

ՀՏԴ 625.814, 625.861

ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՇԽՈՒԹՅՈՒՆ

Հ.Հ.Գյուլզադյան,

Գ.Կ.Ոսկանյան

### ՀԱՄԱԼԻՐ ԿԱՅՈՒՆԱՑՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՅԻՆ ՊԱՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ՇԵՐՏԵՐԻ ԱՄՐԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

*Կատարված է ճանապարհների շինարարությունում գրունտների կամ խճապակաշին խառնուրդների ամրացման համար համալիր կայունացուցիչների կիրառման վերլուծություն: Դիտարկված է ցեմենտի հետ «ANT», «NicoFloK», «nanoSTAB» հավելանյութերի համալիր օգտագործման արդյունավետությունը: Առանձին վերլուծված է «ANT» հավելանյութի կիրառումը, որը մակերևութաակտիվ նյութ է և ուղղված է ստեղծելու նոր բյուրեղային կապեր գրունտի քարային մասնիկների միջև՝ օքսիդապերականգնողական ռեակցիայի ստեղծման եղանակով: Ներկայացված են «ANT» հավելանյութի կիրառման հեռանկարային առավելությունները:*

**Առանցքային բառեր.** ճանապարհ, հավելանյութ, կայունացուցիչ, ճանապարհային պատվածք, խճապակաշին խառնուրդ

Հայտնի է, որ ճանապարհային պատվածքի կոնստրուկցիաների քայքայման հիմնական պատճառներից է պատվածքի առանձին շերտերում մնացորդային դեֆորմացիաների (այդ թվում՝ նստվածքների, անվահետքերի) կուտակումը: Ճանապարհների շահագործման վերջին տարիների փորձը ցույց է տալիս, որ նշված դեֆորմացիաների նվազեցման ուղիներից մեկը պատվածքի շերտերում տարբեր բնույթի հավելանյութերով կայունացված խճապակաշին խառնուրդների կամ գրունտային շերտերի կիրառումն է: Որպես հավելանյութեր ներկայումս օգտագործվում են անօրգանական և օրգանական համալիր կայունացուցիչներ, որոնք թույլ են տալիս պատվածքի շերտերում հասնել համեմատաբար բարձր ֆիզիկամեխանիկական ցուցանիշների: Հանդիպում են դեպքեր, երբ այս նյութերը կիրառվում են բիտումի կամ ցեմենտի հետ համատեղ, իսկ ստացված խառնուրդներից շերտերը հնարավոր է լինում շահագործել նաև որպես ծածկեր:

Մեր կողմից նախկինում իրականացվել են փորձարարական ուսումնասիրություններ, որոնք ուղղված են եղել ճանապարհային պատվածքի շերտերում կիրառվող գրունտների և խճապակաշին խառնուրդների կայունացմանը: Գրունտների համար որպես կայունացուցիչ հավելանյութ կիրառվել է Perma-Zyme 11X ֆերմենտը [1]: Խճապակաշին խառնուրդների կայունացման համար կիրառվել է կրաքարային կամ տրավերտինային փոշին [2, 3], որը որպես արդյունաբերական թափոն զգալի քանակով ներկայումս առկա է ՀՀ Արարատի մարզում: Նշված կայունացուցիչների

կիրառման ուսումնասիրությունը պայմանավորվել է նրանով, որ ավանդական կայունացուցիչները՝ բիտումը և ցեմենտը, զգալիորեն բարձրացնում են շինարարության արժեքը և երբեմն դառնում տնտեսապես անարդյունավետ: Բացի այդ, բարձր ինտենսիվությամբ ճանապարհների պատվածքների կոնստրուկցիաներում խճակոպճաավազային խառնուրդների (հետագայում խառնուրդներ) [4] կայունացման համար ցեմենտի կիրառումը հանգեցնում է որոշակի խնդիրների: Ամրացման ժամանակ տեղի է ունենում խճակոպճաավազացեմենտային խառնուրդի կծկում, այսինքն խառնուրդը սեղմվում է և գծային չափերը կրճատվում են: Կծկման հետևանքով առաջանում են կծկումային լարումներ, որոնք մեծ երկարություն ունեցող կառույցների՝ մասնավորապես ճանապարհային պատվածքի շերտերի դեպքում պահանջում են կծկումային կարանների իրականացում՝ ճաքերի առաջացումը կանխելու համար: Որպես օրինակ նշենք, որ 0,3 մմ/մ կծկման դեֆորմացիաների դեպքում 30 մ երկարությամբ պատվածքի շերտը կստանա մոտ 10 մմ ընդհանուր կծկում: Բացի այդ ցեմենտով ամրացված խառնուրդի շերտը չորանում է նախապես մակերեսից, իսկ ներսը երկար ժամանակ մնում է խոնավ, որը բերում է անհավասարաչափ կծկման: Արդյունքում շերտի վերին մասում առաջանում են ձգման լարումներ, ինչպես նաև ներքին ճաքեր: Նախնական կծկումային ճաքերի առաջացումը կարելի է նվազեցնել տեխնոլոգիական եղանակներով, որոնցից մեկը հավելանյութերի կիրառումն է: Դրանք թույլ են տալիս բարձրացնել պատվածքի շերտի ջրակայունությունը, ճաքակայունությունը և երկարակեցությունը՝ պահպանելով պատրաստի խառնուրդների կիրառման բոլոր առավելությունները [5]:

Ինչպես ցույց են տվել ճանապարհաշինության ոլորտում վերջին տարիներին կատարված հետազոտությունները, գրունտների կամ խճաավազային խառնուրդների ցեմենտով կայունացման ժամանակ կիրառություն են ստացել մի շարք հավելանյութեր: Դրանցից են «ANT» (անգլ. մրջյուն) իոնային կայունացուցիչը, «NicoFlo» կայունացուցիչը և «nanoSTAB» պոլիմերային էմուլսիան [5-7]: Նշված հավելանյութերը ստեղծում են ամուր բյուրեղային և մակարդային կապեր: Նրանց կիրառումը հնարավոր է ինչպես ցեմենտի հետ համատեղ, այնպես էլ առանձին: Ցեմենտի հետ համատեղ կիրառության դեպքում հավելանյութը նպաստում է ինչպես ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի բարձրացմանը, այնպես էլ կապակցանյութի ծախսի կրճատմանը [8]: Աղ. 1-ում բերված է նշված հավելանյութերի կիրառման դեպքում ցեմենտով կայունացվող խճավազային խառնուրդների ամրության բնութագրերի փոփոխությունը [5]:

Ներկայացված փորձարարական հետազոտության արդյունքները վկայում են, որ հավելանյութերի նույնիսկ փոքր քանակություններով կիրառությունը թույլ է տալիս հասնել խճաավազային խառնուրդների ամրության բնութագրերի նկատելի բարելավման: «ANT» իոնային կայունացուցչի աննշան քանակի (ցեմենտի զանգվածի 0,3%) ներմուծումը թույլ է տվել ավելացնել խառնուրդի սեղմման ամրության սահմանը մոտ 23%-ով, իսկ

ձգման ամրության սահմանը՝ մոտ 42%-ով: Դա վկայում է ստացված խառնուրդի դեֆորմատիվության և կծկումային ճաքերի նվազեցման մասին: Ամրության բնութագրերի մոտավորապես նույնպիսի աճ էլ արձանագրվել է մյուս երկու հավելանյութերի՝ «nanoSTAB»-ի և «Nicoelok»-ի կիրառության դեպքում, սակայն դրանց ծախսի քանակությունները զգալիորեն ավելի մեծ են:

**Աղյուսակ 1**

**Ցեմենտով կայունացված խճավազային խառնուրդներից գլանաձև նմուշների փորձարկման արդյունքները**

Խառնուրդի անվանումը	Հավելանյութի տեսակը և ծախսը (ցեմենտի զանգվածից), %	Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա		Ծռման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը, ՄՊա	
		նմուշների ամրացման ժամանակահատվածը			
		3 օր	7 օր	3 օր	7 օր
Խճավազային խառ. + 4% ցեմենտ	-	3,79	4,34	0,60	0,81
Խճավազային խառ. + 4% ցեմենտ	«ANT» - 0,3%	4,39	5,60	0,95	1,15
Խճավազային խառ. + 4% ցեմենտ	«nanoSTAB»-8,4%	5,22	7,50	0,83	1,51
Խճավազային խառ. + 4% ցեմենտ	«Nicoelok» - 10%	3,95	5,10	0,71	0,99
Խճավազային խառ. + 3% ցեմենտ	-	3,11	3,94	0,41	0,48
Խճավազային խառ. + 3% ցեմենտ	«ANT» - 0,3%	3,89	5,30	0,79	1,12
Խճավազային խառ. + 3% ցեմենտ	«nanoSTAB» -11%	4,26	5,33	0,81	0,97
Խճավազային խառ. + 3% ցեմենտ	«Nicoelok» - 10%	3,42	4,51	0,53	0,87

Վերլուծելով կատարված հետազոտությունը՝ կարելի է եզրակացնել, որ հավելանյութերի կիրառման արդյունքում խառնուրդի սեղմման և ձգման ամրության բնութագրերի աճը պայմանավորվում է նրանով, որ հավելանյութերը նպաստում են կրկնակի աղերից, հիդրատներից և հիդրոքսիդներից բաղկացած առաջնային կառուցվածքային հիմնականիսիքի առաջացմանը, որը հետագայում վերածվում է կալցիումի հիդրոսիլիկատի [5]: Կառուցվածքային հիմնականիսիքի առկայությունը զգալիորեն հեշտացնում է ցեմենտաքարի բյուրեղացումը, որն էլ նպաստում է ամրության բնութագրերի զգալի աճին: Տնտեսական տեսակետից ՀՀ ճանապարհաշինական պրակտիկայում առավել արդյունավետ կարող է լինել ՌԴ-ում արտադրվող «ANT» իոնային կայունացուցչի կիրառությունը՝ կապված նրա արտակարգ փոքր ծախսի հետ:

«ANT» հավելանյութը համալիր մակերևութաակտիվ նյութ է, որը, բացի օրգանական և անօրգանական կապակցանյութերի հետ համատեղ կիրառությունից, կարող է կիրառվել նաև առանձին [6, 7]:

Հավելանյութն ուղղված է ստեղծելու նոր բյուրեղային կապեր գրունտի կամ քարային մասնիկների միջև՝ օքսիդավերականգնողական ռեակցիայի ստեղծման եղանակով: Իրականացվում է ուղղորդված օքսիդացման ռեակցիա՝ մոլեկուլային թթվածնի միջոցով գրունտի կամ լրանյութի մակերևույթի վրա ազդելով: Դա հանգեցնում է գրունտի մասնիկների մեջ առկա քիմիական տարրերի նոր օքսիդների առաջացման: Այնուհետև տեղի է ունենում թթվածնի անջատում և հակադարձ վերականգնման ռեակցիա, որը նպաստում է գրունտի կամ քարային մասնիկների միջև նոր բյուրեղային կապերի ձևավորմանը: Նշված ռեակցիան լիովին կրկնում է երկրակեղևում նստվածքային ապարների առաջացման գործընթացը: Նշենք նաև, որ «ANT» հավելանյութը պարունակում է մակերևութաակտիվ բաղադրիչներ, որոնք թույլ են տալիս հասնել գրունտի խտացման գործակցի առավելագույն աստիճանի՝ ապահովելով փոքր ծակոտկենություն, ինչի արդյունքում զգալիորեն իջնում է ամրացված գրունտի կամ խառնուրդի ջրակլանումը: Հավելանյութը կարող է կիրառվել 1-ից 17 պլաստիկության թվով կավային գրունտների (կավավազներ, ավազակավեր, կավեր), ավազակոպձային, ավազախձային խառնուրդների, ցածրամուր քարային նյութերի և արդյունաբերական թափոնների կայունացման համար [7]:

Առանձին օգտագործման դեպքում «ANT» հավելանյութի օպտիմալ ծախսը կազմում է կայունացվող նյութի քաշի 0,007% -ը: Այլ կերպ ասած, 7,5 լ<sup>3</sup> նյութի կայունացման համար պահանջվում է 1 լ հավելանյութ: Աղ. 2-ում բերված է «ANT» հավելանյութի ծախսի չափաբաժինները 1000 լ<sup>2</sup> մակերեսով տարբեր հաստությամբ կոնստրուկտիվ շերտի կայունացման համար [6, 7]:

## Աղյուսակ 2

**«ANT» հավելանյութի չափաբաժինները 1000 լ<sup>2</sup> կոնստրուկտիվ շերտի կայունացման համար**

Շերտի հաստությունը h, սմ	15	20	25	30
Հավելանյութի ծախսը, լ	20	26	33	40

«ANT» հավելանյութը կիրառվում է ջրային լուծույթի տեսքով: Ջրային լուծույթ պատրաստելու համար ջրի անհրաժեշտ քանակությունը որոշվում է, կախված գրունտի բնական խոնավությունից և խտացման համար օպտիմալ խոնավությունից: Հաշվի են առնվում նաև կլիմայական պայմանները, կայունացվող նյութի տիպը և այլն: Գործնականում ջրի հետ «ANT» հավելանյութի լուծման գործակիցը տատանվում է 1:250 ... 1:1000 սահմաններում [6, 7]:

Բացի պորտլանդեմենտից (M300, M400, M500 – կայունացվող նյութի զանգվածի 1%...5% ծախսով) «ANT» հավելանյութը կարող է կիրառվել նաև այլ կատարիզատորների հետ, որոնցից են ցեմենտի արտադրության թափոնները՝ նվազագույնը M50 դասի - 1%...7% ծախսով, սև և գունավոր մետալուրգիայի թափոնները, ֆոսֆորային թափոնները - 1%...10% ծախսով, ինչպես նաև բիտումային էմուլսիան կամ փրփրեցված բիտումը: Վերջիններիս համատեղ կիրառման դեպքում «ANT» հավելանյութը համասեռ է բաշխվում ամրացվող գրունտի ամբողջ ծավալով, բարձրանում է գրունտային կամ քարային մասնիկների և կապակցանյութի միջև կաշռողունակությունը և, հետևաբար, շերտի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները [7]:

«ANT» հավելանյութի կիրառման առավելություններից պետք է նշել ամրության բնութագրերի աճի հետ կապված կառուցվածքային շերտերի կոշտության բնութագրերի ավելացումը, որը բերում է ընդհանուր տնտեսումների: Օրինակ, կրաքարային փոշին (ջարդվածքի մաղվածք), ամրացված 0,007% «ANT» կայունացուցիչով և 4% M400 ցեմենտով, ունի B10 դասի սեղման ամրություն, առաձգականության մոդուլն ավելի քան 1500 ՄՊա է, ջրահագեցումը կազմում է ոչ ավել քան 12%, սառնակայունությունը՝ F15: Սահմանվել է, որ 15 սմ հաստությամբ շերտի մակերեսին առաձգականության մոդուլը կազմում է ավելի, քան 250 ՄՊա է, իսկ կրողունակությունը հասնում է մինչև 120 կՆ առանցքային բեռնվածքի: 20 սմ հաստության դեպքում համապատասխան արժեքները կազմում են 300 ՄՊա և 150 կՆ [7]:

Առավելություն է նաև տեխնոլոգիայի իրականացման դյուրինությունը: Շինարարական աշխատանքները կարելի է կատարել ստանդարտ մեքենա-սարքավորումներով: Քարային նյութը հավելանյութով կարելի է մշակել ինչպես տեղում՝ գրունտախառնիչ մեքենայի կիրառմամբ, այնպես էլ ստացիոնար խառնիչ սարքավորումներում: Կայունացուցչի կիրառմամբ կառուցված շերտերի նկատմամբ հատուկ խնամք չի պահանջվում և կառուցումից անմիջապես հետո դրանց վրայով կարելի է կազմակերպել ավտոտրանսպորտի երթևեկություն: Տեխնոլոգիայի ներդրումը կարող է կրճատել շինարարական աշխատանքների կատարման ժամկետները մոտ 50%-ով: Ստանդարտ մեքենասարքավորումների կիրառման դեպքում մեկ աշխատանքային հերթափոխում հնարավոր է կառուցել ամրացված գրունտից կամ խառնուրդից 2000... 8000 մ<sup>2</sup> կառուցվածքային շերտ: «ANT» հավելանյութը որևէ վնասակար ազդեցություն չի ունենում շրջակա միջավայրի վրա և էկոլոգիապես անվտանգ է: Կայունացուցչով աշխատելու դեպքում անձնակազմի համար անհրաժեշտ չեն հատուկ պաշտպանիչ միջոցներ [6]:

Ինչպես ցույց է տվել համեմատական վերլուծությունը [6], «ANT» հավելանյութի կիրառման տեխնոլոգիայի դեպքում նույն կրողունակությամբ պատվածքի արժեքը

ստացվում է մոտ 45%-ով էժան, քան ճանապարհաշինության մեջ ընդունված ավանդական մեթոդի կիրառման դեպքում:

Ներկայացված «ANT» հավելանյութը կիրառելի է նաև ճանապարհային պատվածքների սառը և տաք վերամշակման տեխնոլոգիաների դեպքում, ինչպես նաև պատվածքի շերտերում արդյունաբերական կենտրոններում կուտակված թափոնների օգտագործման համար: Վերջինս հատկապես հեռանկարային կարող է լինել տեղական նշանակության ճանապարհային պատվածքների վերականգնման համար:

Հեռանկարային կարող է լինել նաև նախկինում ուսումնասիրված տրավերտինային փոշու և «ANT» հավելանյութի համատեղ կիրառումը, որը կարող է թույլ տալ ստանալ տեղական նշանակության ճանապարհային պատվածքների ինչպես հիմքի, այնպես էլ ծածկի կոնստրուկտիվ շերտեր:

**А.А.Гюлзаян,  
Г.К.Восканян**

### **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ СЛОЕВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

*Выполнен анализ применения в дорожном строительстве комплексных стабилизаторов для укрепления грунтов или щебеночно-песчаных смесей. Рассмотрена эффективность комплексного использования добавок “ANT”, “Nicoфлок”, “nanoSTAB” совместно с цементом. Отдельно проанализировано применение добавки “ANT”, которая представляет собой поверхностно-активный материал и направлена на создание новых кристаллических связей между каменными частицами грунта путем создания окислительно-восстановительных реакций. Представлены перспективные преимущества применения добавки “ANT”.*

**Ключевые слова:** дорога, добавка, стабилизатор, дорожное покрытие, щебеночно-песчаная смесь

**Н.Н. Gyulzadyan,  
G.K. Voskanyan**

### **THE APPLICATION OF COMPLEX STABILIZERS FOR STRENGTHENING ROAD PAVEMENT LAYERS**

*This paper presents an analysis of the application of complex stabilizers for strengthening soils or crushed stone-sandy mixtures in road construction. The efficiency of complex usage of “ANT”, “Nicoфлок”, “nanoSTAB” additives with cement has been observed. Separately the application of additive “ANT” has been analyzed, which is a surface-active material and is aimed to create new crystal bindings between the stone particles of soil through the creation of redox reactions. The perspective advantages of application of additive “ANT” have been presented.*

**Keywords:** road, additive, stabilizer, road pavement, crushed stone-sandy mixture

## Գրականություն

1. Մալխասյան Ա.Ս. Գրունտների ամրացման համար բարձրամոլեկուլային կայունացուցիչների կիրառությունը ՀՀ ճանապարհաշինությունում: Տեխն.գիտ.թեկն. ... աստենախոս.- Երևան: ԵՃՇՊՀ, 2011. - 134 էջ:
2. Ոսկանյան Գ.Կ., Գյուլզադյան Հ.Հ. Տեղական նշանակության ճանապարհների պատվածքների խճա-կոպճա-ավազային խառնուրդներից շերտերի կիրառման վերլուծություն// ԵՃՇՊՀ տեղեկագիր. - 2013. - N4(36). - էջ 62-67:
3. Gyulzadyan H., Ter-Simonyan V., Voskanyan G. Evaluation of Technology Applying Limestone Powder In Road Pavement Layers// Proc. of 7<sup>th</sup> Internat. Conf. on Contemp. probl.of Architecture and Construction. - Florence, Italy, 2015. - P. 35-38.
4. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. - М : Госстандарт России, 1994. - 14 с.
5. Матуа В. П., Сизонец С. В. Исследование влияния стабилизирующих добавок на свойства укрепленных минеральными вяжущими щебеночно-песчаных смесей// Новые технологии. - Майкоп: изд-во ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. - № 1. - С.50-55.
6. "АНТ-Инжиниринг". - Режим доступа: [www.ant-rus.ru](http://www.ant-rus.ru).
7. СТО 60929601.003-2012. Грунты, укрепленные стабилизатором «АНТ», для автодорожного строительства.- Волжский, 2012.
8. Fursov S.G. Construction of the structural layers of the road soils stabilized with binders // Roads and Bridges. - 2007. - Iss. 3. - P. 17-21.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ճարտարապետական և շինարարական համալիրների կայուն զարգացման ուղիների բացահայտում, ճշգրտում, ներդրման առաջարկությունների և հանձնարարականների մշակում՝ մշտական մոնիտորինգի կիրառմամբ» ծրագրի շրջանակում:

**Գյուլզադյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՀՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, աս.գ.ա., «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոնի վարիչ, (+374) 94151019, [hakob\\_gyulzadyan@bk.ru](mailto:hakob_gyulzadyan@bk.ru), **Ոսկանյան Գևորգ Կամոյի, տ.գ.թ., ասիստենտ** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՀՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, գ.ա., «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374) 95734964, (+374) 93734964, [1713gevorg@mail.ru](mailto:1713gevorg@mail.ru):

**Гюлзадян Акоп Арутюнович, к.т.н., доцент** (РА, г.Ереван)- НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академ. Ал. Таманяна, с.н.с., кафедра Дорог и мостов, заведующий кафедрой. (+374) 94151019, [hakob\\_gyulzadyan@bk.ru](mailto:hakob_gyulzadyan@bk.ru), **Восканян Геворг Камоевич, к.т.н., ассистент**, (РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академ. Ал. Таманяна, н.с., кафедра Дорог и мостов, (+374) 95734964, (+374) 93734964, [1713gevorg@mail.ru](mailto:1713gevorg@mail.ru).

**Gyulzadyan Hakob Harutyun, doctor of Philosophy (PhD) in engineering, associate professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Research Laboratory of Architecture and Construction by Academician Al. Tamanyan, senior researcher, Chair of Roads and bridges, Head of Chair. (+374) 94151019, [hakob\\_gyulzadyan@bk.ru](mailto:hakob_gyulzadyan@bk.ru), **Voskanyan Gevorg Kamo, doctor of Philosophy (PhD) in engineering, assistant** (RA, Yerevan) - NUACA, Research Laboratory of Architecture and Construction by Academician Al. Tamanyan, researcher, Chair of Roads and bridges, (+374) 95734964, (+374) 93734964, [1713gevorg@mail.ru](mailto:1713gevorg@mail.ru).

Ներկայացվել է՝ 11.11.2016թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 17.11.2016թ.