

УДК 69.024.001.5: 725.4.699.841

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНИХ ШПОНКОВИХ СТИКІВ ПЛИТ
ПОКРИТТЯ З ВРАХУВАННЯМ СЕЙСМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ
НА ВИРОБНИЧИХ БУДІВЛЯХ**

**RESEARCH OF LONGITUDINAL JOINTS OF COVERING PLATES
TAKING INTO ACCOUNT SEISMIC LOAD ON PRODUCTION
BUILDINGS**

Лучко Й.Й., д.т.н., професор, ORCID 0000-0002-3675-0503 (Львівський національний університет природокористування); **Кравець І. Б.**, PhD, ORCID 0000-0002-2239-849X (Львівський інститут Українського державного університету науки і технологій, м.Львів); **Пенцак А.Я.**, к.т.н., доцент, ORCID 0000-0001-7491-6730 (Національний університет "Львівська Політехніка", м.Львів).

Luchko Josyp, doctor of technical sciences, professor, ORCID 0000-0002-3675-0503 (Lviv National University of Nature Management); **Kravets Ivan**, PhD, ORCID 0000-0002-2239-849X (Ukrainian State University of Science and Technologies, Lviv Institute); **Pentsak Andriy**, candidate of technical sciences, senior lecturer, ORCID 0000-0001-7491-6730 (Lviv Polytechnic National University, Lviv).

У даній роботі представлено результати дослідження міцності покриття виробничої будівлі заводу електродвигунів у м. Ужгороді. Зокрема, дослідження шпонкових стиків плит покриття головного корпусу. На підставі обстеження було виявлено, що у 60-ти змонтованих плитах відсутні шпонки для сейсмічних районів, що стало причиною обстежень та сформулювати задачі дослідження, які наведені у цій роботі. Були виконані три типи фрагментів стиків і випробувані. Представлена конструкція та міцність бетонів дослідних зразків і швів замонолічування, наведено в табл. 1. Результати порівняння несучої здатності поздовжніх шпонкових і безшпонкових швів дослідних зразків та визначених за нормативними даними, їх порівняння наведені в табл. 2. Також описано випробування дослідних зразків, зокрема появу тріщин і руйнівне навантаження. На підставі аналізу обстежень та експериментальних і розрахункових даних сформульовані відповідні висновки та пропозиції щодо подальшої експлуатації будівлі головного корпусу заводу електродвигунів.

This paper presents the results of a study of the coating strength of the production building of the electric motor plant in Uzhhorod. In particular, the

study of the key joints of the plates covering the main body. Based on the survey, it was found that in 60 mounted plates there are no keys for seismic areas, which was the reason for the surveys and formulate the research tasks that are given in this paper. Based on the analysis of the design structure and the implementation of the research tasks, the design of fragments of prototypes, joints of coating plates was chosen. It also describes the production of prototypes, installation of fragments of joints of coating plates, concreting joints between samples of fragments. In particular, three types of joint fragments were performed and tested. The design and strength of prototype concretes and monolith joints are presented in Table. 1. The results of comparing the load-bearing capacity of longitudinal keyway and studless joints of prototypes and those determined according to regulatory data, their comparison are shown in Table. 2. Tests of prototypes are also described, in particular, the crack formation load and the destructive load are established. The analysis of the results of testing fragments and calculations of the load-bearing capacity of keyway joints of coating plates and calculation of the seismic load in the coating and its comparison with the experimental load-bearing capacity of longitudinal joints between coating plates under the condition of crack resistance are performed. Based on the analysis of surveys and experimental and calculated data, relevant conclusions and proposals for further operation of the building of the main building of the electric motor plant are formulated.

Ключові слова: бетон, зразки, несуча здатність, момент тріщиноутворення, стики, шпонки, плити.

Concrete, samples, bearing capacity, cracking moment, joints, keys, slabs.

Вступ. Проблема та актуальність. На даний час сучасні будівлі і споруди відіграють найважливішу роль суспільства будь-якої країни і суттєво впливають на життя людей. Кількість і якість зведених будівель і споруд є об'єктивним показником розвитку економіки держави, її науки, культури і виробництва та добробуту народу. Кожна будівля і споруда характеризується відповідними експлуатаційними властивостями, які повинні зберігатися протягом всього терміну служби, завдяки технічно-правильній експлуатації. Важливість цієї проблеми пов'язана насамперед із технічним станом будівель і споруд та інженерних систем, які здебільшого були зведені у 70–90 роках і сьогодні перебувають у переважно задовільному технічному стані. Однак, частина із них внаслідок фізичного зношення стали непридатними, а в окремих випадках, потенційно небезпечними для подальшої їх експлуатації. Також наявність достатньо значної кількості будівель і споруд, будівництво яких було зупинено у 80-х роках, в основному з причини фінансування, ставить зараз на перший план, проблему дослідження їх залишкового ресурсу несучої здатності їх конструкцій та можливого їх перепрофілювання.

Особливого занепокоєння викликає технічний стан великопанельних житлових будинків, яких за останні 25–30 років відбулося їх прискорене фізичне і моральне старіння. Також потрібно звернути особливу увагу на одній із найважливіших проблем – житловій. Зокрема, із 10,4 млн. будівель житлового фонду країни, 4,7 тис. – аварійних, а 36 тис. віднесено до категорії старих, не придатних для подальшої експлуатації і кожна третя будівля потребує капітального або поточного ремонту.

Для покращення технічного стану будівель і споруд було розроблено і прийнято державними органами України відповідні постанови. Зокрема, відповідно до ст. 11 Закону України «Про архітектурну діяльність» (687–14) та постанови Кабінету Міністрів України від 11 липня 2007 року №903 затверджено порядок здійснення технічного нагляду під час будівництва об'єкта архітектури. Ці постанови значно вплинули на якість будівництва та дотримання правильної експлуатації будівель і споруд тривалої експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кожна будівля і споруда характеризується певними експлуатаційними властивостями, які мають зберігатися протягом всього терміну експлуатації. Основою надійності і довговічності експлуатації будівлі і споруд є попередження фізичного зношення, а також усунення дефектів і пошкоджень, що досягається застосуванням чіткої системи обстежень та планово запобіжних ремонтів. Критичний аналіз науково-технічних джерел [1–10] дає підставу стверджувати, що в останні три десятиріччя сформувався і дістав розвиток науковий напрямок досліджень конструкцій будівель і споруд тривалої експлуатації, які зазнають агресивної дії повітряного ґрунтового і водного середовища, на основі досліджень із застосуванням сучасних технологій і матеріалів.

Розглянемо деякі із них: у роботах [1, 2] описано технічну експлуатацію і реконструкцію та основи організації технічної експлуатації. Зокрема, у роботі 1 викладено основи організації технічної експлуатації будівель і споруд, розглянуто питання реконструкції міської забудови і найбільш доцільні рішення щодо реконструкції. Також описана модернізація будівель із врахуванням їх об'ємно планувальних рішень та конструктивних особливостей і технічного стану. Наведено рекомендації з ремонту та підсилення конструктивних елементів з використанням сучасних матеріалів і технологій. А у роботі [2] викладено основи організації технічної експлуатації будівель та інженерних споруд. Наведено перспективи та особливості технічної експлуатації та доцільність рішень по її організації.

У роботі [3] висвітлені питання обстеження, реконструкція будівель та споруд і посилення їх конструктивних елементів. Розглянуто практичні підходи до реконструкції, та забудови різного призначення, що враховують реальний технічний стан, а також результати техніко-економічної доцільності переорієнтації (перебудови). Зокрема у роботі [4] на підставі результатів технічного обстеження виробничих і цивільних об'єктів узагальнено

характерні ознаки і властивості деградації залізобетонних конструкцій. У ході обстеження виявлені значні пошкодження і дефекти, які пов'язані із тривалою експлуатацією у повітряному середовищі та помилки і недоліки, які були допущені при проектуванні і зведенні наведених об'єктів. Це залізобетонні конструкції обертових печей цементного заводу, та корозійні руйнування естакади придністровської ГЕС та руйнування конструкцій заводу «Три бетони» у м. Стрий, руйнування конструкцій паркінгу гірсько-лижного курорту Буковель і руйнування залізобетонних конструкцій басейну готелю «Прикарпаття» у м. Трускавець та на багатьох об'єктах (більше 40), на яких автори досліджували деградацію залізобетонних конструкцій. На основі цих досліджень встановлені основні помилки, допущені на стадії проектування, дефекти і недоліки будівництва та недоліки тривалої експлуатації будівель і споруд. Також запропоновано сучасні технології і матеріали для ремонтно-відновлюваних робіт.

У роботі [5] наведено результати досліджень мостів, які були збудовані в Україні після повеней 1998-2001 рр. та тривалої експлуатації. Розглянуто реальні ситуації на прикладах залізобетонного балкового мосту через р. Тиса у м. Хуст, монолітного рамно-консольного побудованого у 2000 р., попередньо зруйнованого під час повені в 1998 р. Наведено фрагмент карти проїзної частини цього мосту, на якій показано дефекти – тріщини, які з'явилися менш ніж через 2 роки експлуатації. Також обстеженнями встановлено великий розкид міцності бетону при зведенні проїзної частини мосту та між деякими прогонами нема проектного зазору між торцями балок. Було також обстежено шість сталезалізобетонних мостів, побудованих після повені 1998 р. у Кобелецькій та Косівській полянах у різних (11,8 і 23,6 м) прогонів. На рисунках показано влаштування проїзної частини мостів у період будівництва та їх випробування на статичні і динамічні навантаження. Потрібно зазначити, що цих стале залізобетонних мостів збудованих у 2000 р., кращий стан, але і у них зафіксовано тріщини. А у роботі [6] ґрунтовно наведено результати дослідження та обстеження деградації залізобетонних конструкцій будівель і споруд. Зокрема, вплив різних чинників на залишковий ресурс, несучу здатність таких конструкцій, їх надійність і довговічність які піддавались довготривалій дії повітряного, ґрунтового і водного середовищ. У цих дослідженнях, на підставі спостережень і періодичних обстежень продовж 30 років багатьох будівель і споруд наведені також у роботах [7–11], були встановлені основні помилки на стадії проектування, дефекти і недоліки при будівництві та недоліки тривалої експлуатації.

Якщо наведені приклади свідчать про неякісне виконання робіт у період будівництва мостів, то в елементах конструкцій мостів тривалої експлуатації маємо природну деградацію фізико-механічних властивостей матеріалу. Ці дані підтверджуються, на прикладі обстеженнями шляхопроводу в м. Мукачево, які експлуатуються 30 років. Представлено схему зниження ресурсу споруди (мосту). Отже, в цій роботі встановлені помилки

проектування, дефекти і недоліки будівництва залізобетонних (стале залізобетонних) мостів і шляхопроводів тривалої експлуатації.

Мета. Метою роботи є експериментальні і теоретичні дослідження поздовжніх шпонкових стиків плит покриття виробничих будівель з врахуванням сейсмічного навантаження 8 – 9 балів.

Виклад основного матеріалу дослідження та аналіз. Загальні відомості. Дослідження залізобетонного перекриття головного корпусу заводу електродвигунів у м. Ужгороді (виконано НІЛ-31 Львівського політехнічного інституту відповідно до програми договору з трестом «Закарпатбуд»). Дослідження залізобетонних конструкцій будівель і споруд розпочнемо із шпонкових стиків між плитами покриття та з врахуванням сейсмічних навантажень головного корпусу заводу електродвигунів у м. Ужгороді, які були виконані у 1981 у роботі [7] та деякі результати описані у роботі [8]. Зокрема, при зведенні головного корпусу будівельники помилково, у різних місцях, змонтували 60 плит покриття розміром 3x12 м виготовлених для звичайних умов будівництва. Для сейсмічних районів у 8–9 балів, у плитах на бокових гранях передбачені спеціальні пази (заглибини) для утворення шпонок, це і була причина дослідження. Детальними обстеженнями було виявлено три типи поздовжніх швів між плитами: перший – проектний (шпонковий), другий – зі шпонками з однієї сторони (суміжних плит) і третій – без шпонок.

На підставі детального обстеження були сформульовані такі задачі дослідження, заключалися у наступному: визначення реальної несучої здатності поздовжніх шпонкових і безшпонкових швів між плитами у покритті; розрахунок несучої здатності поздовжніх шпонкових і безшпонкових швів; порівняння експериментальних і розрахункових даних; вибір оптимальної конструкції поздовжніх швів для розглянутого об'єкту.

Вибір конструкції дослідних фрагментів зразків стиків плит покриття. Для вибору дослідних фрагментів зразків було виконано проектний аналіз поздовжніх шпонкових швів для застосування плит покриття у сейсмічних районах. На основі цього аналізу була розроблена конструкція і виготовлення дослідних зразків. Бетонування стиків між зразками у фрагментах, їх термоволога обробка та монтаж фрагментів стиків плит покриття, їх випробування та аналіз результатів випробувань фрагментів шпонкових стиків плит покриття детально описано у звіті [1, 2]. Грунтовний опис розрахунку несучої здатності поздовжніх швів між плитами покриття та сейсмічного навантаження і порівняння його з експериментальними даними наведено у роботах [1, 2] та частково у [3].

Експериментально-теоретичні дослідження поздовжніх швів між плитами покриття. Згідно програми досліджені три серії фрагментів поздовжніх швів між плитами покриттів виробничих будівель: I – зі

шпонками; II – з шпонками з однієї сторони шва; III – без шпонок. Нижче опишемо стисло процес дослідження поздовжніх швів між плитами покриття.

Дослідні зразки виконані із бетону марки 250 і 300 на щебні фракції 5–10 мм з конструктивним армуванням. Профіль і розміри поверхонь які стикаються і шпонок дослідних зразків відповідали проектним. Зразки формували в дерев'яній опалубці, бетон ущільнювали на вібростолі, а тепловологу обробку проходили у ямних камерах. Для контролю міцності бетону дослідних зразків формували і контрольні кубики.

Поверхні зразків, що стикаються вирівнювали, пори і раковини заробляли цементним розчином, шліфували і промивали водою з метою зробити робочу поверхню гладкою і зменшити зчеплення бетону зразка з бетоном замонолічування швів. Товщину швів фіксували дерев'яними прокладками. Шви деяких фрагментів серій II і III армували стержнями класу А–III, довжиною 100 мм, звареними між собою, або v – подібними сітками із дроту $\varnothing 4$ В – 1 у вигляді окремих шпонок. Конструкція фрагментів досліджуваних зразків та характеристики бетону зразків і бетону замонолічування наведені у табл. 1.

Поздовжнє навантаження прикладали ступенями по 12,5 кН з витримкою на кожній ступені по 5–10 хв. Появу тріщин фіксували візуально і на основі аналізу поздовжніх деформацій зразків. Фрагменти I серії руйнувались у результаті зрізу шпонок значно пізніше моменту утворення тріщин. Фрагменти II і III серій зруйнувались одразу після утворення тріщин у результаті відриву бетону шва від бетону одного з крайніх зразків. Більш високу несучу здатність показали фрагменти зі швами, замоноліченими бетоном класу С20. Фрагменти з армованими швами у вигляді окремих шпонок із стержнів класу А-III мали підвищену на 10% тріщиностійкість.

Визначена поздовжня зсувна сила $Q_{зс}^0$, сприймаюча швом між двома плитами 3х6 м у покритті на момент утворення тріщин, за формулою:

$$Q_{зс}^0 = 0,5P_{TP}^0 l_n, \quad (1)$$

де l_n – довжина плити покриття.

Для перевірки одержаних даних визначена поздовжня зсувна сила $Q_{зс}^T$, сприймаюча замоноліченими швами між плитами, за формулами:

Для швів зі шпонками

$$Q_{зс}^T = 2R_p \cdot h_{ш} \cdot l_{ш} \cdot n_{ш} + 2R_{зч} \cdot F_{зч}, \quad (2)$$

Для швів без шпонок і зі шпонками з однієї сторони шва

$$Q_{зсII}^T = 2R_{зч} \cdot F_{зч}, \quad (3)$$

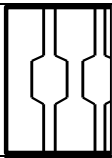
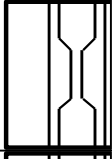
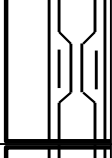
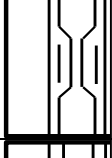

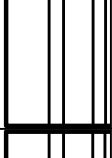



де $h_{ш}$ та $l_{ш}$ – висота і довжина шпонок; $n_{ш} = 3$ кількість шпонок, введених у розрахунок; $R_{зч} = 0,4R_p$ – опір зчеплення бетону шва з бетоном виробу; $2F_{зч}$ – площа зчеплення бетону шва з бетоном двох виробів, що стикаються.


Добра збіжність дослідних і теоретичних значень поздовжніх зсувних сил $Q_{зс}^0$ і $Q_{зс}^T$, – сприймаючих замоноліченими швами, засвідчують про правильно вибрану методику експериментів і розрахунків.

Для вивчення стійкості покриття у сейсмічних районах співставляємо несучу здатність поздовжніх швів між плитами з розрахунковим горизонтальним сейсмічним навантаженням

Таблиця 1.

Шифр, ескіз та коротка характеристика фрагментів дослідних зразків, міцність бетону f_c зразків і замонолічування швів

Серія зразків	Шифр досл. зразка	Ескіз і коротка характеристика фрагментів зразків	Міцність бетону f_c при випробуванні, МПа		
			зразків	Замонолічування	
1	2	3	4	5	
I	0-1a		аналог проектного шва із шпонками	26,5	20,5
	0-1b			26,5	20,5
II	0-2a		шпонка на середньому елем. зразка	25,4	20,4
	0-2b			25,4	20,4
	0-3a			28,6	26,0
II	0-3b		також шпонка армована $\varnothing 22+25$ А-III	28,6	26,0
	0-4a			27,8	20,2
II	0-4b		також шпонка армована сіткою із $\varnothing 4B-I$	27,8	20,2
	0-5a			20,6	18,7
III	0-5b		без шпонок	20,6	18,7
	0-6a			30,4	25,2
III	0-6b		без шпонок	30,4	25,2
	0-7a			28,5	22,6
III	0-7b		шпокни із $\varnothing 16+18$ А-III	26,4	19,5
	0-8a			29,4	26,0
III	0-8b		шпокни із $\varnothing 32$ А-III	30,4	26,0
	0-9a			26,4	24,7
III	0-9b		шпокни із сіток $\varnothing 4B-I$	19,4	24,7

	0–10a 0–10b		без шпонок, на робочих поверхнях нарізка	29,4 20,4	24,8 24,8
--	----------------	---	--	--------------	--------------

Розрахункове горизонтальне сейсмічне навантаження, діюче на покриття у поздовжньому напрямку S^n , визначене за формулою:

$$S^n = Q^{\Pi} k_c \beta_{\alpha}, \quad (4)$$

де Q^{Π} – вертикальне навантаження, розташоване вище перерізу, який розглядаємо; $k_c=0,05$ – коефіцієнт сейсмічності при розрахунковій сейсмічності 8 балів; β_{α} – коефіцієнт динамічності.

При розрахунку розглядали ділянку покриття на висоті 11,85 м, рівним висоті сітки колон. Результатами порівняння дослідних даних і розрахункових наведено у табл.2.

Таблиця 2.

Результати дослідження $T_{\text{пр}}^0$ і теоретичні $T_{\text{пр}}^T$ несучої здатності поздовжніх швів та горизонтальне сейсмічне навантаження $S_{\text{пр}}^{\Pi}$ на один шов

Шифр досл. зразка	Поздовжнє дослідне навантаження на зразок, МПа		$T_{\text{пр}}^0$, МПа	$T_{\text{пр}}^T$, МПа	$S_{\text{пр}}^{\Pi}$, МПа	$\frac{T_{\text{пр}}^0}{T_{\text{пр}}^T}$	$\frac{T_{\text{пр}}^0}{S_{\text{пр}}^{\Pi}}$
	тріщиноутворе ння R_T^0	руйнува ння $R_{\text{ш}}^0$					
2	3		4	5	6	7	8
0–1a	1250	2125	3750	4061,1	221	0,83	15,2
0–1b	1000	2250	3000				
0–2a	1125	1200	3375	3538,8	221	0,95	15,2
0–2b	1125	1200	3375				
0–3a	1375	2250	4125	4209,3	221	1,07	20,3
0–3b	1625	1850	4875				
0–4a	1000	1125	3000	3515,5	221	0,96	15,2
0–4b	1250	1375	3750				
0–5a	1000	1125	3000	3348,0	221	0,95	14,4
0–5b	1125	1200	3375				
0–6a	1500	1875	4500	4120,9	221	1,05	19,5
0–6b	1375	1500	4125				
0–7a	1375	1575	4125	3608,9	221	1,09	17,8
0–7b	1250	1350	3750				
0–8a	1625	1825	4875	4209,3	221	1,07	20,3
0–8b	1375	1750	4125				
0–9a	1125	2000	3375	4060,3	221	0,92	16,9
0–9b	1375	1875	4125				
0–10a	1300	1500	3900	4074,3	221	0,94	17,3
0–10b	1250	1375	3750				

Примітка. $T_{\text{пр}}^0$ – дослідна несуча здатність повздовжніх швів між плитами перекриття за умови тріщиностійкості; $T_{\text{пр}}^T$ – теоретична несуча здатність повздовжніх швів між плитами перекриття; $S_{\text{пр}}^{\text{П}}$ – величина горизонтальної сейсмічної повздовжнього навантаження на один шов.

Наукова новизна та практична значимість. На підставі натурних обстежень та вперше виконаних експериментальних і теоретичних досліджень фрагментів поздовжніх шпонкових швів залізобетонних плит покриття для виробничих будівель у районах з сейсмічністю у 8 – 9 балів. Зокрема, виконано експериментальні дослідження несучої здатності поздовжніх швів між плитами покриття двадцяти фрагментів зразків трьох серій: зі шпонками згідно проекту; зі шпонками з однієї сторони та без шпонок. Також виконано розрахунок несучої здатності поздовжніх швів між плитами на статичні та сейсмічні навантаження та порівняння дослідних даних і розрахункових. Цими дослідженнями було встановлено що горизонтальне поздовжнє навантаження у поздовжніх швах між плитами у покритті головного корпусу заводу електродвигунів до 15 разів менша їх несучої здатності і суттєво на їх надійність не впливає.

На основі експериментально-теоретичних досліджень були розроблені рекомендації для посилення поздовжніх швів між плитами покриття, зокрема для швів зі шпонками з однієї сторони та швів без шпонок. У роботі також вказано на недоліки допущені при будівництві та технологію їх усунення.

Висновки. 1. Поздовжні шви між плитами у покритті виробничих будівель сприймають значні зсувні зусилля за рахунок роботи бетону шпонок і зчеплення бетону шва з бетоном стикуємих конструкцій, при цьому переважаючий вплив здійснює опір зчеплення бетону. Шви зі шпонками володіють підвищеною стійкістю, без шпонок зразу після утворення тріщин проходить руйнування.

Несуча здатність швів між плитами у значній мірі залежить від міцності бетону замонолічування швів. Армування швів стержнями або сітками у вигляді окремих шпонок незначно підвищує їх несучу здатність.

2. Експериментальними дослідженнями встановлено, що до моменту тріщиноутворення зістиковані конструкції працюють як один елемент за рахунок роботи бетону шпонок і зчеплення бетону конструкції з бетоном замонолічування, при цьому значний вплив має сила зчеплення бетону. У без шпонкових стиках різниця між навантаженнями утворення тріщин і руйнування незначна, а у стиках зі шпонками ця різниця значна.

3. На підставі аналізу дослідних даних і розрахункових було запропоновано у покритті головного корпусу заводу електродвигунів у м. Ужгороді і інших таких випадках поздовжні шви між плитами без шпонок виконати із бетону не нижче класу С20 на дрібному щебні фракції 5–10мм та з обов'язковим віброущільненням бетону. Перед укладанням бетону ретельно помити бокові поверхні плит покриття, які контактують із бетоном

замонолічування. При великій ширині швів 45–70мм вкладати арматурні сітки С-1 з кроком 1м.[7].

4. Горизонтальне поздовжнє сейсмічне навантаження у поздовжніх швах між плитами у покритті головного корпусу заводу електродвигунів складає 10–15% їх несучої здатності і досліджених типів швів і суттєвого впливу на їх надійність не вплине.

5. У подальшому пропонується проводити дослідження та спостереження деградації залізобетонних конструкцій тривалої експлуатації. Зокрема, у напрямку несучої здатності покриття на заводі електродвигунів у м. Ужгороді. На даний час, плити покриття та досліджені поздовжні шви у місцях допущених помилок при монтажі знаходяться у задовільному стані та потребують подальших спостережень.

1. Гавриляк А.І., Базарник І. Б., Кінаш Р. І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель. Навч.посібник., за ред. А. І. Гавриляка Львів: НУ «Львівська політехніка», 2006. 540 с.

Havryliak A.I., Bazarnyk I. B., Kinash R. I. Tekhnichna ekspluatatsiia, rekonstruktsiia i modernizatsiia budivel. Navch.posibnyk., za red. A. I. Havryliaka Lviv: NU «Lvivska politekhnikha», 2006. 540.

2. Гавриляк А. І. Основи технічної експлуатації будівель та інженерних систем. Навч. посібник. Львів: НУ «Львівська політехніка». 2009. 292 с.

Havryliak A. I. Osnovy tekhnichnoi ekspluatatsii budivel ta inzhenernykh system. Navch. posibnyk. – Lviv: NU «Lvivska politekhnikha». 2009. 292.

3. Іваник І. Г., Віхоть С. І., Пожар Р. С. Основи реконструкції будівель і споруд. Навч.посібник. За ред І. Іваника. Львів: Вид-цтво НУ «Львівська політехніка». 2010. 276 с.

Ivanyk I. H., Vikhot S. I., Pozhar R. S. Osnovy rekonstruktsii budivel i sporud. Navch.posibnyk. Za red I. Ivanyka. Lviv: Vyd-tstvo NU «Lvivska politekhnikha». 2010. 276.

4. Лучко Й. Й. Основні фактори середовища, які впливають на деградацію транспортних споруд із залізобетонних і металевих гофрованих конструкцій. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXII Міжнародного науково-практичного форуму, 5–7 жовтня 2021 р.: у 2 т. Львів: ННВК “АТБ”. 2021. Т. 2. С. 203–206.

Luchko J. J. Osnovni faktory seredovyshcha, yaki vplyvaiut na dehradatsiiu transportnykh sporud iz zalizobetonnykh i metalevykh hofrovanykh konstruktsii. Teoriia i praktyka rozvytku ahropromyslovoho kompleksu ta silkykh terytorii: metarialy XXII Mizhnarodnoho naukovopraktychnoho forumu, 5–7 zhovtnia 2021 r.: u 2 t. Lviv: NNVK “ATB”. 2021, 2, 203–206.

5. Лучко Й. Й., Кархут І. І., Кравець І. Б. Дослідження збудованих мостів які були зруйнованих повеннями на Україні в 1998 і 2001 роках та тривалої експлуатації. Зб. наук. праць “Мости і тунелі: Теорія, дослідження, практика”. Дніпро, 2021. Вип. 20. С. 26-38.

Luchko J. J., Karkhut I. I., Kravets I. B. Doslidzhennia zbudovanykh mostiv yaki byly zruinovanykh poventami na Ukraini v 1998 i 2001 rokakh ta tryvaloї ekspluatatsii. Zb. nauk. prats “Mosty i tuneli: Teoriia, doslidzhennia, praktyka”. Dnipro, 2021. 20, 26-38.

6. J. Luchko, B. Nazarevich, V. Kovalchuk (2022) Degradating concrete and reinforced building structures and long-term structures. Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, 86, 35–46.

7. Отчет НИР по теме: «Исследование шпоночных стыков плит покрытия промзданий с учетом сейсмической нагрузки (главный корпус завода электродвигателей в г. Ужгороде)». Львов: ЛоЛПИ, 1982. 16 с.

Otchet NIR po teme: «Issledovanie shponochnyih styikov plit pokryitiya promzdaniy s uchetom seysmicheskoy nagruzki (glavnyiy korpus zavoda elektrodvigatelye v g. Uzhgorode)». Lvov: LoLPI, 1982, 16.

8. Кунь П. С., Швець Я. Д., Лучко И. И., Капелюжный В. В. Исследование продольных швов между плитами покрытий. Строительные материалы и конструкции. Киев: Будівельник, 1985. № 1, 37–38.

Kun P. S., Shvets Ya. D., Luchko I. I., Kapelyuzhnyi V. V. Issledovanie prodolnyih shvov mezhdu plitami pokryitiy. Stroitelnyie materialyi i konstruktsii. Kiev: BudIvelnik, 1985. 1, 37–38

9. Отчет по теме: «Обследование и рекомендации по восстановлению несущей способности покрытия цеха деталей райсельхозтехники в городе Берегово Закарпатской области». Львов, 1982. 14 с.

Otchet po teme: «Obsledovanie i rekomendatsii po vosstanovleniyu nesuschey sposobnosti pokryitiya tseha detaley rayselhoztehniki v gorode Beregovo Zakarpatskoy oblasti». Lvov, 1982. 14.

10. Отчет по теме: «Обследование железобетонных плит покрытия и заключение по обеспечению несущей способности покрытия остывочного помещения сушильного хозяйства мебельной фабрики в г. Ивано-Франковске». Львов: ЛоЛПИ, 1982. 14 с.

Otchet po teme: «Obsledovanie zhelezobetonnyih plit pokryitiya i zaklyuchenie po obespecheniyu nesuschey sposobnosti pokryitiya ostyivochnogo pomescheniya sushilnogo hozyaystva mebelnoy fabрики v g. Ivano-Frankovske». Lvov: LoLPI, 1982. 14.

11. Експертні висновки з технічного стану панелей перекриття СПР-3х12 Виноградівського заводу будівельних матеріалів. Львів: Філія ДерждорНДІ. 2006. 7.

Ekspertni vysnovky z tekhnichnoho stanu panelei perekryttia CPR-3kh12 Vynohradivskoho zavodu budivelnkykh materialiv. Lviv: Filiia DerzhdorNDI. 2006. 7.