць за період 2017-2022 рр.

Запит	Роки						Всього в базі
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	
База Scopus							
tower crane AND trajectory planning	3	3	1	2	-	1	13
load trajectory planning	72	84	83	78	61	58	856
tower crane optimal control	5	3	3	3	1	1	39
tower crane obstacle avoidance	2	1	1	-	-	-	8
База Web of Science							
tower crane AND trajectory planning	-	4	1	2	-	1	11
load trajectory planning	75	109	97	95	70	66	875
tower crane optimal control	1	5	2	4	-	-	20
tower crane obstacle avoidance	-	1	-	1	-	-	3
База Google Scholar							
tower crane AND trajectory planning	698	1090	1090	1050	915	907	15600
load trajectory planning	15200	21700	19400	17700	16200	14700	286000
tower crane optimal control	1270	1680	1480	1380	1270	1220	21300
tower crane obstacle avoidance	363	537	538	517	452	544	12000

Було сформовано пошукові запити, які найбільш близькі до тематики планування траєкторії руху вантажу переміщуваним баштовим краном. Серед них: tower crane AND trajectory planning, load trajectory planning, tower crane optimal control та tower crane obstacle avoidance. З таблиці 1 видно, що з плином часу питання планування траєкторії руху вантажу переміщуваним баштовим краном набирає все більшу популярність, все більше науковців намагаються

знайти способи покращення роботи баштового крану, змусити його переміщувати вантаж по певній траєкторії оминаючи різні перешкоди і зменшуючи при цьому тривалість його роботи.

Висновок. Таким чином, пошук оптимального рішення для обминання перешкод вантажу, що переміщується баштовим краном є актуальною науковою задачею, про що свідчить збільшення наукових публікацій за останні роки. Саме за допомогою правильно заданої траєкторії руху вантажу можна скоротити витрати часу на його переміщення і дозволить виконувати більший об'єм роботи баштового крану за менший проміжок часу, а також знизить ймовірність нещасних випадків, які можуть статися під час переміщення вантажу.

Список використаних джерел:

1. <https://www.scopus.com/home.uri>
2. <https://www.webofknowledge.com/>
3. <https://scholar.google.com/>

УДК 621.87

**ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИВІДНОГО МЕХАНІЗМУ МОТОВИЛА
ЖАТКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА**

Студент – Купців О.О.

Наукові керівники – д.т.н., проф. Ловейкін В.С., к.т.н. Ляшко А.П.

Основною тенденцією сучасного комбайнобудування є підвищення продуктивності збирання зернових культур. Це досягається, в першу чергу, за рахунок підвищення продуктивності жатки, де необхідно збільшувати колоу швидкість мотовила. В роботі розроблено привод мотовила, де в якості приводного двигуна використано гідравлічний двигун з регульованою

частотою обертання. Тому виникла потреба дослідити кінематичні та динамічні характеристики такого приводного механізму мотовила.

Для проведення досліджень приводний механізм разом з мотовилом представлений у вигляді двомасової динамічної моделі (рис.1).

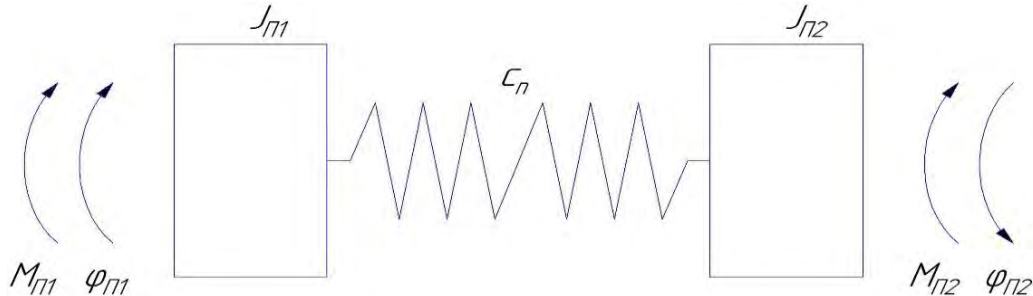


Рисунок 1 – Двомасова динамічна модель приводу мотовила

На рис. 1 прийняті такі позначення: $J_{П1}$ та $J_{П2}$ – приведені до вала мотовила моменти інерції елементів приводу та мотовила; C_n – коефіцієнт жорсткості пружних елементів приводного механізму; $M_{П1}$ та $M_{П2}$ – приведені до вала мотовила рушійний момент гідравлічного двигуна і момент сил опору повороту мотовила; $\varphi_{П1}$, $\varphi_{П2}$ – кутові координати повороту першої та другої приведених мас. На основі динамічної моделі побудовано математичну модель, яка являє собою систему двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, розв’язок яких дав можливість отримати динамічні характеристики (рис.2).

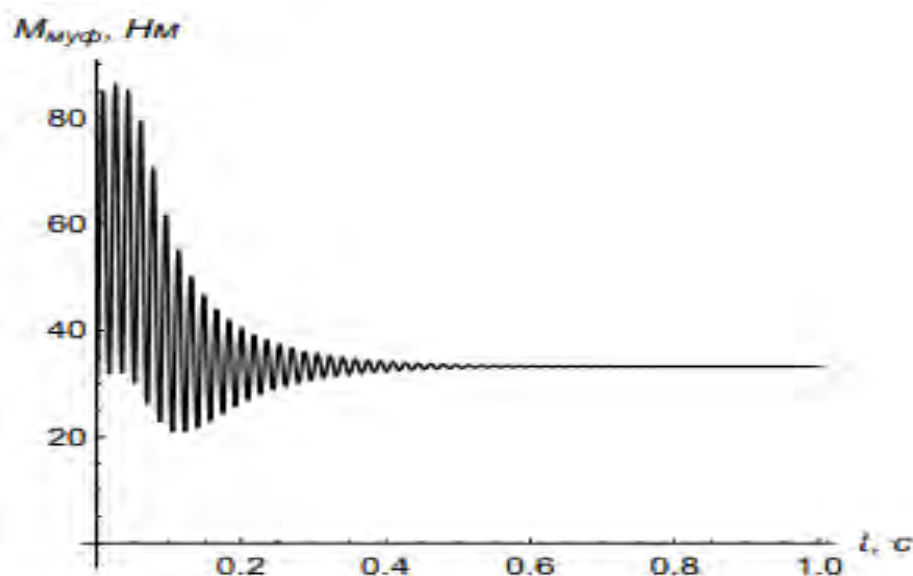


Рисунок 2 – Графік зміни пружного моменту в приводі мотовила

З наведених результатів можна зробити висновок, що в приводному механізмі спостерігаються високочастотні коливання, які швидко затухають.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Студент – Бабенко Д.К.

Наукові керівники – д.т.н., проф. Ловейкін В.С., к.т.н. Ляшко А.П.

Гвинтові конвеєри широко застосовуються для транспортування сипких матеріалів і, зокрема, зернових. При підвищенні продуктивності цих конвеєрів за рахунок збільшення робочих швидкостей в елементах приводного механізму та робочого органу (шнека) виникають значні динамічні навантаження. Для зменшення динамічних навантажень і усунення коливань ланок приводу та шнеку разом з зерновим матеріалом виникає необхідність в оптимізації режиму руху конвеєра. Особливо небезпечним для гвинтових конвеєрів є процес пуску із завантаженим жолобом зерновим матеріалом, тому оптимізація цієї ділянки руху є найбільш актуальною.

Для проведення досліджень використано двомасову динамічну модель з обертовими дисками, з'єднаними пружним елементом, що моделює пружні властивості елементів приводу. При цьому перший диск відображає інерційні властивості приводу, а другий – шнеку з зерновим матеріалом. По обраній динамічній моделі складено диференціальні рівняння руху конвеєра, за якими сформовано критерій оптимізації, що представлений у вигляді середньоквадратичного значення рушійного моменту приводу за час пуску

$$M_{pc} = \left(\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} M_p^2 dt \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

де t , t_1 – час та тривалість процесу пуску; M_p – рушійний момент приводу. За результатами оптимізації побудовані графічні залежності (рисунок).

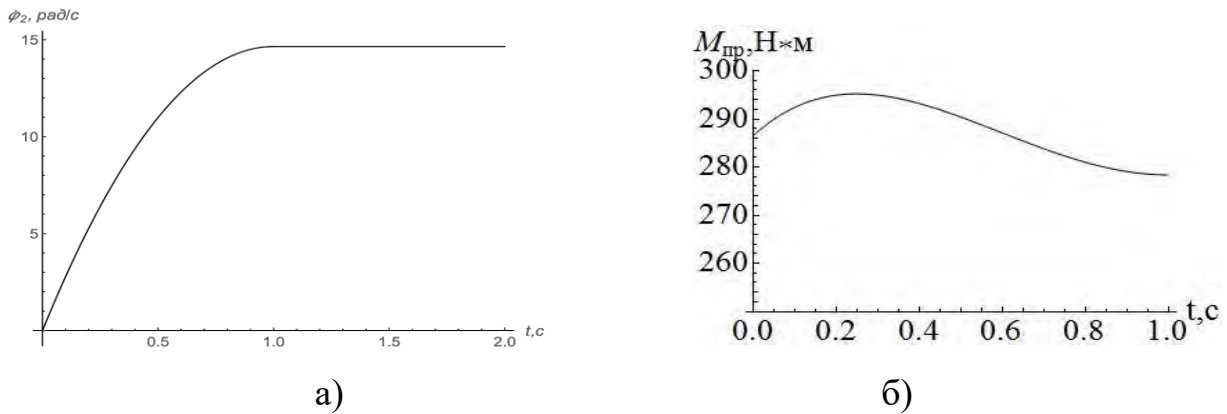


Рисунок 1 – Графіки швидкості шнека (а) та пружного моменту (б) конвеєра

З отриманих залежностей можна зробити висновок, що кутова швидкість шнека і пружний момент елементів приводу гвинтового конвеєра при оптимальному режимі пуску змінюються плавно при відсутності коливань. Такий режим пуску до мінімуму зводить динамічні навантаження в робочому органі та елементах приводу гвинтового конвеєра.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ КОЗЛОВОГО КРАНА

Студент – Дончук В.С.

Наукові керівники – д.т.н., проф. Ловейкін В.С., к.т.н. Ляшко А.П.

При виконанні розвантажувально-навантажувальних робіт на відкритих майданчиках широке застосування отримали козлові крани. Основним механізмом цих кранів є механізм підйому вантажу, в якому, зазвичай, використовують здвоєні поліспасти для забезпечення строго вертикального

підйому вантажу з метою збереження рівномірних навантажень в опорах крана. При проектуванні механізму підйому вантажу виникає потреба у виборі раціональних варіантів конструкції. Для цього розроблена морфологічна таблиця можливих технічних рішень, в якій кожному функціональному елементу механізму підйому наведені альтернативні варіанти. Вибираючи з такої таблиці для кожного функціонального елемента по одному альтернативному варіанту, отримують один із можливих варіантів механізму підйому вантажу і таких варіантів можна отримати достатньо велику множину.

При роботі механізму підйому вантажу в його елементах виникають значні динамічні навантаження, особливо ці навантаження зростають під час проходження перехідних процесів (пуск, гальмування). Найбільші навантаження спостерігаються в тяговому канаті поліспаотної системи, що намотується на барабан. Для визначення динамічних навантажень в тяговому канаті розроблено двомасову динамічну модель, на основі якої за допомогою принципу Даламбера складено систему нелінійних диференціальних рівнянь руху другого порядку. В цих рівняннях нелінійність забезпечується за рахунок нелінійності механічної характеристики приводного електродвигуна, тому розв'язок диференціальних рівнянь здійснювався чисельними методами з використанням комп'ютерної програми. В результаті проведених розрахунків визначені динамічні навантаження в тяговому елементі поліспаотної системи. На ділянці пуску динамічна складова різко зростає до 14 кН, а потім до початку усталеного руху плавно спадає майже до нуля. Побудований також фазовий портрет коливань тягового органу, з якого встановлено, що коливання затухають протягом процесу пуску.

В результаті проведених досліджень розроблено методику вибору проектних рішень механізму підйому, а також проведений динамічний аналіз, в результаті якого встановлені дійсні динамічні навантаження в елементах тягового органу і виявлений характер його коливань.

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ У ГАЛУЗІ РОЗРОБКИ СЕГВЕЇВ

Студент – Олексійко О.Г.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Ромасевич Ю.О.

Сучасний світ сповнений новітніми технологіями. На сьогоднішній день досить популярними альтернативними видами переміщення вважаються гіроборд, електробайк, самокати та різні електро- платформи, за допомогою яких людина може перемішуватися на певну дистанцію досить швидко та комфортно. Сегвей – електроскутер, якому не потрібне ні кермо, ні гальма. Це унікальний пристрій який при нахилі корпусу їздця вперед, починає котитися вперед, і чим більший нахил, тим більшу він розвиває швидкість (максимальна – 20 км/год). На нашу думку, він є досить цікавою, мобільною та зручною альтернативою для переміщення містом без зайвого дискомфорту.

Данні, які наведені вище (рис. 1), були взяті з ресурсів Всесвітньої організації інтелектуальної власності (ВОІВ) [1] (спеціалізоване агентство в ООН).

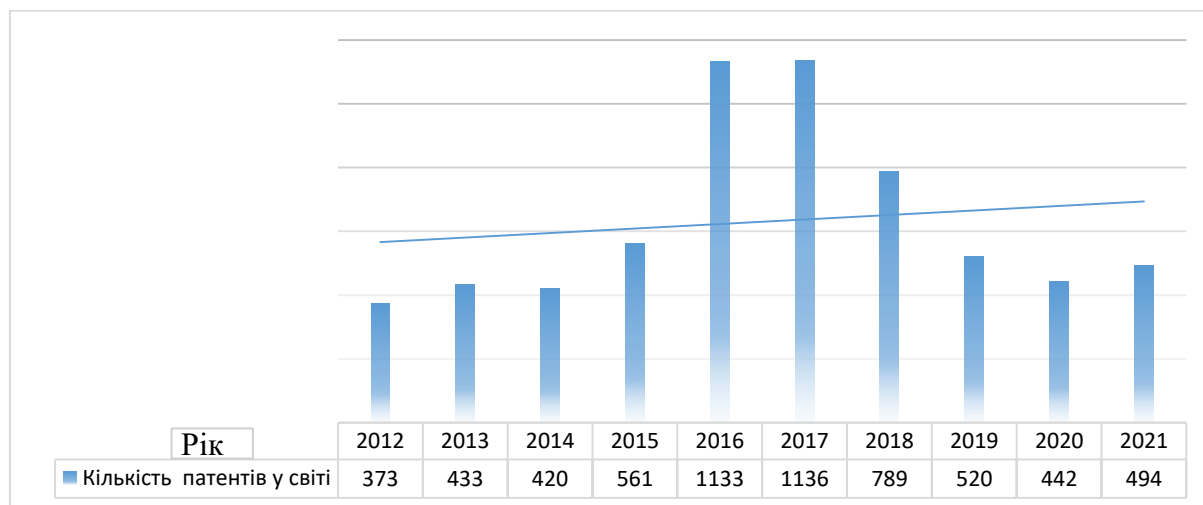


Рисунок 1 – Діаграма, яка показує кількість патентів, що отримані у світі за тематикою розробки сегвеїв

На діаграмі (рис. 1) спостерігаємо досить різку динаміку в 2016 та 2017 роках, а потім незначний спад в 2018 році. З 2019 по 2021 рік спад в цьому напрямку продовжився, але однак це було зв'язано з пандемією COVID-19. Однак в 2021 р. світова економіка почала відновлюватися, що сприяло зростанню зацікавленості науковців до даної теми. Науковці в даному напрямку постійно експериментують та удосконалюють уже створені вироби. Тому так званою „класикою” стало оснащення сигвея/гіроборда: усередині кожного колеса розташовуються двигуни, що живлять від літій-іонного акумулятора; по периметру корпусу налічується велика кількість гіроскопічних датчиків; управляє системою процесор, що виконує збір і обробку інформації.

Висновок: завдяки даним, які пропонує ВОІВ, було виявлено наскільки актуальний напрямок сфери розробки сигвеїв/гіробордів в світі та яке загальне оснащення використовуються в створенні цих засобів переміщення.

Список використаних джерел:

1. <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ЗРАЗОК ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЕНЬ В ВИЛИВКАХ

Студент – Данілов А.В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Афтандіянц Є.Г.

Фазові перетворення у виливках визначаються, як правило методами термічного аналізу, при якому реєструється залежність зміни параметрів зразка від температури. Отримана залежність дозволяє визначати термокінетичні параметри фазових перетворень при нагріванні та охолодженні сталі.

Оскільки до теперішнього часу відсутні зразки та пристрої для реєстрації фазових перетворень у виливках, метою роботи була розробка зразка для оцінки кінетики фазових перетворень у виливках методом комплексного термічного аналізу з отриманням кривої залежності електроопору сталі від температури і часу.

Зразки виготовляли шляхом заливання рідкої сталі в сталеві ливарні форми з кварцовим ковпачком під платино-платино-родієву термопару із зовнішнім діаметром 9 мм, вимірювальні вольфрамові електроди діаметром 2,4 мм із високотемпературним ізоляційним покриттям та елемент порівняння з вольфрамового дроту діаметром 2,4 мм з аналогічним ізоляційним покриттям.

Основні габаритні розміри зразку наведені на рис. 1. Зразок отримують заливкою рідкого металу в кокільну форму та отримують криву електроопору в інтервалі плавлення - кристалізація і по ній визначати критичні точки фазових перетворень.

Після одержання зразка в захисний ковпачок вставляють термопару, а електроди 3 і елемент порівняння 4 приєднують до вимірювачів електроопору та його поміщають в електропіч. За результатами вимірювань визначають кінетику фазових перетворень у виливках.

Особливістю зразка є використання, у якості досліджуваного, невеликого елемента об'єму сплаву діаметром декілька міліметрів (наприклад 5-12 мм), що знаходиться в безпосередній близькості від робочого спаю термопари, яка розташовується в тепловому центрі зразка, де температурний перепад перерізу є невеликим порівняно з периферією.

Невеликі габарити об'єму металу між контактними місцями електродів дозволяють проводити вимірювання; при підвищених швидкостях охолодження, оскільки виникнення суттєвого перепаду температур за вказаним обсягом елемента сплаву малоймовірне.

Використання зразку для дослідження перетворень в виливках дозволило визначити ефективний режим аустенітизації, який полягав у

нагріванні виливків із сталі 23ХГС2МАФЛ до 1100 °С та витримці при цій температурі 45-55 хвилин.

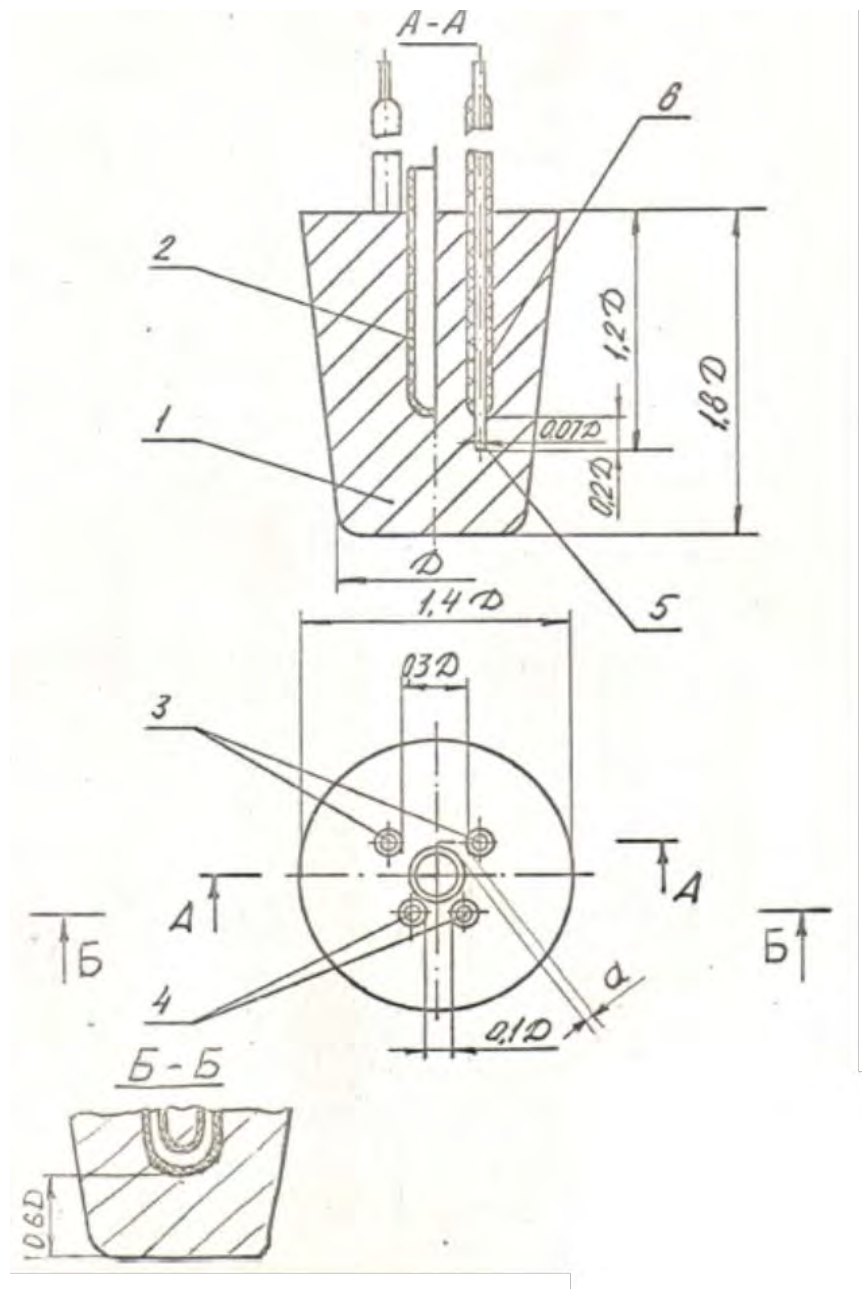


Рисунок 1 – Креслення зразку для дослідження перетворень в виливках

Зразок для дослідження перетворень у виливках може успішно використовуватися при вивченні фазових перетворень у литому металі.

Висновок. Застосування зразка для дослідження фазових перетворень у литому металі розширює технологічні можливості та забезпечує проведення експрес-досліджень. В результаті аналізу даних отриманих за допомогою

зразка для дослідження перетворень у виливках розроблено новий режим термічної обробки сталей, який дозволив стабілізувати механічні властивості сталі, знизити брак виливків за механічними властивостями на 3% та підвищити надійність матеріалу виливків на 10-20 %.

УДК 621.74:669.15-194

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛІ

Студент – Перець Є.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Афтандіяні Є.Г.

Механічні властивості є одними з головних показників якості матеріалів. Як правило механічні властивості визначають шляхом виготовлення зразків і їх руйнування в пристроях відповідно до ДСТУ 7305:2013.

В даний час ефективне підвищення якості металопродукції, без застосування комп'ютерних методів аналізу рівня механічних властивостей виробів, є дуже трудомістким та малоефективним.

З метою прискорення процесу визначення механічних властивостей сталей шляхом комп'ютерного аналізу розробили метод, що включає визначення таких параметрів, як хімічний склад сталі, температури нагрівання сталі в процесі термічної обробки, закінчення утворення аустеніту при нагріванні та розпаду при охолодженні, величина перегріву сталі над температурою закінчення формування аустеніту, вміст елементів та вторинних фаз в аустеніті при температурі нагріву та у фериті при температурі закінчення розпаду аустеніту.

Значення вищенаведених параметрів як вихідних факторів включають до попередньо складених рівнянь регресії, за якими визначають характеристики механічних властивостей.

Для реалізації методу в 160 кг індукційної плавильної печі виплавляли сталі, після розливання, яких визначали вміст таких основних елементів як вуглець, кремній, марганець, хром, сірка, фосфор, азот і ванадій. На основі плану повного факторного експерименту було виплавлено 80 марок сталей з наступним вмістом елементів: С до 0,41%; Si до 3,74%; Mn до 3,51%; V до 0,33%; Cr до 3,52%; S = 0,012 - 0,039%; P = 0,004 - 0,025%; N = 0,009 - 0,043%.

Визначали вище наведені параметри і механічні властивості сталей після нормалізації від 850 до 1100 °С. Шляхом множинного кореляційного аналізу будували регресійні моделі впливу основних структурних факторів на механічні властивостей сталей, які з 95% ймовірністю описують реальні значення.

Висновок. Аналіз отриманих рівнянь регресії дозволяє визначати механічні властивості сталі при різних режимах термічної обробки з підвищеною точністю та оптимізувати процес виробництва сталі з метою отримання ефективного поєднання міцних та пластичних характеристик, при мінімальній витраті легуючих елементів.

УДК 631.356.22

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОБОЧИХ ОРґАНІВ РОТОРНОГО ГИЧКОРІЗУ ДЛЯ УМОВ АТ «ЛИНОВИЦЬКИЙ ЦУКРОКОМБІНАТ «КРАСНИЙ» ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ

Студент – Коваль В.А.

Науковий керівник – к.пед.н., доц. Бондар М.М.

Акціонерне товариство «Линовицький цукрокомбінат «Красний» – єдине в Чернігівській області підприємство, що займається вирощуванням,

збиранням та переробкою цукрових буряків одночасно. Протягом останніх 10 років активно проводилася модернізація, реконструкція та автоматизація виробничих ліній [1].

Виконаний огляд науково-технічних джерел за темою даної магістерської роботи показав, що оптимальні технологічні показники якості збирання гички цукрових буряків, що задовольняють діючі агротехнічні вимоги залежать від багатьох факторів, у тому числі: фізичних параметрів цукрових буряків та гички, типу та вологості ґрунту, режимів роботи знаряддя, а також від конструктивних особливостей гичкорізу. [2-5]

Огляд наукових публікацій вказує на основні напрями підвищення показників якості роботи роторних гичкорізів: зменшення кількості зрізаної та укладеної гички в захисну зону невикопаного рядка коренеплодів, вибитих з ґрунту та пошкоджених коренеплодів робочими органами гичкоріза; збільшення повноти зрізування основного масиву гички та викопування коренеплодів можна досягнути шляхом удосконалення конструкції роторного гичкоріза; підвищення надійності роботи роторного гичкоріза можна досягти за рахунок виготовлення робочих органів з конструктивних матеріалів, які мають якісно нові властивості та характеристики.

Висновок. Вдосконалення технологічного процесу виробництва цукрових буряків в умовах АТ «Линовицький цукрокомбінат «Красний» уможливлене за умов вдосконалення процесу їх збирання і, відповідно, першого етапу – збирання гички.

Список використаних джерел:

1. Тут перетворюють буряк на цукор
http://zemlyaivolya.net/news/tut_peretvoryuyut_buryak_na_tsukor.html
2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2012. Вип. 11. Т. 2 (66). С. 8 – 14.

3. Береженко Є.Б., Барановський В.М. Енергозберігаюча технологія збирання гички коренеплодів цикорію кореневого. Актуальні задачі сучасних технологій: тези доп. VI Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, 16-17 лист. 2017 р. Тернопіль: ТНТУ, 2017. С. 198–199.
4. Булгаков В.М., Черновол М.И., Свирень Н.А. Теоретические исследования роторного ботвосрезающего аппарата. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. КНТУ, 2008. Вип. 38. С. 3 – 16.
5. Патент 144431 Україна, МПК А01D 23/02. Гичкозрізувальна машина. Барановський В.М, Береженко Є.Б., Паньків М.Р., Марченко Л.О., Паньків В.Р.; заявник і власник патенту Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. № u202003158; заявл. 26.05.2020; опубл. 25.09.2020. Бюл. № 18/2020. 3 с.

УДК 631.358:62

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ БАЛАНСИРА КАРЕТКИ ТРАКТОРІВ ХТЗ КЛАСУ ТЯГИ 30 КН

Студент – Лисковець В.Р.

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

Забезпечення роботоздатності агрегатів ходової частини тракторів Т-150-05-09 неможливе без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів

спеціалізованих по відновленню діляниць. При аналізі технічного стану деталей досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

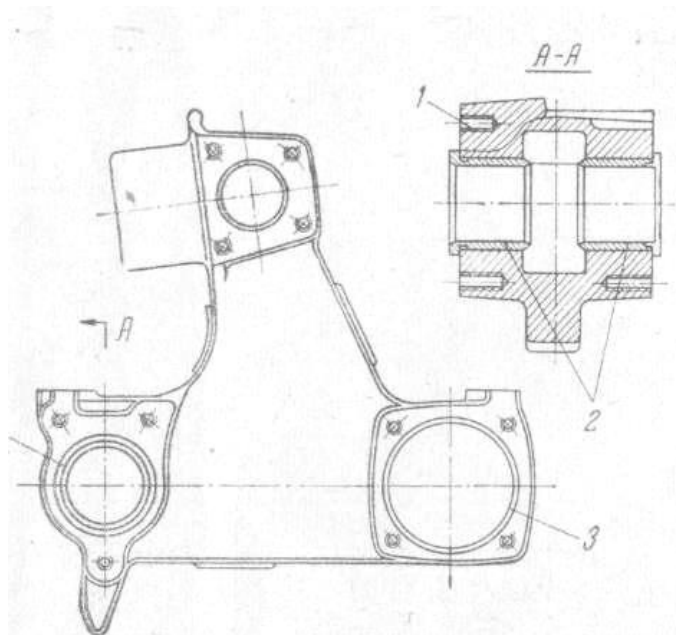


Рисунок 1 – Балансир 150.31.021-1. Схема дефектів

Дослідження ремонтного фонду деталей проводять, застосовуючи методи математичної статистики, так як їх пошкодження відносяться до категорії випадкових величин. На базі співставлення допустимих при ремонті і фактичних розмірів спрацьованих поверхонь встановлюємо технічний стан деталей. При дослідженні ремонтного фонду деталей для найбільш повного відображення інформації про їх технічний стан дослідження проводимо для 25 деталей.

1. Досліджуємо технічний стан деталей для дефекту № 3 (Знос поверхні отвору під роликотідшипник 7909К).

Результати заносимо в таблицю .

Таким чином, за результатами розрахунків розподіл деталей слідуючий

Придатних — 1 шт.

На відновлення — 24 шт.

На вибраковування — 0 шт.

Таблиця 1

Балансир 150.31.021-1. Карта дефектації

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю	Висновок
Номер дефекту	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єдн. з деталями			
			Що були в експл.	Новими		
-	Тріщини, зломи	Тріщини, зломи не допускаються			Огляд	Брак-ти
1	Пошкодження різі	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	Відновати
2	Знос поверхні втулки балансира під цапфу 150.32.127	60 ^{+0,60} _{+0.40}	60,80	61,20	Штангенциркуль	Відновати
3	Знос поверхні під роликотідишпник	100 ^{+0,02} _{0.01}	100,01	100,05	Штангенциркуль	Відновати
4	Ослаблення посадки втулок 150.31. 103	Ослаблення посадки не допускаються			Остукування Молоток	Відновати

Висновок. Таким чином, проведені дослідження технічного стану балансира 150.31.021-1 показали, що коефіцієнт відновлення складає 72 відсотки від всіх поступаючих на ремонт деталей, а розробка чи удосконалення технології відновлення їх є актуальною задачею сучасного ремонтного виробництва.

Список використаних джерел:

1. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: "Колос", 1981. – 351 С.

2. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 С.

УДК 631.3

ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ: КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА

Студент – Ясінський В. О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Новицький А.В.

В останні десятиліття залишається актуальним питання проведення моніторингу стану забезпечення ремонтних майстерень аграрної галузі технічним і технологічним обладнанням. Для вирішення зазначеного питання можна скористатись інформацією про зміст та функції моніторингу стану ремонтної служби аграрних підприємств, яка відображена в багатьох наукових дослідженнях та матеріалах Державної служби статистики України [1, 2].

Комплекс робіт, що належать до системи ТО і ремонту техніки аграрного виробництва, мають потребу у відповідній технічній і організаційній підготовці. Технічна підготовка системи ТО і ремонту ремонтної майстерні приватного сільськогосподарського підприємства «Кривець» Київської області складається з конструкторської і технологічної підготовки. Технічна підготовка системи технічного обслуговування і ремонту включає наступні складові [3, 6]:

а) складання та передачу ремонтним цехам і окремим ділянцям ремонтної майстерні планів робіт на планований рік і окремо за місяцями;

б) ознайомлення з переданими планами ремонту, ремонтною документацією, а також порядком виконання ремонту кожного виду обладнання окремо;

в) погодження з виробничими цехами та підрозділами конкретної дати і часу зупинки кожної одиниці устаткування, що ремонтується;

г) розробку послідовності етапів і графіка технічного обслуговування і ремонту кожної одиниці обладнання;

д) участь у розробці графіків капітального ремонту складного обладнання;

е) розробку та узгодження календарних планів залучення персоналу відділу головного механіка (або ж фахівців сторонніх організацій);

ж) погодження часу і комплекту змінних елементів для забезпечення ремонту обладнання агрегатно - вузловим методом.

Конструкторська підготовка ремонтної майстерні сільськогосподарського підприємства полягає в систематизації технічної документації за окремими типорозмірами устаткування й поданні її у вигляді альбомів, укомплектованих кресленнями устаткувань й технічною документацією, що розробляється для модернізації устаткування [3, 6]. Зазначені альбоми використовуються під час технологічної підготовки ремонтних робіт, а також для виготовлення змінних деталей і вузлів, для вирішення питань, що пов'язані з конструктивною уніфікацією деталей, впровадженням замінників дефіцитних чорних і кольорових металів, модернізацією устаткування. Особливо актуальним зазначене питання стає при надходження в аграрне підприємство сільськогосподарської техніки зарубіжних компаній. Це вимагає оснащення ремонтної майстерні агрофірми відповідним обладнання та інструментом [5].

Конструкторська підготовка робіт ремонтної майстерні полягає в забезпеченні ремонтної служби підприємства необхідними кресленнями і технічною документацією, і проводиться за наступними напрямками [3]:

а) розробка власними силами креслень на нестандартизовані засоби механізації ремонтних робіт та виготовлення (відновлення) деталей;

б) придбання в проектних організаціях технічної документації на виготовлення технологічного оснащення та інструменту для проведення технічного обслуговування і ремонтних робіт;

в) отримання від заводів - виготовлювачів обладнання робочих креслень на окремі агрегати, вузли та деталі;

г) передача виконання найбільш складних і великих креслень з розробки засобів механізації проектно - конструкторським організаціям.

Висновки: Конструкторська розробка ремонтної документації повинна здійснюватися на основі вимог, що складаються з комплексу державних стандартів [2, 4, 5], які призначені для встановлення правил і положень виконання, оформлення та обігу конструкторської документації, розробляються та застосовуються організаціями та підприємствами країни.

Список використаних джерел:

1. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотуркменський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
2. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11, No 2. P. 115–124.
3. Новицький А. В., Банний О. О. Статистичний аналіз функціонування ремонтної служби України. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 12. No 2. P. 39–47.
4. 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.

- м. Кропивницький. Україна, 14–16 квітня 2021 року: тези конференції. Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 166–168.
5. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. Навчальний посібник. К.: НУБіП України, 2017р. 220с.
 6. 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.
 7. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 С.

УДК 621.87

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РУХУ ПІДЙОМНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ СЕПАРАЦІЇ КАРТОПЛІ

Студент – Стрілець Д.Ю.

Наукові керівники – д.т.н., проф. Ловейкін В.С., к.т.н. Ляшко А.П.

Перед закладанням картоплі у сховища для довготермінового зберігання проводиться її сепарація і розділення на фракції в залежності від використання.

Для цього використовуються підйомні пристрої, які здійснюють переміщення картоплі. В процесі роботи цих пристроїв в елементах приводу та робочого органу при пуску виникають динамічні навантаження. Ці навантаження приводять до пошкодження картоплі та знижують ефективність підйомника.

Для досліджень динамічних процесів в підйомному пристрої виникає необхідність в здійсненні математичного моделювання. Основою моделювання

є динамічна модель. Для підйомного пристрою використаємо двомасову динамічну модель, в якій до першої маси зведені елементи приводного механізму, а до другої – робочий орган з картоплею. На базі динамічної моделі побудовано математичну модель, яка представлена системою двох диференціальних рівнянь другого порядку:

$$\begin{cases} m_{п1} * \ddot{x}_1 = F_{п1} - C_{п} * (x_1 - x_2); \\ m_{п2} * \ddot{x}_2 = -F_{п2} + C_{п} * (x_1 - x_2), \end{cases} \quad (1)$$

де $m_{п1}$, $m_{п2}$ - зведені маси відповідно приводу та робочого органу з вантажем; $F_{п1}$, $F_{п2}$ - зведені рушійна сила приводу та сила опору; $c_{п}$ – зведена жорсткість елементів приводу; x_1 , x_2 – узагальнені координати зведених мас.

В результаті розрахунку математичної моделі отримали кінематичні та динамічні характеристики підйомного пристрою, які наведені на рис. 1.

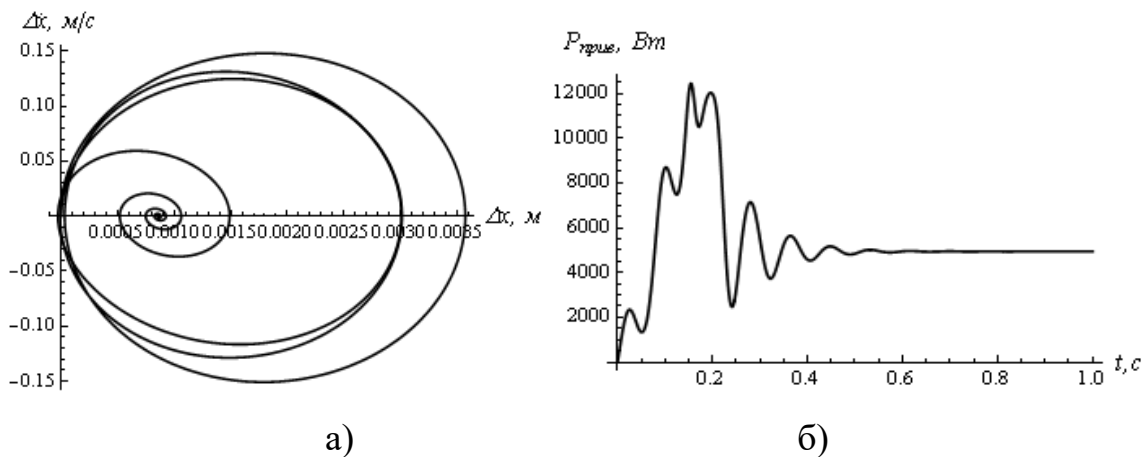


Рисунок 1 – Фазовий портрет коливань (а) і зміна потужності приводу (б)

Аналіз результатів досліджень свідчить, що в системі спостерігаються коливання, які через декілька циклів затухають, що свідчить про наявність демпфувань.

УДК 631.354.022

АНАЛІЗ ВІДМОВ СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО РІЖУЧОГО АПАРАТУ

Студенти – Савко Д.О., Солдатов В.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Банний О.О.

Зернозбиральний комбайн – складна технічна система [1; 2], що складається з великої кількості деталей, вузлів та агрегатів. Кожний вузол і механізм виконує свою певну роботу. Всупереч цьому, однією із визначальних особливостей ефективності роботи машини є її надійність [3].

Під надійністю обладнання збиральної техніки розуміють здатність обладнання та його складових виконувати певні завдання [4], зберігати робочі параметри умови їх використання завдяки технічному обслуговуванню, ремонту, зберігання та транспортування.

В даний час має місце тенденція скорочення загальної кількості сільськогосподарських машин і збільшення середнього навантаження на техніку більш ніж у 2 рази [5, 6]. Все це є причиною зниження її надійності та зростання простоїв з технічних причин.

Як українським, так і зарубіжним ученим не вдалося вирішити проблему раптових відмов, пов'язаних із попаданням у зону різання сторонніх предметів.

Метою даного дослідження є підняття надійності сегментного пальцевого ріжучого апарату за рахунок покращення параметрів сегментів.

Наукову цінність має теоретична модель формування параметричної відмови в результаті розміру робочих поверхонь леза сегмента, що контактує з матеріалом стебла, і в залежності від швидкості пошкодження його робочих поверхонь. Теоретична модель підвищення довговічності леза сегмента ріжучого апарату шляхом формування зносостійкого покриття.

Новизною даного дослідження є підняття надійності сегментно-пальцевого ріжучого апарату збиральних машин.

Проведені дослідження надійності збиральних комбайнів засвідчили, що 17,4...19,8% загальних затримок (неефективності) техніки, що являє 32...35% робочого часу, це пов'язано з технічною несправністю. За результатами державних досліджень, фактичний час відмови вітчизняних комбайнів становить 3...70 годин, а коефіцієнт готовності відповідно 0,85...0,97. Найчастіше несправності виникають у збиральній частині, механічних передачах, гідравлічних системах, робочих органах молотарки, електричних і контрольних пристроях (рис. 1). [7].

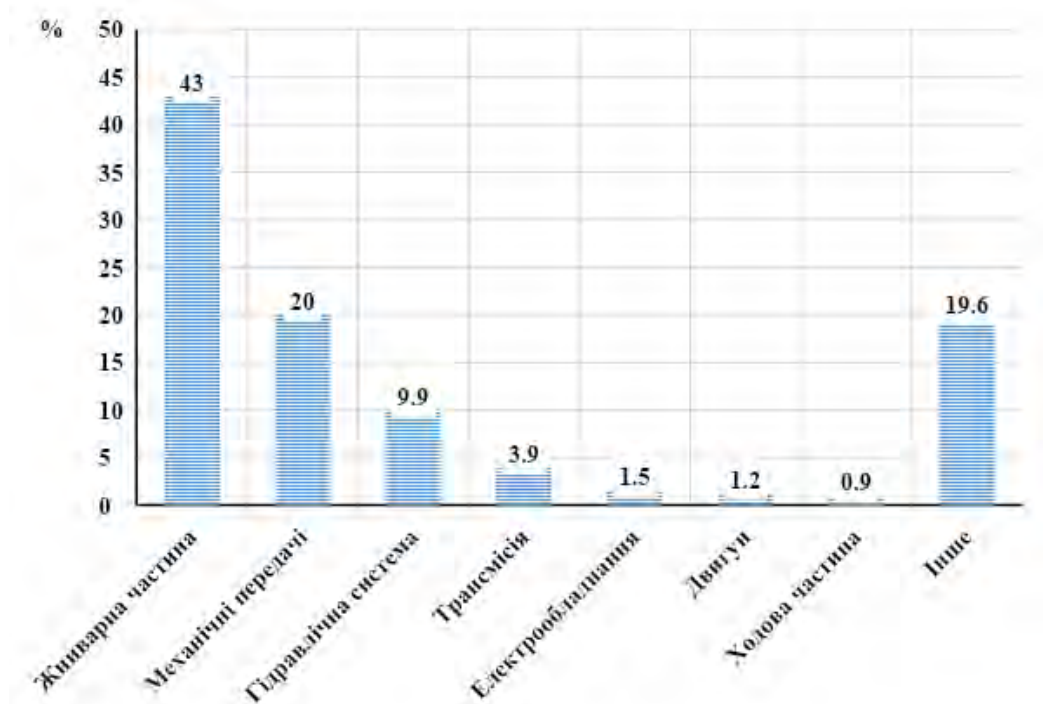


Рисунок 1 – Розподіл відмов зернозбирального комбайна

Кількісний аналіз несправностей деталей комбайна показав, що максимальна кількість відмов належать деталям ріжучого апарату, тобто на сегменти та контрріжучі пластини і пальці (рис. 2) [7]. При цьому слід зазначити, що вихід з ладу контрріжучих пластин і пальців переважно відбувається в результаті силового контакту деформованих під впливом сторонніх тіл сегментів у зоні різання [8].

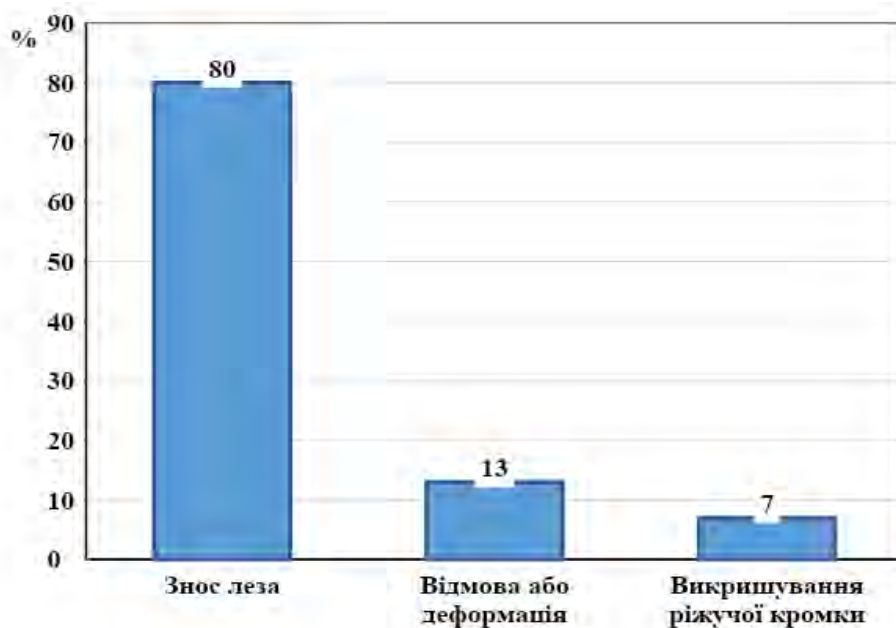


Рисунок 2 – Основні види несправності

Знос ріжучої кромки леза сегментів ріжучого апарату, їх геометрична деформація або поломка внаслідок нещасних випадків, а також ослаблення кріплення до ножовій планці і складає основні відмови ріжучого апарату.

Висновки. В результаті проведеного дослідження було висвітлено розподіл відмов збиральної техніки і деталей ріжучого апарату та їх основні види її несправностей.

Список використаних джерел:

1. Бойко А.І., Новицький А.В., Банний О.О. Оцінка ризиків виникнення відмов складної техніки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. 2011. Вип. 122. С. 241–249.
2. Павлюк Р.В. Розподіл відмов та часу на їх усунення між системами зернозбиральних комбайнів. Збірник наукових праць МНАУ. 2011. Т. 48. С. 9–14.
3. Ying L., Zhuohuai G., Yisong C. Development and test of frequency subsection regulation system for combine harvester header cutter. INMATEH. Agricultural Engineering. 2021. Vol. 65, No. 3. P. 283–292.

4. Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Логіко-імовірнісна модель дослідження надійності складної техніки. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2012. Т. 2(66), № 11. С. 33–37.
5. Думенко К.М. Нові шляхи підвищення надійності зернозбиральних машин. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2011. Вип. 41, № 1. С. 315–320.
6. Сенчук І.І. Особливості трансформації ресурсного потенціалу аграрних підприємств. Український журнал прикладної економіки. 2018. Том 3, № 4. С. 29–34.
7. Павлюк Р.В., Лебедев А.Т. Распределение отказов и времени их устранения между системами зерноуборочных комбайнов. Известия Горского ГАУ, 2011. Т. 48, № 1. С. 153–156.
8. Домуці Д.П., Пожар О.Я., Ліпін А.П. Теоретичні та експериментальні дослідження по визначенню виробничих умов збирання зернових культур технологічними комплексами. Аграрний вісник Причорномор'я. 2018. № 90. С. 213–221.

УДК 621.87

АНАЛІЗ РЕЖИМУ РУХУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ КАРТОПЛІ

Студент – Лукенюк В.В.

Наукові керівники – д.т.н., проф. Ловейкін В.С., к.т.н. Ляшко А.П.

Стрічкові конвеєри знайшли широке застосування для транспортування сільськогосподарських вантажів. Серед цих вантажів значне місце займають коренеплоди і, зокрема, картопля. Особливість транспортування картоплі полягає в тому, що при нерівномірному русі стрічки виникають співудари

картоплин і вони пошкоджуються, що приводить до втрати якісних характеристик під час зберігання. Тому виникає задача дослідження руху конвеєра під час проходження перехідних процесів (пуск, гальмування, зміна швидкості руху), коли виникають найбільші динамічні навантаження.

Для проведення досліджень розроблено динамічну модель стрічкового конвеєра, яка складається з двох зведених мас. До першої маси зведені елементи приводного механізму, а до другої – стрічки з картоплею, що транспортується. Маси з'єднані пружним елементом, який моделює пружні властивості елементів приводу. Крім того, до першої маси прикладений рушійний момент приводного електродвигуна, а до другої - момент сил опору від переміщення стрічки з картоплею. Такій моделі однозначно відповідає система нелінійних диференціальних рівнянь руху, в яких не лінійність пов'язана зі статичною механічною характеристикою електродвигуна, що описується формулою Клосса. Ця система рівнянь розв'язувалась чисельним методом з використанням комп'ютерної програми. В результаті проведених розрахунків отримали кінематичні та динамічні характеристики руху стрічкового конвеєра (рисунок).

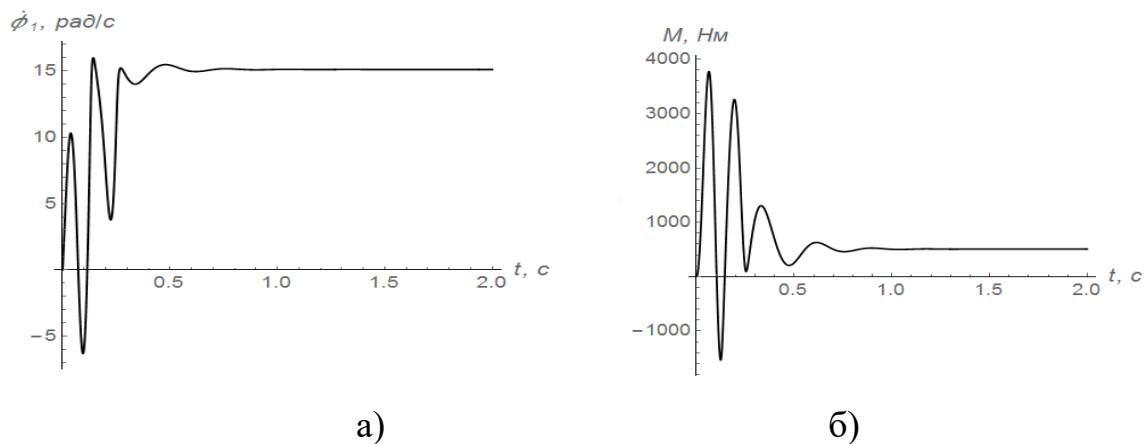


Рисунок 1 – Графіки швидкості двигуна (а) та пружного моменту (б)

З наведених залежностей видно, що кутова швидкість двигуна і пружний момент змінюються зі значними коливаннями, які з часом затухають, але на початку пуску виникають досить значні перевантаження, які небажані.

УДК 631.3

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

Студент – Пащинський О.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Новицький А.В.

Одним із агрегатів гідравлічних систем сучасних зарубіжних і вітчизняних тракторів є силовий гідроциліндр, який призначений для перетворенні енергії робочої рідини, що створюється насосом, в енергію зворотно-поступального руху. При цьому, зворотно-поступальний рух дозволяє застосовувати гідроциліндр для переміщення причіпних та навісних робочих органів сільськогосподарських машин із транспортного в робоче положення.

У дослідженнях [1, 2, 6] встановлено, що близько 7...17 % відмов гідравлічної навісної системи нових тракторів сільськогосподарського призначення тягового класу 1,4 та 3,0 пов'язано з виходом з ладу гідроциліндрів. Дослідженнями встановлено, що 42...45 % випадків відмов гідроциліндрів зумовлені несправностями ущільнювальних вузлів, 52% – відмов штокового вузла та 40% – поршневого вузла. Авторами статей встановлено, що 80-відсотковий гамма-ресурс гідроциліндрів серії С є в 1,5 рази нижчим за ресурс, що заявлений заводом-виробником [1, 6, 7].

Згідно досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених погнутість штока, зношування робочих поверхонь деталей поршневого і штокового вузлів призводять до зміщення осі поршня та штока щодо вісі передньої кришки та гільзи, внаслідок чого знижується коефіцієнт корисної дії гідроциліндра [1, 7].

В останні десятиліття для відновлення зношених поверхонь деталей гідроагрегатів широко використовують метод електроіскрової обробки [1, 7], який дозволяє отримувати металопокриття з необхідними фізико-механічними

властивостями. При цьому, ресурс відремонтованих шляхом електроіскрової обробки гідроагрегатів є не нижчим ресурсу нових агрегатів. Разом з тим, для методу електроіскрової обробки є певні обмеження за товщиною отриманих при відновленні покриттів [1, 2].

Тому, з метою виявлення необхідності відновлення деталей та вибору раціональних режимів нанесення покриттів, необхідні дані про допустимі значення зносів їх робочих поверхонь. Тобто тих значень зносів, при досягненні яких коефіцієнт корисної дії гідроциліндра відповідає допустимому значенню та його подальша експлуатація неможливо.

Проведений аналіз показує, що в технічних вимогах на капітальний ремонт та іншій нормативно-технічній документації відсутні дані про допустимі значення зносів деталей гідроциліндрів [4].

Досвід експлуатації гідроциліндрів обладнання лісового комплексу показав, що на гідроциліндри припадає від 17 до 30% відмов від всіх елементів гідросистеми. На надійність гідроциліндрів впливає цілий ряд експлуатаційних - ступенем навантаження за один цикл роботи, числом вмикань за одиницю часу, використанням номінального тиску, температурою робочої рідини і навколишнього повітря та інших.

Встановлено, що в процесі експлуатації для гідравлічних циліндрів характерні раптові і поступові відмови. До раптових відносяться відмови гідроциліндрів, що виникли у зв'язку з утворенням дефектів на робочих поверхнях деталей, що пов'язані з ущільненнями. До поступових відносяться відмови, що пов'язані зі зношуванням робочих поверхонь деталей з малою інтенсивністю. Погнутість штока можна віднести як до раптових, так і до поступових відмов, вважаючи їх результатом втоми і втрати стійкості.

Висновки. Рівень надійності гідравлічних циліндрів техніки аграрного виробництва повинен оцінюватись на всіх етапах життєвого циклу машин з метою забезпечення їх якості та працездатності [5, 6]. Особливе значення при цьому надається реалізації програми забезпечення надійності техніки [3].

Список використаних джерел:

1. Дидур В. А., Ефремов В. Я. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин. Киев: Техніка, 1986. 128 с.
2. Новицький А. В., Мельник В. І., Лугина С. Л. Особливості конструкцій та експлуатаційної надійності гідроциліндрів. Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Обуховські читання» з нагоди 93-ї річниці від дня народження д. т. н., проф., академіка АН ВШ України, Обухової В. С. (1926-2005). 29 березня 2019 р. Видавничий центр НУБіП України, 2019. С.102–103.
3. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотураїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. І. С. 134–143.
4. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.
5. 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. м. Кропивницький. Україна, 14–16 квітня 2021 року: тези конференції. Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 166–168.
6. Стецюк С. В., Новицький А. В., Нікітюк А. І., Дукач В. В. Етапи управління якістю продукції машинобудування / С. В. Стецюк, А. В. // Програма V Міжн. науково-технічної конф. «Крамаровські читання» з нагоди 111-ї річниці від дня народження д. т. н., проф., члена-кор. ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова В. С. 22-23 лютий 2018 р., м. Київ. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2018. С. 163–165.

7. Черкун В. Е. Ремонт тракторных гидравлических систем. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. 253 с.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

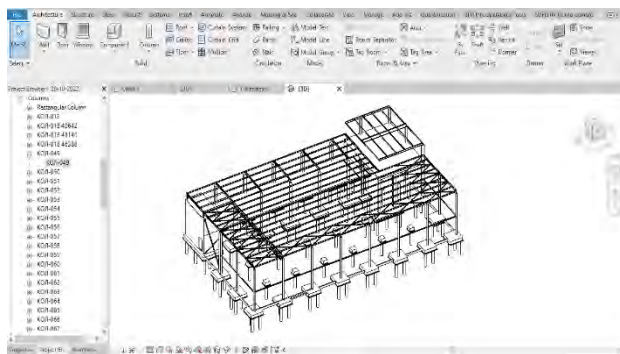
Студент – Шираєв О.О.

Наукові керівники – д.т.н., проф. Ловейкін В.С., к.т.н. Ляшко А.П.

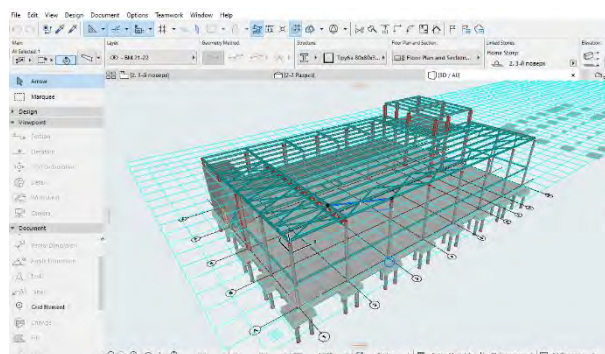
В існуючих зернозбиральних комбайнах класичного типу використовуються відкриті молотильні барабани. При цьому відбувається рикошетне відбиття зернової маси від лопатей відбійного бітера і вона попадає всередину молотильного барабана. Все це призводить до повторного обмолоту і пошкодження зерна. Крім того, зернова маса нерівномірно налипає на його бичах, що призводить до виникнення дисбалансу. Для усунення цих недоліків запропоновано закритий молотильний барабан, що унеможливило потрапляння зернової маси всередину барабану.

Для забезпечення нормальної роботи запропонованої конструкції молотильного барабану здійснено оптимізацію його режиму пуску. При цьому барабан з приводним механізмом представлені у вигляді двомасової динамічної моделі, де перша маса відображає приводний механізм, а друга – молотильний барабан. На базі цієї моделі складено диференціальні рівняння руху молотильного пристрою, які використані для побудови критерію оптимізації. За критерій оптимізації режиму пуску молотильного барабану використано середньоквадратичне значення рушійного моменту приводу. В результаті мінімізації цього критерію отримано оптимальний режим пуску

Метою цієї роботи було проаналізувати особливості обміну (імпорту/експорту) аналітичною розрахунковою схемою будівлі між програмними комплексами, що розроблені на основі BIM технологій. Об'єктом дослідження була просторова BIM модель будівлі із металевим каркасом і фермами покриття. Предметом дослідження були конструкційні характеристики елементів аналітичної розрахункової BIM моделі будівлі (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Просторова модель будівлі: а) REVIT; б) ARCHICAD

За результатами порівняльного аналізу програмних комплексів ARCHICAD, REVIT і SAPFIR було вибрано типи або розширення файлів, які є спільними для двох або більше програм (див. таблицю 1). Для зручності порівняння було розглянуто навчальні версії програмних комплексів із їх релізами 2021-22 рр.

Таблиця 1

Типи файлів для обміну між програмними комплексами із застосуванням
BIM технологій

Програмний комплекс	Типи файлів для обміну					
	.ifc	.xlsx	.dxf	.dwg	.stl	.skp
ARCHICAD	+	+	+	+	+	+
REVIT	+	-	+	+	+	-
SAPFIR	+	+/-	+	+	+	-

Не зважаючи на теоретичну можливість обміну файлами різних типів, на практиці виникають проблеми із правильним розпізнаванням тих або інших конструктивних елементів при імпорті/експорті між програмними комплексами. Наприклад, при спробі імпортувати до ПК SAPFIR 2021 файл аналітичної моделі SAF із розширенням .xlsx, що розроблена у ПК ARCHICAD 26, користувачу пропонується розширення файлу .sld (модель ГРУНТ), див. рисунок 2.

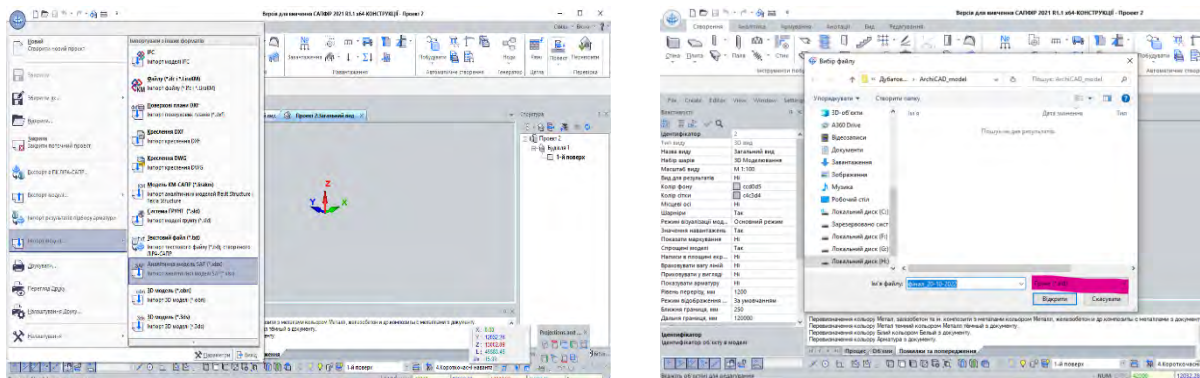


Рисунок 2 – Особливості імпорту аналітичної моделі SAF (.xlsx) до ПК SAPFIR

Натомість, перевагою ПК SAPFIR перед ARCHICAD є можливість моделювання конструктивних елементів ферм покриття із різноманітними типами решіток і конфігурацією поясів. Особливістю застосування ПК REVIT є наявність груп або сімейств конструктивних елементів, таких як балки, колони, фундаменти тощо.

Серед наявних типів файлів (таблиця 1) найбільш універсальним для представлення комп'ютерних моделей архітектурних об'єктів та обміну між програмними комплексами є розширення .ifc (Industrial Foundation Classes). Однак застосування цього типу файлів все ж потребує корегування властивостей конструктивних елементів індивідуально для кожного виду конструкцій.

Висновок. У цілому процес обміну файлами між різними програмними комплексами, що розроблені на основі BIM технологій, точно передає геометричні характеристики елементів будівлі. Однак конструктивні

характеристики елементів будівлі часто потребують їх уточнення індивідуально, залежно від напрямку імпорту/експорту між програмними комплексами.

Список використаних джерел:

1. А.С. Білик, М.А. Беляєв ВІМ-моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні / Промислове будівництво та інженерні споруди, 2015, № 2, с. 9-15
2. В.М. Адаменко Досвід застосування ВІМ-технологій при проєктуванні і розрахунках сталевих та залізобетонних конструкцій / ВІМ – технології в будівництві: досвід та інновації, 2021, с. 13-16

УДК 624.154

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПАЛЕВОГО ФУНДАМЕНТУ

Студент – Лінчевський Б.І.

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

Дослідження полягає в розрахунку та порівнянні декількох типів конструювання палевого фундаменту з метою вибору раціонального. Задачею наукової роботи є виконання розрахунків трьох варіантів палевого фундаменту багатоповерхової будівлі та вибір економічно вигіднішого.

З метою проведення дослідження було обрано три варіанти конструктивних схем фундаментів з наступними характеристиками:

- варіант 1 – палі квадратного перерізу з розміром сторін 35 см, довжиною 10 м, ростверк стрічковий шириною 160 см, висотою 80см;
- варіант 2 – палі квадратного перерізу з розміром сторін 35 см, довжиною 8 м, ростверк плитний товщиною 50 см;
- варіант 3 – палі круглого перерізу з діаметром 40см, довжиною

16м, ростверк плитний товщиною 50 см.

- висновки та заключення.

Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови майданчика будівництва прийняті у відповідності з матеріалами інженерно-геологічних вишукувань.

Проектно-вишукувальні роботи виконані у відповідності з вимогами ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд".

В результаті поставленої задачі було виконано:

- розрахунок трьох варіантів палевого фундаменту у ПК Мономах;
- обчислено витрати бетону та арматури для зазначених варіантів фундаменту;
- вираховано вартість матеріалів для трьох варіантів конструювання палевого фундаменту.

Розрахункова план-схема житлово-офісної будівлі, розроблена для розрахунку у ПК Мономах зображена на рис.1.

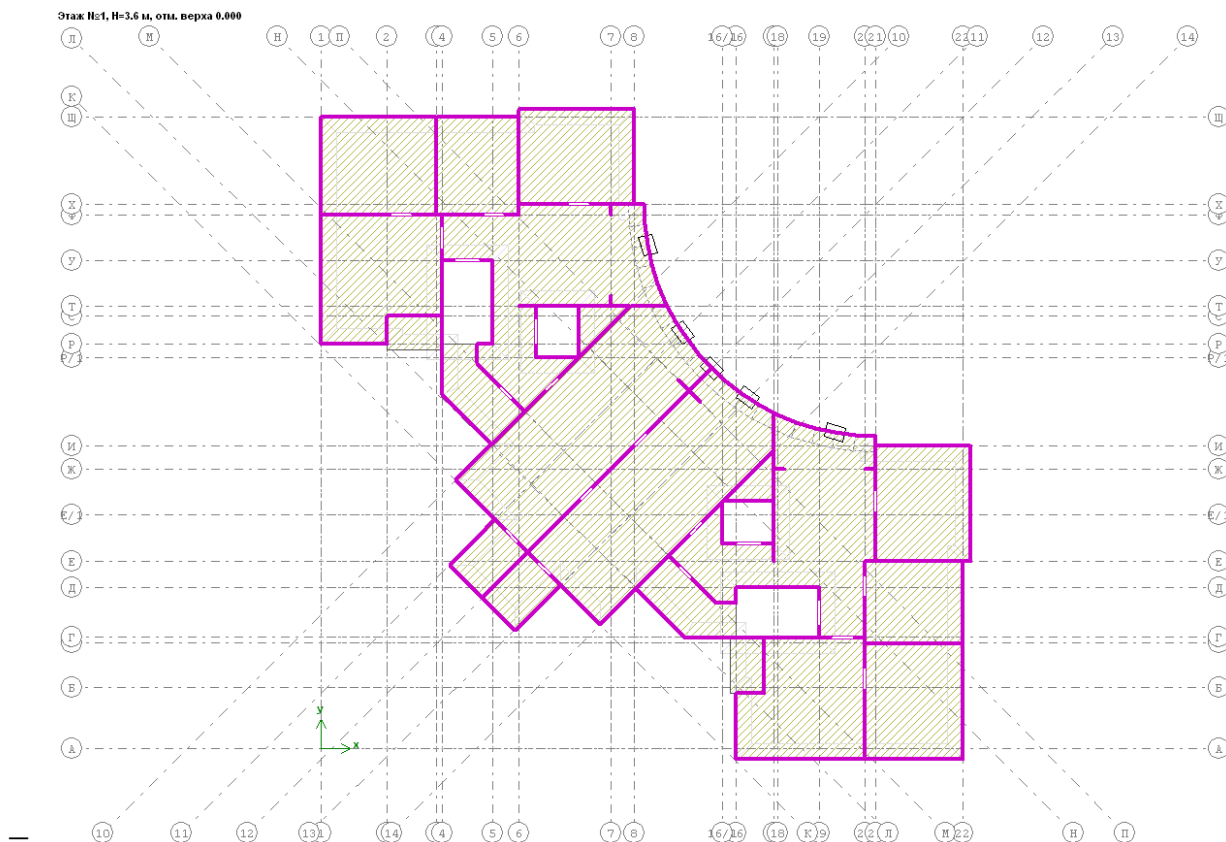


Рисунок 1 – Розрахункова план-схема будівлі у ПК Мономах

З метою проведення дослідження було обрано три варіанти конструктивних схем фундаментів (рис. 2-4).

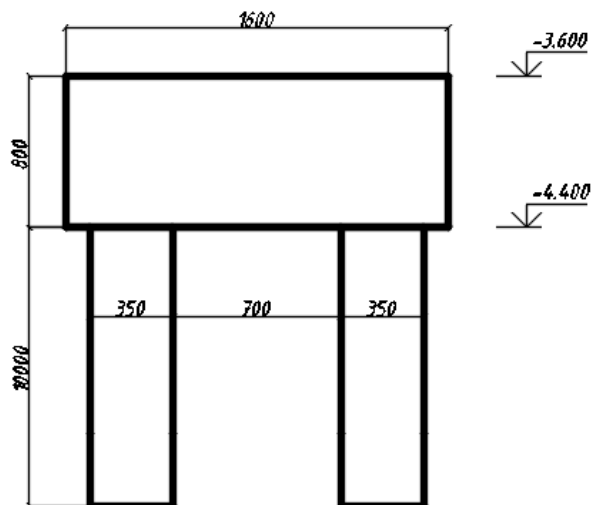


Рисунок 2 – Конструктивна схема палевого фундаменту. Варіант 1

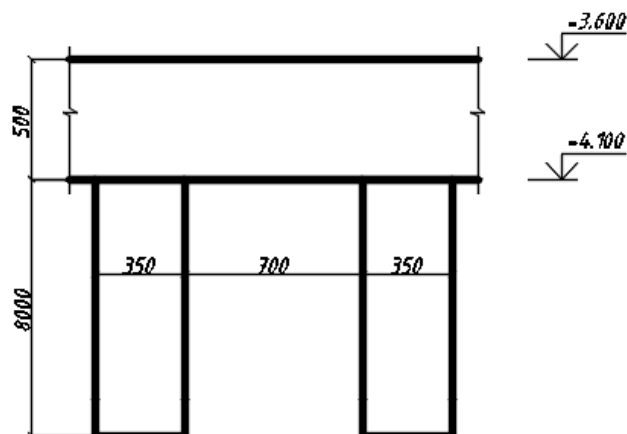


Рисунок 3 – Конструктивна схема палевого фундаменту. Варіант 2

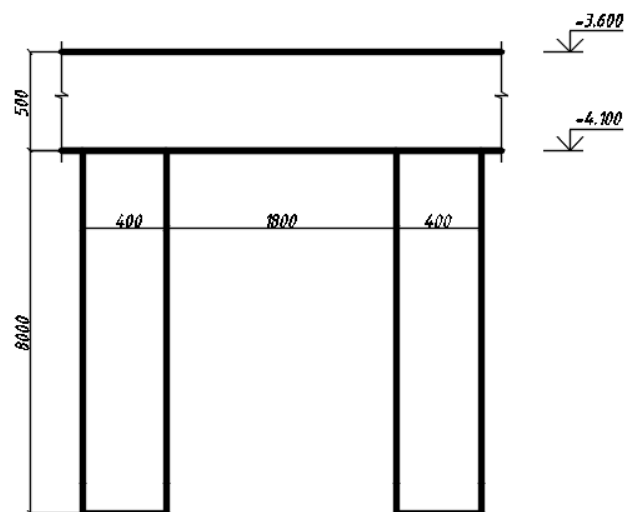


Рисунок 4 – Конструктивна схема палевого фундаменту. Варіант 3

Таблиця 1

Вартість матеріалів для влаштування фундаменту

Найменування	Одиниці вимірювання	Варіант №1	Варіант №2	Варіант №3
Вартість 1 м ³ бетону	грн	1490	1490	1490
Вартість 1 т арматури	грн	29500	29500	29500
Вартість бетону для фундаменту	грн	1561073	1697408	1876804
Вартість арматури для фундаменту	грн	3088650	3728800	2846250
Загальна вартість матеріалів для фундаменту	грн	4649723	5426208	4723054

За результатами проведеного дослідження трьох варіантів конструювання палевого фундаменту житлово-офісної будівлі можна побачити, що економічно вигіднішим та раціональнішим є влаштування першого варіанту палевого фундаменту. Його конструкція складається з паль квадратного перерізу з розміром сторін 35 см, довжиною 10 м, ростверку стрічкового шириною 160 см, висотою 80 см.

За попереднім розрахунком ростверку приймаємо наступне нижнє та верхнє армування: стержні Ø10A400C, поперечне армування: каркаси Ø12A400C. Армування палі: вертикальне 4 стержні Ø16A400C, поперечне Ø6A240C з кроком 200. Клас бетону палей з ростверком C20/25.

УДК 624.012

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОМБІНОВАНОГО ВИСЯЧОГО ПОКРИТТЯ

Студент – Байбара В.І.

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

Об'єктом дослідження є комбіновані висячі покриття.

Метою роботи є визначення оптимальної кількості вант в залежності від виникаючих напружень в радіальній балки та канатів вант.

Для визначення запасу несучої здатності канатів вант скористаємось методом моделювання та чисельним методом досліджень з використанням автоматизованого програмного комплексу SCAD.

Ниткою називають криволінійний провисаючий стержень, практично позбавлений жорсткості при вигині (канат, стрічка), який закріплений кінцями на опорах. Форма провисання залежатиме від форми навантаження, місця її застосування і напрямку. Для нитки, що є елементом покриття, що несе, основним навантаженням буде вертикальна. Тому основна увага буде приділена поведінці нитки під вертикальним навантаженням. Це спрощує викладення, робить результати розрахунку наочними. У системах, утворених з ниток, дія горизонтальних навантажень, як в площині провисання нитки, так і нормально до неї буде розглянуто нижче.

Розрахунок зусиль в нитці. Нитка прогоном l з опорами на одному рівні, що несе деяке вертикальне навантаження q (рис. 1).

У пологих ниток максимальне натягнення лише трохи перевищуватиме значення розпору. Так, при пологості $f/l=1/10$ різниця не перевершує 8%, при $f/l=1/20$ - зменшується до 2%.

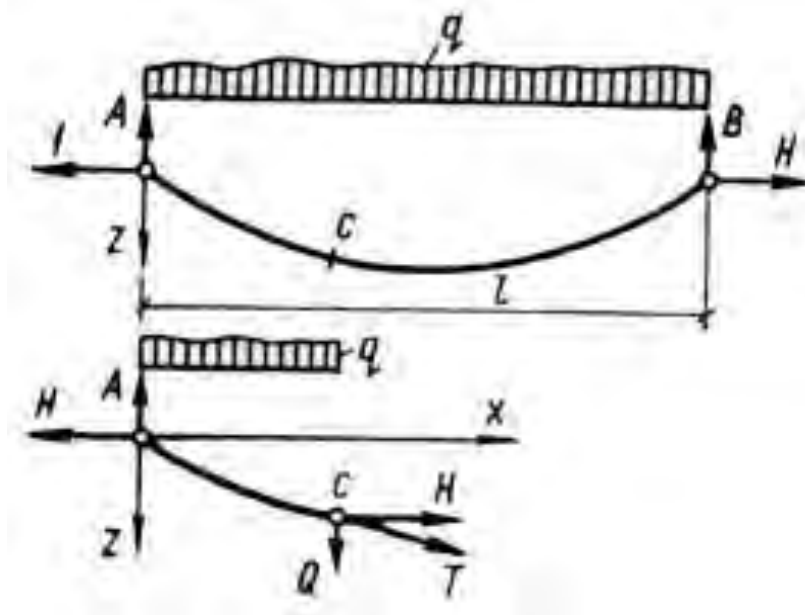


Рисунок 1 – До розрахунку нитки

Тепер подивимося, що станеться, якщо на цю нитку замість колишньої навантаження інтенсивністю q_1 , покласти деяке нове навантаження, причому інтенсивність її q_2 відрізнятиметься за величиною і законом зміни уздовж прогону.

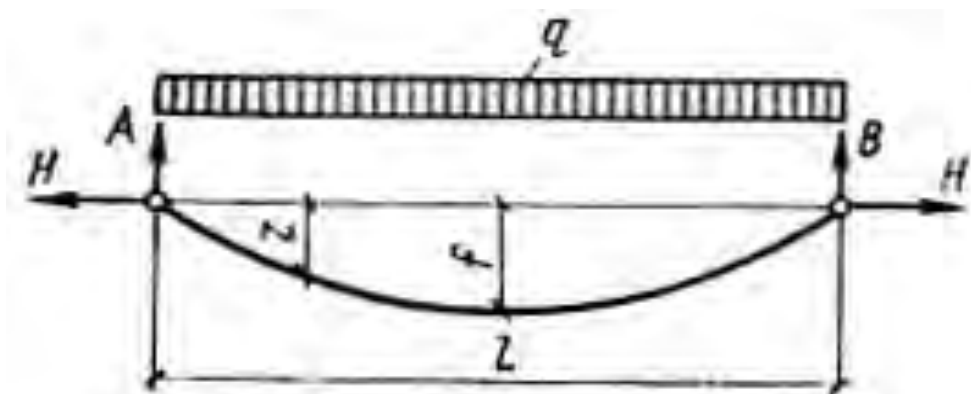


Рисунок 2 – Нитка рівномірна

Моделювання та розрахунок комбінованого висячого покриття. Розрахунок проведемо у ПК SCAD.

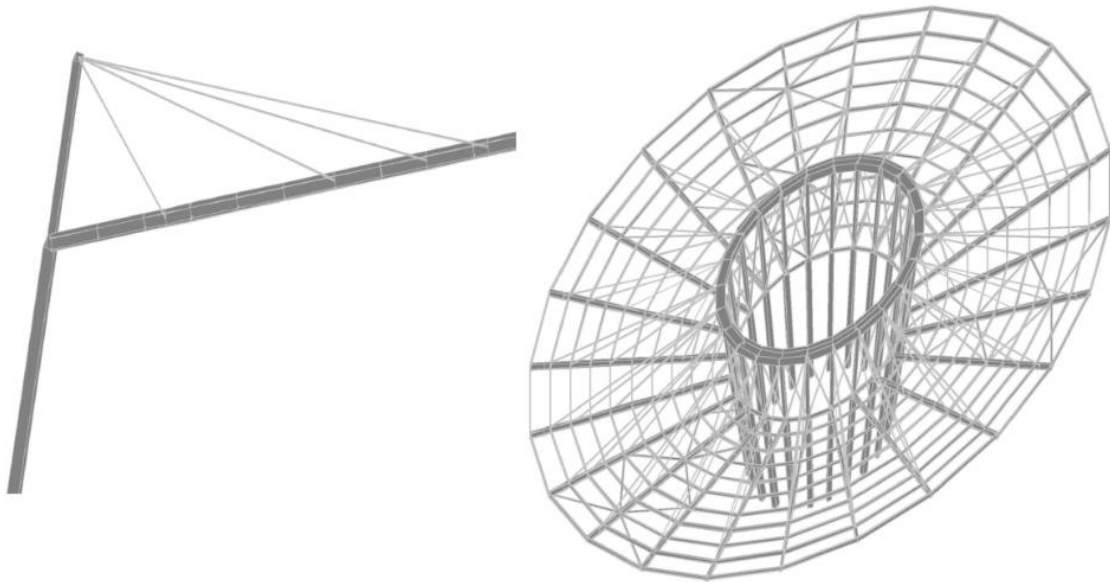


Рисунок 3 – Скінчено-елементна модель комбінованого висячого покриття

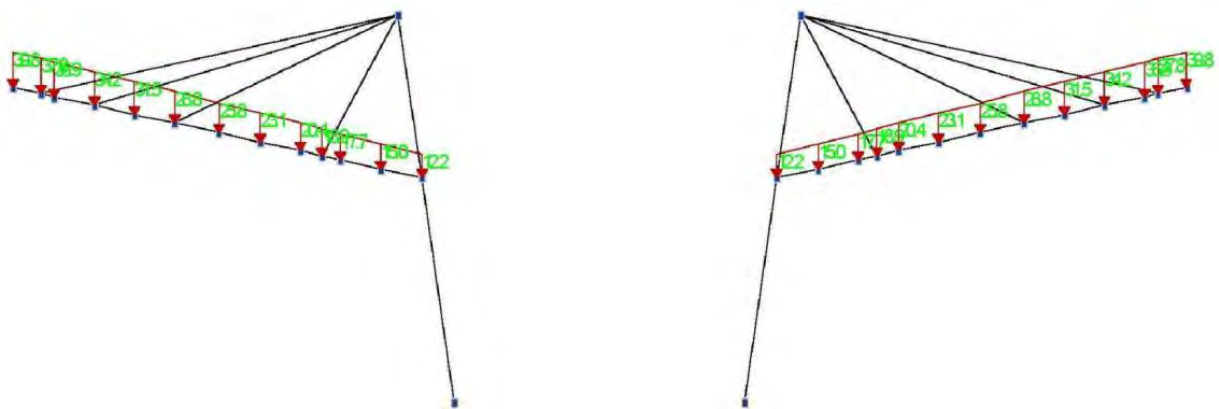


Рисунок 4 – Схема навантажень

Проведено розрахунок вантових конструкцій покриття в програмному комплексі SCAD. Проаналізовано епюри зусиль в елементах цих конструкцій, підібрані оптимальні перерізи з урахуванням їх характеристик. Зроблено конструктивне рішення елементів механічних деталей вант. За результатами дослідження і аналізу їхньої роботи втілено конструкцію вузла в робочі креслення.

По результатам дослідження можливо зазначити, що нормативний запас несучої здатності вант можна використати у повній мірі, якщо понизити коефіцієнти перевантаження, що потребує розробки відповідних норм. Необхідно, щоб конструкція анкера була б рівномірною самому ванту. Якщо

анкер відмовить раніше ніж вант, нормативний запас здатності, не буде реалізований. Тому, при проектуванні, в першу чергу необхідно звертати увагу на надійність анкерів.

УДК 694:699.812

РОЗРАХУНОК НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ НАПІВРАМИ ІЗ КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ

Студент – Добровольський В.В.

Науковий керівник – к.т.н. Фесенко О.А.

Особливо актуальною проблема забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій [1] постає в умовах воєнного стану, коли причиною виникнення пожежі у будівлі може стати влучання артилерійського снаряду чи його уламків.

Деревина, як конструкційний матеріал, має ряд суттєвих переваг, що часто нівелюються одним її характерним недоліком – горючістю. ДБН В.1.1-7:2016 чітко визначають сферу застосування горючих матеріалів у будівництві. Таким чином, дерев'яні конструкції потребують перевірки їх вогнестійкості [2].

Для перевірки вогнестійкості конструкції напіврами, яка виготовлена із клеєної деревини, було виконано її розрахунок за ДСТУ-Н Б EN 1995-1-2.

Конструкція напіврами будівлі являє собою стійку і ригель прямокутного перерізу змінної висоти. Розміри перерізу ригеля у карнизному вузлі напіврами становлять $b \times h_1 = 240 \times 1264$ мм. Розмір прогону рами становить $L=16,52$ м, висота рами на рівні карнизного вузла – 7,8 м (рис. 1).

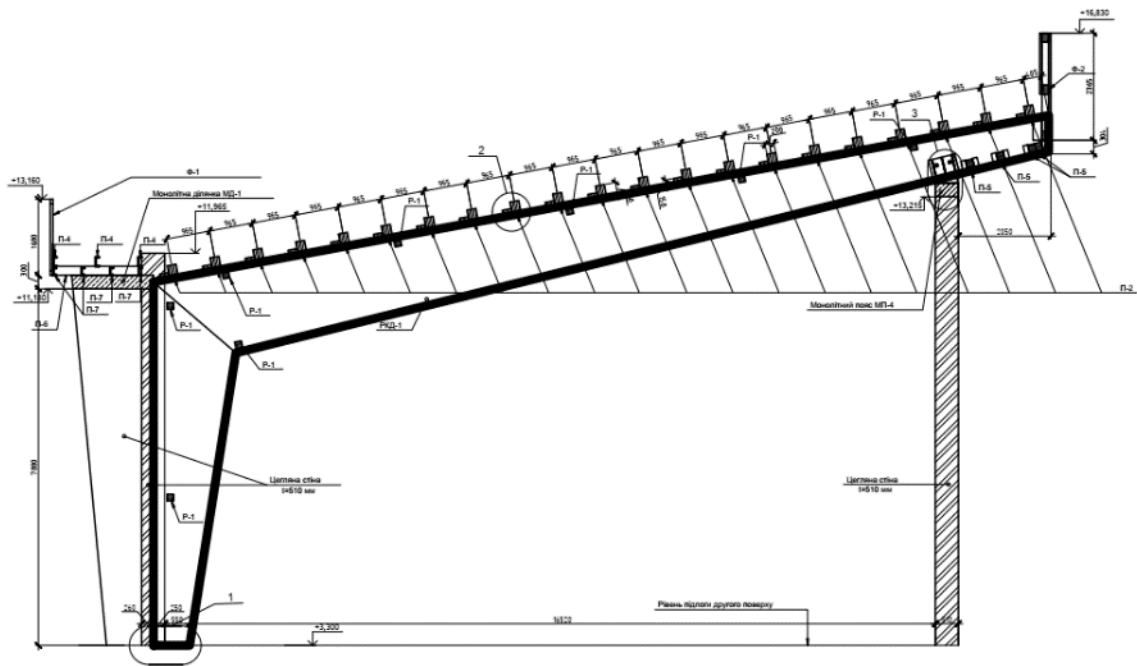


Рисунок 1 – Схема конструкції напіврами із клеєної деревини

Нормовані класи вогнестійкості для конструкції напіврами прийняті як для II-го ступеня вогнестійкості будівлі за табл.1 ДБН В.1.1-7:2016: для стійки – R120, для ригеля – R30.

Характеристичні значення навантаження на конструкцію напіврами прийняті такими: постійне – $G_k=6,3$ кН/м, тимчасове – $Q_k=11,12$ кН/м.

Коефіцієнт зниження рівня навантаження під час пожежі було визначено за формулами [3]:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{ki}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{ki}} = \frac{6,3 + 0,3 \cdot 11,12}{1,35 \cdot 6,3 + 1,5 \cdot 11,12} = 0,383 \quad (1)$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{ki}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{ki}} = \frac{6,3 + 0,3 \cdot 11,12}{1,35 \cdot 6,3 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 11,12} = 0,520 \quad (2)$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{ki}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{ki}} = \frac{6,3 + 0,3 \cdot 11,12}{0,85 \cdot 1,35 \cdot 6,3 + 1,5 \cdot 11,12} = 0,403 \quad (3)$$

де $\gamma_G=1,35$ – коефіцієнт надійності для постійного навантаження, $\gamma_{Q,1}=1,5$ – для тимчасових навантажень, $\psi_{fi} = 0,3$ – коефіцієнт сполучення навантаження.

Зусилля в елементах конструкції напіврами для аварійної ситуації у разі пожежі було прийнято із урахуванням найменшого зі значень коефіцієнта η_{fi} , яке дорівнює 0,383.

Розрахунок на вогнестійкість ригеля напіврами за ознакою втрати несучої здатності було виконано для приведенного поперечного перерізу карнизного вузла. Розміри приведенного поперечного перерізу було визначено без урахування обвугленого шару деревини, що визначався за формулою:

$$\text{ширина перерізу } b_{fi} = b - 2 \cdot \beta_0 t = 240 - 2 \cdot 0,65 \cdot 30 = 201 \approx 200 \text{ мм} \quad (4)$$

$$\text{висота перерізу } h_{fi} = 1264 - 2 \cdot \beta_0 t = 1264 - 0,65 \cdot 30 = 1244,5 \approx 1240 \text{ мм}, \quad (5)$$

де β_0 – розрахункова швидкість обвуглення, мм/хв; $t = 30$ хв – тривалість пожежі, що відповідає нормованій межі вогнестійкості ригеля напіврами.

Розрахункові нормальні напруження було визначено для приведенного перерізу ригеля за формулами:

від постійного навантаження:

$$\sigma_{m,d,fi,G} = \frac{M_G}{W_d} = \frac{71,38 \cdot 10^6}{51\,253\,333} = 1,39 \text{ МПа}; \quad (6)$$

від тимчасового навантаження:

$$\sigma_{m,d,fi,Q} = \frac{M_Q}{W_d} = \frac{136,59 \cdot 10^6}{51\,253\,333} = 2,66 \text{ МПа}. \quad (7)$$

Розрахункове значення міцності клеєної деревини класу GL28h під час пожежі було визначено за формулою:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}} = 0,923 \cdot \frac{32,2}{1} = 29,72 \text{ МПа}, \quad (8)$$

Перевірка міцності при згині приведенного перерізу ригеля напіврами була виконана за формулою:

$$\frac{\sigma_{m,d,fi,G}}{f_{d,fi}} + \frac{\sigma_{m,d,fi,Q}}{f_{d,fi}} = \frac{1,39}{29,72} + \frac{2,66}{29,72} = 0,136 < 1,0 \quad (9)$$

Висновок. За результатами перевірного розрахунку ригеля напіврами із клеєної деревини, було встановлено, що межа вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності конструкції перевищує 30 хв. Вогнестійкість ригеля напіврами із клеєної деревини забезпечена.

Список використаних джерел:

1. Немчинов Ю.І., Поклонський В.Г., Коник Х.З., Расюк Р.В., Фесенко О.А. Дослідження вогнестійкості будівельних конструкцій. Наука та будівництво. К., ДП НДІБК. 2014. №2. С.11 – 16

2. Фесенко О.А., Колякова В.М., Дмитренко Є.А., Момотюк Д.С. Розрахунок на вогнестійкість дерев'яних згинальних конструкцій за методикою Єврокоду 5 / Будівельні конструкції. Теорія і практика. - К.:КНУБА, 2022, № 10, с. 94-107 <https://doi.org/10.32347/2522-4182.10.2022.94-107>
3. Розрахунок елементів та вузлів дерев'яних конструкцій за ДБН В.2.6-161 «Дерев'яні конструкції. Основні положення»: Навчальний посібник / Уклад.: Д.В. Михайловський – К: ІНО КНУБА, 2018 – 115 с.

УДК 694:699.812

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВИСОТНО-СТЕЛАЖНОГО СКЛАДУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЙОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Студент – Білозуб Є.Ю.

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

Об'єкт дослідження розглядається висотно-стеляжний склад на основі несучих стеляжів в м. Києві.

В роботі необхідно забезпечити міцність, жорсткість та стійкість несучих стеляжів; передбачити монтажні з'єднання конструктивних елементів, що забезпечують швидкий монтаж конструкцій; призначати монтажні з'єднання конструктивних елементів по несучій здатності несучих стеляжів.

Для забезпечення поставленої задачі необхідно виконати:

- ✓ аналіз-співставлення роботи аналогічних систем висотна-стеляжний складів на основі несучих стеляжів;
- ✓ моделювання та чисельні методи досліджень;
- ✓ аналіз напружена-деформованого стану несучих стеляжів;

- ✓ співставлення відповідності роботи конструкцій чинним будівельним нормам.

Для виконання розрахунків за міцністю несучих конструкцій висотна-стелажного складу була розроблена модель МСЕ (методу скінченних елементів) та реалізована із застосуванням інтегрованого програмного комплексу (ПК) "LIRA 9.6". При побудові розрахункової схеми було прийнято, що всі конструктивні елементи будівельних конструкцій висотного стелажного складу складаються із ідеалізованого матеріалу, із зберіганням головних фізико-механічних характеристик та властивостей. Конструкції каркасно-стелажної будівлі складу моделювалися за допомогою СЕ тип 10 (універсальний просторовий скінченний елемент).

На рис. 1 наведено загальний вид скінчено-елементної моделі стелажного складу із кольоровим відображенням типів жорсткостей.

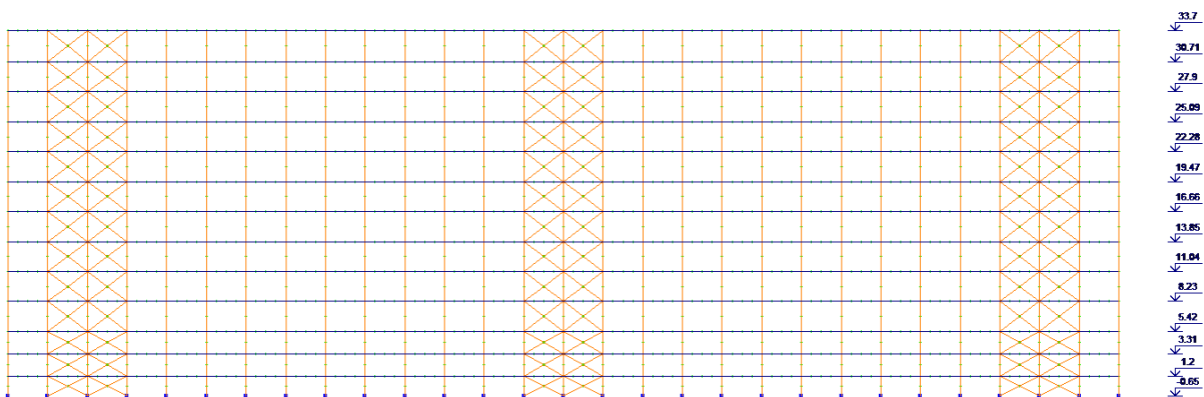


Рисунок 1 – Загальний вид скінчено-елементної моделі стелажного складу

Загальна скінчено-елементна модель містить 22552 вузлів та 33568 скінченних елементів. На рис.2 наведено 3D види складської стелажної будівлі.

Аналіз результатів статичного та динамічного розрахунку показує, що при заданих розрахункових навантаженнях (відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 та FEM10.2.02), еквівалентні напруження, що виникають в елементах конструкції стелажу при використанні заданих перерізів, не перевищують межі текучості застосованих матеріалів, тобто необхідна міцність забезпечена.

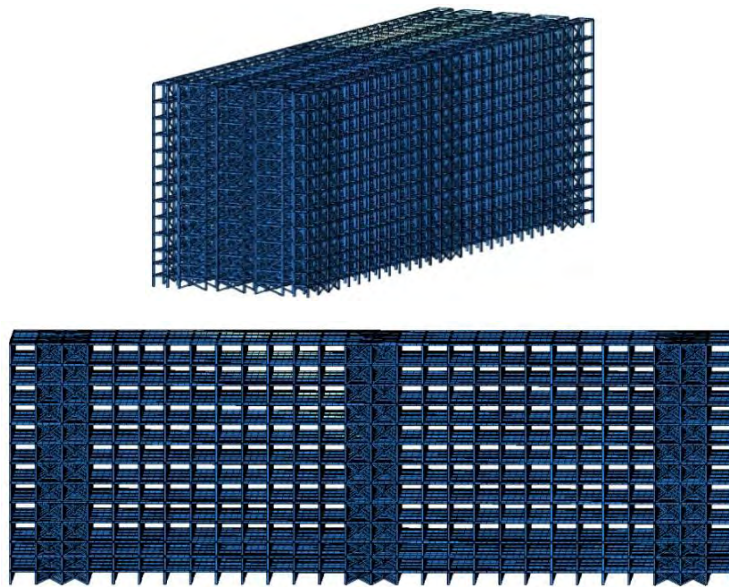


Рисунок 2 – 3D модель будівлі висотна-стелажного складу

Конструкція висотного стелажу не потребує додаткових заходів щодо збільшення її стійкості. Мінімальний коефіцієнт запасу стійкості даної конструкції стелажу становить 4,12. Також перевірена локальна стійкість елементу стійки стелажу. Мінімальний коефіцієнт запасу в цьому випадку становить 2,52.

Перевірка несучої здатності найбільш навантажених елементів конструкції показала, що всі коефіцієнти умов роботи мають значення менше одиниці, що допустимо та говорить про задовільну роботу елементів. Таким чином, можна зробити висновок про те, що несуча здатність даних елементів конструкції забезпечена.

Узагальнюючи отримані результати, можна зробити висновок, що конструкція стелажу здатна нести задані навантаження, і не потребує додаткових заходів щодо збільшення міцнісних характеристик.

Розглянутий проект стелажного складу в м. Києві відповідає державним нормам (ДБН В.1.2-2:2006, СП 16.13330.2011), а також європейським нормам (EN 15512:2009, FEM 10.2.02).

УДК 624.154

ВПЛИВ РОЗМІРІВ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ НА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ ЯКІСТЬ

Студент – Поліщук П.С.

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

Темою є дослідження товщини фундаментної плити та її армування в ПК Мономах, ПК Ліра.

Метою даної роботи є аналіз армування у двох фундаментних плитах товщиною 150см та 170 см, що розраховані у ПК Мономах, ПК Ліра, та вибір оптимального варіанту.

Задачі нашого дослідження:

- 1) Побудова розрахункової моделі фундаментної плити та будівлі в цілому;
- 2) Задання вихідних даних для розрахунку;
- 3) Визначення зусиль моментів M , поперечних зусиль Q на переміщень Z у скінченних елементах фундаментної плити;
- 4) Порівняння параметрів НДС фундаментної плити 150 см у ПК Мономах та ПК Ліра;
- 5) Аналіз двох варіантів фундаментної плити товщиною 150 та 170 см та вибір більш раціонального та економічно вигідного.

Розрахунок несучої здатності ростверку будівлі було виконано методом скінченних елементів відповідно до вимог ДБН В.2.6-98, ДБН В.2.1-10-2018, ДСТУ Б В.2.6-156. Розрахунок проводиться у ПК Мономах (Компоновка) та ПК Ліра.

Для виконання наукового дослідження приймемо фундаментну плиту готельного комплексу у м. Ужгород, товщиною 1,5м та 1,7м. Розрахункова схема плити з ПК Мономах показана на рис. 1.

Таблиця 1

Інженерно-геологічні умови ділянки

№	Тип ґрунту	Товщина шару, м					
		Св.1	Св.2	Св.3	Св.4	Св.5	Св.6
		253,24	253,38	253,3	253,8	254,16	253,49
1	Насипний ґрунт, дресва, щебінь, будівельне сміття	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2	Пісок мілкий щільний.	8,0	7,9	7,8	8,1	7,9	8,0

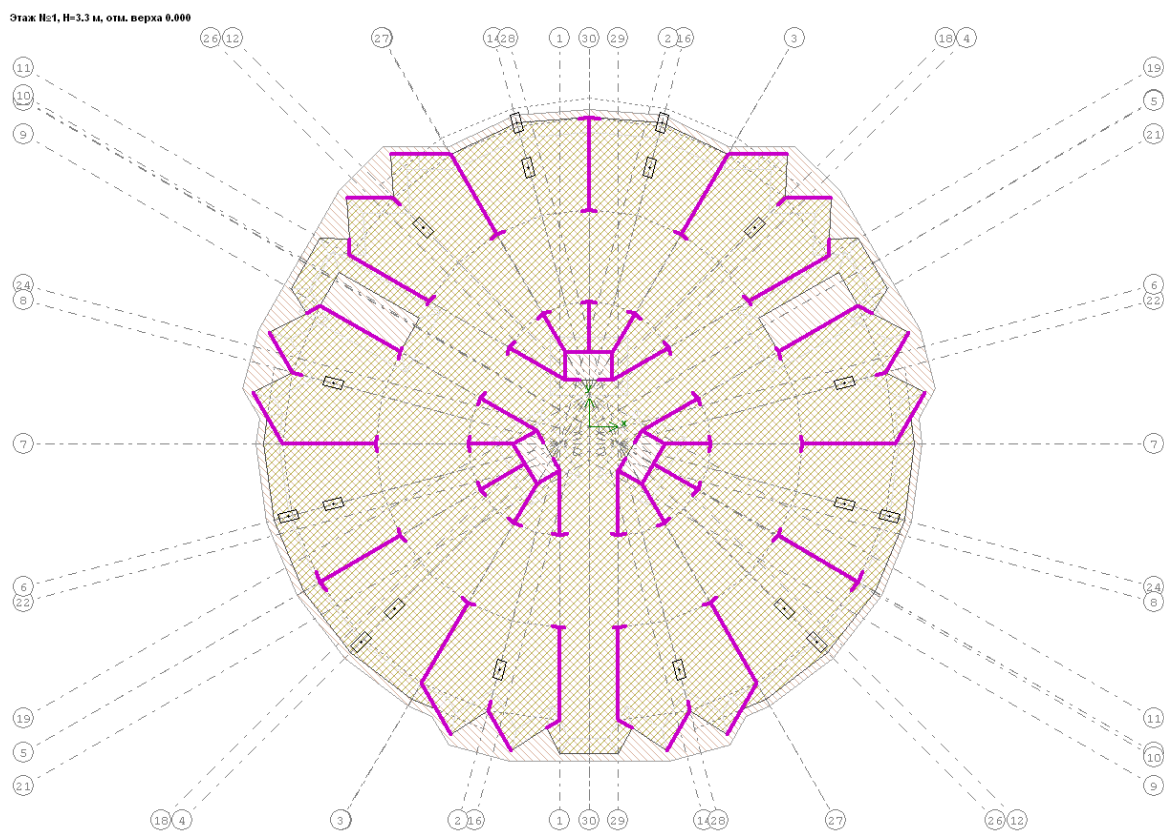


Рисунок 1 – Схема фундаментної плити у ПК Мономах з розміщенням несучих конструкцій

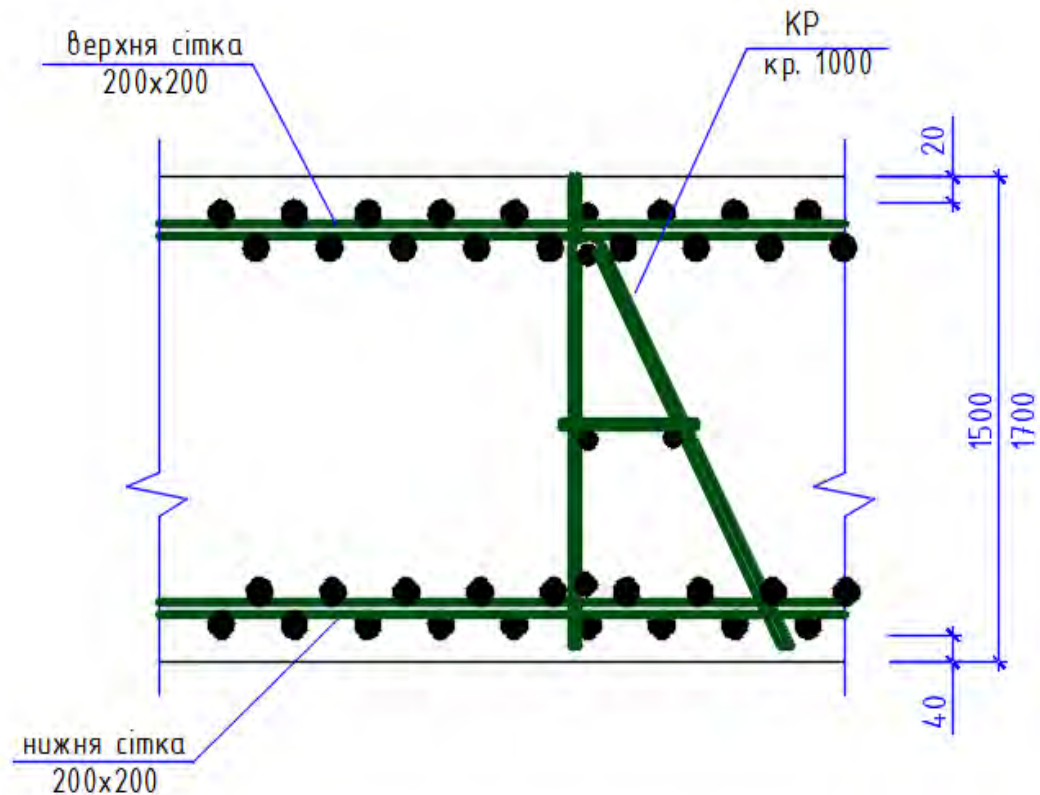


Рисунок 2 – Конструювання фундаментної плити

Аналіз залежності товщини фундаментної плити та її армування виконаємо за допомогою двох таблиць. В таблиці 2 на основі розрахунку у ПК Мономах фундаментної плити $t=150$ см приводиться витрати матеріалів та оцінюється їх вартість. В таблиці 3 вказуються відповідні дані для другого варіанту фундаментної плити.

Таблиця 2

Витрати матеріалів і їх вартість для фундаментної плити $t=150$ см

	Витрата	Вартість од., грн	Ціна, грн
Бетон	2231,53м ³	2150	4797789
Арматура	178522кг	34,7	6194713
Опалубка	1697,86м ²	80	135829
Всього			11128331

Таблиця 3

Витрати матеріалів і їх вартість для фундаментної плити $t=170\text{см}$

	Витрата	Вартість од., грн	Ціна, грн
Бетон	2529,06м ³	2150	5437479
Арматура	182093кг	34,7	6318627
Опалубка	1725,88м ²	80	138070
Всього			11894176

За результатами розгляду двох таблиць можна побачити, що витрати на влаштування фундаментної плити товщиною 170 см є більшими майже на 7%, тобто є нераціональними. Тому для фундаменту готельного комплексу у м. Ужгород доцільнішим і вигіднішим є влаштування фундаментної плити товщиною 150см.

УДК 624.012

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЦЕГЛЯНОЇ БУДІВЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЇЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Студент – Катькін Б.В.

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

Об'єкт дослідження являється існуюча цегляна будівля в м. Золотоноша що знаходилась в експлуатації по над 60 років і втратила своє функціональне призначення.

Необхідно дослідити визначення фактичного технічного стану відповідальних конструктивних елементів будівлі.

В роботі поставлена задача визначити технічну доцільність проведення реконструкції будівлі із зміною функціонального призначення.

Для цього робимо дослідження аналітичні - аналіз співставлення на відповідність чинним будівельним нормам, фактичного технічного стану відповідальних конструктивних елементів будівлі.

Побудова 3D-моделі будівлі по результатах проведеного обстеження.

Просторова 3D-модель будівлі розроблялась відповідно:

- обмірним кресленням;
- результатам проведеного технічного обстеження;
- визначеним параметричним даним з інструментальних вимірів.

Головні фізико-механічних характеристик та властивостей відповідальних конструкцій задавались як фактично визначені параметричні значення за інструментальними вимірами проведеним технічним обстеженням. Несучий остов будівлі моделювався трикутними скінченими елементами оболонки.

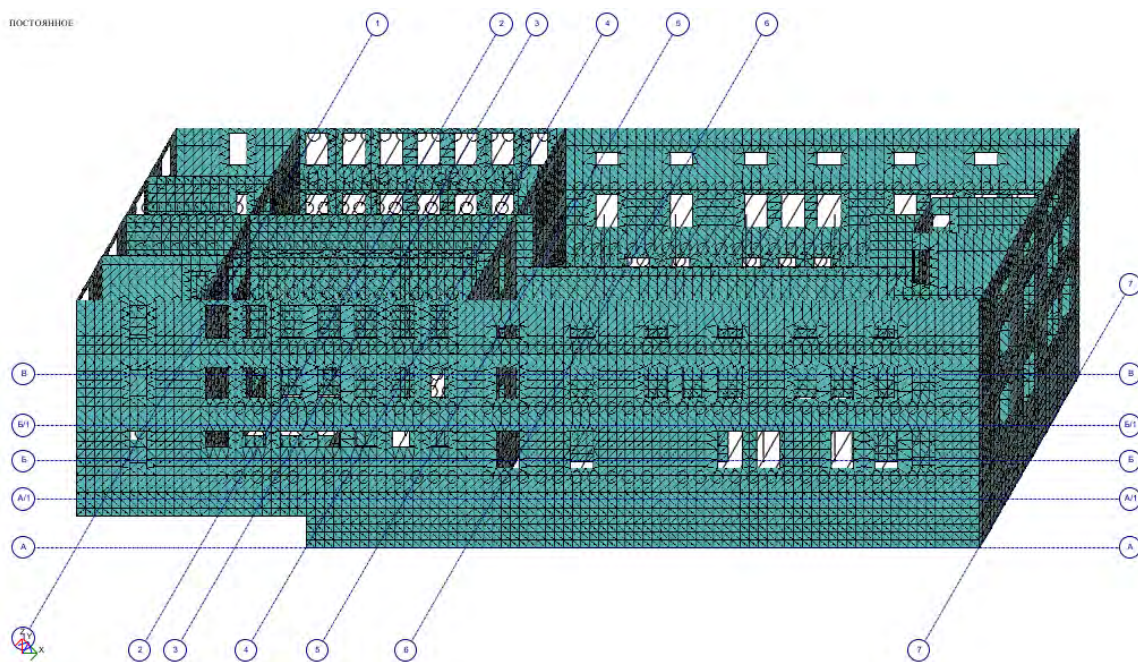


Рисунок 1 – 3D-модель будівлі в осях «1» - «7»

Розрахунок відповідальних конструкцій будівлі на статичні навантаження було виконано в ПК ЛІРА. Для кожного скінченного елемента по кожному завантаженню та комбінації завантажень за першою та другою

групами граничних станів, були визначені всі параметри напружено-деформованого стану (НДС) будівлі.

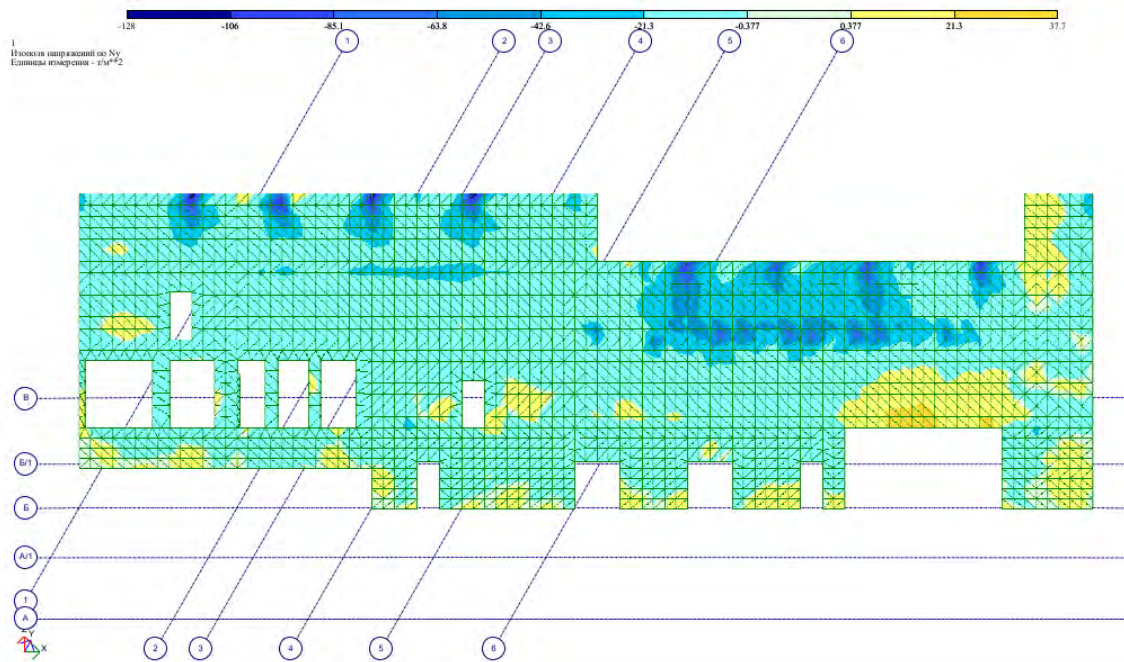


Рисунок 2 – Зона де виникає концентрація напружень – цегляна стіна (стиснення) по осі Б

З умов розрахунку цегляної кладки, розрахунковий опір розтягування при згині по перев'язаному становить – $25,5 \text{ т/м}^2$. Максимальні напруження розтягування не перевищують допустимі.

Відповідно до нормативних значень для цегляної кладки розрахунковий опір стиснення повинен не перевищувати – $142,7 \text{ т/м}^2$. Але враховуючи термін експлуатації об'єкта необхідно врахувати зниження несучої спроможності конструкції кладки.

З аналізу розрахунків видно, що як наслідок тривалої експлуатації у цегляній кладці з'являються тріщинки шириною розкриття до $2,0 \text{ мм}$. У такому випадку коефіцієнт зниження несучої спроможності для неармованої кладки приймають – $0,5$. В такому випадку, максимальні напруження розтягу цегляної кладки стін перевищують допустимі, а відповідно, необхідне підсилення внутрішніх та зовнішніх несучих стін будівлі.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ІЗ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВІДМОВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Студент – Крюков В.Л.

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

Метою та завданням дослідження є аналіз концепції та науково обґрунтованих методів попередження відмов конструктивних елементів будівель і споруд відповідно до нормативно-технічних вимог.

Для досягнення мети поставлені завдання необхідно виконати:

- аналіз проблеми надійності та безпечності будівель та споруд для визначення заходів по попередження відмов;
- відхилення показників фізичного зносу будівель та споруд;
- розробка пропозицій з організаційно-технічних методів та заходів по прогнозуванню надійності та безпечності будівель та споруд.

Об'єктом для дослідження візьмемо будівлі та споруди цивільного призначення. В цих будівлях досліджуватимемо: системи показників оцінки працездатності будівель та споруд; організаційно-технологічні системи, методики, форми та проектні рішення, що забезпечують надійність та безпечність будівель та споруд.

При вводі об'єкта в експлуатацію готовність конструктивних елементів може бути оцінена за результуючий показник кількісної оцінки їх надійності - коефіцієнтом готовності K_i . Саме важливе те, що значення коефіцієнта готовності залежать від кількості відмов, часу виявлення та часу на усунення цих відмов. Залежність у часі $Q(\varphi)$ імовірності відмови від будь-якого конструктивного елемента розраховується імовірнісними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність показників надійності у часі

Функція	Показники надійності			
	F(φ)	P(φ)	б(φ)	л(φ)
F(φ)	—	1 - F(φ)	$\frac{dF(\tau)}{d\tau}$	$\frac{dF(\tau)/d\tau}{1 - F(\tau)}$
P(φ)	1 - F(φ)	—	$-\frac{dP(\tau)}{d\tau}$	$-\frac{ldP(\tau)}{P(\tau)d\tau}$
Q(φ)	—	1 - Q(φ)	$\frac{dQ(\tau)}{d\tau}$	$\frac{1}{1 - Q(\tau)} \cdot \frac{d}{d\tau} Q(\tau)$
б(φ)	$\int_0^{\tau} \alpha(x)dx$	$\int_{\tau}^{\infty} \alpha(x)dx$	—	$\frac{d(\tau)}{\int_{\tau}^{\infty} \alpha(x)dx}$

Методикою граничних станів передбачені гранично припустимі значення пара-метричних даних будівельних об'єктів та їхніх конструктивних елементів, що і є показниками – безпечної працездатності об'єкта. Відповідно по швидкості зміни регламентованих нормам проектування та будівництва, можливо, визначати розвиток небезпек та прийняти заходи по їхньому попередженню (рис. 1).

H (ентропія)

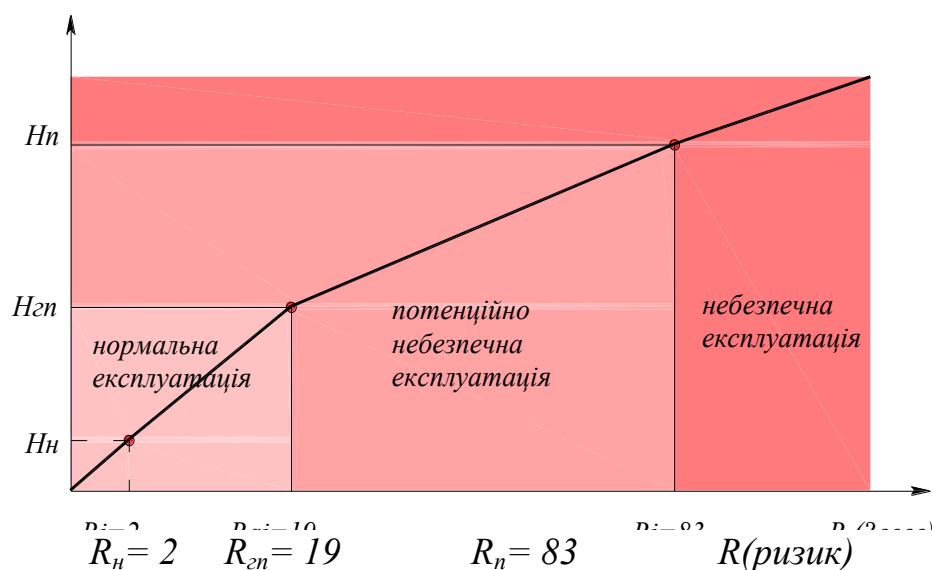


Рисунок 1 – Залежність технічного стану об'єкта по інформаційній ентропії та його стандартних значень рівнів ризиків: де R_n – нормальний рівень

ризик; R_{en} – гранично припустимий рівень ризику; R_n – припустимий рівень ризику; H_n – нормальний технічний стан; H_{en} – гранично припустимий технічний стан; H_n – небезпечний технічний стан

В результаті створення “цифрової моделі об’єкта” формується певний інформаційний масив по основним характеристикам та параметрам, як будівлі, так, і його конструктивних елементів:

- об’ємно-планувальні рішення;
 - кількість поверхів;
 - лінійні розміри (довжина, ширина, висота будинку);
 - площі (забудови, загальна, функціональних приміщень);
 - об’ємні характеристики;
 - будівельний обсяг;
 - опис конструктивних елементів (матеріал, конструкція, оздоблення);
 - конструктивні рішення:
 - число груп будівельних конструкцій;
 - фізичний обсяг конструктивних елементів,
- та інші параметричні показники що змінюються у часі.

Створення такої єдиної інформаційної бази яка включає збір, накопичення та постійне оновлення даних про технічний стан об’єкта стане ефективною системою управління із забезпечення надійності та безпечності об’єктів будівництва.

Все це потребує подальшого розвитку та розширення нормативного забезпечення та обов'язкового залучення всіх зацікавлених юридичних осіб: замовників; проєктувальників; генпідрядників; підрядників; субпідрядників та відповідальних власників об’єктів.

УДК 624.154

ВПЛИВ СІТКИ РОЗБИТТЯ НА СКІНЧЕННІ ЕЛЕМЕНТИ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ НА ЇЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН

Студент – Савицький О.С.

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

Для дослідження за даною темою взята будівля релігійного призначення з прибудовою, що буде будуватися в м. Охтирка. Розміри церкви в плані 64,7 х 57,39 м.

Темою науково-дослідної роботи є вплив сітки розбиття на скінченні елементи плити перекриття на її напружено-деформований стан.

Для досягнення мети потрібно зробити аналіз напружено-деформованого стану плити перекриття при розбитті її на скінченні елементи для двох варіантів.

Задачі які треба виконати:

- виконати розрахунок напружено-деформованого стану плити перекриття з кроком сітки 1м та 0,5м;
- дослідити зміну напружень, моментів, зусиль та переміщень у плиті перекриття;
- визначення похибки розрахунку плити для двох схем розбиття на СЕ;
- вибір сітки СЕ, що дають точніший результат розрахунків.

Для розрахунку приймаємо плиту перекриття товщиною 200мм з бетону класу С25/30, що обпирається на стіни.

Важливою задачею роботи є аналіз зміни напружено-деформованого стану плити перекриття при різних варіантах розбиття її на скінченні елементи.

Для вирішення поставленої задачі було виконано розрахунок плити перекриття на відм.+2,750м головного корпусу будівлі релігійного

призначення з прибудовою у м. Охтирка. Розрахунок виконано за допомогою ПК Мономах. Для розрахунку прийнято дві схеми розбиття плити на скінченні елементи (див. рис. 1 та 2). Для першої схеми крок розбиття на СЕ становить 1м, для другої – 0,5м, тобто сітка розбиття в два рази густіша.



Рисунок 1 – Монолітна плита перекриття

В результаті виконання розрахунку плити перекриття для двох схем розбиття на СЕ отримуємо напруження та зусилля, що виникають у конструкції для поєднання навантаження $1,1P+1,2D+1,2K+1,4B$, де P – постійне, D – довготривале, K – короткочасне, B – вітрове навантаження.

Результати розрахунку плити перекриття (для двох варіантів розбиття моделі на СЕ) та показані в табл. 1.

Аналіз зміни напружено-деформованого стану плити перекриття при різних варіантах розбиття її на скінченні елементи показав наступне: середня похибка розрахунку плити для двох схем розбиття на СЕ становить від 9% до 83%. Тобто, згущення сітки розбиття моделі плити у два рази показало набагато точніші результати розрахунку.

Таблиця 1

Аналіз зміни напружено-деформованого стану плити перекриття при двох
схемах розбиття її на СЕ

Фактор напружено- деформованого стану		Значення зусилля				Похибка з Min значень	Похибка з Max значень	Похибка сере дне значення
		Min		Max				
		Схема 1	Схема 2	Схема 1	Схема 2			
Напруже- ння	Nx	49 т/м²	60 т/м²	110 т/м²	123т/м²	18%	11%	14%
	Ny	21 т/м²	37 т/м²	46 т/м²	57 т/м²	43%	19%	31%
Момент	Mx	2,6т*м	4,2т*м	2,0 т*м	2,2 т*м	38%	9%	23%
	My	4,3т*м	6,0т*м	2,0 т*м	3,1 т*м	28%	35%	31%
Зусилля	Qx	4,0т	25т	5,1т	30т	84%	83%	83%
	Qy	4,9т	7,2т	6,1т	28т	32%	78%	55%

Значна похибка розрахунку для перерізуючих сил Q_x та Q_y може бути спричинена значною концентрацією зусиль, що викликана розбивкою на СЕ неправильної форми, наприклад, трикутник з гострим кутом менше 300 і т.д.

Для уникнення значних концентрацій напружень та зусиль в елементах та для підвищення точності розрахунку наведено декілька правил, якими слід керуватися під час дискретизації:

- ❖ елементи мають подрібнюватись в областях, де очікується підвищення градієнтів розрахункової величини;
- ❖ елементи, які близькі за формою до правильних багатокутників приводять до більш точних результатів;
- ❖ межі між підобластями мають проходити там, де змінюється геометрія області, властивості матеріалів, граничні умови.

Щодо нумерації вузлів та елементів, то тут доцільно дотримуватися наступної рекомендації. Нумерація має бути проведена в напрямку найменшої

кількості елементів у дискретизованій області або, якщо розмір елементів приблизно однаковий, у напрямку найменшого геометричного розміру цієї області.

УДК 624.042.7: 699.841

ПРОЕКТУВАННЯ СЕЙСМОІЗОЛЬОВАНОГО МАЛОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ З ГАЗОБЕТОННИМИ СТІНАМИ ПРИ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Студент – Фомін О.С.

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

Норми України ДБН В.1.1-12:2014 [1] (з врахуванням зміни №1, яка набрала чинності з травня 2019 р.) обмежують будівництво житлових будинків з газобетонних блоків D 300 C 2,0 (густина та клас бетону за міцністю при стиску) до 2 поверхів та D400 C 2,5 до 3 поверхів при сейсмічності майданчику будівництва 7 балів. При 8 балах дозволяється будувати будинки з несучими стінами з газобетонних блоків D 400 C 2,5 з залізобетонними сердечниками до 2 поверхів. Використання сейсмоізоляції у житлових малоповерхових будинках дозволяє розширити сферу застосування блоків із ніздрюватого бетону автоклавного тверднення у сейсмостійкому будівництві.

Для обґрунтування можливості підвищення висоти запроектованого житлового будинку до 3 поверхів з несучими стінами з газобетонних блоків як D 300 C 2,0, так і D400 C 2,5 при розрахунковій сейсмічності 7 та 8 балів виконано чисельні дослідження динамічних моделей з використанням сейсмоізоляції та при її відсутності. Вихідні дані щодо фізико-механічних характеристик газобетонних блоків та кладки прийнято за результатами випробувань, приведених в [2].

Запроектований малоповерховий житловий будинок включає монолітні залізобетонні стіни підвалу (рис. 1). На стрічкових фундаментах встановлюються сейсмоопори (рис. 2) з двома опорними сталевими пластинами (нижня пластина закріплена анкерами к фундаменту, верхня розташована на ізоляторі та закріплена анкерними болтами в монолітних стінах підвалу). Конструктивна схема будинку - безкаркасна з несучими стінами (1, 2 та 3 поверхи) з газобетонних блоків (D300 C 2,0 або D400 C 2,5).

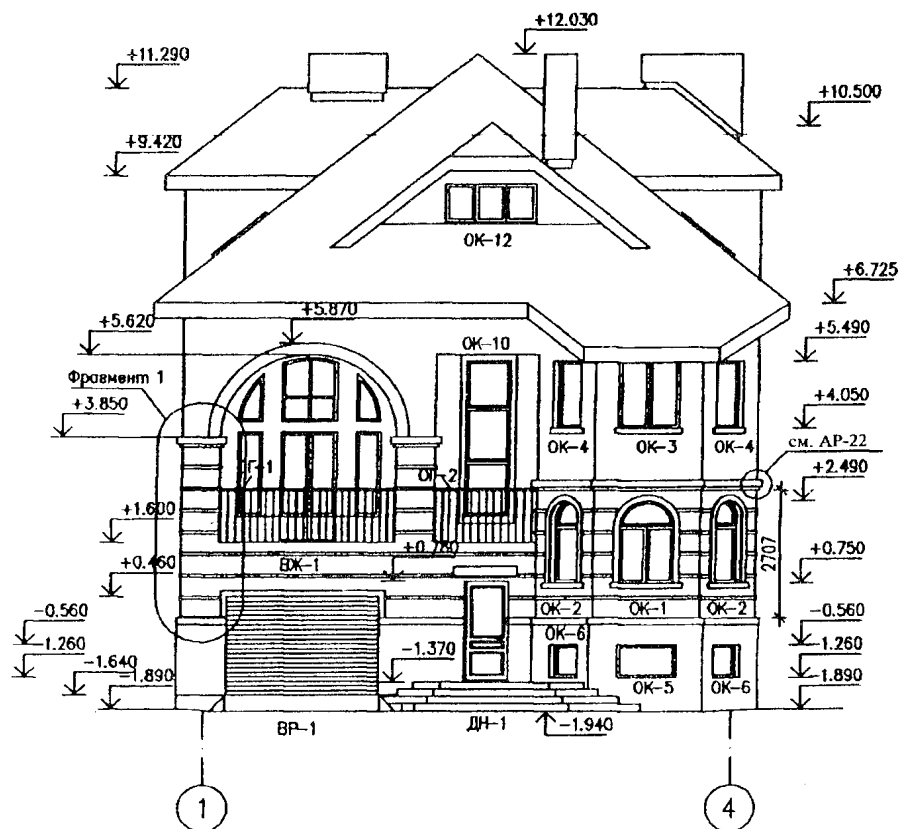


Рисунок 1 – Фасад 1-4 будинку з підвальним поверхом



Рисунок 2 – Динамічні випробовування системи сейсмоізоляції (визначення фактичної жорсткості та демпфування гумових сейсмоопор) [2]

Розрахункове значення горизонтального сейсмічного навантаження S_{0ki} , прикладеного до точки k , що відповідає i -й формі власних коливань будівлі [1]:

$$S_{0ki} = Q_k \cdot a_0 \cdot k_{gp} \cdot \beta_i \cdot \eta_{ki} \quad (1)$$

де Q_k – вага зосередженої маси в точці k ; $a_0 = 0,1$ (0,2) – відносне прискорення ґрунту при 7 (8) балах (в частках прискорення сили тяжіння); $k_{gp} = 1,0$; коефіцієнт динамічності $\beta = 2,5$ при значенні періоду власних коливань будівлі $T_1 = 0,3$ с (3-х поверхова будівля без сейсмоізоляції та II категорія ґрунтів) та $\beta = 1,5$ при $T_1 = 1,3$ с (3-х поверхова будівля з застосуванням системи сейсмоізоляції та II категорії ґрунтів); η_{ki} – коефіцієнт форм.

При значенні періоду власних горизонтальних коливань сейсмоізованого будинку більше 1,0 с досягається зниження значень коефіцієнтів динамічності й сейсмічних навантажень до 2 разів (на один бал).

Трьохвимірна комп'ютерна модель будинку із сейсмоопорами була розроблена у програмному комплексі ЛІРА САПР (рис. 3).

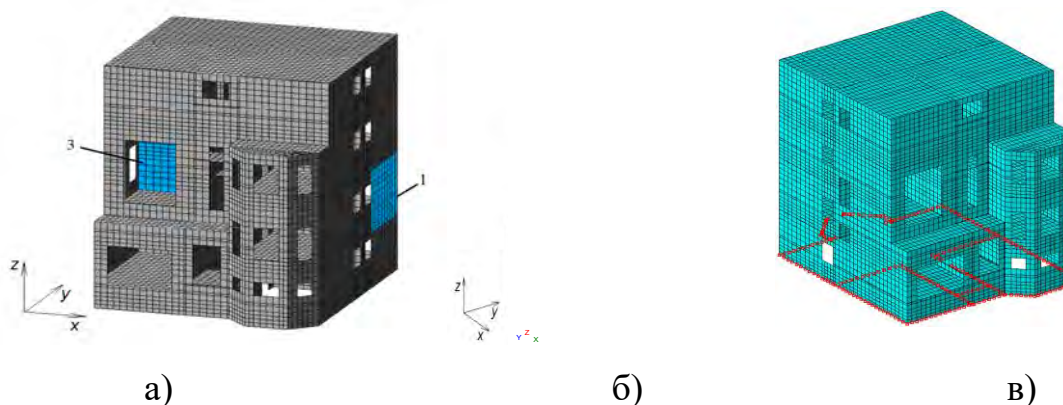


Рисунок 3 – Модель триповерхового житлового будинку з несучими стінами з газобетону: а – випробувальні фрагменти (простінки) 1 і 3 – виділені синім кольором [2]; б – фрагмент 2; в – розміщення сейсмоопор у рівні підвального поверху (виділені червоним кольором)

Висновки. Головні стискаючі напруження в несучих стінах із газобетонних блоків D400 C2,5 товщиною 400мм дорівнюють 2,7 МПа (не перевищують допустимі значення напружень при стиску 3,1 МПа) при спільній дії статичних і сейсмічних впливів інтенсивністю 8 балів (будівля з системою сейсмоізоляції). Результати розрахунків моделі будівлі підтвердили забезпечення сейсмостійкості 3-поверхового житлового будинку із стінами з газобетонних блоків D400 C2,5 товщиною 400 мм з сердечниками та з сейсмоізоляцією при розрахунковій інтенсивності землетрусу 8 балів.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. –Київ: Мінрегіон України, 2014. Зміна № 1. - 2019.
2. Немчинов Ю. И., Марьенков Н. Г., Тарасюк В. Г. Экспериментальные исследования несущих стен из газобетонных блоков D 400 C2,5 и D 300 C2,0 при вертикальных статических и горизонтальных сейсмических нагрузках – Наука та будівництво, випуск 1, 2017. – С. 22-32.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-202:2015. Настанова з проектування та улаштування конструкцій будівель із застосуванням виробів із ніздрюватого бетону автоклавного тверднення. - Київ: Мінрегіон України. – 2015.

УДК 624.042.7: 699.841

**ПРОЕКТУВАННЯ 25 ПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ З СИСТЕМОЮ
СЕЙСМІЧНОГО ЗАХИСТУ У М. ОДЕСА**

Студент – Білецький В.Л.

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

Запроектований житловий 25 поверховий будинок розташований у сейсмічно небезпечній зоні (розрахункова сейсмічність 7 балів [1]) за адресою:

м. Одеса, вул. Генуезька, 1. Габаритні розміри в осях будинку складають 37,9х34,35 м. Висота складає 94,5 м (з 2 підземними поверхами).

В плані будинок має Г-подібну форму (рис. 1), що не відповідає вимогам державних норм України [1], які рекомендують приймати симетричну форму будівлі у плані. Тому для забезпечення сейсмостійкості конструкцій використана сейсмоізоляція у рівні пальового ростверку, що дає можливість зменшити сейсмічні навантаження при землетрусах до 2 разів (з 7 балів до 6 балів за шкалою сейсмічної інтенсивності [2]).

Конструктивна схема будівлі - монолітний залізобетонний безригельний каркас із залізобетонними ядрами жорсткості. Несучими вертикальними елементами каркаса є монолітні залізобетонні колони, пілони і ядра жорсткості, несучими горизонтальними елементами - монолітні залізобетонні безригельні перекриття. Просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою вертикальних і горизонтальних елементів будівлі.

Фундамент будівлі запроектований з окремих груп паль, що об'єднані монолітною залізобетонною плитою ростверку, товщиною 1700 мм, з бетону С25/30, на залізобетонних палях Ø620 мм, довжиною 14,9 м.

При проектуванні будівель з системою сейсмічного захисту діючі норми ДБН В.1.1-12 [1] рекомендують виконувати розрахунки як за спектральним методом, так і на вплив акселерограм, зареєстрованих при потужних землетрусах, або на синтезовані, які рекомендують норми. Сейсмічна реакція будівель залежить від переважаючих частот (періодів) коливань ростверку будівлі на пальовій основі, жорсткостних та демпфуючих параметрів ізоляторів.

При значенні середньої швидкості сейсмічних хвиль у верхніх шарах ґрунтової основи 320 м/с (визначено за результатами робіт з сейсмічного мікрорайонування-СМР- будівельного майданчика) були отримані значення частот власних горизонтальних коливань ростверку при використанні методик норм України [1] і стандарту США [3] та при розрахунку моделі на основі

метода скінченних елементів у ПК ЛІРА САПР [4]. Розроблено розрахункову просторову динамічну модель системи «грунт-палі-сейсмоізолятори-фундамент-верхня будова» за допомогою ПК ЛІРА САПР (на рис. 2 приведен фрагмент).

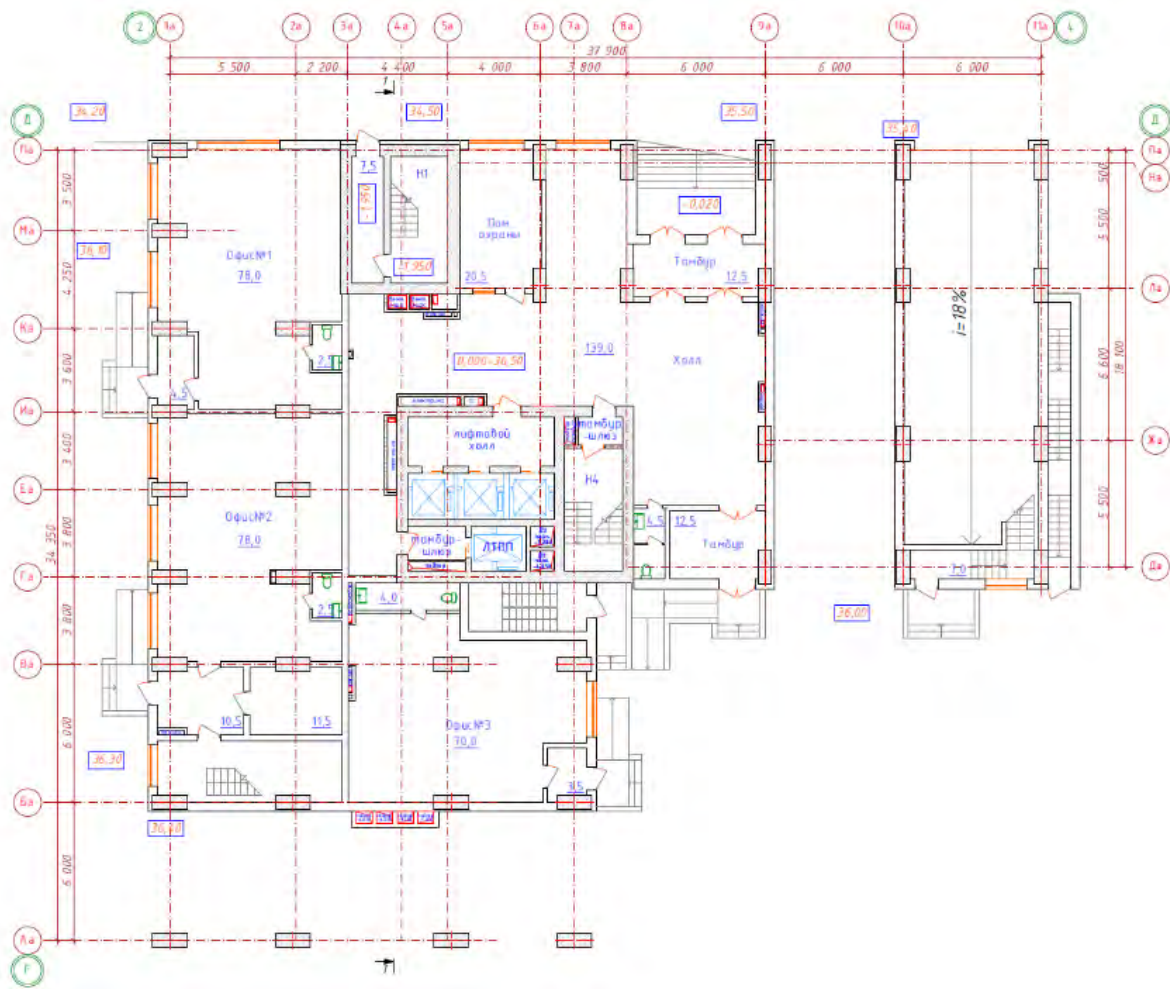


Рисунок 1 – План першого поверху будинку

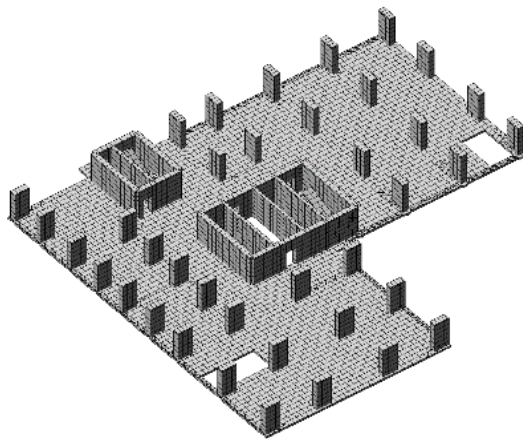


Рисунок 2 – Комп'ютерна модель типового поверху

Розрахунки динамічної моделі будинку із сейсмоізоляцією та при її відсутності на вплив акселерограм виконано у ПК ЛІРА САПР (модуль «Динаміка +») при впливах трьох довгоперіодних та однієї короткоперіодній акселерограм. Були прийняті такі три довгоперіодні акселерограми: синтезована акселерограма Vb7r, рекомендована ДБН В.1.1-12 [1]; інструментальні записи Бухарестського землетрусу 1977 р. та в Ель-Центро (США, 1940 р.). Короткоперіодна акселерограма D056-г, яка рекомендована ДБН [1], має переважаючі періоди у діапазоні 0,1-0,6 с, що відповідає періодам коливань ґрунту будівельного майданчику по вул. Генуезький,1, які дорівнюють 0,1-0,55 с згідно результатів робіт з СМР.

Значення розрахункових горизонтальних переміщень покриття будинку (відм. +81.10 м), перекриття на відм. +41.10 м та плити ростверку (відм. -7.40 м) при впливах акселерограм приведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Амплітуди (мм) горизонтальних коливань будинку, визначені при відсутності сейсмоізоляції (чисельник) та з врахуванням демпфування у ґрунтової основі та сейсмоізоляторах (знаменник)

Найменування акселерограми	Відмітки рівнів будівлі, м		
	+81.100 (покриття)	+41.100 (перекриття)	-7.400 (плита ростверку)
Ель-Центро (США, 1940р.)	<u>328,0</u> 117,0	<u>144,0</u> 54,0	<u>4,0</u> 1,7
Бухарест (Румунія, 1977 р.)	<u>350,0</u> 132,0	<u>162,0</u> 67,0	<u>7,0</u> 4,0

Висновки. Найбільші розрахункові значення перекосів поверхів 0,001 будівлі не перевищують допустимих значень, що дорівнюють 0,004.

Максимальні коефіцієнти армування несучих залізобетонних конструкцій будівлі при сейсмічних впливах інтенсивністю 7 балів дорівнюють 2,3%, що не перевищує гранично допустиме значення (4,0%) при класі бетону несучих конструкцій С25/30. Сейсмостійкість несучих вертикальних і горизонтальних конструкцій будівлі з використанням системи сейсмоізоляції забезпечена при розрахунковій інтенсивності майданчика будівництва 7 балів.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 110 с.
2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010 Шкала сейсмічної інтенсивності.
3. Seismic Analysis of Safety-Related Nuclear Structures and Commentary on Standard for Analysis of Safety-Related Nuclear Structures // ASCE Standard, Sept. 1986.
4. ПК “ЛИРА-САПР” 2017. Руководство пользователя. Обучающие примеры. Под ред. академика АИН Украины А.С. Городецкого. – Электронное издание: 2017 г. – 535 с.

УДК 624.042.7: 699.841

**ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ПРИ НАВАНТАЖЕННЯХ
ВІБРОАКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Студент – Собчук В.М.

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

Запроектована будівля посту очистки від листястеблевої маси та сортування розташована на території комплексу кондиціювання насіння сільськогосподарських культур в м. Кам'янець-Подільський Хмельницької області.

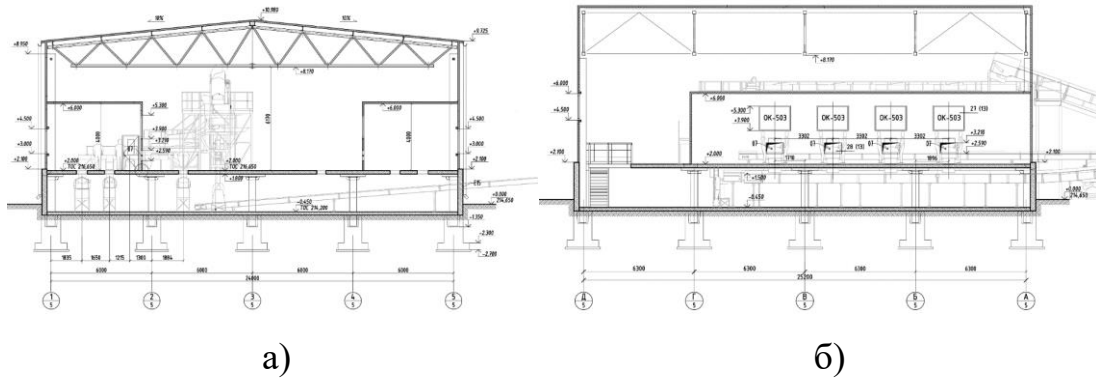
Пост очистки та сортування - дворівнева виробнича будівля, прямокутна у плані з розмірами $24,0 \times 25,2$ м в осях 1₅-5₅/А₅-Д₅ (рис. 1). Загальна висота надземної частини будівлі від рівня вимощення до найвищої позначки покрівлі складає 10,98 м.

В будівлі розміщено технологічне обладнання, призначене для очистки кукурудзи від листястеблевої маси та сортування, конвеєрне обладнання подачі матеріалу на очистку і передавання продукції на наступні етапи кондиціонування.

Основним джерелом динамічного впливу на конструкції є лінія з чотирьох 12-ти полосних хаскерів виробництва компанії A&K Development (США), які розміщені на позначці +2,000 в осях 2-3/А-Г. Технологічним процесом передбачена одночасна робота від чотирьох до восьми хаскерів.

Для визначення динамічних характеристик (частот, форм та амплітуд коливань) та напружено-деформованого стану несучих конструкцій будівлі розроблено у програмному комплексі ЛІРА САПР просторові комп'ютерні динамічні моделі фрагменту будівлі корпусу сортування, а саме несучих конструкцій на позначках -0,450; +2,000 та віброактивного обладнання на позначці +2,000. В моделях враховано 2 варіанти встановлення обладнання: 4 хаскери (рис. 1) та при можливої модернізації 8 хаскерів.

Розрахункові значення частот власних вертикальних коливань плити перекриття за першими чотирма формами (для яких отримано максимальні динамічні навантаження): 8,65 Гц; 9,46 Гц; 10,2 Гц та 12,7 Гц. Аналіз форм власних коливань (рис. 2) та значень вертикальних амплітуд переміщень плити перекриття дозволяє зробити висновок про те, що при роботі 4-х хаскерів максимальні розрахункові переміщення за першими 4 формами знаходяться у діапазоні 0,1 - 0,64 мм. Вертикальні розрахункові віброприскорення плити перекриття в осях 2-4/А-Г отримано у діапазоні 0,2 - 1,1 м/с².



задач та проведення аналізу поведження конструкцій при різноманітних навантаженнях та впливах.

Характеристика основних несучих (відповідальних) конструктивних елементів каркасу будівлі (геометричні параметри), наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Перерізи основних несучих конструктивних елементів будинку

1	Товщина фундаментної плити під паркінгом	0,5 м
2	Товщина фундаментної плити під висотною частиною	1,6 м
3	Товщина плит перекриття (покриття)	0,30 м
4	Переріз залізобетонних колон-пілонів $b \times h$:	0,4×1,5 м; 0,5×1,2 м; 0,3×1,5 м; 0,3×1,2 м; 0,4×1,2 м; 0,25×1,2 м; 0,3×0,9 м;
5	Переріз залізобетонних колон $b \times h$:	0,4×0,4 м
6	Товщина стін, елементів ліфтової шахти / «L» у відповідності з планами/	0,2 м (×L); 0,3 м (×L)
7	Товщина стін підземної частини	0,4 м (×L); 0,5 м (×L);

Для кожного скінченного елемента по кожному завантаженню та комбінації завантажень були визначені всі параметри напружено-деформованого стану для основних несучих конструкцій каркасу висотної будівлі.

Враховуючи складність представлення великого обсягу інформації, результати розрахунків представлені у вигляді ізополів деформацій та

напружень. Проведений відбір найбільш навантажених елементів конструкцій.

Висновки. Основними конструктивними параметрами колон є їх висота, розміри поперечного перерізу, клас бетону за міцністю і вміст поздовжньої та поперечної арматури, обумовлені просторовим розрахунком каркаса. При проектуванні рекомендується приймати оптимальні конструктивні параметри колон, що встановлюються на основі аналізу напружено-деформованого стану каркасу висотної будівлі. При цьому мінімальний розмір поперечного перерізу колон необхідно приймати не менше 30 см, а клас бетону не менше С25/30.

У тих випадках, коли техніко-економічний аналіз конструктивних параметрів колон показує, що необхідне армування перевищує максимальні значення, рекомендується застосовувати сталезалізобетонні чи сталеві фібробетонні колони.

Армування пілонів, які займають проміжне положення між стінами і колонами, необхідно виконувати як для колон. При співвідношенні меншої сторони до більшої більше ніж 1:4 тип армування наближається до типу армування колони.

УДК 624.042.7: 699.841

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МОНОЛІТНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БУДІВЛІ ПРИ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Студент – Дорошенко Р.В.

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

Для будівельних конструкцій, що проектуються і будуються в сейсмічних районах має бути забезпечена механічна безпека. Це означає, що при інтенсивних землетрусах не повинно відбуватися обвалення будівель та

споруд загалом або їх частин. Антисейсмічні заходи в середньому становлять від 3 до 5% від вартості будівництва. Розробка нових методів розрахунку та проектування, а також удосконалення існуючих, з урахуванням особливостей роботи несучих систем будівель при землетрусах (зокрема, нелінійний характер деформування несучих конструкцій, велика мінливість параметрів землетрусу), є актуальним завданням. Для забезпечення необхідного рівня сейсмостійкості при недопущенні невиправданих витрат потрібна розробка відповідних методик.

Вимоги щодо розрахунку будівель та споруд на сейсмічні впливи містяться в ДБН В.1.1-12:2014 [1], а в національному стандарті [2] викладено методику визначення класу наслідків (відповідальності) об'єктів будівництва та регламентується вибір карт ЗСР-2004 для оцінки сейсмічної небезпеки. Уточнення сейсмічності майданчиків будівництва, нормативна бальність яких визначається по картах ОСР-2004-В і ОСР-2004-С, а також майданчиків, розташованих поблизу границь зон бальності, виконується обов'язково на основі спеціальних досліджень з сейсмічного мікрорайонування (СМР).

Запроектована будівля торговельно-обслуговуючого комплексу в м. Білгород-Дністровському, Одеської області має комбіновану конструктивну систему – каркасно-стінову, з несучими колонами в середині будівлі та несучими монолітними стінами по периметру, об'єднані жорстким диском перекриття, що забезпечує просторову жорсткість та стійкість. Будівля торговельно-обслуговуючого комплексу розділена в загальному об'ємі на три частини деформаційно-осадочними швами товщиною 50 мм.

Будівля торговельно-обслуговуючого комплексу має прямокутну форму, розміри по осях 74,0х54,0 м, максимальна позначка покрівлі +21.6 м.

Конструкція фундаментів – монолітна залізобетонна плита завтовшки 600 мм. Зовнішні стіни будівлі - монолітні, в цокольному поверсі товщиною 300 мм, в надземній частині - 200 мм. Конструкція перекриття – пласка без балочна. Товщина плити прийнята рівною 200 мм. В якості матеріалу для

залізобетонних конструкцій використаний бетон класу В25, армований арматурою класу А500С.

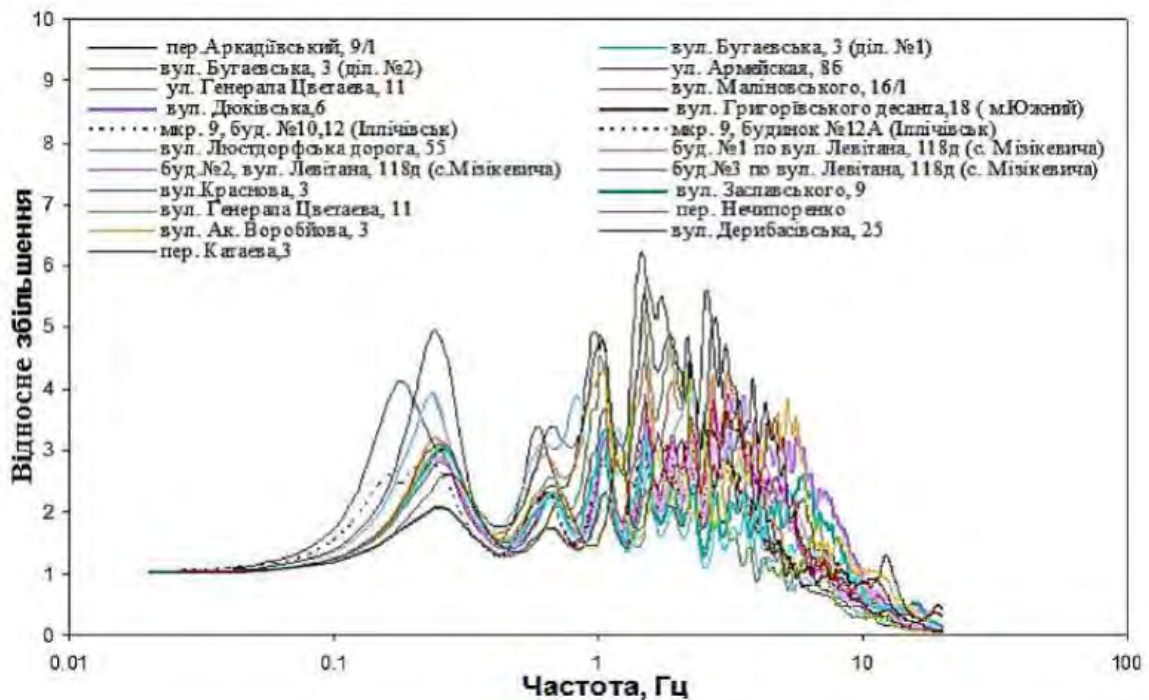


Рисунок 1 – Амплітудно-частотні характеристики ґрунтів майданчиків в м. Одеса [3]

Ґрунтові умови більшості районів Одеської області та м. Одеси характеризуються досить широким діапазоном можливого резонансного підсилення (рис. 3). Отже, при оцінці сейсмічних ризиків проєктованих будівель в Одеській області необхідно проводити детальні дослідження резонансних властивостей ґрунтів основи.

В ДБН В.1.1-12:2014 [1] на відміну від ДБН В.1.1-12:2006 введено поняття слабкий землетрус (СЗ), проєктний землетрус (ПЗ), максимальний розрахунковий землетрус (МРЗ) і розмежовані сейсмічні навантаження, використовувані для проєктування споруд різних класів наслідків. Відповідно для проєктування будівель в сейсмічних зонах необхідно уточнення параметрів проєктного землетрусу (ПЗ) і максимального розрахункового землетрусу (МРЗ) з місцевих потенційно сейсмоактивних зон і сейсмоактивної зони Вранча на еталонному пункті в районі досліджуваного майданчика, а

також організація і проведення польових інструментальних сейсмологічних спостережень з метою реєстрації високочастотних мікросейсм (землетрусів і вибухів), як найбільш надійної основи для розрахунку приросту сейсмічної бальності, обумовленої конкретними ґрунтовими умовами майданчиків розташування об'єкта, побудови розрахункових акселерограм і спектрів реакції; побудова ансамблю розрахункових акселерограм і спектрів реакції для ПЗ і МРЗ із зони Вранча і локальних потенційно сейсмоактивних зон з врахуванням емпіричних і теоретичних частотних характеристик ґрунтових комплексів під виділеними на майданчику таксонами [3].

В результаті роботи створена просторова комп'ютерна модель будівлі торговельно-обслуговуючого комплексу у програмному комплексі ЛПРА САПР та виконані розрахунки для випадків ПЗ та МРЗ із застосуванням розрахункових акселерограм (рис. 2).

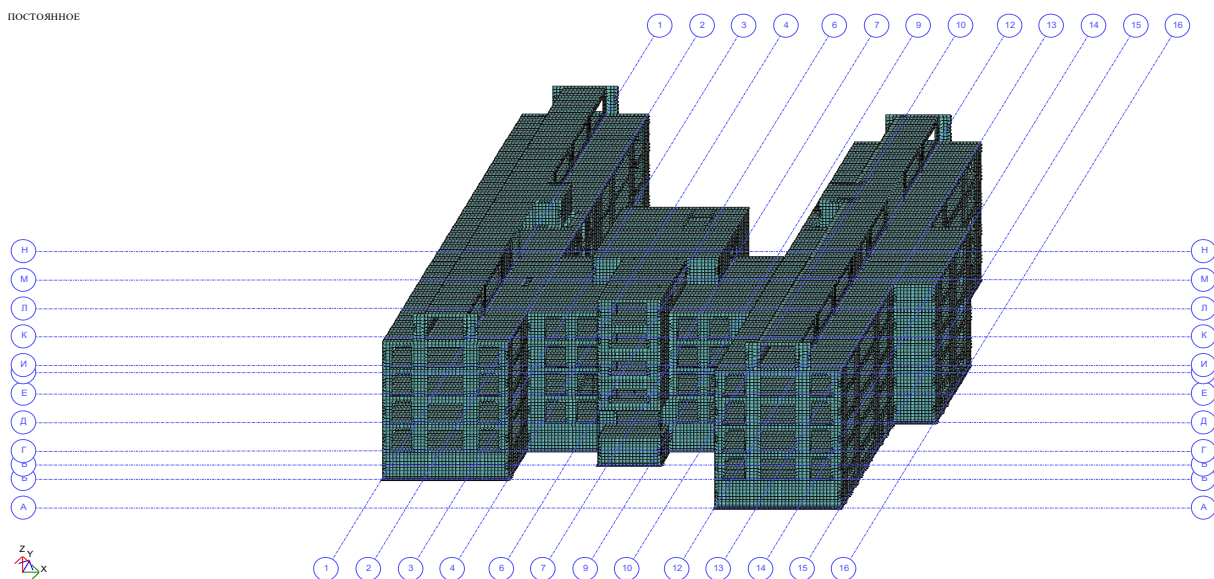


Рисунок 2 – Модель будівлі торговельно-обслуговуючого комплексу

Висновки.

1. Виконаний аналіз пружної реакції будівлі торговельно-обслуговуючого комплексу на сейсмічний вплив, побудовані асцилограми вузлових кінематичних та силових параметрів реакції, а також параметрів НДС системи.

2. Виконано порівняння отриманих даних в результаті розрахунку за акселерограмами з даними, отриманими при розрахунку на проектнийого землетрус нормативним методом: розрахунки по реальним акселерограмам дають результати, що перевищують розрахунки на проектнийого землетрус більше ніж в 2 рази.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. –Київ: Мінрегіон України, 2014. Зміна № 1. - 2019.
2. ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). - Київ: ДП «УкрНДНЦ». - 2019.
3. К.В. Єгупов, В.К. Єгупов, О.В. Мурашко. Уточнення сейсмічного ризику об'єктів морської інфраструктури. – Розвиток транспорту, випуск 2 (5), 2019. – С. 20-37.

УДК 693:624.012.25

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ ДЛЯ
АРМУВАННЯ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ СТІН І ПЕРЕГОРОДОК**

Студентка – Царук Н.В.

Науковий керівник – к.т.н. Фесенко О.А.

Поширення композитних матеріалів, зокрема арматури, останніми роками зумовлене суттєвим удорожчанням сталі. Для деяких найменш відповідальних видів конструктивних елементів композитна арматура може стати повноцінною заміною традиційній сталевій арматурі.

Застосування композитної арматури для бетонних та залізобетонних конструкцій є певною мірою унормованим [1, 2]. Однак використання склопластикової або базальтової арматури для кам'яної кладки стін і

перегородок потребує проведення досліджень, розроблення методики розрахунку і впровадження у нормативні акти та нормативні документи.

Серед відомих на сьогодні переваг застосування композитної арматурної сітки при виконанні цегляної або кам'яної кладки, є такі [3, 4]:

- висока міцність на розтяг порівняно зі сталевую однакового діаметру;
- корозійна і хімічна стійкість в умовах високої вологості й агресивного середовища;

- низька маса порівняно зі сталевую – композитна сітка 50x50x3 мм розмірами 0,5x2,0 м масою 0,36 кг/м², аналогічна сталева сітка масою 2,2 кг/м²;

- низька теплопровідність (0,46 Вт/м*°C) порівняно зі сталевую арматурною сіткою (56,0 Вт/м*°C).

Загальний вигляд композитної арматурної сітки наведено на рис. 1.

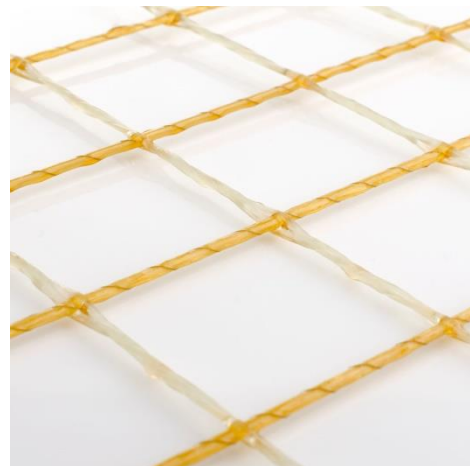


Рисунок 1 – Загальний вигляд композитної сітки

Особливостями застосування композитної арматурної сітки при улаштуванні кам'яної кладки є такі:

- ширина сіток на 6-8 мм більша за ширину стін, довжина – 2-3 м;
- укладання суміжних сіток відбувається внапуск на 2-3 клітинки;
- сітку укладають через 4-5 рядів кладки по висоті.
- товщина швів кладки має перевищувати суму діаметрів стрижнів, що перетинаються, не менше ніж на 4 мм.

Схеми улаштування армування кам'яної кладки композитною арматурною сіткою наведені на рис. 2.

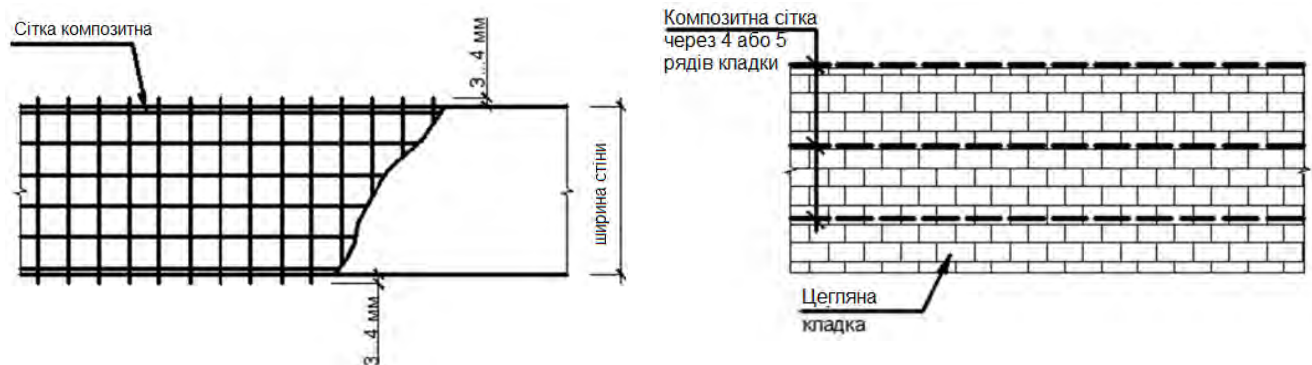


Рисунок 2 – Схеми армування кладки композитною арматурою

Однак композитна арматура не завжди і не всюди може повноцінно замінити сталеву [5]. Оскільки вона має менший модуль пружності, аніж у сталі, що може суперечити конструктивним вимогам за 2-ю групою граничних станів.

Висновок. Застосування композитної сітки для армування кам'яної кладки стінових конструкцій потребує подальших досліджень із розроблення методики розрахунку їх несучої здатності. Слід дослідити різні варіанти і схеми армування для різних типів кладки.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення
2. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу
3. <http://polyarm.com.ua/produktsiya/kladochnaya-setka-kompozitnaya>
4. <https://imperatyv.ua/uk/product/11#>
5. Шмуклер, В. С., Фірсов, П. М., Набока, А. В., & Косенко, К. В. Дослідження міцності і деформативності цегляної кладки підсиленої композитною сіткою HARDMESH. Науковий вісник будівництва, 2021, т. 106, №4. с. 97-106

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ СЕЙСМОІЗОЛЯЦІЇ

Студент – Зозуля О.О.

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

В сейсмічних районах, ефективним рішенням є застосування в якості сейсмозахисту, гумо-металевих сейсмоізоляторів зі свинцевим осердям, що забезпечують додаткові демпфувальні якості опорної частини при сейсмічному впливі.

Гумо-металеві сейсмоізолятори зі свинцевим осердям використовуються для посилення сейсмостійкості мостів та споруд. Ефективність таких опорних частин зумовлена високою дисипацією енергії свинцевим стрижнем. Така опорна частина поводить ся як пружно-пластичний елемент: забезпечує сейсмоізоляцію та обмежує вплив сейсмічного навантаження на будівлю або споруду.

Принцип сейсмоізоляції полягає у зміщенні періоду власних коливань споруди (для жорстких конструкцій зазвичай $T=0,3-1$ секунда) область вищого періоду ($T=2-3$ секунди), що дозволяє суттєво знизити прискорення, що впливають будівлі та споруди при землетрусі. Тобто дозволяє «ізолювати» будівлю або споруду від фундаменту конструкції.

Це досягається шляхом розміщення відповідних еластичних опорних частин для можливості забезпечення необхідних переміщень фундаменту та опор щодо самої будівлі або споруди.

Додаткове зниження прискорень та зменшення відносних переміщень, необхідних для сейсмоізоляції конструкції можливо за рахунок збільшення демпфування (розсіювання енергії).

Ці дві задачі сейсмоізоляції одночасно реалізовані в гумо-металевих

сейсмоізоляторах зі свинцевим осердям. Свинцеве осердя розсіює енергію, тоді як гумово-металевий сейсмоізолятор забезпечує переміщення та рецентрування. Свинцеве осердя має властивість рекристалізації і зберігає свої характеристики при необмеженій кількості циклів переміщення.



Рисунок 1 – Загальний вигляд гумо-металевого сейсмоізолятора

Робота сейсмоізолюючої гумометалевої опори є виключно нелінійною. Відповідно розрахунок сейсмоізолюваних систем слід виконувати методами прямого інтегрування в часі системи рівнянь:

$$M\ddot{\vec{U}}(t) + C\dot{\vec{U}}(t) + K\vec{U}(t) = -MR\ddot{u}_g(t) \quad (1)$$

Але, в деяких випадках може застосовуватись еквівалентна в'язко-пружна залежність «сила-деформація» для системи ізоляції та спрощений статичний розрахунок або застосовуватись лінійний спектральний динамічний метод розрахунку, де використовуються дійсні значення жорсткості (K_{eff} – ефективна жорсткість) та демпфування (ξ_{eff} – ефективне затухання), яке відповідає значенню розрахункового переміщення в центрі ефективної жорсткості системи сейсмоізоляції в напрямку, що розглядається (d_{dc}).

Реалізація даного методу розрахунку виконана на прикладі застосування

гумо-металевих сейсмоізоляторів зі свинцевим осердям в проекті стаціонару в м. Ужгород Закарпатської області.

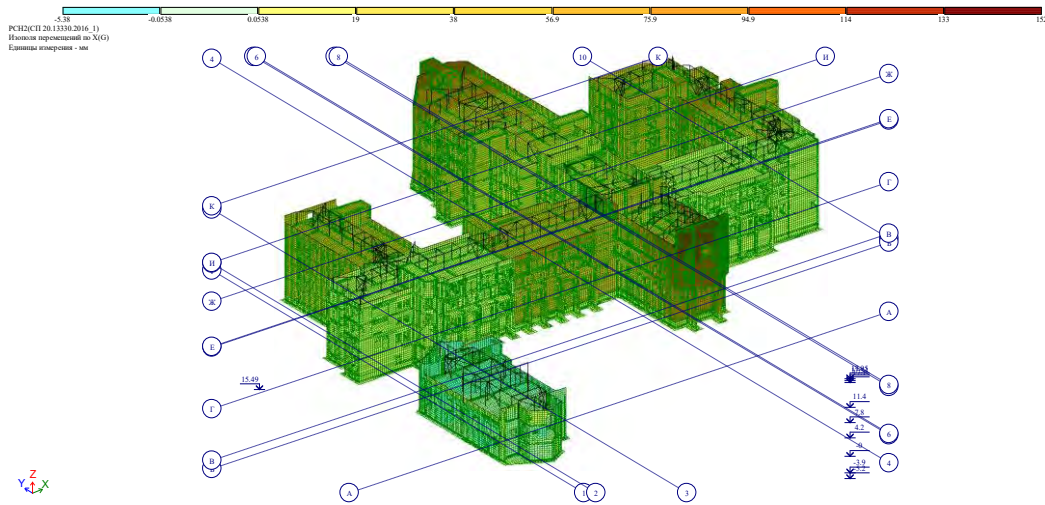


Рисунок 2 – Максимальні переміщення будівлі стаціонару по осі x , перший особливий збіг навантажень, сейсміка за напрямком X

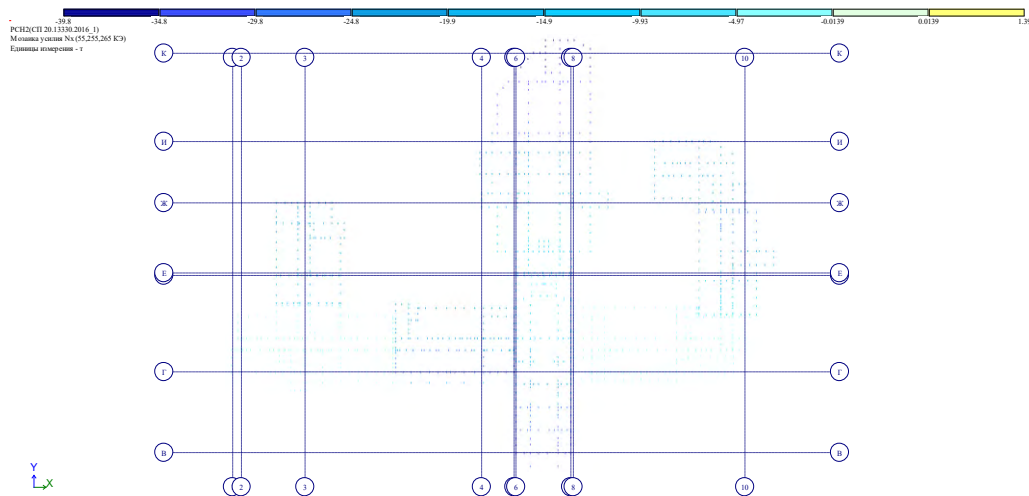


Рисунок 3 – Зусилля в сеймоопорах N_x від першого особливого збігу навантажень, сейсміка за напрямком X

Висновки. Отримані рішення задачі щодо коливань сейсмоізольованої будівлі стаціонару з урахуванням поздовжніх, поступальних, згинальних та крутильних рухів інерційних мас на основі методу зосереджених деформацій. Отримані результати доводять, що врахування крутильних коливань основи будівлі призводить до горизонтальних високочастотних коливань. На основі аналізу напружено-деформованого стану будівлі стаціонару із застосуванням

гумо-металевих сейсмоізоляторів зі свинцевим осердям та без застосування сейсмоізоляторів, показана ефективність даного методу сейсмоізоляції, що призводить до значного зменшення прискорення та відносного міжповерхового зсуву будівлі стаціонару.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. –Київ: Мінрегіон України, 2014. Зміна № 1. - 2019.
2. Сейсмоизоляция высоких зданий /Я.М. Айзенберг //Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – М., 2004. – вып. 1. – С. 28 – 32.
3. Морозова Е.В. Исследование работы системы «здание-надстройка» при сейсмических воздействиях расчетной интенсивности / Е.В. Морозова // Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського / під загальною редакцією заслуженого діяча науки і техніки України, д.т.н., професора О.В. Шимановського. – К.: Вид-во «Сталь», 2009. – Вип. 3. – С. 200-209.

УДК 624.012 45:004(075.8)

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ТРИШАРОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ВРАХУВАННЯМ
ДЕФЕКТІВ РОЗШАРУВАНЬ**

Студент – Шрейдер М.О.

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

Тришарові конструкції широко використовуються в будівництві машинобудуванні та інших галузях народного господарства. Прикладами

таких конструкцій можуть бути оболонки покриття, резервуари, стінові панелі, трубопроводи, та інше. Як правило вони складаються з жорстких зовнішніх шарів та м'якого шару – заповнювача.

Особливостями роботи таких конструкцій є значна їх поперечна та зсувна деформативність. Дослідимо напружено-деформований стан тришарової конструкції з ізотропними матеріалами шарів.

Розглядаємо тришарову конструкцію несиметричної по товщині структури, що складається з пружних криволінійних шарів з різними фізико-механічними характеристиками, під дією статичного навантаження. Розташуємо її в загальній системі декартових координат XYZ . При цьому вісь OZ направимо по нормалі до шарів, а ортогональну їй площину OXY розташуємо відповідно до правила формування правобічної системи координат (рис. 1).

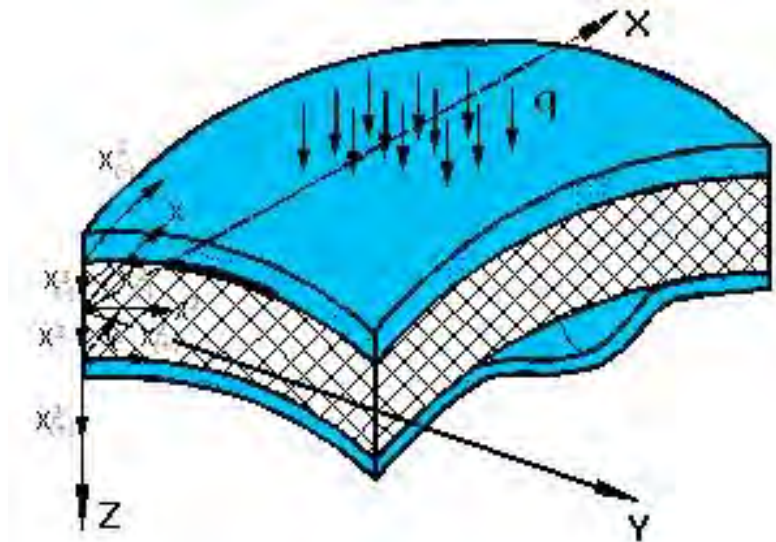


Рисунок 1 – Фрагмент тришарової композитної оболонки

Розглядаємо панель $120 \times 350 \times 22$ см (рис. 8.4), яка складається з двох зовнішніх шарів, які виготовлені із оцинкованої сталі, та заповнювача, виготовленого з жорсткого поліуретану. По двом більшим контурам незакріплена, закріплена по крайнім точкам меншого контуру, і навантажена рівномірно розподільчим навантаженням.

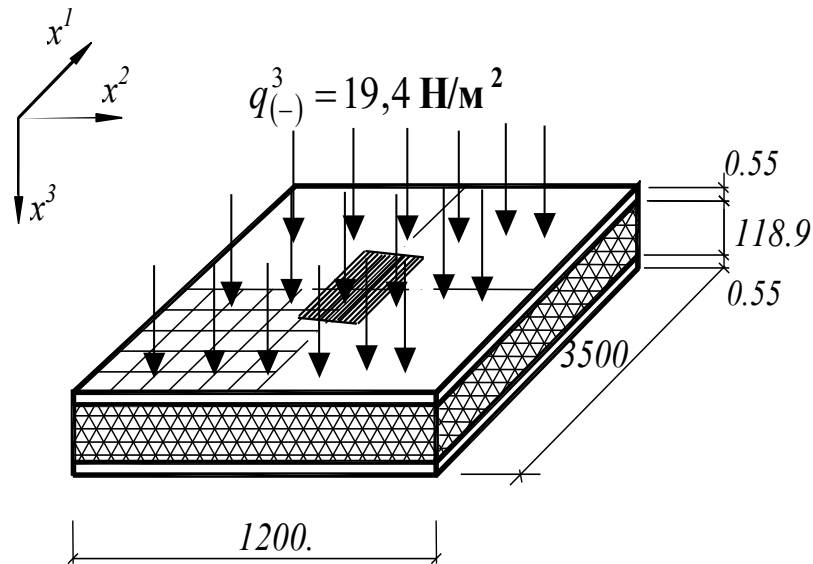


Рисунок 2 – Тришарова стінова панель

В табл.1 представлені значення прогинів в центрі пластин, отримані без урахування обтиснення заповнювача.

Таблиця 1

Значення прогинів в центрі пластин, без урахування обтиснення заповнювача

U ₃ x 10 ² (м), по даним								
Експери- мент	Чисельне рішення	Δ, %	Запропонована методика при густоті сітки					
			5x5	Δ,%	9x9	Δ,%	13x13	Δ,%
Я. Алекса- ндрова	О.Раска- зова							
Пластина 1								
0,4267	0,4204	1,5	0,4153	3	0,4202	1,5	0,4212	1,3
Пластина 2								
0,2794	0,3112	12	0,3081	10	0,3117	11,6	0,3125	12
Пластина 3								
0,1829	0,1881	3	0,1812	1	0,1833	0,2	0,1837	0,5

Результати дослідження впливу розшарувань у вигляді залежності від величини площі розшарування наведено на рис. 3.

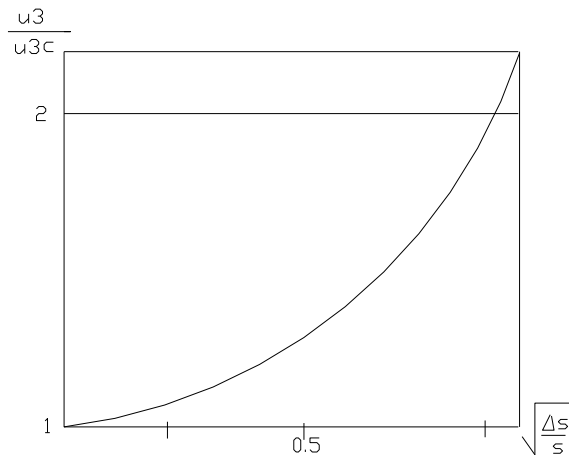


Рисунок 3 – Графік залежності величини прогину від розміру ділянки розшарування

Висновки. З табл.1 видно, що при сітці 9x9 вузлів відхилення значень прогинів, отриманих на основі запропонованої методики, від експериментальних досліджень складає 10,0%. Похибка результатів при даній сітці не перевищувала 1,2%. Аналіз напружено-деформованого стану тришарової конструкції з ізотропними матеріалами шарів показує, що при розшаруванні, яке досягає більше 15,0 % площі загального шару, суттєво впливає на параметри напруженого стану пластин.

УДК 622.692.4

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИТРАТ ЗОВНІШНЬОЇ ЦЕГЛЯНОЇ СТІНИ ОФІСНО-ТОРГІВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ

Студент – Цера В.С.

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

У процесі виконання кваліфікаційної магістерської роботи розглядається офісно-торгівельний центр, конструктивна схема якого запроектована з повздовжніми і поперечними несучими цегляними стінами.

Навколо будівлі передбачається вимощення шириною 0,8 м з ухилом 2%. По ущільненому ґрунті виконується щебенева підготовка, товщиною 100 мм і асфальтове покриття товщиною 30 мм [1].

При проектуванні огорожувальних конструкцій необхідно, щоб їхній опір теплопередачі був не менший величини, яка обумовлена наступною умовою [2]:

$$R_{\Sigma red} \geq R_{q, min}, \quad (1)$$

де $R_{\Sigma red}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

$R_{q, min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2)$$

де α_B – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огороження, $Bm / m^2 \cdot ^\circ C$;

R_i – термічний опір огорожуючої конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$;

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огороження, $Bm / m^2 \cdot ^\circ C$.

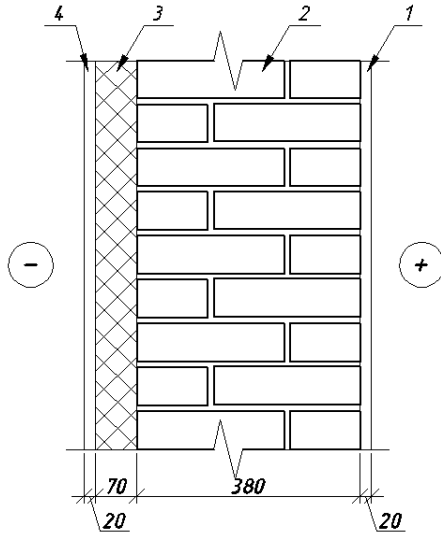
Термічний опір однорідного огороження визначається як сума термічних опорів окремих шарів за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{i,p}}, \quad (3)$$

де δ_i – товщина кожного шару, м; $\lambda_{i,p}$ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шаруючи, $Bm / m \cdot ^\circ C$.

Мінімально допустимий термічний опір конструкції зовнішньої стіни у II температурній зоні $R_{q, min}^{cm} = 2,5 m^2 \cdot K / Bm$.

За встановленою умовою експлуатації, прийнявши попередньо оздоблювальні матеріали шарів стіни, виписуємо теплотехнічні показники будівельних матеріалів.



1. – Тиньк внутрішній (цементно-піщаний розчин) з коефіцієнтом теплопровідності

$$\lambda_1 = 0,76 \frac{Вт}{м \cdot К};$$

2. – Керамічна повнотіла цегла з коефіцієнтом теплопровідності

$$\lambda_2 = 0,81 \frac{Вт}{м \cdot К};$$

3. – Плити мінераловатні з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_3 = 0,035 \frac{Вт}{м \cdot К};$

4. – Тиньк зовнішній (цементно-піщаний розчин) з коефіцієнтом теплопровідності

$$\lambda_4 = 0,76 \frac{Вт}{м \cdot К}.$$

Рисунок 1 – Конструкція дослідної цегляної стіни

Висновки. Опір теплопередачі неоднорідної стіни рахується як сума термічних опорів окремих шарів стіни [2]:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \left(R_{q, \min} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right) = 0,64.$$

Приймаємо стандартну або обґрунтовану іншу товщину утеплювача $\delta_{ym} = 0,07 м.$

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^4 R_i = \frac{1}{\lambda_B} + \frac{1}{\lambda_3} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} = 2,68 \frac{м^2 \cdot К}{Вт} > R_{q, \min} = 2,5 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$

$$\lambda_3 = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} \text{ та } \lambda_B = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К} - \text{коефіцієнти тепловіддачі на зовнішній}$$

та внутрішній поверхнях стіни відповідно. Умова виконується.

Список використаних джерел:

1. 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.
2. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6-31:2021. – [Чинний з 2022-09-01]. – К.: Мінгеріонбуд України, 2022. – 23 с. – (Державні будівельні норми).
2. Яковенко І.А. Методика проведення комплексного обстеження кам'яних і армокам'яних конструкцій // І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. XX Міжн. конф. наук.-пед. пр., наук. співр. та асп. «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 березня 2020 року). – К.: НУБіП України, 2020. – С. 64–67.

УДК 624.072.32

**УРАХУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ РОБОТИ КАРКАСУ ПРИ
ПРОЕКТУВАННІ ЦЕХУ ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛЯНИХ ВИРОБІВ**

Студент – Лобчук Р.В.

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

Запроектована промислова будівля цеху скляних виробів являє собою просторовий каркас, який виконано із металевих конструкцій. Колони жорстко опираються на монолітні фундаменти та колони підвального приміщення (рис. 1). Конструктивна жорсткість будівлі забезпечується за рахунок горизонтальних і вертикальних зв'язків [1]. Горизонтальними зв'язками

служать металеві швелери по верхньому та нижньому поясах, підкранові балки, а вертикальними зв'язками — металеві христові зв'язки.

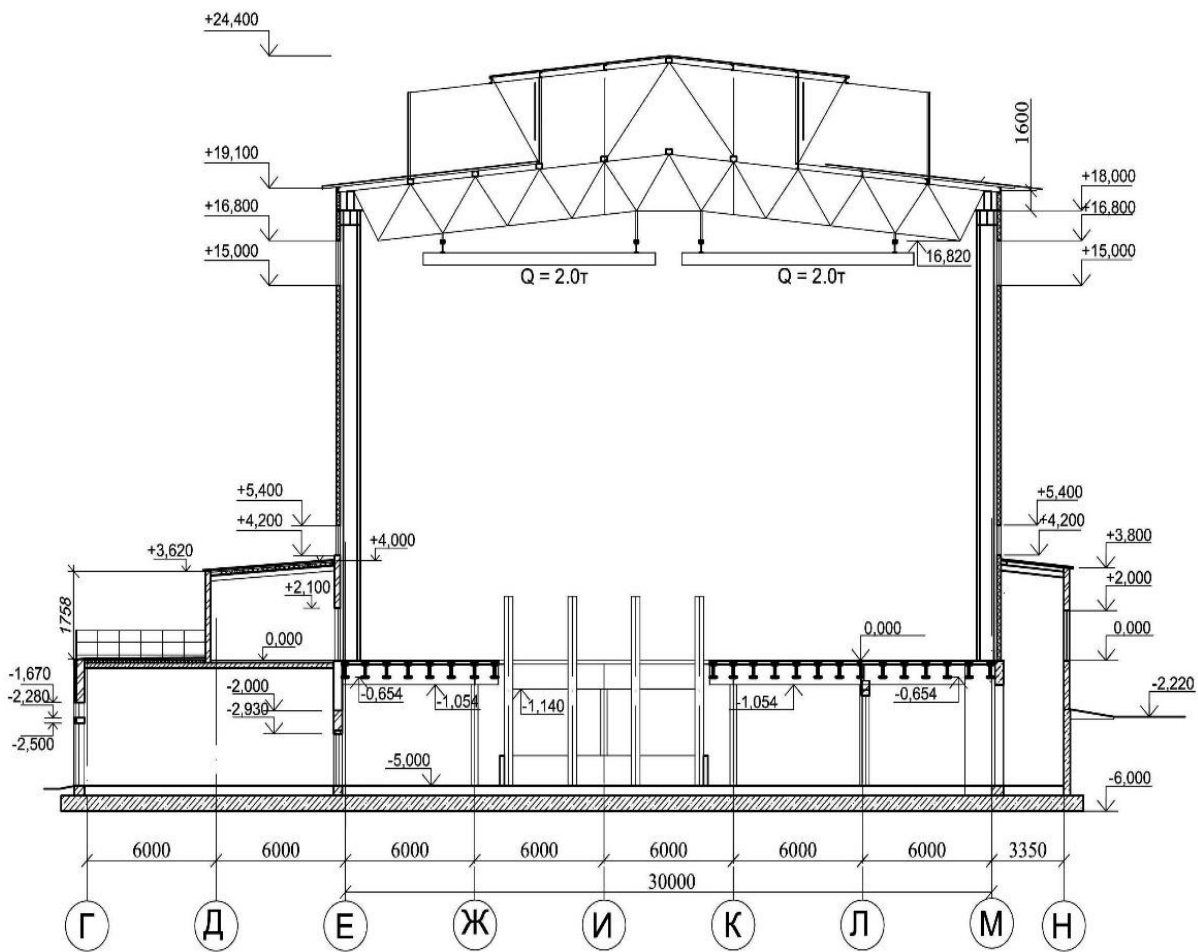


Рисунок 1 – Поперечний розріз будівлі цеху по виготовленню скляних виробів

Просторова робота каркаса може враховуватися як за просторової, так і за плоскої конструктивної схеми. У випадку моделювання просторової конструктивної схеми, горизонтальні зусилля, які діють на колони, передаються відповідно на торцеві конструкції, що сприймають усі горизонтальні реакції колон [1].

Якщо запроектована плоска конструктивна схема, тоді завдяки горизонтальним дискам забезпечується передача реакцій від сусідніх рам. Такі реакції виникають від зосереджених горизонтальних сил, зосереджених моментів, прикладених до окремих колон.

У цьому випадку зниження зусиль та зсувів (моментів) у колонах досягається включенням у роботу сусідніх рам [1].

Врахування просторової роботи каркасу проводиться у всіх випадках за просторової конструктивної схеми, тобто. у випадках, коли горизонтальні зміщення сприймаються жорсткими поперечними конструкціями, пов'язаними з рештою рам дисками і розташованими або по торцях, або з проміжками по довжині будівлі [2].

При *просторовому розрахунку* каркас сприймається як система плоских рам, з'єднаних між собою горизонтальними поздовжніми дисками. Як поздовжні диски враховують диски, розташовані у рівні покриття, підкранових конструкцій, а також перекриттів, якщо вони розташовані по всій довжині цеху або ділянки, що розглядається.

Врахована за розрахунком жорсткість дисків визначається у відповідності до табл.1.

При *плоскій конструктивній схемі* просторову роботу доцільно враховувати:

→ за наявності зосереджених навантажень, наприклад кранових, що викликають значні місцеві поперечні зміщення та моменти, які становлять менше 20% сумарних моментів у цих перерізах, визначених із розрахунку за плоскою схемою;

→ за різних кроках колон.

Для однопрогонових будівель з регулярною конструктивною схемою доцільно використовувати розрахункову схему з горизонтальним диском на рівні підкранових балок, розташованих уздовж одного ряду колон.

При цьому зосереджені максимальні навантаження від кранів прикладаються до колон цього ряду і для цих колон отримують максимальні значення зусиль. Зусилля від цих навантажень у колонах протилежного ряду приймають однаковими з тим зусиллям, для якого вони підраховані.

Таблиця 1

Жорсткість повздовжніх дисків покриття, що враховується розрахунком за просторовою схемою

№ n/n	Конструкція диску	Жорсткість	
		зсувна, <i>кН</i>	згинальна, <i>кГ•см</i>
1.	Дрібні (0,5×1,5) збірні залізобетонні плити	7000 <i>B</i>	
2.	Збірні залізобетонні плити 1,5×6	19000 <i>B</i>	
3.	Збірні залізобетонні плити 3×6	24000 <i>B</i>	
4.	Профільований настил за прогонами з кріпленням у кожній хвилі	4000 <i>B</i>	
5.	Те ж, з кріпленням через хвилю	250 <i>B</i>	
6.	Профільований настил за прогонами з кріпленням настилу до поясу ферм у кожній хвилі	5000 <i>B</i>	
7.	Те ж, з кріпленням через хвилю	400 <i>B</i>	
8.	Покриття з гладкого сталюого листа за прогонами	100000 <i>B</i>	
9.	Зв'язки з кріпленням на зварюванні		0,8
10.	Зв'язки з кріпленням на болтах нормальної міцності		0,15
11.	Гальмівні конструкції з кріпленням на зварюванні та гальмівним листом		
12.	Гальмівні конструкції решітчасті з кріпленням на зварюванні		0,8

Примітка: 1. *B* – ширина диска з урахуванням прогонів, м.

2. За наявності дисків з конструкціями (пп. 1–8), переміщення, які визначаються згинальною жорсткістю, можуть не враховуватися; у пп. 9–12

– моменти інерції умовного перерізу з поясами із елементів розпірок, які утворюють диск.

Висновки. Зважаючи на значну трудомісткість, розрахунки за просторовою схемою рекомендується проводити з використанням сучасних програмних комплексів, наприклад «Ліра-САПР», «Tekla», «Ansys», «SCAD», тощо. Моделювання просторової роботи каркасу дозволяє враховувати фізичну, геометричну та конструктивну нелінійність, що якісно та кількісно дозволяє запроектувати несучі конструкції. Окрім цих параметрів, необхідно забезпечити нормативні вимоги до інженерного захисту та підготовки будівельного майданчику до початку зведення цеху скляних виробів у відповідності до рекомендацій, наведених у [3].

За результатами розрахунку за просторовою схемою, як правило, знижуються значення силових моментів у нижньому перерізі колон і дещо збільшуються значення моментів у надкранових частинах.

Ефективність врахування просторової роботи усього каркасу зростає для однопрогонових рам. Стосовно багатопрогонових (за наявності трьох і більше прогонів) рам урахування диска покриття є недоцільним. У цих випадках за наявності диска на рівні покриття можна проводити розрахунок, виходячи з відсутності зсувів на рівні покриття. Врахування диска на рівні підкранових балок дозволяє більш точно врахувати фактичний розподіл зусиль від кранових навантажень.

Список використаних джерел:

1. Нілов О.О. Металеві конструкції. Одноповерхові виробничі будівлі. Основи розрахунку. Позацентрово стиснуті колони: навч. пос. / О.О. Нілов, Л.І. Лавріненко. – К.: КНУБА, 2004. – 210 с.
2. EC3, Eurocode No 3, "Common Unified Rules for Steel Structures", Commision of the European Communities, April 1990.
3. 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.

РІЗНОВИДИ ТА ПРИЙОМИ НАДБУДОВИ ПОВЕРХІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

Студент – Федчук О.О.

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

Реконструкція цивільних будівель у залежності від обсягу робіт та характеру необхідних об'ємно-планувальних рішень буває **частковою** або **повною**. Можливість доцільності проведення повної або часткової реконструкції будівель визначається двома основними факторами [1]:

→ рівнем зносу основних несучих та огорожувальних конструкцій будівель, стін та перекриттів;

→ відповідністю планувань та рівня комфортності будівлі сучасним вимогам, а також можливістю використання без значних витрат та перебудови існуючих зовнішніх мереж: санітарно-технічних та інших інженерних комунікацій.

Комплексна повна реконструкція будівлі одночасно підвищує капітальність, життєздатність та комфортність будівлі з повним внутрішнім переплануванням та відповідною реорганізацією [1]. Доцільно здійснювати комплексну реконструкцію будівлі при фізичному зносі зовнішніх стін та фундаментів будівлі не більше 40%. При цьому повна заміна перекриттів доцільна у будівлях, у яких житлова чи корисна площа понад 1500 м². Після комплексної реконструкції цивільний будинок має повністю відповідати сучасним експлуатаційним, санітарно-побутовим, конструктивним будівельним нормам та вимогам.

Сучасні тенденції у реконструкції цивільних будівель розглядають будівлі як складну систему [1, 2]. Ця система складається із взаємодії інженерно-технологічних та конструктивних рішень, архітектурно-

конструктивних елементів, які знаходяться під впливом внутрішніх факторів експлуатації, що формує класифікацію різновидів та методів реконструкції (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація різновидів та методів реконструкції цивільних будівель

Різновиди та методи реконструкції	Архітектурно-конструктивні рішення	
умови організації, різновид об'єкту реконструкції	замість будівель та споруд, які підлягають зносу	
	на вільній від забудови ділянці	
	без зносу будівель та споруд, перебудова	
характер зміни об'ємно-планувальних та конструктивних рішень (ОПтКР)	зі зміною ОПтКР	
	без зміни ОПтКР	
різновиди зміни об'ємно-планувальних рішень	перепланування, модернізація	
	надбудовані об'єкти – «надбудова»	
	прибудовані об'єкти – «прибудова»	
	вбудовані об'єкти – «вбудова»	
різновиди зміни архітектурно-конструктивних рішень існуючих будівель	з заміною конструкцій	без заміни конструкцій
	з посиленням	без посилення
	з розбиранням	без розбирання
різновиди конструкцій, які змінюються	переkritтя	покриття
	перегородки	покрівля
	фундаменти	колони
	стіни	

У теперішній час досить час широко використовуються наступні види архітектурно-конструктивних рішень [2]: надбудовані будівельні об'єми – «надбудови», об'єми, що прибудовуються, – «прибудови», вбудовані об'єми –

«вбудови». Нормальний технічний стан стін та фундаментів цивільних будівель робить доцільним включення до складу робіт із реконструкції наступні її різновиди: «надбудова» поверхів, «прибудова», «вбудова» нових об'ємів будівлі із урахуванням сучасних містобудівних умов та факторів міського середовища.

Висновок. За останні роки типологія цивільних будівель зазнала істотної трансформації зі стійкою тенденцією до подальших функціональних та об'ємно-композиційних змін. Наявні типи будівель, що реконструюються, отримують «друге життя» і нове архітектурно-композиційне втілення.

Під терміном «надбудова» розуміється одне з архітектурно-конструктивних рішень реконструкції, яке полягає у підвищенні поверховості, висоти будівлі, її частин, збільшення будівельного об'єму та загальної площі будівлі, місткості, без розширення площі забудови.

У роботі систематизовані різновиди надбудованих новоутворених будівельних об'ємів за наступними типами:

1) під «надбудовою» **повного поверху** будівлі розуміється «надбудова», при якій надбудований об'єм є пропорційним до існуючих стандартних поверхів, що в свою чергу збігається з об'ємно-композиційним рішенням існуючої будівлі;

2) під «надбудовою» **аттикового поверху** будівлі розуміється «надбудова», при якій надбудований об'єм розташований над вінчаючим карнизом будівлі, висота такого поверху є меншою від висоти існуючого стандартного поверху;

3) під «надбудовою» **мансарди** розуміється зведення мансардного надбудованого об'єму, який формується завдяки об'єму горищного простору або його частиною, композиційний об'єм будівлі повністю або частково утворений поверхнею покриття, похилою, ламаною або криволінійною конструктивною формою даху.

Список використаних джерел:

1. 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.
2. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering: coll. mon. – International Science Group. – Boston: Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96.

УДК 624.045

**АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ
ВОДИ ІЗ ПОВЕРХНІ БАСЕЙНУ**

Студент – Бригінець А.Ю.

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

У відповідності з німецьким стандартом VDI 2086 (суспільство німецьких інженерів) [1], інтенсивність випаровування розраховується за наступною залежністю:

$$W = e \cdot A \cdot (P_B - P_L), \quad (1)$$

де A – площа водної поверхні басейну, m^2 ;

P_B – тиск водяних парів насиченого повітря у басейні, *мбар*;

P_L – парціальний тиск водяних парів при заданій температурі і відносній вологості повітря, *мбар*;

e – емпіричний коефіцієнт, що дорівнює:

0,5 – закрита поверхня басейну; 5 – нерухома поверхня басейну; 15 – невеликий власний басейн із обмеженим часом використання; 20 – басейн

загального користування, призначений для відпочинку та розваг; 28 – великі басейни, призначені для відпочинку та розваг; 30 – аква-парки із водяними гірками та значним хвилеутворенням.

Слід зауважити, що одиниця вимірювання становить $W = 1 \text{ г/год}$.

Таблиця 1

Деякі фізичні величини

Температура, $t, ^\circ\text{C}$	Пружність водяного пару, повністю насиченого повітря, мбар
24	29,8
25	31,7
26	33,6
27	35,6
28	37,8
29	40,07
30	42,4
31	45
32	46,7

Аналіз досліджень показує, що досить цікавим є інший підхід до визначення інтенсивності випаровування вологи за методикою *Бязина–Крумме*, яка знайшла своє відображення у нормативних документах Великобританії [2].

Існує два підходи щодо визначення інтенсивності випаровування вологи:

1. Використовується у період, коли у басейні знаходяться користувачі (період використання):

$$W = \left[0,118 + \left(0,01995 \cdot a \cdot \frac{P_B - P_L}{1,333} \right) \right] \cdot A, \quad W = 1 \left[\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right]. \quad (2)$$

2. Використовується у період, коли у басейні відсутні користувачі (період бездіяльності):

$$W = \left[-0,059 + \left(0,0105 \cdot \frac{P_B - P_L}{1,333} \right) \right] \cdot A, \quad W = 1 \left[\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right], \quad (3)$$

де A – площа водної поверхні басейну, м^2 ;

P_B – тиск водяних парів насиченого повітря у басейні, мбар ;

P_L – парціальний тиск водяних парів при заданій температурі і відносній вологості повітря, мбар ;

α – емпіричний коефіцієнт, що дорівнює: 0,5 – для великих громадських басейнів; 0,4 – для басейнів, які розташовуються у готелях; 0,3 – для невеликих власних басейнів.

У кваліфікаційній магістерській роботі наведені аналітичні приклади розрахунків приміщень громадського басейну, за розглянутими методиками.

Висновок. Результати показують, що за методикою [1] інтенсивність випаровування становить: $W = 65,52 \text{ кг/год}$ із урахуванням температури води у басейні 26°C , температурі повітря у приміщенні 28°C та відносній вологості 60% RH для басейну загального користування з 1 м^2 площі дзеркала води у час випаровується $0,22 \text{ кг}$ води. За методикою [2] інтенсивність випаровування у денний час (період активного використання) становить: $W = 59,91 \text{ кг/год}$, у нічний час (період бездіяльності) – $W = 8,1 \text{ кг/год}$. При температурі води у басейні 26°C , температурі повітря у приміщенні 28°C та відносній вологості 60% RH для басейну загального користування з 1 м^2 площі дзеркала води у час випаровується $0,2 \text{ кг}$ води, у нічний час – $0,027 \text{ кг}$.

Список використаних джерел:

1. Verein Deutscher Ingenieure 2006. Raumluftechische Anlagen für Druckereien Tiefdruckbetriebe, https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/
2. British Standard 8007:1987. Code of practice for design of concrete structures for retaining aqueous liquids, <https://www.academia.edu/6635960/BS8007>

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.
4. Голышев А. Б. Сопротивление железобетонных конструкций, зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях: монография / А. Б. Голышев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко. – К. : «Талком», 2015. – 371 с.

УДК 624.072.336

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ ГУРТОЖИТКУ З НАДБУДОВОЮ ДОДАТКОВИХ ПОВЕРХІВ

Студент – Абульганам Омар Шакер Абед

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

Аналіз методів реконструкції громадських будівель [1] доводить, що надбудова кількох поверхів об'єкту є кардинальним інженерно-технологічним заходом. При цьому розрізняють два основних типи архітектурно-конструктивних схем їхнього влаштування.

До першого відносять реконструкцію з передачею навантаження від поверхів, що надбудовуються на стару будівлю, до другого – зміна будівельного об'єму будинку з наступним сприйняттям додаткової маси зведених верхніх поверхів самостійними новоутвореними фундаментами, що закладаються незалежно від існуючих будівельних конструкцій.

Різновидом першого типу є надбудова без зміни конструктивно-планувальної схеми будівлі та без істотного посилення її несучих елементів [2]. У стінах та фундаментах використовують резерви запасів міцності. Тому

перепланування вирішують з урахуванням збереження конструктивних елементів.

За іншою схемою передбачено передачу частини навантаження від надбудови на існуючі конструкції. Оскільки решта навантаження передається на новоутворені конструктивні несучі елементи, планування прив'язують до них, відповідно.

Рішення з передачею навантаження на будівлю, що надбудовується, дозволяє збільшити її висоту *не більше ніж на чотири поверхи*. Якщо ж з містобудівних задач та міркувань необхідно виконати багатоповерхову надбудову, тоді вдаються до другого типу рішення, який є найбільш складним, але раціональним, особливо коли потрібно кардинально змінити поверховість будівлі або частину забудови кварталу.

У процесі дипломного проєктування розглядається громадська будівля гуртожитку, яка являє собою п'ятиповерхову цегляну будівлю зі збірними залізобетонними перекриттями та систему надбудови трьох поверхів.

Надбудова виконується із легкого металевого каркасу із заповненням зовнішніх стін легкими піноблоками, монолітним залізобетонним перекриттям на залізобетонній оболонці (рис. 1).

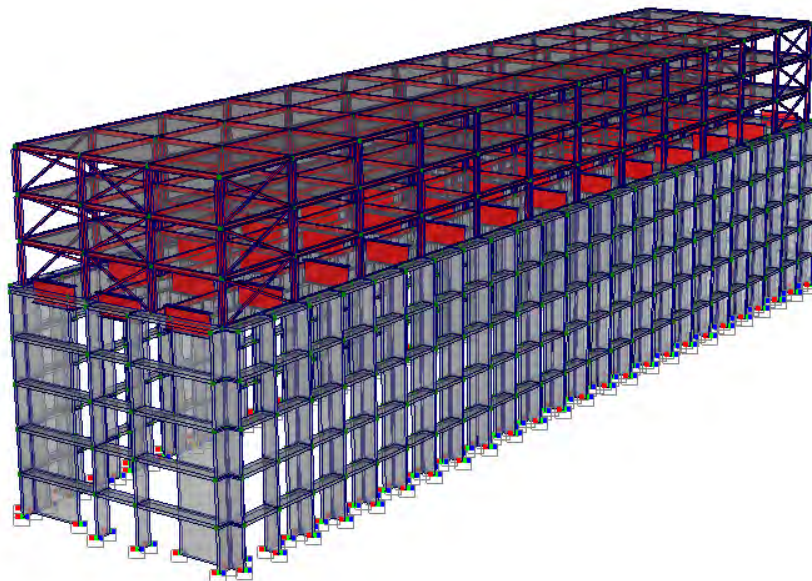


Рисунок 1 – Розрахункова 3D модель будівлі гуртожитку з надбудовою трьох додаткових поверхів у ПК «Scad Office»

Розрахунок усієї будівлі гуртожитку виконано за допомогою проектно-обчислювального комплексу «SCAD Office». Комплекс реалізує, звичайно-елементне моделювання статичних і динамічних розрахункових схем, перевірку стійкості, вибір не вигідних поєднань зусиль, підбір робочого та конструктивного армування залізобетонних конструкцій.

Висновки. В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів з використанням як основних невідомих переміщень і поворотів вузлів розрахункової схеми [3]. У зв'язку з цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів, пластин, оболонок і т.д.), званих скінченними елементами та приєднаних до них вузлів. Тип скінченного елемента визначається його геометричною формою, правилами, визначальними залежність між переміщеннями вузлів кінцевого елемента і вузлів системи, фізичним законом, що визначає залежність між внутрішніми зусиллями і внутрішніми переміщеннями, і набором параметрів (жорсткості), що входять в опис цього закону та ін [3].

Розрахункова схема визначена як система з ознакою 5. Це означає, що розглядається система загального виду, деформації якої (елементів системи) та її основні невідомі, представлені лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж осей X , Y , Z та поворотами навколо цих осей.

Список використаних джерел:

1. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : coll. mon. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96.
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. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – К.: Сталь, 2002. – 600 с.

УДК 624.012

РОЗРОБКА ПРОЄКТУ ОФІСНОГО ЦЕНТРУ З ПІДЗЕМНИМ ГАРАЖЕМ

Студент – Салах Хамдан

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

У процесі виконання кваліфікаційної магістерської роботи розглядається офісний центр, який було запроектовано з підземним гаражем.

Планувальне рішення стоянки передбачає приміщення зберігання автомобілів і приміщення технічного призначення. У приміщенні зберігання автомобілів, стоянки машин не загороджені, спосіб зберігання автомобілів – манежний, розміри машино-місць – $6,6 \times 3,3$ м. У місцях зберігання передбачені колесоотбійні пристрої уздовж стін. Переміщення автомобілів організоване по внутрішніх проїздах. Ширина проїжджої частини в найбільш вузькому місці – 6,6 м.

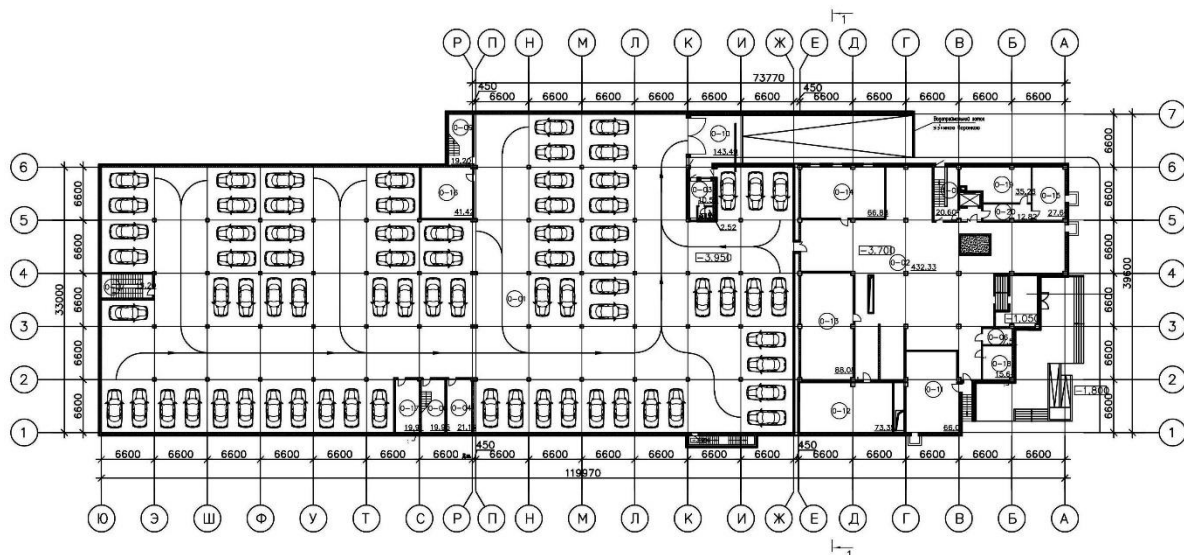


Рисунок 1 – План запроектованої будівлі офісного центру з підземним гаражем на відмітці -3.700 і -3.950 м

Висновок. Конструктивне рішення гаража – одноповерхова будівля з балочними перекриттями [1]. Просторовий каркас будівлі вирішується за рамною схемою в обох напрямках. Внутрішніми опорами є залізобетонні стиснуті колони перерізом 400×400 мм. Сітка колон прийнята 6,6×6,6 м.

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.

УДК 624.012.25

**КОНСТРУЮВАННЯ ПЕРФОРОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У МЕТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЯХ БАЛОЧОГО ТИПУ КРАНОВИХ ШЛЯХІВ**

Студент – Сороколет В.О.

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

Раціональне проектування і подальше конструювання ефективних будівельних конструкцій є невід’ємною складовою сучасного будівництва. Саме тому, у роботі було детально проаналізовано та визначено найбільш небезпечні перерізи металевих конструкцій балкового типу, які мають складений переріз із перфорованих двотаврів [1]. Використання таких конструкцій можливе у кранових шляхах. Виконані теоретичні дослідження, метою яких є пошук найбільш раціонального (оптимального) перерізу перфорованих сталевих двотаврів. Розглянуті наступні критерії ефективності:

- критерій мінімальної маси, який базується на умовах жорсткості;
- критерій міцності.

Підвищення несучої здатності прокатних двотаврів на 31–40% стає можливим завдяки використанню перфорованих двотаврів у несучих будівельних конструкціях (рис. 1). Слід зауважити, що жорсткість таких конструкцій також підвищується у 1,33–1,42 рази.

Геометричний параметр висоти розкрою стандартного прокатного двотавра коливається у межах

$$2 \cdot a = (0,4 \div 0,6) \cdot h_0. \quad (1)$$

Технологічність виготовлення таких конструкцій обумовлюється наступним коефіцієнтом розкрою:

$$\xi = \frac{2a}{h_0} = \frac{1}{2}, \text{ тоді} \quad (2)$$

$$a = 0,25 h_0. \quad (3)$$

Міцність стикового шва перемички двотавра обумовлює параметри розкрою двотавра із урахуванням геометричних розрахункових параметрів поперечного перерізу перфорованого двотавра (рис. 1).

Висновки. Отримана аналітична залежність (4) щодо визначення оптимальної ширини перемички із урахуванням не провару шву у межах 2 см обмежується наступною умовою міцності зварного шва:

$$\frac{Q_{оп} \cdot I_1}{\delta \cdot h_1 \cdot f_{wf}} + 2см \leq b, \quad (4)$$

де $Q_{оп}$ – величина розрахункової перерізуючої сили біля опори (опорна реакція); δ – товщина стінки прокатного двотавра [1]; f_{wf} – розрахунковий опір стикового зварного шва на зріз за [2]; I_1 – відстань між центрами відповідних отворів; $h_1 = 2 \cdot z_3 + 4 \cdot d$ – відстань між центрами ваги таврових перерізів та отворів (рис. 6.1); $a = 0,5 \cdot \xi \cdot h_0$ – координата центру ваги таврового перерізу, (див. 3-3, рис. 1).

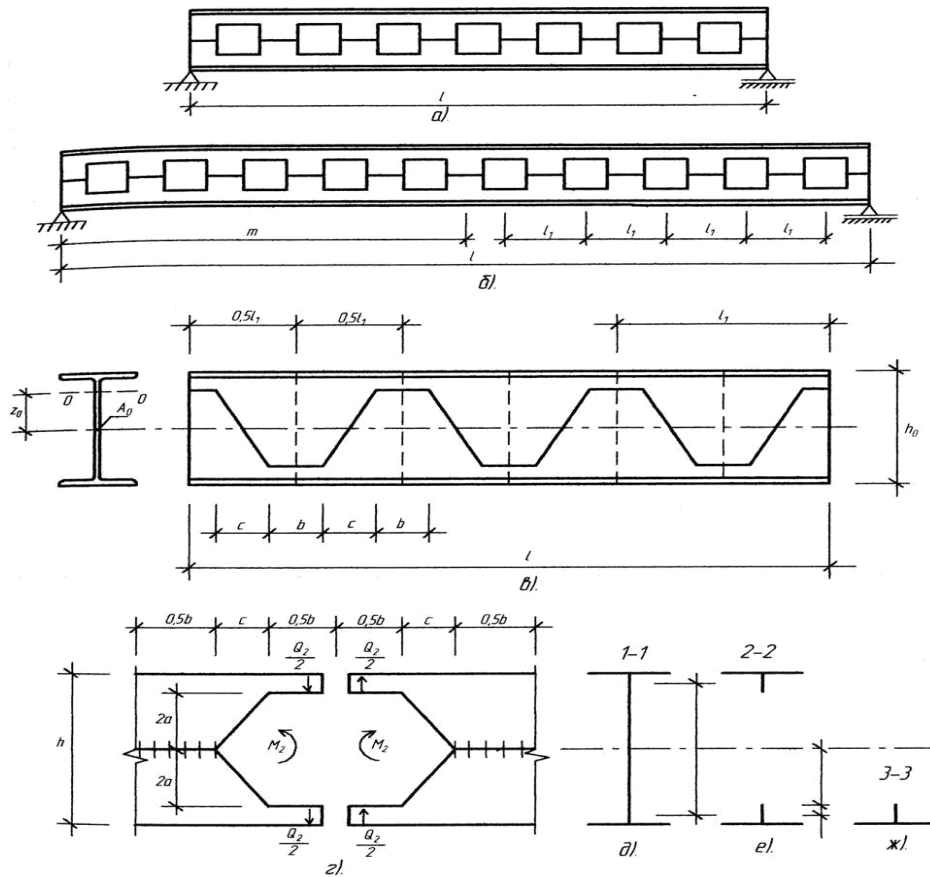


Рисунок 1 – Розрахункова схема металевої конструкції балок, виготовлених із перфорованих двотаврів: *а, б* – конструктивні схеми балок; *в* – схема розкрою двотаврового перерізу; *г* – схема зусиль у розрахунковому перерізі балки; *д, е, ж* – схеми перерізів балки

Якщо ширина перемички b є оптимальною, тоді переходимо до визначення наступного параметру розкрою за формулою:

$$c = \frac{I_1}{2} - b. \quad (5)$$

Список використаних джерел:

1. Нілов О.О. Металеві конструкції. Одноповерхові виробничі будівлі. Основи розрахунку. Позацентрово стиснуті колони: навч. пос. / О.О. Нілов, Л.І. Лавріненко. – К.: КНУБА, 2004. – 210 с.
2. EC3, Eurocode No 3, "Common Unified Rules for Steel Structures", Commision of the European Communities, April 1990.

3. 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.

УДК 69.007 + 624.05

МОДЕЛЬ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗВ'ЯЗКІВ КІНЦЕВОЇ ЖОРСТКОСТІ

Студент – Іщенко В.І.

Науковий керівник – к.т.н. Дмитренко Є.А.

Утворення залізобетону як матеріалу для будівельних конструкцій зумовлено необхідністю забезпечення зчеплення арматури з бетоном. За рахунок зчеплення зусилля розтягу або стиску в арматурі передаються на бетон, здійснюється перерозподіл зусиль між арматурою і бетоном після утворення тріщин, анкерування кінців арматури в опорних вузлах, з'єднаннях, місцях обриву стрижнів і т.д. [1].

Результатом взаємодії арматурного стрижня з бетоном є виникнення сил зчеплення, які інтегрально оцінюються величиною умовних дотичних напружень, які діють на поверхню контакту арматури з бетоном. Характеристики та особливості процесу зчеплення визначають шляхом проведення фізичних випробувань, визначених нормативними документами. Чисельне моделювання даного процесу, на відміну від фізичного, дозволяє значно швидше та економніше дослідити цей процес та визначити його основні параметри, при умові коректного моделювання [2]. Однак при моделюванні виникають складності, пов'язані із відносною складністю самого процесу зчеплення та визначення напружено-деформованого стану околоарматурної зони [3].

Наразі відомо 7 класів моделей зчеплення бетону і арматури:

- модель ідеального зчеплення арматури і бетону;
- модель із додаванням додаткового шару із зниженим модулем деформації;
- модель із використанням зв'язків кінцевої жорсткості;
- модель із виключенням зруйнованих елементів із роботи;
- модель із урахуванням мікророзтріскування;
- модель пружньо-пошкодженого матеріалу;
- модель з пружньо-пластично-пошкодженого матеріалу.

Найбільшого поширення набули три перших моделі, інші моделі вимагають наявності потужних програмних комплексів (ANSYS, Nastran та ін.).

Модель, яка базується на використанні зв'язків кінцевої жорсткості, вважається найбільш логічною, а також має найбільшу узгодженість з експериментальними і теоретичними результатами зчеплення металеві арматури з бетоном. Дана модель дозволяє враховувати нелінійні зміщення арматури відносно бетону в процесі руйнування зв'язків зчеплення. Для чисельного опису моделі потрібно вводити додаткові елементи кінцевої жорсткості.

Існують варіанти даної моделі із використанням нелінійних пружин, властивості яких описуються по діаграмах зчеплення арматури з бетоном. Але не в усіх розрахункових комплексах доступний даний тип СЕ, тому існує спрощений варіант моделі, в якій нелінійні пружини замінюються лінійними із граничним зусиллям на розтяг або стиск. Така модель також дає прийнятну узгодженість результатів із експериментом, в ній точність і швидкість обчислення прямо пропорційно залежать від кількості зв'язків скінченної жорсткості.

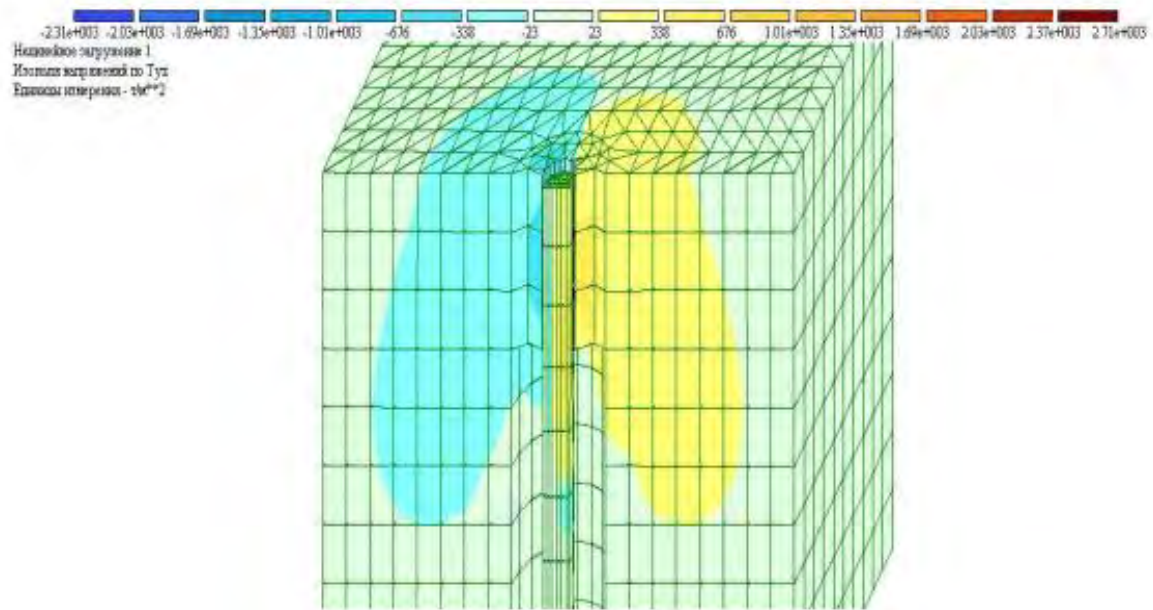


Рисунок 1 – Фрагмент моделі, яка базується на використанні в'язей кінцевої жорсткості

Висновки. Чисельне моделювання процесу зчеплення арматури з бетоном, перш за все, через відносну складність напружено-деформованого стану околоарматурної зони має багато варіантів і залежить від необхідної точності вирішення задачі і наявного програмного забезпечення.

Чисельна модель на основі лінійних зв'язків із граничною жорсткістю (пружинок), показує прийнятну збіжність із результатами експериментів, але при виконанні кожного конкретного дослідження вимагає вирішення тестових задач для визначення необхідної кількості зв'язків, що моделюють зчеплення арматури з бетоном із необхідною точністю.

Список використаних джерел:

1. Клімов Ю.А. Вплив корозійних пошкоджень на зчеплення арматури періодичного профілю з бетоном / Ю.А. Клімов // Будівельні конструкції. Теорія і практика: зб. наук. праць. – Київ: КНУБА, 2021. – Вип. 9. – С. 4-14. DOI: 10.32347/2522-4182.9.2021.4-14.
2. Колчунов В. И. Аналитическая и конечно-элементные стержневые модели нелинейной задачи сцепления арматуры с бетоном, их сравнение

и анализ // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2016. – Вип. 60. – С. 184– 197.

3. Колчунов В. И. Методика экспериментальных исследований сцепления арматуры с бетоном / В. И. Колчунов, И. А. Яковенко, Е. А. Дмитренко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне, 2016. – Вип. 33. – С. 162 – 177.

УДК 69.007 + 624.05

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ

Студент – Панчук В.В.

Науковий керівник – к.т.н. Дмитренко Є.А.

Зчеплення арматури з бетоном залежить від дуже великої кількості різних факторів згідно результатів численних досліджень [1, 2]. Врахувати їх спільний вплив в моделюванні взаємодії арматури з бетоном вкрай складно, а інколи – навіть неможливо. Цим пояснюється практично повне ігнорування взаємодії арматури з бетоном у розрахункових методиках вітчизняних та зарубіжних норм.

Загалом дослідження зчеплення арматури з бетоном можна умовно розділити за чотирма наступними напрямками:

- виявлення основних параметрів, що найбільше впливають на міцність зчеплення арматури з бетоном;
- вивчення закономірностей та особливостей взаємних зміщень бетону і арматури;
- створення та розбудова технічної теорії зчеплення арматури з бетоном;

- моделювання зчеплення арматури з бетоном за допомогою числових методів.

Відомі на сьогодні результати досліджень, спрямовані на моделювання взаємодії арматури з бетоном суттєво відрізняються між собою. Зазначена ситуація обумовлена результатами експериментальних досліджень, що мають відмінні: форми та розміри зразків за різних видів та класів бетону і арматури; схеми армування та умови ущільнення бетону, а отже і характер формування контактного шару; схеми та умови випробування дослідних зразків; гіпотези та передумови щодо теоретичних досліджень, тощо [3].

Побудова класифікації моделей зчеплення арматури з бетоном дозволила б не тільки систематизувати самі дослідження, але й певним чином упорядкувати їх результати. Зазначені моделі можна було б умовно розділити за багатьма ознаками, основні серед яких:

- масштаб та структура моделі;
- подання (представлення) бетону та арматури в їх контактній взаємодії;
- схеми випробувань та характер руйнування бетону на межі контакту «бетон-арматура»;
- математичні рішення схем взаємодії арматури з бетоном.

Особливої уваги заслуговує остання ознака, за якою всі моделі зчеплення арматури з бетоном слід умовно розділити на аналітичні та числові. За характером математичних залежностей моделі зчеплення можна умовно розділити на: лінійні (пружні), нелінійні (пружнопластичні), диференційовані і варіаційні.

Найбільш широке застосування в дослідженнях зчеплення арматури з бетоном знайшли пружнопластичні моделі. Нині їх представляють переважно степеневими, поліноміальними, показниковими і експоненційними, дробовими, логарифмічними, тригонометричними залежностями, а найчастіше сплайн-функціями.

Диференційовані моделі, на відміну від інших, враховують змінність діаграм зчеплення арматури з бетоном уздовж ділянки їх контакту в перерізах

залізобетонного елементу. Однак оцінити зміну напружено-деформованого стану контактної взаємодії арматури з бетоном за допомогою подібних діаграм в практичних розрахунках ще нікому не вдалося навіть числовими методами.

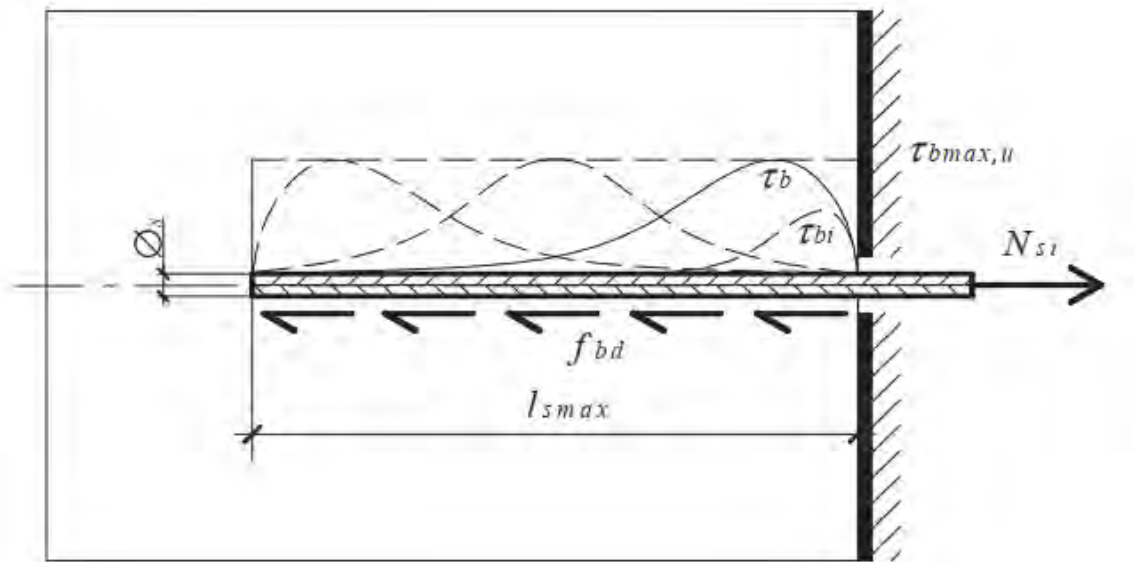


Рисунок 1 – Характер зміни напружень зчеплення по довжині арматурного стержня, який висмикується з бетонного блока

У варіаційних моделях бетон навколо арматури розділяють на три характерні зони, що дозволяє доволі точно моделювати його напружено-деформований стан на основі розв'язку симетрично-осьової об'ємної задачі механіки деформованого твердого тіла. Однак, зважаючи на складність визначення механічних характеристик бетону кожної зони, ці моделі не знайшли практичного застосування навіть у розрахунках за методом скінченних елементів.

У числових моделях дослідження завжди виконуються за допомогою конкретних числових характеристик – скінченних елементів, залежно від вибраної форми рельєфу (профілю) арматури. Контактний шар бетону моделюється, починаючи зі схеми ідеального зчеплення аж до схеми пружнопластичного пошкодженого матеріалу. Розв'язок задач зчеплення арматури з бетоном за наведеними схемами є настільки складним, що може бути виконаний лише за допомогою спеціальних комп'ютерних програм.

Серед останніх найбільше поширення отримали такі програмні комплекси, як ABAQUS, ANSYS, DIANA, NASTRAN та інші.

Згідно основних положень узагальненої моделі зчеплення [3] взаємодію арматури з бетоном рекомендується моделювати за допомогою зусиль зчеплення, оскільки їх граничні значення залишаються незмінними в процесі деформування залізобетонного елемента. Зусилля зчеплення пропонується розраховувати у найпростіший спосіб – за допомогою середніх напружень зчеплення. Функція середніх напружень зчеплення є нелінійною відносно напружень в самій арматурі. Процеси тріщиноутворення в залізобетонних елементах доцільно регламентувати параметрами зчеплення арматури з бетоном, що сприятиме побудові універсальної теорії зчеплення в рамках узагальненої деформаційно-силової моделі опору залізобетонних елементів і конструкцій силовим впливам.

Список використаних джерел:

1. 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. – Вип. 2(47). – С. 125–132.
2. Dmytrenko E.A., Yakovenko I.A., Fesenko O.A. (2021). Strength of excentrically stretched reinforced concrete structures with small eccentricities by normal sections // Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences, Vol. 30, Issue 3, 424-438 p. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.3.36>
3. Ромашко О.В. Узагальнена модель зчеплення арматури з бетоном / В.О. Ромашко, В.М. Ромашко, О.Д. Журавський // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. - 2019. - Вип. 37. - С. 214-221

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Студент – Жучок О.В.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Ружило З.В.

Зернозбиральний комбайн – складна технічна та технологічна машина, що виконує послідовно безперервним потоком і водночас: зрізання хліба, подання його до молотильного апарату, обмолот зерна з колосся, відділення його від полови й інших домішок, транспортування чистого зерна в бункер і механічне вивантаження з нього.

До зернозбиральних комбайнів випускають додаткові пристосування, що дозволяють збирати різні сільськогосподарські культури.

Батьківщиною сучасного зернозбирального комбайна є США. У 1828 році S. Lane заявив перший патент на складну комбіновану збиральну машину, яка одночасно зрізала хліб, обмолочувала його і очищала зерно від полови. Проте, ця машина не була побудована.

Першим здійсненим комбайном потрібно вважати винайдений Е. Briggs і EG Carpenter 1836 року. Цей комбайн був змонтований подібно до возу на 4-колісному ході; обертання молотильного барабана і приведення в дію різального апарату здійснювалися передачею від 2 задніх коліс.

У тому ж 1836 році, трохи пізніше, два винахідники Н. Moore і J. Hascall отримали патент на машину, яка за основними принципам робочих процесів наближалася до конструкції комбайна сучасного типу. У 1854 році цей комбайн працював в Каліфорнії і зібрав 600 акрів (бл. 240 га). До 1867 р. роботи з конструювання і створення комбайнів проводилися переважно в східних штатах США.

Побудований в 1875 році в Каліфорнії комбайн конструкції D.C. Peterson, знайшов значно більше застосування, ніж комбайни інших винахідників.

У 1890 році заводським виготовленням комбайнів займалися вже 6 фірм, котрі випускали комбайни для продажу. Всі каліфорнійські комбайни виконувалися, головним чином з дерева, мали велике захоплення ріжучого апарату. Пересування комбайна по полю здійснювалося, головним чином, кіньми і мулами, яких було потрібно до 40 голів, робочі органи приводилися в рух за допомогою передач, від ходових коліс, а з 1889 від спеціальної парової машини. Все це призводило до надмірної громіздкості комбайнів їх вага іноді доходила до 15 т.

Наприкінці 1880-х років на Тихоокеанському узбережжі США працювало близько 600 комбайнів каліфорнійського типу. На початку 1890-х років з метою заміни живої тяги механічною як рухової сили почали, застосовувати парові самоходи, від яких в подальшому перейшли до тягачів-тракторів з двигуном внутрішнього згоряння.



Рисунок 1 – Старовинний комбайн, Новий Південний Уельс, Австралія

Перший комбайн фірми Holt з 36-футовим (11 м) ріжучим апаратом у комплекті з 120-сильним паровим самоходом з окремим допоміжним паровим двигуном на рамі комбайна був випущений 1905 року. У 1907 році тою ж фірмою Holt було поставлено двигун внутрішнього згоряння.

Недосконалість механізмів і часті поломки стримували розвиток комбайнобудування; в 1914 році загальний випуск американських комбайнів склав 270 штук, в подальшому виробництво комбінованих машин зростає, досягнувши у 1920 р. вже 3227 [1].

У 1930 комбайнізацією було охоплено менше 1% фермерських г-в США. Ще менше комбайнів було в інших країнах: так, до 1936 в Канаді було всього 10 500, в Аргентині 24 800. У європейських країнах число комбайнів значно менше. До Російської імперії перший комбайн було завезено фірмою Holt в 1913 році на Київську сільськогосподарську виставку. Це була дерев'яна конструкція на однострічковому гусеничному ході з 14-футовим захопленням ріжучого апарата і з бензиновим мотором для одночасного приведення в дію механізмом і пересування самої машини. Комбайн випробовувався на Якимівській машинодослідній станції, дав хороші показники роботи. Але застосування в умовах сільського господарства Російській імперії не знайшов.

У зв'язку з організацією великого товарного виробництва у зернових радгоспах СРСР у період з 1929 по 1931 організує масовий імпорт комбайнів із США. Перші американські комбайни в радгоспі «Гігант» блискуче витримали випробування. Одночасно з імпортом розгортається власне виробництво. На початку 1930 року первісток радянського комбайнобудування завод «Комунар» в Запоріжжі випустив перших 10 комбайнів, під кінець року загальна кількість вироблених комбайнів досягло 347. З 1931 року почав випуск комбайнів Ростовський завод імені Сталіна «Ростсільмаш» (комбайн «Сталінець»), в 1932 році приступив до виробництва завод ім. Шеболдаєва у Саратові (СКЗ – «Саркомбайн»)

Завдяки власному виробництву вже до 1935 року зернові радгоспи збирали комбайнами 97,1% площ.

В 60-і роки були розроблені проекти високопродуктивних (для тих років) типів комбайнів СК-5 і СК-6.

З 1970 року заводом «Ростсільмаш» випускається комбайн СК-5 «Нива», а Таганрозьким комбайнових заводом комбайн СК-6-II «Колос».

Правонаступником комбайна СК-5 є комбайн ДОН 1500 Б.

Висновок. На сьогодні у світі випускається сотні моделей зернозбиральних комбайнів, та всі вони використовують традиційні способи обмолоту, як і їх попередники.

Список використаних джерел:

1. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. 2-е вид. - К.: Каравела, 2008. - 552 с.

УДК 631.3

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ

Студенти – Білоконський Ю.В., Бовкун Я.В.

Наукові керівники – к.т.н. Харьковський І.С.

Проблеми відновлення та зміцнення деталей гідравлічних систем вирішуються повільно у зв'язку зі складністю впровадження перспективних технологій та небажанням фірм-виробників техніки вкладати кошти у розвиток та впровадження інноваційних процесів [1, 4, 7].

З метою забезпечення високих техніко-економічних показників при використанні сільськогосподарських машин з гідравлічними системами необхідно вирішувати проблему відновлення зношених деталей з одночасним підвищенням експлуатаційних властивостей відновлюваних поверхонь [3, 4]. При цьому технології, що розробляються, повинні відрізнятися низькою

енергоємністю, малими капітальними вкладеннями і високою ефективністю з точки зору відновлення поверхонь деталей з різною величиною зносу. Значна номенклатура деталей, що придатні для відновлення та зміцнення, відносяться до гідравлічних систем [1, 5, 7].

В останні роки широкі технологічні можливості отримала газофазна металізація при отримання покриттів, що характеризуються різними фізичними, хімічними та механічними властивостями. Зазначені покриття характеризуються простою отримання, низькою собівартістю їх реалізації, дозволяють зробити висновок про необхідність впровадження даного процесу при відновлення робочих поверхонь деталей широкої номенклатури гідравлічних систем сільськогосподарської техніки. Попереднім аналізом встановлено, що максимальний технічний та економічний ефекти можливі при використанні як реагенти сполук на основі хрому, заліза та нікелю.

Процеси зміцнення або відновлення деталей з невеликими зносами, економічно ефективно реалізувати із застосуванням одношарових зміцнювально-відновлювальних покриттів, що отримані з використанням єдиного реагенту на основі хрому (монокарбонільний процес). Собівартість таких процесів зростає пропорційно збільшенню товщини одержуваного покриття, а їх доцільність обґрунтована при загальній товщині покриття не більше 0,1 мм [6].

При відновленні деталей гідросистем, що мають значні зноси (понад 0,1 мм), необхідно застосовувати багатошарові покриття (полікарбонільний процес), що можна отримати з використанням для першого шару дешевих реагентів (покриття служить для відновлення геометричних розмірів деталей), а для другого шару – реагентів, що дозволяють отримати заздалегідь задані властивості у поверхонь, що відновлюються і зміцнюються (рис.1). У таких процесах ефективним є отримання першого шару залізонікелевого покриття, оскільки питома вартість цього покриття більш ніж утричі нижча, ніж у покриттів на основі хрому.

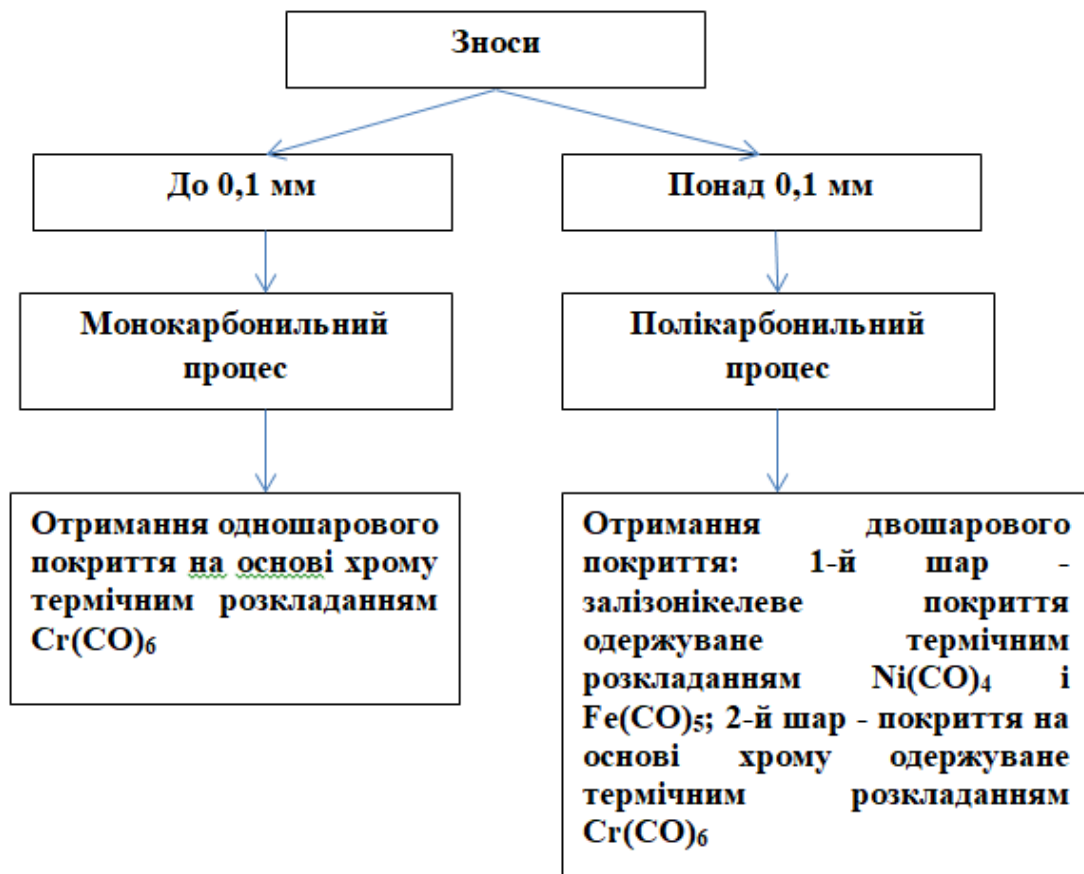


Рисунок 1 – Методичні рекомендації щодо вибору типу процесу нанесення покриттів залежно від величини зношування деталей гідравлічних ситем

Найбільш значущою для сільськогосподарського машинобудування є номенклатура деталей гідроприводу, що схильні до інтенсивного зношування та утворюють ресурсолімітуючі сполуки, та для яких підходить металізація як процес відновлення геометричних параметрів зношених поверхонь. Зазначена технологія може бути використана для наступних деталей [1, 2, 7]: плунжери аксіально-поршневих насосів; розподільні шайби аксіально-поршневих насосів; золотники гідророзподільників; штоки гідроциліндрів; гільзи гідроциліндрів; поршні об'ємного гідроприводу; золотники об'ємного гідроприводу; корпуси гідророзподільників.

Незважаючи на значні переваги покриттів, що можна отримати з газової фази, впровадження зазначеного методу в ремонтне виробництво стримується недостатнім обсягом теоретичних та технологічних досліджень для відновлення деталей, що мають зношування, що перевищує 0,1 мм.

Застосування в цьому випадку одношарових покриттів на основі хрому, кобальту, молібдену або інших матеріалів, що забезпечують високу зносостійкість, стає недоцільним через високу вартість реагентів.

Тому дослідження в галузі створення технологій відновлення поверхонь багат шаровими покриттями є актуальними при реалізації Програми забезпечення надійності при проєтуванні, виготовленні, встановленні та дозволять вирішити проблему отримання якісних запасних частин з мінімальними матеріальними витратами [2, 3].

Список використаних джерел:

1. Дидур В. А., Ефремов В. Я. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин. Киев: Техніка, 1986. 128 с.
2. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11, No 2. P. 115–124.
3. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна*. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
4. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.
5. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. Навчальний посібник. К.: НУБіП України, 2017р. 220с.
6. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. 665 С.
7. Черкун В. Е. Ремонт тракторных гидравлических систем. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. 253 с.

УДК 631.3

**НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН ДЛЯ
ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ**

Студент – Кармаліта О.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Новицький А.В.

Світова практика та наукові дослідження показують, що збільшення виробництва продукції тваринництва можливе лише за рахунок якісної підготовки кормів до згодовування згідно зоотехнічних вимог [4, 9,10].

Важлива роль в якійсній годівлі тварин відводиться засобам для приготування і роздавання кормів (ЗПРК), різноманітних за конструкцією і принципом дії. В наукових статтях [3, 5, 6] зазначено, що на сучасному етапі розвитку тваринництва, як у світовій практиці, так і в Україні, для приготування якісної кормової суміші все більшого поширення набувають комбіновані машини для кормоприготування – ЗПРК. ЗПРК в процесі використання поєднують операції подрібнення, змішування, забезпечують доставку і дозовану роздачу кормових сумішей.

Зростаюча вартість ЗПРК та розширення модельних рядів їх випуску для більшості заводів-виробників обумовлюють актуальність основних напрямків їх удосконалення, які включають підвищення ефективності та надійності, зниження матеріаломісткості та енергоємності [10, 12]. Серед відомих виробників ЗПРК слід назвати [10, 11, 12]: німецьку компанію «Siloking» (Німеччина), «Kuhn» (Франція), «Trioliet» (Нідерланди), «Seko» (Італія), «Strautmann» («Німеччина»), та інші. Виробництвом сучасних ЗПРК в Україні займається цілий ряд підприємств сільськогосподарського машинобудування, включаючи [11, 12]: ТДВ «Брацлав», ТОВ «Демімікс-Україна», ТОВ «Уманьферммаш» та ПАТ «Галещина Машзавод».

Аналіз літературних джерел показує, що удосконалення ЗПРК світовими виробниками в сучасних умовах здійснюється за наступними напрямками [1, 4, 9, 10, 12]: випуск багатофункціональних ЗПРК; покращення конструктивно-технологічних властивостей; розширення можливостей електроніки в контролі технічного стану; підвищення довговічності робочих органів машин.

Попередніми дослідженнями встановлено, що недостатньо наукових робіт в яких комплексно вирішувалась проблема ефективного використання ЗПРК у форматі реалізації Програми забезпечення надійності машин на протязі всіх життєвих циклів [7, 8].

Важливим напрямком також є вивчення функціонування ЗПРК як складних технічних систем «Людина-Машина» з дослідженням складових «Людина-оператор» та «Машина» [2, 5]. Моніторинг технічного стану ЗПРК за керівними матеріалами на їх експлуатацію підтвердив важливість вивчення впливу складової «Людина-оператор» на загальний рівень надійності [11].

Висновки: виходячи із зазначеного, могли б бути актуальними і своєчасними дослідження, які направлені на удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту, уточнення критеріїв граничного стану робочих органів ЗПРК.

Список використаних джерел:

1. Gapparov Sh., Karshiev F. 2020 Conf. Series: Materials Science and Engineering 883 (2020) 012158 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/883/1/012158
2. Novitskiy Andrey. Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. TEKA. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2, P. 93–102.
3. Pylypaka S. F., Klendii M. B., Trokhaniak V. I., Pastushenko A. S., Novitskiy A. V. Movement of a material particle on an inclined plane all the points of which describe circles in oscillatory motion in the same plane. Bulletin of the

- Karaganda University. Mathematics Series. №1 (97) / 2020. Karaganda, 2020. pp. 122–131.
4. Uzi Moallem, Liliya Lifshitz. Accuracy and homogeneity of total mixed rations processed through trailer mixer or self-propelled mixer, and effects on the yields of high-yielding dairy cows. December 2020. Animal Feed Science and Technology 270:114708. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2020.114708.
 5. Zinoviy Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins. Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. Engineering for rural development. 25-27.05.2022 Jelgava, 2022. pp. 911-917.
 6. Viatcheslav Loveikin, Vasyl Khmelovskyi, Vasyl Lukach, Vasyl Achkevych. Improving efficiency of mobile combined feed mixer. Engineering for rural development. 25-27.05.2022 Jelgava, 2022. pp. 853-859
 7. ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги. 14 с.
 8. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
 9. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.
 10. Новицький А. В., Кармаліта О. С., Новицький Ю. А. Дослідження технічного стану машин для приготування і роздавання кормів «STRAUTMANN VERTI-MIX». Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems: IV Міжнародна науково-практична конференція, м. Кропивницький, Україна, 13-15 квітня 2022 р.

Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 82–83.

11. Новицький А. В., Харьковський І. С., Новицький Ю. А. Моніторинг технічного стану сільськогосподарської техніки за керівними матеріалами на її експлуатацію. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12, No 4. P. 85–93.
12. Новицький А.В., Банний О.О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11, No 2. P. 115–124.

УДК 631.358

СПОСОБИ РЕМОНТУ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Студент – Федоренко С.С.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Ружило З.В.

Основні дефекти дисків ґрунтообробних знарядь: утворення тріщин біля квадратних отворів, знос отворів і затуплення леза.

Тріщини зварюють електродуговим способом. При зносі квадратних отворів приварюють до диска накладку з квадратним отвором, виготовлену ковальським методом з вибракуваного диска. Щоб не порушити термообробку дисків при зварюванні тріщин і приварці накладки, лезо необхідно охолоджувати.

Вирізні диски важких борін заточують по периметру, використовуючи спеціальні пристрої, в яких заточувальна головка рухається у вертикальній площині, що проходить через центр диска. Такий заточувальний пристрій може бути конструктивно виконаний по схемі, в якого вісь обертання

абразивного круга розміщена перпендикулярно до площини гойдання, або по схемі, що передбачає розміщення осі абразивного круга в площині гойдання заточувальної головки. В першому випадку застосовують абразивні круги діаметром не менше 200 мм і шириною 25-30 мм, а в другому – діаметром 90-110 мм і шириною не менше 120 мм. В обох випадках абразивні круги прижимають до заточувального диску вручну чи під дією власної маси заточувальної головки. Диск обертається з швидкістю 8-15 об/хв від електроприводу.

Двошарові ріжучі деталі заточують тільки зі сторони м'якого шару до відкриття твердого шару. Кут заточування повинен бути таким же, як кут самозаточування.

При ремонті зношені місця ріжучих деталей відновлюють чи зміцнюють твердим сплавом. Найбільший ефект дає наплавка, що забезпечує самозаточування леза, що досягається лише при визначеному відношенні товщини і зносостійкості шарів такого леза.

Двошарові самозаточуючі ґрунторіжучі деталі можна виготовити в майстернях підприємств, чи в спеціалізованих майстернях, враховуючи властивості ґрунтових умов.

Основою для розробки таких лез являється однорідні довго працюючі ґрунторіжучі деталі, що досягли стабільної форми профілю ріжучої кромки і допустимого затуплення.

Аналізу піддають профілі 10-12 ґрунторіжучих деталей. На макрошліфах, вирізаних по нормальному перерізі зразків, проводять через вершину з ріжучої кромки пряму, паралельну задній незношеній стороні леза, умовно розділюючи лезо на дві частини (з товщиною h_{10i} і h_{20}) і визначаючи кут клину γ_0 . Для розрахунку приймають середнє значення цих розмірів і кутів. Враховуючи отримані умовні товщини h_{10i} і h_{20} однорідного леза, визначають товщину несучого шару двохшарового заточувального леза.

$$h_2 = \frac{\varepsilon_1 \cdot h_{20}}{\varepsilon_2 \cdot h_{10}}$$

де ε_1 - коефіцієнт відносної зносостійкості ріжучого шару; ε_2 - коефіцієнт відносної зносостійкості несучого шару.

Товщину h_1 ріжучого шару самозаточувального леза визначають по формулі:

$$h_1 = 0.6h_{np},$$

де h_{np} - товщина однорідного леза в крайній нижній точці задньої фаски при відповідному допустимому значенні затуплення, вираженому товщиною ріжучої кромки h_z чи шириною фаски s .

Величину відносної зносостійкості, що являє собою відношення коефіцієнтів зносостійкості ε_1 і ε_2 рекомендується вибирати з таблиці.

Щоб лезо самозаточувалось на всю ширину наплавленої частини, верхній зношений шар (зі сторони зрізання) необхідно робити клиноподібним з кутом клину γ . При коректуванні кут визначають по формулі

$$\gamma = \gamma_0 \frac{\varepsilon_1 \cdot h_1}{\varepsilon_2 \cdot h_{10}}$$

де γ_0 - кут клину довгопрацюючого, стабілізованого по формі однорідного леза.

Ширину ріжучого шару самозаточувального леза приймають рівною ширині однорідного леза, що визначається як різниця нормальної і допустимої ширини для пружних лемешів, ножів плоскорізів і болотних фрез і половині різниці діаметрів для дисків борін і луцильників.

Ширину і кути нахилу фасок, а також товщину шарів контролюють універсальними вимірювальними засобами або шаблонами.

Затуплені диски заточують комбінованим різцем, конструкція якого аналогічна конструкції диска. Диск встановлюють на квадратний хвостовик планшайби діаметром 360 мм, яка нагвинчена на шпindel токарного станка, і прижимається до неї пружним увігнутим диском діаметром 240 мм з допомогою центра задньої бабки станка. Заточування ведуть з випуклої сторони під кутом 37° до торцевої поверхні до товщини леза 0,4-0,5 мм.

Заточування комбінованим різцем не потребує правки деформованого диска, так як в процесі заточки різець копіює оброблювальну кромку. Для вільного переміщення різця роз'єднують гайку малого повздовжнього супорту з його гвинтом.

Якщо диски наплавляють з випуклої сторони «Сормайтом №1» шаром шириною 20-25 мм і товщиною 0,4-0,6 мм, то їх технічний ресурс між заточками підвищується в декілька разів. Перед наплавкою диски заточують до товщини леза 0,5-0,7 мм під кутом 33°.

Для підвищення ріжучої спроможності культиваторних лап, ножів фрез, лемешів корчувальників стебел хлопчатника сплав «Сормайт-1» змішують з релітом зернистістю 0,18-0,3 мм в пропорції 1:8 (по масі) до отримання пилоподібної ріжучої кромки. Кількість флюсів розраховують як для сплаву «Сормайт-1».

Товщина шару вільно насипаної шихти повинна в 3-3,5 рази більше потрібної товщини наплавленого шару твердого сплаву.

Товщину шару шихти регулюють пластинкою і скребком або ручним дозатором з висувним упором. В якості засобів нагріву використовують лампове високоякісне обладнання тину ЛЗ частотою 70 і 440 кГц чи обладнанням з потужною багатополуменовою газовою горілкою при нижньому його розміщенні. Використовують також прості горілки із сітчатим мундштуком при безперервному поступальному їх русі. Температура нагріву одного металу повинна бути на 50-70 °С вище температури плавлення твердого сплаву, але її не потрібно доводити до плавлення основного металу.

Застосовують два способи введення наплавлюємої деталі в нагрівальний пристрій: 1) послідовний, коли шихта нагрівається і розплавляється на невеликій довжині ділянки при неперервному поступальному або круговому русі наплавлюємої деталі в індукторі чи іншому нагрівальному пристрої; швидкість переміщення шихти 0,3-0,4 м/с (її плавно регулюють в залежності від товщини наплавлюємої деталі і шару шихти); цей спосіб рекомендується при наплавці довгомірних деталей, він забезпечує

високу продуктивність і рівномірну товщину наплавленого шару завдяки запобіганню стіканню розплавленого при температурній деформації деталі; 2) одночасний нагрів на всій довжині наплавляємої ділянки; його рекомендують для деталей з невеликою поверхнею наплавлювання.

При відновленні ґрунторіжучих деталей на них відрізають залишки зношеного леза, залишивши остів визначеного розміру.

На плоских деталях цю операцію виконують з допомогою гильотинних ножиць. Якщо необхідно, деталі попередньо відпалюють в камінній печі і правлять на фрикційному пресі в штамах. Зношені зуби сферичних дисків важких борін обрізають при допомозі газової горілки або пресу із трубними штамами. Замість зношеного леза до остову приварюють нове. Лезо і остів з'єднують автоматичною сваркою під шаром флюсу АН-348. Зварюють зі швидкістю 46-70м/ч, використовуючи трансформатори АДС-1000-2 або ТС-17Р. Нове лезо штампують із профільного прокату, що поставляється ремонтним підприємствам по спеціальним заказам. Зуби товщиною 6мм важких борін штампують із листової сталі 65Г або із двошарових сталей марок Ст. 5 і Х6Ф1. Для підвищення стійкості і довговічності нових ріжучих органів їх наплавляють твердим сплавом по технічним умовам, забезпечуючи самозаточування леза. Диски луцильників наплавляють з випуклої сторони для досягнення нормальної глибини обробки поля. Шихту насипають на ділянці леза, де вона утримується не обсипаючись, і формують шаблоном-дозатором що обертається на осі. Зразу ж після насипки диск нагрівають до спікання шихти, далі повторюють ці операції на наступних ділянках по всьому колі. Наплавляють послідовно і неперервно, що запобігає утворенню напливів і пропалювань. Товщину наплавленого шару перевіряють шаблоном, деталі виготовлені із сталі марок 65Г і 70Г, після наплавки піддають нормалізації в зоні наплавлювання і зварки для забезпечення міцності леза. Наплавлені леза в більшості не загартовують. Піддають загартуванню тільки тоді, коли необхідно зменшити надлишкове зношування несучого шару.

Після наплавки вирівнюють лезо на наждачному крузі до появи твердого сплаву по всьому колі диску.

Для зменшення зносу отворів і зминання граней у валів рекомендується ставити на кожній батареї пружну шайбу.

В зібраному підшипниковому комплекті батареї втулка повинна прокручуватись важелем на 330 мм із зусиллям не більше 40 Н. Осевий зазор в підшипниках допускається не більше 0,5 мм. Зібране дискове знаряддя розміщують на дискову плиту і перевіряють правильність встановлення дисків. Просвіт у окремих дисках, що не торкаються до плити, допускається до 5мм.

Висновок. Своєчасний та якісний ремонт ґрунтообробних робочих органів суттєво подовжує ресурс роботи ґрунтообробного знаряддя.

Список використаних джерел:

1. Малахов В. С. Исследование ремонтного фонда деталей машин, поступающих в ремонт / УСХА. - К., 1990. - 29 с.
2. Малахов В. С. Повреждение деталей машин, поступающих в ремонт /УСХА. - К., 1990. - 24 с.
3. Тарельник В.Б. Управление качеством поверхностных слоев деталей комбинированным электроэрозионным легированием. – Сумы.: Изд-во «МакДен», 2002. – 323 с.
4. Новицький А.В., Ружило З.В. Надійність сільськогосподарської техніки: монографія / А.В. Новицький, З.В. Ружило. – К.: НУБІП України, 2016. – 218 с.
5. Карабинеш С.С. Дефекты. Повреждения деталей. Методы их определения / С.С. Карабинеш. – Germany, Saarbruken, Palmarium Academic Publishing, 2013. – Р. 89.

УДК 631.358

АНАЛІЗ ТИПІВ АВТОТРАКТОРНИХ КОРОБОК ПЕРЕМІНИ ПЕРЕДАЧ

Студент – Шатрова О.І.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Ружило З.В.

Коробка перемикання передач, або трансмісія служить для зміни частоти крутного моменту в більших межах, ніж може двигун. Також агрегат служить для забезпечення руху автомобіля заднім ходом. Вперше коробку передач винайшов Карл Бенц - автор перших автомобілів. На сучасних тракторах та автомобілях застосовуються КПП найрізноманітніших конструкцій, зокрема:

Механічні: такі коробки передач використовувалися ще на найперших автомобілях, і за більш ніж столітню історію еволюція довела конструкцію механічних КПП практично до досконалості. Як правило, на передньоприводних машинах встановлюються так звані двухвальні коробки передач. У цьому випадку один з валів з'єднаний з двигуном, а інший - з трансмісією. Крутний момент передається через звичайні шестерні. Переміщаючи важіль управління і тим самим, включаючи передачу, водій задіє одну з таких пар.

Головна перевага "механіки" досить високий коефіцієнт корисної дії, простіше кажучи - ефективністю. Автомобілі з подібною трансмісією відрізняються хорошою динамікою і високою економічністю. Саме тому моделі з механічними коробками досі дуже популярні як серед звичайних водіїв, так і у шанувальників спортивної їзди.

Роботизовані: конструкція подібних коробок передач, як правило, практично така ж, як у звичайних механічних КПП. У них однакові вали, шестерні і т.д. Різниця по суті лише в тому, що у "роботів" перемикають

передачі і управляють зчепленням спеціальні сервоприводи. Причому вони працюють повністю автоматично під контролем електроніки. Переваги такої схеми очевидні - праця водія значно полегшується. Роботизовані коробки також мають високу ефективність і коштують при цьому недорого. Правда "роботи" часто не можуть похвалитися плавною роботою. При зміні передач відбуваються ривки і запізнювання, що особливо помітно при активній їзді.

Окремо варто сказати про відносно свіжий різновид роботизованих трансмісій - коробках передач з двома зчепленнями. Вперше така конструкція розробки фірми Borg Warner під назвою DSG (Direkt-Schalt-Getriebe) з'явилася на автомобілях концерну Volkswagen. Але сьогодні подібну схему використовують і інші компанії (Наприклад, Ford, Volvo, Mitsubishi). Родзинка "роботів" з двома зчепленнями - незвичайна конструкція. У таких КПП два провідних вала (кожен з яких пов'язаний зі своїм зчепленням). На одному розміщуються шестерні парних передач, на іншому - непарних. Подібні "роботи" відрізняються швидкою роботою і відмінною ефективністю. Моделі з такою трансмісією з динаміки і економічності нерідко перевершують аналоги зі звичайною "механікою". Правда, роботизовані КПП з двома зчепленнями не люблять "рваною" їзди.

Автоматичні: такі коробки передач з'явилися як альтернатива "механіці" ще в середині минулого століття. І до сих пір "автомати" не тільки не втратили своїх позицій, а й стали ще популярнішими. І заслужено. Адже АКПП перемикають передачі повністю автоматично, без участі водія, але при цьому працюють "автомати" помітно плавніше, що не тільки додає комфорту, але і подовжує ресурс, оскільки в трансмісії не виникає ривків і ударів. Крім того, при зміні передач немає розриву потоку потужності - тяга завжди передається на колеса, а значить автомобіль з такою трансмісією краще тримається за дорогу. Але є у "автоматів" і серйозні недоліки, які багато в чому впливають з їх конструкції. Вона складна, важка і дорога, адже на відміну від механічних КПП у "автоматів" замість звичайних шестерень - планетарні передачі, замість тяг і важелів - складна гідравлічна система управління, замість зчеплення -

гідротрансформатор. Він здатний ефективно працювати тільки в дуже вузькому діапазоні, тому щоб домогтися від АКПП прийнятної ККД інженерам доводиться збільшувати число передач. Якщо ще в 90-х роках минулого століття нормою вважалося чотири ступені, то сьогодні не рідкість і восьмиступінчасті коробки. Само собою це тягне за собою ще більше здороження конструкції.

Варіатори: цей тип коробок передач цікавий, перш за все, тим, що власне передач в них немає взагалі. Передавальне відношення змінюється плавно і безступінчастий залежно від дорожніх умов. Існує багато різновидів варіаторів, але найбільшого поширення набула так звана Клиноремінна схема. В цьому випадку коробка являє собою два шківи, один з яких пов'язаний з двигуном, а інший - з трансмісією. Крутний момент між ними передається спеціальним ремнем або ланцюгом. Діаметр цих шківів може змінюватися, тим самим варіюється передавальне відношення. Теоретично варіатор - ідеальна трансмісія для автомобіля, оскільки дозволяє постійно підтримувати оптимальне з точки зору економічності або динаміки передавальне число. Але на ділі все не так райдужно. Зокрема, варіатору потрібно вузол, який замінює зчеплення. Найчастіше, для цього використовуються гідромуфта або гідротрансформатор, які, як уже говорилося вище, відрізняються досить низьким ККД. В результаті, безступінчасті коробки перевершують "автомати" головним чином тільки в плавності роботи.

Висновок. Який би тип коробки переміни передач не застосовувався – це невід'ємний елемент сучасного трактора чи автомобіля.

Список використаних джерел:

1. Деревець І.С. Перспективи розвитку технічного процесу АПК. Техніка АПК. 2004 № 2, с. 5-6.
2. Прес-кліп / Енергія. Економіка. Техніка. Екологія. - 2004. - №9. - с. 40-41.

ЗМІСТ

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ МАЯТНИКОМ ФУРУТИ.....	3
THE LARGEST TOWER CRANE IN THE WORLD.....	5
АКТУАЛЬНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА ВІД НАГАРОВІДКЛАДЕНЬ.....	6
ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТРИБОСПОЛУЧЕНЬ КОМПРЕСОРІВ АВТОМОБІЛІВ КАМАЗ.....	10
ВОДЕНЬ В СТАЛІ.....	15
ПРОГАРТОВАНІСТЬ ЛИВАРНИХ СТАЛЕЙ.....	17
ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ РОЗГОНУ/ГАЛЬМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ.....	18
КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПРАЦЬ В ГАЛУЗІ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ВАНТАЖУ, ЩО ПЕРЕМІЩУЄТЬСЯ БАШТОВИМ КРАНОМ.....	21
ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ МОТОВИЛА ЖАТКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА.....	23
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	25
ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ КОЗЛОВОГО КРАНА.....	26
КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ У ГАЛУЗІ РОЗРОБКИ СЕГВЕІВ.....	28
ЗРАЗОК ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЕНЬ В ВИЛИВКАХ...	29
МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛІ.....	32
ОБґРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТОРНОГО ГИЧКОРІЗУ ДЛЯ	

УМОВ АТ «ЛИНОВИЦЬКИЙ ЦУКРОКОМБІНАТ «КРАСНИЙ»	
ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ.....	33
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ БАЛАНСИРА КАРЕТКИ	
ТРАКТОРІВ ХТЗ КЛАСУ ТЯГИ 30 КН.....	35
ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ:	
КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА.....	38
МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РУХУ ПІДЙОМНОГО	
ПРИСТРОЮ ДЛЯ СЕПАРАЦІЇ КАРТОПЛІ.....	41
АНАЛІЗ ВІДМОВ СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО РІЗУЧОГО	
АПАРАТУ.....	43
АНАЛІЗ РЕЖИМУ РУХУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ	
ТРАНСПОРТУВАННІ КАРТОПЛІ.....	46
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ	
НАДІЙНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ.....	48
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ МОЛОТИЛЬНО-	
СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО	
КОМБАЙНА.....	51
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ	
ARCHICAD, REVIT І SAPFIR, ЩО РОЗРОБЛЕНІ НА ОСНОВІ ВІМ	
ТЕХНОЛОГІЙ.....	52
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПАЛЕВОГО	
ФУНДАМЕНТУ.....	55
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАННОГО СТАНУ	
КОМБІНОВАНОГО ВИСЯЧОГО ПОКРИТТЯ.....	59
РОЗРАХУНОК НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ	
НАПІВРАМИ ІЗ КЛЕСНОЇ ДЕРЕВИНИ.....	62
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАННОГО СТАНУ	
ВИСОТНО-СТЕЛАЖНОГО СКЛАДУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЙОГО	
ПРОЕКТУВАННЯ.....	65

ВПЛИВ РОЗМІРІВ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ НА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ ЯКІСТЬ.....	68
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЦЕГЛЯНОЇ БУДІВЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЇЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ.	71
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ІЗ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВІДМОВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	74
ВПЛИВ СІТКИ РОЗБИТТЯ НА СКІНЧЕННІ ЕЛЕМЕНТИ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ НА ЇЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН....	77
ПРОЕКТУВАННЯ СЕЙСМОІЗОЛЬОВАНОГО МАЛОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ З ГАЗОБЕТОННИМИ СТІНАМИ ПРИ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ.....	80
ПРОЕКТУВАННЯ 25 ПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ З СИСТЕМОЮ СЕЙСМІЧНОГО ЗАХИСТУ У М. ОДЕСА.....	83
ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ПРИ НАВАНТАЖЕННЯХ ВІБРОАКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	87
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КАРКАСУ ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	89
ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МОНОЛІТНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БУДІВЛІ ПРИ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ.....	91
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ ДЛЯ АРМУВАННЯ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ СТІН І ПЕРЕГОРОДОК.	95
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ СЕЙСМОІЗОЛЯЦІЇ.....	98
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТРИШАРОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ВРАХУВАННЯМ ДЕФЕКТІВ РОЗШАРУВАНЬ.....	101
АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИТРАТ ЗОВНІШНЬОЇ ЦЕГЛЯНОЇ СТІНИ ОФІСНО-ТОРГІВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ.....	104

УРАХУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ РОБОТИ КАРКАСУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЦЕХУ ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛЯНИХ ВИРОБІВ.	107
РІЗНОВИДИ ТА ПРИЙОМИ НАДБУДОВИ ПОВЕРХІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ.....	112
АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ВОДИ ІЗ ПОВЕРХНІ БАСЕЙНУ.....	115
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ ГУРТОЖИТКУ З НАДБУДОВОЮ ДОДАТКОВИХ ПОВЕРХІВ.....	118
РОЗРОБКА ПРОЄКТУ ОФІСНОГО ЦЕНТРУ З ПІДЗЕМНИМ ГАРАЖЕМ.....	121
КОНСТРУЮВАННЯ ПЕРФОРОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЯХ БАЛОЧОГО ТИПУ КРАНОВИХ ШЛЯХІВ.....	122
МОДЕЛЬ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗВ'ЯЗКІВ КІНЦЕВОЇ ЖОРСТКОСТІ.....	125
АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ.....	128
ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	132
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ.....	135
НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ.....	139
СПОСОБИ РЕМОНТУ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ.....	142
АНАЛІЗ ТИПІВ АВТОТРАКТОРНИХ КОРОБОК ПЕРЕМІНИ ПЕРЕДАЧ.....	148

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**«Вісник студентів факультету конструювання та дизайну
Національного університету біоресурсів і природокористування
України»**

Випуск 10

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф., професор кафедри
конструювання машин і обладнання Ромасевич Ю.О.

Дизайн і верстка – кафедра конструювання машин і обладнання
НУБіП України.

Адреса редколегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв оборони,
126, НУБіП України.

Матеріали тез друкуються у авторській редакції.

Тираж виготовлено з оригінал-макету замовника.

Підписано до друку 15.11.2022. Формат 60x84 1/16.
Ум. друк. арк. 9,69.

© НУБіП України, 2022