ВПЛИВ ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ БЕТОНУ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛ

INFLUENCE OF THE QUALITY OF CONCRETE MATERIALS ON THE PERFORMANCE PROPERTIES OF REINFORCED CONCRETE SLEEVES

Плугін А.А., д.т.н., проф., Мусієнко С.М., асп., Крикун О.П., асп., Зінченко В.В., асп., Калінін О.А., к.т.н., доц. (Український державний університет залізничного транспорту)

Plugin A.A., DSc (Eng), Professor, Musienko S.M., postgraduate, Krykun O.P., postgraduate, Zinchenko V.V., postgraduate, Kalinin O.A., PhD, Associate Professor

На залізницях світу з XIX по середину XX століття практично єдиним типом підрейкової основи були дерев'яні шпали. Проте за цей період умови експлуатації залізниць суттєво змінювались – зростали швидкості руху, осьові навантаження, вантажонапруженість, змінювались також нормативні вимоги до конструкцій підрейкових основ та матеріалів для них. У зв'язку з недоліками деревини для експлуатації у таких умовах, а також в умовах змінної вологості – великими вологісними деформаціями, тріщиноутворенням, низькою біостійкістю [1], з другої половини XX століття їх активно витісняють попередньо напружені залізобетонні шпали. Але в Україні й залізобетонні шпали в більшості випадків мають обмежений ресурс. Шпали типу Ш1 під проміжні рейкові скріплення роздільного типу передчасно виходять із ладу і не можуть бути застосовані як старопридатні через корозію та електрокорозію вузла фіксації закладного болта. У шпалах типу СБ3 і т.п. під нероздільні скріплення часто утворюються тріщини аж до їх повного руйнування та необхідності заміни під час навіть поточного утримання. Звертає не себе увагу, що в Україні шпали виготовляють (виготовляли) із бетону класу С32/40 (класу В40, марки М500). Відомо, що у технологічно розвинутих країнах для шпал застосовуються більш високі класи бетону, які досягаються іншими складами бетону та вимогами до матеріалів для нього. Це дозволяє висунути припущення, що стосовно вітчизняної сировинної бази існують ще невідомі фактори впливу на експлуатаційні якості залізобетонних шпал не тільки їх конструктивних особливостей, а й складу бетону, якості матеріалів для нього тощо. Їх виявлення та врахування дозволить підвищити ці якості, знизити пошкоджуваність шпал та підвищити їх експлуатаційний ресурс.

В Українському державному університеті залізничного транспорту з 1965 р. функціонує галузева науково-дослідна лабораторія підрейкових основ і спецзалізобетону. Її дослідження спрямовані на удосконалення

технології виробництва залізобетонних шпал, підвищення їх довговічності [2]. З 2000-х рр. у зв'язку з підвищенням вимог до енергоресурсозбереження дослідження спрямовуються на зниження енерговитрат на виробництво шпал [3, 4], яке досягнуто застосуванням комплексних хімічних добавок суперпластифікаторів нафталінформальдегідів та прискорювачів твердіння – електролітів [5 – 7], суперпластифікаторів полікарбоксилатів та активних мінеральних добавок як прискорювачів [8, 9].

У зв'язку із зазначеними вище змінами умов експлуатації залізниць та відповідним підвищенням технічних вимог до залізничної колії та її підрейкових основ в Україні та світі здійснюється перехід з жорстких роздільних клемно-болтових проміжних рейкових скріплень на інші типи прикріплення рейок до залізобетонних підрейкових основ [10]. В УкрДУЗТ розробляються і проходять успішні експлуатаційні дослідження пружні нероздільні рейкові скріплення [11 – 13]. В Польщі, Україні розповсюджуються пружні нероздільні рейкові скріплення SB-3, КПП-5, які мають цілу низку переваг – малодетальність, невисокі матеріалоємність і собівартість, низькі експлуатаційні витрати. Проте під час їх експлуатації відзначається збільшення пошкоджуваності шпал СБ3 у порівнянні зі шпалами Ш1 під роздільні скріплення [14 – 16], недостатній електричний опір шпал СБ3 [17]. В результаті проведених досліджень встановлено, що більшість пошкоджень – це тріщини, пов'язані з невідповідністю традиційно застосовуваного для шпал під роздільні скріплення бетону класу С32/40 (раніше класу В40, марки М500) конструкції нероздільних рейкових скріплень [14 – 16]. Суттєвим фактором, що спричиняє тріщиноутворення або сприяє йому, є внутрішня корозія бетону від взаємодії реакційно здатних заповнювачів із лугами цементу [18 – 21]. Очевидно, існують й інші фактори, що впливають на тріщиноутворення. У [22 – 24] досліджено вплив складів бетону та якості матеріалів для нього на ранню міцність, проте такий вплив на тріщиноутворення у шпалах докладно не досліджувався.

Таким чином, показано актуальність теми підвищення експлуатаційних якостей залізобетонних шпал для нероздільних рейкових скріплень. Проведено аналіз виконаних раніше в УкрДУЗТ досліджень в цьому напрямку. Обрано напрям подальших досліджень – виявлення впливу складів бетону та якості матеріалів для нього на тріщиноутворення у шпалах під нероздільні рейкові скріплення.

Список використаних джерел

1. Плугін А.М., Плугін Д.А., Борзяк О.С., Плугін А.А. Зменшення та усунення тріщиноутворення дерев'яних шпал і брусів та поліпшення їх електроізолювальних властивостей. *Дороги і мости*. 2007. Вип.7. Т.ІІ. С.114-120.

2. Технологическое обеспечение долговечности железобетонных шпал. Тр.ХИИТа. Под ред. О.П.Мчедлова-Петросяна. Транспорт. Москва. 1971. 64 с.

3. Плугін А.А., Плугін А.М., Романенко О.В., Яковлєв В.О., Борзяк О.С., Плугін О.А., Дудін О.А. Дослідження можливості виробництва залізобетонних шпал

за безпропарювальною технологією. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2008. Вип.91. С.211-224.

4. Плугін А.А., Романенко О.В., Яковлєв В.О. Обґрунтування скорочення енерговитрат при тепловологісній обробці залізобетонних шпал. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2009. Вип.109. С.38-56.

5. Романенко О.В., Плугін А.А., Яковлєв В.О. Уточнення оптимальної витрати добавки суперпластифікатора при виробництві залізобетонних шпал без тепловологісної обробки. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2010. Вип.115. С.97-103.

6. Плугін А.А., Романенко О.В., Бабій А.І., Калінін О.А., Плугін О.А. Склади бетону з добавками суперпластифікаторами і прискорювачами твердіння для виробництва залізобетонних шпал без пропарювання. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип.155. С.62-72.

7. Plugin A.A., Plugin A.N., Plugin O.A., Romanenko O.V., Kalinin O.A., Miroshnichenko S.V., Babii A.I., Partala N.M. Reducing of energy intensity of concrete sleepers production using superplasticizers and hardening accelerators. 19 Internationale Baustofftagung (19.ibausil). Weimar. 2015. Band 2. P.1125-1133.

8. Плугін А.А., Калюжна О.В., Бабій А.І., Плугін О.А., Овчинніков О.О. Підвищення ранньої міцності бетону залізобетонних шпал за допомогою добавок суперпластифікаторів. *Науковий вісник будівництва*. 2021. Вип.105 (3). С.155-167. DOI: 10.29295/2311-7257-2021-105-3-155-167.

9. Плугін А.А., Калюжна О.В., Борзяк О.С., Плугін О.А., Савченко О.М. Надшвидке отримання передаточної міцності бетону залізобетонних шпал за допомогою комплексних добавок. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2021. Вип.197. С.44-63. DOI: 10.18664/1994-7852.197.2021.248243

10. Перестюк В., Шуба Т., Чистяк В., Плугін А. Огляд конструктивних особливостей та умов експлуатації залізобетонних конструкцій підрейкових основ залізниць. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2013. Вип.138. С.56-65.

11. Плугін А.М., Плугін А.А., Тулей Ю.Л., Мірошніченко С.В., Калінін О.А., Лютий В.А. Досвід експлуатації залізобетонних шпал з пружними рейковими скріпленнями, розробленими в УкрДАЗТ. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2014. Вип.148. Ч.2. С.92-103.

12. Плугін А.А., Плугін А.М., Мірошніченко С.В., Калінін О.А., Лютий В.А., Тулей Ю.Л. Досвід експлуатації пружних рейкових скріплень типу PRS і залізобетонних шпал із ними. *Українські залізниці*. 2015. №3-4. С.60-64.

13. Палант О.В., Плугін Д.А., Плугін А.А. Сучасні конструктивно-технологічні рішення підрейкових основ трамвайних колій, реалізовані у м. Харків. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2016. Вип.160 (додаток). С.80-81.

14. Плугін А.А., Мірошніченко С.В., Тулей Ю.Л., Суслов В.М., Колесников М.О. Дослідження можливості застосування залізобетонних шпал типу СБ3 зі скріпленнями КПП-5 на ділянках підвищеної вантажонапруженості. VI Міжнар. наук.-техн. конфер. «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (TransBud). Харків. 2017. С.65-67.

15. Plugin A.A., Miroshnichenko S.V., Lobiak O.V., Kalinin O.A., Plugin D.A. Crack resistance of reinforced-concrete sleepers with elastic rail fastening systems without base-plate. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2020. V.1002(1). 012010. DOI: 10.1088/1757-899X/1002/1/012010.

16. Плугін А.А., Мірошніченко С.В., Калінін О.А., Ляху Л.В., Ганжела С.Ю. Експериментальні дослідження тріщиностійкості залізобетонних шпал з

безпідкладковим пружним рейковим скріпленням. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2020. Вип.192. С.11-23.

17. Плугін А.М., Плугін А.А., Плугін О.А., Дудін О.А. Електричний опір залізобетонних шпал з різними типами рейкових скріплень. *Зб. наук. праць. УкрДАЗТ*. 2009. Вип.111. С.245-261.

18. Коваленко В.В., Заяць Ю.Л., Пшинько П.О. Дослідження причин передчасного руйнування залізобетонних шпал на Знам'янській дистанції колії ПЧ-10 Одеської залізниці. *Наука та прогрес транспорту*. 2015. Вип.6. С.149-163.

19. Плугін А.А., Крикун О.П., Зінченко В.В., Борзяк О.С., Дудін О.А. Вплив корозії бетону від взаємодії лугів цементу з реакційноздатними заповнювачами на пошкодження залізобетонних шпал у колії. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2021. Вип.196. С.43-57. DOI: 10.18664/1994-7852.196.2021.241657

20. Плугін А.А., Плугін Д.А., Мірошніченко С.В., Калінін О.А., Крикун О.П. Дослідження бетону залізобетонних шпал, що зазнали пошкоджень під час експлуатації. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2021. Вип.20. С.56-65. DOI: 10.15802/bttrp2021/245342

21. Plugin A., Borziak O., Miroshnichenko S., Krykun O., Zinchenko V. Effect of internal concrete corrosion on reinforced-concrete sleepers. *AIP Conference Proceedings*. 2022. V.2557. 070004. DOI:10.1063/5.0104860

22. Плугін А.А., Романенко О.В., Калінін О.А., Плугін О.А., Афанасьєв О.В., Бабій А.І. Аналіз матеріалів і складів бетону для виробництва залізобетонних шпал на підприємствах України. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2015. Вип.151. Т.2. С.152-162. DOI: 10.18664/1994-7852.151.2015.69168

23. Романенко О.В., Калінін О.А., Плугін О.А., Плугін А.А., Бабій А.І. Аналіз складів бетону для виготовлення залізобетонних шпал на заводах ЗБШ України. *Науковий вісник будівництва*. 2015. №2(80). С.144-147.

24. Бабій А.І., Калінін О.А., Плугін А.А. Роздільне дозування фракцій заповнювачів у виробництві залізобетонних шпал. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. 2015. Вип.151. Т.2. С.173–174.