

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України
Факультет конструювання та дизайну
Науково-дослідний інститут техніки і технологій
Відділення в Любліні Польської академії наук**

**Інженерно-технічний факультет
Словацького університету наук про життя**

Естонський університет наук про життя

**Агроінженерний факультет
Природничого університету в Любліні**

**Інженерно-технічний факультет
Празького університету наук про життя**



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

(25-26 березня 2021 року)

Київ-2021

Збірник тез доповідей ХХІ Міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». – К., 2021. – 87 с.

Збірник рекомендовано до друку рішенням вченої ради факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України від 23.03.2021 р., протокол № 9.

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

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

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ РУХОМ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ

Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.

Макарець В.В., аспір.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Суттєве місце в оцінюванні результатів наукової діяльності відводиться дослідженню публікаційної активності. В даній роботі представлено кількісний аналіз публікацій за напрямком оптимального керування кранами. Пошук проводився за період 2010-2021 роки в трьох наукометричних базах даних Web of Science, Scopus, Google Scholar. Для пошуку були застосовані декілька запитів.

Результати кількісного аналізу представлені нижче в таблицях. Як видно з таблиць 1 та 2 найпопулярнішими темами є „Crane optimal control” та „Crane anti-sway control”.

Таблиця 1 – Кількість публікацій в базі Web of Science за період 2010-2021 роки

Роки Запит	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Crane optimal closed-loop control (Керування краном із зворотнім зв'язком)	1	1	-	4	1	-	2	2	2	2	1	1
Optimal anti-sway crane control (Оптимальне керування краном з усуненням коливань вантажу)	3	1	1	1	12	2	-	-	-	3	1	-
Crane optimal control (Оптимальне керування краном)	14	7	10	18	19	27	25	27	24	39	17	4
Crane anti-sway control (Керування краном з усуненням коливань вантажу)	10	6	4	11	12	6	10	14	15	16	2	4
Neural network crane optimal control (Керування краном із застосуванням нейромереж)	1	-	1	-	-	-	1	2	1	3	-	-

Таблиця 2 – Кількість публікацій в базі Scopus за період 2010-2021 роки

Запит \ Роки	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Crane optimal closed-loop control (Керування краном із зворотнім зв'язком)	3	1	2	3	3	-	3	2	2	5	3	1
Optimal anti-sway crane control (Оптимальне керування краном з усуненням коливань)	3	1	1	1	2	1	1	-	1	3	2	-
Crane optimal control (Оптимальне керування краном)	25	15	23	41	49	27	28	38	34	50	35	10
Crane anti-sway control (Керування краном з усуненням коливань вантажу)	25	6	9	15	13	12	10	17	17	18	13	6
Neural network crane optimal control (Керування краном із застосуванням нейромереж)	3	-	1	1	6	1	2	5	3	2	4	-

В 2019 році спостерігаються пікові значення за кількістю статей для більшості запитів. В Google Scholar найпопулярнішими темами є Crane optimal control та Neural network crane optimal control (табл. 3).

Таблиця 3 – Кількість публікацій в базі Google Scholar за період 2010-2021 роки

Запит \ Роки	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Crane optimal closed-loop control (Керування краном із зворотнім зв'язком)	685	748	885	927	992	1010	1050	1240	1290	1380	1230	307
Optimal anti-sway crane control (Оптимальне керування з усуненням коливань вантажу)	89	53	82	92	98	118	111	114	127	101	126	37

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Crane optimal control (Оптимальне керування краном)	5360	5780	6770	7530	7370	7900	8890	8800	9210	9800	9110	2250
Crane anti-sway control (Керування краном з усуненням коливань вантажу)	123	80	108	110	121	144	148	132	152	139	144	40
Neural network crane optimal control (Керування краном із застосуванням нейромереж)	794	976	1160	1240	1210	1300	1550	1680	1900	2080	2610	629

Проведення кількісного аналізу показує залежність кількості робіт від року написання публікації.

УДК 621.873

АЛГОРИТМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

Ромасевич Ю. О., д.т.н., проф.

Шевчук О.Г., к.т.н.

Ляшко А.П., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розробка оптимальних систем керування (зокрема, автоматичних регуляторів) повинна ґрунтуватись на адекватних математичних моделях об'єктів керування. Існує декілька підходів до синтезу математичних моделей. Один із найбільш доцільних ґрунтується на тому, що при побудові математичної моделі використовують лише дані, які отримані експериментальним шляхом, тобто без залучення яких небудь теоретичних

передумов. Загальний алгоритм такого типу ідентифікації динамічних систем представлено на рис. 1.

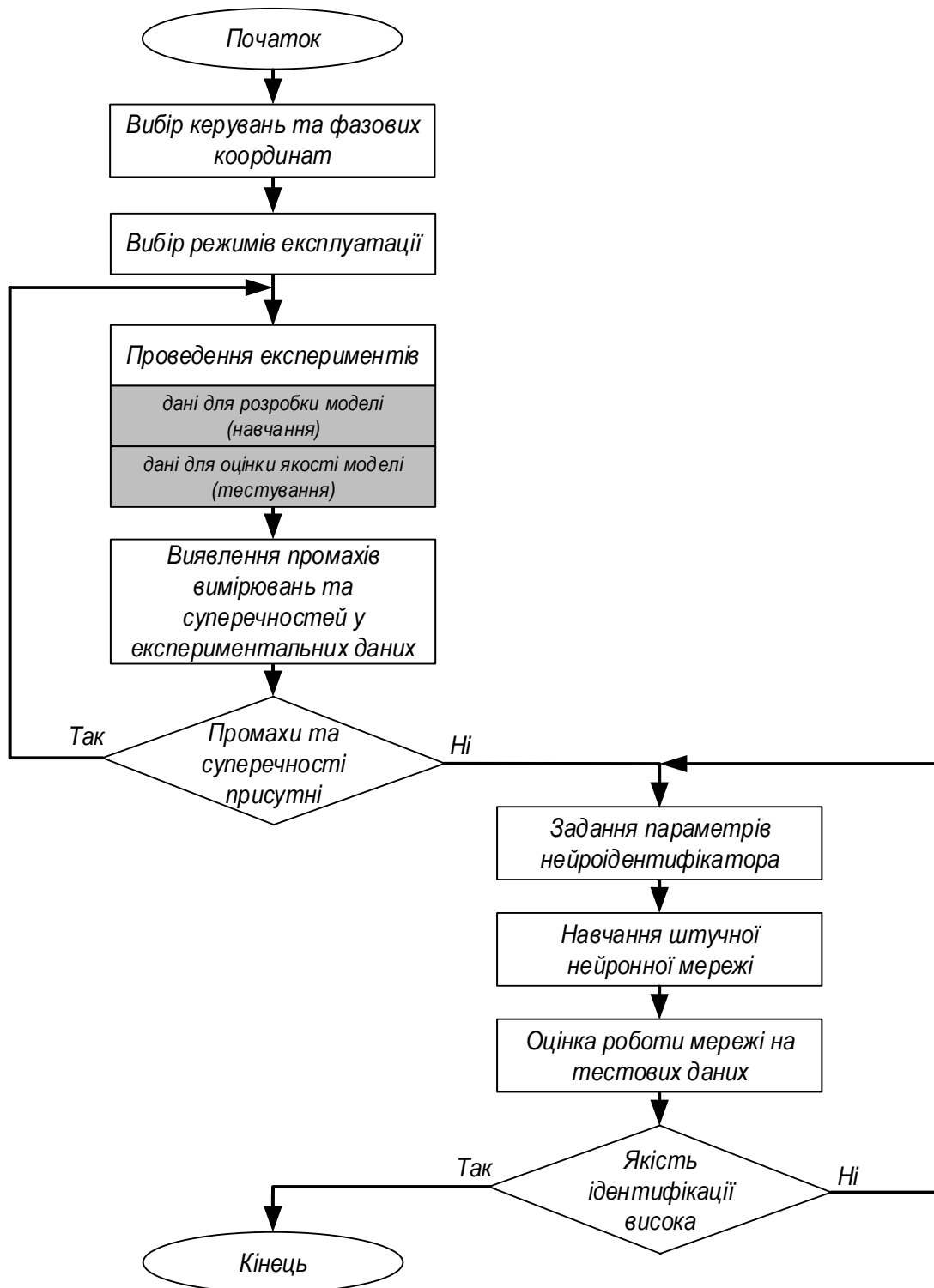


Рис. 1. Блок-схема алгоритму ідентифікації динамічних систем

При такому підході необхідно найбільш повно відобразити динаміку керування певним об'єктом у тих даних, які будуть використані при синтезі математичної моделі. Це означає, що збір даних повинен проходити в режимах (статичних та динамічних), в яких об'єкт регулювання буде функціонувати на

практиці. Зупинимось на цьому дещо детальніше. Якщо об'єкт регулювання буде експлуатуватись лише в статичному та/або квазістатичному режимах (тобто уставка постійна або заданий закон зміни уставки змінюється повільно), то збір даних про його роботу необхідно виконувати саме в таких режимах. Якщо ж важливими є перехідні режими руху, то експерименти повинні бути доповнені відповідними даними. Причому бажано отримати якомога повнішу картину про динаміку регулювання. Для цього необхідно експериментальні дані отримати для різноманітних перехідних режимів (розгін зі стану спокою до уставки, розгін від одного значення уставки до іншого, зростання та/або спадання уставки за певними законами, режим відсутності керування – тобто рух системи за інерцією тощо). Значна різноманітність перехідних та статичних режимів дасть змогу якнайповніше відобразити основні динамічні характеристики об'єкта у зібраних експериментальних даних.

Крім того, необхідно отримати два набори (сети) даних, вони відповідають даним для навчання та даним для тестування.

Надалі виконують виявлення промахів вимірювань та оцінюють експериментальні дані на предмет несуперечності фізиці процесів. Якщо будуть знайдені окремі викиди вимірюваних даних, то їх необхідно виключити із масиву. Крім того, якщо отримані дані будуть суперечити фізичним законам, на яких ґрунтується робота об'єкта регулювання, то необхідно з'ясувати причину такої невідповідності, усунути її та замінити ці дані новими, в яких будуть виключені будь-які суперечності.

Надалі виконується задання параметрів ідентифікатора. Якщо таким ідентифікатором слугує нейронна мережа, то необхідно визначитись із структурою нейронної мережі (прямого поширення, рекурентна тощо), кількістю прихованих шарів, кількістю нейронів у прихованих шарах, типом активаційних функцій тощо). Цей етап необхідно виконувати виходячи з позицій забезпечення мінімальної кількості розрахунків. Тому доцільно спочатку розглядати нейромережі простої структури (наприклад, прямого поширення із одним прихованим шаром).

Наступний етап полягає у навчанні нейронної мережі за отриманими даними. При цьому використовується парадигма навчання „із вчителем”, а метод оптимізації може бути різним (градієнтного типу, метавевристичний тощо). Після того, як алгоритм показує збіжність до певного значення критерію оптимізації (останній відповідає за якість навчання) вважається, що отримані параметри нейромережі відповідають нейроідентифікатору, який виступає кандидатом на розв'язок задачі ідентифікації.

Однак, для того, щоб впевнитись у тому, що отриманий нейроідентифікатор є розв'язком задачі необхідно оцінити його роботу на тих даних, які не були використані для навчання нейромережі, тобто на тестових даних. Оцінка може проводитись за декількома показниками: максимальним відхиленням, дисперсією, коефіцієнтом варіації тощо. Якщо вказані показники є незначними (їх величина для кожної задачі ідентифікації є різною та залежить від специфіки процесу регулювання), то вважають, що отриманий нейроідентифікатор відповідає шуканому розв'язку задачі, тобто він може використовуватись як математична модель реального об'єкта регулювання. У протилежному випадку необхідно повернутись до етапу задання параметрів нейромережі. При цьому доцільно розглянути штучну нейронну мережу більш складної конфігурації, або іншого типу (наприклад, на основі радіальних базисних функцій тощо). Надалі потрібно знову виконати навчання нейронної мережі і повторити етап оцінки її роботи на тестових даних.

УДК 631.358

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМУ РОБОТИ ПІДКОПУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Корнюшин В.М., інж.

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства»*

Запропоновано підкопувально-сепаруючий робочий орган картоплезбиральної машини, що крім лемешів і сепаруючого транспортера містить пруткові барабани та розподільник.

Швидкість обертання пруткових барабанів визначаємо з врахуванням вимог, щоб бульби картоплі не пошкоджувалися і не проходили всередину барабанів. Теоретично розглянуто кінематику пруткових барабанів, що встановлені з нахилом до вертикального положення і переміщуються разом з машиною.

Швидкість руху V_m картоплезбиральної машини в залежності від стану ґрунту може змінюється в межах від 0,7 м/с (на важких ґрунтах) до 1,5 м/с (на легких ґрунтах). Встановлено, що допустиме значення кінематичного

параметра $\lambda = V_B/V_M$, з умови не пошкодження бульби картоплі, буде в межах від 5,0 (при $V_M=0,7$ м/с) до 2,8 (при $V_M=1,5$ м/с).

Розглянувши умови відсутності втрати бульб, встановлено, що при $\lambda=3\dots5$, радіус барабана $R=0,275\dots0,3$ м, кількість прутків $k=15\dots20$.

Прийmemo кінематичний параметр режиму роботи пруткових барабанів $\lambda=2,8$, тоді при середній швидкості руху машини $V_M=1,0$ м/с колова швидкість обертання барабанів становитиме $V_B=2,8$ м/с. Відповідно кутова швидкість барабанів буде $\omega=10$ рад/с (при $R=0,28$ м), а частота обертання – $n=1,6$ с⁻¹. Кількість прутків барабана $k=20$ (крок установки прутків 86 мм).

Основними параметрами розподільника є кут розхилу крил, зазор між розподільником і транспортером, відстань між барабанами і розподільником. Зазначені параметри визначались теоретичним і експериментальним шляхом.

Висота крила розподільника h вибирається з умови виключення перекидання вороху через розподільник і залежить від товщини шару вороху, який поступає на транспортер після лемешів та пруткових барабанів.

Товщина шару залежить від глибини підкопування картоплі, поступальної швидкості машини, колової швидкості обертання пруткових барабанів та швидкості руху полотна транспортера, а також від здатності ґрунту просіюватися через зазори між прутками барабанів та сепаруючого транспортера.

Величина зазору Δ визначається з врахуванням наступних факторів: по-перше – необхідно забезпечити вільний прохід бульб між поверхнею транспортера і розподільником, по-друге – забезпечити необхідну рівномірну товщину потоку вороху на транспортері.

Довжина крила розподільника повинна бути достатня для розподілу вороху по всій ширині полотна транспортера, крім того, необхідно забезпечити вільну зону в місці сходу вороху з крила.

Розглянувши взаємодію частинки потоку картопляного вороху, що рухається по транспортеру, з крилом розподільника було визначено кут розхилу крил.

З врахуванням проведених досліджень параметри розподільника є наступними: довжина крила розподільника $l = 450$ мм; висота крила $h = 150$ мм; кут розхилу крила $\alpha=40\dots45^\circ$; зазор $\Delta = 80$ мм; відстань між барабанами і розподільником $L = 600$ мм.

ПІДВИЩЕННЯ РУХОМОСТІ МЕТАЛЕВИХ ГРАНУЛ СТРУМОПРОВІДНОГО ШАРУ ПІД ЧАС ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБКИ

Лопатько К.Г. д.т.н., проф.

Винарчук К.В., аспір.

Августін О.В., інж.

Лопатько С.К., аспір.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розглянуто режими електроіскрового синтезу наночастинок біогенних металів з використанням деіонізованої води у якості дисперсійного середовища. В межах загальноприйнятої теорії підводного електричного розряду [1-3], що відбувається в обмеженому об'ємі струмопровідного шару, виділяється значна кількість тепла за рахунок Джоулевого нагріву. В наслідок чого, висока локальна температура в місцях контакту металевих гранул може призводити до їх зварювання. Для запобігання утворенню моношару запропоновано використання газу для підвищення рухомості металевих гранул в розрядній камері (рис. 1).

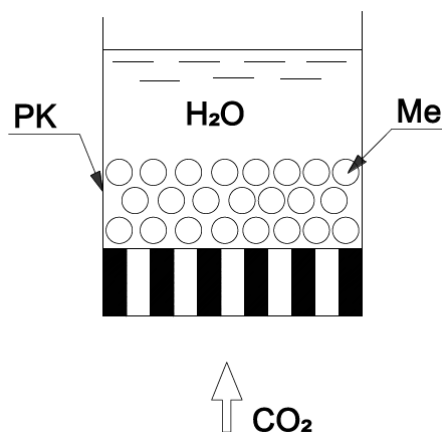


Рис. 1. Схема подачі газу у розрядну камеру

Проходження газу (O_2 , CO_2 , Ar_2 , H_2) через отвори днища розрядної камери призводить до динамічного стану шару гранул, що сприяє їх активному перемішуванню та запобігає зварюванню струмопровідного шару.

Використаний газ розглядається додатковим компонентом реакційного процесу та може впливати на хімічний склад дисперсної фази. Регулювання витрати норми газу дозволяє забезпечити керованість процесом, а саме

температурою дисперсійного середовища, інтенсивністю перемішування гранул, запобігання зварюванню гранул, структурно-фазовим складом твердої фази, що утворюється в наслідок електроіскрового диспергування струмопровідних матеріалів у рідині.

Список використаних джерел:

1. Щерба А. А. Развитие систем получения ультрадисперсных искроэрозионных порошков: влияние вибрации на параметры разрядных импульсов и характеристики продукции / А. А. Щерба, С. Н. Захарченко, С. А. Яцюк, К. Г. Лопатько, Е. Г. Афтандилянц, В. А. Святненко // Технічна електродинаміка. Проблеми сучасної електротехніки. – 2008. – Ч. 4. – С. 107–112.
2. Лопатько К. Г. Фізичне моделювання процесу утворення наночастинок металів при електроіскровій обробці / К. Г. Лопатько // Науковий вісник НУБіП України. Сер. «Техніка та енергетика АПК». – Вип. 174. – Ч. 2. – 2012. – С. 132–139.
3. Щерба А. А. Разрядно-импульсные системы производства нанокolloидных растворов биологически активных металлов методом ОЭИД / А. А. Щерба, С. Н. Захарченко, К. Г. Лопатько, Н. И. Шевченко, Н. А. Ломко // Труды ин-та электродинамики НАН Украины. – 2010. – № 26. – С. 152–160.

УДК 517.36

РОЗВИТОК МЕТОДУ ПОБУДОВИ КЕРУВАННЯ DYNAMIC SURFACE CONTROL В ЗАДАЧАХ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМІВ ІЗ НЕЛІНІЙНИМИ ПРУЖНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

¹*Хорошун А.С., д.ф.-м.н.*

²*Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.*

¹*Інститут механіки імені С.П. Тимошенко НАН України*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Широко відомо, що однією з причин виникнення вібрацій у маніпуляторах промислових роботів є пружність зчленувань між керуючим приводом і керованою ланкою. Це може бути викликано деформацією елементів трансмісії, таких як пасові передачі чи довгі вали, наприклад, під час швидкого їх руху чи під час великих на них навантажень. Зазвичай, такі малі

збурення ігноруються при моделюванні механічних систем, проте цілий ряд експериментів довели, що це може призводити до некоректності моделей, в тому числі до значних порушень у бажаних режимах їх функціонування [1]. Зокрема, можливе виникнення явища резонансу, що призведе до руйнування частин механізму. Адекватними моделями, які враховують вищезазначені зауваження, є механічні моделі, де пружність трансмісії моделюється торсіонними пружинами у кожному із зчленувань [2], [9], [11]. Сила, що виникає внаслідок деформації пружини, зазвичай вважається лінійно залежною від зміщення. Спеціальною заміною змінних математична модель, яка відповідає механічній моделі, що розглядається, може бути зведена до лінійного вигляду, див. [3]. Цей факт дозволяє застосовувати потужний апарат побудови бажаного керування, розроблений для лінійних систем диференціальних рівнянь, а разом із високою адекватністю таких механічних моделей для певних задач це робить їх актуальними і широкоживаними. Однак, слід зауважити, що більшої адекватності математична модель набуває, якщо враховувати ефект затухання коливань, а також нелінійний характер згадуваної сили, що стає критичним, коли розглядаються великі навантаження чи інші пограничні режими функціонування механічної моделі. В цьому випадку звести відповідну математичну модель до лінійного вигляду не є можливим і задача побудови керування залишається відкритою. При застосуванні торсіонної пружини для моделювання пружного зчленування, положення керуючого приводу (тобто кут зміщення валу електродвигуна, що здійснює керування) не співпадає із положенням керованої ланки. Зауважимо, що кількість ступенів свободи в такій моделі є більшою ніж кількість входів керування. Цей факт дозволяє віднести її до класу т. зв. "малоприводних" механічних систем (ММС). Системи керування, що відносяться до такого класу, мають кращі енергетичні, масово-габаритні та вартісні показники у порівнянні із звичайними системами керування, де кожному ступеню вільності відповідає вхід керування. ММС широко використовуються для моделювання реальних процесів у таких областях як робототехніка, космонавтика, морська справа, дослідження гнучких, мобільних, локомотивних систем, в багатьох інших (див. [6] та бібліографію там). Одним з методів, що ефективно застосовується для побудови керування, що забезпечує потрібний режим функціонування механічних об'єктів, що описуються нелінійними системами диференціальних рівнянь, є так званий Dynamic Surface Control (DSC) [8], [10]. Особливістю цього метода є те, що керування, яке побудовано з його допомогою, забезпечує збіжність траєкторій досліджуваної системи диференціальних рівнянь не до бажаних траєкторій, а до деяких наперед заданих, вздовж яких і відбувається прямування траєкторій

системи до бажаних. Застосування даної методики до аналізу математичних моделей маніпуляторів із урахуванням пружності трансмісії, які, як було зазначено, відносяться до класу ММС, дозволить значною мірою вирішити труднощі, що пов'язані із нелінійністю сили торсіонної пружини, а також заповнити існуючі пробіли як у загальній теорії ММС, так і в теорії моделювання маніпуляторів. Маловивченим є питання робастності побудованого керування, тобто малої зміни траєкторій руху системи при малій зміні її параметрів і, також, побудова областей такої робастності у просторі параметрів. Слід зазначити, що питання наявності неточних параметрів у реальних механічних системах є природнім [4], [5], [7], якщо врахувати, що параметри визначаються, зазвичай, шляхом обрахунків або з дослідів, а отже наближено, і тому теоретичні побудови, що потребують точних значень параметрів, взагалі кажучи, є марними. Таким чином, з вищезазначеного слідує, що розробка нових та вдосконалення існуючих моделей маніпуляторів та режимів їх керування з урахуванням пружності зчленувань та наявності неточних значень параметрів в контексті розвитку теорії ММС є, без сумніву, актуальною задачею сучасної теоретичної механіки і має важливе прикладне значення. В роботі отримано закон обертання електродвигуна, який забезпечує рух одноланкового маніпулятора із пружним зчленуванням в певному околі заданої траєкторії, яка являє собою залежну від часу функцію із деякими обмеженнями. Величина похибки, тобто розмір околу заданої траєкторії, в якому рухається маніпулятор, визначається і може задаватися при постановці задачі. Пружність зчленування моделюється торсіонною пружиною, сила пружності якої вважається нелінійно залежною від зміщення. Застосування техніки DSC у поєднанні із методом функції Ляпунова дозволяє отримати бажане керування і довести, що воно забезпечує виконання поставленої задачі. Отримані оцінки на параметри керування, доведена його робастність та визначена область робастності у просторі параметрів системи.

Список використаних джерел:

1. Good M. C., Sweet L. M., Strobel K. L. Dynamic models for control system design of integrated robot and drive systems // ASME J. Dynam. Syst., Meas., Contr. – 1985. – 107 – pp. 53-59.
2. De Luca A. Dynamic Control of Robots with Joint Elasticity // Proceedings of the 33rd IEEE Conference on Robotics and Automation, Philadelphia, PA, USA. – 1988. – pp. 152-158.
3. Doelman R.B. Feedback linearization control of a single link manipulator with joint elasticity // DCT rapporten. – Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 1991. – p. 47.

4. Ikeda M., Ohta Y., Siljak D.D. Parametric stability // Proceedings of the Univesita di Genova – Ohio State University Joint Conference. – Boston, MA, USA. – 1991. – pp. 1-20.
5. Khoroshun A.S. Stabilization of the Upper Equilibrium Position of a Pendulum by Spinning an Inertial Flywheel // Int.Appl.Mech. – 2016. – 52, iss.5. – pp. 547- 556.
6. Liu Y., Yu H. A survey of underactuated mechanical systems // IET Control Theory Appl. – 2013. – 7, iss.7. – pp. 921-935.
7. Martynyuk A.A., Martynyuk-Chernienko Yu.A. Uncertain Dynamical Systems: Stability and Motion Control. – Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor and Francis Group, 2012. – p. 296.
8. Song B., Hedrick J.K. Dynamic surface control of uncertain nonlinear systems. An LMI approach. – London: Springer-Verlag, 2011. – p. 268.
9. Spong M. W. Control of Flexible Joint Robots: A Survey // Coordinated Science Laboratory Report no. UILU-ENG-90-2203. – Urbana-Champaign: University of Illinois, 1990. – p. 29.
10. Swaroop D., Hedrick J.K., Yip P.P., Gerdes J.C. Dynamic surface control for a class of nonlinear systems // IEEE Trans. of Automatic Control. – 2000. – 45, №11. – pp. 1893-1899.
11. Tomei P. A Simple PD Controller for Robots with Elastic Joints // IEEE Trans. of Automatic Control. – 1991. – 36, №10. – pp. 1208-1213.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЖИМУ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПРИВОДУ СТРІЛОВОЇ СИСТЕМИ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА

*Ловейкін В. С. д. т. н., проф.
Ромасевич Ю. О. д. т. н., проф.
Сподоба О. О., асист.
Сподоба М. О., аспір.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При дослідженні динаміки руху стрілової системи крана-маніпулятора з гідравлічним приводом потрібно знати характеристики поведінки механізмів приводу при різних законах керування. Визначення характеристики зміни прохідної площі в золотниковій парі дає можливість визначити зміну

рушійних зусиль, швидкостей та прискорень в початковий момент руху та оцінити величину динамічних навантажень, які виникають в механізмах приводу.

Математична модель механізму приводу у вигляді гідравлічного циліндра двосторонньої дії побудована як одномасова динамічна система, яка є найбільш простою в дослідженні динамічних навантажень, що виникають в гідравлічній системі об'ємного гідравлічного приводу в перехідних періодах руху. Розрахункова схема гідравлічного приводу крана-маніпулятора зображена на рис. 1.

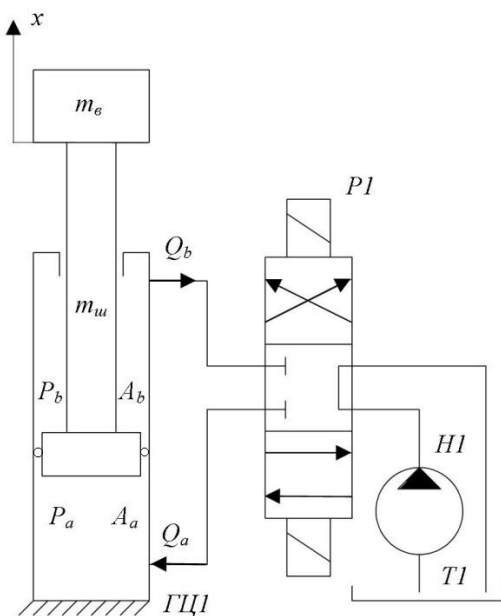


Рис. 1. Розрахункова схема гідравлічного приводу крана-маніпулятора

На рис. 1 прийнято наступні позначення: ГЦІ – гідравлічний циліндр двосторонньої дії; РІ – гідравлічний розподільник; НІ – гідравлічний насос; ТІ – бак з робочою рідиною, x – координата переміщення штока гідравлічного циліндра; m_e – маса вантажу; $m_{ш}$ – маса штоку; P_a і P_b – тиск робочої рідини відповідно в поршневій та штоковій камерах гідравлічного циліндра; A_a і A_b – відповідно площа поршня зі сторони поршневої камери та

площа поршня зі сторони штокової камери гідравлічного циліндра; Q_a і Q_b – витрата робочої рідини відповідно для поршневої та штокової камери гідравлічного циліндра.

При побудові математичної моделі процесу роботи об'ємного гідравлічного приводу та проведенні динамічного аналізу приймаємо наступні припущення:

- гідравлічний циліндр розміщений вертикально, оскільки дане розміщення притаманне більшості вантажопідйомним маніпуляторам та механізмам;
- температура, в'язкість робочої рідини, а також кількість не розчиненого повітря за період перехідного процесу залишаються незмінними;
- маси вихідної ланки, вантажу і робочої рідини в поршневій і штоковій камерах гідравлічного циліндра зосереджені в геометричних центрах мас і приведені до поршня;

- робоча рідина, яка заповнює поршневу та штокову камери гідравлічного циліндра, розглядається як стисливе середовище;
- конструктивні елементи гідравлічної системи, за виключенням трубопроводів, вважаємо абсолютно жорсткими елементами, тобто при підвищенні тиску радіальну деформацію сприймає трубопровід.

Виходячи з динамічної моделі на шток гідравлічного циліндру під час його переміщення діятимуть:

- сили інерції, які виникають внаслідок переміщення мас рухомих частин, приведених до поршня гідравлічного циліндра, що рухаються з відповідною швидкістю та прискоренням;
- сили сухого тертя в ущільненнях та напрямних втулках штоку і поршня гідравлічного циліндра;
- сили в'язкого тертя, що виникають внаслідок перетікання рідини по трубопроводах;
- статична сила ваги та динамічні сили, які виникають в гідравлічному циліндрі зі сторони поршневої та штокової камер від дії тиску робочої рідини.

Відповідно до прийнятих припущень та діючих сил згідно принципу Д'Аламбера диференціальне рівняння руху штока гідравлічного циліндра матиме наступний вигляд:

$$m_{np} \frac{d^2 x}{dt^2} + B \frac{dx}{dt} = P_a \cdot A_a - P_b \cdot A_b - m_{np} \cdot g, \quad (1)$$

де m_{np} – приведена маса рухомих частин та робочої рідини; x – переміщення штоку гідравлічного циліндра; B – коефіцієнт демпфування, який зв'язаний з наявністю сил в'язкого та сухого тертя; g – прискорення вільного падіння.

Зміну тиску в порожнинах гідравлічного циліндру визначаємо з рівнянь нерозривності потоку з врахуванням стискання робочої рідини в поршневій та штоковій камерах гідравлічного циліндру, а також в прилеглих елементах трубопроводу. В результаті чого будемо мати наступні залежності:

- для поршневої камери:

$$\frac{dP_a}{dt} = \frac{E_{np}}{V_a} \cdot \left(Q_a - A_a \cdot \frac{dx}{dt} \right); \quad (2)$$

$$V_a = V_{min} + A_a \cdot x, \quad (3)$$

- для штокової камери:

$$\frac{dP_b}{dt} = \frac{E_{np}}{V_b} \cdot \left(-Q_b - A_b \cdot \frac{dx}{dt} \right); \quad (4)$$

$$V_b = V_{\max} - A_b \cdot x, \quad (5)$$

де E_{np} – приведений модуль об'ємної пружності; V_a і V_b – відповідно початковий об'єм робочої рідини в поршневій та штоковій камерах гідравлічного циліндра з прилеглими трубопроводами; $V_{\min}$ – об'єм робочої рідини в поршневій камері та прилеглих трубопроводах при нульовому положенні поршня ($x=0$); $V_{\max}$ – об'єм робочої рідини в штоковій камері та прилеглих трубопроводах при нульовому положенні поршня ($x=0$).

Приведений модуль об'ємної пружності виразимо наступною залежністю:

$$E_{np} = \frac{E_p}{1 + \frac{d_{mp}}{\delta} \cdot \frac{E_p}{E_m}}, \quad (6)$$

де E_p та E_m – відповідно модулі об'ємної пружності робочої рідини та матеріалу трубопроводу; d_{mp} і δ – відповідно діаметр та товщина стінки трубопроводу гідравлічної магістралі.

Відповідно витрати рідини матимуть наступний вигляд:

- для підведення рідини в поршкову камеру гідравлічного циліндра:

$$Q_a = \mu \cdot f_a \sqrt{\frac{2}{\rho} |P_n - P_a|}; \quad (7)$$

- для відведення рідини із штокової камери гідравлічного циліндра:

$$Q_b = \mu \cdot f_b \sqrt{\frac{2}{\rho} |P_b - P_{zl}|}, \quad (8)$$

де μ – коефіцієнт витрати робочої рідини в залежності від конструкції гідравлічного розподільника; f_a і f_b – площі прохідного перерізу, що утворені між кромкою ущільнюючого пояску золотника та гільзою; ρ – об'ємна маса робочої рідини; P_n – тиск робочої рідини, що створюється гідравлічним насосом; P_{zl} – тиск робочої рідини в зливній магістралі.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ ВАНТАЖУ

Ловейкін В. С., д.т.н., проф.

Ромасевич Ю. О., д.т.н., проф.

Стехно О. В., аспір.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним із факторів ефективної експлуатації баштових кранів є методи та прийоми керування рухом механізму зміни вильоту вантажу. В зв'язку з цим ефективна практична реалізація пропонованого оптимального керування дає можливість використати можливі ресурси щодо покращення умов безпеки переміщення закріпленого на гнучкому підвісі вантажу, підвищити продуктивність роботи баштового крана та забезпечити енергоефективність роботи механізму зміни вильоту вантажу.

Загалом здійснювати ефективну практичну реалізацію пропонованих оптимальних режимів руху можливо за допомогою відповідної блок-схеми алгоритму роботи системи керування механізму зміни вильоту вантажу (рис. 1).

На початку роботи механізму зміни вильоту вантажу відбувається діагностика давачів, частотного перетворювача, двигуна та програмного забезпечення. Потім відбувається вибір способу оптимального керування «за оптимальним налаштуванням частотного перетворювача» чи «за законами оптимального керування».

У випадку керування «за оптимальним налаштуванням частотного перетворювача» необхідно виконати введення параметрів величини початкової напруги живлення U_0 , тривалості розгону приводу до усталеної швидкості t_1 та типу характеристики наростання частоти напруги живлення. Потім виконати пуск механізму. Спосіб оптимального керування «за оптимальним налаштуванням частотного перетворювача» рекомендується використовувати у випадку холостого переміщення вантажного візка (без закріпленого на гаковому підвісі вантажу). Для переміщення закріпленого на гнучкому підвісі вантажу рекомендується використовувати запропоновані оптимальні закони руху.

У разі руху механізму «за законами оптимального керування» необхідно виконати опитування давачів довжини тягового каната та маси вантажу і ввести ці параметри (L і m_2) і параметр U_0 до програми керування системою. Потім необхідно обрати закон оптимального керування «Синергетичний» чи «Швидкодія». Оптимальний закон швидкодії доцільно застосовувати при наявності вітрових поривів при експлуатації досліджуваного механізму.

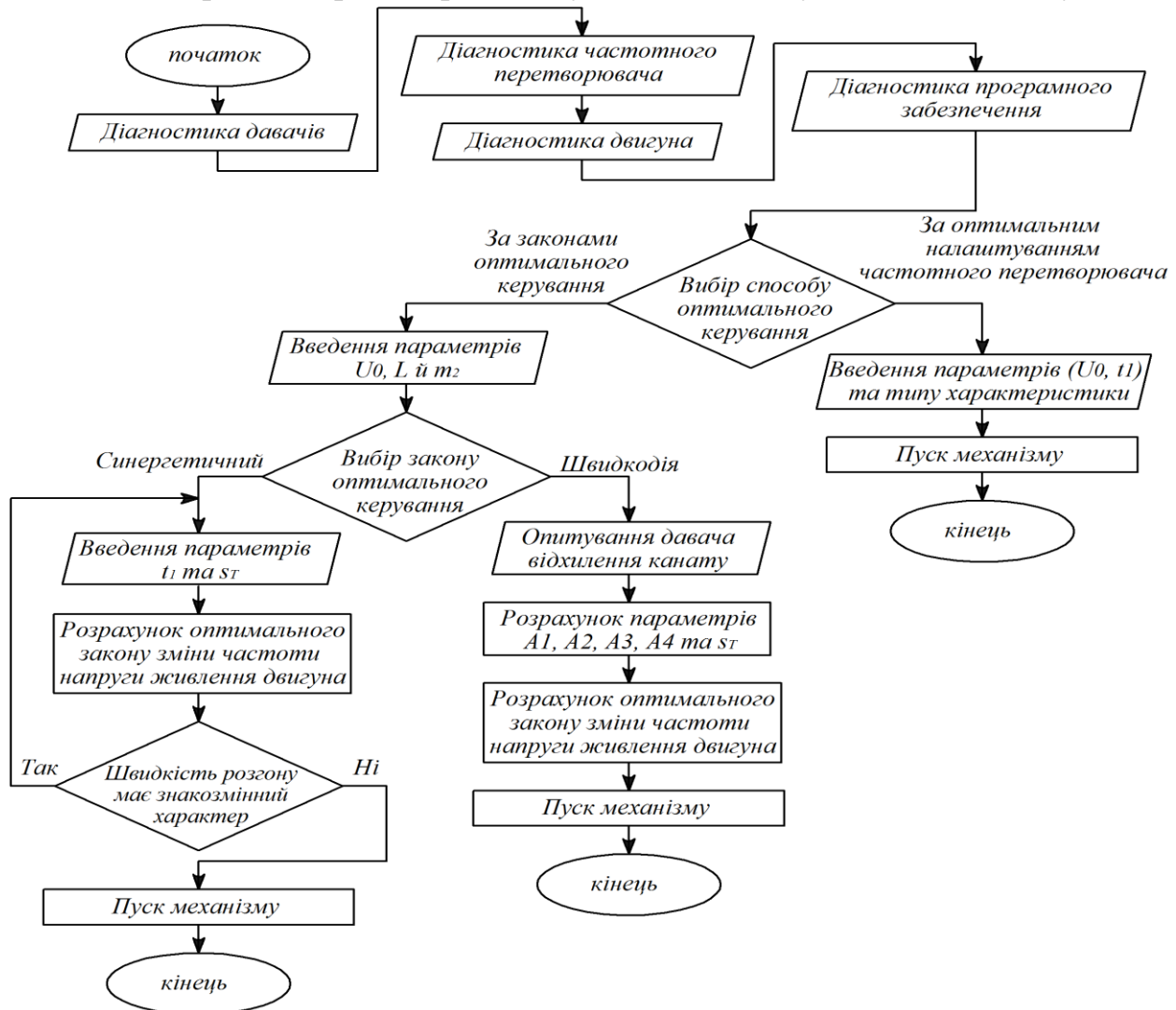


Рис. 1. Блок-схема алгоритму функціонування системи оптимального керування механізмом зміни вільоту вантажу

При використанні оптимального закону керування за швидкодією необхідно виконати опитування давача відхилення тягового каната та на основі чого ввести відповідні значення параметрів A_1, A_2, A_3, A_4 та s_t . Після цього виконується розрахунок оптимального закону зміни частоти напруги живлення. Останній етап відповідає пуску механізму.

У випадку відсутності вітрових поривів пропонується використовувати синергетичний оптимальний закон руху. При синергетичному оптимальному режимі руху необхідно ввести параметри тривалості розгону гальмування

системи t_1 та позиціонування вантажного візка з вантажем s_T . Далі виконати розрахунок оптимального закону зміни частоти напруги живлення. У випадку, якщо швидкість розгону має знакозмінний характер, виконати повторне введення параметру t_1 та повторний розрахунок оптимального закону зміни частоти напруги живлення. Якщо при тривалості розгону відсутній знакозмінний характер, то виконується пуск механізму.

Після виконання одного циклу навантажувально-розвантажувальних операцій можна без проведення діагностики компонентів системи повторювати наступні цикли керування.

УДК 631

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ

Троханяк О.М., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Статичні експериментальні дослідження запобіжної муфти проводились з метою визначення характеру її спрацювання, максимального крутного моменту на чотирьох етапах спрацювання захисного механізму, а також встановлення адекватності теоретичних і експериментальних досліджень [1, 2].

Для цього півмуфти запобіжної муфти закріплювали у захватах дослідної машини КМ-50-1. Навантаження ведучої півмуфти здійснювали за допомогою обертання нижнього захвату електродвигуном через систему передач.

Значення крутного моменту визначали за коловою шкалою, при цьому, фіксували відносне зміщення півмуфт за допомогою кутової шкали. Також машина оснащена записуючим пристроєм, за допомогою якого викреслюється крива залежності моменту від кута повороту нижнього захвату.

Загальний вигляд машини КМ-50-1, на якій встановлена запобіжна муфта гвинтового конвеєра, показано на рис. 1.



Рис. 1. Загальний вигляд машини КМ-50-1, на якій встановлена запобіжна муфта

При проведенні досліджень фіксували значення крутних моментів в залежності від кута відносного провертання ведучої півмуфти в десятикратній повторюваності.

За результатами досліджень встановлено, що розчеплення півмуфт відбувалось при максимальному крутному моменті, який значно зменшується при виході кульок на похилі робочі канавки ведучої півмуфти. Під час руху кульок по робочих канавках крутний момент зростає не суттєво. У випадку руху кульок по похилих зворотних канавках виникає протимомент, однак його значення не перевищує момент спрацювання запобіжної муфти.

Для проведення експериментальних досліджень запобіжна муфта виготовлялася із наступними конструктивними параметрами: $r = 12$ мм; $D = 115$ мм; $h = 0,53r$; $c = 18,5$ Н/мм; $\delta_0 = 15$ мм; $\beta = 5^\circ$; $\gamma = 35^\circ$.

На рис. 2 показані залежність крутного моменту T та залежність осьового переміщення веденої півмуфти і шнека δ , які виникають на кожному етапі роботи запобіжної муфти від зміни кута відносного провертання півмуфт ρ .

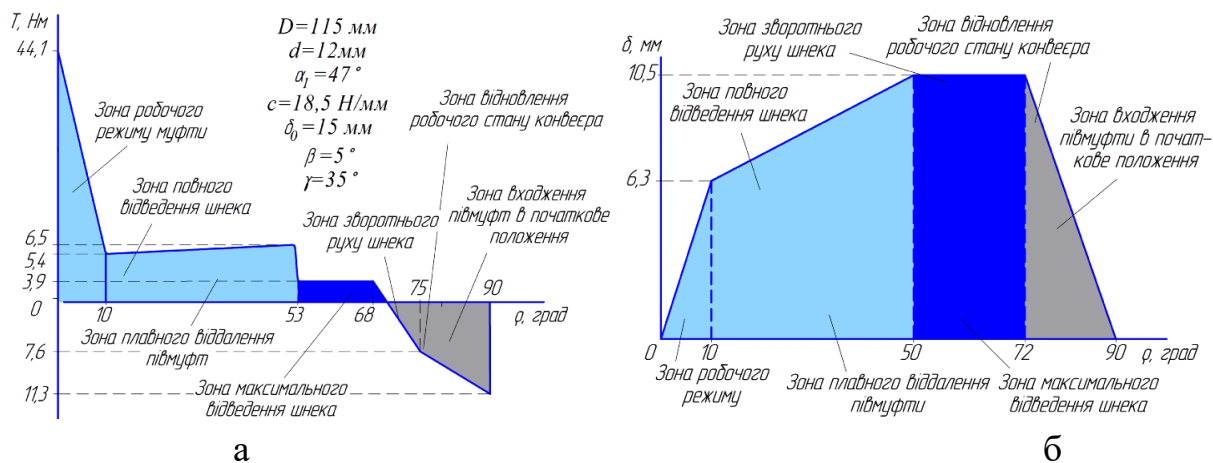


Рис. 2. Залежність крутного моменту T (а) та осьового переміщення веденої підмуфти δ (б) від зміни кута відносного провертання ρ

Список високристаних джерел:

1. Гевко Р.Б. Результати експериментальних досліджень кулькового запобіжного пристрою шнекового транспортера / Р.Б. Гевко, О.М. Клендій // Вісник інженерної академії України. – К., 2014. – № 3-4. – С. 236–241.
2. Патент України на корисну модель №63910, МПК F16D 7/00. Кулькова запобіжна муфта / Гевко Р.Б., Клендій О.М.: заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет. - № u201103364; заявл. 21.03.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20, 2011 р.

УДК 693.546

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КУТА ЗМІЩЕННЯ КРИВОШИПІВ НА НЕРІВНОМІРНІСТЬ РУХУ РОЛИКОВОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ЕНЕРГЕТИЧНО ВРІВНОВАЖЕНИМ ПРИВОДОМ

¹Ловейкін В.С., д.т.н., проф.

²Почка К.І., д.т.н., доц.

²Почка О.Б., асист.

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Київський національний університет будівництва і архітектури

В існуючих теоретичних та експериментальних дослідженнях машин роликового формування виробів з будівельних сумішей обґрунтовано їхні

конструктивні параметри та продуктивність [1]. Разом з тим недостатньо уваги приділено дослідженню діючим динамічним навантаженням та режимам руху [2], що в значній мірі впливає на роботу установки та на якість готової продукції. Тому актуальною є задача дослідження нерівномірності руху роликів формувальних установок. В роботі [3] досліджувалась нерівномірність руху роlikової формувальної установки з енергетично врівноваженим привідним механізмом для трьох формувальних візків, однак при цьому не прослідковано вплив кута зміщення кривошипів на нерівномірність руху.

З метою зменшення витрат енергії в машинах роlikового формування запропоновано конструкцію роlikової формувальної установки [4] для забезпечення ущільнення виробів з будівельних сумішей на одній технологічній лінії, яка складається з трьох формувальних візків, розташованих паралельно між собою з однієї сторони привідного валу, що приводяться в зворотно-поступальний рух від спільного приводу, до складу якого входять три кривошипно-повзунні механізми, кривошипи яких жорстко закріплені на одному привідному валу та зміщені між собою на кут $\Delta\varphi = 120^\circ$ (рис. 1, а). Кожний з формувальних візків 1, 2 та 3 змонтовані на порталі 11 і здійснюють зворотно-поступальний рух в напрямних 12 над порожниною форми 13. Формувальний візок 1 складається з подавального бункера 14 та з співвісних секцій укочувальних роликів 15. Таку ж конструкцію мають і інші два візка. Візки 1, 2 і 3 з розподільними бункерами приводяться в зворотно-поступальний рух за допомогою приводу, виконаного у вигляді трьох кривошипно-повзунних механізмів, кривошипи 7, 8 та 9 яких жорстко закріплені на одному приводному валу 10 і зміщені між собою на кут $\Delta\varphi = 120^\circ$. Шатуни 4, 5 та 6 шарнірно з'єднані з формувальними візками 1, 2 та 3, а іншими кінцями з'єднуються з кривошипами 7, 8 та 9. Така конструкція формувальної установки дозволяє зменшити динамічні навантаження в елементах привідного механізму, зменшити зайві руйнівні навантаження на рамну конструкцію і, відповідно, підвищити довговічність установки в цілому. На рис. 1, б зображено кінематичну схему роlikової формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом для формування залізобетонних виробів на одній технологічній лінії.

В таких установках спостерігається певна нерівномірність руху формувальних візків під час виконання процесу ущільнення будівельної суміші, що приводить до зниження якості виробів та виникненню значних динамічних навантажень на елементи приводу та конструкції установки.

Нерівномірність руху в першому наближенні може бути визначена для формувальної установки представленою динамічною моделлю з одним ступенем вільності, де за узагальнену координату прийнято кутову координату повороту кривошипа.

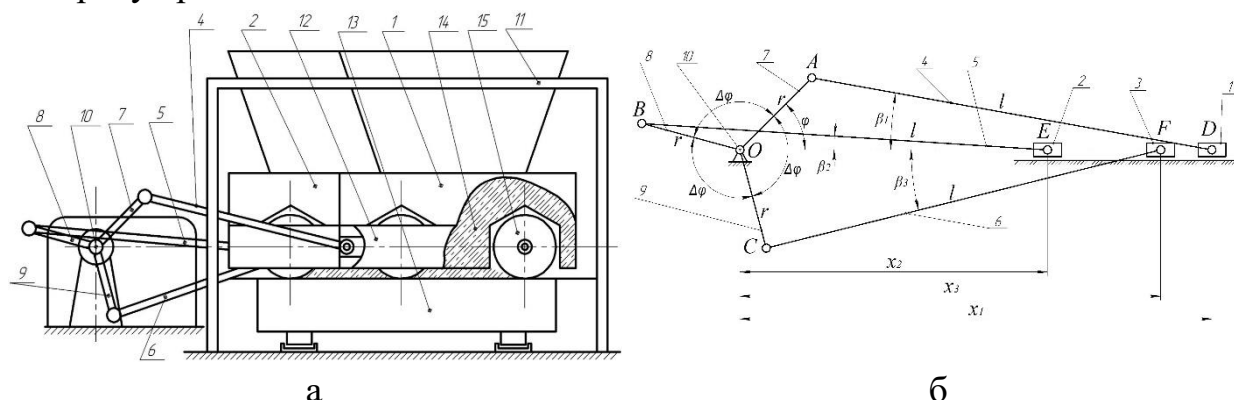


Рис. 1. Роликова формувальна установка з енергетично врівноваженим приводом (а) та її кінематична схема (б)

Для такої моделі було записано диференціальне рівняння руху:

$$J_{36}(\varphi) \cdot \omega \cdot \frac{d\omega}{d\varphi} + \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ_{36}(\varphi)}{d\varphi} = M_p(\omega) - M_o(\varphi), \quad (1)$$

де φ , ω – кутова координата та швидкість кривошипа; $J_{36}(\varphi)$ – зведений до осі повороту кривошипу момент інерції установки; $M_p(\omega)$ – рушійний момент на валу електродвигуна приводу зведений до осі повороту кривошипу; $M_o(\varphi)$ – зведений до осі повороту кривошипа момент всіх діючих зовнішніх сил.

В результаті розв'язку рівняння (1) чисельним методом, запропонованим професором Барановим [5], отримано функції зміни кутової швидкості та кутового прискорення кривошипа в залежності від кута його повороту.

Нерівномірність руху для вказаної установки оцінювалась на усталеному режимі руху коефіцієнтом нерівномірності руху, коефіцієнтом динамічності руху та узагальненим коефіцієнтом оцінки руху [3, 5].

Для встановлення впливу кута зміщення кривошипів на рівномірність руху установки у складові диференціального рівняння руху (1) підставлено різні значення кута $\Delta\varphi$ в межах від $\Delta\varphi = 0^\circ$ до $\Delta\varphi = 120^\circ$ з кроком 10° . При цих значеннях моменту сил опору та зведеного моменту інерції отримано функції зміни кутової швидкості та кутового прискорення кривошипа від кута його повороту. Після цього визначено значення коефіцієнтів нерівномірності руху, динамічності руху та узагальненого коефіцієнта оцінки руху. На основі отриманих даних побудовано графіки зміни коефіцієнта нерівномірності руху

(рис. 2, а), коефіцієнта динамічності руху (рис. 2, б) та узагальненого коефіцієнта оцінки руху (рис. 2, в) в залежності від зміни кута зміщення кривошипів.

Аналіз графіків (рис. 2) показує, що коефіцієнт нерівномірності руху, коефіцієнт динамічності руху та узагальнений коефіцієнт оцінки руху свої мінімальні значення мають при куті зміщення кривошипів $\Delta\varphi = 60^\circ$.

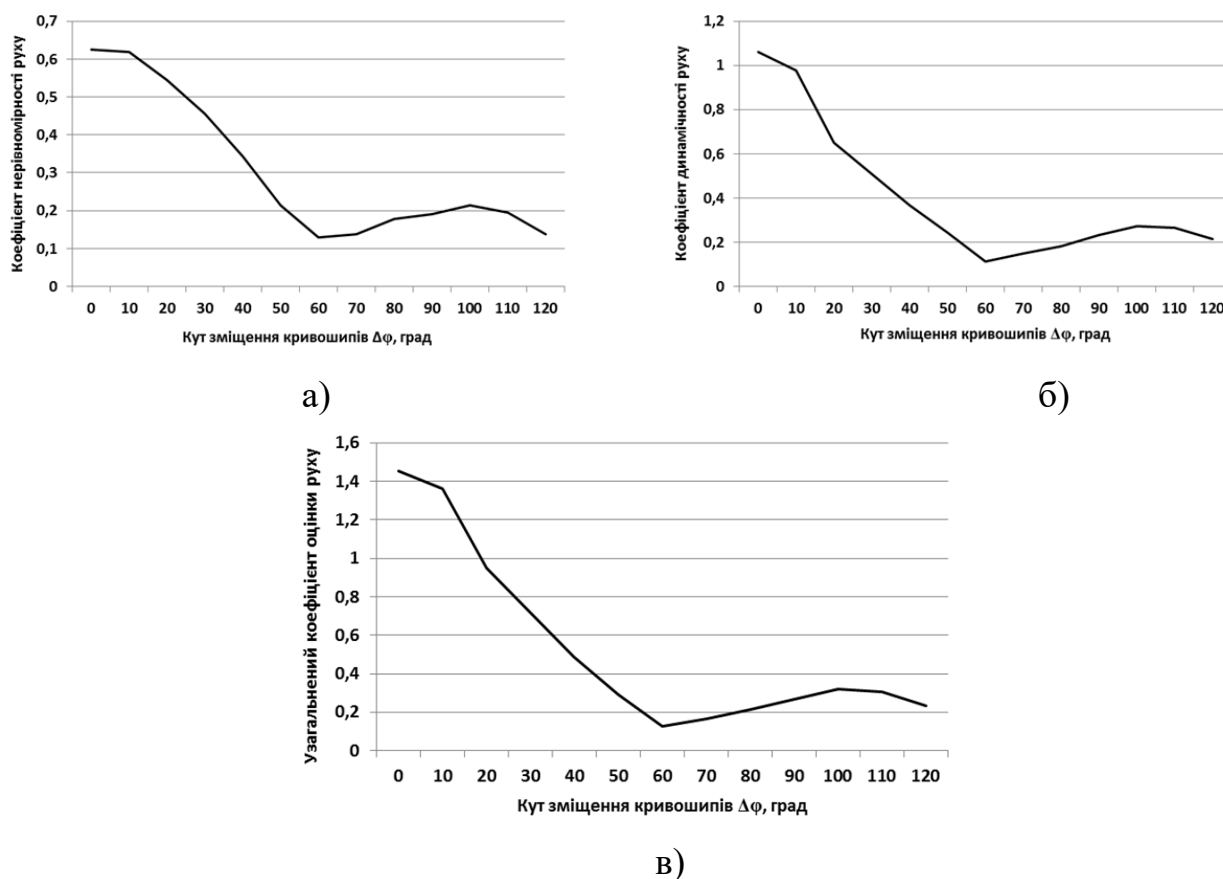


Рис. 2. Графіки зміни коефіцієнта нерівномірності руху (а), коефіцієнта динамічності руху (б) та узагальненого коефіцієнта оцінки руху (в) в залежності від кута зміщення кривошипів

Список використаних джерел:

1. Гарнець В.М. Бетоноформувальні агрегати. Конструктивно-функціональні схеми, принцип дії, основи теорії: Монографія / В.М. Гарнець, С.В. Зайченко, Ю.В. Човнюк, В.О. Шаленко, Я.С. Приходько – К.: Інтерсервіс, 2015. – 238 с.
2. Ловейкін В.С. Результати експериментальних досліджень режимів руху роликової формувальної установки з рекуперативним приводом / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Вісник Харківського національного університету сілського господарства ім. П. Василенка. – 2007. – Т 1, № 59. – С. 465-474.

3. Ловейкін В.С. Аналіз нерівномірності руху роликової формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом / В.С. Ловейкін, К.І. Почка // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – № 4 (60). – С. 20-29.
4. Патент України на корисну модель № 50032 У. Установка для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В.С., Почка К.І. – № u 200911443 заявл. 10.11.2009; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.
5. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1975. – 640 с.

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ДИСТАНЦІЙНА ВИРОБНИЧА ПРАКТИКА КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Афтанділянц Е. Г., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства дистанційна виробнича практика організована наступним чином. На сайті кафедри в розділі навчальна робота була створена папка «Практика» (<https://nubip.edu.ua/node/1152/4>), що містить графік практик і папки «Навчальна практика» та «Виробнича практика» (рис. 1).

Головна > Структура університету > Факультет конструювання та дизайну > Кафедра технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства								
— Головна	Практика							
— Завідувач кафедри								
— Навчальна робота								
• Атестація студентів								
Практика								
— Наукова робота								
— Співпраця								
— Міжнародна діяльність								
— Навчальні дисципліни								
— Співробітники кафедри								
— Патенти на винахід та патенти на корисну модель								
— Участь у виставках								
— Література та публікації								
— Історія								
— Робочі програми навчальних дисциплін								
Графік практик студентів факультету конструювання та дизайну на 2020 р.								
Вид практики	Кількість тижнів	Термін проведення практики		Групи	Кафедра відповідальна за практику			
		початок	кінець					
ОС «БАКАЛАВР»								
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»								
1-й курс								
ТКМ	4	08.06	04.07	1,2	01.07 ТКМ ім(зав.лаб. Гранкін Г., проф. Лопатько К.Г.)			

Рис. 1. Зміст папки «Практика» на сайті кафедри
(<https://nubip.edu.ua/node/1152/4>)

Папка «Виробнича практика» (<https://nubip.edu.ua/node/78138>) містить наскрізну програму практичної підготовки студентів, зміст звіту по виробничій практиці для студентів 2 і 3 курсу, папки «Виробничі технології» та «Технології виготовлення» (рис. 2).

У папці «Виробничі технології» розташовані посилання на сайти наступних підприємств: Київський електротехнічний завод "Трансигнал" (<http://transsignal.com.ua/>), ТОВ «Енергія води» (<http://waterenergy.com.ua/>), ПрАТ "Богуславська сільгосптехніка" (<https://boguslav.ua/>), а також фільми ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та Криворіжсталь «<https://nubip.edu.ua/node/78142>» (рис.3).

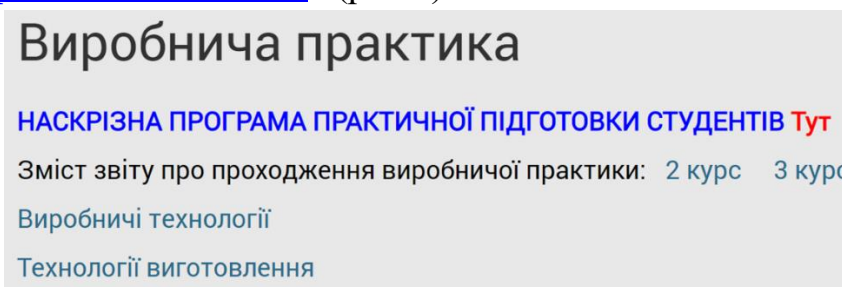


Рис. 2. Зміст папки «Виробнича практика» на сайті кафедри (<https://nubip.edu.ua/node/78138>)

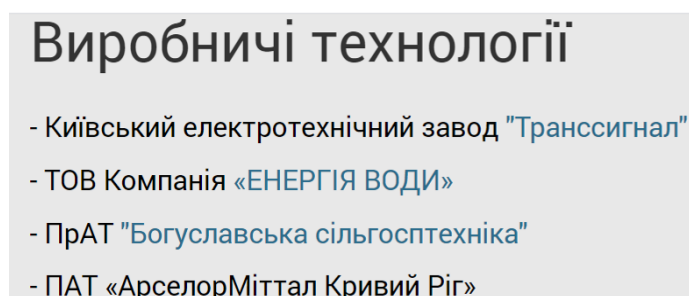


Рис. 3. Зміст папки «Виробничі технології» на сайті кафедри (<https://nubip.edu.ua/node/78138>)

Матеріали, що розташовані на сайтах і у фільмах, показують виробничі технології певних галузей машинобудування та металургії. Наприклад, обладнання та структурні складові великого металургійного заводу «АрселорМіттал Кривий Ріг» (рис. 4).





Рис. 4. Обладнання та структурні складові великого металургійного заводу «АрселорМіттал Кривий Ріг»

У папці «Технології виготовлення» (<https://nubip.edu.ua/node/78144>) розташовані фільми українською та англійською мовами. В україномовних фільмах розкриваються технології виготовлення порошкових виробів, сталі та чавуну (рис. 5).

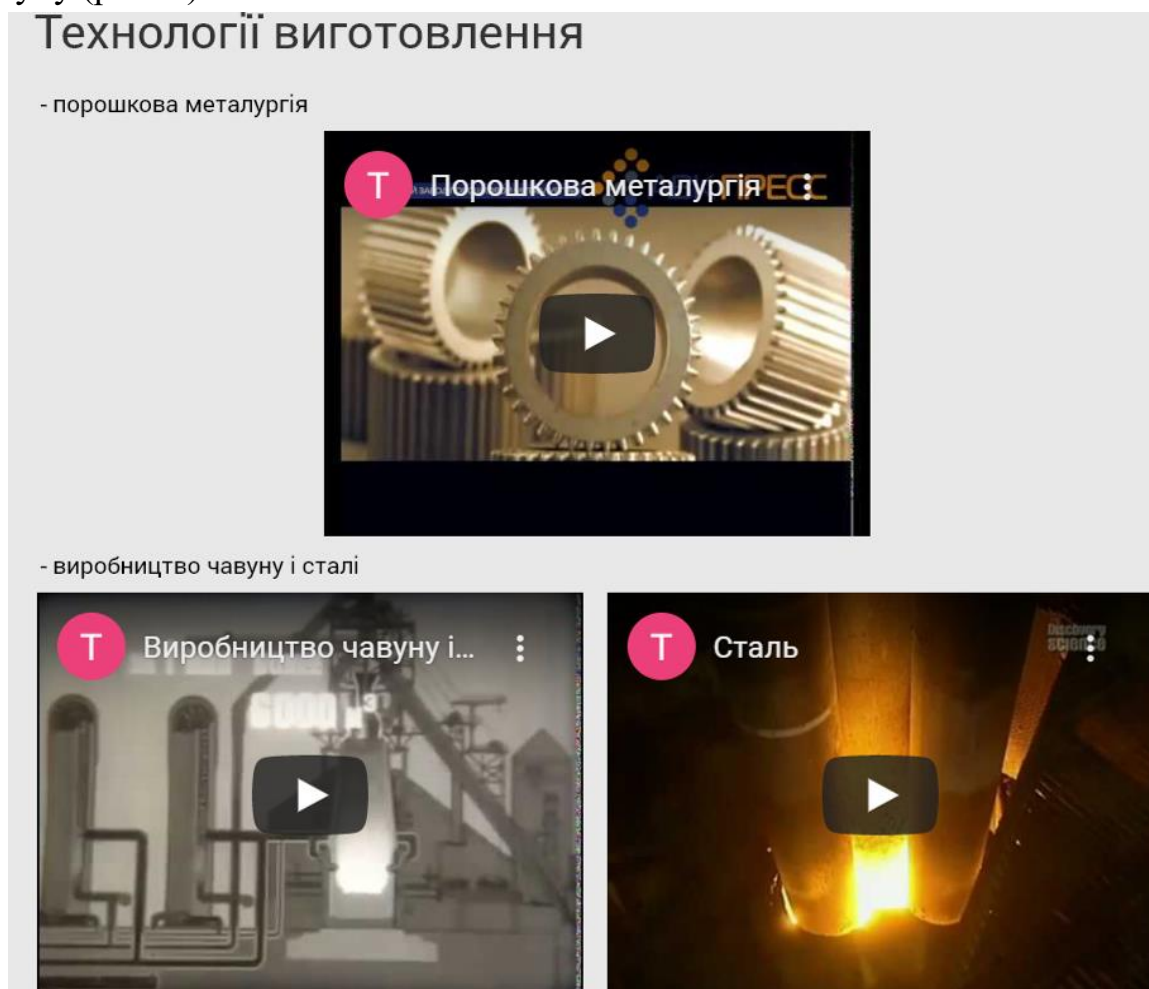


Рис. 5. Зміст папки «Технології виготовлення», де розташовані фільми українською мовою (<https://nubip.edu.ua/node/78144>)

Англомовні фільми присвячені виробництву алюмінію та міді (рис. 6).

Студенти, за допомогою сайтів і фільмів, повинні вивчити організаційні форми виробництва, раціональні технологічні процеси, вибір способів одержання виробів, пристроїв і обладнання, підбір технологічного

обладнання, інструменту, пристроїв, визначення технічного обґрунтування норм часу, технології складальних процесів, оформлення технологічної документації, підготувати звіт, відповідно до вимог, що наведені на сайті та здати на перевірку керівнику практики закінчений звіт.

Студенти отримають заліки по дистанційній виробничій практиці на кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства за результатами перевірки звіту та, можливо, додаткового спілкування.

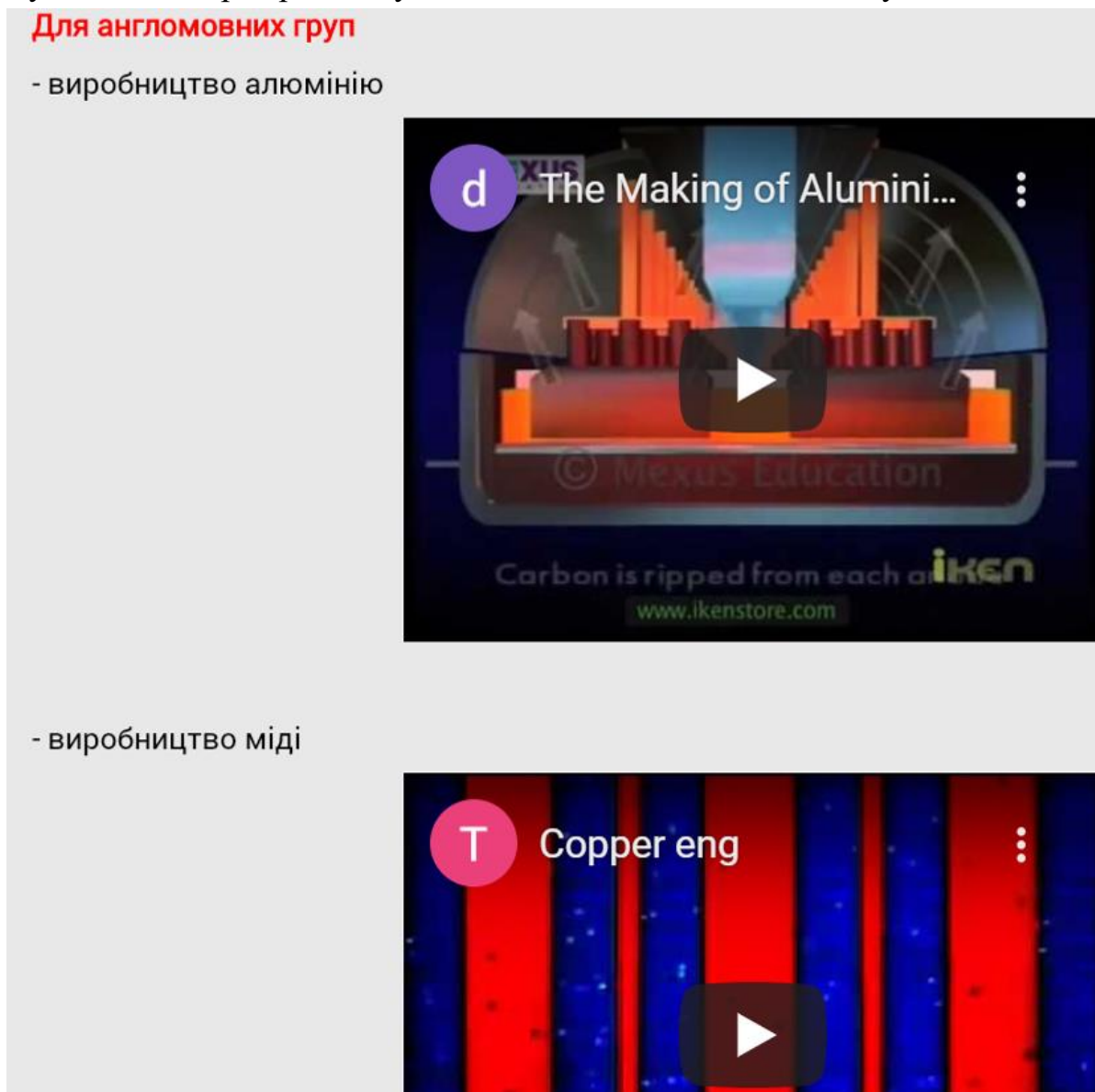


Рис. 6. Зміст папки «Технології виготовлення», де розташовані фільми англійською мовою (<https://nubip.edu.ua/node/78144>)

Слід відзначити, що аналіз переглядів фільмів по виробничій практиці (https://www.youtube.com/feed/my_videos) показав, що після відкриття доступу до сайту, за 1 день відбулося 73 перегляду фільмів, що присвячені технологіям отримання сталі, чавуну, міді та виробів методом порошкової металургії, а також технологіям, що існують на ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг».

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА У 2021 РОЦІ

Афтанділянц Є. Г., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відповідно до програми розвитку НУБіП «Голосіївська ініціатива - 2025», основна робота кафедри ТКМіМ у 2021 році планується в напрямку підвищення рівня викладання дисциплін англійською мовою, інтенсифікації наукових досліджень, розробки наукового проекту фундаментального дослідження для подання на конкурс у МОН України і створення на кафедрі міні металургійного циклу.

Підвищення рівня викладання дисциплін англійською мовою планується шляхом видання підручників, посібників і методичних вказівок на англійській мові.

Наукові дослідження кафедри включають моделювання процесу формування структури та властивостей металевих матеріалів, розробку ресурсозберігаючої технології покращення показників якості рослинних біоресурсів нановмісними препаратами, удосконалення методики комп'ютерного матеріалознавства та розвиток технології шліфування титану.

Спільно з кафедрою будівництва планується подача на конкурс у МОН України наукового проекту фундаментального дослідження за назвою «Розробка фізико-математичної моделі процесу тверднення при нормальних, від'ємних і підвищених температурах бетону, модифікованого наночастинками заліза, та армованого сталеві фібру».

Методика комп'ютерного матеріалознавства включає передачу зображення з мікроскопу на монітор комп'ютера за допомогою відеокамери та його аналіз комп'ютерною програмою ImageJ (Image Processing and Analysis in Java).

За допомогою керівництва НУБіП та факультету конструювання та дизайну кафедра ТКМіМ отримала в 2020 році термічну піч з температурою нагрівання 1300 °С. У випадку придбання плавильної індукційної електропечі ІСТ-0,005 (місткість 5 кг рідкого металу) та емісійного спектрометра СПАС – 0,5 (хімічний аналіз металу за 24 елементами), що були замовлені в 2020 році, на кафедрі ТКМіМ планується створення міні металургійного циклу.

Створення міні металургійного циклу надасть можливість виготовляти на кафедрі ТКМіМ високоякісні виливки, піддавати їх термічної обробці, а при необхідності зварювати або обробляти тиском. Це надасть можливість кафедрі ТКМіМ вийти на сучасний міжнародний рівень наукових розробок та їх впровадження.

УДК 631.358

НОВИЙ ПІДКОПУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧИЙ ОРГАН КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Корнюшин В.М., інж.

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства»*

Покращити показники роботи картоплезбиральних машин можливо за рахунок введення в технологічну схему пристроїв, що ефективно розрихлюють підкопаний картопляний ворох.

Максимальне руйнування ґрунтових грудок динамічною дією робочих органів без значних пошкоджень бульб можливе в зоні підкопування пласта, наприклад, бітерами встановленими над приймальною частиною основного елеватора. Перспективними є пруткові барабани, встановлені між лемішами і сепаруючим транспортером. Вони ефективно руйнують підкопаний пласт, відсівають частину ґрунту. Суттєвим недоліком їх є нерівномірне завантаження ворохом транспортера, оскільки ворох поступає у вигляді поздовжнього валка в центральній частині транспортера, через що не забезпечується якісна сепарація ґрунту на сепаруючих транспортерів.

В результаті аналізу відомих конструктивно-технологічних рішень побудови засобів збирання картоплі було запропоновано конструкційно-технологічну схему підкопувально-сепаруючого робочого органу картоплезбиральної машини (рис. 1).

Технологічний процес роботи картоплезбиральної машини з запропонованим робочим органом відбувається наступним чином. При русі машини бічні леміші 4 підкопують два суміжні рядки картоплі. Пруткові барабани 1 обертаються назустріч один одному, прутками захвачують і розпушують підкопаний лемішами шар картопляної грядки та одночасно направляють його на сепаруючий транспортер 5. Підкопаний ворох,

рухаючись по транспортеру 5, потрапляє на розподільник 2, який складається з двох крил, що розхилені на кут. Розподільник встановлено за прутковими барабанами над сепаруючим транспортером. При цьому загальний потік вороху розподіляється на два потоки, що починають рухатися вздовж крил розподільника. Частина вороху буде проходити під розподільником, оскільки він встановлений з зазором по відношенню до поверхні транспортера. Рухаючись вздовж крил, ворох розподіляється по ширині транспортера, а завдяки наявності зазору – вирівнюється по висоті. Таким чином, після розподільника 2 формується рівномірно розподілений по ширині сепаруючого транспортера 5 шар розпушеного вороху, що призводить до підвищення ефективності процесу сепарації на прутковому транспортері.

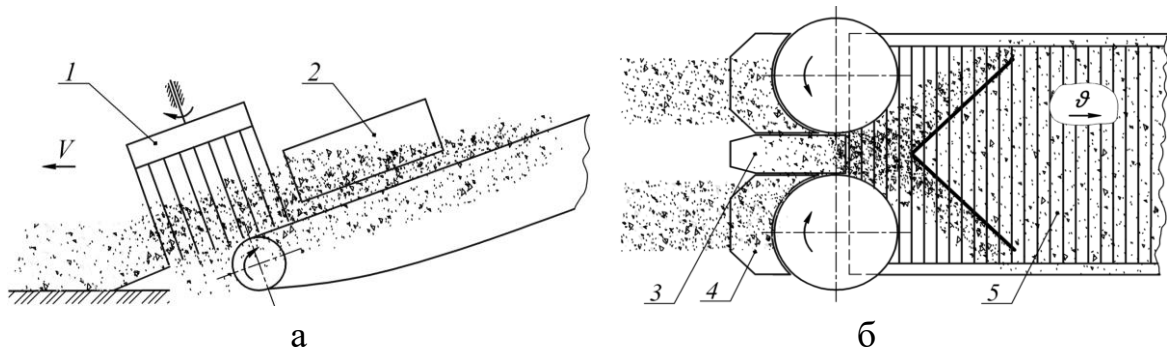


Рис. 1 Підкопувально-сепаруючий робочий орган картоплезбиральної машини: а) вид збоку; б) вид зверху

1 – пруткові барабани; 2 – розподільник; 3, 4 – лемеші; 5 – прутково-елеваторний транспортер.

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Афтанділянц Е.Г., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В зв'язку з поширенням дистанційного навчання, на кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства навчальну практику організували наступним чином.

На сайті кафедри в розділі навчальна робота була створена папка «Практика» (<https://nubip.edu.ua/node/1152/4>), що містить графік практик і папки «Навчальна практика» та «Виробнича практика» (рис. 1).

Головна · Структура університету · Факультет конструювання та дизайну · Кафедра технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства

— Головна
— Завідувач кафедри
— Навчальна робота
 • Атестація студентів
 Практика
— Наукова робота
— Співпраця
— Міжнародна діяльність
— Навчальні дисципліни
— Співробітники кафедри
— Патенти на винахід та патенти на корисну модель
— Участь у виставках
— Література та публікації
— Історія
— Робочі програми навчальних дисциплін

Практика
Навчальна практика
Виробнича практика

ГРАФІК ПРАКТИК
студентів факультету конструювання та дизайну на 2020 р.

Вид практики	Кількість тижнів	Термін проведення практики		Групи	Кафедра відповідальна за практику
		початок	кінець		
ОС «БАКАЛАВР»					
СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»					
1-й курс					
ТКМ	4	08.06	04.07	1,2	01.07 ТКМ ім(зав.лаб. Гранкін Г., проф. Лопатько К.Г.)

Рис. 1. Зміст папки «Практика» на сайті кафедри
(<https://nubip.edu.ua/node/1152/4>)

У папки «Навчальна практика» (<https://nubip.edu.ua/node/77793>) розташовані «Наскрізна програма практичної підготовки студентів», журнал з навчальної практики на кафедрі «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавства» частина 1 і 2 та методичні вказівки з навчальної практики за напрямками «Машинобудівні матеріали», «Механічна обробка на металорізальних верстатах токарної і фрезерної групи», «Слюсарна справа», «Шліфувальні верстати і абразивний інструмент», «Технологічний процес виготовлення ливарних форм і виливків», «Технологія обробки металів і сплавів тиском», «Зварювання металів і сплавів». Приклад оформлення папки «Навчальна практика» наведено на рис. 2.

Навчальна практика

НАСКРІЗНА ПРОГРАМА ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ [Тут](#)

ЖУРНАЛ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ «ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА» ЧАСТИНА 1 [Завантажити](#)

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ:

- МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ «ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА» «Машинобудівні матеріали»
- МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ «ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА» «Механічна обробка на металорізальних верстатах токарної і фрезерної групи»
- МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ «ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА» «Слюсарна справа»
- МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ «ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА» «Шліфувальні верстати і абразивний інструмент»

Рис. 2. Зміст папки «Навчальна практика» на сайті кафедри
(<https://nubip.edu.ua/node/77793>)

Старостам груп і всім студентам, що повинні, відповідно до графіку (<https://nubip.edu.ua/node/77925>), пройти навчальну практику на кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства були відправлені повідомлення на їх електроні пошти. В повідомленні було вказано, що відповідно до програми практики студенти повинні вивчити методичні вказівки, що розташовані в папці, тобто методички «Механічна обробка на металорізальних верстатах токарної і фрезерної групи», «Слюсарна справа», «Шліфувальні верстати і абразивний інструмент», «Газове і електродугове зварювання металів», «Обробка тиском металів і сплавів», «Технологічний процес виготовлення ливарних форм і виливків», що розташовані за адресою (<https://nubip.edu.ua/node/77793>), заповнити журнали навчальної практики з дисципліни “Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство” частина 1 і частина 2 (<https://nubip.edu.ua/node/77793>), виконати розрахунки та дати відповіді в журналах на поставлені питання, сфотографувати їх або в форматі “Word” відправити журнали керівникам практики на перевірку.

Студенти отримають заліки по дистанційної навчальної практики на кафедрі технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства за результатами перевірки заповнених журналів і можливого додаткового спілкування.

Необхідно позначити, що студент Лук'яненко Андрій група ГМаш-1902 через тиждень після початку навчальної практики виконав всі завдання по 1 частині та здав їх на перевірку керівнику практики зав. лаб. Гранкіну Г.А.

УДК: 621.87

КОНТЕНТ-АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ РУХОМ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ

Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.

Макарець В.В., аспір.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Оцінка методів оптимального керування вантажопідійомними кранами є актуальною науково-прикладною задачею. Результати контент-аналізу дозволять дізнатися напрямки та результати розв'язування задач оптимального керування вантажопідійомними машинами.

В роботі Х.І. Джафара [1] запропоновано метод зниження коливань вантажу на гнучкому за допомогою ПД- і ПД-регуляторів. Для дослідження запропонованого методу автор використав модель подвійного маятника. ПД-регулятор впливає на динаміку руху крана, а ПД-регулятор – на рух вантажу. Для налаштування ПД-регулятора використані наступні критерії: інтеграл абсолютної похибки та інтеграл квадратичної похибки. Для пошуку оптимальних коефіцієнтів регуляторів використано метод рою часток (PSO).

З. Мохамед у роботі [2] обґрунтував використання онлайн-адаптивної техніки формування команд для ефективного зниження динамічних навантажень на кран. Даний метод дозволяє враховувати зміну довжини підвісу і відхилення вантажу від вертикалі та знижувати стохастичні впливи на вантаж. Для дослідження запропонованого методу автор використовував двомасову модель крана. Результати використання методу керування рухом крана проводились в лабораторних умовах із зміною ваги вантажу і показали досить високу ефективність.

В роботі Х. Язічі [3] представлено альтернативний метод налаштування ПД регуляторів на основі задачі опуклої оптимізації. Для дослідів автор використовував двомасову модель з вантажем на гнучкому підвісі.

Й. Фанг з співавторами в дослідженні [4] запропонували метод адаптивного керування кранами. Для дослідження використано модель крана із вантажем на гнучкому підвісі. Запропонований метод базується на залежності швидкості руху кранового візка від кута відхилення вантажу. Керування проходить в два етапи.

О.Б. Неженцев з співавтором у статті [5] описав два розроблені способи гальмування вантажопідйомних кранів, що дозволяють значно зменшити амплітуду коливань вантажу та динамічні навантаження. Перший спосіб полягає у поетапному гальмуванні електроприводом крана механічним гальмом за виведеним ними законом. Другий спосіб полягає у вимірюванні поточної маси вантажу і введенні в роторне коло ротора двигуна відповідного опору для зменшення динамічних навантажень на кран.

В роботі К. Ванг [6] із співавторами дослідили можливість оптимізації керування краном за допомогою нечітких ПД-регуляторів і перетворювача частоти. Для дослідження використовувалась двомасова модель крана. Нечіткі ПД-регулятори використовуються для зменшення коливань вантажу шляхом керування швидкістю приводу за рахунок перетворювача частоти. Налаштування нечітких регуляторів проходило в три етапи: встановлення обмежень, визначення помилок та швидкості їх зміни в часі на основі табличних значень, а також розрахунок значень коефіцієнтів регулятора.

Я. Смочек у роботі [7] запропонував новий підхід до керування, який базується на прогнозуванні виникнення коливань вантажу та обмеження їх за допомогою керування, що отримано на базі методу рою часток. В ході досліджень автором був запропонований модифікований метод рою часток GPC-PSO. Метод оптимізації рою часток застосовується для визначення оптимального керування рухом крана. У дослідженні автор застосовував двомасову модель крана із вантажем на гнучкому підвісі.

Х.І. Джафар з співавтором в статті [8] запропонували метод оптимального керування краном за допомогою ПІД-регуляторів налаштованих за допомогою методу рою часток. Моделювання руху проводилось для двох гаків з вантажем та без нього, що дало змогу враховувати при оптимізації увесь цикл переміщення візка.

Х. Лю із співавторами у роботі [9] запропонував метод планування траєкторії руху крана, який ґрунтується на кривих Безьє та методу оптимізації рою частинок PSO-BC. При розрахунку використовувалась двомасова модель крана із вантажем на гнучкому підвісі. Авторам вдалось отримати обмеження коливань вантажу.

Х. Чен із співавторами у дослідженні [10] запропонували новий оптимізований за часом метод планування траєкторій руху крана. Зокрема, на основі метода диференціальної площини спочатку визначається початок руху системи, після цього розраховується траєкторія руху системи, яка має вигляд кривої В-сплайну, що забезпечує плавність руху системи.

Список використаних джерел:

1. H. I. Jaafar. Efficient control of a nonlinear doublependulum overhead crane with sensorless payload motion using an improved PSO-tuned PID controller. H. I. Jaafar, Z. Mohamed, N. A. Mohd Subha, A. R. Husain, F. S. Ismail, Liyana Ramli, M. O. Tokhi, M. A. Shamsudin. Journal of Vibration and Control. 2018, pp. 1-15.
2. Z. Mohamed. Adaptive output-based command shaping for sway control of a 3D overhead crane with payload hoisting and wind disturbance. Auwalu, M. Abdullahi, Z. Mohamed, H. Selamat a , Hemanshu, R. Pota, M.S. Zainal Abidin, F.S. Ismail, A. Haruna. Mechanical Systems and Signal Processing 98. 2018, pp. 157-172.
3. Hakan Yazici. LMI-based design of an I-PD+PD type LPV state feedback controller for a gantry crane. Ayhan Aktas, , Mert Sever. Transactions of the Institute of Measurement and Control. 2018, pp. 1-16.
4. Yongchun Fang. Optimal trajectory planning and tracking control method for overhead cranes. He Chen, Yongchun Fang, Ning Sun. IET Control Theory & Applications. 2016, Vol. 10, Iss. 6, pp. 692-699.

5. Неженцев О.Б. Оптимізація параметрів частотного керування при гальмуванні кранів мостового типу. Неженцев О.Б., Збітнєв П.В. Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2017, 176-181 с.
6. Kai Wang. Optimization of Bridge Crane Control System Using Fuzzy PID Control and Speed Control of Frequency Converter. Qicai Zhou, Kai Wang, Xiaolei Xiong, and Jiong Zhao. Journal of Physics: Conference Series. 2021, 1-11.
7. Jaroslaw Smoczek. Particle Swarm Optimization-based Multivariable Generalized Predictive Control for an Overhead Crane. Jaroslaw Smoczek, Janusz Szpytko. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics. 2016, pp.108-135.
8. Hazriq Izzuan Jaafar. PSO-Tuned PID Controller for a Nonlinear Double-Pendulum Crane System. Hazriq Izzuan Jaafar and Zaharuddin Mohamed. Springer Nature Singapore. 2017, pp. 203-215.
9. Huasen Liu. Using the Bezier Curve and Particle Swarm Optimization in Trajectory Planning for Overhead Cranes to Suppress the Payloads' Residual Swing. Huasen Liu, Wenming Cheng. Mathematical Problems in Engineering Volume. 2018, pp. 1-13.
10. He Chen. Optimal trajectory planning and tracking control method for overhead cranes. He Chen, Yongchun Fang, Ning Sun IET ControlTheoryAppl., 2016, pp. 692-699.

УДК621.74.041; 621.74.045; 621.742.4

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ВИРОБІВ ІЗ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Семеновський О.Є., к.т.н., доц.

Михнян О.В., к.т.н., асист.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Завдяки специфічним поєднанням фізичних, хімічних та механічних властивостей титан та сплави на його основі відносяться до ряду найбільш передових матеріалів сучасності. Його використовують в аерокосмічній, машинобудівній галузях, енергетиці, медицині та деяких інших. Для цього

виду сплавів характерними є дуже висока питома міцність, корозійна стійкість, низький модуль пружності та висока твердість. Проте виробництво з них готових деталей є багатостадійним і досить витратним, тому що включає велику кількість етапів обробки тиском від великогабаритного титанового злитка, або сляба до кінцевої продукції. Такі процеси обумовлюють надзвичайно високу вартість кінцевої продукції, призводять до утворення великої кількості некондиційних відходів та негативно впливають на її якість.

Сучасні тенденції розвитку технологій отримання виробів з титанових сплавів передбачають постійне створення нових композицій, технологій модифікування, розробки специфічних методів термічної та деформаційної обробки, а також їх поєднання. Це дає можливість покращення якості та властивостей готових виробів, проте не менш важливою задачею залишається суттєве зниження вартості готової продукції.

Для одержання малогабаритної титанової продукції в одиничному та дрібносерійному виробництві, наразі, можливо використовувати адитивні технології, що дозволяють отримувати за допомогою 3D-друку порошком титану готову деталь. Проте такий метод, так само, не є оптимальним.

Для титанових деталей, одержаних за допомогою 3D-друку є характерними висока вартість порошків для друку, низька продуктивність виробництва, обмеження геометрії деталей та їх розмірів, велика пористість та мікродефекти та анізотропність механічних властивостей. Багато спеціалістів схиляються до того, що адитивні технології поки що не здатні виготовляти широкий ряд продукції із задовільним співвідношенням «ціна/якість».

З огляду на розглянуті питання, стає очевидним, що споживачі та виробники титанової продукції розраховують на економічно доцільні технології одержання якісних титанових деталей широкого спектру призначення.

Як відомо, ливарні технології є добре відомим та вельми надійним способом одержання більш дешевої та менш відхідної готової продукції. Однак через високу реакційність титанових розплавів наразі не існує універсальних ливарних технологій, які б поєднуючи процеси плавлення та формоутворення, дозволяли отримувати якісну продукцію.

Для плавлення та лиття саме титанових сплавів існує незначна кількість технологічних рішень, серед яких, одним з найбільш перспективних та промислово-придатних є електронно-променева ливарна технологія (ЕПЛТ), розроблена у ФТІМС НАН України. В умовах ЕПЛТ є можливість використовувати широкий перелік режимів плавлення та лиття у різні ливарні форми, що дозволяє керувати структурою та властивостями виливків із титанових сплавів.

Для виробництва тонкостінного титанового литва, деталей складної конфігурації та одиничних виробів найбільш доцільним є використання методу лиття в керамічні оболонкові форми. Вони виготовляються за моделями, що видаляються, за умови використання максимально інертних керамічних матеріалів форм для виготовлення оболонок та надійних керамічних сумішей для забезпечення механічних і теплофізичних властивостей форми загалом.

Крім матеріалу форми на формування якості виливка впливає разова модель, за якою виготовляють ливарну форму. В практиці ливарного виробництва зазвичай використовують воскові та пінополістиролові разові моделі, які отримують в прес-формах. Для одиничного та малосерійного виробництва при виготовленні разових моделей виливків складної геометрії доцільним є використання адитивних технологій (3D друк та фрезери з ЧПК). В такому випадку використання пінополістиролу та воску для тонкостінних моделей може бути обмеженим через їх низьку міцність. А перспективними матеріалами для разових моделей є пластики.

Поєднання ливарних та адитивних технологій дозволить одержувати якісні титанові виливки з широкою номенклатурою виробів та суттєвої економії ресурсів і часу, що особливо важливо для важкооброблюваних титанових сплавів.

УДК 621.74.046

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ФОРМУВАННЯ МЕТАЛЕВОЇ ОСНОВИ БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ

Похиленко Г.М., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Високолеговані сплави робочого шару біметалевих виливків характеризуються високою твердістю і зносостійкістю, однак мають низькі механічні властивості, перш за все в'язкість. Тому до матеріалу металу-основи пред'являються підвищені вимоги до механічних властивостей (межа міцності і плинності, ударна в'язкість тощо) і конструктивної міцності, тобто міцності, яка характеризує можливість протидіяти руйнуванням при наявності високих динамічних навантажень і концентрацій напружень.

Виходячи з цього, в якості матеріалу металу-основи найбільш доцільно

використовувати низьколеговані (до 2-3% легуючих елементів) хромомарганцовисті, хромомолібденові і інші сталі, які, поряд з високими механічними властивостями, мають підвищені показники твердості і зносостійкості. Як приклад сталей, що застосовуються в якості металу-основи біметалевих виливків, можна назвати сталі: 25Л, 30Л, 45Л, 35ХГСЛ, 35ХМЛ, 25ГСЛ, 30ХГТ, 30Х2МЛ, 35ХНЛ.

Вуглець робить основний вплив на властивості сталей. При збільшенні змістом вуглецю підвищуються твердість і міцність і зменшуються пластичність і в'язкість.

Марганець підвищує зносостійкість сталі. Крім цього, марганець і кремній розчиняються в фериті і підвищують його твердість і міцність.

Молібден істотно збільшує міцність сталі, зміцнюючи феритну основу і підвищуючи дисперсність структури, а також знижуючи схильність сталі до відпускнуї крихкості.

Хром підвищує зносостійкість і міцність сталей. При відносно малому вмісті хрому в сталях утворюється карбід заліза Fe_3C , в якому може бути розчинено до 18 - 20% хрому, тобто легований цементит.

Нікель підвищує міцність сталі при одночасному збільшенні пластичності і в'язкості, зменшує чутливість до концентраторів напруги і знижує температуру порогу холодноламкості. Легування сталей невеликою кількістю титану, ванадію, ніобію (0,05 - 0,15%) подрібнює зерно, що знижує поріг холодноламкості і чутливість до концентраторів напружень. При більшому вмісті цих елементів опір сталі крихкому руйнуванню зменшується в результаті виділення великої кількості карбідів по межах зерен.

У випадках, коли метал-основа виконує переважно технологічні функції (основа для кріплення до корпусу, конструктивних елементів устаткування та ін.), доцільно використовувати низьковуглецеві сталі, які мають високі показники пластичних властивостей, ударної в'язкості, опору втоми, низький поріг холодноламкості, а також необмежено зварюються.

Відсутність значних ударних навантажень дозволяє використовувати в якості металу-основи середньовуглецеві сталі, які в порівнянні з низьковуглецевими мають більш високу міцність при більш низькій пластичності. В умовах підвищених вібрацій і ударно-динамічних навантажень в якості металу-основи раціонально використовувати матеріали, що мають високі демпфуючі властивості, серед яких можна виділити сірі чавуни.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМ ДИСТАНЦІЙНОГО ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА І ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Семеновський О.Є., к.т.н., доц.

Похиленко Г.М., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Метою практики є закріплення знань студентів з дисципліни «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів», ознайомлення з сучасними технологіями виробництва деталей машин та організацією виробничого процесу на заводах автотракторного та сільськогосподарського машинобудування, здобуття практичних навичок при роботі на металорізальних верстатах та на складальних роботах.

Під час практики студенти вивчають технологічні процеси, знайомляться з конструкцією верстатів, з робочими інструментами та пристосуваннями, виконують індивідуальні завдання на розробку маршрутних та операційних карт, знайомляться з організацією роботи в цехах, їх техніко-економічними показниками, збирають матеріал для складання звіту по практиці, надають допомогу заводіві у виконанні виробничих завдань.

В період практики студенти повинні вивчити та відобразити в звітах по практиці такі питання:

- характеристики металообробних верстатів, технологічний процес виготовлення деталей, матеріали деталей, різальні інструменти та матеріали для їх виготовлення;
- вимірювальні інструменти, що застосовуються при виготовленні деталей, режими обробки, норми часу на виконання операцій;
- складання вузлів машин, організація виробництва складання, пристрої, інструмент, випробування вузлів і агрегатів, фарбування машин;
- перелік матеріалів, які використовуються в процесі виробництва заготовок /метали, феросплави, скрап, паливо, флюси, вогнетриви;
- плавильні агрегати, їх коротка технічна характеристика, марки чавуну та інших сплавів, хімічний склад, механічні властивості;
- обладнання, склад формувальних та стержневих сумішей;
- обладнання, методи формовки, сушильні печі;

- методи заливки металу, перелік обладнання, яке застосовується, очистка виливок, техніка безпеки в ливарних цехах;
- нагрівальні пристрої, їх назви, паливо, вибір температури нагрівання, молоти та преси, їх технічна характеристика, перелік поковок, які виготовляються в цеху, техніка безпеки при роботі на пресах;
- обладнання, види термообробки, температурні режими, перелік деталей, які проходять термообробку, структура матеріалу до і після термообробки, контроль якості;
- види зварювальних робіт, перелік обладнання, контроль якості зварювання;
- основні методи обробки металів різанням, ознайомлення з різальним і вимірювальним інструментом, елементи геометрії різальних інструментів, токарні різці, заточування інструментів: перелік інструменту та заточеного обладнання, характеристика абразивних інструментів, які використовуються, поняття про режим обробки, їх аналіз, знайомство з конструкцією металообробних верстатів, верстати з ЧПУ, здобуття практичних навичок при роботі на верстатах: токарних, свердлильних, фрезерних, стругальних, довбальних, шліфувальних, ознайомлення з прогресивною технологією механічної обробки деталей;
- марки інструментальних сталей і твердих сплавів, що застосовуються для різноманітних видів різального інструмента, технологія виготовлення різців, свердел, розверток, фрез, протяжок та інших різальних інструментів.

УДК 631.363:636

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ І ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАШИН

Ребенко В.І., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сільськогосподарські як і інші машини й процеси відповідно до системних уявлень можуть реально існувати й функціонувати лише в складі різних систем. Машинні агрегати, технологічні лінії й виробничі об'єкти (кормоцех, тваринницькі ферми, комплекси тощо) правомірно віднести до складних або великих систем. Наприклад, залежно від завдань випробувань можна виділити такі системи, як «машина – зовнішнє середовище»,

«машинний агрегат – людина», «машина – тварина», «контингент тварин – механізована ферма», «тваринницький комплекс» тощо. Отже, складні технічні й технологічні системи у тваринництві й кормовиробництві являють собою багаторівневу впорядковану сукупність об'єктів, що складаються із взаємодіючих елементів, поєднаних у підсистеми різних рівнів і типів. Залежно від фізичної природи й виду зв'язки між елементами розрізняють механічні, енергетичні, біологічні й інформаційні системи. Якщо елементами випробуваних систем виступають технологічні комплекси з колективами людей-операторів, то такі системи називаються організаційно-технічними, або ергатичними. Якщо в таку систему включаються живі організми, то вона стає біотехнічною.

Основна особливість біотехнічних систем у тваринництві полягає в тому, що їх функціонування ґрунтується на взаємодії біологічних компонентів (людей, тварина) з технічними елементами (машини, будівлі, споруди). У загальному випадку структура біотехнічної системи може бути представлена у вигляді моделі, що полягає із трьох ланок: «людина – машина – тварина». На відміну від ергатичних систем, головним елементом яких виступає людина, у біотехнічних системах найбільш важливим компонентом є тварина, оскільки ефективність їх функціонування досягається як за рахунок найбільш економічного, якісного й інтенсивного перетворення тваринами кормової сировини в готову продукцію, так і належного забезпечення за допомогою засобів механізації й проектно-будівельних рішень тваринницьких будівель усіх процесів життєдіяльності.

Виходячи із цього, зміст системних завдань випробувань біотехнічних систем буде зводитися до розгляду основних проблем: оцінки створення необхідних (оптимальних) умов для підвищення продуктивності тварин і забезпечення інтенсифікації праці фахівців і працівників тваринницьких ферм по оптимальному керуванню біотехнологічними процесами.

Складні системи звичайно характеризуються певною ієрархічною структурою, багатомірністю, багатозв'язаністю й складним динамічним характером взаємодії елементів і підсистем. За їхніми межами можуть діяти більші крупні фактори зовнішнього середовища, що входять у систему вищого порядку.

Аналіз функціонування об'єктів різної фізичної природи (машин, обладнання, технологічних ліній тощо, взаємодіючих з оброблюваними матеріалами, тваринами, будівлями, навколишнім середовищем і залежних від техобслуговування й ремонту) як цілісної системи звичайно здійснюється за допомогою спеціальних формалізованих методів – функціонального, морфологічного й інформаційного. Ці методи, застосовувані послідовно,

дозволяють виділяти взаємозалежні елементарні структурні одиниці (підсистеми) об'єкта, окреслювати контури структури й відносини між елементами – етап декомпозиції й структуризації; оцінювати властивості й параметри – етап параметризації; установлювати залежності між параметрами підсистем, що діють зовнішніми й внутрішніми факторами й одержуваними показниками – етап ідентифікації, а потім здійснювати вивчення отриманих даних або моделей формалізованими методами аналізу й синтезу.

Морфологічні властивості системи визначаються в основному характером зв'язку між елементами й аналізуються починаючи з елементів верхніх рівнів структури. Зазвичай визначають речовинні, енергетичні й інформаційні зв'язки. Речовинні зв'язки характеризують обмін, перенос або перетворення характеристик оброблюваного матеріалу, енергетичні – енергосилову взаємодію елементів, а інформаційні – накопичення, передачу, обробку й аналіз інформації про роботу системи, у тому числі із застосуванням засобів автоматики й мікропроцесорної техніки. У підсумку функціонального й морфологічного опису виявляється й викреслюється структура системи як ієрархічна сукупність елементів і зв'язків між ними. Ієрархічна структура системи представляється у вигляді структурного графа. Вершина графа зображує головні виконавчі й керуючі елементи (об'єкти) системи, а ребра – різні види взаємозв'язків і взаємини між ними.

Інформаційний опис системи уточнює структуру фізичних величин, що характеризують інформаційні зв'язки. Він визначає залежність функціональних і морфологічних властивостей системи від характеру, якості й кількості внутрішньої й зовнішньої інформації, у тому числі й керування системою.

У біотехнічній системі «машина – тварина» можна виділити підсистеми 3-4 рівнів. Підсистема першого (технологічного) рівня включає сукупність основних робочих органів і технологічних процесів, виконуваних машиною, на які впливає зовнішнє середовище (поле, ферма й т.п.). Підсистема другого рівня включає сукупність конструктивних елементів робочих органів і робочих процесів, що складають кожний технологічний процес, а також систему зв'язків між оброблюваними матеріалами в даному процесі. Третій рівень підсистем можна задавати сукупністю операцій/параметрів деталей, що становлять робочий вузол, оброблюваних матеріалів і тварин.

Надмірне ускладнення системи за рахунок включення в неї великої кількості підсистем і елементів утрудняє розв'язок завдань випробувань. Тому в систему прагнуть включати тільки органічно пов'язані з нею елементи, які впливають на показники її функціонування.

Складність (порядок) випробуваної системи характеризується кількістю незалежних змінних, необхідних для опису її структури й стану. Підвищення складності структури сполучене зі збільшенням числа потребуючих обліку взаємодій між елементами. Для опису найпростіших елементів систем першого порядку досить однієї змінної. Звичайно випробувані системи мають високий порядок, тому що число врахованих незалежних змінних досягає значного числа (3...5 і більше).

У відповідності зі структурним графом або деревом системи складається програма випробувань, уточнюється перелік показників якості її елементів, а потім розробляється модель загального функціонування системи.

Уся сукупність технологічних і виробничих процесів, здійснюваних системою, визначає особливості її функціонування. Взаємодія (функціонування) складових частин системи (елементів і об'єктів) з оброблюваними матеріалами або зовнішнім середовищем проявляється звичайно в сумарному виді й характеризується тими або іншими вихідними показниками (агрозоотехнічними, експлуатаційними, енергетичними й ін.).

Важливою новою властивістю систем є їхня керованість, що характеризується гнучкістю пристосування машин до різних умов, точністю й стійкістю роботи, наявністю засобів автоматики, мікропроцесорної техніки, що підвищує ефективність роботи. Підхід до випробування таких складних систем включає наступні основні етапи: розгляд системи як цілого, що має властивості, які відрізняються від сукупності властивостей його елементів; дослідження елементів як самостійних систем і, у свою чергу, розгляд самої системи як елемента (підсистеми) іншої (більш складної) системи; аналіз усього різноманіття властивостей елементів системи, зв'язків між ними й властивостей системи в цілому; оцінка оптимальності структури й процесів функціонування системи з урахуванням підпорядкування завдань її елементів до загальної мети.

Випробування об'єкта як системи в широкому змісті передбачають насамперед одержання вичерпних у зональному аспекті показників і побудову при необхідності його моделі експериментальними методами. Модель (опис об'єкта на тій або іншій мові) відображає групу його основних властивостей і представляється звичайно у вигляді відзначеного вище функціонального, морфологічного й інформаційного опису.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ І РЕМОНТНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ

Ревенко Ю.І., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ремонтопридатність – це властивість об’єкта бути пристосованим до підтримання та відновлення стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту [1].

Основними одиничними показниками ремонтпридатності є: імовірність відновлення; щільність розподілу імовірності відновлення; середня інтенсивність відновлення; середня тривалість відновлення; гамма-відсоткова тривалість відновлення; середня трудомісткість технічного обслуговування.

В технічній літературі і стандартах [1, 2], ремонтпридатність – властивість об’єкта, що полягає в пристосованості до попередження, виявлення та усунення відмов і пошкоджень, а також до відновлення його деталей або їх окремих конструктивних елементів, які втратили частково або повністю працездатність і ресурс, шляхом проведення технічного обслуговування, діагностування, ремонтів та відновлення.

Введення в визначення ремонтпридатності пристосованості зношених деталей об’єкта до відновлення піднімає його роль в підвищенні якості відремонтованої техніки, а також надає нового значення терміну (відновлення).

Вказаний термін доцільно використовувати до капітального ремонту машин і їх агрегатів, коли забезпечують встановлений нормативними документами ресурс відремонтованої техніки, а не її працездатний стан.

Пристосованість зношених деталей до відновлення може бути кількісно оцінена таким одиничним показником, як імовірність відновлення деталей. Показник вказує на ймовірність того, що в межах заданої сукупності всі деталі будуть відновлені [1].

Технологічність конструкції – це сукупність властивостей конструкції виробу, які проявляються у можливості оптимальних (найвигодніших техніко-економічних) витрат праці, коштів, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті виробу [2].

Ремонтна технологічність – технологічність конструкції виробу при всіх видах ремонту, крім поточного. Ремонтна технологічність виробу повинна проявлятися в скороченні витрат часу і коштів на конструкторську і технологічну підготовку ремонтного виробництва, на виконання процесів капітального ремонту виробів і відновлення зношених деталей. При відпрацюванні виробу на технологічність конструкції необхідно враховувати технологічність деталей, що підлягають відновленню. Під технологічністю відновлюваної деталі слід розуміти сукупність властивостей об'єкта, які проявляються у можливості оптимальних витрат часу і коштів при її відновленні із забезпеченням заданої якості в прийнятих умовах ремонтного виробництва.

В ГОСТ 18831-73 [3] не знайшли відображення показники, що характеризують ремонтну технологічність конструкцій в умовах капітального ремонту виробів і відновлення зношених деталей, включаючи корпусні деталі.

Представляється доцільним для оцінки ремонтної технологічності корпусних деталей в якості показників застосовувати: технологічну собівартість і трудомісткість відновлення, рівень ремонтної технологічності в порівнянні з базовими показниками, коефіцієнти, що характеризують використання в відновлюваних корпусних деталях швидкозмінних покупних деталей (втулок, вставних сідел), ремонтних розмірів, ремонтного матеріалу для металопокриттів.

Встановленні нормативні значення зазначених коефіцієнтів для різних типів ремонтних виробництв дозволяють зробити висновок про ступінь досконалості технології відновлення зношених корпусних деталей та їх складальних одиниць, а також ремонтну технологічність конструкцій корпусних деталей.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
2. ДСТУ ІЕС 60706-3:2008. Ремонтпридатність устаткування. Частина 3. Перевірка, збір, аналіз і подання даних (ІЕС 60706-3:2006, IDT).
3. ГОСТ 18831-73. Технологичность конструкций. Термины и определения.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ПОГЛИНАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ СОРБЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Калівошко М.Ф., к. с.-г. н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Все більш широкого застосування набувають сорбенти [1], як ефективні засоби очищення довкілля, в першу чергу, ґрунтів і води від нафтопродуктів. На практиці, для поглинання паливно-мастильних матеріалів, в залежності від природно-кліматичних зон, використовується велика кількість сорбентів мінерального походження [2]. Різного роду та походження мінеральну сировину, як побічну продукцію промисловості, дешеву та доступну, яка в великих кількостях накопичується безпосередньо в місцях народногосподарської діяльності [3], можна використовувати в якості сорбентів. Важливо знати, якими сорбційними властивостями характеризуються такі сорбенти, при різних температурах.

Метою наших досліджень було вивчити поглинальну здатність нафтопродуктів сорбентами мінеральної природи при різних температурних показниках.

За результатами наших досліджень на рис. 1 та рис. 2 продемонстрована поглинальна здатність нафтопродуктів матеріалами природного походження, в залежності від температурних умов. Вплив температури, в межах від 0 до +40°C на поглинання бензину не значний. Ймовірно, з ростом температури, ми стикаємося з процесом протилежно направленої дії факторів, а саме, в'язкості і звичайного зниження сорбційної здатності матеріалів. Явище, коли з ростом температур, спостерігається деяке підвищення поглинаючої здатності матеріалів, що досліджуються відносно бензину, обумовлене, можливо, фактором заповнення бензином ізольованих пор малих та дуже малих розмірів. В області ж від'ємних температур, мабуть, через замерзання частинок води в мікропорах сорбентів, поглинальна здатність їх знижується.

Системне зниження поглинальної здатності мінеральними сорбентами дизельного пального, із зростанням температури, в інтервалі від 0 до 40°C, обумовлене як зниженням в'язкості рідкої фази нафтопродукту, так і слабким екзотермічним характером процесу між частковою взаємодією молекул

дизельного пального і поверхонь поглиначів. В області від'ємних температур через замерзання води, яка знаходиться в порах сорбентів, спостерігається зниження поверхні поглинання і, як наслідок, – незначне зменшення поглинальної здатності.

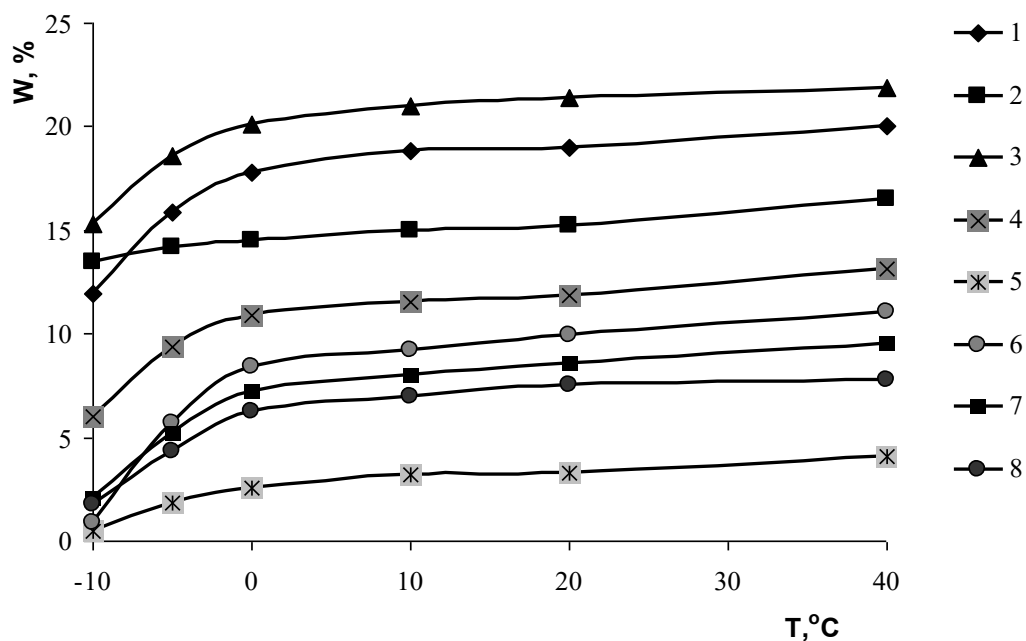


Рис. 1. Вплив температури на поглинаючу здатність матеріалів в відношенні до бензину: 1 – туф; 2 – каолінит; 3 – газобетон; 4 – попіл ТЕЦ; 5 – шлак коксохімічний; 6 – шлак металургійний; 7 – пісок шламовий; 8 – пісок річковий

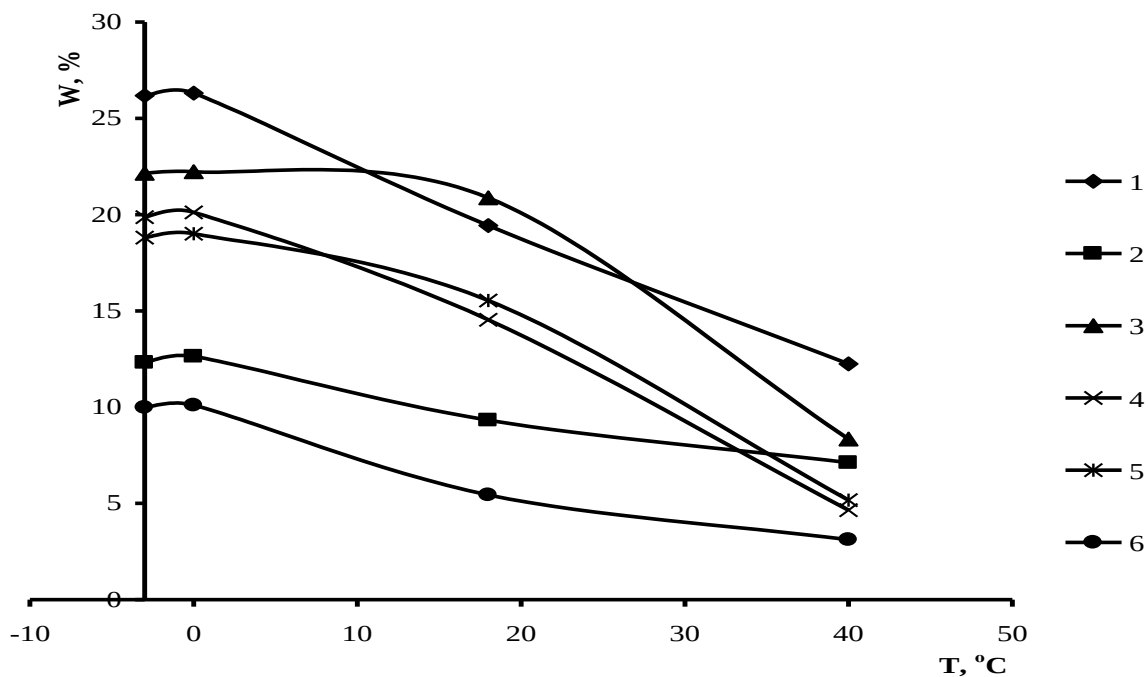


Рис. 2. Вплив температури на поглинаючу здатність матеріалів в відношенні до дизельного палива: 1 – каолінит; 2 – саманна крихта; 3 – коксохімічний шлак; 4 – металургійний шлак; 5 – пісок річковий; 6 – пісок шламовий

Висновки. При підвищенні температур, в межах від -10 до +40°C, спостерігається деяке підвищення поглинальної здатності бензину мінеральними сорбентами, що зумовлено його фізико-хімічними властивостями та особливостями процесів поглинання сорбентами, а поглинальна здатність дизельного пального сорбентами стабільно знижується зі зростанням температурних показників через зниження в'язкості нафтопродукту.

Список використаних джерел:

1. Діюк В.Є. Вуглецеві сорбенти. Одержання, будова та властивості: навчальний посібник /В.Є.Діюк, К. КНУ ім.. Шевченка. К.: ВПЦ «Київський університет». 2017. 143 с.
2. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки от нефтепродуктов. К.: Наукова думка, 1981. 208 с.
3. Швед Д.И. и др. Углеродные сорбенты растительного происхождения для очистки грунтовых и водных поверхностей от нефти. Экотехнологии и ресурсосбережение. 2003. №4. С. 29-31.

УДК 621.391

BRIEF QUANTITATIVE ANALYSIS OF DYNAMICAL SYSTEMS IDENTIFICATION

*Romasevych Yu.O., Doct of Tech. Sc., Prof.
Liashko A.P., Cand. of Tech. Sc.*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

One of the elements in the problem of optimal control is a mathematical model of the plant. It is crucial because it reflect the dynamics of the plant. That is why, it should be properly developed. Such a problem is connected with identification of the plant.

The modern approach in this area refers to the artificial neural network application. Indeed, the latter may approximate quite complicated dependencies.

In order to show the interest of world scientific community to the mentioned problems we have observed the database Web of Science by the query „identification AND ANN” and „identification AND Neural Networks”. All the received data are given in Table 1.

Table 1 – Number of scientific articles indexed in Web of Science for 2020-2012 period

Query by	Year									Overall
	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	
Query „identification AND ANN”										
topic	369	330	289	259	211	254	193	203	214	3986
title	4	11	7	8	5	6	9	7	8	129
Query „identification AND Neural Networks”										
topic	4330	3959	2999	2234	1741	1554	1336	1255	1237	35010
title	364	376	304	212	155	135	130	130	136	4346

Data in Table 1 support the statement about great interest of the solving identification problem by application of approximation features of artificial neural networks. The interest is increasing.

Thus, the one, who came across with the identification problems, should consider neural networks.

УДК 614.841

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКРАНІВ У ҐРУНТІ ДЛЯ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ВІБРАЦІЙ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ШПУНТОВОГО ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ

Мар'єнков М.Г., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Метою роботи є виконання вібродинамічних обстежень ґрунту та будівельних конструкцій при влаштуванні шпунтового огородження котловану на будівельному майданчику об'єкту по вул. Московська, 7 у Печерському районі м. Києва з метою контролю вібродинамічних впливів на ґрунт та конструкції прилеглої будівлі за адресою вул. Московська, 5.

Поставлена мета досягається виконанням вимог норм України та країн Єрсоюзу [1-3] та наступних робіт:

- виконання вібродинамічних досліджень коливань поверхні ґрунту та конструкцій прилеглої будівлі на вул. Московська, 5 при роботі віброактивного обладнання з метою визначення динамічних характеристик до початку бурових робіт;

- виконання вібродинамічних досліджень коливань поверхні ґрунту на майданчику будівництва при роботі віброактивного обладнання в процесі влаштування паль шпунтового огороження котловану (у віддаленні від прилеглої будівлі); обробка та аналіз записів вібрацій; визначення зони можливого динамічного впливу на конструкції прилеглих будівель;
- розробка рекомендацій щодо процесу влаштування паль шпунтового огороження;
- розрахункова оцінка ефективності захисного екрану, влаштованого вздовж фундаменту прилеглої будівлі;
- виконання вібродинамічних досліджень коливань поверхні ґрунту та конструкцій прилеглої будівлі на вул. Московська, 5 при влаштуванні паль шпунтового огороження (в безпосередній близькості до будівлі); обробка та аналіз записів вібрацій; оцінка фактичної ефективності захисного екрану.

Шпунтове огороження складається з 114 буронабивних паль Ø820 мм довжиною 16,3 та 18,4 м; 47 паль Ø1000 мм довжиною 16,3 та 18,4 м; 168 паль Ø300 мм та 26 паль Ø300 мм довжиною 3,8; 6,0 та 8,1 м.

З метою збереження існуючого технічного стану будівлі по вул. Московська, 5 розроблено проект та на період виконання досліджень влаштовано конструкції захисного екрану вздовж фасаду будівлі, який безпосередньо прилягає до майданчику будівництва. Проектом передбачено влаштування 77 паль захисного екрану, що заглиблюються методом статичного задавлювання з метою зменшення динамічного навантаження на конструкції прилеглої будівлі.

Палі складаються з металевої труби довжиною 12 м перерізом Ø159x5, яка заповнюється бетоном класу за міцністю C12/15. Відстань між віссю паль та гранню стіни прилеглої будівлі по осі 8 складає 900 мм; крок паль складає 220 мм. Палі об'єднуються обв'язочною балкою з швелера №18 довжиною 17 м. На відстані 1100 мм від грані стіни з кроком 2420 мм влаштовуються 7 додаткових паль аналогічної конструкції, які анкеряться в стіну будівлі по осі 8 з використанням двох балок зі швелера №18 на кожному палю.

Результатом вібродинамічних досліджень є записи часових сигналів горизонтальних та вертикальних віброприскорень за напрямками X, Y та Z та їх амплітудні спектри. Обробка вібросигналів, отриманих при вібродинамічних дослідженнях, проведена з використанням спеціалізованої програми.

1. За результатами вимірювань віброприскорень ґрунту на різних відстанях від осі палі, що влаштовується, не зафіксовано перевищення допустимого

значення віброприскорень ґрунту $15,0 \text{ см/с}^2$ на відстані більше 6 м від осі палі при всіх операціях влаштування палі при повному дотриманні технології із заходами зменшення динамічного впливу.

2. За результатами вібраційного моніторингу при влаштуванні палі на мінімальної відстані $\sim 3,0$ м від фундаменту існуючої будівлі по вул. Московський, 5 зареєстровано максимальні горизонтальні віброприскорення ґрунту перед екраном ($400,0 \text{ см/с}^2$) та вертикальні віброприскорення фундаменту існуючої будівлі ($65,0 \text{ см/с}^2$) на частотах від $65,0$ Гц до $77,0$ Гц.
3. Встановлено експериментально, що виконаний віброзахисний екран у ґрунті біля фундаменту існуючої будівлі дозволяє знизити горизонтальні віброприскорення ґрунту у $2,0 - 3,0$ рази та вертикальні віброприскорення ґрунту у $1,2 - 1,3$ рази.

Розроблено пласку та просторову динамічні розрахункові моделі у програмному комплексі (ПК) «ЛИРА САПР» [4].

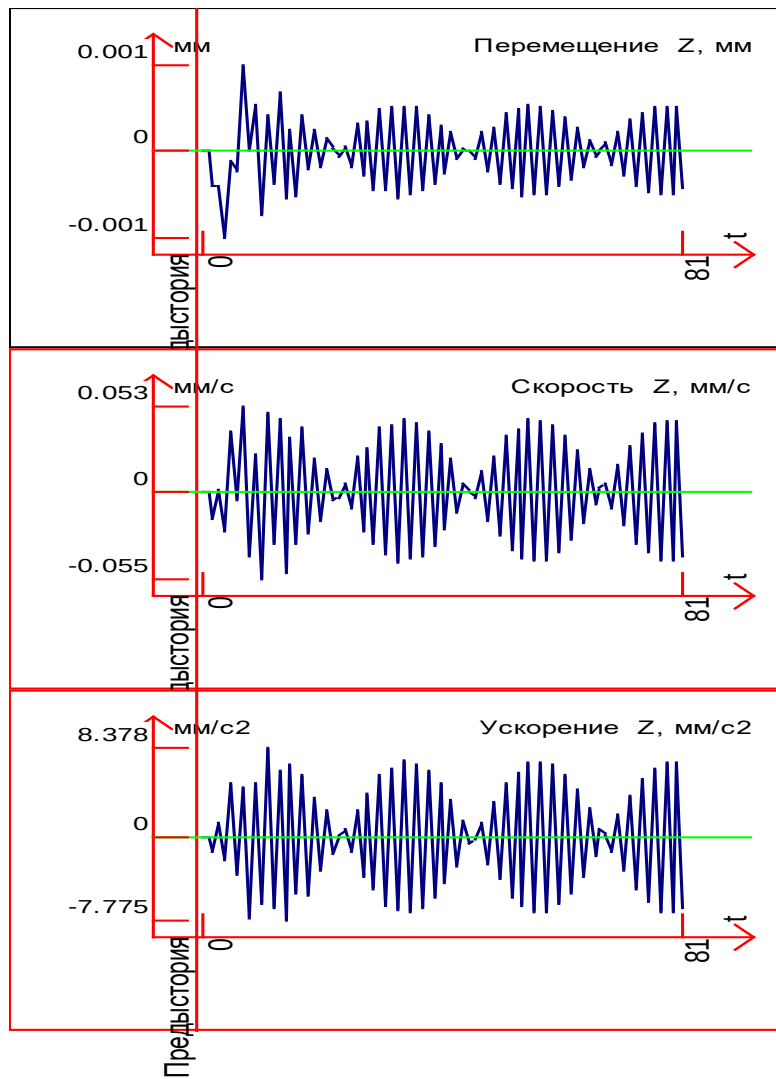
Шар ґрунту з характеристиками: динамічний модуль пружності усіх скінченних елементів (СЕ) $E_{\text{дин}}=480 \text{ МПа}$, швидкість розповсюдження поперечних хвиль $V_s=200\dots 336 \text{ м/с}$, щільність ґрунту $1,7\dots 1,8 \text{ т/м}^3$.

Загасання у ґрунті прийнято 5% від критичного. На двох бокових та нижньої границях розрахункової моделі у всіх вузлах другого ряду встановлена демпфуюча границя з демпферами 5700 кНс/м за напрямками X, Y та Z, що забезпечує до 98% загасання енергії хвиль (не можливість відбиття хвиль від границь розрахункової моделі ґрунту) [5].

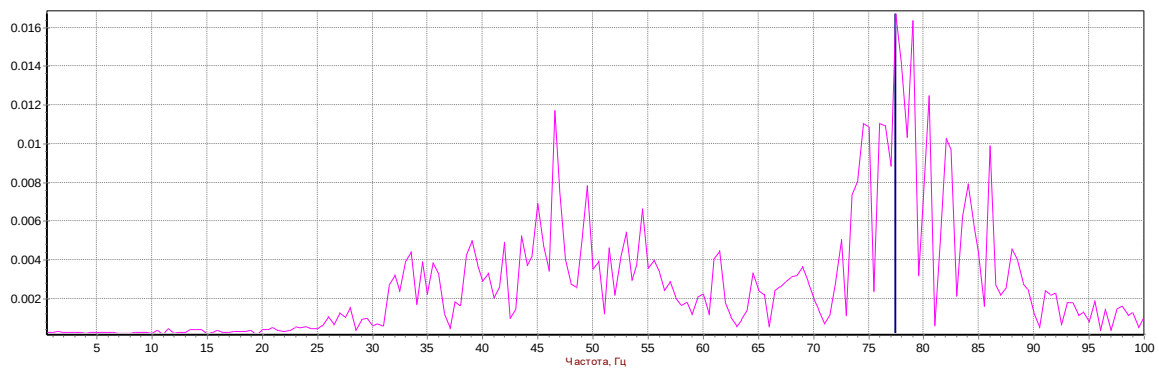
Динамічне вертикальне навантаження на ґрунт від бурової установки прийнято за результатами вібромоніторингу на будівельному майданчику по вул. Московський, 7. Частоти впливу при бурінні свердловини при розрахунках прийнято від 20 Гц до 63 Гц. Довжина хвилі для даних частот (періодів T, с) буде від $5,0$ м до $10,0$ м. Час інтегрування рівнянь руху та час динамічного впливу приймався від $t = 0,2$ с до $12,0$ с.

Згідно моделі, запропонованої Лізмером [5], сторона КЕ розрахункової моделі ґрунту повинна бути не більше $a=1,4$ м (прийнято $1,0$ м).

На рис. 1 наведені графіки розрахункових переміщень (мм), швидкості (мм/с) та прискорень (мм/с^2) вздовж осі Z поверхні ґрунту на відстані від джерела вібрації (свердловини) $40,0$ м. Отримано, що розрахункове значення зниження вертикального прискорення поверхні ґрунту на відстані $10,0$ м та $20,0$ м від свердловини дорівнює, відповідно, $2,0$ та $3,8$ рази.



а)



б)

Рис. 1. Розрахункові (а) та дослідні (б) параметри коливань поверхні ґрунту перед екраном при влаштуванні буройн'єкційної палі на відстані від свердловини 40,0 м: а) розрахункові вертикальні прискорення ґрунту $8,4 \text{ мм/с}^2$; б) дослідні вертикальні прискорення $11,7 \text{ мм/с}^2$ на частоті 47 Гц та $16,4 \text{ мм/с}^2$ на частоті 78 Гц

За результатами експериментально-теоретичних досліджень можна зробити такі висновки.

Отримані результати натурних досліджень ефективності віброзахисного екрану у ґрунті та розрахунків були використані при вібромоніторингу, який було виконано при влаштуванні буронабивних паль Ø820 мм на найближчих відстанях 3,0 – 6,0 м від стіни прилеглої будівлі на вул. Московська, 5.

Встановлено, що виконаний віброзахисний екран у ґрунті біля фундаменту існуючої будівлі дозволяє знизити горизонтальні віброприскорення ґрунту у 2,0 – 3,0 рази та вертикальні віброприскорення ґрунту у 1,2 – 1,3 рази.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2019.
2. ДСТУ ГОСТ12.1.012-2008. ССБТ. Вибрационная безопасность.
3. ВСН 490-87. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. – Минмонтажспецстрой. М. – 1988.
4. Программный комплекс Лира-Сапр. Руководство пользователя. Обучающие примеры. Под ред. академика АИН Украины А.С. Городецкого. – Электр. издание: 2017. – 535с.
5. Лизмер Дж., Кухлемейер Р. Конечная динамическая модель для бесконечной среды. – ASCE. – 1969. – vol. 95. – № ЕМ4. – с. 859-877.

УДК 69059(075.8)

ОЦІНКА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТУ

Бакулін Є.А., к.т.н., доц.

Малишко В.Е., студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проведення обстеження виконувалося з метою оцінювання і прогнозування технічного стану споруди, визначення відповідності її елементів вимогам нормативних документів, встановлення можливості безпечного пропуску транспортних засобів та режиму їх руху по мосту, а також з метою розробки рекомендацій з ремонту виявлених дефектів і

пошкоджень та забезпечення надійності шляхопроводу.

Визначення технічного стану залізобетонного місту, через річку Михайлівка на автодорозі державного значення Н-25 Городище – Рівне – Старокостянтинів на км 56+680, було проведено з метою визначення подальшої експлуатації споруди. Споруду побудовано у 1960 році (орієнтовно) за не розрізною схемою 2 x 8,65 м. Загальна довжина мосту складає 17,40 м. Габарит проїзної частини Г-7,05 м. з двома пішохідними тротуарами по 0,5 м. Проектні навантаження: Н-18, НК-80 (рис. 1).



Рис. 1. Стан мосту в момент обстеження

Прогони мосту влаштовані за нерозрізною схемою, перекриті плитно-ребристою монолітною системою. В поперечному перерізі розташовано 6 балок виконаних за індивідуальним проектом, з відстанню між осями 1,4м. Висота балок 0,7 м. Балки армовані каркасною арматурою. Стояни трьохстовпчасті обсипні залізобетонні. В поперечному перерізі кожної опори під насадкою улаштовано по 3 стійки діаметрами 0,86 м з відстанями в осях поперек мосту по 3 м. По верху стійки об'єднані насадкою шириною 1,05 м, висотою 0,51 м та довжиною 7,39 м. Опорні частини відсутні. Конус насипу не укріплений.

Проміжна опора трьохстовпчата з насадкою. В поперечному перерізі опори під насадкою улаштовано 3 стійки діаметрами 0,86 м з відстанями в осях поперек мосту по 3 м. По верху стійки об'єднані насадкою шириною 0,8 м, висотою 0,51 м та довжиною 7,39 м. Опору виконано із залізобетону.

Габарит проїзної частини мосту становить 7,05 м. Покриття проїзної частини – асфальтобетон. Тротуари накладні збірні залізобетонні. Ширина

тротуарів по 0,5 м. Покриття на тротуарах асфальтобетонне. Бар'єр безпеки влаштовано зі сталюого огороження у вигляді металевої профільної балки на металевих стояках, висотою 0,70 м від покриття проїзної частини. Перильне огороження мосту – залізобетонні стовпчики та металеві перила висотою 1 м. Водовідвід з проїзної частини мосту передбачений за рахунок поздовжніх та поперечних ухилів. Деформаційні шви відсутні. Горизонтальна дорожня розмітка на мосту відсутня. Вертикальна дорожня розмітка на мосту присутня.

За результатами обстеження і випробування споруди встановлено:

- вертикальна тріщина в надопорному перерізі балки;
- відколювання бетону захисного шару з оголенням і корозією арматури;
- корозія арматури з втратою перерізу більше 30%;
- сліди вилуговування бетону на плиті проїзної частини;
- недостатній захисний шар бетону;
- затікання, замокання, висоли на поверхні бетону балок;
- сколи бетону захисного шару опор;
- сліди вилуговування бетону;
- заклинювання частковим омоноличуванням елементів прогонових будов і опор;
- затікання, замокання, висоли по насадкам.
- габарит проїзду не відповідає вимогам норм;
- бар'єри безпеки не відповідають вимогам норм;
- відсутні секції перильного огороження;
- на асфальтобетонному покритті фіксується незначна колійність до 3см;
- краї проїзної частини мають накопичення бруду;
- протікання через елементи мостового полотна на елементи прогонових будов і опор;
- руйнування торців тротуарних плит
- тріщини в покритті на підходах;
- яковість, колійність на підходах;
- відсутні елементи безпеки на підходах;
- розмивання ґрунту насипу;
- просідання покриття на підходах

Отримані дані дозволяють виконати оцінку та прогнозування технічного стану мосту відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012, а також призначити необхідні експлуатаційні заходи.

На підставі отриманих даних та результатів їх обробки основні елементи мосту віднесено до таких експлуатаційних станів:

проїзна частина: стан 5 - непрацездатний;

прогонова будова:	стан 5 - непрацездатний;
опори та опорні частини:	стан 5 - непрацездатний;
фундаменти:	стан 3 - працездатний;
підмостове русло:	стан 3 - працездатний;
підходи:	стан 3 - працездатний;

За рейтингом основних конструктивних елементів міст знаходиться у стані 5 – непрацездатний.

УДК 620.17; 620.178.6

МЕТОД ОЦІНКИ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ У МАТЕРІАЛІ ВИРОБУ

¹*Бойко А.В., д.т.н., проф.*

²*Музика М.Р., к.т.н., с.н.с.*

¹*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

²*Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренка НАН України*

Запропоновано метод визначення рівня поверхневих залишкових напружень у виробі без порушення його цілісності при пружно-пластичній деформації в умовах статичного і циклічного навантаження за параметрами розсіювання характеристик твердості. Поверхневі залишкові напруження в зоні контролю оцінювали за станом структури матеріалу, а не за абсолютним значенням твердості.

Як розрахунковий параметр структури, що характеризує її ступінь пошкодження, прийнято коефіцієнт гомогенності структури матеріалу в розподілі Вейбулла, який описує рівень розсіювання масових значень твердості і визначається за методом *LM* - твердості за результатами прямих багаторазових незалежних вимірювань твердості. Оцінка залишкових напружень базується на кореляційному зв'язку стану пошкодження структури матеріалу із залишковими напруженнями.

Шляхом порівняння вимірних значень параметра гомогенності структури матеріалу, що характеризує ступінь її пошкодження в області дії залишкових напружень, зі значенням параметра гомогенності структури матеріалу в області виробу, вільної від дії залишкових напружень, визначається рівень дії останніх. За відсутності такої зони залишкові напруження визначаються шляхом порівняння параметра гомогенності

структури матеріалу елемента виробу в області дії залишкових напружень з параметром структури еталонного зразка, виготовленого з такого ж матеріалу та підданого дії тих же робочих навантажень, що і досліджуваний виріб.

Якість виробу можна оцінити за наявністю областей з високими концентраціями залишкових напружень, якщо порівняти значення параметрів, отриманих в різних характерних областях виробів. Кореляційні залежності, що дозволяють обчислити значення залишкових напружень, визначають на підставі попередніх експериментальних досліджень матеріалу зразків шляхом побудови діаграми залежності параметра структури матеріалу від напружень, які в ньому виникають на певному етапі навантаження. Параметр структури матеріалу визначається за розсіюванням масових вимірювань твердості матеріалу виробу.

УДК 624.01.4

ПРО ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНОСТЬ ТРУБОПРОВОДІВ

Бойко А.В., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Щорічна потреба сталі для виробництва труб великого діаметру (800 – 1400 мм) в країнах бувшого СРСР складає приблизно 300 тисяч тон. У зв'язку з цим при розробці сталі для труб, наряду з вимогами високої надійності в експлуатації, стоїть питання забезпечення мінімальної їх вартості при високій міцності, в'язкості і холодостійкості.

Відомо, що за короткий термін діаметр використовуємих труб збільшився з 325 – 520 мм (наприклад, перші газопроводи “Саратов – Москва”, “Дашава – Київ – Брянськ – Москва”) до 1220 – 1420 мм на сучасних газонафтопроводах (наприклад, газопровід “Дружба”, Новий Уренгой – Помари – Ужгород). Різко зросли вимоги до міцності трубної сталі (з 480 – 500 до 600 – 700 МПа) при одночасному підвищенні її в'язкості і зварюємості в польових умовах. Вимоги до ударної в'язкості метала труб з факультативних значень 0,3 МДж/м² на стандартних зразках з круглим надрізом (Менаже) підвищився до 0,8 – 1,2 МДж/м² на зразках з гострим надрізом (Шарпі). Все це викликало інтенсивний розвиток наукових досліджень в металургійній і трубній промисловості.

Розв'язати поставлені задачі на базі звичайних низьколегованих нормалізованих сталей вже не представляється можливим, так як при такому виробництві підвищення міцності сталі неминуче приводить до зниження її в'язкості і погіршенню зварюємості.

За останні роки організовано виробництво нового типу малоперлитних чи безперлитних сталей, отриманих методом контрольованої прокатки. Високі властивості цього типу сталей досягаються при мінімальному легуванні (мікролегуванні карбонітрідними елементами) за рахунок максимального роздроблення її структури при прокатці і контрольованому швидкісному охолодженні. Підвищення пластичності і в'язкості сталі забезпечується завдяки формуванню однорідної структури і субструктури, пониженому вмісту шкідливих домішок і неметалевих включень, зниженню рівня локальних внутрішніх напружень. Металурги досягли зниження вмісту сірки в металі – з 0.04 до 0.002 – 0.006 %; база зерна – з 7 – 8 номера до 12 – 14. Фізична суть нового типу сталі для труб полягає в формуванні можливо більш однорідної і дисперсної структури. Такий тип сталі може бути отриманий шляхом використання різних режимів контрольованої прокатки чи термічного покращення.

Зростання потужності трубопроводів і зниження температури перекачки газу викликали необхідність розробки нових конструкцій труб і нової технології їх виробництва.

Відповідальні металоконструкції нафтогазових об'єктів, зокрема, магістральні і промислові нафто- і газопроводи, які використовуються для транспортування нафти і газу, часто працюють в екстремальних кліматичних (температура коливається від +40 до -30° C) і інженерно – геологічних умовах, контактуючи з корозійно-агресивними продуктами. Їх руйнування супроводжується крупними матеріальними і екологічними втратами.

В матеріалах доповіді розглянути питання спротиву металу труб і їх зварних з'єднань руйнуванню в умовах експлуатації трубопроводів, а також методи випробувань готових трубопроводів і їх вплив на надійність експлуатації. Показано, що гідравлічні і пневматичні випробування під високим тиском, викликаючи в нижніх точках трубопроводів кільцеві напруження, рівні номінальній межі текучості металу труб чи дещо вище неї, дозволяють достатньо точно виявити дефектні ділянки трубопроводів і тим самим забезпечити надійну, практично безвідмовну, експлуатацію трубопровідної конструкції.

DESIGN PROCEDURES OF NUMERICAL ANALYSIS FOR FIRE RESISTANCE OF RC STRUCTURES

¹*Fesenko O.A. PhD (Tech.)*

²*Baytala K.Z., postgraduate student*

¹*National university of life and environmental sciences of Ukraine*

²*The State enterprise “The State research institute of building constructions”*

Fire resistance is an ability of a structure, a part of a structure or a member to fulfil its required functions (load bearing function and/or fire separating function) for a specified load level, for a specified fire exposure and for a specified period of time.

The main design requirements are [1]:

- to maintain load bearing function during the required time of fire exposure (where mechanical resistance in the case of fire is required);
- to maintain separating function during the required time of fire exposure (where compartmentation is required).

A structural fire design analysis takes into account the following steps as relevant [1]:

- selection of the relevant design fire scenarios;
- determination of the corresponding design fires;
- calculation of temperature evolution within the structural members;
- calculation of the mechanical behaviour of the structure exposed to fire.

For an assessment of indirect actions the following should be considered [1]:

- constrained thermal expansion of the members themselves, e.g. columns in multi-storey frame structures with stiff walls;
- differing thermal expansion within statically indeterminate members, e.g. continuous floor slabs;
- thermal gradients within cross-sections giving internal stresses;
- thermal expansion of adjacent members, e.g. displacement of a column head due to the expanding floor slab;
- thermal expansion of members affecting other members outside the fire compartment.

The following design methods are permitted in order to satisfy [1]:

- detailing according to recognized design solutions (tabulated data or testing);
- simplified calculation methods for specific types of members;

- advanced calculation methods for simulating the behaviour of structural members, parts of the structure or the entire structure.

Advanced calculation methods should include calculation models for the determination of [1, 2]:

- the development and distribution of the temperature within structural members (thermal response model);

- the mechanical behaviour of the structure or of any part of it (mechanical response model).

Advanced calculation methods for mechanical response are based on the acknowledged principles and assumptions of the theory of structural mechanics, taking into account the changes of mechanical properties with temperature.

References:

1. Eurocode 2. Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design (EN 1992-1-2:2004, IDT): DSTU-N B EN 1992-1-2:2012 – [Valid since 2013-07-01]. – K.: Minregion of Ukraine, 2012. – 87 p. – (National Standard of Ukraine)
2. Fire Design of Reinforced Concrete Structures According to Eurocode 2 [Text]: / VG Poklonsky, OA Fesenko, VG Tarasyuk and other – Kiev, Intertehnologiya, 2016 – 83p.

УДК 624.07:614.841.4.004.6

ЗАЛИШКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ

¹*Фесенко О.А., к.т.н, ст. викл.*

²*Донець Т.П., інж.*

¹*Національний університет біоресурсів і природокористування України*
²*ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»*

Для оцінки технічного стану залізобетонних конструкцій, що були пошкоджені внаслідок пожежі, слід проводити комплекс таких робіт:

- аналіз наявної проектної, виконавчої та експлуатаційної документації;
- детальне обстеження залізобетонних конструкцій;
- відбір, підготовка та випробування з визначення міцності зразків бетону та арматури, відібраних із конструкцій;
- перевірні розрахунки залишкової несучої здатності конструкцій;

- оформлення висновку за результатами обстеження.

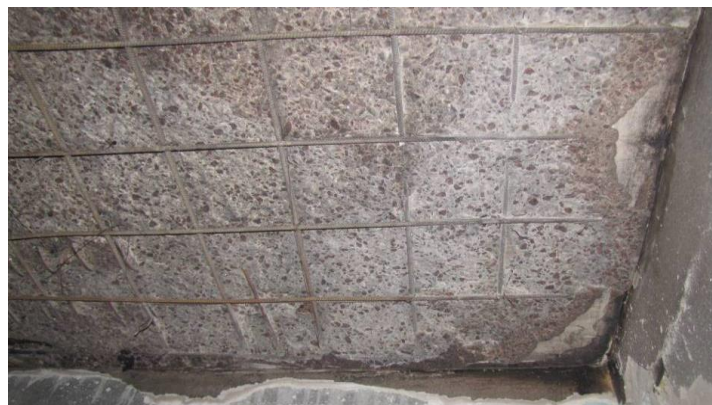
Обстеження залізобетонних конструкцій проводять згідно із ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану» [1]; перевірні розрахунки залізобетонних конструкцій – згідно з ДБН В.2.6-98, ДСТУ Б В.2.6-156 та рекомендацій [2-5].

За результатами детального обстеження залізобетонних конструкцій, що зазнали вогневого впливу пожежі, виявляють такі основні пошкодження:

- сколення бетону кутів перерізу (рис. 1, а);
- відшарування захисного шару бетону (рис. 1, б);
- деформування стрижнів арматури конструкцій (рис. 1, б);
- порушення передачі зусиль зчеплення арматури з бетоном (рис. 1, б).



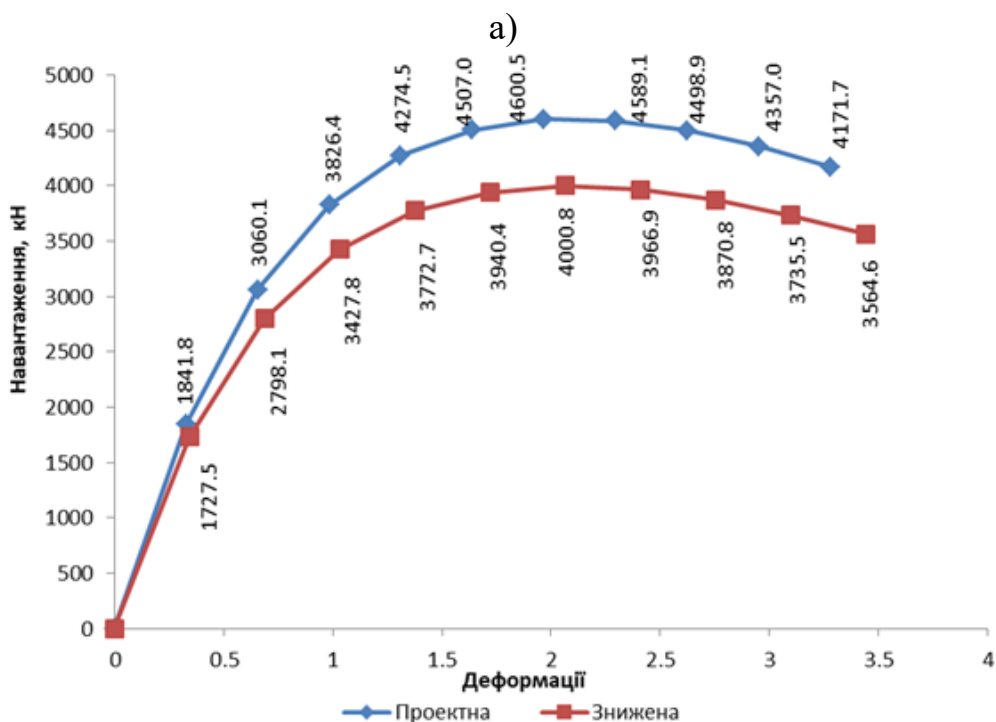
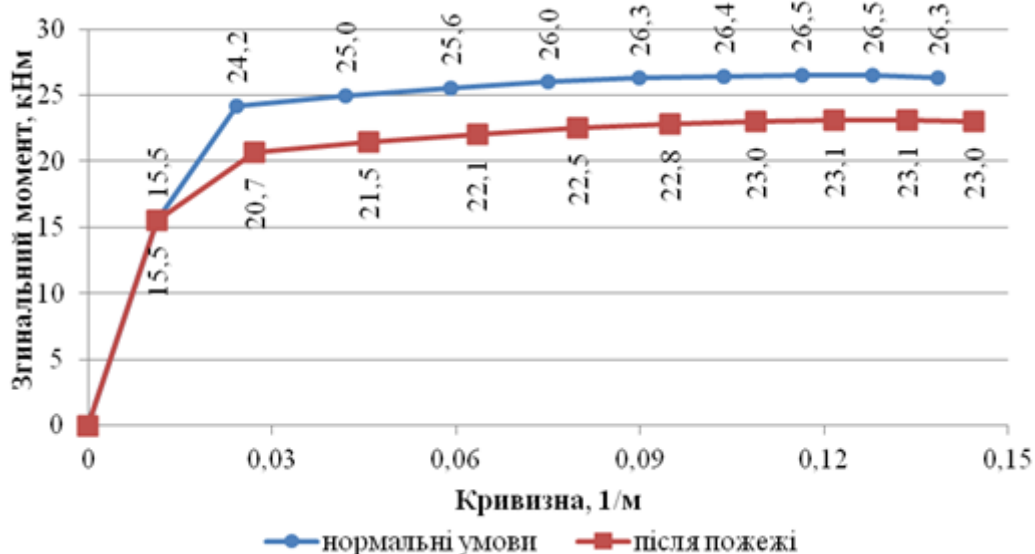
а)



б)

Рис. 1. Пошкодження залізобетонних конструкцій внаслідок вогневого впливу: а) пілона; б) плити перекриття

Розрахунок залишкової несучої здатності конструкцій виконують деформаційним методом з урахуванням фактичного значення міцності бетону та арматури, що були отримані за результатами випробувань відібраних із конструкцій зразків матеріалів (рис. 2).



б)

Рис. 2. Діаграми «нормальна сила-деформація стиснутої грані» за нормальних температур та після вогневого впливу: а) пілона; б) плити

Список використаних джерел:

1. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 – [Чинні 2017-04-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 47 с. – (Національний стандарт України)

2. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний 2011-06-01]. – К.:Мінрегіонбуд України, 2011. – 73 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону ДСТУ Б В.2.6-156: 2010 – [Чинні 2011-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України)
4. Розрахунок залізобетонних конструкцій на вогнестійкість відповідно до Єврокоду 2. Практичний посібник [Текст]: / В.Г. Поклонський, О.А. Фесенко, В.Г. Тарасюк та ін. – Київ: Інтертехнологія, 2016. – 83 с.
5. Проектування залізобетонних конструкцій. Посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – Київ: Майстер книг, 2018. – 240 с.

УДК 624.012.45

РОЛЬ VDC СПЕЦІАЛІСТІВ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Бакуліна В.М., ст.викл.

Лавринович М.В., студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Віртуальний дизайн та будівництво (VDC) – це сукупність методів управління інтегрованими мультидисциплінарними проектно-будівельними моделями, включаючи виріб (тобто об'єкти), робочі процеси та організацію команди проектування - будівництва - експлуатації для підтримки визначених цілей бізнесу. Збільшення використання віртуального дизайну та будівництва є шляхом для внесення змін та інновацій в роботі будівельної галузі. Наслідком впровадження VDC є створення нових ролей та нових шляхів комунікації всередині будівельного проекту.

Метою даної роботи є відображення уявлення про те, якими характеристиками повинен володіти спеціаліст VDC, яку роль він відіграє сьогодні та яку роль повинен виконувати в майбутньому. Для того, щоб висвітлити вищезазначені питання, були використані результати анкетування респондентів, які в різному ступені працюють з VDC, в одній з найбільших будівельних компаній Швеції. Результати показують, що всередині компанії мало спільного в поглядах щодо цілей VDC. Результати показують що є попит

на більшу залученість спеціалістів VDC порівняно з їх залученням на сьогоднішній день.

Поява віртуальних прототипів та застосування тривимірних технологій, таких як 3D планування та інформаційне моделювання будівель (BIM) передусім змінює роботу в галузі архітектури, інжинірингу та будівництва (AEC). Віртуальний дизайн та будівництво в даній роботі розглядається синонімічно до BIM-менеджменту в більш обширному розумінні, включає нові віртуальні технології, а також сучасні підходи управління для організації, комунікації та співпраці всередині будівельних проектів. Основними завданнями VDC та BIM є забезпечення якості проектування, безпеки при будівництві та ефективності управління у вигляді зменшення кошторисних витрат та часу на будівельні проекти. Це покращує продуктивність та якість будівництва. Вагомим фактором для застосування є фасилітація обміну інформацією та досвідом між різними учасниками протягом усього процесу будівництва, методи VDC також передбачають, що принципово змінюється шлях комунікації та передачі інформації протягом, та між різними стадіями в процесі будівництва.

Організація та управління різноманітною інформацією даних проекту та розподіленою інформацією в складній BIM моделі є великим завданням, та потребує відповідного менеджменту.

Виходячи з вищезазначеного спеціалісти VDC мають бути висококваліфікованими в сферах проектування та будівництва, а також здатними до аналітичної роботи в BIM моделі та використання її ресурсів та інформації. Впровадження даної методології та відповідних спеціалістів дозволяє збільшити точність будівництва, його швидкість та забезпечити управління ризиками на будівництві, що забезпечує великий відсоток успішного закінчення проекту в цілому.

Основною концепцією VDC є просторово-часові розміри. Є чотири виміри; три виміри простору і четвертий – час. Існують додаткові виміри вартості та якості, але ці чотири формують основу. На практиці час є центром уваги методу критичного шляху. З розвитком обчислювальної техніки представленість трьох вимірів простору зростає. Злиття простору та категорійності сформували «Інформаційну модель в галузі будівельної техніки», відому як інформаційне моделювання будівель. Поєднання простору та часу на практиці показано методом лінійного планування та у тісному взаємозв'язку 4D-моделлю.

Сьогодні найбільш вагомими досягненнями VDC є комп'ютерне бачення (перелік тем комп'ютерного зору), штучний інтелект та архітектура

передачі даних (AoT), об'єктно-орієнтований процес управління життєвим циклом проекту, який виступає контрапунктом інтернету речей IoT.

Важливим застосуванням VDC є будмайданчик. Тут проводиться будівельна діяльність, і основна складова – робоча сила. Для забезпечення якісного будівництва шляхом створення освіченої робочої сили з технічним ноу-хау для використання технологічних інструментів, які зараз доступні, VDC включає розробку розширених тем професійної освіти.

Висновок. Впровадження віртуального дизайну та будівництва та залучення спеціалістів цієї галузі сприяє зменшенню ризиків на будівництві шляхом ретельного планування процесів будівництва та, як наслідок, забезпечує успішне виконання проекту з вищою якістю та без запізнень відносно календарних планів, сприяє збільшенню точності та кількості каналів комунікації, що забезпечує прозорість всіх процесів впродовж проекту.

УДК 69059(075.8)

НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ТА НАДАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ МОЖЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЛІ КОРІВНИКА С.М.Т. НЕМІШАЄВО

Бакулін Є.А., к.т.н., доц.

Яковенко І.А., д.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Згідно Державного класифікатора будівель та споруд ДК018-2000 за функціональним призначенням об'єкт відноситься до будівель сільськогосподарського призначення – корівник на 200 голів (рис. 1).

Будівля зведена у 1974 р, як типова за індустріальною будівельною системою. Первинна документація відсутня. Габаритні розміри 69,3 x 21,4 м.

Організація робіт та послідовність проведення робіт виконувались відповідно до нормативних документів з питань обстеження, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації будівель і споруд (НДІ БВ – Київ, 2003), «Положення про безпечну та надійну експлуатацію будівель і споруд», а також «Настанови щодо обстеження будівель для визначення та оцінки їх технічного стану».



Рис. 1. Фото корівника

Технічний стан відповідальних (несучих) будівельних конструкцій визначався візуальними оглядами, інструментальними вимірюваннями фактичних параметричних значень, обмірами, аналізу-співставлення на відповідність фактичних значень, регламентованим значенням чинних будівельних норм.

При проведенні технічного обстеження виконувались візуальні огляди конструктивних елементів.

Фактичний технічний стан фотографічно зафіксовано фотоапаратом «OLYMPUS-5060». Виявлені пошкодження, дефекти, та відхилення від проектного положення систематизувались і класифікувались по однотипним групам.

Лінійні виміри виконувались лазерним далекомір «BOSH» GLM Professional, рулеткою L=3,0 м (JOBI prof).

Міцність конструктивних елементів визначалась механічним методом неруйнівного контролю із застосуванням імпульсного вимірювача міцності будівельних матеріалів (дефектоскоп) NOVOTEST ИПСМ. Всі вимірювання та статистична обробка виконані відповідно до вимог.

На базі напрацьованих статистичних даних визначались опосередковані фактичні характеристики міцності будівельних конструкцій та проводився аналіз-співставлення їхньої відповідності регламентованим чинним нормам.

Наявність та розташування арматури в залізобетонних конструктивних елементах визначалась електронним приладам для пошук металу «Laserliner MultiFinder Plus» в режимі «METAL-SCAN» та вимірювачем товщини захисного шару бетону NOVOTEST (Арматуроскоп).

Загальні та локальні деформації конструкцій визначались лінійними вимірами. Крени конструктивних елементів визначались електронним кутоміром «STANLEY Fat Max, 60 WL».

По результатам обробки та систематизації результатів натурного обстеження, з урахуванням особливостей конструктивних елементів, проводився аналіз-співставлення їхньої відповідності чинним нормам по двом групам граничних станів. По першій групі граничних станів на міцність. По другій групі граничних станів на деформативність.

Оцінка технічного стану конструктивних елементів будівлі що визначає експлуатаційну придатність і можливість подальшого використання, зроблена відповідно ДСТУ-Н Б В.1.2–18:2016. Результати зведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Оцінка технічного стану та експлуатаційної придатності

№ п/п	Назва конструктивного елемента	Характеристика конструктивного елемента	Технічний стан	Категорія технічного стану ДСТУ-Н Б В.1.2–18:2016	
Технічний стан будівельних конструкцій за частинами об'єкта					
1	Фундаменти	Цегляні	Непрацездатний	IV	Аварійний
2	Гідроізоляція фундаментів	Обмазочна	Непрацездатний	IV	Аварійний
2	Цоколь	Цегляний	Непрацездатний	IV	Аварійний
3	Несучі стіни	Цегляні	Непрацездатний	IV	Аварійний
4	Колони	Залізобетонні	Обмежено працездатний	III	Незадовільний
5	Балки покриття	Залізобетонні	Працездатний	II	Задовільний
6	Плити покриття	Залізобетонні	Обмежено працездатний	III	Незадовільний
7	Кровляна система даху	Дерев'яна	Непрацездатний	IV	Аварійний
8	Покрівля	Азбестоцементні листи	Непрацездатний	IV	Аварійний
9	Перемички	Залізобетонні	Обмежено працездатний	III	Незадовільний
10	Підлоги	Бетоні	Працездатний	II	Задовільний
11	Вікона	Дерев'яні	Непрацездатний	IV	Аварійний
12	Ворота	Металеві	Обмежено працездатний	III	Незадовільний
13	Вимощення		відсутнє		
Технічний стан інженерного обладнання за частинами об'єкта					
14	Внутрішні електромережі	Освітлення, системи управління	Небезпечне	IV	Аварійний
15	Внутрішні системи вентиляції	Примусова	Не працює	III	Незадовільний
Загальний технічний стан будівлі - «АВАРІЙНИЙ»					

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ МОМЕНТУ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ У НОРМАЛЬНИХ ПЕРЕРІЗАХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДІЮЧИМИ ВІТЧИЗНЯНИМИ НОРМАМИ

Дмитренко Є.А., к.т.н., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При розрахунку нормальних перерізів залізобетонних конструкцій за другою групою граничних станів (придатність до експлуатації) відповідно до п. 7.3.3, ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» виникає необхідність обчислення моменту тріщиноутворення M_{crc} , який дозволяє визначити чи утворюються тріщини у перерізі від заданого навантаження шляхом порівняння зовнішнього моменту M_{ed} і моменту тріщиноутворення M_{crc} .

Як відомо, відповідно до діючих норм його можна визначати двома методами:

1) за допомогою спрощеної методики ядрових моментів за формулами:

$$M_{crc} = f_{ctm} \cdot W_{pl} \pm N \cdot e_x, \quad (1)$$

$$N_{crc} = f_{ctm} \cdot A_{red} \quad (2)$$

2) за допомогою більш загальної методики – нелінійної деформаційної моделі (тут і далі, НДМ), а саме, шляхом розв'язання системи нелінійних диференціальних рівнянь рівноваги між внутрішніми та зовнішніми зусиллями, що діють на переріз:

$$\begin{cases} \frac{b \cdot E_{cd} \cdot \varepsilon_{c(1)}^2}{2 \cdot \chi} + \sum_{i=1}^n A_{si} \cdot \sigma_{si} - N = 0, \\ \frac{b \cdot E_{cd} \cdot \varepsilon_{c(1)}^3}{3 \cdot \chi^2} + \sum_{i=1}^n A_{si} \cdot \sigma_{si} \cdot \frac{\varepsilon_{c(1)} - \chi \cdot z_{si}}{\chi} - M = 0, \end{cases} \quad (3)$$

Перевагою першої методики є те, що розрахунки за нею можна легко виконати вручну і відносно швидко.

Але істотним її мінусом є те, що вона розповсюджується лише для доволі обмежених випадків плоского НДС перерізу, а саме – плоского згину, чи позacentрового стиску/розтягу (рис. 1). Обмеженими також є і види перерізів, які можна розраховувати за нею.

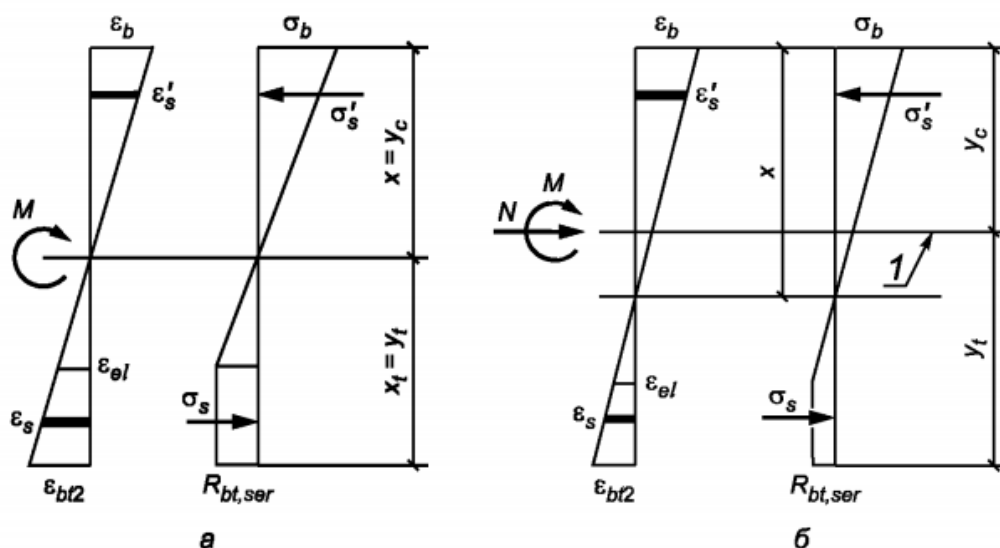


Рис. 1. Схема напружено-деформованого стану (НДС) перерізу елемента при перевірці утворення тріщин при дії згинального моменту (а), згинального моменту і поздовжньої сили (б) (1 - рівень центра ваги приведенного поперечного перерізу)

Як відомо, просторові пластинчато-стержньові системи представляють собою переважну більшість розрахункових схем сучасних будівель та споруд при моделюванні та розрахунку їх методом скінченних елементів. Для просторового стержня СЕ10 такої схеми випадок плоского НДС нормального перерізу є виключенням (рис. 2).

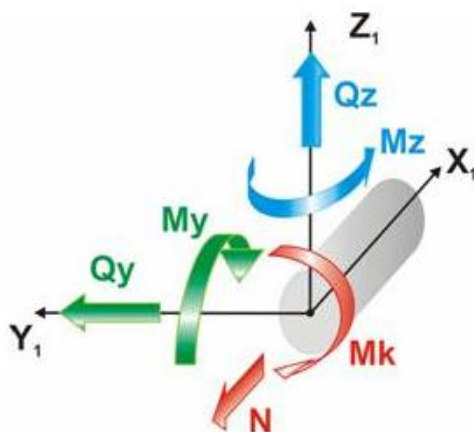


Рис. 2. Види зусиль у перерізі просторового скінченного елемента СЕ10

Перевагою другої методики є те, що за її допомогою можна розрахувати переріз практично будь-якої складності і у загальному випадку НДС, а саме при косому позацентровому стиску/розтягу (рис. 3). Але такий розрахунок можливий лише за допомогою ЕВМ шляхом використання чисельних методів для пошуку наближеного розв'язку, вручну його виконати практично неможливо.

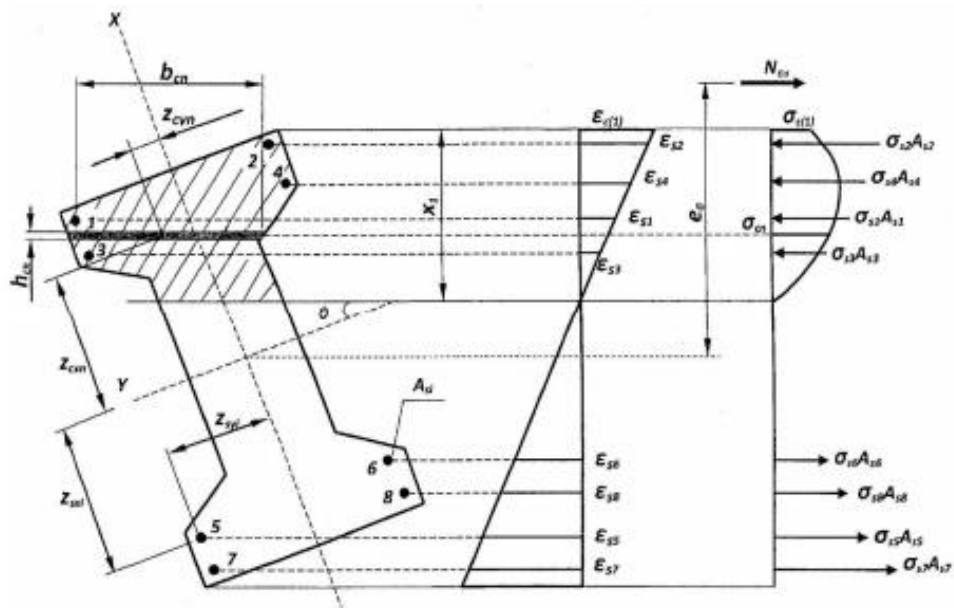


Рис. 3. НДС перерізу при двохосьовому впливі згинальних моментів та поздовжніх сил

Однак при виконанні розрахунків за другою методикою виникає деяка невизначеність, яка недостатньо чи взагалі не освітлена у сучасних нормативних документах та численних посібниках до них. Вона виникає у випадку розрахунку перерізу на позacentровий стиск/розтяг (плоский чи просторовий, тобто при дії, як мінімум двох зусиль – поздовжньої сили N_{ed} та моменту M_{ed}). Проявляється саме у тому, як потрібно враховувати історію навантаження елемента і його сумісну роботу із іншими елементами розрахункової схеми будівлі.

Задачу розрахунку моменту тріщиноутворення M_{crc} можна вирішити, як мінімум, двома способами, при виборі яких має бути врахована історія навантаження елемента та зокрема перерізу, а саме як змінюється його НДС до утворення тріщин.

Перший спосіб полягає у тому, щоб прийняти N таким, що дорівнює N_{ed} , і підбирати граничний момент M_{crc} , при якому досягається критерій тріщиноутворення ε_{ctu} . При такому способі розрахунку N передбачається за статичне.

Цей випадок широко проілюстрований у чисельних посібниках до вітчизняних, а також деяких зарубіжних норм. Але він націлений на ілюстрацію першої, спрощеної методики розрахунку M_{crc} вручну (1), (2), яка не передбачає розв'язок систем рівнянь рівноваги НДМ і врахування одночасної дії двох силових факторів N , M .

Характер НДС перерізу при цьому при дії зовнішньої (початкової) комбінації зусиль N_{ed} та M_{ed} може відрізнитися від підсумкової N_{ed} та M_{crc} .

Другий спосіб полягає у тому, щоб прийняти ексцентриситет дії зовнішніх зусиль e_0 постійним і підбирати граничні зусилля тріщиноутворення N_{crc} , M_{crc} .

У цьому випадку ексцентриситет e_0 передбачається за статичний, фіксований, такий, що не змінюється. При цьому враховується одночасність збільшення внутрішніх зусиль N_{ed} , M_{ed} до досягнення критерію тріщиноутворення ε_{ctu} .

На відміну від першого способу обчислення M_{crc} , характер НДС при дії зовнішньої (початкової) комбінації зусиль N_{ed} та M_{ed} може відрізнятися від підсумкових N_{crc} та M_{crc} лише ступенем завантаженості перерізу.

Висновки.

1. У загальному випадку при визначенні зусиль тріщиноутворення N_{crc} , M_{crc} за нелінійною деформаційною моделлю згідно вітчизняних норм розрахунку вважається за доцільне фіксувати, тобто приймати за постійне саме ексцентриситет дії зовнішніх зусиль e_{red} , а не значення поздовжньої сили N_{ed} .

2. Для перевірки запропонованих положень необхідно провести порівняльний аналіз двох способів розрахунку із долученням результатів експериментальних досліджень.

УДК 621.313.8: 631.53.027

ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Панталієнко Л.А, к.ф.-м.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Експериментальним шляхом встановлено [1], що диференційне рівняння, яке описує зміну моменту електродвигуна у перехідному процесі, має вигляд:

$$T_e T_\mu \frac{d^2 M_\partial}{dt^2} + T_\mu \frac{dM_\partial}{dt} + M_\partial = M_{cno} + \gamma t, \quad (1)$$

де M_∂ – момент двигуна; M_{cno} – момент статичних опорів робочої машини у початковий момент часу; γ – швидкість зміни моменту статичних опорів робочої машини у часі; T_e , T_μ – електромагнітна та електромеханічна сталі часу відповідно.

У досліджуваному випадку перехідний процес в електроприводі відбувається при моменті статичних опорів робочої машини, що не залежить від кутової швидкості, але який лінійно змінюється у часі. Зокрема, математична модель двигуна (1) за наявності нульових початкових умов відповідатиме такій задачі Коші:

$$Ay'' + By' + y = a + \gamma t, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 0. \quad (2)$$

Аналіз математичної моделі (2) здійснюється методами операційного числення із застосуванням різних підходів в залежності від вигляду коренів відповідного параметричного рівняння.

У порівнянні з класичними методами [1] дослідження перехідного процесу в електроприводі з позицій операційного числення [2] має певні переваги. Так, операція диференціювання замінюється на алгебраїчну (множення на число), а вихідне диференціальне рівняння – на ціле раціональне рівняння відповідного порядку. Крім того, не потрібно встановлювати кратність коренів характеристичного рівняння, що для параметричних моделей є досить непростю задачею. Якщо ж права частина досліджуваного диференціального рівняння є розривною, то класичні методи тут взагалі «не працюють».

Список використаних джерел:

1. Савченко В.В. Передпосадкова обробка картоплі в магнітному полі / В.В. Савченко, О.Ю. Синявський. – К.: ЦК«Компринт», 2015. – 160 с.
2. Мартиненко М.А. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. Навчальний посібник / М.А. Мартиненко, І.І. Юрик – К.: Видавн. дім «Слово», 2008. – 296 с.

УДК 669.15.018.25

ВЛАСТИВОСТІ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ПРИ ЇЇ КОМПЛЕКСНОМУ МІКРОЛЕГУВАННІ

Похиленко Г.М., ст. викл.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вимоги до механічних, технологічних і експлуатаційних характеристик сталей для деталей і вузлів сільськогосподарських машин визначають необхідність вивчення властивостей сталей при їх комплексному мікролегуванні. Зміну механічних та технологічних властивостей пов'язують із

впливом мікролегуючих елементів на фазовий склад, розміри, властивості і розподіл структурних складових сталей.

Особливо відзначається ефективність мікролегування конструкційної сталі бором та комплексами елементів, до складу яких входить бор. Добре відома висока ефективність впливу бору на прогартованість конструкційних сталей, подрібнювання структури при прискореному охолодженні. Бор у конструкційні леговані сталі вводять не тільки для підвищення прогартованості, але і для одночасного зниження витрат дефіцитних легуючих елементів (нікель, хром, молібден та інші) без погіршення механічних властивостей та показників оброблюваності, втомної міцності, зварюваності. Зменшення загального ступеня легування сталі дозволяє не тільки знизити собівартість сталі, але і поліпшити її технологічних властивостей, а також зменшити чутливість структури до різних концентраторів напруги.

Відзначимо, що введення бору в сталь 30ХГС дозволило збільшити межу текучості на 100 – 150 МПа, а межу міцності на 200 МПа після низького і середнього відпуску, тоді як при високому відпуску ці показники практично не змінилися. Введення в сталь комплексу „бор – ванадій” дозволило не лише підвищити межу міцності і межу текучості на 100 МПа після низького і середнього відпуску, але й збільшити в 1,5 рази ударну в'язкість.

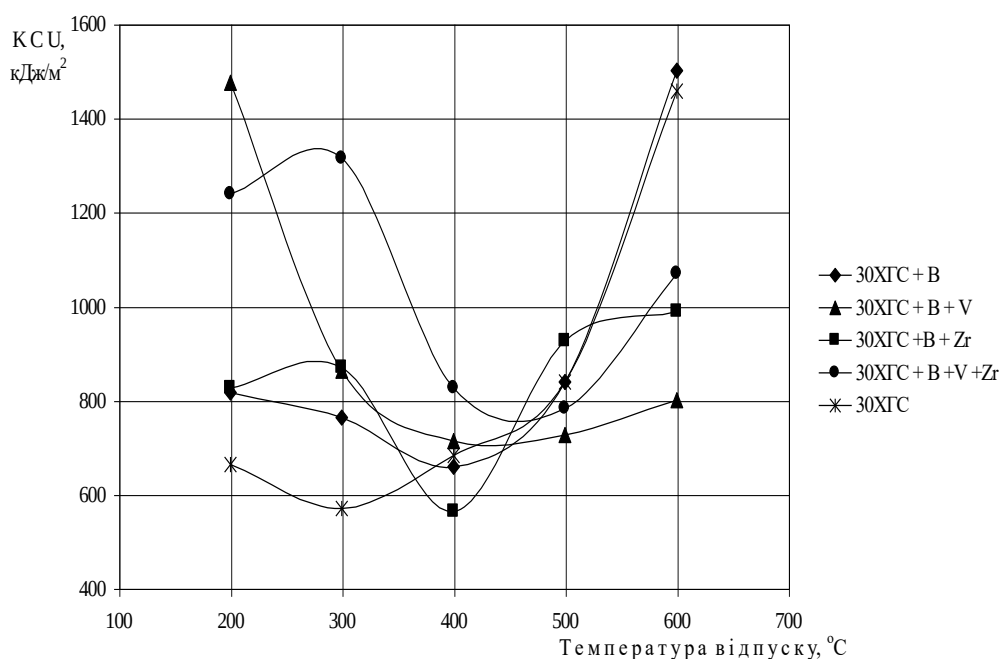


Рис. 1. Вплив температури відпуску на ударну в'язкість сталі

При мікролегуванні сталі комплексом „бор – цирконій” можливо досягнути такого ж ефекту, але при цьому спостерігається різке зменшення ударної в'язкості і відносного видовження сталі в інтервалі температур середнього відпуску. Додаткове мікролегування сталі ванадієм зміщує

інтервал різкого зниження ударної в'язкості в зону температур високого відпуску, при цьому відносне видовження поступово збільшується з підвищенням температури відпуску (рис. 1).

УДК620.669.22

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ДИСТАНЦІЙНОГО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ „ТЕОРІЯ РІЗАННЯ”

Семеновський О.Є., к.т.н., доц.

Михнян О. В., к.т.н., асист.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В сучасних умовах дистанційного навчання незмінними залишаються основні завдання практичної підготовки інженера:

- вміння вибору матеріалу;
- виготовлення заготовок;
- обробка заготовок на верстатах;
- вибір технології зміцнення;
- складання вузлів і агрегатів;
- складання машини;
- регулювання і випробування машини.

Методика виконання лабораторних та практичних робіт направлена саме на отримання студентами інженерних факультетів необхідних практичних навичок в умовах дистанційного навчання.

З метою поглиблення наглядності матеріалу, що викладається, відзняті фільми проведення відповідних лабораторних робіт на верстатах. Також представлені схеми та послідовності налагодження верстатів та металообробного обладнання для обробки поверхонь різноманітних профілів, з метою забезпечення заданих точності та шорсткості.

Усі роботи мають єдину структуру викладену в методичній літературі і включають:

- мету роботи;
- теоретичні основи, висвітлені в обсязі достатньому для самостійної підготовки студентів до заняття;
- наведені необхідне обладнання, матеріали та інструменти;
- описана послідовність виконання роботи;

- дано зміст звіту, який, виходячи зі специфіки дисципліни, повинен окремо включати розділ методики досліджень та обробки результатів, а також висновки;

- сформульовані запитання для контролю набутих знань та вмінь, на які студенти повинні надавати відповіді.

При аналізі отриманих результатів оптимальним є використання елементів наукових досліджень.

Формули складових сили різання як і більшість основних формул теорії різання, мають вигляд степеневих залежностей. Їх отримують математичним обробленням дослідних даних.

При цьому досліджувана величина розглядається, як степенева функція, тобто залежна величина. Решта величин від яких вона залежить є аргументами змінними величинами.

Студент повинен вже на перших курсах вчитись логічно мислити та робити висновки. Розуміти, що завдання дослідника полягає у встановленні ступеню впливу кожного аргументу на досліджувану величину.

Ми пропонуємо студентам встановлювати функціональні залежності на прикладі степеневих функцій, а також встановлювати ступінь впливу певних параметрів на досліджувану величину шляхом розв'язання степеневих та логарифмічних рівнянь. Крім того побудова графічних залежностей (рис. 1) підвищує наочність отриманих результатів при проведенні дослідів саме в логарифмічних координатах, тому що визначає ступінь впливу параметрів процесу (аргументів), на сам процес (функцію).

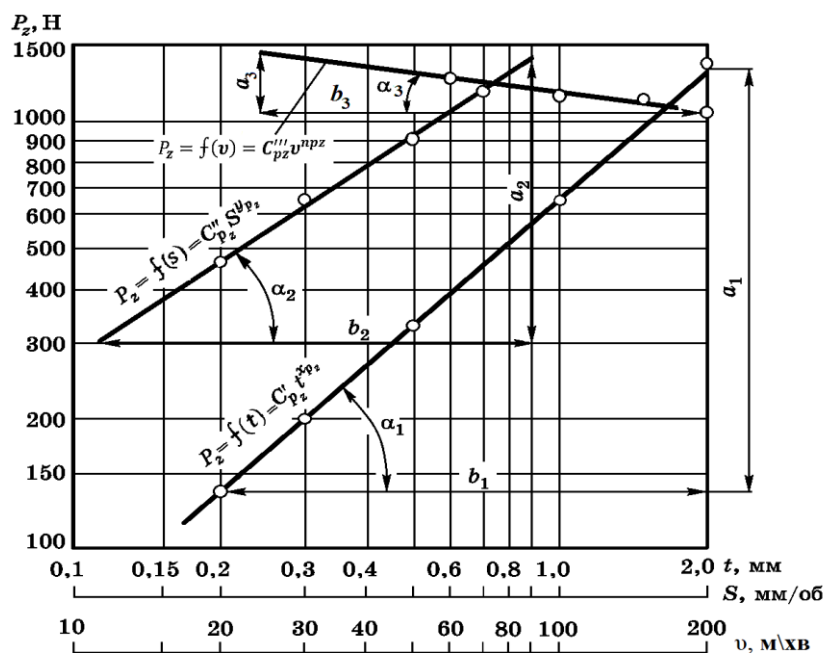


Рис. 1. Приклад побудови графічної залежності в логарифмічних координатах

Поєднання фізичних та математичних апаратів дає можливість підготовки повноцінних інженерів.

Освоєння даної дисципліни в режимі електронного навчання (E-LEARN - система електронного навчання для студентів Національного університету біоресурсів і природокористування України) дозволяє оптимізувати процес підготовки кадрів. Використання новітніх технологій в навчальному процесі дозволяє розвивати здатність у студента до самонавчання, аналізу та прийняття самостійно вірного рішення у вирішенні різноманітних проблем навколишньої дійсності.

Можливість працювати у зручний для студентів час і будь де теж є великою перевагою у навчанні.

УДК 621.43.068-047.84

МІФИ, ЯКІ РОЗВІЮЄ MANN-FILTER: ЯКІСТЬ ФІЛЬТРУЮЧОГО МАТЕРІАЛУ

¹*Продеус О.В., керівник відділу*

²*Засулько А.А., асист.*

²*Хмельовська С.З., асист.*

¹*Heavy Duty TOB «Манн+Хуммель ФТ Україна»*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Важливо забезпечувати лідерство у сфері фільтрації [1, 2]. Одним із головних і найважливіших лозунгів компанії MANN-FILTER є наступний: мета виправдовує засоби [3].

Продукція компанії MANN + HUMMEL, що поставляється на конвеєри практично всіх найбільших світових виробників автомобілів і продається на вторинному ринку під брендом MANN + FILTER не має ніяких відмінностей і проводиться в суворій відповідності зі специфікаціями і вимогами автовиробників на одних і тих же лініях, з одних і тих же матеріалів [3]. Якість MANN-FILTER – це якість оригінальних комплектуючих [3].

Кількість виробників фільтруючих матеріалів у світі дійсно дуже обмежена. І все ж походження паперу ще нічого не говорить про її якість, а тим більше про фільтри, що з них виробляють. Адже існує безліч інших чинників, що впливають на якість фільтруючих матеріалів. Розглянемо основні з них [3]:

- просочення фільтруючих матеріалів спеціальними матеріалами;
- обробка з метою покращення якості, наприклад з допомогою активного вугілля або нановолокна;
- тип і кількість синтетичного волокна, що додається в паперову масу;
- склад синтетичних вихідних матеріалів, що використовуються у виробництві;
- час і температура сушки паперу;
- обробка в процесі виробництва (включаючи процеси гофрування та термічне затвердіння).

В залежності від галузі застосування фільтрувальних елементів і систем компанія MANN-FILTER вибирає з усього різноманіття асортименту відповідні високоякісні матеріали. В той же час, конкуруючі компанії часто використовують дуже обмежений асортимент стандартних матеріалів. Тож, MANN-FILTER розробляє спеціальні високоефективні фільтруючі матеріали, які поєднують у собі всі необхідні характеристики.

Виробники дешевих фільтрів, навпаки, використовують самі прості фільтруючі матеріали. І навіть якщо вони могли б використовувати такі ж матеріали, то все одно збереглася б величезна різниця в їх спеціальній обробці. Спеціалісти компанії MANN-FILTER зазначають, що не існує універсального паперу. Одна і та ж паперова фабрика може випускати папір різної якості і призначення, чи то картон, паперові серветки або наждачний папір. Таким чином, якщо виробник дешевих паперових фільтрів посилається на точно такого ж виробника, що і компанія MANN-FILTER, це ще не означає, що він використовує матеріал тієї ж якості.

Звідси чіткий висновок: не існує універсального паперу для фільтрів.

Список використаних джерел:

1. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружило З. В. «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. С. 255–25
2. Розвиток фільтрувальних систем: від класики до модерну. Новицький А.В., Ружило З.В., Мельник В.І, Харьковський І.С., Новицький Ю.А. Журнал Agroexpert, 2020, №5 (142). С. 62–65.
3. 10 мифов о фильтрах, которые компания MANN-FILTER развеивает! URL: <https://exitauto.ru/news/10-mifov-o-filtrah-kotorye-kompaniya-mann-filter-razveivaet.html> (дата доступу 10.03.2021)

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВО-ПРИКЛАДНИХ РОБІТ В ЧАСТИНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

Ловейкін В.С., д.т.н., проф.
Ромасевич Ю.О., д.т.н., проф.
Маліневський О.Д., аспір.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для проведення аналізу науково-прикладних робіт у галузі удосконалення, конструкцій, та використання гвинтових конвеєрів використаємо дані наукометричних баз даних Google Scholar, Scopus, Web of Science, Аналіз кількості опублікованих робіт будемо робити для часового проміжку 2010-2020 рр. Всі отримані результати наведено на рис. 1-3.



а)



б)

Рис. 1. Кількість наукових праць у наукометричних базах даних Google Scholar: а) конструкція гвинтового конвеєра; б) використання гвинтового конвеєра



а)



б)

Рис. 2. Кількість наукових праць у наукометричних базах даних Scopus:
а) конструкція гвинтового конвеєра; б) використання гвинтового конвеєра



а)



б)

Рис. 3. Кількість наукових праць у наукометричних базах даних Web of Science: а) конструкція гвинтового конвеєра; б) використання гвинтового конвеєра

Гвинтові конвеєри використовуються для транспортування у горизонтальному, вертикальному чи похилому напрямках сипких, дрібно кускових, пилоподібних, порошкових, рідких матеріалів. Їх використовують у сільському господарстві, харчовій, металургійній промисловостях тощо. Кількісний аналіз даних, які наведено на рис. 1-3, дозволяє стверджувати, що питання, які пов'язані з гвинтовими конвеєрами є актуальними. Про це свідчить значна кількість наукових робіт. Загальною тенденцією для всіх даних є зростання кількості публікацій по рокам (хоча і нерівномірне).

Як видно з рис. 1-3 кількість опублікованих наукових праць поступово зростає до пікового значення у 2018 році. У наступному 2019 році спостерігається плавний спад. Це означає, що питання удосконалення конструкцій та окремих елементів гвинтових конвеєрів є актуальними і необхідно виконувати подальші науково-дослідні роботи для підвищення техніко-експлуатаційних показників роботи конвеєрів.

ЗМІСТ

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ РУХОМ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ.....	3
АЛГОРИТМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ.....	5
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМУ РОБОТИ ПІДКОПУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	8
ПІДВИЩЕННЯ РУХОМОСТІ МЕТАЛЕВИХ ГРАНУЛ СТРУМОПРОВІДНОГО ШАРУ ПІД ЧАС ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБКИ.....	10
РОЗВИТОК МЕТОДУ ПОБУДОВИ КЕРУВАННЯ DYNAMIC SURFACE CONTROL В ЗАДАЧАХ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМІВ ІЗ НЕЛІНІЙНИМИ ПРУЖНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	11
ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЖИМУ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПРИВОДУ СТІЛОВОЇ СИСТЕМИ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА.....	14
РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ ВАНТАЖУ.....	18
МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ.....	20
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КУТА ЗМІЩЕННЯ КРИВОШИПІВ НА НЕРІВНОМІРНІСТЬ РУХУ РОЛИКОВОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ЕНЕРГЕТИЧНО ВРІВНОВАЖЕНИМ ПРИВОДОМ..	22
ДИСТАНЦІЙНА ВИРОБНИЧА ПРАКТИКА КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА.....	26
НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА У 2021 РОЦІ.....	30
НОВИЙ ПІДКОПУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧИЙ ОРГАН КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	31

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ НА КАФЕДРІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА.....	32
КОНТЕНТ-АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ РУХОМ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ.....	34
ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ВИРОБІВ ІЗ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	37
ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ФОРМУВАННЯ МЕТАЛЕВОЇ ОСНОВИ БІМЕТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ.....	39
ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМ ДИСТАНЦІЙНОГО ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА І ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	41
ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ І ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАШИН.....	42
АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ І РЕМОНТНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ.....	46
ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ПОГЛИНАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ СОРБЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ.....	48
BRIEF QUANTITATIVE ANALYSIS OF DYNAMICAL SYSTEMS IDENTIFICATION.....	50
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКРАНІВ У ҐРУНТІ ДЛЯ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ВІБРАЦІЙ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ШПУНТОВОГО ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ.....	51
ОЦІНКА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТУ.....	55
МЕТОД ОЦІНКИ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ У МАТЕРІАЛІ ВИРОБУ.....	58
ПРО ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНОСТЬ ТРУБОПРОВОДІВ.....	59
DESIGN PROCEDURES OF NUMERICAL ANALYSIS FOR FIRE RESISTANCE OF RC STRUCTURES.....	61
ЗАЛИШКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ...	62

РОЛЬ VDC СПЕЦІАЛІСТІВ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ.....	65
НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ТА НАДАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ МОЖЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЛІ КОРІВНИКА С.М.Т. НЕМІШАЄВО.....	67
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ МОМЕНТУ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ У НОРМАЛЬНИХ ПЕРЕРІЗАХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДІЮЧИМИ ВІТЧИЗНЯНИМИ НОРМАМИ.....	71
ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	74
ВЛАСТИВОСТІ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ПРИ ЇЇ КОМПЛЕКСНОМУ МІКРОЛЕГУВАННІ.....	75
ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ДИСТАНЦІЙНОГО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ „ТЕОРІЯ РІЗАННЯ”....	77
МІФИ, ЯКІ РОЗВІЮЄ MANN-FILTER: ЯКІСТЬ ФІЛЬТРУЮЧОГО МАТЕРІАЛУ.....	79
КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ НАУКОВО-ПРИКЛАДНИХ РОБІТ В ЧАСТИНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ.....	81

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

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

(25-26 березня 2021 року)

Відповідальний за випуск:

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

Верстка – кафедра конструювання машин і обладнання НУБіП України.

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

Матеріали тез друкуються у авторській редакції.

Тираж виготовлено з оригінал-макету замовника.

Підписано до друку 23.03.2021. Формат 60х84 1/16.

Ум. друк. арк. 5,44.

© НУБіП України, 2021