

ՀՏԴ 625.855.3

ՏՐԱՆՍՊՈՐՏԱՅԻՆ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

Հ. Հ. Գյուլգադյան,
Ա. Ս. Ղազարյան**ԱՍՖԱԼՏԲԵՏՈՆԻ ՎԵՐԱՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅԱՆ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՓՈՐՁԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Ներկայացված են ասֆալտբետոնի վերաօգտագործման տեխնոլոգիայի միջազգային փորձի մանրամասները: Վերլուծված են քերված նյութի (RAP-ի) կիրառման նկատմամբ սահմանափակումները, քերվող նյութի ստացումը, քերման շերտի խորության սահմանումը, քերման պրոցեսի գնահատումը, հսկումը, քերման ոչ ավանդական դեպքերը, RAP-ի վերամշակումը և այլ տեխնոլոգիական մանրամասներ:

Առանցքային բառեր. ասֆալտբետոն, վերաօգտագործում, լրանյութ, հանուկ, հնեցում, ֆրեզերային թմբուկ

Ասֆալտբետոնի վերաօգտագործման (recycling) տեխնոլոգիան ճանապարհաշինության միջազգային գործունեությունում առավել հայտնի շահագործական և վերականգնողական միջոցառումներից է, որը թույլ է տալիս համեմատաբար սահմանափակ միջոցների ներդրման հաշվին հասնել ճանապարհային պատվածքների շահագործման ժամկետների զգալի ավելացման: Ներկայացվող նյութը հիմնականում նպատակ ունի օգնել ճանապարհաճանապարհների վերականգնմամբ զբաղվող կապալառու կազմակերպություններին: Այն կարող է օգտակար լինել նաև ճանապարհային շահագործման մասնագիտացված կազմակերպությունների համար:

Պատմական ակնարկ:

Ասֆալտբետոնի վերաօգտագործումը հայտնի է դեռ 20-րդ դարի սկզբից [1], բայց այն իր գործնական կիրառությունը ստացավ 1970-ական թվականներին, երբ արաբական նավթի արգելանքի հետևանքով բիտումի գինը կտրուկ աճեց: Ճանապարհաշինարարների խնդիրն էր մշակել ասֆալտբետոնի վերաօգտագործման տեխնոլոգիաներ, որոնց միջոցով հնարավոր կլիներ կրճատել խառնուրդում բիտումի քանակությունը՝ նվազեցնելով ասֆալտբետոնե ծածկի ընդհանուր արժեքը: Ներկայումս միջազգային ճանապարհաշինարարությունում տարածում են ստացել ասֆալտբետոնի վերաօգտագործման տեղում սառը կամ տաք մշակման և գործարանային տաք մշակման տեխնոլոգիաները: Հայաստանի Հանրապետությունում նույնպես ասֆալտբետոնի վերաօգտագործման տեխնոլոգիան ներկայումս ստացել է կիրառություն: Մի շարք կազմակերպություններ, որոնց թվում են Ճանապարհ, Խաչհար, ՍԼՈՒԲԵՐ, Սահակյանշին ՍՊԸ-ը կատարում են ասֆալտբետոնի վերաօգտագործում: Կիրառվում են ինչպես սառը, այնպես էլ տաք մշակման տեխնոլոգիաներ:

Ասֆալտբետոնի վերաօգտագործման տեխնոլոգիաների կիրառությունն ունի երկու հիմնական հիմնավորում՝ տնտեսական և բնապահպանական: Տնտեսական տեսանկյունից

Ճանապարհային պատվածքի շերտերում վերաօգտագործվող ասֆալտբետոնի (Reclaimed Asphalt Pavement – հետագայում RAP) կիրառումը զգալիորեն նվազեցնում է ճանապարհների շինարարության ընդհանուր գինն ի հաշիվ նրա, որ խառնուրդում խճի և բիտումի որոշ քանակությունների փոխարեն օգտագործվում է RAP-ը: Ինչպես ցույց են տալիս հետազոտությունները, վերաօգտագործվող ասֆալտբետոնում 20...50% RAP-ի օգտագործումը բերում է 14...34% տնտեսումների [2]:

Բնապահպանական տեսանկյունից օգուտն այն է, որ շինարարական աղբը՝ տվյալ դեպքում RAP-ը, որը հակառակ դեպքում պետք է նետվեր բնություն՝ աղտոտելով շրջակա միջավայրը, օգտագործվում է նոր ասֆալտբետոն ստանալու համար՝ նվազեցնելով ջերմոցային գազերի արտանետումների քանակը:

RAP-ի կիրառման սահմանափակումները:

Ասֆալտբետոնի վերամշակման տեխնոլոգիաների հիմքում դրված է այն հիմնական նախապայմանը, որ RAP-ով ասֆալտբետոնե խառնուրդներից պատրաստված ծածկերն իրենց տեխնիկական ցուցանիշներով՝ կրկնվող բեռնվածքներից ազդեցությունների նկատմամբ ճաքակայունություն (fatigue cracking), անվահետքի խորություն (rutting), ջերմային ազդեցությունների նկատմամբ դիմադրողականություն (thermal resistance), երկարակեցություն (durability), չպետք է զիջեն ավանդական տեխնոլոգիաներով պատրաստված ծածկերին:

RAP-ի առավել կարևոր բնութագիրը, որը զգալի կերպով ազդում է դրանից ստացվող ասֆալտբետոնե խառնուրդի հատկությունների վրա, RAP-ի (հին) բիտումի կոշտությունն է: RAP-ի վերամշակված բիտումը հնացման պատճառով ավելի մածուցիկ է, ունի ավելի ցածր ներթափանցում, քան նոր բիտումը: Բիտումի հնեցման պատճառներն են.

- օդի թթվածնի և կապակցանյութի դիֆուզային ռեակցիայի հետևանքով տեղի ունեցող օքսիդացումը,
- խառնուրդի պատրաստման և տեղադրման ընթացքում տաք օդի հետ շփման արդյունքում բիտումի թեթև չափամասերի ցնդումը,
- մոլեկուլային բաղադրիչների քիմիական ռեակցիայի հետևանքով տեղի ունեցող պոլիմերիզացումը,
- օքսիդացման արդյունքում բիտումում ջրում լուծելի բաղադրիչների առաջացումը, որոնք ծորելով բիտումից՝ փոխում են դրա բաղադրությունը:

Պատրաստման և շահագործման ժամանակ բիտումային կապակցանյութի հնացման մակարդակը կախված է նաև ասֆալտբետոնի ծակոտկենության աստիճանից: Ինչպես ցույց են տվել դիտարկումները, ծակոտկեն ասֆալտբետոնային ծածկից վերցված նմուշների բիտումը ցուցաբերել է զգալիորեն ավելի բարձր կոշտություն, քան խիտ ասֆալտբետոնային ծածկից վերցված նմուշների բիտումը [2]: Բացի դրանից, հնացման վրա ազդում է նաև մինչև վերաօգտագործումը ճանապարհածածկի վնասվածության աստիճանը: Վերաօգտագործումից

առաջ որքան շատ է վնասված ճանապարհաձածկը, այնքան շատ են փոփոխված լինում կապակցանյութի հատկությունները:

RAP-ի կիրառումով վերամշակման ասֆալտբետոնի խառնուրդի նախագծման ժամանակ պետք է հաշվի առնել նաև այն հանգամանքը, որ վերամշակվող ասֆալտբետոնի արտադրության ժամանակ հաստատվող բարձր ջերմաստիճաններով պայմանավորված RAP-ի բիտումը լրացուցիչ հնացվելու է:

Նշված հանգամանքները դարձել են նոր խառնուրդներում RAP-ի քանակության սահմանափակման պատճառ: Պատճառներից մյուսը խառնուրդում փոշու քանակության սահմանափակումն է: 2010թ. ԱՄՆ-ում կատարված հետազոտությունները [1] ցույց են տալիս որ, RAP-ի պարունակությունը տաք ասֆալտբետոնե խառնուրդներում տատանվում է 12...15% սահմաններում: Անհրաժեշտություն է առաջանում նոր հետազոտությունների, որոնք միտված կլինեն խառնուրդում RAP-ի քանակության մեծացմանը: Վիկտորիա նահանգում RAP-ի քանակության սահմանափակումը կատարվել է ըստ խառնուրդի տիպի և շահագործման պայմանների [3] և տատանվում է 10...30% սահմաններում: Վերին սահմանը համապատասխանում է հիմքի կառուցվածքային շերտին, իսկ առավել ցածրը՝ ծանր շարժման տակ շահագործվող ծածկի վերին շերտին: RAP-ի օգտագործումն արգելվում է մոդիֆիկացված բիտումների կիրառության դեպքում:

Իլինոյս նահանգում ճանապարհաձածկերի համար RAP-ի առավելագույն քանակությունը սահմանվել է 30%, իսկ կողնակների և ամրացված հիմքերի համար՝ 50% [2]:

Ռուսաստանի Դաշնությունում ճանապարհաձածկերի և թռիչքադաշտային ծածկերի համար ասֆալտբետոնի պատրաստման ժամանակ RAP-ի կիրառման վերաբերյալ 2007թ.-ից գործում է СТП 5718-001-04000633-2006 ստանդարտը [3]: Ըստ այդ ստանդարտի սահմանվում են ասֆալտբետոնում RAP-ի կիրառման հետևյալ սահմանային մասնաբաժինները (աղ.)

Աղյուսակ

RAP-ի կիրառման սահմանային մասնաբաժիններն ըստ [3] ստանդարտի

Խառնուրդի տեսակները	Ասֆալտբետոնի մակնիշը	RAP-ի սահմանային պարունակությունը, %
Խիտ	I	5
	II	10
	III	15
Օակոտկեն և բարձր ծակոտկենությամբ	I	20
	II	25

RAP-ի ստացումը:

Ներկայումս ճանապարհաշինարարությունում առկա են RAP-ի ստացման մի քանի մեթոդներ, որոնցից ամենաարդյունավետը և տարածվածը հին ասֆալտբետոնի ֆրեզերային մշակումը կամ քերումն է: RAP-ի ստացման մյուս հայտնի մեթոդներն են ծածկի ընդհանուր խորությամբ քանդում-հեռացումը և ասֆալտբետոնի արտադրության ընթացքում առաջացող թափոնները:



Նկ. 1. Ծածկի քայքայված շերտի հեռացում ֆրեզերային սարքավորման միջոցով

Ֆրեզերային մշակումը (նկ. 1) թույլ է տալիս.

- հեռացնել ճանապարհաձածկի քայքայման ենթարկված շերտերը,
- ապահովել ճանապարհաձածկի համահարթումը կամուրջների տակ՝ ընդկամրջյա ուղղաձիգ եզրաչափի պահպանման համար,
- խուսափել կամուրջների երթևեկամասի ծածկի լրացուցիչ բեռնումից,
- վերականգնել ճանապարհաձածկի ընթացքային որակը և սահունությունը,
- ճանապարհաձածկի նոր փոփոխված շերտի համար ապահովել ներքանի հետ փոխկառչման անհրաժեշտ մակարդակ:

Քերման շերտի խորության սահմանումը:

Ճանապարհային պատվածքի վերականգնման գործընթացի առավել որոշիչ պարամետրից է քերման շերտի խորությունը, որը, որպես կանոն, սահմանվում է վերականգնման նախագծի կազմման փուլում: Հաճախ այդ սահմանմանը նախորդում է պատվածքից փորձանմուշների (հանուկների) կտրումը և դրանց տեսողական գնահատումը: Ընդունված է փորձանմուշները վերցնել պատվածքի ինչպես վնասված, այնպես էլ չվնասված տեղամասերից՝ երթևեկային գոտու յուրաքանչյուր մեկ կիլոմետրից՝ մեկ նմուշ [1]: Նմուշները պետք է վերցվեն ճանապարհի լայնական կտրվածքի լրիվ սահմաններից, հաշվի առնելով նաև այն, որ ճանապարհի շինարարությունից հետո լայնացված տեղամասերում պատվածքի կոնստրուկցիան կարող է տարբեր լինել: Նկ. 2-ում բերված են ճանապարհաձածկից վերցված փորձանմուշ - հանուկների տեսքերը: Փորձանմուշները հետազոտելիս պետք է ուշադրություն դարձնել ճաքերի առկայությանը և խորությանը (crack depth), լրանյութերի մերկացման (stripping) պատճառով գոյացող խոռոչներին: Քերման գործընթացի արդյունքում ստացված RAP-ը պետք է ենթարկվի մանրակրկիտ հետազննման, որպեսզի ստուգվի գրունտով, հիմքի ոչ բավարար ամրությամբ

նյութերով, նախկինում կիրառված գեոտեքստիլով կամ բուսական մնացորդներով դրա աղտոտվածության աստիճանը:



Նկ. 2. Փորձանմուշ - հանուկների տեսքերը

Նշվածը հատկապես կարևոր է, երբ քերումը կատարվում է մեծ խորությամբ, ինչպես նաև, երբ քերվում են կողնակների և երթուկամասի լայնացումների տեղամասերի պատվածքները: Հետազննման արդյունքում հայտնաբերված աղտոտված նյութերը պետք է պահեստավորվեն RAP-ից առանձին և ենթական են օգտագործվելու միայն կողնակների համար նախատեսված ասֆալտբետոնե խառնուրդներում: RAP-ում նշված վնասակար նյութերի թույլատրելի առավելագույն քանակությունը 1% է [1], որը համապատասխանում է նոր կիրառվող լրանյութերին ներկայացվող պահանջին:

Քերված մակերևույթը պետք է հետազոտվի նաև կեղևառաջացման (scabbing) տեսանկյունից (նկ.3), երբ քերման արդյունքում մակերևույթի վրա մնում են հին ծածկի բարակ և հիմքի հետ թույլ կապակցում ունեցող շերտեր:



Նկ. 3. Կեղևապատված մակերևույթ (scabbed surface), որն ամենայն հավանականությամբ կհանգեցնի նոր փռված ծածկի վաղաժամ քայքայման

Քերման գործընթացի ժամանակ նման երևույթ նկատելու դեպքում քերման խորությունը պետք է մեծացնել՝ նշված թույլ կապակցում ունեցող շերտեր չստանալու նպատակով: Հակառակ դեպքում նոր փոփոխ ծածկի տեխնիկական բնութագրերը խստորեն կնվազեն:

Քերման ավարտից հետո պետք է համոզվել մակերևույթի խորդուբորդության համասեռության մեջ: Քերված մակերևույթի ոչ համասեռ խորդուբորդությունը, որն առաջանում է ասֆալտքերիչի պտտվող թմբուկի մաշված կամ ջարդված ատամիկների պատճառով, դժվարացնում է նոր փոփոխ ծածկի խտացման գործընթացը: ԱՄՆ-ի որոշ ճանապարհային գործակալություններ առավելագույն խորդուբորդության աստիճանի համար նախատեսել են սահմանափակում՝ խորդուբորդության յուրաքանչյուր գագաթի և քերման հիմնական մակերևույթի միջև վերազանցումը պետք է լինի ոչ ավել, քան *կես դյույմ (12,7 մմ)* [1]:

Քերման ոչ ավանդական դեպքեր:

Գործնականում հանդիպում են դեպքեր, երբ քերման ավանդական տեխնոլոգիաների և սարքավորումների կիրառումը նպատակահարմար չի լինում: Այդպիսի դեպքերից է, երբ անհրաժեշտ է հեռացնել մակերևույթային մշակման մաշման շերտը կամ փշրամաշման ենթարկված բաց հատիկային կազմով բարակ ծածկի շերտը: Այդ դեպքում նպատակահարմար է լինում օգտագործել մանր ատամիկներով միկրոֆրեզման թմբուկներ (*micro-milling drum*, նկ. 4), որոնց ատամիկների քանակը մոտ 3 անգամ ավելի մեծ է լինում նորմալ չափի ատամներով քերիչ-թմբուկների ատամիկների քանակից: Դա թույլ է տալիս քերված մակերևույթի վրա ստանալ համեմատաբար սահուն խորդուբորդություն, որը բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում նոր մակերևույթային մշակման կամ ծածկի բարակ շերտի փոման համար: Նշված գործընթացի համար նորմալ չափի ատամներով քերիչ-թմբուկների օգտագործումը կարող է հանգեցնել անկանոն խորդուբորդությամբ քերված մակերևույթի ստացման, որն իր հերթին կարող է հանգեցնել նոր փոփոխ ծածկի վրա անհարթությունների:



Նկ. 4. Մանր ատամիկներով միկրոֆրեզման թմբուկ (micro-milling drum)

Քերման ոչ ավանդական տեխնոլոգիա կարող է կիրառվել նաև այն դեպքում, երբ քերումը ձեռնտու է լինում իրականացնել երկու անցումով՝ առաջին անցումով քերելով մակերևույթային

բարակ շերտը, իսկ երկրորդով՝ մնացածը: Նման տեխնոլոգիան կարող է կիրառվել այն դեպքում, երբ գոյություն ունեցող ծածկի վերին շերտի լրանյութերն ավելի արժեքավոր են և դրանցում կիրառված են բարձրարժեք բարելավված կապակցանյութ: Նշված տեխնոլոգիան ներկայումս միջազգային ճանապարհաշինական շատ կազմակերպությունների կողմից ընդունվել է տնտեսապես շահավետ՝ հաշվի առնելով նոր լրանյութերի չափազանց բարձր գինը:

RAP-ի վերամշակումը:

RAP-ի վերամշակման հիմնական նպատակներն են.

1. ստեղծել տարբեր ստացման աղբյուրներից հավաքված RAP-ի համասեռ կուտակումներ,
2. առանձնացնել կամ կոտրել RAP-ի մեծ կտորները մինչև այնպիսի չափի, որը կարող է տաքացվել և խառնվել նոր լրանյութերի հետ,
3. փոքրացնել RAP-ի մասնիկների առավելագույն չափն այն հաշվով, որ այն հնարավոր լինի օգտագործել ծածկի վերին շերտում,
4. նվազեցնել լրացուցիչ փոշու առաջացումը:

Սովորաբար որոշակի հատվածում քերված RAP-ը հատիկային կազմի, բիտումի պարունակության, լրանյութերի և կապակցանյութի հատկությունների տեսանկյունից լինում է բավական համասեռ: Չնայած դրան, անհրաժեշտություն է առաջանում քերված նյութը ենթարկել վերամշակման՝ հասնելու համար վերը նշված թ. 2 և 3 նպատակներին: Ինչպես վերը նշվել է RAP-ի քանակության սահմանափակման պայմաններից է փոշու քանակի սահմանափակումը: Քանի որ քերված RAP-ը պարունակում է նշանակալի քանակությամբ N200 մաղով անցնող մասնիկներ (սովորաբար 10...20% սահմաններում) ցանկալի է նվազագույնի հասցնել քերված RAP-ի հետագա ջարդումը: Խառնուրդի հատիկաչափական կազմի նախագծման ժամանակ նպատակահարմար է օգտագործել մասնիկներն այնպես, ինչպես կան՝ զուգահեռաբար մաղելով և հեռացնելով մեծ մասնիկները:

**А.А. Гюлзадян,
А.С.Казарян**

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РИСАЙКЛИНГА АСФАЛЬТОБЕТОНА

Представлен международный опыт применения технологии рисайклинга асфальтобетона. Проанализированы ограничения по применению сфрезерированного материала (RAP), особенности получения RAP, установление глубины фрезерирования, оценка и контроль процесса фрезерирования, нетрадиционные случаи фрезерирования, переработка RAP и другие технологические детали.

Ключевые слова: *асфальтобетон, рисайклинг, заполнитель, керн, старение, фрезировочный барабан*

**ANALYSIS OF INTERNATIONAL PRACTICE IN APPLICATION OF ASPHALT CONCRETE
RECYCLING TECHNOLOGY**

International practice in the application of asphalt recycling technology are presented. Limits on the application of the milled material (RAP), the features of obtaining RAP, setting the depth of milling, estimation and control of the milling process, non-traditional cases of milling, processing of RAP and other technological details are analyzed.

Keywords: asphalt concrete, recycling, aggregate, core, aging, milling drum

Գրականություն

1. **West R.** Reclaimed Asphalt Pavement Management: Best Practices/ By R. C. West. National Center for Asphalt Technology. - Auburn, Alabama: Auburn University, 2010. - 34 p.
2. **Samuel H., Imad L., Mostafa E.** Reclaimed Asphalt Pavement // A Literature Review. Research Report FHWA-ICT-07-001. Illinois Center for Transportation. - March 2007. - 15 p.
3. **СТП 5718-001-04000633-2006.** Стандарт предприятия. Смеси асфальтобетонные дорожные аэродромные, приготовленные с добавкой гранулята старого асфальтобетона. Технические условия.

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, ս.գ.թ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակադեմիկոս Ալ. Թամանյանի անվ. ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ս.գ.ա., Ավտոմոբիլային ճանապարհների սահմանի վարիչ, (+374) 094151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Ղազարյան Արամ Մլավիկի** (ՀՀ, ք.Երևան) – ճարտարագետ, (+374) 095642169, aramikkazaryan@mail.ru
Гюльзаян Акоп Арутюнович, к.т.н., доцент (РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академика Ал. Таманяна, с.н.с., завкафедры Автомобильные дороги, (+374) 094151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Казарян Арам Славикович** (РА, г.Ереван) - инженер, (+374) 095642169, aramikkazaryan@mail.ru
Gyulzadyan Hakob Harutyun, Doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering, associate prof. (RA, Yerevan) - NUACA, head of the Chair of Highways, (+374)094151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Ghazaryan Aram Slavik** (RA, Yerevan) - NUACA, the Chair of Highways, (+374) 095642169, aramikkazaryan@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 07.07.2017թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 28.09.2017թ.