

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕЖ КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНІВ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Захарова Е. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

***Анотація.** На сьогодні, коли вже чітко існує стрімка тенденція до суттєвих змін клімату України, зокрема до зміни температурного режиму й пов'язаного з ним водно-теплого режиму конструкцій нежорсткого дорожнього одягу, які призвели до невідповідності інаявного районування України фактичному режиму роботи нежорсткого дорожнього одягу. Виникає потреба корегування або розроблення нового кліматичного районування України за умови роботи асфальтобетонів для розрахувань нежорсткого дорожнього одягу за критеріями міцності, оцінки та прогнозування стану автомобільних доріг.*

***Ключові слова:** кліматичні зміни, температурний режим, нежорсткі дорожній одяг, кліматичні характеристики, кліматичне районування, природно-кліматичні чинники.*

Вступ

Наукові дослідження, практика проектування та експлуатації нежорсткого дорожнього одягу демонструють необхідність врахування водно-теплого режиму земляного полотна і температурного режиму роботи шарів покриття. Особливого значення ці питання набувають під час розрахувань шарів покриття з матеріалів на основі органічних в'язучих за граничними станами і критеріями міцності. Врахування змінних значень характеристик міцності та деформації асфальтобетонів та матеріалів, що оброблені органічним в'язучим, використовують також у випадках моделювання напружено-деформованого стану дорожнього одягу. На сьогодні під час проектування нежорсткого дорожнього одягу використовують районування території України за умовами роботи асфальтобетонів, що розроблено понад 40 років тому. Його використання не є доцільним, оскільки в основі районування враховуються максимальні літні та мінімальні зимові температури покриття, кількість переходів через 0 °С, а також річна кількість опадів минулого тридцятирічного кліматичного періоду. Але у зв'язку зі стрімкою тенденцією до зміни клімату показники температурного та водно-теплого режиму змінилися, тому існує потреба в удосконаленні кліматичного районування України для розрахувань нежорсткого дорожнього одягу за критеріями міцності.

Аналіз публікацій

Вивчення та аналіз науково-практичних публікацій з питань змін клімату підтвер-

джує досить суттєві зміни температурного режиму за регіонами України.

Під час проектування, будівництва й експлуатації автомобільних доріг не використовують кліматологічні дані за сучасними польовими обстеженнями, а всю необхідну інформацію отримують із нормативної і довідкової літератури [1, 2, 3]. Як відомо, така інформація ґрунтується на натурних спостереженнях, що здійснювалася на гідрометеорологічних та інших постах і станціях за періоди до 1990 року [4, 5]. На сьогодні ці дані є застарілими мінімум на 30–40 років, навіть Кліматичний кадастр України, опублікований 2006 року, охоплює період з 1961 по 1990 роки, але ж на основі цього кадастру розроблені всі інші нормативні документи [4].

Одночасно дослідження низки українських вчених-дослідників із галузі кліматології свідчать про значні зміни кліматологічних характеристик довкілля в Україні [6–8].

Оскільки питанням зміни клімату України зацікавлені багато вітчизняних і закордонних вчених і установ, на базі міжнародних програм розроблені різні моделі прогнозування змін клімату України на XXI століття. [7, 8]

Визначення мети й завдань

Через суттєві зміни температурного режиму дорожніх конструкцій виникла невідповідність наявного кліматичного районування території України фактичному режиму роботи нежорсткого дорожнього одягу і, як наслідок, невідповідність проектних значень деформативних і міцнісних характеристик матеріалів шарів покриття та осно-

ви фактичним умовам роботи конструкції. Виникає потреба збору даних та системного аналізу сучасних змін клімату, обґрунтування кліматичних районів території України за умовами роботи асфальтобетонів на базі системного аналізу для розрахунку нежорсткого дорожнього одягу за критеріями міцності, оцінки і прогнозування стану автомобільних доріг, а також обґрунтування та внесення змін до кліматичного районування території України.

Вирішення завдання

Проведені дослідження вагомості впливу кліматичних чинників і конструкції нежорсткого дорожнього одягу на міцність за граничними станами і залежність напружено-деформованого стану від таких параметрів довкілля:

- температура покриття в різні періоди року;
- тривалість весняного і осіннього періоду зволоження ґрунтової основи;
- кількість небезпечних переходів через 0 °С;
- мінімальна і максимальна температура покриття.

Як конструктивна характеристика аналізувалися різні конструкції нежорсткого дорожнього одягу, характерні для доріг різних категорій. Аналізуючи вплив природно-кліматичних чинників (характеристик) та конструкцій дорожнього одягу за умовами роботи нежорсткого дорожнього одягу, було здійснене математичне моделювання напружено-деформованого стану моделей дорожніх конструкцій і аналіз за граничними станами і критеріями міцності.

Під час моделювання варіювались конструкція (товщина шарів) дорожнього одягу, температура шарів (модуль пружності) і вологість земляного полотна. Експертним методом не вдалося чітко встановити, який зі змінних чинників превалює. Були застосовані розробки проф. А. Г. Батракової для визначення кількісних показників стану дорожнього одягу TCI (Technical Condition Index) – індекс технічного стану конструкції дорожнього одягу [9].

З набору параметрів індексу технічного стану конструкції дорожнього одягу приділено увагу ваговому коефіцієнту впливу певного кліматичного чинника за одним з трьох критеріїв міцності і показнику впливу кліматичного чинника за критерієм міцності.

Можна зробити такі висновки: під час розрахувань за критерієм допустимого пружного прогину для «слабких» конструкцій значний вплив має вологість ґрунтів земляного полотна. Коливання вологості ґрунтів з різних причин призводить до різкого зниження показників міцності за критерієм пружного прогину.

Для товстошарових «міцних» конструкцій дорожнього одягу коливання вологості ґрунту меншою мірою впливає на показники міцності. Якщо порівнювати вплив вологості ґрунтів і температури, то в цьому випадку перевага на боці температури.

Під час розрахунків за критерієм міцності на розтягування у випадку згинання спостерігається аналогічна ситуація. Хоча розрахунки на розтягування під час згинання здійснюються за температури покриття у 0 °С, за аналогією з розрахунками нежорстких аеродромних покриттів можна стверджувати, що для «слабких» конструкцій у розрахунковий період нагрів покриття є менш небезпечний, ніж перезволоження основи. Для капітальних конструкцій зміна фізико-механічних характеристик асфальтобетону, тобто температури асфальтобетону, має більший вплив.

Температурна тріщиностійкість асфальтобетонних покриттів залежить від температурного режиму покриття, отже, необхідно враховувати річну амплітуду температури покриття.

Відповідно до визначених пріоритетів була переглянута система районування території України за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття (згідно з ДБН В.2.3-4:2015).

За ДБН В.2.3-4:2015 територія України за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття поділена на 7 районів (А-1, А-2, ..., А-7), де основними кліматичними параметрами за мірою важливості є:

- температура покриття (літня та зимова);
- кількість переходів через 0 °С;
- кількість опадів, мм.

У зв'язку зі змінами клімату України змінилися розрахункові параметри. Якщо орієнтуватися на нормативне районування на кожний район необхідне розташування від 12 до 30 метеостанцій залежно від площі району. За цими районами у разі визначення розрахункової літньої і зимової температур покриття тільки в районах А-1 і А-4 середня квадратична похибка не перевищує 15 %. У

всіх інших районах похибка становить 35–40 %, що не є допустимим.

У цих же районах (крім А-1 і А-4) середня квадратична похибка визначення кількості небезпечних переходів через 0 °С складає: А-2 – 43 %, А-5 – 34 % (45 %), А-6 і А-7 – 30 %.

Був проведений аналіз за групуванням температурних даних і кількості переходів через 0 °С з такою умовою, щоб для підрай-

онів похибка не перевищувала: за температури – 15 %, за переходів через 0 °С – 25 %. Середня максимальна (літня) і мінімальна (зимова) температури покриття, кількість переходів через 0 °С за метеостанціями України за період 2005–2018 років наведені в таблиці 1.1 [10]. Перекомпонування (корегування) районів за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття наведені в табл. 1.2 і на рис. 1.1.

Таблиця 1– Середня максимальна (літня) і мінімальна (зимова) температура покриття, середньорічна кількість переходів через 0 °С, °С

Метеорологічні станції в областях	Середня температура покриття, °С		Кількість переходів через 0 °С, од.
	Максимальна (літня)	Мінімальна (зимова)	
1	2	3	4
АР Крим	59,8÷60,2	-5,5÷-11,4	10÷22
Вінницька область	55,4÷62,1	-13,9÷-18,7	16÷32
Волинська область	54,4÷55,8	-16,4÷-17,2	17÷24
Дніпропетровська область	59,5÷61,5	-11,7÷-17,0	14÷32
Донецька область	58,5÷61,7	-12,1÷-18,6	13÷32
Житомирська область	55,1÷56,7	-14,6÷-17,8	18÷26
Закарпатська область	51,1÷58,1	-7,7÷-15,7	28÷40
Запорізька область	58,0÷62,1	-9,9÷-17,2	10÷28
Івано-Франківська область	38,2÷57,2	-15,2÷-19,1	16÷44
Київська область	56,3÷59,2	-13,5÷-17,4	15÷31
Кіровоградська область	59,1÷61,3	-11,7÷-15,1	14÷26
Луганська область	60,6÷63,0	-16,1÷-21,2	20÷36
Львівська область	53,5÷55,4	-14,9÷-19,6	17÷28
Миколаївська область	60,0÷63,3	-9,5÷-12,2	16÷26
Одеська область	57,0÷62,7	-5,3÷-13,3	8÷33
Полтавська область	57,9÷59,1	-13,3÷-15,3	15÷21
Рівненська область	54,1÷55,8	-16,6÷-18,6	16÷26
Сумська область	57,5÷59,1	-15,6÷-20,0	18÷28
Тернопільська область	53,4÷54,2	-15,6÷-19,4	12÷23
Харківська область	59,2÷61,4	-14,5÷-21,5	14÷33
Херсонська область	56,2÷63,3	-11,1÷-16,4	15÷33
Хмельницька область	52,7÷56,5	-16,0÷-19,4	14÷24
Черкаська область	58,3÷59,3	-13,9÷-17,5	16÷32
Чернівецька область	51,4÷56,8	-14,6÷-20,7	16÷80
Чернігівська область	57,0÷59,0	-17,0÷-19,7	21÷27

Таблиця 2 – Районування території України за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття

Шифр району	Температура, °С		Кількість переходів через 0 °С	Адміністративні області
	літня	зимова		
1	2	3	4	5
А-1	54–55	– 17	21	Волинська, Рівненська, Житомирська (північна частина)
А-2центр	53–54	– 17–18	18–19	Львівська, Івано-Франківська (північна частина), Хмельницька (північна частина), Житомирська (центральна частина), Київська (північно-західна частина), Тернопільська
А-2зак.	57–58	– 15–16	36	Закарпаття, Івано-Франківська (південна частина), Чернівецька (на південь від лінії Турка-Долина-Монастирське-Запіщики)

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
A-2сх.	55–56	– 16–17	17	На схід від лінії Кам'янець-Подільський-Хмельник-Житомир-Радомишль-Гостомель; Хмельницька (південна частина), Вінницька (північна частина), Житомирська (південна частина)
A-3пн	58	– 18–19	24	Київська (північно-східна частина), Чернігівська, Сумська,
A-3пд	59	– 15–16	18	Черкаська (східна частина), Полтавська, Харківська (західна частина)
A-4	59	– 15	22	Вінницька (південна частина), Черкаська (західна частина), Кропивницька (північна частина), Одеська (північна частина)
A-5пн	61-62	– 12–13	21	Миколаївська, Одеська (центральна частина), Кропивницька (південна частина), Дніпропетровська (західна частина)
A-5пд	62	– 8–10	17	Одеська (південь від лінії Очаків-Радісне-Павлівка)
A-6пн	60	– 19–20	20	Харківська (північно-східна частина), Луганська (західна частина – на північ від лінії Золочів-Зміїв-Ізюм-Папасна, на схід від лінії Алчевськ-Новоюсків)
A-6пд	60–61	– 15–17	24	Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Харківська (південна частина), Запорізька (північна частина)
A-6сх	62	– 20	23	Луганська область на схід від лінії Алчевськ-Новоюсків
A-6	58–59	– 13–14	15–16	Узбережжя Азовського моря
A-7	58–59	– 13–14	15–16	Узбережжя Азовського моря
A-7	60–62	– 12–14	23–24	Крим, Херсонська, Запорізька (південна частина)



Рис. 1 Районування території України за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття

Як зазначено на рисунку, в районі А-2 виділено 3 підрайони (А-2 – центр; А-2 – сх; А-2 – Закарпаття), середня похибка тут складає 14 %. Район А-3 має 2 підрайони (А-3 – пн; А-3 – пд), де середня похибка складає 10 %. Північно-східна частина Харківської області перенесена до району А-6 – пн. Район А-4 зазначено без змін його меж (середня похибка складає 6,6%). Район А-5 поділено на 2 підрайони (А-5 – пн, А-5 – пд), де середня похибка складає 14 %. Район А-6 поділено на 3 підрайони (А-6 – пн, А-6 – сх, А-6 –

пд). Північно-східна частина Харківської області (Харків, Вовчанськ, Великий Бурлук, Дворічна) належить до підрайону А-6 – пн. Окремо виділяється східна частина Луганської області за своїми кліматичними особливостями (середня похибка складає 15 %). Район А-7 має невелику кількість даних, що надаються метеостанціями (АР Крим має 3 станції), тому середня похибка тут є найбільшою – до 20 %.

Висновки

У процесі проведеного нами дослідження зібрана і систематизована інформація щодо температурного режиму в Україні за період 2005–2018 років. Системний аналіз отриманої інформації свідчить про те, що в Україні за останній період часу відбуваються суттєві зміни клімату, зокрема зміни температурного режиму в усі пори року та на всій території України. Аналіз і порівняння наявної бази даних, що використовується під час проектування автомобільних доріг, свідчить про суттєві зміни кліматологічних параметрів. Це є неприпустимою умовою, оскільки від температурного і температурно-вологісного режимів шарів дорожньої конструкції залежать їх фізико-механічні характеристики, зокрема споживчі якості автомобільної дороги.

Запропонована система оцінки вагомості кліматичних характеристик під час аналізу напружено-деформованого стану дорожнього одягу дозволила побудувати принципи їх ранжування. Грунтуючись на основних кліматичних параметрах, що визначають умови роботи, зокрема асфальтобетонних шарів покриття, була запропонована більш детальна схема районування території України, що відповідає сучасним умовам роботи асфальтобетону.

Література

1. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186:2004. К.: Укравтодор, 2004. 176 с.
2. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2015. Київ: Мінрегіон України, 2015. 109 с.
3. Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування: ГБН В.2.3-37641918-559:2016. К.: Міністерство інфраструктури України, 2016 71 с. (Національний стандарт України).
4. Кліматичний Кадастр України [Електронний ресурс]. Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. К., 2006. 1 електрон. опт. диск (CD-ROM).
5. Строительная климатология. Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ) Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1990. 86 с. (Справочное пособие к СНиП).
6. Клімат України. За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
7. Бабіченко В. М., Ніколаєва Н. В., Гущина Л. М. Зміни температури повітря на території України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століття. Укр. геогр. журн. 2007. № 4. С. 3–12.
8. Бабіченко В. М., Ніколаєва Н. В., Рудішина С. Ф., Гущина Л. М. Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури повітря через 0 °С) в умовах сучасного клімату. Укр. геогр. журн. 2009. № 1. С. 25–35.
9. Батракова А. Г. Методология мониторинга дорожных одежд нежесткого типа с применением георадиолокационных технологий: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.11 / Анжелика Геннадьевна Батракова. – Х., 2014. – 397 с.
10. Архіви погоди на метеостанціях України [Електронний ресурс]. ТОВ «Расписание погоды», Ліцензія Р/2013/2331/100/Л. Режим доступу до ресурсу: <http://rp5.ua>.
3. Avtomobilni dorohy. Dorozhnii odiah nezhorstkyi. Proektuvannia: HBN V.2.3-37641918-559:2016. K.: Ministerstvo infrastruktury Ukrainy, 2016 71 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy).
4. Klimatychnyi Kadastr Ukrainy [Elektronnyi resurs]. Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba UkrNDHMI. Tsentralna Heofizychna Observatoriia. K., 2006. 1 elektron. opt. dysk (CD-ROM).
5. Stroytelnaia klimatolohiia. Nauchno-issledovatel'skyi ynstitut stroy-telnoi fyzyky (NYYSF) Hosstroia SSSR. M.: Stroyzdat, 1990. 86 s. (Spravochnoe posobyie k SNyP).
6. Klimat Ukrainy. Za red. V.M. Lipinskoho, V.A. Diachuka, V.M. Babichenko. K.: Vyd-vo Raievskoho, 2003. 343 s.
7. V. M. Babichenko, N. V. Nikolaieva, L. M. Hushchyna. Zminy temperatury povitria na terytorii Ukrainy naprykintsi KhKh ta na pochatku KhKhI stolittia. Ukr. heohr. zhurn. 2007. № 4. S. 3–12.
8. V. M. Babichenko, N. V. Nikolaieva, C. F. Rudishyna, L. M. Hushchyna. Nastannia vesnianoho sezonu v Ukraini (perekhid serednoi dobovoi temperatury povitria cherez 0 °S) v umovakh suchasnoho klimatu. Ukr. heohr. zhurn. 2009. № 1. S. 25–35.
9. Batrakova A. H. Metodolohiia monytorynha dorozhnykh odezhd nezhestkoho typu s pryomenenyem heoradyolokatsyonnykh tekhnolohiyi: dys. ... doktora tekhn. nauk: 05.22.11 / Anzhelyka Hennadevna Batrakova. – Kh., 2014. – 397 s.
10. Arkhivy pohody na meteostantsiiakh Ukrainy [Elektronnyi resurs]. TOV «Raspysanye pohody», Litsenziia R/2013/2331/100/L. Rezhym dostupu do resursu: <http://rp5.ua>.

Захарова Еліна Володимирівна, аспірант кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61000, Україна, телефон +380683830023, <mailto:linazaharova21@gmail.com>"

Substantiating the boundaries of the climate regions of the territory of Ukraine in conditions of modern climate change

Abstract. Problem. *At present, when the rapid trend of significant changes in the climate of Ukraine has already been clearly outlined, including changes in the temperature regime and the associated water-thermal regime of non-rigid pavement designs, which have led to a mismatch between the current regionalization of Ukraine to the actual regime of non-rigid maternity clothing. Of particular importance are these issues in the calculation of coating layers from materials based on organic binders in the limit states and strength criteria. Taking into account variable values of strength and deformation characteristics of asphalt concrete and materials treated with an or-*

References

1. Dorozhnii odiah nezhorstkoho typu: VBN V.2.3-218-186:2004. K.: Ukravtodor, 2004. 176 s.
2. Avtomobilni dorohy: DBN V.2.3-4:2015. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2015. 109 s.

ganic binder is also used to model the stress-strain state of pavement. Currently, in the design of non-rigid pavement, zoning of the territory of Ukraine is used according to the working conditions of asphalt concrete, developed more than 40 years ago. Its use is not advisable. Because zoning is based on taking into account the maximum summer and minimum winter coating temperatures, the number of transitions through 0 ° C, as well as the annual rainfall of the past 30-year climate period. Today, due to the rapid trend of climate change, the indicators of temperature and water-thermal conditions have changed. Therefore, there is a need for improved climatic zoning of Ukraine for calculating non-rigid pavement according to strength criteria

Goal. There is a need for data collection and a systematic analysis of modern climate changes, justification of the climatic regions of the territory of Ukraine according to the operating conditions of asphalt concrete based on system analysis; calculation of non-rigid pavement according to strength criteria, assessment and prediction of the condition of automobile roads, justification and introduction of changes in the climatic regionalization of the territory of Ukraine. **Methodology.** The scientific and methodological basis of the study adopted a systematic analysis of modern climate change, and justification of the climatic regions of Ukraine **Results.** Based on the basic climatic parameters that determine the working conditions of mainly asphalt concrete layers, a more detailed scheme of zoning of the territory of Ukraine was proposed, which gives modern conditions for the operation of asphalt concrete. **Originality.** The substantiation of the climatic regions of the territory of Ukraine has been improved. The results obtained are based on a systematic analysis of modern climate changes. **Practical value.** The results can be used in the design of non-rigid pavement on the main roads of Ukraine.

Key words: climate change, temperature regime, non-rigid road clothing, climatic characteristics, climatic zoning, natural and climatic factors.

Elina Zakharova, Postgraduate Student of the Department of Roads, Geodesy and Land Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, Yaroslava Mudruho st., 25, Kharkiv, 61000, Ukraine, tel. +380683830023, e-mail: linazaharova21@gmail.com

Обоснование границ климатических районов территории Украины в условиях современных изменений климата

Аннотация. В настоящее время, когда четко намечена стремительная тенденция существенных изменений климата Украины, в том числе изменений температурного режима и связанного с ним водно-теплого режима конструкций нежесткой дорожной одежды, которые привели к несоответствию существующего районирования Украины фактическому режиму работы нежесткой дорожной одежды. Возникает потребность корректировки или разработки нового климатического районирования Украины по условиям работы асфальтобетонов для расчета нежесткой дорожной одежды по критериям прочности, оценки и прогнозирования состояния автомобильных дорог.

Ключевые слова: климатические изменения, температурный режим, нежесткие дорожные одежды, климатические характеристики, климатическое районирование, природно-климатические факторы.

Захарова Элина Владимировна, аспирант кафедры проектирования дорог, геодезии и землеустройства, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ул. Ярослава Мудрого, 25, Харьков, 61000, Украина, телефон +380683830023, e-mail: linazaharova21@gmail.com