

УДК 624.21.072

Івоненко О. Ю., <https://orcid.org/0000-0003-4234-7419>

Веретельніков О. С., <https://orcid.org/0009-0002-4757-0134>

Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»), м. Київ, Україна

## ПРОБЛЕМАТИКА УТРИМАННЯ МОСТІВ З ПРОГОНОВИМИ БУДОВАМИ ВТП-21

### *Анотація*

**Вступ.** На автомобільних дорогах України наявна значна кількість мостів, побудованих у минулому столітті за типовими проектними рішеннями.

У межах цієї статті розглядаються поширеність мостів із плитами з поздовжніми пустотами на дорогах державного значення, розподіл за експлуатаційними станами, типові дефекти прогонових будов та їх причинно-наслідковий розвиток. Окремий акцент зроблено на групі дефектів, які за наявної практики експлуатації найчастіше призводять до прискореної деградації і переведення прогонової будови до 5 стану. Завершальна частина містить узагальнені рекомендації для замовників та організацій, які виконують експлуатаційне утримання мостів. Зокрема щодо пріоритету обстежень, моніторингу та першочергових заходів з експлуатаційного утримання.

**Проблематика.** У процесі тривалої експлуатації мостів, зведених за типовим проектом ВТП-21, виявляються конструктивні та експлуатаційні недоліки, що призводять до зниження довговічності прогонових будов і мостових споруд у цілому.

**Мета.** Аналіз причин погіршення технічного стану мостових споруд з типовими прогоновими будовами та визначення ключових чинників експлуатаційної деградації.

**Матеріали та методи.** Для проведення аналізу використані результати інструментальних і візуальних обстежень мостів на автомобільних дорогах загального користування у різних областях України, база даних АЕСУМ, діючі на території України будівельні норми та нормативні документи.

**Результати.** Проведено аналіз отриманих результатів, зафіксовано характерні дефекти та надано рекомендації щодо забезпечення ефективної та безпечної експлуатації споруд.

**Висновки.** Отримані результати дозволяють розглядати деградацію прогонових будов ВТП-21 як єдиний експлуатаційний процес та визначити пріоритетні заходи з утримання цих мостових споруд.

**Ключові слова:** АЕСУМ, аналіз, дефект, експлуатаційний стан, експлуатаційне утримання, міст, обстеження, прогонова будова, типовий проект ВТП-21,

### **Вступ**

Мостові споруди автомобільних доріг є відповідальними елементами транспортної інфраструктури, технічний стан яких безпосередньо впливає на безпеку руху, безперервність транспортних потоків та ефективність функціонування дорожньої мережі [1, 2]. Значна частина мостового фонду України була збудована у другій половині ХХ століття та нині експлуатується протягом тривалого часу, що супроводжується накопиченням пошкоджень і зниженням експлуатаційної придатності конструкцій [3–5].

Серед мостових споруд значного поширення отримали мости із збірними залізобетонними прогоновими будовами, виконаними за типовим проектом ВТП-21. Простота конструктивних рішень, масовість виготовлення та можливість швидкого монтажу зумовили їх масове застосування на автомобільних дорогах загального користування та у транспортних розв'язках. У результаті

сьогодні в експлуатації перебуває значна кількість мостів цього типу, технічний стан яких формує вагому частину загальної проблематики утримання мостових споруд [5–7].

Згідно даних аналітичної експертної системи управління мостами (АЕСУМ) — кількість мостів у 5 непрацездатному стані зростає з кожним роком (табл. 1) [8, 9]. Сучасний стан мостових споруд в Україні оцінюється як незадовільний і одна з проблем полягає в тому, що погіршення стану мостів часто пов'язана не лише з віком конструкцій, а й з тривалою відсутністю системних заходів експлуатаційного утримання, коли гідроізоляція та покриття проїзної частини не оновлювалися десятиліттями, а деформаційні шви тривалий час залишалися нефункціональними. За таких умов навіть регламентовані процедури обстежень не забезпечують потрібного ефекту без впровадження комплексних програм утримання і своєчасних ремонтних заходів, спрямованих на стримування розвитку дефектів на ранніх стадіях [10–12].

Таблиця 1

*Динаміка розподілу мостів за експлуатаційними станами у 2017–2025 роках  
(на підконтрольній території, дороги державного значення)*

Експлуатаційний стан	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	83	89	88	97	102	104	117	123	143
2	338	341	322	332	357	369	432	433	429
3	2 137	2 141	2 095	2 096	2 089	2 074	2 091	2 067	2 081
4	695	728	771	894	978	1045	1048	1124	1259
5	70	78	107	180	225	281	405	453	484
не визначено	2 013	1 968	1 916	1720	1599	1479	1273	1178	981
разом	5 336	5 345	5 299	5 319	5 350	5 352	5 366	5 378	5 377

Наведені статистичні дані підтверджують актуальність аналізу технічного стану типових прогонових будов, зокрема конструкцій ВТП-21. Слід зазначити, що зростання кількості мостових споруд, віднесених до 4 та 5 експлуатаційних станів, частково пов'язане з поступовим скороченням кількості необстежених мостів та проведенням первинних обстежень споруд, технічний стан яких тривалий час залишався невизначеним. У процесі актуалізації даних облікових систем частина таких мостів уперше була класифікована за експлуатаційними станами і відразу віднесена до категорій із незадовільним технічним станом [9, 12].

Метою роботи є встановлення закономірностей розвитку пошкоджень прогонових будов ВТП-21 та формування інженерних підходів до їх експлуатаційного утримання.

### Основна частина

#### Загальні дані

Серед типових прогонових будов особливої уваги потребують транспортні споруди (рис. 1) з двопустотними плитами, які були широко впроваджені в Україні за типовими проектами, зокрема ВТП-21 (розробленим Проектним Інститутом «Укргіпродор») і нині не відтворюються у серійному виробництві [5, 6].

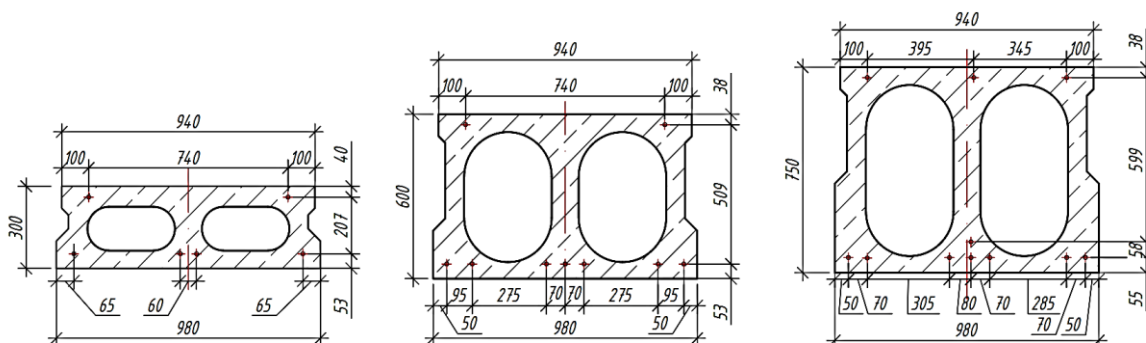
За останні 8 років було обстежено 2 084 мости, з яких 295 шт. — побудовані за типовим проектом ВТП-21, тобто 14 % [9].

Прогонова будова за типовим проектом ВТП-21 — це збірна залізобетонна конструкція, розрахована для мостів з малими та середніми прогонами [3, 5, 6].

Плити довжиною 6,00 м та висотою 0,30 м, 12,00 м та 0,60 м, 18,00 м та 0,75 м з поздовжніми пустотами циліндричної форми (рис. 2 і рис. 3), що забезпечують зменшення власної ваги та економію матеріалів. Армовані попередньо напруженою стрижневою арматурою. Спільна робота плит забезпечується шпонковим з'єднанням. Проектне навантаження Н-30, НК-80.



*Рисунок 1* — Вид на фасад шляхопроводу, виконаного із збірних плит за типовим проектом ВТІІ-21



*Рисунок 2* — Конструктивний переріз плит довжиною 6,00 м, 12,00 м та 18,00 м



*Рисунок 3* — Загальний вид на переріз плит ВТІІ-21

Окремою особливістю застосування прогонових будов за типовим проектом ВТП-21 є їх широке використання під час реконструкції та поширення існуючих мостів [5, 7]. У період інтенсивного розвитку автомобільних доріг практикою мостобудування передбачалося збільшення габаритів проїзної частини без повної заміни споруди шляхом добудови додаткових плит уздовж існуючої прогонової будови. За матеріалами обстежень встановлено, що плити ВТП-21 застосовувалися для поширення мостів, виконаних за різними типовими проектами та конструктивними схемами, зокрема прогонових будов попередніх серій збірних залізобетонних балок, наприклад Випуск 56, ВТП-15 та ВТП-16 (рис. 4). Такий підхід дозволяв оперативно збільшити ширину проїзної частини та адаптувати споруди до зростання інтенсивності руху без значних капітальних витрат.



Рисунок 4 — Загальний вид на поширення старого сталезалізобетонного мосту плитами ВТП-21

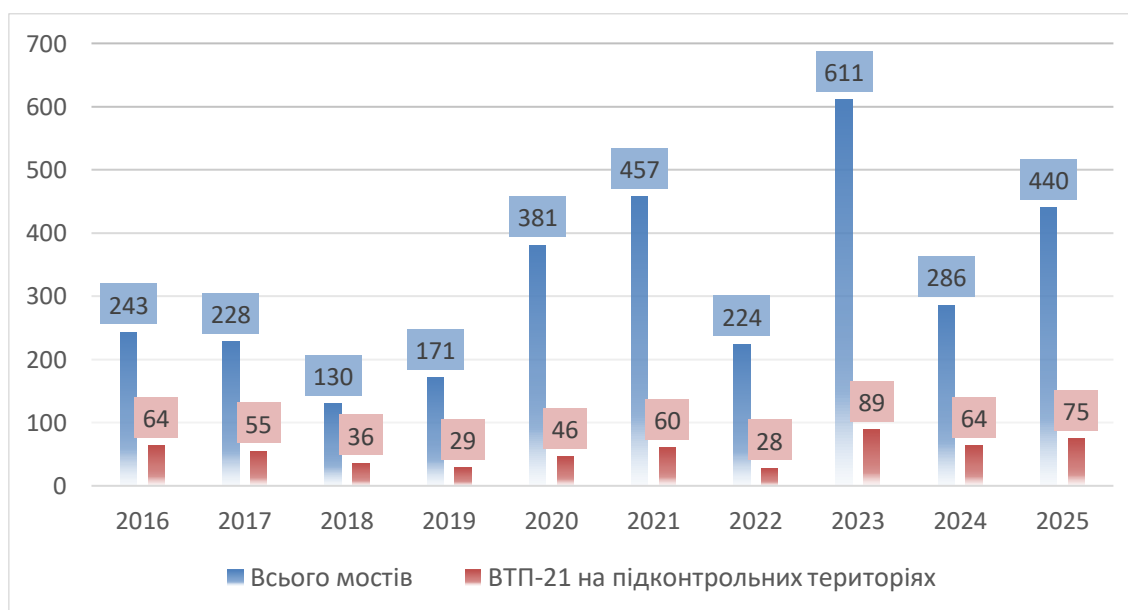


Рисунок 5 — Порівняння кількості обстежених мостів у період із 2006 по 2025 роки

### Аналіз даних

На дорогах державного значення на підконтрольних територіях у період 2016–2025 років обстежено 546 мостів, виготовлених за типовим проєктом ВТП-21 [9, 12]. Загальний обсяг виконаних обстежень у порівнянні із загальною кількістю обстежених мостових споруд наведено на **рис. 5**.

Як видно із даних на **рис. 5**, прогнові будови за типовим проєктом ВТП-21 становлять стабільну частку серед обстежених споруд протягом усього періоду спостережень, що підтверджує їх значне поширення у мостовому фонді автомобільних доріг державного значення

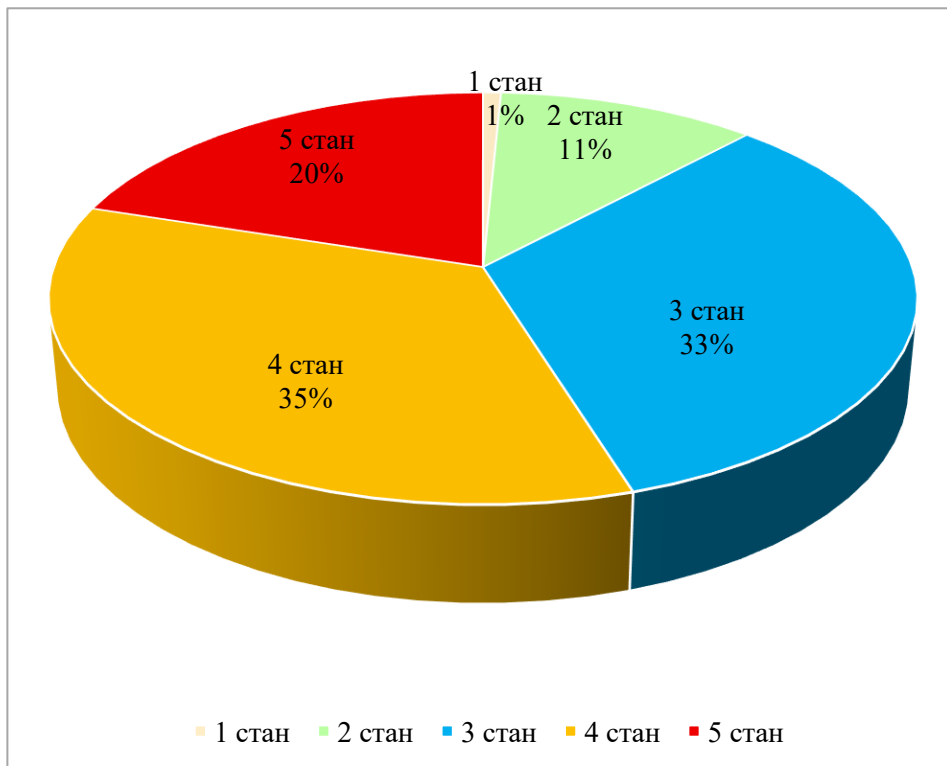
У межах статті проаналізовано матеріали обстежень мостів на автомобільних дорогах загального користування України [3, 13, 11]. Дані отримано з технічних звітів обстежень та інформаційної системи АЕСУМ. Загалом розглянуто вибірку споруд із прогновими будовами ВТП-21, що охоплює різні регіони України та різні умови експлуатації. Розподіл мостів за експлуатаційними станами наведено у **табл. 2**.

**Таблиця 2**

**Розподіл мостів та шляхопроводів за експлуатаційним станом з прогновими будовами за типовим проєктом «ВТП-21» (по мостах, розташованих на підконтрольній території, дороги державного значення)**

Область	Всього, шт.	Експлуатаційний стан				
		1	2	3	4	5
Вінницька область	16	1	1	7	5	2
Волинська область	7			6	1	
Дніпропетровська область	40		2	23	12	3
Донецька область	10	1		5	2	2
Житомирська область	45		4	32	9	
Закарпатська область	43		2	21	15	5
Запорізька область	14		6	3	4	1
Івано-Франківська область	37			31	6	
Київська область	69	1	18	35	8	7
Кіровоградська область	5			3	2	
Львівська область	31		4	17	9	1
Миколаївська область	8			6	2	
Одеська область	38	1		12	11	14
Рівненська область	14		1	7	3	3
Сумська область	37		2	29	3	3
Тернопільська область	37		8	16	12	1
Харківська область	55		10	26	10	9
Хмельницька область	16	1	2	6	6	1
Черкаська область	13		3	4	6	
Чернівецька область	14		1	10	3	
Чернігівська область	32		3	18	3	8
<b>В С Ь О Г О:</b>	<b>581</b>	<b>5</b>	<b>67</b>	<b>317</b>	<b>132</b>	<b>60</b>

Із наведених даних у **табл. 2** прогонові будови за типовим проектом ВТП-21 представлені практично в усіх регіонах України, що підтверджує їх широке застосування у період масового мостобудування [11, 12]. При цьому розподіл споруд за експлуатаційними станами має подібний характер незалежно від регіону розташування. Переважна кількість мостів перебуває у 3 та 4 експлуатаційних станах, що відповідає стадії накопичення експлуатаційних пошкоджень та поступового зниження довговічності конструкцій. Узагальнення відсоткового співвідношення експлуатаційних станів мостів дозволяє оцінити структуру технічного стану досліджуваної вибірки в цілому, що подано на **рис. 6** і **табл. 3**.



**Рисунок 6** — Відсоткове співвідношення — експлуатаційний стан мостів на дорогах державного значення на підконтрольних територіях обстежених у період з 2018 року

**Таблиця 3**

**Кількість споруд, виконаних за типовим проектом ВТП-21 за експлуатаційними станами на дорогах державного значення на підконтрольних територіях обстежених у період з 2018 року**

Всього мостів, шт.	Експлуатаційний стан				
	1	2	3	4	5
259	2	29	86	90	52

Переважна кількість мостів знаходяться у 3 та 4 експлуатаційних станах, що характеризує типовий експлуатаційний стан прогонових будов ВТП-21 на сучасному етапі їх використання та підтверджує необхідність системного виконання заходів експлуатаційного утримання [10, 13]. Водночас слід відзначити, що близько 20 % мостів перебувають у 5 експлуатаційному стані. Такий показник свідчить про наявність значної частки споруд, технічний стан яких характеризується

суттєвим зниженням експлуатаційної придатності та потребує виконання ремонтних або відновлювальних заходів.

Накопичення мостів у 5 стані є наслідком тривалої експлуатації конструкцій, проєктні рішення яких формувалися для інших транспортних умов, постійного впливу недостатнього фінансування на заходи з експлуатаційного утримання та вчасного проведення ремонтних заходів а також поступового розвитку дефектів, пов'язаних із замоканням елементів прогонових будов, порушенням роботи водозахисних елементів мостового полотна та природним старінням матеріалів [4].

### Поширені дефекти та причини їх виникнення

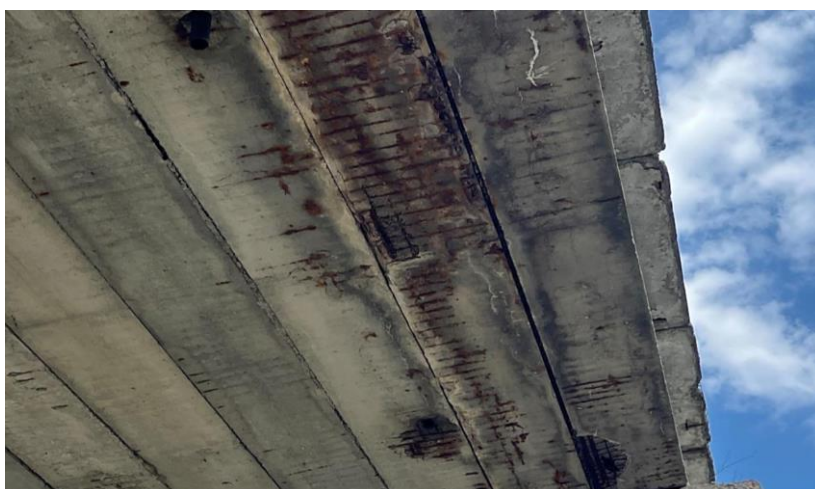
Аналіз матеріалів натурних обстежень мостових споруд на автомобільних дорогах загального користування України показує, що при експлуатації прогонових будов, виконаних за типовим проєктом ВТП-21, систематично фіксуються дефекти, які мають спільне походження та подібний характер розвитку [13, 14]. Незалежно від регіону експлуатації та умов роботи споруд, пошкодження формуються під дією комплексу експлуатаційних і природно-кліматичних факторів.

Класифікацію за технічним станом характерних дефектів прогонових будов із попередньо напруженого залізобетону, за ДСТУ 9181 [13] наведено у **табл. 4**, а типові приклади їх проявів показано на **рис. 7 – 14**.

**Таблиця 4**

### *Класифікація дефектів прогонових будов з попередньо напруженого залізобетону*

Технічний стан елемента	Перелік характерних дефектів прогонових будов ВТП-21	Ступінь зносу, %
3 — Працездатний	Окремі поздовжні або поперечні тріщини у розтягнутій зоні плит з розкриттям до 0,3 мм. Поодинокі похилі тріщини без ознак втрати несної здатності. Початкові пошкодження захисного шару бетону. Початкові прояви корозії арматури. Фільтрація води крізь плиту проїзної частини з локальним вилуговуванням бетону та слідами замокання. Локальні порушення стиків між плитами. Ознаки порушення роботи гідроізоляції та водовідведення.	5–14
4 — Обмежено працездатний	Багаточисельні тріщини з розкриттям понад 0,3 мм. Інтенсивна корозія арматури з локальним зменшенням її перерізу. Відшарування захисного шару бетону на значній площі плит. Пошкодження бетону внаслідок вилуговування та циклів заморожування-відтавання. Порушення поперечних зв'язків між плитами. Систематичне замокання елементів прогонової будови. Локальні деформації плит і нерівномірний розподіл навантаження.	15–33
5 — Непрацездатний	Силкові тріщини у стисненій та розтягнутій зонах плит. Наскрізні похилі тріщини в приопорних ділянках. Значна корозія напруженої арматури із втратою перерізу понад 30 %. Руйнування стиків між плитами та порушення їх спільної роботи. Випадіння фрагментів бетону нижньої поверхні плит. Нерівномірні прогини прогонової будови. Ознаки зниження несної здатності та необхідність обмеження руху.	≥34



*Рисунок 7* — Руйнування захисного шару бетону із оголенням та корозією арматури нижньої грані крайніх плит на значній площі. Замокання плит. Утворення проламів нижніх граней плит



*Рисунок 8* — Поздовжні тріщини у місцях розташування пустот. Вилугування бетону у вигляді сталактитів



*Рисунок 9* — Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури плити внаслідок її тривалого замokання



*Рисунок 10* — Поздовжня тріщина на нижній грані плити



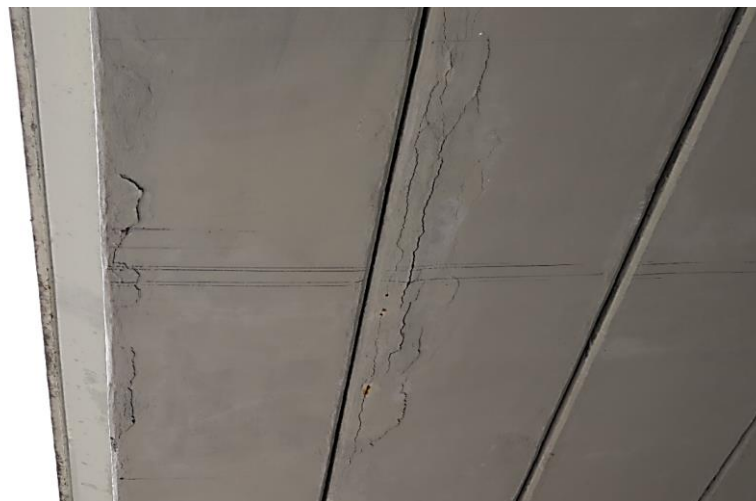
*Рисунок 11* — Інтенсивне вилугування плит у вигляді сталактитів



*Рисунок 12* — Замокання бетону плит та руйнування бетону з оголенням та корозією арматури



**Рисунок 13** — Наскрізні руйнування бетону нижньої грані плити, оголення та корозія арматурного каркасу. Затікання води



**Рисунок 14** — Відшарування захисного шару бетону внаслідок корозії арматури плити

Найбільш поширеними є дефекти, пов'язані з проникненням і фільтрацією води крізь конструкцію прогонової будови [4, 15]. За таких умов атмосферні опади та тала вода накопичуються на поверхні мостового полотна і поступово проникає у тіло плит. На нижніх поверхнях конструкцій це проявляється у вигляді зон зволоження, слідів протікань та локальних руйнувань бетону. Характерною ознакою тривалого замокання є вилугування бетону з утворенням сталактитів та висолів.

Зниження лужності цементного каменю призводить до втрати захисних властивостей бетонного середовища щодо сталеві арматури. Після досягнення карбонізації армування створюються умови для активізації корозійних процесів [4].

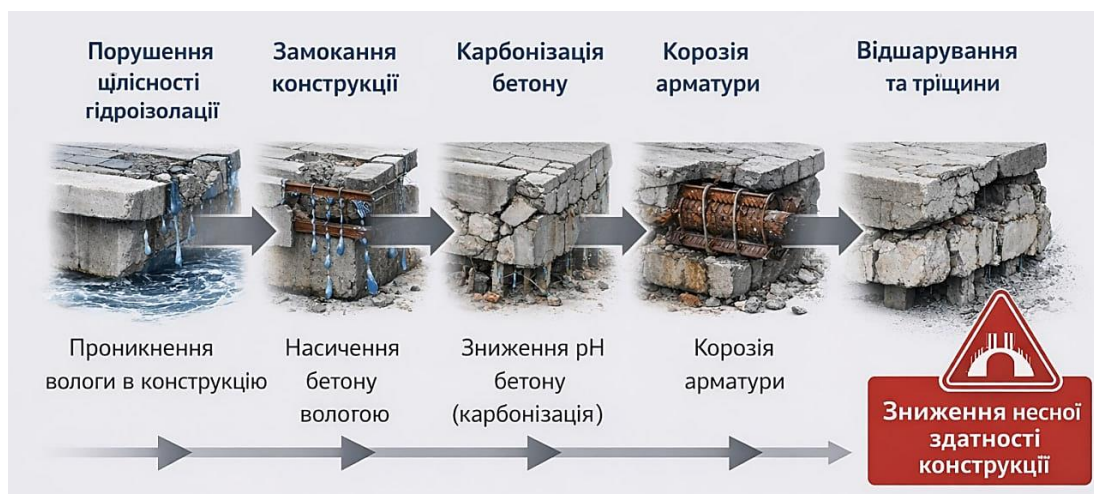
Тріщиноутворення є одним із найбільш характерних проявів погіршення стану плит ВТП-21 [6, 14]. У процесі обстежень фіксуються поздовжні тріщини в нижній розтягнутій зоні, тріщини вздовж стиків між плитами, а також тріщини вздовж арматури в приопорних ділянках. На початкових стадіях вони мають локальний характер, однак за умов постійного зволоження та циклічних температурних впливів поступово розкриваються й об'єднуються, що супроводжується

розвитком вторинних пошкоджень — сколів, відшарування захисного шару бетону та локальних руйнувань нижньої грані плит. Поєднання тріщин із порушеною водонепроникністю створює умови для сталої фільтрації води в тіло конструкції, що істотно прискорює процеси її деградації.

Подальший розвиток пошкоджень пов'язаний із корозією арматури [4, 15–17]. Проникнення вологи до арматури проявляється появою іржавих підтльоків, локальним оголенням арматури та поступовим збільшенням площі пошкоджених ділянок. Зростання об'єму продуктів корозії викликає внутрішні напруження у бетоні, що спричиняє додаткове розкриття тріщин і відшарування захисного шару бетону. Згідно з класифікацією технічного стану, саме інтенсивність корозійних процесів визначає перехід прогонових будов із працездатного стану до обмежено працездатного та непрацездатного.

Особливе значення для збірних прогонових будов має збереження спільної роботи плит. Матеріали обстежень показують, що руйнування шпонкових з'єднань призводить до порушення просторової роботи прогонової будови, нерівномірного розподілу навантаження між плитами та виникнення локальних перевантажень, що розвивається на фоні тривалого замокання конструкції та прискорює розвиток дефектів [5, 6].

Таким чином, результати натурних обстежень підтверджують, що пошкодження плит прогонових будов рідко виникають ізольовано. У більшості випадків вони формують взаємопов'язаний комплекс дефектів, розвиток якого визначається тривалістю впливу вологи на конструкцію [4, 13]. За таких умов окремі пошкодження слід розглядати як стадії єдиного процесу експлуатаційної деградації, що формує причинно-наслідковий механізм розвитку дефектів, що наведений на **рис. 15**.



**Рисунок 15** — Причинно-наслідковий ланцюг деградації плит ВТП-21

Завершальною ланкою причинно-наслідкового ланцюга є зниження жорсткості та несної здатності прогонової будови, що проявляється переходом споруди у 4–5 експлуатаційний стан та необхідністю введення експлуатаційних обмежень або виконання відновлювальних заходів.

Саме з урахуванням визначеного ланцюга деградації можуть бути сформовані пріоритетні підходи до експлуатаційного утримання та вибору першочергових заходів.

### **Експлуатаційні заходи для мостів з прогоновими будовами ВТП-21**

Встановлений причинно-наслідковий ланцюг деградації прогонових будов ВТП-21 показує, що втрата несної здатності конструкцій визначається розвитком взаємопов'язаних процесів, ініційованих проникненням вологи у тіло плит [18, 4]. Тому експлуатаційне утримання мостів даного типу повинно базуватися на превентивному принципі — запобіганні замоканню елементів

конструкції та стримуванні розвитку корозійних процесів, тобто розрив деградаційного ланцюга на ранніх стадіях, коли конструкція ще зберігає розрахункову роботу.

Розрив цього ланцюга на ранній стадії дозволяє:

- продовжити строк служби на 10–20 років;
- зменшити витрати на капітальний ремонт;
- запобігти переходу споруди у 5 експлуатаційний стан.

Відповідно до вимог ДБН В.2.3-22 [18], гідроізоляція, деформаційні шви, дорожній одяг та система водовідведення мають суттєво менший регламентований строк служби порівняно з несними елементами мосту. Тому експлуатаційне утримання існуючих мостів повинно базуватися не на календарному віці споруди, а на циклічному відновленні цих елементів. Розрахунковий терміни строків експлуатації елементів комплексу мостового полотна наведено у **табл. 5**.

Таблиця 5

*Розрахунковий строк експлуатації другорядних елементів моста*

Ч.ч.	Другорядні елементи моста	Мінімальний розрахунковий строк експлуатації, роки
1	Дорожній одяг проїзної частини: — нежорсткий — жорсткий — для сталевих плит	Згідно з ДБН В.2.3-4 те саме 15
2	Гідроізоляція мостового полотна автодорожніх мостів	Не менше ніж для дорожнього одягу проїзної частини
3	Захист від корозії	15
4	Деформаційні шви: — закриті, заповнені, матові (з еластомерним компенсатором), щебенево-мастикові — перекриті ковзним сталевим листом — перекриті, з гребінчастими плитами, із стрічковим компенсатором, модульні	10 15 20
5	Сполучення моста з насипом	20
6	Система відведення води	20

Підтримання водонепроникності мостового полотна досягається своєчасним оновленням гідроізоляції, контролем стану деформаційних швів та забезпеченням ефективного водовідведення. Ліквідація застійних зон води істотно зменшує інтенсивність замокання конструкції [4, 5].

Поздовжні тріщини у зонах пустот є типовими для плит ВТП-21 та виступають основним шляхом проникнення вологи. Тріщини з розкриттям до 0,3 мм — герметизують, а при більших значеннях виконують ін'єктування ремонтними сумішами [6, 13]. Своєчасна усунення тріщин дозволяє запобігти розвитку корозійних процесів.

Усунення осередків корозії арматури передбачає видалення пошкодженого бетону, очищення та антикорозійну обробку арматури з подальшим відновленням захисного шару [6, 15]. При втраті перерізу арматури понад 30 % застосовують підсилення елементів, відновлення проектних розмірів полімерним розчином.

Відновлення шпонкового з'єднання є умовою забезпечення жорсткості конструкції.

Враховуючи, що проектне навантаження Н-30, НК-80 не відповідає сучасним нормам, під час виконання ремонтних заходів доцільно розглянути влаштування монолітної плити за температурно-нерозрізною схемою для зменшення кількості деформаційних швів та захисту поздовжніх стиків від замокання [5, 18].

### Висновки

Аналіз матеріалів натурних обстежень мостових споруд із плитними прогоновими будовами, виконаними за типовим проектом ВТП-21, показав високу повторюваність характеру пошкоджень незалежно від конструктивної схеми, довжини споруди та умов експлуатації, що свідчить про системний характер деградації таких конструкцій [10 – 12].

Встановлено, що розвиток більшості дефектів пов'язаний не з початковою недостатністю несних елементів, а з поступовою втратою експлуатаційної придатності елементів мостового полотна, насамперед гідроізоляції, деформаційних швів і систем водовідведення, що призводить до проникнення вологи в конструкцію прогонової будови [4].

Узагальнення результатів обстежень дозволило сформулювати типовий причинно-наслідковий ланцюг деградації прогонових будов за проектом ВТП-21: порушення гідроізоляції → замокання конструкції → карбонізація бетону → корозія арматури → відшарування захисного шару → зниження несної здатності [4, 13].

Пошкодження у більшості споруд даного типу розвиваються за подібним сценарієм.

Показано, що довговічність прогонових будов суттєво залежить від технічного стану елементів мостового полотна, строк служби яких значно менший порівняно з ресурсом несної системи та потребує їх періодичного відновлення протягом експлуатації споруди [4, 5, 18].

Підтримання водонепроникності мостового полотна, стабілізація тріщиноутворення та забезпечення спільної роботи плит є ключовими умовами забезпечення працездатності прогонових будов, тоді як розвиток корозії арматури відповідає критичній стадії деградації конструкції.

Експлуатаційне утримання доцільно орієнтувати на переривання деградаційного ланцюга на ранніх стадіях шляхом системного моніторингу технічного стану, своєчасного відновлення елементів мостового полотна та локалізації корозійних пошкоджень [10, 13].

Застосування превентивного підходу до утримання дозволяє стабілізувати технічний стан існуючих мостів із прогоновими будовами ВТП-21, подовжити строк їх служби та зменшити потребу у виконанні капітальних ремонтів або реконструкції.

Відповідно до ДБН В.2.3-22:2025 [18] розрахунковий строк служби мостів із залізобетонними збірно-монолітними прогоновими будовами становить 80 років, тоді як розрахунковий строк експлуатації елементів мостового полотна, зокрема гідроізоляції, не перевищує 15 років. Це підтверджує визначальну роль своєчасного відновлення елементів мостового полотна для забезпечення довговічності мостових споруд даного типу.

### Список літератури

1. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ, 2018.
2. ДСТУ 8814:2018 Транспортні споруди. Мости автодорожні. Терміни та визначення понять.
3. ДБН В.2.3-6:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування. Київ, 2009.
4. Страхова Н. Технічна експлуатація мостових споруд. Київ: Транспорт, 2015. 320 с.
5. Мости і споруди на автомобільних дорогах. Частина 1. Київ: НТУ, 2012. 412 с.
6. СОУ 45.2-00018112-051:2011. Споруди транспорту. Контроль якості матеріалів і конструкцій залізобетонних мостів. Київ, 2011.
7. Мости і споруди на автомобільних дорогах. Частина 2. Київ, 2013. 398 с.
8. Боднар Л. П., Панібратець Л. Г., Завгородній С. С., Борисенко М. А. Досвід впровадження аналітичної експертної системи управління мостами. *Дороги і мости*. 2018. Вип. 18. С. 54–69. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2018.18.054> (дата звернення 09.02.2026).
9. Безуглий О., Каськів В., Завгородній А. Система управління експлуатаційним станом мостів на основі даних АЕСУМ. *Дороги і мости*. 2020. Вип. 21. С. 180–193.

10. Боднар Л.П., Коваль П.М., Степанов С.М. Обстеження мостів та вдосконалення критеріїв планів з обстежень. *Дороги і мости*. 2017. Вип. 17. С. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2017.17.042> (дата звернення 09.02.2026).
11. Борисенко Д., Завгородній А., Кислюк О. Оцінювання технічного стану мостів за результатами натурних обстежень. *Дороги і мости*. 2019. Вип. 19. С. 168–176.
12. Редченко О., Завгородній А. Аналіз експлуатаційного стану автодорожніх мостів України. *Дороги і мости*. 2021. Вип. 23. С. 293–306.
13. ДСТУ 9181:2022. Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Київ, 2022.
14. ДСТУ 8908:2019. Автодорожні мости. Класифікація дефектів. Київ, 2019.
15. Bridge Inspection Manual. Federal Highway Administration. Washington DC, 2019.
16. Adigun A. The Need for Non-Destructive Tests on Concrete. 2021. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/need-non-destructive-tests-concrete-adigun-akeem> (дата звернення: 08.02.2024).
17. Mishra G. Non-Destructive Tests on Concrete – Methods and Applications. URL: <https://theconstructor.org/practical-guide/non-destructive-testing-of-concrete/5553/> (дата звернення: 08.02.2024).
18. ДБН В.2.3-22:2025 Мости і труби. Основні вимоги проектування. Київ, 2025.
19. ДСТУ 9214:2023. Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять. Київ, 2023.

#### References

1. DBN V.1.2-14:2018. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel i sporud [System of reliability and safety of construction objects. General principles of structural safety]. Kyiv, 2018. [in Ukrainian].
2. DSTU 8814:2018. Transportni sporudy. Mosty avtodorozhni. Terminy ta vyznachennia poniat [Transport structures. Highway bridges. Terms and definitions]. Kyiv, 2018. [in Ukrainian].
3. DBN V.2.3-6:2009. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennia i vyprobuvannia [Transport structures. Bridges and culverts. Inspection and testing]. Kyiv, 2009. [in Ukrainian].
4. Strakhova N. Tekhnichna ekspluatatsiia mostovykh sporud [Technical operation of bridge structures]. Kyiv: Transport, 2015. 320 p. [in Ukrainian].
5. Mosty i sporudy na avtomobilnykh dorohakh. Chastyna 1 [Bridges and structures on highways. Part 1]. Kyiv: NTU, 2012. 412 p. [in Ukrainian].
6. SOU 45.2-00018112-051:2011. Sporudy transportu. Kontrol yakosti materialiv i konstruktsii zalizobetonnykh mostiv [Transport structures. Quality control of materials and reinforced concrete bridge structures]. Kyiv, 2011. [in Ukrainian].
7. Mosty i sporudy na avtomobilnykh dorohakh. Chastyna 2 [Bridges and structures on highways. Part 2]. Kyiv, 2013. 398 p. [in Ukrainian].
8. Bodnar L.P., Panibratets L.H., Zavhorodnii S.S., Borysenko M.A. Dosvid vprovadzhennia analitychnoi ekspertnoi systemy upravlinnia mostamy [Experience of implementation of analytical bridge management system]. *Dorogi i mosti*. 2018. Issue 18. P. 54–69. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2018.18.054> [in Ukrainian].
9. Bezuhlyi O., Kaskiv V., Zavhorodnii S.S. Systema upravlinnia ekspluatatsiinym stanom mostiv na osnovi danykh AESUM [Bridge management system based on AESUM data]. *Dorogi i mosti*. 2020. Issue 21. P. 180–193 [in Ukrainian].
10. Bodnar L.P., Koval P.M., Stepanov S.M. Obstezhennia mostiv ta vdoskonalennia kryteriiv planiv z obstezhen [Bridge inspection and improvement of inspection planning criteria]. *Dorogi i mosti*. 2017. Issue 17. P. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2017.17.042> [in Ukrainian].
11. Borysenko D., Zavhorodnii S.S., Kysliuk O. Otsiniuvannia tekhnichnoho stanu mostiv za rezultatamy naturnykh obstezhen [Assessment of bridge technical condition based on field inspections]. *Dorogi i mosti*. 2019. Issue 19. P. 168–176 [in Ukrainian].

12. Redchenko O., Zavorodnii A. Analiz ekspluatatsiinoho stanu avtodorozhnikh mostiv Ukrainy [Analysis of operational condition of highway bridges in Ukraine]. *Dorogi i mosti*. 2021. Issue 23. P. 293–306 [in Ukrainian].
  13. DSTU 9181:2022. Nastanova z otsiniuvannya ta prohnozuvannya tekhnichnoho stanu avtodorozhnikh mostiv [Guideline for assessment and forecasting of highway bridge condition]. Kyiv, 2022 [in Ukrainian].
  14. DSTU 8908:2019. Avtodorozhni mosty. Klasyfikatsiia defektiv [Highway bridges. Classification of defects]. Kyiv, 2019 [in Ukrainian].
  15. Bridge Inspection Manual. Federal Highway Administration. Washington DC, 2019.
  16. Adigun A. The Need for Non-Destructive Tests on Concrete. 2021. Available at: URL: <https://www.linkedin.com/pulse/need-non-destructive-tests-concrete-adigun-akeem> (accessed 08 February 2024) [in English].
  17. Mishra G. Non-Destructive Tests on Concrete – Methods and Applications. Available at: URL: <https://theconstructor.org/practical-guide/non-destructive-testing-of-concrete/5553/> (accessed 08 February 2024) [in English].
  18. DBN V.2.3-22:2025. Mosty i truby. Osnovni vymohy proiektuvannya [Bridges and culverts. Basic design requirements]. Kyiv, 2025 [in Ukrainian].
  19. DSTU 9214:2023. Avtomobilni dorohy. Terminy ta vyznachennia poniat [Highways. Terms and definitions]. Kyiv, 2023 [in Ukrainian].
- 

Olena Ivonenko, <https://orcid.org/0000-0003-4234-7419>

Oleh Veretelnikov, <https://orcid.org/0009-0002-4757-0134>

State Enterprise «National Institute for Development Infrastructure» (SE «NIDI»), Kyiv, Ukraine

### PROBLEMS OF MAINTENANCE OF BRIDGE STRUCTURES WITH SPAN STRUCTURES VTP-21

#### *Abstract*

**Introduction.** The article considers the fundamental problem of ensuring the durability of highway bridges under aggressive chloride action. The operational reliability of transport structures is largely determined by the condition of reinforced concrete structures exposed to de-icing agents and cyclic wetting.

**Problem Statement.** Chloride-induced corrosion of reinforcement is one of the most dangerous degradation factors, leading to a loss of load-bearing capacity and premature failure of bridges. The existing regulatory framework of Ukraine only partially accounts for these processes, necessitating harmonization with international standards.

**Objective.** Analysis of the causes of deterioration of the technical condition of bridge structures with typical span structures and identification of key factors of operational degradation.

**Materials and Methods.** The analysis uses the results of instrumental and visual inspections of bridges on public roads in different regions of Ukraine, the AESUM database, and state standards and regulatory documents in force in Ukraine.

**Results.** The results obtained were analyzed, characteristic defects were recorded, and recommendations were provided to ensure the effective and safe operation of structures.

**Conclusions.** The results obtained allow us to consider the degradation of VTP-21 span structures as a single operational process and to determine priority measures for the maintenance of bridge structures.

**Keywords:** AESUM, typical design of VTP-21, inspection, defects of span structures, operational condition, operational maintenance, analysis, bridge.