

ՀՀ ԲՆԱԿԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՄԱՐ ԱՍՖԱԼՏԲԵՏՈՆԱՅԻՆ ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ԿԱԶՄԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ
«ՍՈՒՊԵՐՓԵՅՎ» ՄԵԹՈՂԻ ՁԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ

Հակոբ Հարությունի Գյուլզադյան*, Վիգեն Հայկի Տեր-Սիմոնյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

Ներկայացվում են ասֆալտբետոնի կազմի նախագծման ուղղությամբ համաշխարհային ճանապարհաշինությունում լայն տարածում ստացած «Սուպերֆեյվ» մեթոդում կապակցանյութի շահագործական $PG\ X\pm Y$ դասի ընտրության համար անհրաժեշտ ճանապարհաձևի հաշվարկային ջերմաստիճանների որոշման մեթոդները: Որպես հիմք ընդունելով ճանապարհային պատվածքի երկարաժամկետ վարքի (Long Term Pavement Performance- LTPP) հետազոտությունների ծրագրի շրջանակներում ԱՄՆ-ում մշակված հաշվարկային մոդելները ՀՀ բնակավայրերի համար՝ համակարգչային ապարատի կիրառմամբ, ստացվել են առավելագույն և նվազագույն հաշվարկային ջերմաստիճանները 98 % ապահովվածությամբ:

Բանալի բառեր. ասֆալտբետոն, կապակցանյութ, շահագործական դաս, ճանապարհաձևի հաշվարկային ջերմաստիճաններ, հոգնածային ճաքեր, ջերմային ճաքեր, անվահետքեր

Ներածություն

Ինչպես նշվել է [1] –ում, ճանապարհային ցանցի շահագործական բնութագրերի, երկարակետության բարելավման և շարժման անվտանգության բարձրացման նպատակով 1988-1993 թթ. ԱՄՆ-ում՝ ճանապարհային Հետազոտությունների Ռազմավարական Ծրագրի (Strategic Highway Research Program-SHRP) շրջանակներում, մշակվել է ասֆալտբետոնային խառնուրդների նախագծման «Սուպերֆեյվ» (Superior Performing Asphalt Pavement System - Superpave) մեթոդը [2-6]: Համակարգի մշակման հիմնական նպատակն է եղել կանխել կամ հետաձգել ասֆալտբետոնային ծածկերի հոգնածային, ջերմային ճաքերի և անվահետքերի առաջացումները [7]: Շնորհիվ արժեքային առավելությունների [8] «Սուպերֆեյվը» ներդրվել է նաև օդանավակայանների թոփքուղիների պատվածքների համար [9]: «Սուպերֆեյվ» համակարգը ներառում է բիտումային կապակցանյութերի շահագործական բնութագրերի (PG - Performance Grading) գնահատումը, ասֆալտբետոնային խառնուրդի կազմի նախագծումը և ասֆալտբետոնային խառնուրդի շահագործական ցուցանիշների գնահատումը: «Սուպերֆեյվ» համակարգի այս երեք հիմնական բաղադրակազմերը նախատեսված են երկարակյաց խառնուրդներ ստանալու համար, որոնք պետք է բավարարեն երթևեկության ինտենսիվությամբ և կլիմայական պայմաններով ներկայացվող պահանջներին:

Անցած տարիների ընթացքում «Սուպերֆեյվ» համակարգի բոլոր երեք հիմնական բաղադրակազմերը ենթարկվել են կատարելագործման: Կապակցանյութի PG դասի որոշման մոդել-

ները կամ ստուգաճշտվել են, կամ մշակվել են նորերը: Կապակցանյութերի մոդիֆիկացիայի տարածում ստանալու հետ համընթաց պարզ էր դառնում, որ PG կապակցանյութերի սպեցիֆիկացիայում (AASHTO M320 [10]) հոգնածային անվահետքերի առաջացումը բնութագրող $\frac{G^*}{\sin \delta}$ ցուցանիշը համարժեք կերպով չի գնահատում մոդիֆիկացման էֆեկտը: Արդյունքում մշակվել է բազմակի անգամ ազդող բևեռներից սողքի վերականգնման փորձ (the MSCR- multiple-stress creep-recovery) գնահատելու համար անվահետքերի առաջացման բնութագրերը և կանխատեսելու համար անվահետքերի առաջացման նկատմամբ ճանապարհաճածկի վարքը: Սակայն SHRP-ի հետազոտողների կողմից մշակված փորձարկումները ոչ լրիվ կերպով են կիրառություն ստացել իրենց բարդության կամ ոչ հուսալի կանխատեսումների պատճառով [11, 12]:

Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտության նպատակը

Հայաստանի Հանրապետությունը, չնայած իր համեմատաբար փոքր չափերին, ունի խիստ տարբերվող բնակլիմայական պայմաններ ունեցող շրջաններ և շատ հաճախ բախվում է ասֆալտբետոնային ծածկերի ժամանակից շուտ քայքայմանը, որոնց հիմնական պատճառներից են հոգնածային, ջերմային ճաքերը և անվահետքերը: Ինչպես ցույց են տվել դիտարկումները, ասֆալտբետոնային ծածկերի անբավարար վարքի հիմնական պատճառներից է խառնուրդում օգտագործվող կապակցանյութի՝ բիտումի, ոչ համարժեք ընտրությունը: Ասֆալտբետոնային խառնուրդների համար բիտումների ընտրությունը ներկայումս ՀՀ տարածքում կատարվում է հիմնականում ըստ գործող ԳՕՇ 9128-2013-ի [13], կախված ճանապարհակլիմայական գոտուց և ճանապարհի կարգից, ընդ որում ընտրությունը կատարվում է միայն մեկ ցուցանիշով, որն է ասեղի խորասուզման չափը $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում, որով և որոշվում է բիտումի դասը: Հաշվի առնելով ՀՀ տարածքի տարբեր մասերում ճանապարհաճածկերում դիտվող ջերմաստիճանային միջակայքերի բազմազանությունը, կապակցանյութի ընտրության նման մոտեցումը կարելի է համարել անընդունելի, առավել ևս ընդունելով այն հանգամանքը, որ ասեղի խորասուզման չափը նախ որոշվում է որոշակի ջերմաստիճանում և չի բնորոշում կապակցանյութի հատկությունների փոփոխականությունը շահագործման ջերմաստիճանների ողջ միջակայքում:

Ընդունելով բիտումային կապակցանյութերի դեֆորմացման երևույթների ոչ գծային բնույթը և արտաքին գործոնների (լարումներ, ջերմաստիճան, խոնավության արժեքներ, բեռնավորման տեսակ և ժամանակացույց, շրջակա միջավայրի ազդեցիկություն և այլն) ազդեցությունը հաշվի առնելու անհրաժեշտությունը, ճանապարհային ոլորտի առավել բարդ խնդիրներից կարելի է համարել շահագործման տարբեր պայմաններում գտնվող ասֆալտբետոնային ծածկերի արդյունավետության և երկարակեցության կանխատեսումը:

Վերը ներկայացված «Սուպերֆեյվ» մեթոդը կարելի է ընդունել բիտումի և ասֆալտբետոնի որակի ցուցանիշների գիտականորեն հիմնավորված առավել ամբողջական համալիր, որը

բնութագրում է ասֆալտբետոնե ծածկերի ամրությունը, սահքա- և ճաքակայունությունը՝ հաշվարկային կլիմայական և տրանսպորտային պայմանների դեպքում:

Ներկայումս շատ երկրներում «Սուպերֆեյվ» մեթոդը գործնական կիրառություն է ստանում և այդ երկրներից յուրաքանչյուրի առջև ծառանում են տեղայնացման խնդիրներ: Առանձին երկրներում (ԱՄՆ, Գանա, Իրաք, Հորդանան, Թաիլանդ, Աֆրիկական լճերի շրջան, Պակիստան, Լիբիա) հաշվարկային ջերմաստիճանների սահմանման և կապակցանյութերի համապատասխան ընտրությանն են նվիրված [14-21] աշխատանքները:

ՀՀՇՆ 32-01-2022 [22] -ում ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածքներում կիրառության համար նախատեսվում են նաև տարբեր տիպի ասֆալտբետոնյա խառնուրդներ համաձայն ՀՍ զՕՍ Ռ 58406.1-2021 [23] և ՀՍ զՕՍ Ռ 58406.2-2021 [24] ստանդարտների, որտեղ կապակցանյութերի նկատմամբ պահանջները սահմանվում են համապատասխանաբար ըստ ՀՍ զՕՍ Ռ 58401.1-2021 [25] և ՀՍ զՕՍ Ռ 58401.2-2021 [26] ստանդարտների, որոնցում ներառված են «Սուպերֆեյվ» մեթոդի [1]-ում ներկայացված հիմնական ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը:

Ներկա հետազոտության նպատակն է ՀՀ տարբեր բնակավայրերի համար սահմանել անհրաժեշտ կլիմայական բնութագրերը, որոնք թույլ կտան «Սուպերֆեյվ» համակարգում կատարել բիտումային կապակցանյութի շահագործական դասի (Performance Graded-PG) ճիշտ ընտրություն:

ՀՀ բնակավայրերի համար օդի միջին ջերմաստիճանները

ՀՀ բնակավայրերի համար «Սուպերֆեյվ» համակարգին համապատասխան կլիմայական գործոնների հաշվի առնման համար պետք է հիմնվել օդի ջերմաստիճանների առնվազն 20 տարվա դիտարկումների վրա [2-5]: Հաշվարկային ջերմաստիճանների գնահատման համար անհրաժեշտ է ունենալ նախագծման շրջանում օդի 7-օրվա միջին առավելագույն և 1-օրվա նվազագույն ջերմաստիճանների արժեքները: ՀՀ առանձին բնակավայրերի համար կատարվել է օդերևութաբանական կայանների տվյալների վերլուծություն, որոնց արդյունքները ներկայացված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

ՀՀ առանձին բնակավայրերի օդերևութաբանական կայանների տվյալները

N	Բնակավայրի անվանումը	Օդի 7 օրվա միջին առավելագույն ջերմաստիճանը, °C	Օդի 1 օրվա նվազագույն ջերմաստիճանը, °C	N	Բնակավայրի անվանումը	Օդի 7 օրվա միջին առավելագույն ջերմաստիճանը, °C	Օդի 1 օրվա նվազագույն ջերմաստիճանը, °C
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ալավերդի	32,20	-4,05	17	Հրազդան	27,08	-12,43
2	Ապարան	26,97	-14,70	18	Ղափան	33,71	-4,50
3	Աշտարակ	35,64	-7,90	19	Ճամբարակ	24,28	-10,48
4	Արարատ	36,16	-8,68	20	Մարտունի	25,33	-12,35
5	Արթիկ	30,92	-14,93	21	Մեղրի	33,95	-4,78
6	Արմավիր	34,92	-8,28	22	Ջերմուկ	25,49	-12,63
7	Արտաշատ	35,69	-8,98	23	Սևան	23,78	-11,20
8	Բերդ	31,59	-2,73	24	Միսիան	27,46	-9,35

Աղյուսակի շարունակություն

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Գավառ	24,69	-12,60	25	Սպիտակ	28,56	-8,78
10	Գյումրի	31,46	-14,63	26	Ստեփանավան	31,22	-6,68
11	Գորիս	27,29	-9,63	27	Վանաձոր	27,81	-8,70
12	Դիլիջան	28,50	-7,70	28	Վայք	32,62	-9,05
13	Եղեգնաձոր	28,32	-10,43	29	Տաշիր	27,84	-8,05
14	Երևան	36,75	-7,38	30	Քաջարան	27,03	-9,70
15	Թալին	30,42	-13,38	31	Վարդենիս	25,24	-11,28
16	Իջևան	31,67	-4,30	32	Նոյեմբերյան	33,02	-4,13

SHRP մոդելները

Հիմնվելով ջերմափոխանակման տեսական մոդելավորման [27] և ռեգրեսիոն վերլուծությունների վրա՝ ընդունելով արևային արտոբյուրի (0,90), օդի միջոցով ռադիացիայի փոխանցման (0,81), մթնոլորտային ռադիացիայի (0,70) և քամու արագության (4,5 մ/վ) տիպական արժեքները, SHRP հետազոտողները ծածկի մակերևույթից 20 մ/վ խորության համար մշակել է հավասարում, որում կիրառված են 7 օրվա միջին առավելագույն ջերմաստիճանի արժեքները և նախագծի իրականացման տեղանքի աշխարհագրական լայնությունը [14]՝

$$T_{20m} = (T_{O2} - 0,00618 \cdot (Lat)^2 + 0,2289Lat + 42,2) \cdot 0,9545 - 17,78, \quad (1)$$

որտեղ T_{O2} -ն օդի ամառային ջերմաստիճանն է ստվերում, վերցված առավել տաք 7 օրերի միջինը, Lat -ը՝ տեղանքի աշխարհագրական լայնությունը:

Ծածկի նվազագույն ջերմաստիճանների որոշման համար առաջարկված է հետևյալ հավասարումը՝

$$T_h = T_{O2} - 0,051h - 0,000063 \cdot (h)^2, \quad (2)$$

որտեղ T_{O2} -ն օդի միջին նվազագույն ջերմաստիճանն է, h -ը՝ հաշվարկային կետի խորությունը, հաշված ծածկի մակերևույթից, ընդունվում է 0:

LTPP մոդելները

SHRP մոդելները, հաշվի առնելով առավել տաք 7 օրերի օդի միջին ջերմաստիճանը և միջին նվազագույն ջերմաստիճանը, ոչ բավարար կերպով են արտահայտում հավանականության գործոնները: Հաշվի առնելով վերը նշվածը, ճանապարհային պատվածքի երկարաժամկետ վարքի (Long Term Pavement Performance- LTPP) հետազոտությունների ծրագրի շրջանակներում ԱՄՆ-ում և Կանադայում իրականացվել են փորձարկումներ շուրջ 30 աշխատատեղերում՝ նպատակ ունենալով բարելավել SHRP մոդելները [28]: Արդյունքում մշակվել են հետևյալ հաշվարկային բանաձևերը:

Ծածկի ամառային հաշվարկային ջերմաստիճանը մակերևույթից 20 մ/վ խորության վրա՝

$$T_{MAX} = 54,32 + 0,78 \cdot T_{O2} - 0,0025 \cdot (Lat)^2 - 15,14 \cdot \lg(H + 25) + Z \cdot (9 + 0,61 \cdot S^2)^{0,5}, \quad (3)$$

որտեղ T_{O2} -ն օդի ամառային ջերմաստիճանն է ստվերում, վերցված առավել տաք 7 օրերի միջինը, S -ը՝ առավել տաք 7 օրերի ընթացքում ստանդարտ շեղման մեծությունը, Lat -ը՝ տեղանքի աշխարհագրական լայնությունը, H -ը՝ ծածկի մակերևույթից մինչև հաշվարկային կետը եղած

խորությունը, *ս/ս*, որն ընդունվում է 20 *ս/ս*, *Z* -ը՝ ստանդարտ նորմալ բաշխման աղյուսակային արժեքը:

Հաշվարկային ջերմաստիճանները սովորաբար հաշվարկում են 98 % ապահովվածությամբ, որին համապատասխանում է $Z = 2,055$ արժեքը:

Ծածկի ձմեռային հաշվարկային ջերմաստիճանը մակերևույթի վրա՝

$$T_{MIN} = -1,56 + 0,72 \cdot T_{OZ} - 0,004 \cdot (Lat)^2 + 6,26 \cdot \lg(H + 25) - Z \cdot (4,4 + 0,52 \cdot S^2)^{0,5}, \quad (4)$$

որտեղ T_{OZ} -ն օդի միջին նվազագույն ջերմաստիճանն է, H -ն ընդունվում է 0, S -ը՝ նվազագույն ջերմաստիճանների ստանդարտ շեղումը, $Z = 2,055$:

Ինչպես նշվում է [28]-ում, LTTP մոդելների ((3) և (4) բանաձևեր) հիման վրա կապակցանյութի համար որոշված ցածր ջերմաստիճանային PG դասերը ստացվում են մեկ կամ երկու դասով ավելի բարձր, քան SHRP մոդելներով ((1) և (2) բանաձևեր) որոշելիս, սակայն բարձր ջերմաստիճանային PG դասերը մինչև 35 °C օդի ջերմաստիճաններ ստացվում են նույնը: Օդի ավելի բարձր ջերմաստիճանների դեպքում LTTP մոդելով սահմանվող PG դասը սովորաբար ստացվում է մեկ դասով ցածր:

Կապակցանյութի PG դասի ընտրության հուսալիությունը դա այն հավանականությունն է, որ մեկ տարվա ընթացքում օդի փաստացի նվազագույն ջերմաստիճանը կամ օդի 7 օրյա միջին առավելագույն ջերմաստիճանը բացարձակ արժեքով չեն գերազանցի ճանապարհային պատվածքի համապատասխան ջերմաստիճանները [29]:

Ընդունելով, որ LTTP մոդելով որոշվող հաշվարկային ջերմաստիճաններն ավելի լավ են հաշվի առնում հուսալիության գործոնները, մեր կողմից կապակցանյութի PG դասի ընտրության համար ընդունվել են (3) և (4) բանաձևերը: Նույն բանաձևերն էլ ընդունված են նաև «Սուպերֆեյվ» մեթոդի կիրառման աշխատանքների վերաբերյալ ՌԴ-ում ընդունված մեթոդական հանձնարարականներում [30]:

ՀՀ բնակավայրերի համար ծածկի ամառային և ձմեռային հաշվարկային ջերմաստիճանների որոշման համար մեր կողմից մշակվել է համակարգչային ծրագիր, որում ներառված են ինչպես հիմնական բնակավայրերի համար օդերևութաբանական կայանում վերջին 20 տարվա համար զբանցված տվյալները, այնպես էլ ներառված է հաշվարկային ջերմաստիճանների որոշման համար հաշվարկային ապարատ: Աղ. 2-ում բերված են ՀՀ բնակավայրերի համար ճանապարհաձածկի ամառային և ձմեռային հաշվարկային ջերմաստիճանների արժեքները: Միաժամանակ նշված են նաև ծովի մակարդակից բնակավայրերի բացարձակ բարձրությունները և առավելագույն ու նվազագույն ջերմաստիճանների ստանդարտ շեղումները:

Աղյուսակ 2

ՀՀ բնակավայրերի համար ճանապարհաձածկի ամառային և ձմեռային հաշվարկային ջերմաստիճանները

N	Բնակավայրի անվանումը	Բացարձակ բարձրությունը, <i>մ</i>	<i>Lat</i>	Ծածկի ամառային հաշվարկային ջերմաստիճանը,			Ծածկի ձմեռային հաշվարկային ջերմաստիճանը		
				<i>S</i>	<i>T₀₂</i>	<i>T_{MAX}</i>	<i>S</i>	<i>T₀₂</i>	<i>T_{MIN}</i>
1.	Ալավերդի	699	41,10	1,57	32,20	63,15	3,43	-4,05	-14,09
2.	Ապարան	1892	40,59	2,33	26,97	60,91	2,44	-14,70	-19,11
3.	Աշտարակ	1104	40,30	1,28	35,64	65,39	4,14	-7,90	-18,49
4.	Արարատ	823	39,83	1,56	36,16	66,48	5,91	-8,68	-23,68
5.	Արթիկ	1779	40,62	1,73	30,92	62,61	4,49	-14,93	-24,55
6.	Արմավիր	870	40,09	1,58	34,92	65,51	4,87	-8,28	-20,61
7.	Արտաշատ	830	39,96	2,23	35,69	67,60	4,72	-8,98	-20,66
8.	Բերդ	933	40,88	1,787	31,59	63,16	1,73	-2,73	-8,96
9.	Գավառ	1953	40,35	2,32	24,69	59,17	2,71	-12,60	-18,19
10.	Գյումրի	1549	40,79	1,68	31,46	62,89	4,22	-14,63	-23,68
11.	Գորիս	1377	39,51	1,61	27,29	59,73	1,69	-9,63	-13,41
12.	Դիլիջան	1254	40,74	2,13	28,50	61,61	3,64	-7,70	-17,15
13.	Եղեգնաձոր	1242	39,76	2,95	28,32	63,68	3,07	-10,43	-17,34
14.	Երևան	907	40,18	1,74	36,75	67,28	3,98	-7,38	-17,63
15.	Թային	1606	40,64	1,62	30,42	61,98	4,91	-13,38	-24,57
16.	Իջևան	677	40,88	2,32	31,67	64,51	2,61	-4,30	-12,13
17.	Հրազդան	1762	40,50	2,31	27,08	60,96	2,63	-12,43	-17,91
18.	Ղափան	774	39,21	1,88	33,71	65,41	3,41	-4,50	-13,74
19.	Ճամբարակ	1855	40,60	1,41	24,28	56,75	2,56	-10,48	-16,38
20.	Մարտունի	1935	40,14	1,02	25,33	56,85	2,24	-12,35	-16,80
21.	Մեղրի	657	38,90	2,08	33,95	66,12	3,14	-4,78	-13,16
22.	Ջերմուկ	2103	39,84	2,29	25,49	59,41	2,81	-12,63	-18,29
23.	Սևան	1921	40,55	2,03	23,78	57,72	2,43	-11,20	-16,57
24.	Միսիան	1590	39,52	1,34	27,46	59,30	1,85	-9,35	-13,56
25.	Սպիտակ	1548	40,83	1,94	28,56	61,21	3,67	-8,78	-18,03
26.	Ստեփանավան	1405	41,01	2,77	31,22	65,23	3,18	-6,68	-15,30
27.	Վանաձոր	1344	40,80	2,69	27,81	62,42	4,07	-8,70	-19,00
28.	Վայք	1247	39,69	1,69	32,62	64,03	3,22	-9,05	-16,70
29.	Վարդենիս	1940	40,18	1,05	25,24	56,83	5,42	-11,28	-24,30
30.	Քաջարան	1938	39,15	2,39	27,03	61,39	1,65	-9,70	-13,25
31.	Տաշիր	1505	41,12	1,94	27,84	60,58	3,05	-8,05	-16,00
32.	Նոյեմբերյան	842	41,17	1,49	33,02	63,61	3,09	-4,13	-13,30

Եզրակացություն

ՀՀ բնակավայրերի համար ճանապարհաձածկի առավելագույն ու նվազագույն ջերմաստիճանների որոշման համար կիրառվել են Ճանապարհային պատվածքի երկարաժամկետ վարքի (Long Term Pavement Performance- LTPP) հետազոտությունների ծրագրի շրջանակներում մշակված բանաձևերը, որոնք հաշվի են առնում ինչպես նախագծի իրականացման տեղանքի դիրքը (աշխարհագրական լայնությունը), այնպես էլ հուսալիության գործոնները: Նշված բանաձևերով բիտումային կապակցանյութի դասի մի շարք երկրներում ընտրության փորձը տվել է լիովին բա-

վարար արդյունքներ՝ ապահովելով ասֆալտբետոնային ծածկերի երկարակյանություն, մասնավորապես, բարձրացնելով կիրառվող ճանապարհային բիտումների որակը, նվազեցնելով ծածկում առաջացող հոգնածային, ջերմային ճաքերը և անվահետքերը:

Գրականության ցանկ

- [1] **Հ.Հ. Գյուլզադյան, Վ.Հ. Տեր-Մինոնյան**, Ասֆալտբետոնային խառնուրդների կազմի նախագծման «Սուպերֆեյվ» մեթոդը. ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ 3(84) (2022) 3-11:
- [2] **R.J.Cominsky**, SHRP-A-407. The Superpave Mix Design Manual for New Construction and Overlays, 1994, 184 p.
- [3] **R.J. Cominsky, B.M. Killingsworth, R.M. Anderson, D.A. Anderson, W.W. Crockford**, NCHRP Report 409: Quality Control and Acceptance of Superpave-Designed Hot Mix Asphalt. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1998, 215 pp.
- [4] Superpave. Final Report of the TRB Superpave Committee. TRB, 2005, pp. 1 – 56.
- [5] Superpave Mix Design, Asphalt Institute, Superpave, Series No. 2, 3rd Edition, Asphalt Institute Research Center, Lexington, KY, 2001, 102 p.
- [6] Superpave performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing. Superpave Series N1 (SP-1). Asphalt Institute, 1997, 70 p.
- [7] **T.W. Kennedy, G.A. Huber, E.T. Harrigan, R.J. Cominsky, C.S. Hughes, H.V. Quintus, J.S. Moulthrop**, Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): The Product of the SHRP Asphalt Research Project. Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C., 1994. Report No. SHRP-A-410.
- [8] **M. Halladay**, The Strategic Highway Research Program: An Investment That Has Paid off, Public Roads 61 (1998) 11-17.
- [9] **D.W. Christensen, R.McQueen, H.U. Bahia**, Selection of high-temperature binder PG grades for airfield pavements, in: Proceedings of the FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference, Atlantic City, New Jersey, 2007.
- [10] **AASHTO M 320**. Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder, 2021, 9 p.
- [11] National Highway Cooperative Research Program. A Manual for Design of Hot Mix Asphalt with Commentary. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2011. 10.17226/14524. NCHRP Report 673.
- [12] **R. West, C. Rodezno, F. Leiva, F. Yin**, Development of a Framework for Balanced Mix Design. National Research Council, Washington, D.C., 2018. Final Report to the National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Project NCHRP 20-07/Task 406.
- [13] **ГОСТ 9128-2013**. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
- [14] **G.A. Huber**, Weather Database for the Superpave Mix Design System. Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C, 1994. Report No. SHRP-A-648 A.
- [15] **K.A.Tutu, S. Ntramah, Y.A. Tuffour**, Superpave performance graded asphalt binder selection for asphalt mixture design in Ghana. Scientific African 17 (2022) e01348.
- [16] **A.S. Abbas**, Temperature zoning of Iraq for asphalt mix design. J. Eng. Sustain. Dev. 21(5) (2017).
- [17] **I.M. Asi, Y. Khalayleh**, Adaptation of superpave asphalt concrete mix design procedure to Jordan climatic and traffic conditions. Int. J. Pavement Res. Technol. 3(4) (2010) 154-161.
- [18] **N. Charoentham, K. Kanitpong**, Development of a performance grading system for asphalt binders used in Thailand. Asian Transp. Stud. 2(2) (2012) 121-138.
- [19] **M.W. Mirza, Z. Abbas, M.A. Rizvi**, Temperature zoning of Pakistan for asphalt mix design. Pak. J. Eng. Appl. Sci. 8 (2011) 49-60.

- [20] **M. Ronald, G. Chehab, M.N. Fakhreddine**, Determination of temperature zoning for the great lakes region of africa based on superpave system. In: Proceedings of the International Conference on Civil Infrastructure and Construction, Doha, Qatar, 2020, 10.29117/cic.2020.0062.
- [21] **H.A. Salem, D. Uzelac, B. Matic**, Temperature zoning of Libya desert for asphalt mix design. Appl. Mech. Mater. 638–640 (2014) 1414-1426.
- [22] **ՀՀՇՆ 32-01-2022**. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ, 206 էջ:
- [23] **ՀՍ ՊՕՍ Ռ 58406.1-2021**. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ ընդհանուր կիրառության. Խառնուրդներ խճամածիկային ասֆալտբետոնե և ասֆալտբետոն. Տեխնիկական պայմաններ:
- [24] **ՀՍ ՊՕՍ Ռ 58406.2-2021**. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ ընդհանուր կիրառության. Խառնուրդներ տաք ասֆալտբետոնե և ասֆալտբետոն. Տեխնիկական պայմաններ:
- [25] **ՀՍ ՊՕՍ Ռ 58401.1-2021**. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ ընդհանուր կիրառության. Խառնուրդներ ասֆալտբետոնե ճանապարհային և ասֆալտբետոն. Ծավալային-գործառնական նախագծման համակարգ: Տեխնիկական պահանջներ:
- [26] **ՀՍ ՊՕՍ Ռ 58401.2-2021**. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ ընդհանուր կիրառության. Խառնուրդներ ասֆալտբետոնե ճանապարհային և խճամածիկային ասֆալտբետոն. Ծավալային-գործառնական նախագծման համակարգ. Տեխնիկական պահանջներ:
- [27] **M. Solaimanian, P. Bolzan**, Analysis of the Integrated Model of Climate Effects On Pavements: Sensitivity Analysis and Pavement Temperature Prediction. Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C., 1994. Report No. SHRP-A-637.
- [28] **A. Mohseni**, LTPP Seasonal Asphalt Concrete (AC) Pavement Temperature Models. Federal Highway Administration, McLean, VA, 1998. Report No. FHWA-RD-97-103.
- [29] **E.R. Brown, P.S. Kandhal, F.L. Roberts, Y.R. Kim, D.Y. Lee, T.W. Kennedy**, Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction. (3rd ed.), NAPA Research and Education Foundation, Lanham, Maryland, 2009.
- [30] **ОДМ 218.4.036-2017**. Методические рекомендации по приготовлению асфальтобетонных смесей, их укладке, а также приемке выполненных работ, основанные на методологии «Superpave». Росавтодор, Москва, 2017, 68 с.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВОВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ "СУПЕРПЕЙВ" ДЛЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РА

Акоп Арутюнович Гюлзадян*, Виген Грантович Тер-Симонян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

Представлены методы определения расчетных температур дорожного покрытия, необходимых для выбора марки битумного вяжущего PG X±Y в методе Superpave, получившем широкое распространение в мировом дорожном строительстве для проектирования составов асфальтобетонов. Взяв за основу расчетные модели, разработанные в США в рамках программы исследования долговечности дорожного покрытия (Long Term Pavement Performance- LTPP), с использованием компьютерного аппарата получены максимальные и минимальные расчетные температуры с 98%-ой достоверностью для населенных пунктов Республики Армения.

Ключевые слова: *асфальтобетон, вяжущее, эксплуатационный класс, расчетные температуры покрытия, усталостные трещины, температурные трещины, колейность.*

**THERMAL CHARACTERISTICS OF THE "SUPERPAVE" ASPHALT CONCRETE MIX
DESIGN METHOD FOR REGIONS OF RA**

Hakob Gyulzadyan*, Vigen Ter-Simonyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

This paper presents the methods for determining the design temperatures of the road surface required for selecting the designation of the grade of bitumen binder PG X±Y in the Superpave method, which has become widespread in the world road construction for the design of asphalt concrete compositions. Taking as a basis the design models developed in the USA within the framework of the Long Term Pavement Performance (LTPP) research program, using a computer program, the maximum and minimum design temperatures with 98% reliability for populated areas of the Republic of Armenia were obtained.

Keywords: *asphalt concrete, binder, performance grade, design pavement temperatures, fatigue cracks, thermal cracks, rutting*

Գյուլզադյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)94151019, *hakob_gyulzadyan@bk.ru*, **Տեր-Սիմոնյան Վիգեն Հրանտի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)91214705, *vtersimonyan@gmail.com*

Гюлзадян Акоп Арутюнович, к.т.н. доцент (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра “Дороги и мосты”, (+374)94151019, *hakob_gyulzadyan@bk.ru*, **Тер-Симонян Виген Грантович, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра “Дороги и мосты”, (+374)91214705, *vtersimonyan@gmail.com*

Gyulzadyan Hakob, PhD in engineering, docent (RA, Yerevan) – NUACA, Chair “Highways and Bridges”, (+374)94151019, *hakob_gyulzadyan@bk.ru*, **Ter-Simonyan Vigen, PhD in engineering, docent** (RA, Yerevan) – Chair “Highways and Bridges”, (+374)91214705, *vtersimonyan@gmail.com*

Ներկայացվել է՝ 18.06.2025թ.

Գրախոսվել է՝ 04.07.2025թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 29.08.2025թ.