

УДК 624.012.25

КЛАСИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ПОШУК АНАЛІТИЧНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ У ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

І. А. ЯКОВЕНКО, д.т.н., професор; **Є. А. ДМИТРЕНКО**, к.т.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: yakovenko_i_a@nubip.edu.ua; dmytrenko_yevhen@nubip.edu.ua

Проведений аналіз нормативних документів США (ACI 318-05/ACI 381R-05), країн Європи (EN 1992-1-1:2004, Eurocode 2, DIN 1045, CNR-DT 203/2006), Великобританії (BS EN 1992-1-2:2004), Австралії (AS 3600:2018), Канади (CSA A23.3-14), Туреччини (TS 500), України (ДБН В.2.6-98:2009, ДСТУ Б.В.2.6-156:2010, ДСТУ 3760:2019), провідних міжнародних наукових шкіл, що займаються проблемами зчеплення бетону та арматури у залізобетонних конструкціях (Muttoni Aurelo, Plizzari Giovanni, Lungren Karin, Focacci Francesco, Hassen Tarek, Cristina Zanotti та ін.) вітчизняних наукових шкіл (проф. Т.Н. Азізова, Є.М. Бабіча, А.М. Бамбури [1], А.Я. Барашикова, З.Я. Бліхарського, О.Б. Голишева, В.С. Дорофєєва, В.М. Карпюка, Ю.А. Клімова [], Є.В. Клименка, В.І. Колчунова [1, 3], Д.В. Кочкарьова [1, 4], Ю.І. Немчинова, Й.Й. Лучка, А.М. Павликова [1, 4], В.М. Ромашка [5], М.В. Савицького, О.В. Семка, В.С. Шмуклера та ін.) та їх послідовників [1, 6, 7 та ін.] дозволив авторам визначити основні фактори та параметри від яких залежить зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях будівель та інженерних споруд (рис. 1).

Визначені фактори та параметри систематизовані на **сім основних груп**:

1) **перша група** → параметри армування (геометричні):

- діаметр робочої арматури, \emptyset ;
- площа робочої A_s та конструктивної A'_s арматури,;
- площа конструктивної арматури хомутів, A_{sw} ;
- периметр робочої арматури, S_s ;
- тип профілю (періодична або гладка);

2) **друга група** → параметри армування (фізичні, клас арматури):

- розрахунковий опір робочої арматури на розтяг, f_{yd} (стиск, f'_{yd});
- характеристичний опір робочої арматури на розтяг, f_{yk} (стиск, f'_{yk});
- модуль пружності арматури у розтягнутій зоні, E_s ;
- модуль пружності арматури у стиснутій зоні, E'_s ;

3) **третья група** → параметри бетону (фізичні, клас бетону):

- тип бетону (важкий, середньої щільності, легкий) → звідси впливає, що є залежності від фракції заповнювача та марок цементу та піску;
- розрахунковий опір бетону на стиск, f_{cd} ;

- розрахунковий опір бетону на розтяг, f_{ctd} ;
- характеристичний опір бетону на стиск, f_{ck} ;
- характеристичний опір бетону на розтяг, f_{ctk} ;
- розрахунковий модуль пружності бетону, E_{cd} ;
- характеристичний модуль пружності бетону, E_{ck} ;
- усереднений модуль пружності бетону, E_{cm} .

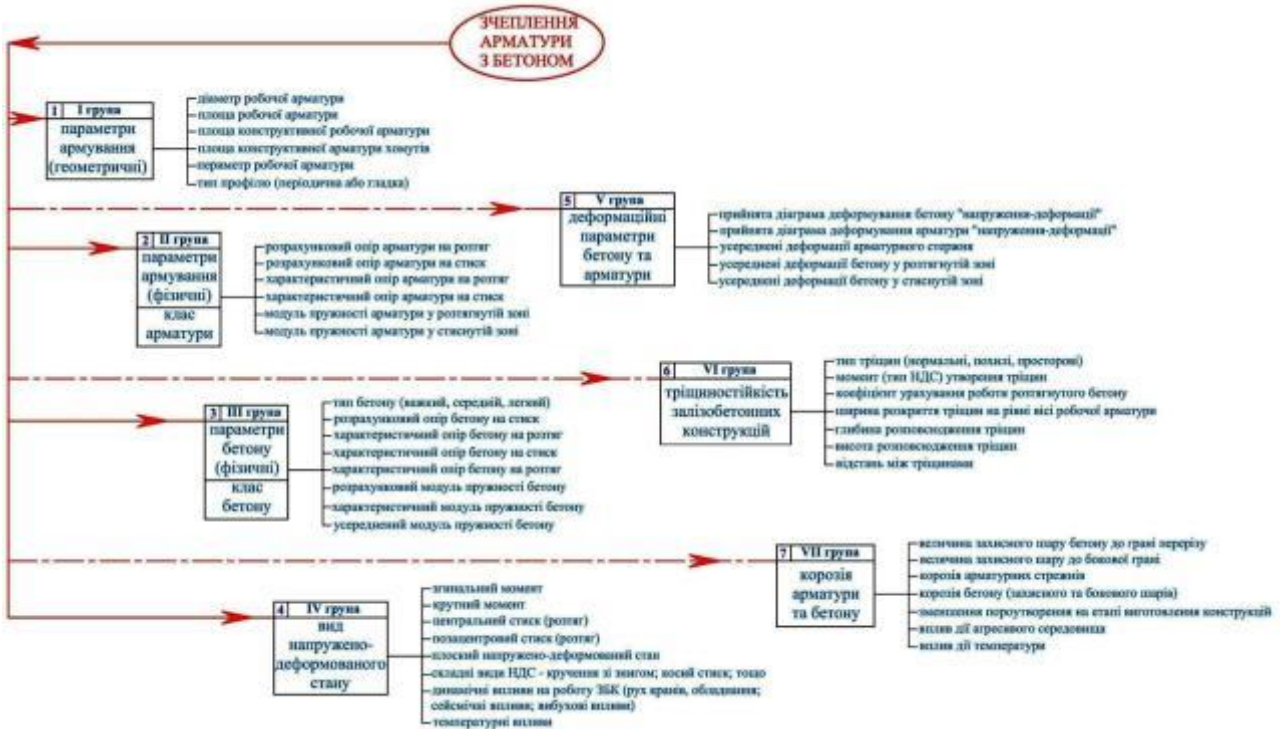


Рис. 1. Класифікація параметрів та факторів впливу на зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях

4) **четверта група** → вид напружено-деформованого стану на залізобетонну конструкцію (дослідний зразок або фрагмент):

- згинальний момент, M ;
- крутний момент, M_t ;
- центральний стиск (розтяг);
- позацентровий стиск (розтяг);
- плоский напружено-деформований стан;
- складні види НДС – кручення зі згином; косий згин; косий стиск тощо;
- динамічні впливи на роботу залізобетонних конструкцій (динамічні навантаження від руху кранів, обладнання; сейсмічні впливи; вибухові впливи);
- температурні впливи;

5) **п'ята група** → деформаційні параметри бетону та арматури:

- прийнята діаграма деформування бетону «напруження – деформації», $\sigma_c - \varepsilon_c$;
- прийнята діаграма деформування арматури «напруження – деформації», $\sigma_s - \varepsilon_s$;

- усереднені деформації арматурного стержня, ε_{sm} ;
- усереднені деформації бетону у розтягнутій зоні, ε_{ctm} ;
- усереднені деформації бетону у стиснутій зоні, ε_{cm} ;

б) **шоста група** → тріщиностійкість залізобетонних конструкцій:

- тип тріщин (нормальні, похилі, просторові);
- момент (тип НДС) утворення тріщин, M_{cr} ;
- коефіцієнт урахування роботи розтягнутого бетону, ψ_s ;
- ширина розкриття тріщин на рівні вісі робочої арматури, w_k ;
- глибина розповсюдження тріщин, d_{cr} ;
- висота розповсюдження тріщин, h_{cr} ;
- відстань між тріщинами, s_r ;

7) **сьома група** → корозія арматури та бетону:

- величина захисного шару бетону до грані перерізу, $a_{pr,l}$;
- величина захисного шару бетону до бокової грані, a_{sid} ;
- корозія арматурних стержнів;
- корозія бетону (захисного та бокового шарів);
- зменшення пороутворення на етапі виготовлення конструкції;
- вплив агресивного та/або температурного середовища.

Виявлені фактори та параметри, які впливають на зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях.

Аналіз значної кількості наукових праць та нормативних документів провідних країн за темою показує, що існуючі методи визначення дійсної картини напружено-деформованого стану у зоні контакту арматури з бетоном не враховують перелічені групи факторів.

Отже, побудова дійсних моделей зчеплення арматури з бетоном, які б ураховували перелічені групи параметрів та факторів є вельми актуальною проблемою і потребують залучення складного аналітичного апарату, чисельного моделювання та проведення значної кількості експериментальних досліджень щодо визначення реальної картини напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій (деформування бетонної матриці та арматурних стержнів) під дією різних силових та ін. впливів.

Список використаних джерел

1. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. К.: Толока, 2017. 627 с.

2. Клімов Ю.А. Статистична оцінка механичних характеристик холоднодеформованої арматури класу В500. Зб. наук. праць «Будівельні конструкції. Теорія і практика». 2023. Вип.12. С.4-15.

3. Kolchunov V.I., Yakovenko I.A., Dmitrenko E.A. (2016). The analytical core model formation of the nonlinear problem bond armature with concrete. *Збірник*

наукових праць. Серія галузеве машинобудування, будівництво. Вип. 2(47). С. 125–132.

4. Павліков А.М., Кочкаръов Д.В. Залізобетонні конструкції : практичні методи розрахунків та конструювання : навч. посіб. Полтава : ТОВ «АСМІ», 2019. 238 с.

5. Ромашко В.М. Деформаційно-силова модель опору бетону та залізобетону : моногр. Рівне : О. Зень, 2016. 424 с.

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

7. Yakovenko I.A., Dmytrenko Ye.A. (2022). Influence of reinforcement parameters on the width of crack opening in reinforced concrete structures. Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : coll. mon. Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. P. 510–536. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-18>

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
118-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***20-21 лютого 2025 року
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 118th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 20-21, 2025
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;
Тонха О. Л. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Ружило З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**
Автухов А. К. – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
Адамчук В. В. – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;
Альмейда А. – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);
Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;
Арак М. – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);
Банний О. О. – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
Бєлоєв Х. – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);
Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;
Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;
Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;
Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;
Василенко М. О. – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;
Васильковський О. М. – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;
Войтюк Д. Г. – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;
Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;
Джеонг Ілля – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);
Домейка Р. – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);
Захарчук О. В. – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;
Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;
Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;
Коренко М. – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

Тін Ю Чен - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

Шарибура А. О. – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

Яковенко І. А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.