

**ՈՉ ԿՈՇՏ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՅԻՆ ՊԱՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՀՀ-ՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ
ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Եղիազար Վահրամի Վարդանյան, Հակոբ Հարությունի Գյուլզադյան*

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

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

Ներկայացվում են ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածքների նախագծման ուղղությամբ ներկայումս ՀՀ-ում կիրառվող նորմատիվային փաստաթղթերի՝ BCH-46-83 հանձնարարականների, ՕԺՀ 218.046-01 ճյուղային նորմերի, ՍՀՄ 265-2018 և ՍՀՄ 542-2021 ազգային ստանդարտների, AASHTO մեթոդի համեմատական վերլուծությունները: Համեմատվել են այդ մեթոդներով արտաքին շարժական բեռնվածքի, հուսալիության գործոնների, շահագործական ցուցանիշների, հիմնատակի գրունտի և պատվածքի շերտերի նյութերի բնութագրերի, պատվածքի ընդհանուր կոշտության գնահատման առանձնահատկությունները: ՀՀ պայմանների համար՝ շարժման տարբեր բեռնվածությունների և հիմնատակի գրունտների տարբեր ամրությունների դեպքում կատարվել են նշված մեթոդներով ստացվող պատվածքների կոնստրուկցիաների համեմատական վերլուծություններ: Ըստ այդ վերլուծությունների, բարձր ինտենսիվությամբ ճանապարհների դեպքում առավել մեծ կոշտությամբ կոնստրուկցիաներ են ստացվում ՕԺՀ 218.046-01 ճյուղային նորմերով կատարվող հաշվարկների դեպքում: Մնացած հետխորհրդային նորմերով ստացվում են համադրելի արդյունքներ: Մոտ են նաև AASHTO-ով ստացվող արդյունքները: Միջին և ցածր ինտենսիվությամբ ճանապարհների դեպքում ՕԺՀ 218.046-01, ՍՀՄ 265-2018-ով և ՍՀՄ 542-2021-ով ստացվում են համադրելի արդյունքներ, ընդ որում գրեթե բոլոր տարբերակներում որոշիչ են դառնում սահքի ստուգումները: BCH-46-83-ով և AASHTO-ով կատարվող հաշվարկներով ստացվող կոնստրուկցիաները հաշվարկային դեպքերի մեծամասնության համար ունեն առավել փոքր կոշտություն և մոտ են իրար:

Բանալի բառեր. ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածք, արտաքին շարժական բեռնվածք, հիմնատակի գրունտի բնութագրեր, պատվածքի շերտերի նյութերի բնութագրեր, հուսալիություն, շահագործական ցուցանիշներ, պատվածքի ընդհանուր կոշտություն

Ներածություն

Ավտոճանապարհների նախագծման ժամանակ հատուկ ուշադրություն է դարձվում ճանապարհային պատվածքների կոնստրուկցիաների ճիշտ ընտրությանը: Դա բացատրվում է դրանց համեմատական բարձր արժեքով, որը որոշ դեպքերում կարող է կազմել ճանապարհի կառուցման ընդհանուր արժեքի մինչև 60% -ը: Դրանով պայմանավորված՝ ճանապարհային պատվածքների վերջնական կոնստրուկցիայի նշանակումը պետք է կատարվի ընդունելի տարբերակների տեխնիկական և տնտեսական համեմատության միջոցով:

Միևնույն ժամանակ, ճանապարհի տրանսպորտային-գործառնական որակները, այդ թվում՝ երթևեկության անվտանգությունը և տեղաշարժման հարմարավետությունը հիմնականում գնահատվում են ճանապարհային պատվածքի, մասնավորապես, ճանապարհածածկի վիճակով: Նշված հանգամանքները բացատրում են, թե ինչու է ճանապարհային պատվածքների նախագծումը հետխորհրդային երկրներում և ամբողջ աշխարհում դարձել բազմաթիվ գիտական աշխատությունների առարկա, որոնք տալիս են պատվածքների նախագծման հիմնական սկզբունքները և թույլ տալիս որոշակի պայմանների համար կատարել նախագծերի օպտիմալացումներ և տեղայնացումներ:

ՀՀ-ում ընդունված ճանապարհային պատվածքների նախագծման սկզբունքները համապատասխանում են նախկին խորհրդային միությունում (ՆԽՄ) ընդունված սկզբունքներին և հիմնված են առաձգականության տեսության վրա, որոնք թույլ են տալիս տարբեր բեռնվածքների բազմակի ազդեցություններից գնահատել ճանապարհային պատվածքի պահանջվող ամրությունը: Այս ընթացակարգը, որը կոչվում է «Սոյուզորնիի մեթոդ», մշակվել և զարգացվել է պրոֆ. Ն.Ն. Իվանովի կողմից [1]: ՆԽՄ-ում կատարված հետազոտությունները հնարավորություն են տվել մշակել ինչպես ոչ կոշտ, այնպես էլ կոշտ պատվածքների համար հանձնարարականներ: Մասնավորապես, ոչ կոշտ պատվածքների նախագծման ուղղությամբ ՀՀ-ում մինչև անկախացումը գործել են BCH-46-83 հանձնարարականները [2], որոնք, հաշվի առնելով նախագծման ուղղությամբ զգալի ձեռքբերումները, նյութերի հատկությունների վերաբերյալ տեղեկատվության փոփոխությունները, ինչպես նաև ճանապարհային պատվածքի համար նոր նյութերի կիրառությունը, զգալիորեն հնացած են և չեն ընդգրկված հաստատված հրահանգների ցուցակում, սակայն երբեմն կիրառություն են ստանում՝ հաշվի առնելով ընդունված նորմատիվային փաստաթղթի բացակայությունը: Վերջին տարիներին ՀՀ-ում ավելի մեծ կիրառություն են ստանում ՌԴ-ում մշակված ՕԴՀ 218.046-01 ճյուղային նորմերը [3], որոնց լիակատար կիրառման համար անհրաժեշտ է լինելու կատարել որոշ տեղայնացումներ և պատկան մարմնի կողմից պաշտոնական հաստատում: Ասֆալտբետոնային խառնուրդների նոր տարատեսակների, մասնավորապես, խճամաստիկային ասֆալտբետոնի, ինչպես նաև խառնուրդների նախագծման «Սուպերփեյվ» մեթոդի ներդրման հետ կապված, ՌԴ-ում մշակվել են ПНСТ 265-2018 և ПНСТ 542-2021 ազգային ստանդարտները [4, 5], որոնք ամենայն հավանականությամբ մոտ ժամանակներում կարող են կիրառվել ՀՀ նախագծային պրակտիկայում՝ իհարկե որոշ տեղայնացումներից հետո: Վերջին տարիներին ՀՀ-ում արտաքին ֆինանսավորումով (Համաշխարհային Բանկ, Ասիական Զարգացման Բանկ և այլն) իրականացվող որոշ նախագծերում ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածքների նախագծման համար կիրառում են AASHTO մեթոդը [6, 7], որը լայն տարածում ունի ամբողջ աշխարհում:

Հետազոտության նպատակն է պատվածքի նախագծման իրարից տարբերվող դեպքերի համար վերը նշված մեթոդներով կատարել ստացվող կոնստրուկցիաների վերլուծական համեմատություններ:

Նյութեր և մեթոդներ

Ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածքների նախագծման մեթոդների համեմատություն

ՆԽՄ/ՌԴ-ում գործող նորմերն ու հանձնարարականները հիմնված են նախագծման ռուսական (նախկին խորհրդային) վերլուծական մեթոդի վրա, որում պատվածքի շերտերում առաջացող լարումներն ու դեֆորմացիաները հաշվարկվում են մաթեմատիկական մոդելների հիման վրա և այնուհետև համեմատվում նախագծային չափանիշների հետ: Կարելի է փաստել, որ այս մեթոդը հաշվի է առնում շատ ավելի փոփոխականներ, քան ցանկացած արևմտյան մեթոդ և այդ առումով ավելի հիմնարար է: Պատվածքի կոշտությունը բնորոշվում է համարժեք առաձգականության մոդուլով, որը հաշվարկվում է ըստ պատվածքի շերտերի նյութերի և հիմնատակի գրունտի առաձգականության մոդուլների: Չնայած դրան, որ ճանապարհային պատվածքի ընդհանուր կոշտության՝ համարժեք առաձգականության մոդուլի, ապահովումը կարևոր պահանջ է, դրա պահպանումը դեռ չի նշանակում ստանալ լավ նախագծված, օգտագործման համար հարմարավետ և տնտեսապես շահավետ պատվածք [6]:

AASHTO-ի նախագծման մեթոդը հիմնվում է փորձառական եղանակով ստացված հավասարումների վրա: Հիմնական գործոններն են՝ շահագործման ժամկետը, հուսալիությունը և պատվածքի շերտերի կառուցվածքային կամ շերտային գործակիցները: Ամբողջ պատվածքի կոշտությունը բնորոշվում է կառուցվածքային թվով (Structural Number -SN):

Ըստ մեթոդների դիտարկենք նախագծային տարբեր պարամետրեր:

Արտաքին շարժական բեռնվածք – ըստ տարբեր նորմերի կամ հանձնարարականների արտաքին շարժական բեռնվածքի պարամետրերը բերված են աղ. 1-ում:

Հաշվարկային բեռնվածքին բերման գործակիցները վերը նշված բոլոր մեթոդներում որոշվում են նույն բանաձևով՝

$$K_p = (P / P_n)^n, \quad (1)$$

որտեղ P -ն առանձին շարժամիջոցի առանցքային բեռնվածքն է, P_n -ը՝ հաշվարկային առանցքային բեռնվածքը, n -ը գործակից է, որն ընդունվում է BCH-46-83-ում մոտ 4,2, ՕԴՀ 218.046-01-ում, կապիտալ տիպի պատվածքների դեպքում՝ 4,4, թեթևացված տիպի՝ 3,0, անցումային տիպի՝ 2,0, իսկ ПНСТ 265-2018-ում և ПНСТ 542-2021-ում, կապիտալ տիպի պատվածքների դեպքում՝ 4,0, թեթևացված և անցումային տիպի՝ 3,0:

AASHTO մեթոդում K_p գործակիցներն ընդունվում են՝ կախված առանցքային բեռնվածքի մեծությունից, պատվածքի կառուցվածքային SN թվից և Գործող Շահագործողական Ինդեքսի (Present Serviceability Index - PSI) վերջնական p_i արժեքից ([6], հավելված D): Ինչպես ցույց են տալիս հաշվարկները, հաշվարկային բեռնվածքին բերման գործակիցները գտնվում են 3,9...4,4 սահմաններում:

Արտաքին շարժական բեռնվածքի պարամետրերը

Նորմը կամ հանձնարարականը	Բեռնվածքի խումբը կամ պատվածքի տիպը	Առանցքային ստատիկ բեռնվածքը, կՆ	Նորմատիվային անվային բեռնվածքը, կՆ		Ճանապարհաձածկի վրա անվից միջին ճնշումը, ՄՊա	Անվահետքի հաշվարկային տրամագիծը, սմ	
			ստատիկ	դինամիկ		ստատիկ	դինամիկ
BCH-46-83	A	100	50	65,0	0,6	33	37
	B	60	30	39,0	0,5	28	32
ОДН 218.046-01	A ₁	100	50	65,0	0,6	33	37
	A ₂	110	55	71,5	0,6	34	39
	A ₃	130	65	84,5	0,6	37	42
ПНСТ 265-2018, (ПНСТ 542-2021)	Կապիտալ տիպի A-11.5	115	57,5	74,75	0,8	30 (30,3)	34 (34,6)
	Թեթևացված և անցումային տիպի A-10	100	50	65,0	0,6	33 (32,6)	37 (37,1)
AASHTO	81,6 կՆ (18000 ֆունտ)		-	-	-	-	-

AASHTO-ի հանձնարարականում շերտայնության համար մտցված են երկու տարբեր գործակիցներ՝ ըստ ուղղությունների բաշխման D_D գործակիցը, որն ընդունում է 0,3...0,7 արժեքները, և երթևեկության շերտերի միջև բաշխման D_L գործակիցը, որը նույն ուղղությամբ մեկ շերտի դեպքում ընդունվում է 1,00, երկու շերտի դեպքում՝ 0,80...1,00, երեք շերտի դեպքում՝ 0,60...0,80: Համեմատած ռուսական և ՆԽՄ մեթոդների հետ, AASHTO-ի մեթոդն այս առումով ավելի ճկուն է և թույլ է տալիս ստանալ $D_D \cdot D_L$ արտադրյալի համար, ընդհանուր շերտերի քանակից կախված, հետևյալ գործակիցները. 2 շերտ՝ 0,30...0,70, 4 շերտ՝ 0,24...0,70, 6 շերտ՝ 0,18...0,56: Առավել հետաքրքրություն են ներկայացնում նշված միջակայքերի առավելագույն արժեքները, որոնք, անհրաժեշտության դեպքում կարող են ընդունվել նախագծման պրակտիկայում և հիմնականում գերազանցում են ռուսական և ՆԽՄ մեթոդներում ընդունված գործակիցներին:

Հաշվարկային բեռնվածք – Ըստ BCH-46-83-ի, ճանապարհային պատվածքի պահանջվող կոշտության գնահատման համար կիրառվում է հաշվարկային բեռնվածքին բերված անվավոր բեռնվածքների օրական կիրարկումների թիվը, մինչդեռ մնացած չորս նորմերում՝ ծառայության ժամկետում անվավոր բեռնվածքների կիրարկումների թիվը՝ հաշվի առնելով պատվածքի ծառայության ժամկետը և ինտենսիվության աճի տարեկան գործակիցը: ՕԺՀ 218.046-01-ում հաշվարկային բեռնվածքի որոշման համար առաջարկվում է հետևյալ բանաձևը՝

$$\sum N_h = f_2 \sum (N_{li} \cdot 0,7 \cdot T_{unho} \cdot K_c) K_{pi} K_n, \quad (2)$$

որտեղ N_{ii} -ն և $K_{\mu i}$ -ն i -րդ տիպի տրանսպորտային միջոցների՝ շահագործման առաջին տարում երկու ուղղություններով օրական ինտենսիվությունը և հաշվարկային մեքենային բերման գործակիցներն են, f_2 -ն՝ շերտայնության գործակիցը, T_{unho} -ը՝ տարվա ընթացքում հաշվարկային օրերի այն թիվը, որոնց ընթացքում հողային պաստառի վիճակն ըստ գրունտի խոնավության և ջերմաստիճանի բերում է հողային պաստառում և պատվածքի թույլ կապակցված շերտերում մնացորդային դեֆորմացիաների կուտակման: ՀՀ պայմաններում T_{unho} -ի համար առավել համապատասխանող արժեքը գտնվում է 205...240 սահմաններում, K_{μ} -ը գործակից է, որը հաշվի է առնում գումարային շարժման հնարավոր շեղումը միջին սպասվողից: Կապիտալ տիպի ծածկերի համար K_{μ} -ի արժեքը, կախված ճանապարհի կարգից, ընդունվում է 1,49...1,31 սահմաններում, K_c -ը՝ գործակից է, որը հաշվի է առնում ծառայության T_{dawn} ժամկետի ընթացքում ինտենսիվության գումարումը՝ $K_c = \frac{q^{T_{\text{dawn}}} - 1}{q - 1}$, q -ն՝ ինտենսիվության աճը բնութագրող երկրաչափական պրոգրեսիայի հայտարարը:

AASHTO-ի մեթոդում հաշվարկային բեռնվածքը որոշվում է՝ հաշվի առնելով K_c գործակիցը և T_h -ի փոխարեն ընդունելով տարվա բոլոր օրերի քանակը՝ 365:

Հուսալիություն – ոչ կոշտ պատվածքների նախագծման բոլոր վերը նշված մեթոդներում այս կամ այն չափով ներառված են հուսալիության գործոնները:

ՆԽՄ/ՌԴ բոլոր մեթոդներում սահմանված են հուսալիության K_{μ} մակարդակներ, որոնք ընդունվում են, կախված պատվածքի տիպից: BCH-46-83-ում հուսալիության մակարդակները կապիտալ տիպի պատվածքների համար ընդունվում են 0,90...0,95 (90...95%), թեթևացված տիպի՝ 0,85 և անցումային տիպի՝ 0,60: ՕՃԽ 218.046-01-ում հուսալիության մակարդակները կապիտալ տիպի պատվածքների համար ընդունվում են 0,80...0,98 (80...98%), թեթևացված տիպի՝ 0,70...0,98 և անցումային տիպի՝ 0,70...0,95, ՍԽՇՏ 265-2018-ում՝ կապիտալ տիպի պատվածքների համար 0,90...0,98 (90...98%), թեթևացված տիպի՝ 0,82...0,90 և անցումային տիպի՝ 0,65...0,90, իսկ ՍԽՇՏ 542-2021-ում՝ կապիտալ տիպի պատվածքների համար՝ 0,90...0,98 (90...98%), թեթևացված տիպի՝ 0,85...0,90 և անցումային տիպի՝ 0,82: Համեմատելով վերը բերված հուսալիության նորմատիվային մակարդակները՝ պետք է նշել, որ առավել իրատեսական են ՍԽՇՏ 265-2018-ում և ՍԽՇՏ 542-2021-ում ընդունված արժեքները: Բոլոր այս նորմերում նշված հուսալիության մակարդակներն ազդում են հողային պաստառի գրունտների և պատվածքի շերտերի հաշվարկային բնութագրերի որոշման վրա, ինչպես նաև գործում են ամրության հաշվարկներում՝ որոշելով ամրության գործակցի արժեքները, որոնք թույլատրելի և հաշվարկային լարումների հարաբերություններ են:

AASHTO-ի հանձնարարականում նույնպես տրվում է հուսալիության հանձնարարվող R մակարդակ, որը ոչ քաղաքային ճանապարհների դեպքում ընդունվում է միջնահանգային և այլ ավտոմայրուղիների համար 80,0...99,9%, հիմնական մայրուղիների և հավաքող ճանապարհ-

ների համար՝ 75...95%, տեղական ճանապարհների համար՝ 50...80% : Համեմատելով ՆԽՄ/ՌԴ մեթոդների հետ, պետք է նշել, որ AASHTO-ի մեթոդում հուսալիության մակարդակների համար ընդունված են խիստ մեծ բացակներ, որոնք ոչ ճիշտ ընտրության պարագայում երբեմն կարող են բերել խիստ մեծ պաշարով կամ հակառակը, խիստ ռիսկային նախագծային լուծումների:

AASHTO-ի մեթոդում տրված հուսալիության մակարդակին համապատասխան կատարվում է գումարային ստանդարտ շեղման (S) արժեքի սահմանում, որը հաշվի է առնում նյութերի հատկությունների և շարժման ինտենսիվության հնարավոր փոփոխականությունը: Համաձայն AASHTO-ի, փորձերի գումարային ստանդարտ շեղման արժեքները ոչ կոշտ պատվածքների համար պետք է ընդունվեն 0,4...0,5 սահմաններում:

Շահագործական ցուցանիշներ - AASHTO-ի մեթոդում կատարվում է շահագործման փուլում գտնվող ճանապարհային պատվածքի վիճակի գնահատում ըստ Գործող Շահագործողական Ինդեքսի՝ PSI – Present Serviceability Index, որն ընդունվում է 5,0՝ ամենալավ շահագործողական վիճակի համար և 0՝ ամենավատ: Նախագծման ժամանակ ընդունվում է PSI-ի նախնական արժեք, որը համաձայն AASHTO-ի փորձերի, ոչ կոշտ պատվածքների համար կազմում է 4,2: Ընդունվում է նաև PSI-ի վերջնական կամ նվազագույն արժեք, որի անցման դեպքում պահանջվում է պատվածքի վերականգնում: PSI-ի վերջնական արժեքը գլխավոր ճանապարհների համար ընդունվում է 2,5, մյուս ճանապարհների համար՝ 2,0: AASHTO-ի մեթոդում որպես մուտքային մեծություն ընդունվում է PSI-ի նախնական և վերջնական արժեքների p_i տարբերությունը: ՆԽՄ/ՌԴ բոլոր վերը նշված մեթոդներում պատվածքի շահագործական վիճակի նախագծային գնահատական չի տրվում:

Հիմնատակի գրունտի բնութագրերը – ՆԽՄ/ՌԴ բոլոր մեթոդներում հիմնատակի գրունտի համար սահմանվում են դեֆորմատիվության և ամրության հաշվարկային բնութագրեր. Առաձգականության մոդուլը՝ $E_{գր}$, ներքին շփման անկյունը՝ $\varphi_{գր}$, տեսակարար կապակցվածությունը՝ $c_{գր}$: Չնայած նշված նորմերում գրունտի բնութագրերի սահմանումը ենթադրում է ինչպես անմիջական լաբորատոր փորձարկումների արդյունքների, այնպես էլ աղյուսակային եղանակի կիրառություն, նախագծման պրակտիկայում գրեթե համատարած կիրառվում է աղյուսակային եղանակը, որը նվազեցնում է նախագծային լուծման հուսալիության մակարդակը: Աղյուսակային եղանակով ըստ գրունտի տեսակի, տեղանքի խոնավացման պայմանների և նախագծման շրջանի նախապես սահմանվում է գրունտի հաշվարկային (ընդունված հուսալիության մակարդակին համապատասխանող առավելագույն) հարաբերական խոնավությունը (հոսունության սահմանի խոնավության մասերով), ըստ որի էլ, գրունտի տեսակից կախված, որոշվում են $E_{գր}$, $\varphi_{գր}$ և $c_{գր}$ հաշվարկային բնութագրերը: Ի տարբերություն BCH-46-83-ի, ՕԴՀ 218.046-01-ում, ПНСТ 265-2018-ում և ПНСТ 542-2021-ում հիմնատակի գրունտի սահմանի $\varphi_{գր}$ և $c_{գր}$ բնութագրերը տրվում են, կախված շահագործման ժամկետի ընթացքում հաշվարկային բեռնվածքի կիրառվումների թվի, որը զգալիորեն փոքրացնում է դրանց արժեքները: Օրինակ, եթե ավագակավային

գրունտի համար հաշվարկային հարաբերական խոնավության 0,65 արժեքի դեպքում սահքի բնութագրերն ըստ BCH-46-83-ի կազմում են $\phi_{qn} = 21^0$ և $c_{qn} = 0,024 \text{ ՄՊա}$, ապա ըստ ՕԺՀ 218,046-01-ի, ՍՀԿՏ 265-2018-ի և ՍՀԿՏ 542-2021-ի հաշվարկային բեռնվածքի 10^4 անգամ կիրարկումների դեպքում՝ $\phi_{qn} = 11^0$ և $c_{qn} = 0,013 \text{ ՄՊա}$, իսկ 10^6 անգամ կիրարկումների դեպքում՝ $\phi_{qn} = 7^0$ և $c_{qn} = 0,009 \text{ ՄՊա}$ ։ Սահքի հաշվարկային բնութագրերի նման անկումները խիստ խնդիրներ են առաջացնում բարձր ինտենսիվությամբ ավտոճանապարհների պատվածքի նախագծման ժամանակ կատարվող սահքի ստուգումների ժամանակ և հաճախ դառնում որոշիչ գործոն։

Պետք է նշել, որ հիմնատակի գրունտի բնութագրերի որոշման աղյուսակային մեթոդի կիրառումը ՀՀ պայմանների համար երբեմն առաջացնում է խնդիրներ, քանի որ աղյուսակներում ընդգրկված գրունտները ոչ միշտ են համապատասխանում ՀՀ-ում տարածված գրունտների տեսակներին։ Նախագծերում հաճախ հանդիպող կոպճային, մանրախճային գրունտները՝ տարբեր աստիճանի գրունտային լցիչներով, որևէ կերպ չեն ներառված աղյուսակներում։

AASHTO-ի մեթոդում հիմնատակի գրունտի բնութագրման համար կիրառում են հիմնատակի գրունտի արդյունավետ ռեզիլիենտ մոդուլը (ERSRM- Effective Roadbed Soil Resilient Modulus)։ ERSRM-ի որոշման համար տրվում են ռեզիլիենտ մոդուլի արժեքները տարվա տարբեր ամիսներին, որոնցից յուրաքանչյուրին տրվում է հարաբերական վնասի աստիճան, ըստ համապատասխան դիագրամի կամ հետևյալ արտահայտության՝

$$u_f = (1,18 \cdot 10^8)(145M_R)^{-2,32}, \quad (3)$$

որտեղ M_R -ը ռեզիլիենտ մոդուլի արժեքն է, ՄՊա։

ERSRM-ի վերջնական M_R արժեքի որոշման համար կիրառվում է նույն (3) հավասարումը, ըստ u_f -ի տարվա կտրվածքով միջին կշռային արժեքի։

Համեմատելով ՆԽՍ/ՌԴ նորմերի հետ՝ պետք է նշել, որ AASHTO-ի մեթոդում հիմնատակի գրունտի բնութագրումը կատարվում է ամբողջ տարվա միջինացված ցուցանիշով, մինչդեռ ՆԽՍ/ՌԴ նորմերում ընդունվում են տարվա առավել անբարենպաստ ժամկետներին համապատասխանող բնութագրերը։ Միևնույն ժամանակ, ՆԽՍ/ՌԴ նորմերում կիրառվող սահքի բնութագրերը AASHTO-ի մեթոդում անմիջականորեն չեն մասնակցում։

M_R արժեքը կարելի է գնահատել նաև ըստ այլ փորձնական արժեքների, մասնավորապես, CBR-ի արժեքի։ Հիմնատակի գրունտի առաձգականության մոդուլի և CBR-ի արժեքների միջև հարաբերակցությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ առնչությունով [8]՝

$$M_R = 1500CBR\% \quad (psi), \quad \text{կամ} \quad M_R = 10,5CBR\% \quad (ՄՊա) \quad (4)$$

Ինչպես նշվում է [9]-ում, (4) բանաձևը կիրառելի է CBR-ի մինչև 5% արժեքների դեպքում։ CBR-ի ավելի բարձր արժեքների դեպքում կիրառելի է Մեծ Բրիտանիայի Տրանսպորտի և Ճանապարհների հետազոտական Լաբորատորիայի (Transportation and Road Research Laboratory- TRL) առաջարկված հետևյալ առնչությունը՝

$$M_R = 2555(CBR\%)^{0,64} (psi), \text{ կամ } M_R = 17,885(CBR\%)^{0,64} (U\eta u): \quad (5)$$

Հետևելով [9]-ին՝ ՆԽՄ/ՌԴ նորմերում հիմնատակի ամրության 41...53 $U\eta u$ արժեքները կարելի է համապատասխանեցնել CBR-ի 4...6% արժեքներին, որն էլ մեր կողմից ընդունվել է հետագա համեմատությունների համար որպես հիմք:

Պատվածքի շերտերի նյութերի բնութագրերը – ՆԽՄ/ՌԴ մեթոդներում պատվածքի շերտերի ամրության բնութագրերը սահմանվում են ըստ աղյուսակային տվյալների: Ասֆալտբետոնի առաձգականության մոդուլի արժեքները սահմանվում են ըստ ասֆալտբետոնի տիպի (խիտ, ծակոտկեն և այլն) և հաշվարկային ջերմաստիճանի: ՀՀ պայմանների համար (ՆԽՄ/ՌԴ IV ճանապարհակաշխմայական գոտի) առաձգական ճկվածքի հաշվարկներում ասֆալտբետոնի առաձգականության մոդուլի արժեքները BCH-46-83-ում սահմանվում են $+40^{\circ}C$ ջերմաստիճանի համար, մինչդեռ ՕԴՀ 218.046-01, ՄՀԿՏ 265-2018 և ՄՀԿՏ 542-2021-ում հաշվարկային ջերմաստիճանը $+10^{\circ}C$ է: Դա զգալիորեն ազդում է առաձգական ճկվածքի հաշվարկներում առաձգականության մոդուլի հաշվարկային արժեքների վրա, հատկապես բարձր հաշվարկային ջերմաստիճանով շրջանների համար: Այսպես, եթե ԲՀԸ 60/90 բիտումով խիտ ասֆալտբետոնի համար առաձգականության մոդուլի հաշվարկային արժեքն ըստ BCH-46-83-ի կազմում է 550 $U\eta u$, ապա ըստ ՕԴՀ 218.046-01՝ 3200 $U\eta u$, ՄՀԿՏ 265-2018-ի՝ 3300 $U\eta u$, իսկ ՄՀԿՏ 542-2021-ի՝ 4150 $U\eta u$ (ԲՀԸ 70/100 բիտումով): BCH-46-83-ում տրվող ցածր արժեքները ՀՀ պայմանների համար անտրամաբանական են նաև այն առումով, որ որոշ դեպքերում հիմքի վերին շերտում կիրառվող օրգանոմիներալային շերտերի առաձգականության մոդուլը կարող է ընդունվել ավելի բարձր, քան ծածկի շերտերինը: BCH-46-83-ում ասֆալտբետոնի առաձգականության մոդուլի արժեքների սահմանման համար տաք գոտիներում բարձր հաշվարկային ջերմաստիճանների սահմանումն անտրամաբանական է նաև այն առումով, որ հիմնատակի գրունտի բնութագրերը որոշվում են ըստ հաշվարկային խոնավության արժեքների, որոնք կարող են դիտվել համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանով զարնանային կամ աշնանային ամիսներին:

AASHTO-ի մեթոդում պատվածքի շերտերի ամրության բնութագրման համար կիրառվում են շերտային գործակիցներ (layer coefficient): Ասֆալտբետոնի շերտային գործակիցների արժեքները որոշվում են ըստ $68^{\circ}F$ ($20^{\circ}C$)-ում առաձգականության մոդուլի փորձնական արժեքների: Պատվածքի այլ նյութերի շերտային գործակիցները նույնպես որոշվում են ըստ փորձնական տվյալների՝ օգտագործելով տարբեր հաշվարկային պարամետրեր: Այսպես, բիտումամիներալային խառնուրդների և բիտումով մշակված հիմքերի համար կիրառվում են Մարշալի կայունության և առաձգականության մոդուլի արժեքները, հատիկային նյութերից շերտերի համար՝ CBR-ի և առաձգականության մոդուլի արժեքները:

Պատվածքի ընդհանուր կոշտությունը – ՆԽՄ/ՌԴ մեթոդներում ճանապարհային պատվածքի համար սահմանվում է E_{Σ} ընդհանուր առաձգականության մոդուլի արժեք [10], որը հիմնատակի և պատվածքի բազմաշերտ կոնստրուկցիայի համարժեք (էկվիվալենտ) առաձգականության մոդուլն է՝

$$E_{\mathcal{L}_{\text{հղ}}} \geq K_{\mathcal{U}_{\text{հր}}} \cdot E_{\mathcal{Q}_{\text{ազ}}}, \quad (6)$$

որտեղ $E_{\mathcal{Q}_{\text{ազ}}}$ -ը պատվածքի առաձգականության մոդուլի պահանջվող արժեքն է, $K_{\mathcal{U}_{\text{հր}}}$ -ը՝ պատվածքի ամրության գործակիցը:

Բոլոր երեք մեթոդներում $E_{\mathcal{Q}_{\text{ազ}}}$ -ի համար սահմանված են նվազագույն արժեքներ, որոնցից փոքր $E_{\mathcal{Q}_{\text{ազ}}}$ -ը չի կարող ընդունվել:

Համեմատելով ՆԽՄ և ՌԴ մեթոդները կարելի է նշել.

- BCH-46-83-ում պատվածքի $E_{\mathcal{Q}_{\text{ազ}}}$ պահանջվող առաձգականության մոդուլը տրվում է գրաֆիկական եղանակով, կախված հաշվարկային ավտոմոբիլին բերված օրական ինտենսիվությունից, առանց հաշվի առնելու պատվածքի ծառայության ժամկետը: ՕԺՀ 218.046-01, ՄՀՄՄ 265-2018 և ՄՀՄՄ 542-2021-ում պահանջվող առաձգականության մոդուլը տրվում է, կախված պատվածքի ծառայության հաշվարկային ժամկետի ընթացքում բեռնվածքի կրկնումների թվից և հաշվարկային բեռնվածքից,

- ՄՀՄՄ 265-2018-ում և ՄՀՄՄ 542-2021-ում (ըստ ГОСТ Р 58861-2020) սահմանված ծառայության հաշվարկային ժամկետները ՕԺՀ 218.046-01-ի համեմատ զգալիորեն ավելացված են,

- ՕԺՀ 218.046-01, ՄՀՄՄ 265-2018 և ՄՀՄՄ 542-2021-ում պատվածքի ամրության $K_{\mathcal{U}_{\text{հր}}}$ գործակիցները BCH-46-83-ի համեմատ զգալիորեն ավելացված են: Այսպես, BCH-46-83-ում կապիտալ տիպի պատվածքների համար առաձգական ճկվածքների հաշվարկներում $K_{\mathcal{U}_{\text{հր}}}$ գործակիցի առավելագույն արժեքը կազմում է 1,00, իսկ ՕԺՀ 218.046-01, ՄՀՄՄ 265-2018 և ՄՀՄՄ 542-2021-ում՝ 1,50,

- ՄՀՄՄ 265-2018 և ՄՀՄՄ 542-2021-ում $E_{\mathcal{Q}_{\text{ազ}}}$ -ի համար սահմանված նվազագույն արժեքները զգալիորեն գերազանցում են նախորդ երկու նորմերում բերված արժեքներին: Մասնավորապես, BCH-46-83-ի հետ համեմատած այդ գերազանցումը կազմում է 43...72%, իսկ ՕԺՀ 218.046-01 -ի համեմատ՝ 10...50%:

AASHTO-ի մեթոդում պատվածքի ընդհանուր կոշտության գնահատման համար կիրառվում է Կառուցվածքային Թիվը (Structural number – SN), որը որոշվում է փորձառական եղանակով ստացված բանաձևով, կախված հեռանկարային ինտենսիվությունից (W_{18}), հուսալիությունից (R), գումարային ստանդարտ շեղումից (S_o), հիմնատակի գրունտի արդյունավետ ռեզիլենտ մոդուլից (M_R), գործող Շահագործողական Ինդեքսի կորստից (ΔPSI):

Համեմատելով ՆԽՄ/ՌԴ և AASHTO-ի մեթոդներում պատվածքի ընդհանուր կոշտության գնահատման համար կիրառվող պարամետրերը՝ որպես հիմնական տարբերություն կարելի է նշել այն հանգամանքը, որ պատվածքի $E_{\mathcal{L}_{\text{հղ}}}$ ընդհանուր առաձգականության մոդուլը որոշվում է, ներառելով հիմնատակի կոշտությունը, մինչդեռ SN Կառուցվածքային Թիվը այն չի ներառում և հաշվի է առնում միայն հիմնատակից վեր գտնվող շերտերի գումարային կոշտությունը:

Հաշվարկային ստուգումներ – ՆԽՄ/ՌԴ մեթոդներում, բացի առաձգական ճկվածքի սահմանափակման հիմնական հաշվարկից, նախատեսված են հետևյալ հաշվարկային ստուգումները՝ հիմնատակի գրունտի և թույլ կապակցված կոնստրուկտիվ շերտերի սահքի կայունության ստուգում, կապակցված շերտերում ծոման ժամանակ ձգումից առաջացող հոգնածային քայքայման նկատմամբ կոնստրուկցիայի դիմադրության ստուգում, պատվածքի ստուգում ըստ սառնակայունության:

AASHTO-ի մեթոդում լրացուցիչ հաշվարկային ստուգումներ չեն պահանջվում:

Համեմատական հաշվարկներ

Ներկայացված հաշվարկային մեթոդների համեմատական գնահատման համար կատարվել է ներկայացված մեթոդներով որոշ հաշվարկային դեպքերի նախագծման գործընթացների համեմատություն: Դիտարկվել են շարժման ինտենսիվության երեք տարբեր աստիճաններով ավտոճանապարհներ, որոնց համար որպես նախնական ընդունվել են 100 կՆ հաշվարկային բեռնվածքին համապատասխանող գումարային օրական ինտենսիվությունների որոշակի արժեքներ (N_{10}): Ինտենսիվության տարեկան աճն ընդունվել է 3%:

Աղ. 2-ում բերված են ընդունված տարբերակների բնութագրերը: Յուրաքանչյուր տարբերակի համար ըստ հիմնատակի գրունտների տիպի ընդունված են երեքական ենթատարբերակներ, որոնց համապատասխանում են հիմնատակի 30, 55 և 80 ՄՊա առաձգականության մոդուլներ: ՍՊՀՏ 542-2021-ով կատարված հաշվարկներում չի դիտարկված հիմնատակի 30 ՄՊա տարբերակը, քանի որ IV ճանապարհակալիմայական գոտու համար հողային պաստառի համար պահանջվում է առնվազն 45 ՄՊա առաձգականության մոդուլ: Հաշվարկային բեռնվածքները BCH-46-83-ում ընդունվել են 100 կՆ, ՕԺԽ 218.046-01-ում 1-ին և 2-րդ ենթատարբերակների համար՝ 110 կՆ, 3-րդ ենթատարբերակի համար՝ 100 կՆ, ՍՊՀՏ 265-2018 և ՍՊՀՏ 542-2021-ում 1-ին և 2-րդ ենթատարբերակների համար՝ 115 կՆ, 3-րդ ենթատարբերակի համար՝ 100 կՆ:

Նշված ենթատարբերակները AASHTO-ի մեթոդի հետ համապատասխանեցնելու նպատակով համաձայն [8] –ի ընդունվել են CBR-ի համապատասխան արժեքներ, ըստ որոնց էլ (4) և (5) բանաձևերով գնահատվել են M_R -ի արժեքները: Աղ. 3-ում բերված են հաշվարկային տարբերակների համար AASHTO-ի մեթոդի տվյալները: Աղյուսակում բերված են նաև ըստ AASHTO-ի մեթոդի Կառուցվածքային Թվի (S_v) համար որոշված արժեքները:

Տարբերակներից յուրաքանչյուրի համար ընդունվել են պատվածքի կոնստրուկցիաներ, որոնցում, անկախ հաշվարկային մեթոդից, հաստատուն են մնացել շերտերի քանակը, վերին շերտերի հաստությունները և նյութը: Աղ. 4-ում բերված են նշված տվյալները և շերտերի նյութերի առաձգականության մոդուլների արժեքները ՀՀ պայմանների համար:

Աղյուսակ 2

Ընդունված տարբերակների բնութագրերը

Տարբերակ NN	N ₁₀ , ավտ./օր	Շարժման գոտիների քանակը	Հուսա- լիությունը, %	Պատվածքի ընդհանուր առաձգականության մոդուլը, ՄՊա			
				BCH- 46-83	ՕԺԻ 218.046-01	ՍԽՇԵ 265-2018	ՍԽՇԵ 542-2021
1	4000	6	98	270	504	528	533
2	500	2	95	225	313	390	390
3	70	2	85	151	167	191	191

Աղյուսակ 3

Հաշվարկային տարբերակների համար AASHTO-ի մեթոդի տվյալները

Տարբերակ NN	ESAL (20 տարվա ծառայության ժամկետի համար)	Ենթատարբերակներ											
		1				2				3			
		E _{գր} , ՄՊա	CBR, %	M _R , ՄՊա	S _N	E _{գր} , ՄՊա	CBR, %	M _R , ՄՊա	S _N	E _{գր} , ՄՊա	CBR, %	M _R , ՄՊա	S _N
1	33.600.000	30	3	4500	7,34	55	6	8042	5,33	80	9	9669	3,64
2	4.200.000				6,19				4,38				2,92
3	590.000				5,72				4,00				2,64

Աղյուսակ 4

Ընդունված տարբերակների համար շերտերի բնութագրերը

Շերտի անվանումը	Տարբերակներ, h, սմ			Առաձգականության մոդուլն ըստ թույլատրելի առաձգական ճկվածքի հաշվարկների համար E, ՄՊա				Շերտային գործակիցներ (layer coefficient, a _i) ըստ AASHTO-ի
	1	2	3	BCH-46-83	ՕԺԻ 218.046-01	ՍԽՇԵ 265-2018	ՍԽՇԵ 542-2021	
Մանրահատիկ խիտ ասֆալտ-բետոն BՀԺ 60/90 բիտումով	6	5	4	550	3200	3300	4150	0,40
Խոշորահատիկ ծակոտկեն ասֆալտբետոն BՀԺ 60/90 բիտումով	8	7	-	460	2000	2100	4150	0,38
Բարձր ծակոտկենությամբ ասֆալտբետոն BՀԺ 60/90 բիտումով	8	-	-	460	2000	2100	3250	0,36
Խճավազային խառնուրդ ամրացված ցեմենտով	15		8	450				0,18

Ստորին շերտերի հաստությունները որոշվել են հաշվարկով՝ ըստ ենթատարբերակների: Քանի որ հաշվարկները կրում են միայն համեմատական բնույթ, ուշադրություն չի դարձվել այն հանգամանքին, որ կոնստրուկտիվ շերտի համար ստացված որոշ հաստություններ չեն բավարարում շերտերի խտացման պայմանից տրվող սահմանափակումներին: Աղ. 5-ում բերված են հաշվարկների արդյունքները:

Աղյուսակ 5

Անհայտ շերտերի հաստությունների հաշվարկների արդյունքները

Շերտի անվանումը	$E, \text{ՄՊա}$	a_i	Հաշվարկային մեթոդ	Տարբերակներ, $h, \text{սմ}$								
				1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3
Խճավազային խառնուրդ C4	275	-	BCH-46-83	44	38	35	29	26	23	18	24	24
			ՕԺՀ 218.046-01	68	65	60	35	32	40	30	32	41
			ՓՀՇ 265-2018	36	34	32	44	42	40	33	35	45
			ՓՀՇ 542-2021	-	20	30	-	28	37	-	37	48
	-	0,12	AASHTO	42	27	24	28	18	16	23	19	21
Ավազակոպիճ	150	0,08	-	40	25	15	40	25	15	40	25	15

Աղ. 5-ում խճավազային խառնուրդի հաստությունների համար շեղագրով (*Italic*) բերված տվյալները համապատասխանում են այն հաշվարկային դեպքերին, երբ որոշիչ են եղել հիմնատակի գրունտում կամ ավազակոպձային շերտում սահքի ստուգման պայմանները:

Աղ. 2-5-ի տվյալների վերլուծությունները թույլ են տալիս կատարել հետևյալ եզրահանգումները՝

Տարբերակ 1 - քարձր ինտենսիվությամբ ավտոմայրուղի (I կարգ 6 շերտով)

1. ՕԺՀ 218.046-01-ով հաշվարկվող (5-րդ) շերտի հաստությունը ստացվում է զգալիորեն մեծ մյուս մեթոդներով կատարվող հաշվարկների նկատմամբ: Տարբերությունը կազմում է. BCH-46-83-ի նկատմամբ՝ 35,3...41,6%, ՓՀՇ 265-2018-ի նկատմամբ՝ 46,6...47,6%, ՓՀՇ 542-2021-ի նկատմամբ՝ 50...69,2%: ՓՀՇ 542-2021-ով կատարվող հաշվարկներում որոշիչ են սահքի ստուգումները:

2. AASHTO-ի մեթոդով հաշվարկվող շերտի հաստությունն առավել թույլ հիմնատակի դեպքում (ենթատարբերակ 1-1) գրեթե համապատասխանում է BCH-46-83-ով կատարվող հաշվարկներին, սակայն միջին ամրության (ենթատարբերակ 1-2) և ամուր (ենթատարբերակ 1-3) հիմնատակերի դեպքում ստացվում է 28,9...31,4%-ով ցածր: ՕԺՀ 218.046-01-ի հետ համեմատած, տարբերություններն ավելի մեծ են: ՓՀՇ 265-2018-ի և ՓՀՇ 542-2021-ի հետ համեմատած, AASHTO-ով ստացվող արդյունքները հիմնականում համադրելի են:

Տարբերակ 2 - միջին ինտենսիվությամբ ավտոճանապարհ (II կարգ)

3. ՕԺՀ 218.046-01, ՄՀԿՏ 265-2018-ով և ՄՀԿՏ 542-2021-ով հաշվարկվող (4-րդ) շերտի հաստությունները բավական մոտ են իրար, հատկապես ամուր (ենթատարբերակ 2-3) հիմնատակի դեպքում: Թույլ (ենթատարբերակ 2-1) և միջին (ենթատարբերակ 2-2) հիմնատակերի դեպքում ՄՀԿՏ 265-2018-ով հաշվարկվող շերտի հաստությունը գերազանցում է մյուս երկու մեթոդներով հաշվարկվող հաստություններին: Դա բացատրվում է նրանով, որ ՄՀԿՏ 265-2018-ում ՕԺՀ 218.046-01-ի նկատմամբ կտրուկ մեծացված է II կարգի ավտոճանապարհային պատվածքի համար տրվող նվազագույն պահանջվող առաձգականության մոդուլի արժեքը (ՕԺՀ 218.046-01-ում՝ 220 ՄՊա, ՄՀԿՏ 265-2018-ում՝ 325 ՄՊա), իսկ ՄՀԿՏ 542-2021-ում՝ պահանջվող առաձգականության մոդուլի նույն արժեքի դեպքում ավելացված են ծածկի շերտերի նյութերի առաձգականության մոդուլի արժեքները (աղ. 4): BCH-46-83-ով հաշվարկվող շերտի հաստությունը ստացվում է որոշակիորեն փոքր: ՄՀԿՏ 542-2021-ով կատարվող հաշվարկներում որոշիչ են սահքի ստուգումները:

4. AASHTO-ի մեթոդով հաշվարկվող շերտի հաստությունը առավել թույլ հիմնատակի դեպքում (ենթատարբերակ 2-1) համապատասխանում է BCH-46-83-ով ստացվող հաստությանը: Միջին ամրության (ենթատարբերակ 2-2) և ամուր (ենթատարբերակ 2-3) հիմնատակերի դեպքում այն ստացվում է մինչև 30%-ով ցածր: Մյուս մեթոդների հետ համեմատման դեպքում տարբերություններն ավելի մեծ են:

Տարբերակ 3 - ցածր ինտենսիվությամբ ավտոճանապարհ (IV կարգ)

5. BCH-46-83-ով հաշվարկվող (3-րդ) շերտի հաստությունը ստացվում է ավելի փոքր մյուս մեթոդներով հաշվարկվող հաստություններից: Տարբերությունը կազմում է 40...46,6% ՕԺՀ 218.046-01-ով, 31,4...46,6%՝ ՄՀԿՏ 265-2018-ով և 35,1...50%՝ ՄՀԿՏ 265-2018-ով հաշվարկվող հաստությունների նկատմամբ: Գրեթե բոլոր տարբերակներում որոշիչ են սահքի ստուգումները:

6. AASHTO-ի մեթոդով հաշվարկվող շերտի հաստությունները հիմնականում մոտ են BCH-46-83-ով հաշվարկվող հաստություններին: Մյուս մեթոդների համեմատ, հաշվարկվող շերտի հաստությունները բոլոր ենթատարբերակների համար ստացվում են զգալիորեն փոքր:

Եզրակացություն

Ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածքների նախագծման ուղղությամբ ներկայումս ՀՀ-ում կիրառվում են մի շարք նորմատիվային փաստաթղթեր: BCH-46-83 հանձնարարականները, որոնք գործել են նախկինում, զգալիորեն հնացած են և չեն ապահովում հուսալի նախագծային լուծումներ: Վերջին տարիներին առավել կիրառություն են ստանում ՌԴ-ում մշակված ՕԺՀ 218.046-01 ճյուղային նորմերը, իսկ հեռանկարում կարող են ներդրվել նաև ՄՀԿՏ 265-2018 և ՄՀԿՏ 542-2021 ՌԴ ստանդարտները: Արտաքին ֆինանսավորմամբ որոշ նախագծերում կիրառվել է նաև ԱՄՆ-ի AASHTO մեթոդը: ՀՀ պայմանների համար՝ շարժման տարբեր բեռն-

վաճությունների և հիմնատակի գրունտների տարբեր ամրությունների դեպքում, կատարված համեմատական վերլուծությունները թույլ են տվել համադրել նշված մեթոդներով ստացվող պատվածքների կոնստրուկցիաները: Բարձր ինտենսիվությամբ ճանապարհների դեպքում առավել մեծ կոշտությամբ կոնստրուկցիաներ են ստացվում ՕԴՆ 218.046-01 ճյուղային նորմերով կատարվող հաշվարկների դեպքում: Մնացած հետխորհրդային նորմերով ստացվում են համադրելի արդյունքներ: Մոտ են նաև AASHTO-ով ստացվող արդյունքները: Միջին և ցածր ինտենսիվությամբ ճանապարհների դեպքում ՕԴՆ 218.046-01, ПНСТ 265-2018-ով և ПНСТ 542-2021-ով ստացվում են համադրելի արդյունքներ, ընդ որում գրեթե բոլոր տարբերակներում որոշիչ են դառնում սահքի ստուգումները: ВСН-46-83-ով և AASHTO-ով կատարվող հաշվարկներով ստացվող կոնստրուկցիաները հաշվարկային դեպքերի մեծամասնության համար ունեն առավել փոքր կոշտություն և մոտ են իրար:

Գրականության ցանկ

- [1] Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд. Под ред. **Н.Н. Иванова**. Транспорт, Москва, 1973, 328 с.
- [2] **ВСН 46-83**. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. Транспорт, Москва, 1983, 158 с.
- [3] **ОДН 218.046-01**. Отраслевые дорожные нормы. Проектирование нежестких дорожных одежд, Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации, Москва, 2001, 148 с.
- [4] **ПНСТ 265-2018**. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Проектирование нежестких дорожных одежд. Стандартиформ, Москва, 2018, 74 с.
- [5] **ПНСТ 542-2021**. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Нежесткие дорожные одежды. Стандартиформ, Москва, 2021, 153 с.
- [6] American Association of State Highway and Transportation Officials. Pavement Design Guide, Washington DC, 1993, 50 p.
- [7] **P. Missouri**, Design of New and Reconstructed Flexible Pavements. Part 3. Chapter 3: Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, AASHTO, Washington, 2004, 115 p.
- [8] Kocks Consult GMBH. Selection of design and construction standards. Feasibility study for the rehabilitation and extension of the Road M3 Chisinau – Giurgiulesti/ Romanian border. Europe Aid/125919/C/SER/MD, 2008, 28 p.
- [9] Kocks Consult GMBH. Pavement Design. Feasibility study for the rehabilitation and extension of the Road M3 Chisinau – Giurgiulesti/ Romanian border. Europe Aid/125919/C/SER/MD, 2009, 68 p.
- [10] **A.V. Korochkin**, The required strength of road pavement structures of highways. Monograph. Tekhpolygraftsent, Moscow, 2020.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ В РА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Егизар Ваграмович Варданян, Акоп Арутюнович Гюлзаян *

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, Ереван, Армения

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

Представлен сравнительный анализ действующих в Республике Армения нормативных документов по проектированию нежестких дорожных одежд: инструкции ВСН-46-83, отраслевых норм ОДН 218.046-01, национальных стандартов ПНСТ 265-2018, ПНСТ 542-2021 и метода AASHTO. Произведено сравнение особенностей оценки этими методами внешней подвижной нагрузки, общей жесткости одежды, характеристик надежности, эксплуатационных показателей, характеристик подстилающего грунта и материалов слоев одежды. Для условий РА указанными способами были проведены сравнительные анализы конструкций дорожных одежд с различными подвижными нагрузками и различной прочностью подстилающих грунтов. По данным этих анализов, в случае дорог с высокой интенсивностью движения наиболее жесткие конструкции получаются в случае проведения расчетов по ОДН 218.046-01. При расчете по другим постсоветским нормам получены сопоставимые результаты. Близки также результаты, полученные по методу AASHTO. Для дорог со средней и низкой интенсивностью по ОДН 218.046-01, ПНСТ 265-2018 и ПНСТ 542-2021 получают сопоставимые результаты, при этом практически во всех вариантах решающими становятся проверки по сдвигоустойчивости. Конструкции, полученные в результате расчетов по ВСН-46-83 и AASHTO ААШТО, имеют наименьшую жесткость и близки между собой для большинства расчетных случаев.

Ключевые слова: *нежесткая дорожная одежда, внешняя подвижная нагрузка, характеристики подстилающего грунта, характеристики материалов слоев дорожной одежды, надежность, эксплуатационные характеристики, общая жесткость дорожной одежды*

COMPARATIVE ANALYSIS OF FLEXIBLE ROAD PAVEMENTS DESIGN METHODS APPLIED IN RA

Yeghiazar Vardanyan, Hakob Gyulzadyan *

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

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

The comparative analyzes of standart cods currently used in the Republic of Armenia for flexible road pavements design is presented: instructions VSN -46-83, industry standards ODN 218.046-01, national standards PNST 265-2018, PNST 542-2021 and the AASHTO method. The features of assessment by these methods of traffic loads, overall stiffness of the pavement, reliability characteristics, serviceability factors, characteristics of the subgrade soil and materials of pavement layers, are compared. For RA conditions, using the above methods, comparative analyzes of pavement structures with different traffic levels and different strengths of the subgrade were carried out. According to these analyses, in the case of roads with high traffic levels, the most rigid structures are obtained in the case of design by the standard ODN 218.046-01. In

the case of design by other post-Soviet standards, comparable results were obtained. The results obtained by the AASHTO method are also close. For roads of medium and low traffic levels in the case of design by ODN 218.046-01, PNST 265-2018 and PNST 542-2021, comparable results are obtained, while, in almost all cases, shear stability checks become decisive. The structures obtained as a result of design by VSN-46-83 and AASHTO have the lowest rigidity and are close to each other for most design cases.

Keywords: *Flexible pavement, traffic loads, subgrade characteristics, pavement material characteristics, reliability characteristics, performance factors, overall pavement stiffness*

Վարդանյան Եղիազար Վահրամի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ռեկտոր, Շինարարական մեքենաներ և երթևեկության կազմակերպման ամբիոն, (+374)93914040, info@nuaca.am, **Գյուլզադյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոնի վարիչի պաշտոնակատար, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru

Варданян Егиазар Ваграмович, д.т.н. профессор (РА, г. Ереван) – НУАКА, ректор, кафедра Строительных машин и организации движения, (+374)93914040, info@nuaca.am, **Гюлзаян Акон Арутюнович, к.т.н. доцент** (РА, г. Ереван) – НУАКА, и.о. заведующий кафедрой Дорог и мостов, (+374) 94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru

Vardanyan Egiazar, Doctor of science (engineering), professor (RA, Yerevan) – NUACA, Rector, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374)93914040, info@nuaca.am, **Gyulzadyan Hakob, doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) – NUACA, Head of Chair «Highways and Bridges», (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru

Ներկայացվել է՝ 02.02.2023թ.

Գրախոսվել է՝ 09.02.2023թ.

Ընդունվել է սպագրության՝ 30.08.2023թ.