

Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Національний університет цивільного захисту України
Slovak University of Technology (Словаччина)
RWTH Aachen University (Німеччина)
University of Sannio (Італія)
Polytechnic University of Valencia (Іспанія)
Warsaw University of Technology (Польща)

XII Міжнародна конференція
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ
МЕХАНІКИ

XII International Conference
ACTUAL PROBLEMS OF ENGINEERING
MECHANICS



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
ABSTRACTS OF REPORTS

Одеса, 20-22 травня 2026 року



УДК 621.01

Актуальні проблеми інженерної механіки / Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції / за заг. ред. М.Г. Сур'янінова. Одеса: ОДАБА, 2026. 245 с.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Дзюба С.В., к.т.н., доц., ректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, **голова оргкомітету**

Крутий Ю.С., д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних технологій та прикладної математики Одеської державної академії будівництва та архітектури, **заступник голови**

Отрош Ю. О. д.т.н., проф., начальник кафедри пожежної профілактики у населених пунктах Національного університету цивільної захисту України, **заступник голови**

Сур'янінов М.Г., д.т.н., проф., зав. каф. будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, **заступник голови**

Вировой В.М., д.т.н., проф. кафедри виробництва будівельних виробів та конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури

Горик О. В., д.т.н., проф., завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін Полтавської державної аграрної академії

Кюсак В. А., д.ф.-м.н., проф., професор кафедри вищої математики Одеської державної академії будівництва та архітектури

Ковров А.В., к.т.н., проф., заслужений діяч науки і техніки України, проректор Одеської державної академії будівництва та архітектури

Кононов Ю. М., д.ф.-м.н., проф., завідувач відділу теорії керуючих систем інституту прикладної математики та механіки НАН України

Кровяков С.О., д.т.н., проф., проректор з наукової роботи Одеської державної академії будівництва та архітектури

Мікулич О.А., д.т.н., проф. Луцького Національного технічного університету

Суханов В.Г., д.т.н., проф., директор архітектурно-художнього інституту, Одеська державна академія будівництва та архітектури, науковий керівник НВЦ «Екострой»

Prof. Dr.Ing. Bernd Markert, PhD, RWTH Aachen University (Germany)

Prof. Jerzy Roslon, Warsaw University of Technology (Poland)

Assoc. Prof. Roman Rabenseifer, PhD, Slovak University of Technology (Slovakia)

Prof. Fernando Jose Cos-Gayon Lopez, Polytechnic University of Valencia (Spain)

Prof. Francesco Pepe, University of Sannio (Italy)

ЗМІСТ

Azizov T.N. , Maistrenko O.F. , Balakan M.S. ON THE CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE FOLDED SYSTEMS CONSTRUCTED WITHOUT FORMWORK	9
Бабула І.В. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ	11
Балдук П.Г., Балдук Г.П. ВИКОРИСТАННЯ ОПЦІЙ «ПІДБІР ПАРАМЕТРА» ТА «ПОШУК РОЗВ'ЯЗАННЯ» EXCEL В ЗАДАЧАХ БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ	14
Бало Я.В., Ковалишин Б.М. ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОТИПОЖЕЖНИХ КАРНИЗІВ НА ОБМЕЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ ЗЗОВНІ ФАСАДІВ БУДІВЕЛЬ	18
Бало Я.В., Середа Д.В. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕКИ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ ВІД ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	22
Бекірова М.М. ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ УТВОРЕННЯ ПЕРШОЇ ТРІЩИНИ У ЗАЛІЗОБЕТОННІЙ СТІЙЦІ	25
Bekshaev S. ON THE BUCKLING OF ROD DUE TO AXIAL TENSION	28
Чумаченко Т.В., Беспалова А.В., Книш О.І., Дашковська О.П. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИПРОБУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ШУМОЗАХИСТУ	33
Чумаченко Т.В., Вудвуд О.М., Лінгур В.М., Михайлов Є.П., Беспалова А.В., Книш О.І. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТІЙКОСТІ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТА	38
Біда С.В., Яхін С.В., Муравльов О.В., Петраш Р.В. ВИКОРИСТАННЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НАТЗСУВНИХ І ЗСУВО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЯХ, СКЛАДЕНИХ ЛЕСОВИМИ ГРУНТАМИ	41
Біляєв М.А. ЗБІРНІ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННІ ПЕРЕКРИТТЯ ПІД ДІЄЮ ВИБУХУ НА МАЛИХ ВІДСТАНЯХ ВІД НИХ	45
Васильєва Н.С., Васильєв О.Б., Давидов К.А. ЗАСТОСУВАННЯ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПОРІВНЯННІ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПАНІЙ	48
Вировой В.М., Довгань О.Д. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ДИСПЕРСНО-АРМОВАНИХ ДЕКОРАТИВНИХ ВИРОБІВ	49
Волков О.О., Краєвська Ж.В., Субботін О.В., Васильченко О.В. ВПЛИВ РІЗНИХ МЕТОДІВ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НА ПІДВИЩЕННЯ АНТИФРИКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНИХ ТА КОЛЬОРОВИХ СПЛАВІВ	54
Волков О.О., Субботіна В.В., Васильченко О.В., Любченко О.В. СТРУКТУРНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ І ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕЙ, ЯК РЕЗУЛЬТАТ ДОДАТКОВОГО ФРИКЦІЙНО-ДЕФОРМАЦІЙНОГО ВПЛИВУ	56

Коврова В.О., Волкова В.Є. МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ БАГАТО- ПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ З УРАХУВАННЯМ ОДНОСТОРОННІХ ЗВ'ЯЗКІВ	59
Гарт Е.Л., Терьохін Б.І. ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ ПОБЛИЗУ ЕЛІПТИЧНОГО ОТВОРУ В ФУНКЦІОНАЛЬНО- ГРАДІЄНТНИХ ПЛАСТИНАХ З РІЗНИХ ТИПІВ МАТЕРІАЛІВ	64
Горик О.В., Ковальчук С.Б., Брикун О.М., Рябов А.М. ОЦІНКА ЗНОШУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ДРОБУ ПРИ ДРОБОСТРУМІННІ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ	67
Гузій С.Г., Курська Т.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄМНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ГЕОЦЕМЕНТНИХ КОМПАУНДІВ ІЗ ІМІТАТОМ БОРВМІСНИХ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ	71
Гуртовий О.Г., Тинчук С.О. ДЕФОРМУВАННЯ ЛОКАЛЬНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ БАГАТОШАРОВИХ ПОКРИТТІВ ДОРІГ ТА МОСТІВ НА ЖОРСТКІЙ ОСНОВІ	75
Жмурко Р.А. ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ АРМОВАНОГО БЕТОНУ ЗА РАХУНОК МОДИФІКАЦІЇ КОНТАКТНОЇ ЗОНИ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ	78
Зеленський А.Г., Слободянюк С.О. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НЕТОНКНИХ ПОЛОГИХ ОРТОТРОПНИХ ОБОЛОНОК З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ЗБУРЕНЬ	81
Зятюк Ю.Ю., Кузло М.Т., Кушнір В.П. МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ У БАГАТОШАРОВІЙ КОНСТРУКЦІЇ	84
Карпюк І.А., Карпюк М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАЗАЛЬТОБЕТОННИХ БАЛОК	88
Кіріченко Д.О., Чистяков А.О. ВПЛИВ ПОЧАТКОВОЇ ГЕОМЕТРІЇ НА РЕЗУЛЬТАТИ ТОПОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ФЕРМОВИХ КОНСТРУКЦІЙ	90
Козачок О.П., Маланчук Н.І., Мартиняк Р.М. ЛОКАЛЬНЕ ЗНОШУВАН- НЯ ПРУЖНИХ ТІЛ ЗА КУСКОВО-ОДНОРІДНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ	93
Колісник К.Д., Чухліб В.Л. АНАЛІЗ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ОСАДЖУВАННІ ТА ПРОТЯГУВАННІ ЗАГОТОВОК ДЛЯ КУВАННЯ ГАКІВ	95
Семенова С.В., Колесников А.В., Загинайло І. В., Писаренко О.М. МЕТОД АНАЛОГІЙ У ТЕОРІЇ ДИСПЕРСНО-АРМОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ: ФІБРОКОМПОЗИТИ ТА РІДКІ КРИСТАЛИ	97
Семенова С.В., Колесников А.В., Олійник Т.П., Гедулян С.І. СТОХАС- ТИЧНА КІНЕТИКА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В'ЯЗУЧИХ СИСТЕМ	101
Копил Б.Я. ОЦІНЮВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ МІЦНОСТІ ПІНОКОКСОВОГО ШАРУ РЕАКТИВНИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИВІВ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ	105
Крутий Ю.С., Сур'янінов М.Г., Перпері А.О., Карнаухова Г.С., Бекшаєв О.А. ПРО АНАЛІТИЧНУ МОДЕЛЬ ЗГИНУ ШАРНІРНО	

ОБПЕРТОЇ ПЛАСТИНИ НА НЕОДНОРІДНІЙ ОСНОВІ	108
Майборода Р.І. СТІЙКІСТЬ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ ЗА УМОВ КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ПОЖЕЖІ ТА ДЕФЛАГРАЦІЙНОГО ВИБУХУ	110
Мартинюк Н.О., Мікуліч О.А. ОПТИЧНА ДІАГНОСТИКА ДЕФОРМАЦІЙ ПІНОБЕТОНУ МЕТОДОМ СТРУКТУРНО- АДАПТИВНОЇ ЦИФРОВОЇ КОРЕЛЯЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	114
Сур'янінов М.Г., Метлицький В.В. ПРОГИНИ СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ ТА БЕТОННИХ ОБОЛОНОК ОДНАКОВОЇ ТОВЩИНИ НА ПОЧАТКУ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ	117
Сур'янінов М.Г., Метлицький В.В. ЗМІНА НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БЕТОННИХ І ФІБРОБЕТОННИХ ОБОЛОНОК ПРИ ЗМІНІ ЇХ ТОВЩИНИ	120
Naumyk V.V., Pavlenko D.V., Kaganovsky O.D., Pedash O.O. FATIGUE ENDURANCE OF PARTS OBTAINED BY SELECTIVE LASER FUSION OF NICKEL ALLOY POWDERS	123
Отрош Ю.А., Ломакін В.В., Сіпко О.В. ПІДХОДИ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ	125
Отрош Ю.А., Рашкевич Н.В., Мельник І.В. КОМБІНОВАНИЙ ЗАХИСТ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ	130
Пальчиков Р.В., Ніжник В.В., Тригуб В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ НА АВТОТРАНСФОРМАТОРАХ, ЩО ВСТАНОВЛЮЮТЬСЯ В ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ	136
Шульгін В.В., Попович Н.М., Петраш О.В., Бондар Л.В. ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ГАЗОВИДІЛЕННЯ В РОЗЧИНОВІЙ СУМІШІ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ	139
Постернак О.О., Сінгаївський П.М., Купченко Ю.В., Уразманова Н.Ф. ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОГО НАПРУЖЕННЯ КОМБІНОВАНИХ АРКОВИХ СИСТЕМ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ МЕТАЛОЄМНОСТІ ПОКРИТТІВ БУДІВЕЛЬ	144
Рашкевич Н.В., Рашкевич О.С. ОЦІНЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОЇ МІЦНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПІСЛЯ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ МЕТОДОМ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	147
Протасенко Т.О., Реброва О.М., Ребров О.Ю., Васильченко О.В., Щегольова М.Г. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГКОПЛАВКИХ ПРИПОЇВ	150
Рябчиков М.Л., Александров О.В., Александров М.О., Сичов Ю.І. НЕЛІНІЙНІ ЕФЕКТИ ПРИ ЗАМЕРЗАННІ ВОДИ В ПОРАХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	153
Сідней С.О. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗАЛІЗОБЕТОННІЙ СТІНІ ПРИ ОДНОСТОРОННЬОМУ ВПЛИВІ ПОЖЕЖІ	157

Сідней С.О. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ УКРИТТЯ ПРИ ДІЇ ІМПУЛЬСНОГО НАДЛИШКОВОГО ТИСКУ	161
Сур'янінов В.М. ВИДИ ФІБРОБЕТОНУ У БУДІВНИЦТВІ	165
Сур'янінов М.Г., Кіріченко Д.О. ДИСПЕРСНЕ АРМУВАННЯ БЕТОНУ БАЗАЛЬНОЮ ФІБРОЮ	168
Суханевич М.В., Чахоян В.А. ТРАДИЦІЙНИЙ БЕТОН ТА БЕТОН ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ 3D-ДРУКУ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	171
Твардовський І.О., Чучмай С.М., Калініна Т.О. ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ СТАЛЕВОГО КАРКАСУ ДЛЯ СВЕТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ ТЫЛІСЬКОГО ТОРГОВОГО ЦЕНТРУ ПО ВУЛИЦІ А.ТВАЛЧРЕЛИДЗЕ, 2	175
Трач В.М., Хоружий М.М., Подворний А.В. ВПЛИВ ФУНКЦІОНАЛЬНО- ГРАДІЄНТНОГО ПОКРИТТЯ НА СТІЙКІСТЬ НЕТОНКІХ АНІЗОТРОПНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК ПРИ БОКОВОМУ ТИСКУ	180
Трач В.М., Подворний А.В., Літницький В.І. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ТУНЕЛЬНИХ СПОРУД ВІД ДІЇ БІЧНОГО ТИСКУ	184
Ходанен Т.В., Лобода К.В. ОСОБЛИВОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОДІВ МІЖ ДВОМА П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ	186
Цапко Ю.В., Цапко О.Ю., Бондаренко О.П., Бердник О.Ю. ВСТАНОВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИФУЗІЇ ВОДИ ПРИ ЗАХИСТІ ДЕРЕВИНИ ГІДРОФОБІЗУВАЛЬНОЮ СУМІШШЮ	188
Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Остапушенко О.П., Бондар С.А. ВИКОРИСТАННЯ У МАТЕМАТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МЕХАТРОННИХ МОДУЛІВ РУХУ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАРТЛІ ПРИ ВІБРОАКУСТИЧНОМУ АНАЛІЗІ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ГУСЕНИЧНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН	192
Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Остапушенко О.П., Бондар С.А. МЕТОДИ ДИНАМІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ КЕРОВАНОГО РОЗГАЛЬ- МУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ КРАНІВ З МЕХАТРОННИМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛІННЯ ПРИ СКИДАННІ ВАНТАЖІВ	194
Chystiakov A., Kirichenko D., Kovacicova J. EVALUATING THE BIODEGRADATION OF WOOD-POLYMER COMPOSITES THROUGH LONGITUDINAL PHYSICO-MECHANICAL ANALYSIS	196
Чумак К.А. КОНТАКТ ПРУЖНОГО ТІЛА З ЖОРСТКОЮ МІКРОТЕКСТУ- РОВАНОЮ ОСНОВОЮ ЗА ВИСОКОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ІНТЕРФЕЙСУ	199
Чучмай С.М., Твардовський І.О., Чучмай О.М. ПРОЕКТУВАННЯ АРОК МІНІМАЛЬНОЇ ВАГИ ПО МЕТОДУ ГРАНИЧНОЇ РІВНОВАГИ	204
Чучмай С.М., Чучмай О.М. РУЙНУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ	

ЕЛЕМЕНТІВ ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ВИГИНІ З КРУЧЕННЯМ	207
Shapoval O.O., Kulynych V.D., Kulynych S.A., Savchenko Iu.	
THEORETICAL JUSTIFICATION OF METALLIC SURFACE	
HARDENING BY PLASTIC SHOT BLASTING	209
Шаповал О.О., Вакуленко Р.А., Кузев І.О., Кухар В.В. МОДЕЛЬ	
ДИНАМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТРУБИ ТА ТРУБНОЇ РЕШІТКИ	217
Щолоков Е.Е. УТОЧНЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ	
ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ПІД ЧАС ЕВАКУАЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖІ	221
Сур'янінов М.Г., Неутов С.П., Корнеева І.Б. ЛАБОРАТОРНІ	
ВИПРОБУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ОБОЛОНОК ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОНУ ТА	
СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ	225
Крадінова Т.А., Гуда О.В. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ	
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТІ	229
Зятюк Ю.Ю., Поліщук О.М., Фурсович М.О., Супрунюк В.В., Романюк	
В.В. ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ФІБРОБЕТОНУ ДЛЯ ЖОРСТКОГО	
ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ В УМОВАХ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА	232
Trofimova L.E. TOPOLOGICAL GENERALIZATION OF THE LAWS	
OF STRUCTURE FORMATION PROCESSES IN DISPERSED	
SYSTEMS AND MATERIALS	236
Андрійчук О.В., Громов Д.Ю. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ	
ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦІСНИХ ТА ДЕФОРМІВНИХ	
ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНУ ТА СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ	241

compared to deformed ones, and in samples obtained from gas atomization powders, the results obtained significantly exceed those obtained in the deformed material.

A further increase in the test bases to 5×10^4 shows that the deformed material provides higher indicators.

Increasing the test temperature to 550°C showed that samples obtained from gas atomization powders in the entire experimental interval of stress amplitudes demonstrate results comparable to the deformed material. Calculations showed a small difference (within 10-12%) in the indicators obtained on standard samples between all experimental variants.

Thus, the results of multi-cycle and low-cycle fatigue tests demonstrate that powder materials are able to provide durability at the level of deformed material obtained by traditional manufacturing technology.

ВТОМНА ВИТРИВАЛІСТЬ ДЕТАЛЕЙ, ОТРИМАНИХ СЕЛЕКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ СПЛАВЛЕННЯМ ПОРОШКІВ НІКЕЛЕВОГО СПЛАВУ

Виконано порівняльне дослідження показників втоми зразків зі сплаву Inconel 718, отриманих селективним лазерним сплавленням з показниками матеріалу, отриманого традиційними методами (гарячою деформацією).

За результатами випробувань на багаточислову та малоциклову втому встановлено, що порошкові матеріали здатні забезпечувати довговічність деталей на рівні деформованого матеріалу отриманого за традиційною технологією виготовлення.

УДК 621.311:614.841

ПІДХОДИ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ

Отрош Ю.А., д.т.н., проф., Ломакін В.В., Сіпко О.В.

Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

Енергооб'єкти належать до елементів критичної інфраструктури, стабільна робота яких впливає на функціонування систем життєзабезпечення, промисловості, транспорту, зв'язку та комунального господарства. В умовах ракетно-артилерійських уражень, атак ударними безпілотними літальними апаратами та пошкодження інженерних мереж фізичний захист енергетичних об'єктів є складовою забезпечення їх стійкості.

У роботі [1] розглянуто сучасний стан попередження надзвичайних ситуацій на територіях України, які зазнали ракетно-артилерійських уражень. У дослідженні охарактеризовано нові умови виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язані з пошкодженням об'єктів інфраструктури, інженерних мереж, будівель і споруд. Наведений підхід передбачає врахування прямого ураження та вторинних наслідків, що виникають після пошкодження об'єкта.

Питання стійкості систем життєзабезпечення розглянуто у праці [2]. Енергетичні об'єкти у цьому контексті є частиною системи забезпечення населення та територій ресурсами. Порушення їх роботи впливає на водопостачання, теплопостачання, зв'язок, роботу медичних установ, транспортної інфраструктури та аварійних служб.

У роботі [3] досліджено оцінку надійності будівельних конструкцій під впливом вибухових навантажень. Розглянута проблематика пов'язана з обґрунтуванням захисних споруд, які сприймають короточасні імпульсні навантаження, дію ударної хвилі та уламковий вплив. Оцінювання надійності конструкцій за таких умов передбачає врахування характеру навантаження, міцності матеріалів, конструктивної схеми та граничних станів.

У працях [4–6] розглянуто питання моделювання системи «грунт–фундамент–будівля», оцінювання стійкості конструкцій та забезпечення роботи будівель на слабких ґрунтах. Для захисних споруд енергооб'єктів ці положення пов'язані з передаванням навантажень від масивних залізобетонних елементів на фундаментну плиту та ґрунтову основу, а також з урахуванням нерівномірних осідань, локальних навантажень і динамічного впливу.

У праці [7] розглянуто вогнестійкість вогнезахищених залізобетонних конструкцій. Після вибухового або уламкового пошкодження енергооб'єкта можливий розвиток пожежі через пошкодження маслонаповненого обладнання, кабельних трас або допоміжних технологічних систем. Тому фізичний захист має охоплювати механічну дію, температурний вплив і вогнестійкість несучих та огорожувальних конструкцій.

У роботі [8] наведено підходи до будівництва дрібних захисних фортифікаційних споруд із залізобетону. Розглянуті конструктивні рішення пов'язані із заводським виготовленням, монтажною придатністю, геометричною простотою та здатністю конструкції сприймати зовнішні силові впливи.

Фізичний захист енергооб'єктів – сукупність конструктивних рішень, спрямованих на зменшення наслідків прямого або непрямого ураження технологічного обладнання (рис. 1). До об'єктів захисту належать силові автотрансформатори, трансформатори власних потреб, розподільчі пристрої, кабельні канали, системи керування, резервні джерела живлення та допоміжні технологічні системи.



Рис. 1. Методи фізичного захисту

Пошкодження об'єктів різного функціонального призначення вказують на обмежений опір легких огорожувальних конструкцій, тонкостінних панелей і металевих оболонок вибуховому та уламковому впливу. Для енергетичного обладнання фізичний захист спрямовується на обмеження прямого контакту засобу ураження з технологічним вузлом, зменшення дії уламків, локалізацію можливого займання та збереження доступу до обладнання для обслуговування й аварійного реагування.

Конструктивні рішення фізичного захисту енергооб'єктів можна поділити на кілька груп. До першої належать тимчасові або швидкокомтовані споруди: габіони, блоки, насипні екрани, збірні залізобетонні елементи. Вони застосовуються для локального екранування обладнання, а їх робота визначається геометрією розміщення, висотою, масою, стійкістю до перекидання та здатністю сприймати уламковий вплив.

Друга група охоплює заглиблені та напівзаглиблені споруди. Такі рішення передбачають розміщення обладнання нижче рівня поверхні землі або в частково заглиблених об'ємах. Вони зменшують відкритість обладнання до уламкової дії та ударної хвилі, але потребують урахування вентиляції, дренажу, пожежної безпеки, доступу для ремонту, монтажу й демонтажу великогабаритного обладнання.

Третю групу становлять наземні монолітні захисні споруди у вигляді залізобетонних оболонок або саркофагів. До їх складу входять масивні стіни, перекриття, технологічні прорізи, вентиляційні канали, протипожежні відсіки та додаткові екрани. Конструктивна схема таких споруд формується з

урахуванням вибухового навантаження, уламкової дії, можливої пожежі, температурного впливу та роботи фундаментної системи.

Окрему групу становлять комбіновані рішення, у яких залізобетонна оболонка поєднується з додатковими екранами. Зовнішній екран змінює умови взаємодії засобу ураження із захищуваною спорудою, а основна залізобетонна конструкція сприймає залишковий вплив.

Проектування фізичного захисту передбачає оцінювання просторової роботи всієї споруди, а не лише окремої стіни або перекриття. Залізобетонна оболонка працює як єдина конструктивна система, у якій стіни, перекриття, фундаментна плита та вузли сполучення забезпечують сприйняття навантажень і передачу зусиль на основу. У разі імпульсного впливу враховуються жорсткість, тріщиностійкість, характер армування, анкерування арматури та опір локальному продавлюванню.

Фундаментна система забезпечує передавання навантажень від захисної споруди на ґрунтову основу. Масивні залізобетонні конструкції створюють додаткове навантаження, а дія вибуху має короточасний динамічний характер. Розрахунок системи «споруда – фундаментна плита – ґрунтова основа» охоплює нерівномірні осідання, роботу слабких ґрунтів і вплив локальних навантажень.

Пожежна складова фізичного захисту пов'язана з наявністю маслonaповненого обладнання, кабельних трас, полімерної ізоляції та допоміжних технологічних систем. У разі пошкодження трансформатора можливе займання трансформаторного масла, поширення теплового впливу на конструкції та повторне пошкодження суміжного обладнання. Захисна споруда має поєднувати конструктивну міцність із протипожежним поділом, димовидаленням, вентиляцією, збором аварійних витоків і вогнестійкістю основних елементів.

Для наземних захисних споруд необхідно забезпечувати експлуатаційну придатність. Захисна оболонка не повинна унеможливлувати охолодження обладнання, огляд, ремонт, заміну агрегатів, підведення кабельних і шинних з'єднань. Конструктивне рішення поєднує захисні функції з вимогами технологічної експлуатації, включаючи вентиляційні прорізи, захищені канали, протипожежні відсіки та доступ для аварійних служб.

Тип фізичного захисту визначається призначенням об'єкта, характеристиками обладнання, видом можливого впливу, умовами майданчика, ґрунтовою основою, наявною забудовою та можливостями будівельно-монтажних робіт. Тимчасові споруди застосовуються для локального екранування, заглиблені рішення пов'язані з улаштуванням захищеного об'єму нижче рівня землі, а монолітні наземні споруди формують просторову оболонку навколо обладнання.

Формування фізичного захисту енергооб'єкта включає визначення критичних елементів обладнання, встановлення можливих видів впливу, прийняття конструктивної схеми захисної споруди, розрахунок вибухових, уламкових і температурних навантажень, перевірку залізобетонних конструкцій, оцінювання роботи фундаментної плити та ґрунтової основи, а також урахування протипожежних і експлуатаційних вимог.

Таким чином, фізичний захист енергооб'єктів формується як система конструктивних рішень, що охоплює силове обладнання, кабельні системи, допоміжні технологічні вузли та елементи керування. Його структура враховує вибуховий, уламковий, пожежний і ґрунтово-фундаментний вплив.

Для захисту енергетичного обладнання застосовуються тимчасові екранувальні споруди, заглиблені або напівзаглиблені об'єми, наземні монолітні залізобетонні оболонки та комбіновані системи з додатковими екранами. Кожне рішення має конструктивні, технологічні й експлуатаційні обмеження, пов'язані з умовами майданчика, доступом до обладнання, протипожежним захистом і роботою фундаментної системи.

[1]. Rashkevich N. V. (2023). Аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій на територіях України, які зазнали ракетно-артилерійських уражень. [Analysis of the current state of emergency prevention in the territories of Ukraine affected by rocket and artillery attacks]. Комунальне господарство міст. Т. 4, вип. 178. С. 232–251. DOI: 10.33042/2522-1809-2023-4-178-232-251 [in Ukrainian].

[2]. Rashkevich N. V., Ivanov V. (2023). Питання стійкості систем життєзабезпечення. [Issues of resilience of life support systems]. Problems of Emergency Situations: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: НУЦЗ України. С. 120–121. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/18320> [in Ukrainian].

[3]. Purdenko R. R., Otrosh Yu. A., Rashkevich N. V. (2026). Оцінка надійності будівельних конструкцій під впливом вибухових навантажень. [Assessment of the reliability of building structures under the influence of blast loads]. Механіка та математичні методи. Т. 8, № 1. С. 28–40. DOI: 10.31650/2618-0650-2026-8-1-28-40. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/28165> [in Ukrainian].

[4]. Purdenko R. R., Otrosh Yu. A., Rashkevich N. V., Surianinov V. M. (2024). Моделювання стійкості та надійності системи ґрунт–фундамент–будівля при дії силових та високотемпературних впливів. [Modelling the stability and reliability of the soil–foundation–building system under force and high-temperature effects]. Механіка та математичні методи. Т. 6, вип. 1. С. 36–48. DOI: 10.31650/2618-0650-2024-6-1-36-48 [in Ukrainian].

[5]. Purdenko R. R., Rashkevich N. V., Otrosh Yu. A. (2024). Оцінка стійкості будівельних конструкцій на основі моделювання взаємодії системи ґрунт–фундамент–будівля. [Assessment of the stability of building structures based on modelling the interaction of the soil–foundation–building system]. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Черкаси, 24–25 жовтня 2024 р. Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв

Чорнобиля НУЦЗ України. С. 183–186. URL:
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/22211> [in Ukrainian].

[6]. Rashkevich N. V., Otrosh Yu. A. (2024). Підходи до забезпечення стійкості будівель на слабких ґрунтах. [Approaches to ensuring the stability of buildings on weak soils]. Актуальні проблеми інженерної механіки: матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, м. Одеса, 5–7 червня 2024 р. Одеса: ОДАБА. С. 88–90. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/20631> [in Ukrainian].

[7]. Otrosh Yu. A., Kovalov A. I., Purdenko R. R., Rashkevich N. V., Maiboroda R. I. (2022). Вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних конструкцій для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів. [Fire resistance of fire-protected reinforced concrete structures for increasing the level of fire safety of facilities]. Проблеми надзвичайних ситуацій. № 2(36). С. 102–121. DOI: 10.52363/2524-0226-2022-36-9 [in Ukrainian].

[8]. Bezuglyi Ya. P., Otrosh Yu. A., Maiboroda R. I., Rashkevich N. V. (2022). Будівництво дрібних захисних фортифікаційних споруд – залізобетонних бліндажів циліндричної форми заводського виготовлення. [Construction of small protective fortification structures – factory-made cylindrical reinforced concrete dugouts]. Вісті Донецького гірничого інституту. № 2(51). С. 7–13. DOI: 10.31474/1999-981X-2022-2-7-13 [in Ukrainian].

APPROACHES TO THE PHYSICAL PROTECTION OF ENERGY FACILITIES

The paper considers approaches to the physical protection of energy facilities under conditions of rocket and artillery strikes and UAV attacks. Structural solutions are summarized, including temporary screens, buried structures, reinforced concrete enclosures, and combined systems. Consideration is given to blast, fragment, fire, and soil–foundation effects on elements of energy infrastructure.

УДК 621.311:614.841

КОМБІНОВАНИЙ ЗАХИСТ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ

Отрош Ю.А., д.т.н., проф., Рашкевич Н.В., д.ф., доц., Мельник І.В.
Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

Сучасні умови функціонування енергооб'єктів характеризуються поєднанням воєнних, техногенних, пожежних, вибухових та екологічних чинників небезпеки. Пошкодження окремого конструктивного елемента, технологічного вузла або інженерної системи може спричинити порушення роботи об'єкта, розвиток пожежі, вибухонебезпечну ситуацію, втрату