

ՀՀ ԿՐԹՈՒ ԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒ ԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒ ԹՅՈՒՆ  
ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒ ԹՅԱՆ ԾԻՆԱՐԱՐՈՒ ԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ  
ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼ ՍԱՐԱՆ

**ԱՐՄԻՆԵ ՍԵՐԺԻԿԻ ԲԱՂԴԱԳՅՈՒ ԼՅԱՆ**

**ԿՈՄՊՈԶԻՑԻՈՆ ՆՅՈՒ ԹԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒ ՄԸ  
ԲԻՏՈՒ ՄԱՅԵՄԵՆՏԱՅԻՆ ԿԱՊԱԿՑՈՂՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ԿՐԱ**

**Ա Տ Ե Ն Ա Խ Ո Ս ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն**

Ե.23.01- «Ծի նարարական կոնստրուկցիաներ, շենքեր, կառույցներ և շինարարական նյութեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Գիտական ղեկավար՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր  
Ն.Վ.Զիլինգարյան

ԵՐԵՎԱՆ 2016

**ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒ ԹՅՈՒՆ**

ՆԵՐԱԾՈՒ ԹՅՈՒՆ..... 4

ԳԼՈՒԽ 1. ԱՍՖԱԼՏԲԵՏՈՆԱՅԻՆ ՃԱՆԱՊԱՐՅԱԾԱԾԿԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	8
1.1. Ասֆալտբետոնի կառուցվածքի առանձնահատկությունները .....	9
1.2. Ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունների կախվածությունը տարբեր գործոններից .....	16
.....	
1.3. Ասֆալտբետոնային խառնուրդները և դրանց հատկությունների բարելավումը հավելանյութերի հիման վրա.....	23
Եզրակացություններ .....	34
.....	
ԳԼՈՒԽ 2. ԵԼԱԿԵՏԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՅԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄԸ .....	36
2.1. Օրգանական կապակցող նյութ՝ բիտում .....	36
2.2. Յանքային նյութեր .....	40
2.3. Ասֆալտբետոնի խոշոր լցանյութ՝ խիճ .....	42
2.4. Ասֆալտբետոնի մանր լցանյութ՝ ավազ .....	44
2.5. Յանքային փոշի .....	48
2.6. Պորտլանդցեմենտային կլինկեր .....	53
2.7. Լիգնոսուլֆոնատ (ЛСТ).....	56
.....	
Եզրակացություններ .....	57
.....	

ԳԼՈՒԽ 3. ԿԼԻՆԿԵՐԱՅԻՆ ՑԵՄԵՆՏՈՎ ՄՈՂԻՖԻԿԱՑՎԱԾ ԲԻՏՈՒՄԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	58
..	58
3.1. Մածուցիկություն.....	58
.....	58
3.2.	
Ձգելիություն.....	69
.....	69
3.3. Բիտումի ծերացումը.....	60
3.4. Բիտումի մոդիֆիկացումը տարբեր նյութերով.....	61
Եզրակացություններ.....	74
.....	74
ԳԼՈՒԽ 4. ԿՈՄՊԼԵԶ ՅԱՎԵԼԱՆՅՈՒԹՈՎ ՁԵՎԱՓՈԽՎԱԾ ԲԻՏՈՒՄԻ ՀԵՆՔՈՎ ՄՇԱԿՎԱԾ ԱՍՖԱԼՏԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ .....	76
4.1. Մշակված ասֆալտբետոնի բաղադրակազմի ընտրությունը.....	76
4.2. Ցեմենտի արտադրության թափոնի օգտագործումը ասֆալտբետոնում.....	79
4.3. Մշակված ասֆալտբետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները.....	85
4.4. Մշակված ասֆալտբետոնի ջրակայունություն, պայմանական պլաստիկություն և պայմանական կոշտություն որոշումը.....	96
4.5. Ասֆալտբետոնի մշակված բաղադրանյութերի կիրառման տեխնիկան տեսակներ հաշվարկը.....	105

Եզրակացություններ.....	
.....	<b>106</b>
ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....	<b>107</b>
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ.....	<b>108</b>

## **Ն Ե Ր Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն**

### **Աշխատանքի արդիականությունը**

Բոլոր պետությունների տնտեսության ոլորտների զարգացումը զգալիորեն կապված է ավտոմոբիլային ճանապարհների հետ: Ուստի ճանապարհային ծածկերի որակի բարելավման խնդիրը միշտ եղել և մնում է արդիական:

Համաշխարհային պրակտիկայում ճանապարհային և ատերոդրոմային շինարարության համար հիմնական շինարարական նյութերն են ասֆալտբետոնը և ճանապարհային ցեմենտաբետոնը: Դրանք իրենց կառուցվածքով պատկանում են բարդ շինարարական նյութերին, որոնց բնորոշ են շինարարատեխնիկական և շահագործողական հատկություններ՝ ամրություն, դեֆորմատիվություն, կոռոզիոն կայունություն, լարման ռելաքսացիա և այլն: Մյուս կողմից՝ ճանապարհային ցեմենտաբետոնը, ունենալով բարձր մեխանիկական ամրություն,

բնորոշվում է որոշ ցածր դեֆորմատիվությամբ:

Ճանապարհային ծածկերի որակի բարձրացման հիմնախնդիրներին են նվիրված մի շարք արտասահմանյան և հայրենական գիտնականների՝ մասնավորապես Ա. Մ. Բոգոլսլավսկու, Վ. Վ. Կոլբանոսովի, Լ. Բ. Գեզենցվեյի, Ի. Վ. Մարդիրոսովայի, Վ. Գ. Տեր-Սիմոնյանի, Կ. Ա. Գասպարյանի, Յ.Յ. Գյուլզադյանի և այլոց աշխատանքները: Նշված աշխատանքների վերլուծություները ցույց է տալիս, որ ջերմաստիճանի և խոնավության տատանման դեպքում ասֆալտբետոնի բաղադրիչները ենթարկվում են տարբեր ծավալային փոփոխությունների, որն էլ բերում է դեստրուկտիվ պրոցեսների առաջացմանը և ճանապարհային ծածկերի վաղաժամ քայքայմանը:

Նշված խնդիրը լուծելու ուղիներից մեկը կարող է լինել բնույթով տարբեր երկու նյութերի՝ բիտումի և ցեմենտի համադրմամբ կոմպոզիցիոն կազմի մշակումը:

Առաջարկվող կոմպոզիցիաներում ջերմային լարումների ռելաքսացիան և ճաքակայունությունը պետք է ապահովի բիտումի մատրիցան, իսկ արտաքին մեխանիկական բեռնվածքների դիմակայունությունը՝ ցեմենտի հիդրատացման նորագույն ցուցանիշների բյուրեղային կառուցվածքը:

### **Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները**

Ատենախոսության նպատակն է մշակել օպտիմալ կազմության բիտումացեմենտային (օրգանահանքային) կոմպոզիցիաներ՝ ճանապարհային, անրոդրոմային ծածկերի համար, որոնք օժտված են բարելավված կառուցվածքամեխանիկական հատկություններով:

Առաջարկված նպատակն իրականացնելու համար ձևակերպվել և լուծվել են հետևյալ հիմնական խնդիրները.

- ելակետային նյութերի հիմնական հատկությունների ուսումնասիրությունները,
- բիտումի՝ կլինկերային ցեմենտով մոդիֆիկացման մեխանիզմի ուսումնասիրությունը,
- մոդիֆիկացված բիտումի հիմնական հատկությունների փոփոխման ուսումնասիրությունը,

- բիտուլ մի մոդիֆիկատորի օպտիմալ ծախսի որոշումը,
- մոդիֆիկացված բիտուլ մոլ պատրաստված ասֆալտբետոնային կոմպոզիցիաների հիմնական հատկությունների ուսումնասիրությունը:

**Յետազոտության մեթոդիկան**

Յետազոտությունները կատարվել են ֆիզիկական, ֆիզիկամեխանիկական, ֆիզիկաքիմիական, ռենտգենաֆային և պետրագրաֆիկական եղանակներով:

**Աշխատանքի գիտական նորույթը**

• Տեսականորեն հիմնավորված և գործնականորեն ապացուցված է, որ սովորական բիտուլ կազմներում ծեփով կլիներային ցեմենտ, որոշ քանակության ջուր և մակերևութաակտիվ նյութ՝ ՍՇՏ, նպաստում է նոր օրգանահանքային կոմպոզիցիոն նյութի ստացմանը՝ ասֆալտբետոնային ճանապարհածածկերի պատրաստման համար, որը բնորոշվում է բարելավված շինարարատեխնիկական հատկություններով:

• Ի հայտ է բերված բիտուլի կառուցվածքի ձևափոխման պրոցեսի մեխանիզմը: Սահմանված է, որ հալված բիտուլի մեջ կլիներային ցեմենտի և ջրի ներմուծումը բիտուլի ջերմության շնորհիվ հնարավորություն է ստեղծում կլիներային ցեմենտի մասնակի հիդրատացմանը և կոմպոզիտի բարդ փոխկապակցված կառուցվածքի առաջացմանը:

• Բացահայտված է, որ բիտուլի նման կառուցվածքի ուղղորդված փոփոխությունը բերում է կոհեզիոն և ադհեզիոն կապերի բարձրացմանը, զգալիորեն լավացնում է մոդիֆիկացված բիտուլի կցորդումը հանքային լցանյութերի հետ, որն իր հերթին նվազեցնում է ասֆալտբետոնի դեֆորմատիվությունը և բարձրացնում դրամեխանիկական ամրությունը:

**Աշխատանքի գործնական նշանակությունը**

Տեսական ընդհանրացումների և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները հիմք են հանդիսացել օրգանահանքային կոմպոզիցիաների կազմերի մշակման համար, որոնց օգտագործումը նպաստում է ավելի բարձր

շինարարատեխնիկական և շահագործողական հատկություններով  
օժտված ասֆալտբետոնային խառնուրդների ստացմանը, որոնք  
գերազանցում են նախկինում հայտնի կազմերին:

Սահմանված են մոդիֆիկացված ասֆալտբետոնային  
կոմպոզիցիաների ստացման տեխնոլոգիական հիմնական  
պարամետրերը՝ կոմպոզիցիաների բաղադրակազմերը, խառնուրդների  
պատրաստման ջերմային ռեժիմները:

Ի հայտ է բերված, որ մշակված կազմերի օգտագործումը  
նպաստում է սեղմման ամրության բարձրացմանը՝ 43,75%-ով,  
ջրակայունության գործակցի ( $K_B$ ) և պայմանական կոշտության  
բարձրացմանը՝ 10,7%-ով, ջերմակայունությանը՝ 20°C-ի դեպքում  
31,98%-ով, 50°C-ի դեպքում 40,52%-ով, 0°C-ում՝ 34%-ով:

### **Պարտանունների և ներկայացվում**

- Յուրաքանչյուր նյութերի ֆիզիկաքիմիական ու սուբստանսիաների  
արդյունքները:

- Բիտումի հատկությունների վրա մոդիֆիկատորի՝ կլինկերային  
ցեմենտի և ՍՏ-ի ազդեցության արդյունքները:

- Մշակված մոդիֆիկացված կոմպոզիցիոն բաղադրախառնուրդների  
օպտիմալ կազմի ընտրությունը:

- Ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունների վրա կոմպլեքս  
մոդիֆիկատորի ազդեցության ու սուբստանսիաների արդյունքները:

### **Յետադուտության արդյունքների հավաստիություններ**

Աշխատանքի հիմնական լաբորատոր ու սուբստանսիաների  
արդյունքները, որոնք կատարված են ՃՃՀԱՅ-ի «Քիմիա, կապակցող  
նյութեր և սիլիկատներ» ամբիոնում, ստացել են իրենց  
նախափորձահավանությունը «Յայաստանի ավտոմոբիլային  
ճանապարհների տնօրինություն» ՊՈԱԿ-ի կողմից, որտեղ  
մոդիֆիկացված բիտումի հենքով պատրաստվել են և ստուգվել  
մշակված ասֆալտբետոնային կազմերը: Յամապատասխան ակտը կցված  
է:

### **Յետադուտության արդյունքների նախափորձահավանություններ**

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են ՃՃՀԱՀ-ի «Քիմիա, կապակցող նյութեր և սիլիկատներ», «Շինարարական նյութերի, իրերի և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիա», «Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիա և կազմակերպում», «Ավտոմոբիլային ճանապարհներ» ամբիոնների համառոտ նիստում, ինչպես նաև Ջերմուկում 2009թ.՝ հոկտեմբերի 15-18 կայացած դոկտորանտների և ասպիրանտների գիտաժողովում:

### **Ատենախոսության հրապարակումները**

Ատենախոսության հիմնական դրույթներն ու հետազոտության արդյունքները հրապարակված են 6 գիտական հոդվածներում:

### **Ատենախոսության կազմը և ծավալը**

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլխից, եզրակացություններից, օգտագործված գրականության ցանկից, որը կազմված է 127 գրական աղբյուրների վրահղումներից: Աշխատանքը շարադրված է 118 լրակազմ համակարգչային էջում, ներառում է 11 նկար և 23 աղյուսակ:

## **Գ Լ ՈՒ Խ 1**

### **ԱՍՖԱԼՏԲԵՏՈՆԱՅԻՆ ՃԱՆԱՊԱՐՀ ԱՃԱՃԿԵՐԻ**

#### **ԿԱՌՈՒՑՎԱՃՔԻ ԵՎ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒՄԻ ԹՅՈՒՆԸ**

Ասֆալտբետոն են անվանում այն արհեստական շինարարական նյութը, որը ստացվում է հատուկ պատրաստված և ռացիոնալ ընտրված հանքային նյութերի (խիճ, ավազ, հանքային փոշի) և բիտումի համասեռ խառնուրդի խտացումից [4, 24, 42, 51]:

Ասֆալտբետոնը ամենատարածված շինարարական նյութերից է: Այն իրենից ներկայացնում է օրգանահանքային կոմպոզիցիոն



Նյութ, որն իր կառուցվածքային առանձնահատկություններով հանդիսանում է ամենաբարդ շինարարական նյութերից մեկը: Ասֆալտբետոնի շինարարատեխնիկական և շահագործողական բնութագրերը կախված են բազմաթիվ գործոններից, որոնցից կարևորագույններն են հանդիսանում ջերմաստիճանի և խոնավության տատանումները: Նշված կախվածությունը կտրուկ տարբերում է ասֆալտբետոնը բազմաթիվ այլ շինարարական նյութերից, որոնք օգտագործվում են ճանապարհածածկերի համար: Ջերմաստիճանի փոփոխության դեպքում ասֆալտբետոնի մեխանիկական հատկությունները էականորեն փոխվում են: Ասֆալտբետոնի սեղմման ամրության սահմանը ցածր՝ բացասական ջերմաստիճաններում (օրինակ  $-35^{\circ}\text{C}$ ) հասնում է 15-20 ՄՊա-ի և ավելի, իսկ բարձր՝ ամառային ջերմաստիճանների դեպքում (օրինակ  $+50^{\circ}\text{C}$ ) նվազում է մինչև 1,0-1,5 ՄՊա [19, 42]:

Շինարարական նյութերի մեծամասնության նման, ասֆալտբետոնը երկարատև կամ պարբերաբար խոնավացման դեպքում, ինչպես նաև փոփոխական տաքացման և սառեցման հետևանքով կրում է մի շարք քայքայիչ ազդեցություններ, որոնք արդյունքում բերում են կառուցվածքային կապերի թուլացմանը, որն էլ իր հերթին նպաստում է ասֆալտբետոնի քայքայմանը տրանսպորտային միջոցների ներգործությամբ: Այդպիսի կախվածությունը կտրուկ դժվարեցնում է ասֆալտբետոնի հատկությունների ուսումնասիրությունը և կարգավորումը [19,31,69,86]:

Ասֆալտբետոնի արտադրության մեջ օգտագործվող նյութերի մեծ բազմազանությունը պահանջում է դրանց առավել մանրակրկիտ ընտրություն (խառնուրդների բաղադրությունները) և տարբեր ասֆալտբետոնե խառնուրդների ավելի տարբերակված կիրառում:

Ասֆալտբետոնի սկզբնական հետազոտությունները, դրա հատկությունների ուսումնասիրությունը և կարգավորումը հիմնականում ընթացել է բաղադրիչների համապատասխան ընտրության ուղով, մասնավորապես՝ հանքային բաղադրիչների հատիկաչափական կազմի ընտրությամբ: Հետագա աշխատանքները հիմնականում ուղղված են եղել օրգանական կապակցող նյութերի և

դրանց հետևյալ փոխազդող հանքային նյութերի ճիշտ ընտրությամբ: Որոշ դեպքերում ասֆալտբետոնի որակի բարձրացմանը հասնում էին ասֆալտբետոնային խառնուրդների բաղադրիչների փոխազդեցությամբ՝ արհեստականորեն բարելաված ճանապարհով, տարբերակով մակերևութային նյութերի օգտագործմամբ, որոնք ձևափոխում են օրգանական կապակցող նյութը (բիտումը) կամ հանքային բաղադրիչների մակերևույթը [3, 8, 10, 30, 52]:

Ասֆալտբետոնի ոլորտում իրականացվող ժամանակակից հետազոտությունների առանձնահատկություննը կայանում է օրգանական կապակցողի և հանքային բաղադրիչների շփման շերտում տեղի ունեցող մոլեկուլային գործընթացների ավելի խորը ըմբռնմամբ, դրանց փոխազդեցությունների կարգավորման միջոցների ուսումնասիրմամբ, կառուցվածքագոյացման և նյութերի հատկություններին վերաբերվող հարցերի ուսումնասիրման մեջ:

### **1.1. Ասֆալտբետոնի կառուցվածքի առանձնահատկությունները**

Ասֆալտբետոնին, դրա ձևավորման ֆիզիկաքիմիական պրոցեսների բարդության հետ կապված, յուրահատուկ են կառուցվածքաքիմիական և ֆիզիկաքիմիական կապերը, որոնք կախված են դրա կազմի մեջ մտնող կապակցող և հանքային նյութերից: Ասֆալտբետոնի հիմնական կառուցվածքագոյացնող տարրը, որն որոշում է դրա հիմնական հատկությունները, հանդիսանում է օրգանական կապակցող նյութը՝ բիտումը: Այն իրենից ներկայացնում է բարդ դիսպերսիոն համակարգ՝ բաղկացած նավթի տարբեր բարձրամոլեկուլային միացություններից, որոնք համաձայն տարբեր հեղինակների [19, 76] տարբերվում են մոլեկուլային զանգվածով և սելեկտիվ լուծիչներում լուծվելու բնույթով: Դրանք բաժանվում են երեք հիմնական խմբերի՝ ասֆալտեներ, խեժեր, յուղեր:

Բացի նշված խմբերից, բիտումում ոչ մեծ քանակությամբ կարող են պարունակվել նաև ասֆալտոգեն թթուներ և դրանց

գոյացություններ, որոնք հանդիսանում են բիտումի առավել մակերևույթային ակտիվ մասը, և կանխորոշում են դրա ակտիվության մակարդակը, այսինքն ասֆալտբետոնի հանքային բաղադրիչների մակերևույթների հետ կապ ունեցողները: Քիմիական միացությունների բոլոր երեք հիմնական խմբերը ներկա են բիտումի բոլոր ձևերում (բնական և նավթային) և տարբերվում են կազմությամբ և հատկություններով:

Ցածր մոլեկուլային միացությունները բիտումում ներկայացված են մեթանային, նավթենային և եթերային ածխաջրերով [43], որոնք ունեն համապատասխան ֆորմուլաներ՝  $C_n \cdot H_{2n+2}$ ,  $C_n \cdot H_{2n}$ ,  $C_n \cdot H_{2n-x}$  որտեղ X-ը փոքր չէ 6-ից: Բիտումների կազմը, կառուցվածքը և հատկությունները հիմնականում որոշվում են հումքի բաղադրությունով և հատկություններով (նավթի բնույթով) և դրավերամշակման տեխնոլոգիական ռեժիմներով [43, 70, 77]: Բիտումների կառուցվածքի մասին տեսությունը մշտապես զարգացել է: Ըստ Ֆ. Ի. Նելենշտեյնի, 1933թ.ին առաջարկված տեսության, որը հետագայում զարգացվել է շատ գիտնականների աշխատանքներում [19,36], բիտումը իրենից ներկայացնում է միցելլար կառուցվածքով կոլոիդ համակարգ ածխաջրային միջավայրում գտնվող ասֆալտենային միջուկով, որը հավասարակշռված է խեժերի ադսորբցիոն շերտով:

Ներկայումս համարվում է, որ բիտումի կառուցվածքն իրենից ներկայացնում է դիսպերս համակարգ, որը տարբեր պայմաններում կարող է գտնվել իրական հեղուկի կամ կոնդենսացիոն ապակենման պինդ ագրեգատային վիճակներում [12, 35, 37, 38, 48, 65, 67]: Բիտումի կառուցվածքային անցումը իրական հեղուկից դիսպերսիայի՝ սկզբում ոչ կառուցվածքայինի, երբ դիսպերս համակարգը ներկայացված է առանձին միավորներով, այնուհետև կառուցվածքայինի՝ կոագուլյացիոն ցանցի տեսքով դիսպերս վիճակով, այնուհետև կոնդենսացիոն կառուցվածքների և ապակենման պինդ ագրեգատային վիճակի հետագա անցումով: Յեղիկների կարծիքով բիտումի կառուցվածքային նման անցումը դիտարկվում է ինչպես ջերմաստիճանի փոփոխության, այնպես էլ

բիտումի խմբային կազմի փոփոխության դեպքում: Բիտումի խմբային կազմը կայուն է [19, 36], այն տարբեր գործոնների ազդեցության տակ, օրինակ՝ ջերմաստիճանի, յուղերը մասնակիորեն վեր են ածվում խեժերի, իսկ խեժերը ասֆալտենների: Նման տիպի փոփոխություններ տեղի են ունենում, մասնավորապես, բիտումի տաքացման դեպքում, ինչպես նաև բիտումի վրա մթնոլորտային գործոնների ազդեցության հետևանքով: Կառուցվածքային տարրերի այդպիսի փոփոխությունները ազդում են բիտումի կառուցվածքի, ամրության և դեֆորմատիվային հատկությունների վրա:

Այն բիտումները, որոնք պարունակում են [76] մեծ քանակով ասֆալտեններ պետք է ունենան համեմատաբար բարձր ամրություն, փխրունություն ցածր ջերմաստիճաններում, քանի որ բարձրանում է բիտումի մածուցիկությունը և փափկեցման ջերմաստիճանը, իսկ այն դեպքում, երբ բիտումում բարձր է յուղերի և խեժերի պարունակությունը, դա ապահովում է բիտումի համեմատաբար բարձր էլաստիկությունը: Այդ բիտումները սառնակայուն են և ջերմակայուն, սակայն դրանց ամրությունը համեմատաբար ցածր է, քան առաջին տեսակի բիտումներինը [76]: Ուսումնասիրելով բիտումում կառուցվածքագոյացման պրոցեսները, հեղինակները [35, 37] առանձնացնում են բիտումի կառուցվածքային երեք յուրահատուկ տիպ՝ կախված կոմպոնենտային կազմությունից և հատկություններից:

Առաջին տիպի կառուցվածք ունեցող բիտումները բնութագրվում են կոագուլյացիոն ցանցի առկայությամբ: Շահագործվող ջերմաստիճանային տիրույթում՝  $-30^{\circ}\text{C}$ -ից մինչև  $+80^{\circ}\text{C}$ , այդ տիպի բիտումները կարող են գտնվել տարբեր ֆիզիկական վիճակներում, ցուցաբերելով էլաստիկ հատկություններ փոքր ծանրաբեռնվածությունների դեպքում, այսինքն տիկսոտրոպ հատկություններ: Այդ բիտումներն ունեն պլաստիկության առավելագույն սահման, այսինքն փափկեցման ջերմաստիճանի և փխրունության տարբերություն:

Նման բնութագիրը, համաձայն որոշ հեղինակների տվյալների [28, 66] նպաստում է ցածր ջերմաստիճանների դեպքում ձևափոխման ունակության աճին, ադիեզիոն հատկությունների և բիտումի երկարակեցության բարձրացմանը:

Երկրորդ կառուցվածքային տիպի բիտումները կոմպոզիցիաներ են, որոնց հիմնական կառուցվածքագոյացնող տարր է հանդիսանում խեժերի վերմոլեկուլային երկրորդական գոյացությունները, վերջինիս հանգույցներում գտնվում են իրար հետ չկապակցված և չփոխազդող ասֆալտեններ: Նման կառուցվածք ունեցող բիտումները ունեն առաձգականության ավելի փոքր սահման, բարձր ամրություն և ցածր ջերմաստիճանների դեպքում և բավականին բարձր ջերմակայունություն:

Երրորդ կառուցվածքային տիպի բիտումները իրենցից ներկայացնում են առանձին ասֆալտեններից և դրանց մակերևույթին նստած խեժերից բաղկացած փոխկապակցված ցանցեր, որոնք ընդգրկում են ողջ համակարգը: Նման բիտումները հանդիսանում են միջանցիկ:

Ըստ Պ. Ա. Ռեբինդերի [64] աշխատանքների՝ բիտումների յուրաքանչյուր կառուցվածքային ձև շահագործման տարբեր ջերմաստիճանի և խոնավության դեպքում ունի դեֆորմատիվ պահվածքի իր յուրահատկությունները, որոնք որոշվում են կառուցվածքամեխանիկական հատկություններով: Ըստ հեղինակի, բիտումահանքային համակարգը պետք է դասվի կոագուլացիոն կառուցվածքների շարքին:

Ասֆալտբետոնի կառուցվածքի ձևավորման մեջ մեծ դեր է կատարում հանքային հենքի կառուցվածքը, որի տակ հասկանում են ասֆալտբետոնի կազմի մեջ մտնող հանքային մասի (հանքային փոշի, ավազ, խիճ) բնութագրերը և փոխադարձ դասավորվածությունը, բիտումի հետ դրանց փոխազդեցության յուրահատկությունները, ինչպես նաև հանքային հատիկների վրա առաջացած բիտումային շերտերի կառուցվածքը:

Ասֆալտբետոնի կառուցվածքի, ինչպես նաև դրա հիմնական հատկությունների վրա, մեծ ազդեցություն է գործում հանքային

նյութերի՝ մասնավորապես հանքային փոշու կառուցվածքը: Հանքային փոշին, համաձայն շատ հեղինակների, [19, 20, 21, 50, 57, 81] սափալ տբետոնի կառուցվածքագոյացնող կարևորագույն բաղադրիչներից է, որը կազմում է հանքային հատիկների ընդհանուր մակերեսի 90-95%-ը:

Բիտումի և հանքային նյութերի փոխազդեցությունը սափալ տբետոնի կառուցվածքագոյացման կարևորագույն գործոններից է: Հանքային փոշու փոխազդեցությունը բիտումի հետ մեծ ազդեցություն է ունենում սորբցիոն պրոցեսների վրա (ֆիզիկական, քիմիական ադսորբցիա, ընտրողական դիֆուզիան և այլն) [6, 19, 27, 50, 63, 70], և սերտորեն կապված է հանքային փոշու կառուցվածքային առանձնահատկությունների հետ: Ֆիզիկական՝ վանդերվալսյան ադսորբցիան, իրականանում է ձգողականության ուժերի ազդեցության տակ, որը հանգեցնում է հանքային մասնիկների վրա բիտումային շերտերի առաջացմանը: Ընդ որում ադսորբվող բիտումի մեջ ոչ մի քիմիական փոփոխություն տեղի չի ունենում: Քիմիական ադսորբցիայի դեպքում (քեմոսորբցիա) մասնիկների մակերևույթի վրա ադսորբցված բիտումը կրում է քիմիական փոփոխություններ: Հեղինակների կողմից հաստատվել է, որ քեմոսորբցիայի առկայության դեպքում, որն ընդգրկում է միայն մոնոմոլեկուլյար շերտը, առկա է նաև ֆիզիկական ադսորբցիա: Այսպիսով բիտում հանքային փոշի դիսպերս համակարգում, կառուցվածքային առավելագույն մակարդակը կախված է այդ նյութերի միջև գոյացող կապերի բնույթից: Ի. Մ. Բորչչի և համահեղինակների [15] կողմից բինար խառնուրդներում տեղի ունեցող ֆիզիկաքիմիական պրոցեսների ուսումնասիրությունները բացահայտել են, որ հանքային փոշու կառուցվածքագոյացնող դերի վրա մեծ ազդեցություն է ունենում դրա ծակոտկենությունը, հատիկաչափական կազմը: Հեղինակները պարզել են, որ բիտումի և հանքային նյութերի փոխազդեցությունը, մասնավորապես հանքային փոշու հետ, հանդիսանում է բիտումի կազմի ընտրողական դիֆուզիան հանքային մասնիկների ծակոտիներում: Ունենալով բավականին բարձր ադսորբցիոն

պրտենցիալ , միկրոծակոտիները կլանում են բիտումի մակերևութային ակտիվ բաղադրիչների հիմնական մասը, որի շնորհիվ հանքային մասնիկների մակերևութային միկրոծակոտիներում կուտակվում է խեժերի զգալի քանակություներ, իսկ յուղերի մի մասը ընտրողական դիֆուզիայի շնորհիվ թափանցում են նյութերի մեջ:

Ասֆալտբետոնում հանքային փոշու մեծ տեսակարար մակերեսով է պայմանավորված դրա ակտիվ կառուցվածքագոյացնող դերը: Որքան ավելի մեծ է տեսակարար մակերեսը, այնքան ավելի լավ է ի հայտ գալիս այդ նյութի կառուցվածքագոյացնող ունակությունը: Սակայն ըստ որոշ հեղինակների տվյալների [15, 17, 35, 60, 67], պետք է նկատի ունենալ այն, որ հանքային փոշու շատ բարձր դիսպերսությունը հաճախ չի իրականացվում ամենափոքր մասնիկների ագրեգատացման հետևանքով: Կազմավորող ագրեգատները ոչ միայն իջեցնում են փոշու արդյունավետ տեսակարար մակերեսը, այլև հանգեցնում են ասֆալտբետոնի խտության և քայքայման դեմ դիմադրողականության իջեցմանը: Այդ փոշու պատճառով դիսպերսության օպտիմալ տեսակարար մակերես է համարվում 4000 - 5000 սմ<sup>2</sup>/գր: Ավազային ասֆալտբետոնում հանքային հենքի կարևոր բաղկացուցիչ մաս է հանդիսանում ավազը, որի պարունակությունը ասֆալտբետոնում կազմում է ընդհանուր ծավալի 80-85%-ը [13, 14, 75]:

Ավազի հատիկները (մասնիկների չափսերն ընդունվում են 0,05-5 մմ, չնայած իրականում դրանք կազմում են 0,14-5 մմ, քանի որ 0,1 մմ-ից փոքր մասնիկները նկատելիորեն կառուցվածքայնացնում են բիտումը), կազմելով ասֆալտբետոնի ծավալի հիմնական մասը, լցնելով խճի ավելի խոշոր մասնիկների միջև եղած տարածությունը, դրանց հետ միասին կազմում են ասֆալտբետոնե կառուցվածքի ամուր կմախքային կարկասը:

Բիտումահանքային կոմպոզիցիաների բաղադրիչների կառուցվածքագոյացնող դերի հետագա բարելավման խնդիրներին են նվիրված բազմաթիվ հետազոտություններ [19, 20, 26, 35, 52, 58, 72, 88]: Այդ հետազոտությունները նվիրված են բիտումի և հանքային

Նյութերի կառուցվածքի կատարելագործմանը՝ ֆիզիկաքիմիական ակտիվացման միջոցով, որի դեպքում փոխազդող բաղադրիչների բնույթի արհեստական փոփոխության արդյունքում հասնում են ասֆալտբետոնում կառուցվածքագոյացման ինտենսիվացմանը և ուղղորդվածությանը:

Բիտումի ձևափոխությունը (մոդիֆիկացումը) բարելավում է դրա հատկությունները, որն էլ իր հերթին բերում է հանքային նյութերի հետամուր կցորդմանը: Հեղինակների կարծիքով, նման արդյունքի կարելի է հասնել բիտումի կազմի մեջ քիմիական միացությունների՝ մակերևութաակտիվ նյութերի (ՄԱՆ), ինչպես նաև ակտիվացուցիչների և պլաստիֆիկատորների ավելացմամբ [5, 11, 18, 25, 32, 56, 62, 106, 108, 121]: Համաձայն հեղինակների, մակերևութաակտիվ նյութերի ազդեցությունը արտահայտվում է նրանով, որ այդ նյութերը ադսորբվելով շերտերի տարանջատման մակերևույթին, իջեցնում են միջշերտային մակերևութային էներգիայի ավելցուկը: Ունենալով դիֆիլային (երկդիմի) բնույթ՝ ՄԱՆ-ը շերտերի տարանջատման գոտում ադսորբվելիս ստեղծում են ուղղորդված մոլեկուլների շերտեր:

Ցույց է տրված, որ տարբեր բնույթի ՄԱՆ-ի համատեղ օգտագործման դեպքում առաջանում են անտագոնիզմի և սիներգիզմի երևույթներ [87]: Հեղինակը բացահայտել է, որ անիոնային ՄԱՆ-ով ակտիվացված հանքային փոշու և կատիոնային ՄԱՆ-ով ակտիվացված բիտումի համատեղ օգտագործման դեպքում (դրանց օպտիմալ քանակության պայմանով) հասնում են սիներգիզմի զգալի արդյունքի, որի դեպքում ՄԱՆ-ի մի խմբի ազդեցությունը ուժեղանում է մյուսով: Միաժամանակ ՄԱՆ-ի խմբերից մեկի տոկոսային հարաբերության աճը հանգեցնում է բացասական արդյունքի՝ անտագոնիզմի:

Հանքային մասնիկների նոր առաջացած բարձրակտիվ մակերեսների, մեխանիկաքիմիական գործընթացների արդյունքում ի հաշիվ ձևափոխված բիտումի քեմոսորբցիոն փոխազդեցությանը, ադսորբցիոն կենտրոնների հետ առաջանում է



բարձրակարգուցվածքային բիտումի բարակ շերտ, որը կատարում է կարուցվածքամեխանիկական արգելքի դեր [19, 35, 47, 73, 110- 112, 120]:

Մեխանիկաքիմիական ակտիվացման եռթյունը կայանում է նրանում, որ հանքային նյութերի մանրացման պրոցեսում (հանքային փոշի, խիճ, ավազ) դրանք մշակվում են ակտիվացնող խառնուրդով, որը բաղկացած է բիտումից և ՄԱՆ-ից: Ընդ որում հանքային նյութի հատկկների վրա գոյանում է բարձրակարգուցվածքային բիտումի նախնական շփման շերտ, որը փոխում է ինչպես հանքանյութի այնպես էլ ասֆալտբետոնի հատկությունները:

Այսպիսով բերված գրականության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ բիտումահանքային միացությունների (ասֆալտբետոն) կարուցվածքը լիովին կախված է դրա բաղադրիչների կարուցվածքից՝ բիտումի և հանքային նյութի փոխազդեցության առանձնահատկություններից:

Հանքային կմախքը, մասնավորապես հանքային փոշին, ի շնորհիվ իր բարձր զարգացած մակերևույթի հանդիսանում է ասֆալտբետոնի ակտիվ բաղադրիչ, որը մեծ ազդեցություն ունի ասֆալտբետոնի կարուցվածքային մասնիկների միջև առաջացող կապերի վրա: Միկրոխորշերի առկայությունը, զգալիորեն փոխում է հանքանյութի և բիտումի փոխազդեցության պայմանները, որոնք մի կողմից պայմանավորված են ադսորբենտի կարուցվածքի և մակերևույթի բնույթով, մյուս կողմից բիտումի խմբային կազմով և ակտիվությամբ:

Հետևաբար, բիտումահանքային կարուցվածքի բնույթը և բաղադրիչների փոխազդեցության յուրահատկությունները, դրանց կախվածությունը տարբեր գործոններից, հիմք է հանդիսանում կարուցվածքագոյացման պրոցեսներում ճիշտ կողմնորոշման և կոմպոզիտի կարուցվածքի, հետևաբար նաև դրա հատկությունների ուղղորդված կարգավորման ուղիների բացահայտման համար:

## **1.2. Ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունների կախվածությունը**

## տաբբեր գործոններից

Ասֆալտբետոնի շինարարատեխնիկական հատկությունների վրա ազդող բազմաթիվ գործոններից գլխավորը հանդիսանում է բիտումահանքային կոմպոզիցիայի կառուցվածքը, որն իր հերթին կախված է օգտագործվող նյութերի հատկություններից և հիմնականում պայմանավորված է բիտում հանքանյութ կոնտակտային գոտում ստեղծված ադիեզիոն և կոհեզիոն կապերով [19, 36, 39, 46, 52, 54, 60, 72, 82, 104, 113, 114]:

Ասֆալտբետոնը, լինելով առաձգականացրած ցիկապլաստիկ նյութ, լարվածադեֆորմացված վիճակում բնորոշվում է բարդ կառուցվածքամեխանիկական մի շարք հատկություններով՝ ամրությամբ, ճկունությամբ, մածուցիկությամբ, սահքակայունությամբ, ռելաքսացիոն լարվածությամբ և այլն [33, 34, 44, 59]: Դրանք էլ պայմանավորում են դրա հիմնական շահագործողական բնութագրերը, այսինքն՝ դեֆորմացիոն կայունությունը առավել բարձր և ցածր ջերմաստիճաններում:

Վերը նշված հատկություններից առավել կարևոր են համարվում ասֆալտբետոնի ամրությունը, դեֆորմացիոն և կոռոզիոն հատկությունները, որոնք սերտորեն կապված են մեկը մյուսի հետ: Ամրությունն է հիմնականում որոշում ասֆալտբետոնի դեֆորմացիոն կայունությունը (սահքակայունությունը՝ բարձր ջերմաստիճաններում և ճաքակայունությունը՝ ցածր ջերմաստիճաններում) [19, 35, 46, 50] և դրա կոռոզիոն կայունությունը՝ ջերմաստիճանի և խոնավության ռեժիմների տատանման դեպքում, այսինքն՝ ասֆալտբետոնի երկարակեցությունը: Ջերմաստիճանի տատանումից սեղմման ամրության սահմանը բնութագրում է ասֆալտբետոնի ջերմակայունությունը:

Ասֆալտբետոնի ամրության վրա ազդող հավելյալ գործոն է հանդիսանում ջերմաստիճանը, որի դեպքում որոշվում է դեֆորմացման արագությունը, ճնշման ազդեցությունը և բնույթը: Այս գործոններից առաջինը ասֆալտբետոնի ջերմակայունությունն

Է, և որքան այն բարձր է այնքան ասֆալտբետոնը ավելի կայուն է ջերմաստիճանային փոփոխությունների նկատմամբ, իսկ երկրորդ գործոնը՝ ասֆալտբետոնի ռեոլոգիական հատկությունն է, այսինքն ժամանակի ընթացքում դեֆորմացիաների առաջացումը և զարգացումը:

Ասֆալտբետոնի ամրության ու դեֆորմացիոն կայունության մեծ կախվածությունը ջերմաստիճանից և խոնավությունից այս նյութի հիմնական թերություններն են: Հայտնի է, որ ջերմաստիճանի բարձրացմամբ նվազում է բիտումի մածուցիկությունը, որը նպաստելով հանքամասնիկների միջև եղած կապերի թուլացմանը բերում է ամրության և սահքակայունության նվազեցմանը: Դրա հետևանքով ճանապարհածածկերի վրա առաջանում են պիքներ և գոգավորություններ: Ինչքան մեծ է բիտումի մածուցիկությունը դրական ջերմաստիճաններում, այնքան բարձր է կցորդումը՝ հետևաբար բարձր է ասֆալտբետոնի ամրությունը, և հակառակը: Բացասական ջերմաստիճանների դեպքում մածուցիկության աճը բերում է ասֆալտբետոնի բեկունության ջերմաստիճանի բարձրացմանը, այսինքն բիտումի մածուցիկապլաստիկ վիճակում գտնվելու ջերմաստիճանային սահմանի նվազեցմանը: Այն նպաստելով դրա ծերացմանը, բացառաբար է անդրադառնում ասֆալտբետոնի շահագործողական հատկությունների վրա՝ նվազում է մեխանիկական ամրությունը, բարձրանում է ճաքագոյացումը, մեծանում են դեֆորմացիաները:

Ցածր ջերմաստիճաններում, երբ ճանապարհածածկը գտնվում է բավականին բարձր ձգվող լարումների տակ, ասֆալտբետոնի (բիտումի) մածուցիկապլաստիկ և էլաստիկ հատկությունների վրա մեծ ազդեցություն է ունենում հանքանյութի մակերեսին գտնվող բիտումի շերտի հաստությունը և դրանց փոխազդեցության առանձնահատկությունները:

Ապացուցված է, որ ինչքան փոքր է միջտարածքային ծավալային (ազատ) բիտումի շերտի հաստությունը, այնքան բարձր են փոխազդեցության մոլեկուլյար ուժերը, մեծ է համակարգի մածուցիկությունը, հետևաբար բարձր է ասֆալտբետոնի

ամրությունը: Բիտումի ծախսի բարձրացումը օպտիմալ քանակից և դրա ցածր մածուցիկությունը, որոշ դեպքերում բերում է ասֆալտբետոնի ամրության նվազեցման: Դա բացատրվում է նրանով, որ բիտումի ավելցուկը նպաստում է ասֆալտբետոնի մնացորդային ծակոտկենության իջեցմանը, հետևաբար՝ նվազում է դրա ջրահագեցումը և ուռչումը, միաժամանակ բարձրանում է հանքային կմախքի ծակոտկենությունը: Վերջինս նպաստում է ազատ բիտումի քանակի մեծացմանը, որն իր հերթին իջեցնելով հանքային խառնուրդի ներքին շփման գործակիցը, բերում է կառուցվածքային կապերի թուլացման և կցորդման աստիճանի նվազեցման, հետևաբար ասֆալտբետոնի կառուցվածքամեխանիկական հատկությունների իջեցման: Ինչքան բարձր է ազատ բիտումի քանակը, այնքան ցածր է ասֆալտբետոնի ամրությունը, մեծ է թերմիկ ընդարձակման գործակիցը, բարձր են դեֆորմացիաները, հետևաբար՝ ցածր են ասֆալտբետոնի ճաքակայունությունը և բացասական ջերմաստիճաններում և սահքակայունությունը՝ բարձր ջերմաստիճաններում: Որքան մեծ է մնացորդային ծակոտկենությունը (բարձր է դրա ջրահագեցումը), այնքան արագ է կատարվում բիտումի (ասֆալտբետոնի) ծերացումը: Մնացորդային ծակոտկենության իջեցումը և ազատ բիտումի բարձրացումն ունի իր բացասական ազդեցությունը, քանի որ այս դեպքում բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում, բիտումը ընդարձակվելով դուրս է գալիս ճանապարհածածկի մակերևույթի վրա:

Ջերմաստիճանի լայն տիրույթում ասֆալտբետոնի ամրության, ինչպես նաև տատանվող ջերմաստիճանի և խոնավության պայմաններում կոռոզիայի կայունության վրա ազդող գործոնների բազմազանությունից, [20, 35, 50, 70] որոշիչ գործոն է բիտումի հանքային փոշի բիտար համակարգի կառուցվածքը, որը կանխորոշվում է բիտումահանքային միացությունների բաղադրիչների փոխազդեցության առանձնահատկություններով: Յամաձայն Պ.Ա. Ռեբինդերի [64], դիսպերս համակարգում կոագուլացիոն կառուցվածքների առաջացման ժամանակ, համեմատաբար թույլ մոլեկուլային փոխազդող ուժերի հաշվին,

ստացվում է ոչ ամուր կոմպոզիտ, իսկ կոնդենսացիոն կառուցվածքի դեպքում՝ կցորդումը պայմանավորված է կառուցվածքային տարրերի միջև քիմիական կապերով և ապահովում է համակարգի բարձր ամրություն:

Ասֆալտբետոնի կառուցվածքամեխանիկական հատկությունների վրա մեծ ազդեցություն ունեն բիտում հանքանյութ կոնտակտային գոտում տեղի ունեցող ֆիզիկամեխանիկական և քիմիական պրոցեսները:

Ապացուցված է, որ կոնտակտային գոտու կցորդման ամրությունը կախված է հիմնականում բիտումի ակտիվությունից և հանքային մասնիկների մակերևույթի բնույթից՝ դրանց քիմիկամիներալոգիական կազմից [70]: Եթե կցորդումը կախված է բիտումի մածուցիկությունից, ավելի ստույգ դրա կոհեզիոն ամրությունից, բիտում հանքային փոշու հարաբերությունից, ինչպես նաև բիտում հանքանյութ փոխազդեցության բնույթից, ապա ներքին շփման անկյան մեծությունը, ըստ հեղինակների [20, 37, 60, 77, 118-121], կախված է ինչպես բիտումի քանակից և մածուցիկությունից, այնպես էլ հանքախառնուրդի հատիկային կազմից, դրանց արտաքին տեսքից և մակերևույթների բնույթից:

Բիտումներում մակերևութաակտիվ միացությունների (ասֆալտագենային թթուների և դրանց անհիդրիտների) առկայությունը, որոք պատկանում են անիոնաակտիվ խմբերին, ապահովում են բիտումի կցորդումը հիմնային բնույթի հանքային մասնիկների հետ [5, 19, 35, 115]: Այդպիսի հանքանյութի բարձր ակտիվությունը, այսինքն դրա մակերևութային բավականին բարձր դրական պոտենցիալը ( $Ca^{2+}$  կամ  $Mg^{2+}$  կատիոնների տեսքով), հետևաբար մեծ քանակությամբ ադսորբցիոն կենտրոնների առկայությունը, պայմանավորում են դրանց քեմոսորբցիոն փոխազդեցության ունակությունը բիտումի հետ: Նման քիմիական փոխազդեցությունների հետևանքով, ի հաշիվ դիֆուզիասուլվատային բիտումի բարակ թաղանթների գոյացման, մի կողմից կտրուկ մեծացնում է բիտումի կոհեզիան, իսկ մյուս կողմից առաջանում են ամուր քեմոսորբցիոն կապեր, որոնք ամուր

պահպանում են բիտումի շերտը հանքանյութի մակերևույթի վրա: Կոնտակտային գոտում կցորդման կապերի ու ժեղացումը բերում է ադիեզիոն ամրության բարձրացման, որը նպաստում է ասֆալտբետոնի ամրության աճին:

Քեմոսորբցիոն փոխազդեցության շնորհիվ, ի հաշիվ բավականին ջրակայուն օճառադիպ միացությունների՝ կալցիումի կամ մագնեզիումի օլեատների գոյացման, կատարվում է հանքանյութի մագնիտների և ծակոտիների փակում, որը որոշ չափով կարգավորում է բիտումի բաղադրիչների ընտրողական ֆիլտրացումը, հետևաբար պահպանվում են բիտումի (ասֆալտբետոնի) առաձգական ճկալաստիկ հատկությունները, այսինքն դրա բավականին բարձր ջրա-, ջերմա-, սառնակայունությունը, որոնք ապահովում են ասֆալտբետոնի բարձր դեֆորմացիոն կայունությունը:

Ասֆալտբետոնի ամրության և դեֆորմացիոն բնութագրերի կարևոր ցուցանիշ է հանդիսանում բաղադրիչների ներքին շփման անկյան մեծությունը: Ինչքան բարձր է այդ ցուցանիշը, այնքան մեծ է ասֆալտբետոնի ամրությունը: Ցածրալաստիկ նյութերի համար, որոնց շարքին է պատկանում ասֆալտբետոնը, ամրության և դեֆորմացիոն հատկությունների կախվածությունը կցորդման և ներքին շփման անկյան ցուցանիշներից լիովին նկարագրում է Մոռի ամրության տեսությունը: Ըստ այդ տեսության նյութի դիմադրողականությունը մինչև առաձգականության սահման որոշվում է միայն դրա մասնիկների միջև կցորդմամբ: Առաձգականության սահմանից հետո դիմադրողականությունը պայմանավորված է ոչ միայն դրա մասնիկների կցորդմամբ, այլ նաև դրանց միջև ստեղծվող ներքին շփմամբ: Ընդ որում կցորդումը հիմնականում կախված է բիտումի մածուցիկությունից (կոհեզիոն ամրությունից), բիտում հանքային փոշու հարաբերությունից, բիտում հանքանյութ փոխազդեցության բնույթի քանակից և մածուցիկությունից, ինչպես նաև հանքախառնուրդի հատկային կազմից, դրանց արտաքին տեսքից և մակերևույթների բնույթից:

Օգտագործվող մասնիկների չափերի ավելացմամբ մեծանում է ներքին շփման անկյունը: Հետևաբար ասֆալտբետոններում սուր անկյունն ավազի և խճի կիրառումը նպաստում է դրա ամրության և դեֆորմացիոն կայունության բարձրացմանը:

Վերը նշվածից կարելի է եզրակացնել, որ ազատբիտումի քանակի մեծացումը և մածուցիկության իջեցումը բերում են ոչ միայն ներքին շփման անկյան, այլ նաև կցորդման նվազեցմանը, որն էլ իր հերթին նպաստում է ասֆալտբետոնի ամրության և դեֆորմացիոն կայունության կտրուկ իջեցմանը:

Որքան ցածր է փխրունության ջերմաստիճանը, այնքան մեծ է ջերմաստիճանային տիրույթը, որում բիտումը գտնվում է մածուցիկապես աստիկ վիճակում, հետևաբար ասֆալտբետոնի ճանապարհաշահագործողական հատկությունները ավելի բարձր են [37, 54, 55, 120, 121]: Ցածր ջերմաստիճանների դեպքում, երբ ծածկույթի վրա ազդում են ձգման զգալի ուժեր, ասֆալտբետոնի մածուցիկապես աստիկ և էլաստիկ հատկությունների վրա մեծ ազդեցություն ունի բիտումային շերտերի հաստությունը, որոնցով կապված են հանքային մասնիկները և դրանց փոխազդեցության առանձնահատկությունները [19, 46, 103, 107, 114, 120]: Ցույց է տրված, որ ծավալային (ազատ) բիտումի շերտի հաստության փոքրացմամբ աճում են փոխազդող մոլեկուլային ուժերը և համակարգի մածուցիկությունը, ինչի հետևանքով կառուցվածքը դառնում է ավելի ամուր:

Ա. Ս. Կոլբանովսկու հետազոտությունները [19, 35, 37] բացահայտել են, որ բարակ շերտերում նստած բիտումի հատկությունները վրա մեծ ազդեցություն է թողնում հանքային մասնիկի մակերևույթի բնույթը և բիտումի ակտիվությունը:

Բիտումի ոչ բավարար ակտիվությունը թթվային հանքանյութերի նկատմամբ, համաձայն հեղինակների, լրացվում է մակերևութաակտիվ հավելանյութերի ավելացմամբ, որոնք ձևափոխում են բիտումի կառուցվածքի և հանքային մասնիկների մակերևույթը: ՄԱՆ-երի հետմիասին օգտագործվում են ակտիվացնող հավելանյութեր մասնավորապես՝ կիր և ցեմենտ [13, 14, 52, 72, 75]: Կրի

առկայ ու թյան դեպքում հանքային մասնիկների ակտիվացման մեխանիզմի էությունը կայանում է ավազահատիկի նոր մակերևույթների բացման մեջ, ինչն էլ հանգեցնում է բիտումի և հանքային մասնիկների կցորդման ուժերի ամրացմանը, որը բնութագրվում է ավելի բարձր ամրություն, ջերմա-, ջրա-, սառնակայունությամբ:

Ասֆալտբետոնի ամրության և դեֆորմացիոն բնութագրերի վրա ազդող կարևոր ցուցանիշ է ներքին շփման մեծությունը: Որքան բարձր է այդ մեծությունը, այնքան բարձր է ասֆալտբետոնի ամրությունը [19]:

Ցույց է տրված, որ պլաստիկ դեֆորմացիաների առաջացման նկատմամբ ծածկույթը կայուն է [28, 29], եթե ասֆալտբետոնի ամրությունը բավարարում է հետևյալ պայմաններին՝

2օհլ

$$R_{հաշվ} = \frac{2\sigma_{հլ}}{Dtg(\varphi/4 + \varphi/2)} \quad (1.1)$$

որտեղ՝

$\sigma$ -ն ծածկույթի վրա ազդող հաշվարկային լարվածությունն է,

$\lambda$ -ն զուգահեռ և ուղղահայաց լարվածությունների համատեղ ազդեցությունը հաշվի առնող գործակից է (արգելակման հատվածների համար հասնում է 2,5-3,0),

D-ն անիվի հետքի տրամագիծն է,

$\varphi$  – ն ասֆալտբետոնի ներքին շփման անկյունն է:

Բերված բանաձևից երևում է, որ ասֆալտբետոնի շերտի հաստության ավելացմամբ ավելանում է դրա ամրությունը, որը ապահովում է համապատասխան սահքակայունություն: Տվյալ պայմանը գործում է մինչև ասֆալտբետոնի շերտի որոշակի հաստության դեպքում, որը կազմում է մոտավորապես 10-12սմ: Հաստության հետագա ավելացման դեպքում դրա կայունությունը սահքի դեֆորմացիայի առաջացման հետևանքով բարձրանում է: Սահքակայունության բարձրացումը ներքին շփման անկյան մեծացման դեպքում ( $\varphi$ ), իրենից ներկայացնում է ուղղություն, որը զարգացվել է բազմաթիվ հետազոտողների կողմից [7, 9, 33, 59]: Այդ



բնագավառում ասֆալտետոնի դեֆորմատիվության  
ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ սեղմող  
լարումների ադդեցության տակ առաջացող ճաքերը կանխելու համար  
անհրաժեշտ է, որպեսզի ասֆալտետոնը ունենա ցածր  
ջերմաստիճաններում առանց քայքայման դեֆորմատիվության  
ունակություն:

Ասֆալտետոնի դեֆորմացիոն ունակությունը մեծ մասամբ  
պայմանավորված է ցածր ջերմաստիճաններում բիտումի  
հատկություններով, հանքային նյութերով, բիտումի  
կառուցվածքայնացման աստիճանով (հիմնականում հանքային փոշի)  
և ասֆալտետոնի կառուցվածքի համասեռությամբ [13, 14, 40, 79, 105,  
116]: Ցածր ջերմաստիճաններում բարձր մածուցիկությամբ  
ասֆալտետոնը անկայուն է ճաքերի առաջացման նկատմամբ,  
այսինքն ավելի կայուն ասֆալտետոնների ստացման համար  
պահանջվում է ցածր մածուցիկությամբ բիտումներ:

Սահմանված է, որ ասֆալտետոնի անհրաժեշտ  
դեֆորմատիվության ապահովման համար, այսինքն բարձր  
ջերմաստիճաններում՝ սահքակայունության և ցածր  
ջերմաստիճաններում՝ ճաքակայունության համար անհրաժեշտ է,  
որպեսզի բիտումը լայն շահագործման ջերմաստիճանային  
տիրույթում պահպանի բավարար մածուցիկություն,  
էլաստիկություն և պլաստիկություն [13, 14, 19, 35, 36, 37]: Նշված  
հատկությունները բիտումը ձեռք է բերում  
կառուցվածքագոյացման բարձր աստիճանում: Ընդ որում այն  
ասֆալտետոնները, որոնցում բիտում հանքային փոշի  
հարաբերակցությունները քիչ են, բնութագրվում են ցածր  
դեֆորմատիվ ունակությամբ, իսկ հանքային փոշու քիչ  
պարունակության դեպքում՝ ասֆալտետոնները առավել կայուն են  
ճաքերի առաջացման նկատմամբ:

Ասֆալտետոնային ծածկերի վերջին տարիների  
հետազոտությունները և շահագործման փորձերը ցույց են տալիս,  
որ բիտումահանքային կոմպոզիցիաների երկարակեցության և  
որակի բարձրացման մասնավորապես՝ ջերմակայունության

բարձրացման արդյունավետ ճանապարհներից է հավելանյութ արվիմերների՝ կառուչուկի, ռետինե փոշու, լատեքսների Էպոքսիդային խեժերի ներմուծումը [22, 23, 36, 53, 74, 117]:

### **1.3. Ասֆալտետոնային խառնուրդները և դրանց հատկությունների բարելավումը հավելանյութերի հիման վրա**

Ասֆալտետոնի կառուցվածքամեխանիկական հատկությունների բարելավման խնդիրը հիմնականում կապված է դրա բաղադրիչների միջև եղած անհամատեղության նվազեցման և ադիեզիոն փոխազդեցության ուժեղացման, այսինքն՝ բիտում հանքանյութի կցորդման աստիճանի բարձրացման հետ: Ելակետային նյութերի որակական բնութագրերի արհեստական լավացումը, այսինքն՝ բիտումի և հանքային նյութերի կառուցվածքների մոդիֆիկացումը (ձևափոխումը), բերելով բաղադրիչների փոխազդեցության բնույթի արհեստական փոփոխման, նպաստում է այդ պրոցեսների ինտենսիվացմանը և ուղղորդված կառուցվածքագոյացմանը, որոնք իրենց հերթին բարելավում են ասֆալտետոնի հատկությունները:

Ասֆալտետոնի բաղադրիչների ակտիվության բարձրացման ուղիներից են՝ քիմիական և ֆիզիկաքիմիական ձևափոխությունները, որոնց դեպքում, ի հաշիվ միջֆազային մակերևույթերի մոլեկուլյար բնույթների ձևափոխման, բարելավում են բիտումի և հանքային նյութերի փոխազդեցության պայմանները:

Քիմիական և ֆիզիկաքիմիական ակտիվացման հիմքում դրված է մակերևութաակտիվ նյութերի օգտագործումը: Քիմիական մոդիֆիկացման դեպքում մակերևութաակտիվ նյութը ներմուծվում է բիտումի հալման ընթացքում, իսկ ֆիզիկաքիմիական ակտիվացման ժամանակ քիմիական մոդիֆիկացումը համատեղվում է նոր գոյացող մակերեսների առաջացման հետ:

Բիտումները չեն համապատասխանում բոլոր այն պահանջներին, որոնք անհրաժեշտ են ճանապարհային շինարարության համար: Գնահատականները արտադրության հույսերը և դրանց

ստացման տեխնոլոգիաները թույլ չեն տալիս ողջ ծավալով ապահովել ջերմակայունությունը, էլաստիկությունը, ճաքակայունությունը և բիտումների անհրաժեշտ ադիեզիան քարանյութերի մակերեսների նկատմամբ: Աշխարհում անց են կացվել և անց են կացվում բազմաթիվ ուսումնասիրություններ [49, 63] բիտումների որակը բարելավելու համար:

Օրգանական կապակցող նյութերի հատկությունների լավացման համար ավելացնում են համապատասխան հավելանյութեր [49, 63]:

Ջրիկացնող հավելանյութերն ավելացվում են օրգանական կապակցող նյութերի մածուցիկությունը նվազեցնելու համար: Ճանապարհային հեղուկ բիտումները ստացվում են ջրիկացնելով մածուցիկ բիտումները: Որպես նման հավելիչներ օգտագործվում են լիգրոին, կերոսին, նավթ, մազուլ, հեղուկ կրեկինգ մնացորդներ, անտրացենային յուղ և այլն: Ջրիկացնող նյութի օպտիմալ քանակությունը որոշվում է լաբորատորիայում փորձնական ճանապարհով, կախված պահանջվող մածուցիկությունից և կարող է տատանվել 2-50%-ի սահմաններում:

Պլաստիկացնող հավելանյութերը՝ պլաստիֆիկատորները ավելացվում են կապակցող նյութին փխրունություն նվազեցման և առավել պլաստիկություն տալու նպատակով: Պլաստիֆիկատորին ներկայացվող կարևորագույն պահանջ է հանդիսանում դրա լուծելիությունը և համատեղելիությունը պլաստիֆիկացվող նյութի հետ: Որպես պլաստիֆիկատոր օգտագործվում են կանաչ յուղ, մազուլ, գուդրոն, անտրացենային յուղ: Նշված պլաստիֆիկատորները հանդիսանում են միաժամանակ նաև լուծիչներ (ջրիկացնողներ) և դրանց պարունակությունը տատանվում է 2-40%:

Կաչունությունը՝ կցորդումը (ադիեզիան) լավացնող հավելիչները ավելացվում են անմիջապես բիտումին և հանքային խառնուրդին: Ադիեզիան բացատրվում է բիտում քարային նյութ ֆազերի բաժանման մակերեսին երկակի շերտի առաջացմամբ: Յիմնային կարբոնատային ապարների (կրաքարեր, դոլոմիտներ) մեծամասնությունը ունեն դրական լիցք, թթվայինները՝ (գրանիտ,

կվարցիտ) բացասական: Բիտումների կազմում գերակշռում են անիոնաակտիվ նյութերը: Ադիեզիայի տեսանկյունից, բիտումի լավ կաչումը կրաքարին բացատրվում է քարանյութի և բիտումի կոմպոնենտների մակերևութային տարբեր բևեռայնությամբ, վատ կաչումն ունեցողը գրանիտի հետ՝ նույնաբևեռությամբ: Բացի այդ, տեղի ունի քեմոսորբցիա (քիմիական փոխազդեցություն) ակտիվ ֆունկցիոնալ խմբերի և կալցիումի ու մագնեզիումի կարբոնատների հետ, որի հետևանքով առաջանում են կալցիումային օճառների նման մակերևութային միացություններ: Այսպիսով, բիտումի մեջ հավելիչների ավելացումը, որոնք պարունակում են բևեռային խմբեր, ավելացնում են բարձրամոլեկուլային միացությունների օղակների շարժունությունը, որն էլ նպաստում է դրա ամուր կցորդմանը քարանյութերի հետ: Նման հավելանյութերը հանդիսանում են մակերևութաակտիվ նյութեր (ՄԱՆ):

Մակերևութաակտիվ նյութերի մոլեկուլները բաղկացած են երկու մասից՝ բևեռային և ոչ բևեռային: Բևեռային մասը օժտված է դիպոլային մոմենտով: Նման բևեռային խմբերին են պատկանում -OH, -COOH, -NH<sub>2</sub>, -H և այլն: Այդ խմբերը հիդրոֆիլ և ռեակցիոնունակ են, ունեն ավելի արտահայտված ուժային դաշտ և պայմանավորում են քարային նյութի հետ լավ կցորդում: Ոչ բևեռային մասը ակտիվ չէ, հիդրոֆոբ է և բաղկացած ածխաջրածնային շղթայից (օրինակ CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub>-) կամ արոմատիկ ռադիկալից, օժտված է թույլ ուժային դաշտով:

Ըստ քիմիական մոդիֆիկացման բիտումի ակտիվացման համար օգտագործվող մակերևութաակտիվ նյութերը լինում են երկու տեսակ՝ անիոնաակտիվ և կատիոնաակտիվ [25]:

Առաջին տեսակին պատկանում են կարբոնաթթուները և դրանց աղերը, ցածր և հողալ կալիական մետաղների աղերը, ֆենոլները, իսկ երկրորդ տեսակին՝ ամինները, բարձրագույն աղերը: Ընդ որում, առաջին տեսակի նյութերը կիրառվում են այն դեպքում, երբ հանքանյութը հիմնային բնույթի է, իսկ երկրորդ տեսակի նյութերը՝ թթվային բնույթի հանքանյութերի օգտագործման դեպքում:

Այս նյութերի օգտագործման դեպքում փոփոխվում է բիտումի մոլեկուլյար բնույթը, որն արտահայտվում է կոհեզիոն ամրության աճով: Այսինքն՝ ի հաշիվ բիտումի մոլեկուլների ներքին կցորդման բարձրացման, կատարվում է բիտումի հատկությունների բարելավում՝ մեծանում է ասեղի խորասուզման աստիճանը, ձգելիությունը և բարձրանում փափկեցման ջերմաստիճանը, որոնք իրենց հերթին նպաստում են ասֆալտբետոնի ամրության և սահքակայունության աճին:

Մակերևույթային նյութերի դրական դերը ասֆալտբետոնի հատկությունների վրա [41, 45, 61, 64], բացատրվում է դրանց մոլեկուլների դեֆիլային բնույթով, այսինքն՝ մոլեկուլը բաղկացած է երկու մասից՝ ակտիվ բետային հիդրոֆիլ խմբից և ոչ ակտիվ խմբից: Նման ոչ սիմետրիկ մոլեկուլների ադսորբցման բիտումի և հանքանյութի միջմակերևույթային տարածքում առաջանում է կողմնորոշված մանր կամ բազմամոլեկուլների շերտ (սուլվատային թաղանթ), որի կցորդման ամրությունը կախված է մի շարք գործոններից, մասնավորապես՝ ադսորբող հանքանյութի մակերևույթային ակտիվությունից:

Նման երևույթը՝ նպաստելով միջֆազային մակերևույթային մոլեկուլյար բնույթի փոփոխմանը, միաժամանակ փոխում է նաև բիտում հանքանյութ սահմանային գոտում դրանց փոխազդեցության պայմանները:

Մակերևութաակտիվ նյութերի ներմուծմամբ բիտումում բարձրանում է ակտիվ բաղադրիչների պարունակությունը, որոնք մի կողմից մտնելով քիմիական փոխազդեցության մեջ, հանքային մասնիկների մակերևույթի շերտի հետ ապահովում են քեմոսորբցիոն կապերի գոյացումը, իսկ մյուս կողմից, ի հաշիվ ընտրողական ֆիլտրման պրոցեսների, այդ ակտիվ բաղադրիչները, ներթափանցելով հանքանյութի ծակոտիները և մազանոթները, մտնելով փոխազդեցության մեջ դրանց մակերեսների հետ, ապահովում են ջրում չլուծելի օճառափայ միացությունների գոյացումը, որոնք որոշ չափով փակելով ծակոտիները, միկրոճաքերը, մազանոթները, հնարավորություն են ստեղծում

կարգավորել (իջեցնել) գուտքիտումի բաղադրիչների ընտրողական  
ֆիլտրման պրոցեսը:

Նկարագրված պրոցեսները ապահովում են բիտումի և  
հանքանյութի բավականին բարձր կցորդման ամրությունը,  
հնարավորություն են տալիս պահպանել բիտումի  
առաձգականությունը և հատկությունները և նպաստում  
ասֆալտաբետոնի առավել կայուն կառուցվածքի ստացմանը, որին  
բնորոշ է բարձր ամրություն, ջերմա-, ջրա- և  
սառնակայունություն, այսինքն՝ դրաբարձր երկարակեցությունը:

Ֆիզիկաքիմիական մոդիֆիկացման եղանակի էությունը  
կայանում է նրանում, որ բաղադրիչների քիմիական ակտիվացումը  
համատեղվում է հանքանյութի մեխանիկական դիսպերզացման  
(մանրացման) պրոցեսի հետ: Նման դեպքում, ի հաշիվ նորագոյացող  
մակերեսների հատուկ էներգետիկ վիճակի, կտրուկ աճում է  
հանքանյութի մասնիկների ռեակցիոն ունակությունը:

Ֆիզիկաքիմիական ակտիվացման դեպքում հանքանյութերի  
մասնիկների նորագոյացող բարձրակտիվ մակերեսների վրա, ի  
հաշիվ ադսորբցիոն կենտրոնների հետ մոդիֆիկացված բիտումի  
փոխազդեցությանը, առաջանում է բարձրակազմնորոշված բիտումի  
բարակ թաղանթ: Մեծանում է հանքանյութը բիտումով  
թրջվածության աստիճանը, որը բարձրացնում է հանքային փոշու  
կառուցվածքագոյացման ունակությունը, ունենում է  
պեպտիզացնող (ցրող) ազդեցություն և հանքամասնիկների  
ագրեգացիայի (կոշտերի) վրա, այսինքն՝ կտրուկ նվազեցնում կամ  
լիովին բացառում է բիտումի բաղադրիչների ընտրողական  
ֆիլտրումը հանքանյութով: Այստեղից կարելի է եզրակացնել, որ  
արհեստական եղանակով ակտիվացած բաղադրիչների օգտագործմամբ  
հնարավորություն է ստեղծվում ուղղորդաբար ազդել  
ասֆալտաբետոնի կառուցվածքագոյացման պրոցեսների վրա,  
հետևաբար, ապահովել դրա հիմնական հատկությունների  
բարելավումը:

Այսպիսով, ջրիկացումը և պլաստիֆիկացումը հանդիսանում են  
մոդիֆիկացիայի մասնավոր դեպքեր:

Որպես մոդիֆիկացնող հավելիչներ օգտագործվում են պոլիմերներ՝ կառուցուկանման էլաստոմերները (դիվինիլ ստիրոլ կառուցուկներ), պլաստմասսաներ թերմոպլաստներ (պոլիէթիլեն, պոլիպրոպիլեն, պոլիստիրոլ), խեժեր ռեակտոպլաստներ (էպօքսիդ, ֆենոլ ֆորմալդեհիդներ), պոլիվինիլացետատ, պոլիստիրոլ, դիվինիլ ստիրոլ այլն թերմոպլաստ, էպօքսիդային խեժ, կառուցուկ:

Մոդիֆիկացնող հավելանյութերի ավելացումը նպատակ ունի բարձրացնել ջերմակայունությունը, ավելացնել ձգողականությունը 0°C-ի պայմաններում, բարձրացնել կոհեզիան և ադհեզիան [43]:

Որպես մոդիֆիկացնող հավելանյութեր օգտագործվում են ռեզիներացված ռեզին, ռեզինի ջարդոն, որոնք ստացվել են հին անվադողերի վերամշակումից: Ռեզինը ասֆալտբետոնին հաղորդում է բարձր ճկունություն, իջեցնում ճաքագոյացումը և սահքակայունությունը, նվազեցնում ծերացումը:

Պոլիմերբիտումային կապակցիչը (ՊԲԿ) բիտում է, որը պարունակում է որոշակի քանակի պոլիմերներ, որոնք բարձրացնում են բիտումի պլաստիկությունը և էլաստիկությունը բացասական ջերմաստիճաններում: Նման բիտումի օգտագործումը ապահովում է ասֆալտբետոնների զգալիորեն բարձր ճաքակայունություն:

Կամիդի ներմուծման դեպքում նկատվում է ջերմակայունության, ինչպես նաև բիտումի կցորդման ամրության բարձրացում հանքային նյութերի մակերևույթի հետ, իսկ բացասական ջերմաստիճանների դեպքում՝ դեֆորմատիվության և կապակցողի ծերացման դանդաղեցում: Ենթադրվում է, որ կամիդի օգտագործումը նպաստում է ասֆալտբետոնի երկարակեցությանը:

Չաջորդ հավելանյութը դա շեդորն է, որի 2% ավելացումը բիտումին թույլ է տալիս ստանալ ավելի բարձր որակի ասֆալտբետոն: Ընդ որում փոքրանում է ջրահագեցվածությունը և ասֆալտբետոնի ուռչումը, բարձրանում է ջրակայունությունը:

Պոլիմերիզատրի ավելացումը բիտումին՝ 2% ըստ մասսայի, վավացնում է ասֆալտբետոնի հատկությունները՝ աճում է սեղմման

ամրության սահմանը 50°C-ի և 20°C-ի պայմաններում, բարձրանում է ջրակայունության գործակիցը:

Կալցիումի նավթենային կիրառման դեպքում տեղի է ունենում բիտումի կցորդման ամրության բարձրացում հանքային նյութերի հետ, ինչպես նաև կապակցողի մածուցիկության աճ և ծերացման դանդաղեցում, ինչը թույլ է տվել ենթադրել, որ կալցիումի նավթենատը բարելավում է ասֆալտբետոնի հատկությունները:

Առավել արդյունավետ հավելանյութերից են կոտրիոլը, կամիդը և շեդոլը, որոնք լավացնում են բիտումի կցորդումը թթվային ժայռապարների: Նշված ՄԱՆ-երի ավելացումը բիտումին բարձրացնում է ասֆալտբետոնի ջրակայունությունը 0,70-ից մինչև 0,85-0,92-ի սահմաններում: Կատարված ասֆալտբետոնի փորձարկումները ցույց են տվել, որ կամիդն ավելի շատ է դանդաղեցնում ասֆալտբետոնի ծերացումը, քան շեդոլը և առավել շատ, քան առանց հավելանյութերի բիտումը [8]:

Ավելի վաղ նշվել է, որ մակերևութաակտիվ նյութերի կողմնորոշված ադսորբցիայի արդյունքում տեղի է ունենում սկզբնականում հիդրոֆիլ պինդ մակերեսների հիդրոֆոբիզացիա, ընդ որում հատկապես կտրուկ է արտահայտվում հիդրոֆոբիզացիայի էֆեկտը: Այն ուժեղանում է քիմիական կապերով, ի հաշիվ մակերևութաակտիվ նյութերի բևեռացված խմբերի ամրացմանը պինդ նյութերի համապատասխան հատվածներին: Նման հիդրոֆոբ նյութերից են անիոնաակտիվ նյութերը՝ կարբոնաթթուները կամ դրանց ջրում լուծելի օճառները, որոնք մակերեսին գոյացնում են համապատասխան կալցիումային կամ բարիումային օճառների չլուծվող ծածկույթներ:

Ասֆալտբետոնի գործարանների մեծ մասը, որպես օրենք օգտագործում են բազմաթիվ տեղային նյութերի փոշիներ, այդ թվում արդյունաբերական թափոններ՝ որպես հանքային փոշի:

Մշակման արդյունքում հանքային հատիկների վրա առաջանում է բարձրակառուցվածքային բիտումի և մակերևութաակտիվ նյութերի բարակ շերտ: Նման կերպով, հանքանյութի հատիկների մակերեսին և դրանց հարակից ծակոտիներում առաջացող



կառուցվածքամեխանիկական անջրպետը արմատականորեն փոխում է հանքային փոշու հատկությունները: Հանքային փոշու հատկությունների մոդիֆիկացված մակերեսը մեծ կառուցվածքագոյացնող ազդեցություն է ունենում բիտումի շերտերի վրա, որի արդյունքում բարելավվում են ասֆալտբետոնի կառուցվածքամեխանիկական հատկությունները:

Կրի փոշու տարբերիչ յուրահատկություններից են բարձր ծակոտկենությունը և ջրապահանջկոտությունը: Խոնավեցումը և պարբերական սառեցում հալեցումը հանգեցնում են դրա քայքայմանը: Նշված թերությունները ֆիզիկաքիմիական ակտիվացման միջոցով վերացնելու համար, փոշու հատկությունների վրա պետք է ստեղծել կառուցվածքամեխանիկական կապերի ճեղքում, որը կխոչնդոտի դրանց մակերեսին ջրի ադսորբցիան:

Բետոնային խառնուրդների պլաստիֆիկատորները նպաստում են դրանց շարժունակության բարձրացմանը և կոշտության նվազեցմանը, բարձրացնում են միաձուլվ կառուցվածքների և հավաքովի երկաթբետոնե իրերի բետոնացման աշխատանքների ինտենսիվությունը՝ ապահովելով աշխատածախերի էներգիայի նվազում: Նման հավելանյութ պլաստիկարարների դասակարգումը, որոնք հիդրոֆոբիզացիոն օրգանական նյութերի հենքով են (ջրանվազեցնող և ամրացման կարգավորող) ներառում են 4 խմբեր՝

1. լիգնոսուլֆատային և դրա աղերը,
2. արտադրական լիգնոսուլֆատային և դրա աղերը,
3. հիդրոթթվային և դրա աղերը,
4. արտադրական և դրա թթվային աղերը:

Նշված խմբերին կարելի է ավելացնել ածխաթթվային և բազմատոմային սպիրտները, ինչպես նաև արտադրական ածխաթթուները և բազմատոմային սպիրտները: Առաջին և երկրորդ խմբերին են պատկանում ներկայումս շինարարական նյութերում օգտագործվող կալցիումի (Ca) և նատրիումի (Na) հենքով, ավելի քիչ մագնեզիումի (Mg) կամ ամոնիումի հենքով սուլֆատացված լինգլինի աղերը, ինչպես նաև, որոշ օրգանական մակերևութաակտիվ նյութեր (ՄԱՆ): Դրանք իրենցից ներկայացնում են դիսպերգարար

կայ ունացուցիչներ, որոնք ադսորբցիայի արդյունքում և պինդ ու հեղուկ ֆազերի բաժանման մակերեսին առաջացնում են կառուցվածքային թաղանթ: Տեմենտի ֆուլիկուլներում կապված ջրի հեռացումը, ցեմենտաջրային սուսպենզիայի ներքին շփման գործակցի նվազումը, հիդրատացված ցեմենտի հատիկների հարթեցումը և անգամ մասնիկների էլեկտրաստատիկ վանման մեծացումը շնորհիվ էլեկտրակինետիկ պոտենցիալի փոփոխման հաշվին, ջրացեմենտային համակարգում ՄԱՆ-երի պլաստիֆիկացնող էֆեկտի և ջրի կամ կապակցողի ծախսի կարևոր գործոններից են: Սովորական պլաստիֆիկատորների նույնիսկ ոչ մեծ քանակությամբ ներմուծումը, առաջացնում է հիդրատացման դանդաղեցում, ցեմենտաքարի ամրացում, որոնք կապված են ստեղծված ադսորբցիոն շերտի միջով ջրի թույլ թափանցելիության հետ: Չմաքրված արդյունաբերական լիգնոսուլֆոնատները պարունակում են զգալի քանակությամբ շաքարներ և համապատասխանաբար շաքարային թթուների աղեր օրինակ՝ գլյուկոնատներ, որոնք նպաստում են դրանց դանդաղեցնող հատկություններին: Լիգնոսուլֆոնատի մոլեկուլների դանդաղեցման մասին կան տարբեր կարծիքներ՝

ա) ցեմենտի միներալների հիդրատացման ռեակցիաների մեխանիզմը բացատրվում է լիգնոսուլֆոնատների առկայությամբ: Ջերմանջատման ժամանակ ցեմենտաքարի միկրոկառուցվածքի ուսումնասիրությունները, որոնք կատարվել են էլեկտրոնային միկրոսկոպով, ցույց են տվել, որ կալցիումի լիգնոսուլֆոնատով ցեմենտի հիդրատացման պրոդուկտների կազմը չի փոփոխվել: Վաղ շրջանում պորտլանդցեմենտի ջերմանջատումը կախված է դրանում կամ շինարարական շաղախների կազմում առկա դանդաղեցնող կամ արագեցնող բաղադրիչներից: Լիգնոսուլֆոնատների ազդեցությունը ջրապահանջկոտության նվազեցման համար կախված է բետոնային խառնուրդներում ցեմենտի քանակությունից և տեսակից, լցանյութերի տեսակից, լցանյութերի և ցեմենտի հարաբերակցությունից, ինչպես նաև հավելանյութերի առկայությունից [80]: Շաքարի հիդրատացումը դանդաղեցնող բաղադրիչ պարունակող լիգնոսուլֆոնատների

ջրապահանջ կոտու թյան նվազեցումը կազմում է 7-12%: Ցեմենտում  $C_3A$ -ի բարձր պարունակությունը բերում է դրանցում լիզնոսուլի  $\Phi$ ոնատի ադսորբցիայի բարձրացմանը և դիսպերգացմանը: Հավելանյութերի օգտագործմամբ ջրի ծախսի նվազեցումը կախված է բետոնում լիզանյութերի տեսակից: Ջրապահանջ կոտու թյան նվազեցումը կատարվում է նաև այն դեպքում, եթե բետոնը պարունակում է մանրադիսպերս մոխիր-տարուք:

Պլաստիֆիկատորի և հիդրատացված ցեմենտի փոխազդեցության բնույթը դեռևս ամբողջությամբ ուսումնասիրված չէ: Նկատվում է, որ  $OH$  խմբերը հավելանյութերում կցված են ցեմենտային միացությունների թթվածնի ատոմին ջրածնական կապերով: Այն պլաստիֆիկատորները, որոնցում պարունակվում են  $OH$  խմբեր կարող են առաջացնել խաչածն կապեր դրանց և այդ հավելանյութերի միջև: Հնարավոր է նաև, որ պլաստիֆիկատորները ձևավորում են կապեր կարբօքսիլային սուլֆոնատների և  $OH$  խմբերի միջև կալցիումի, ալյումինումի իոններով ցեմենտի հիդրատացիայի պրոդուկտների մակերեսին: ՊՇՏ-ի ազդեցության մեխանիզմը կազմված է ցեմենտի մակերեսին դրանց ադսորբցիայով նորագոյացությունների առաջացմամբ և մակերևութային լարվածության նվազեցմամբ ջուր-օդ սահմանին: Ադսորբցիան ունի ստեղծարարական բնույթ և ցեմենտային համակարգերի հատկությունների վրացուցաբերում է ՊՇՏ-ի քիչ բաժնեչափ: ՊՇՏ-ի արագացնող կամ դանդաղեցնող քիչ չափաբաժինները հիմնականում կախված են ցեմենտի քիմիկամիներալոգիական կազմից (առաջին հերթին եռկալցիումական) ալյումինատի քանակական պարունակությունից, ցեմենտի աղացվածքի մանրությունից և դրանցում հիմքերի առկայությունից:

Ծառ աշխատանքներում նշվում է ՊՇՏ-ի ներմուծման հերթականության նշանակությունը ցեմենտաջրային համակարգերում: ՊՇՏ-ի ներմուծումը ցեմենտի խառնումից որոշակի ժամանակ անց, բերում է լիզնոսուլի  $\Phi$ ոնատի սորբցիայի նվազեցմանը և համապատասխանաբար բետոնային խառնուրդի պահպանմանը:

ՊՏԵ-ի բարձր կոնցենտրացիան հեղուկ ֆազում ապահովում է ցեմենտի հիդրատացման պրոցեսի դանդաղում բոլոր փուլերում: ՊՏԵ-ի դանդաղեցնող էֆեկտը կախված է նաև պրոտանդցեմենտում պարունակվող հիմքերից, որոնց ավելացմամբ նկատվում է ՊՏԵ-ի դանդաղեցնող հատկությունների թուլացում:

Բազմաթիվ հետազոտողների կարծիքով ցելյուլոզի (յուրահատուկ շաքարներ, հեմիցելյուլոզ և այլն) առկայությամբ ՊՏԵ-ները վատ են անդրադառնում ցեմենտի ամրացման վրա, այդ պատճառով հատուկ միջոցառումներ են ձեռնարկվում շաքարների պարունակությունը իջեցնելով 1%:

Տեխնիկական գրականության վերլուծությունը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ ասֆալտբետոնի բաղադրիչների կառուցվածքագոյացնող դերի, հետևաբար դրա կառուցվածքամեխանիկական հատկությունների ուժեղացմանը կարելի է հասնել տարբեր տեխնոլոգիական միջոցառումների՝ մասնավորապես հանքային հատիկների քիմիական ակտիվացման շնորհիվ (հանքային փոշի, ավազ, խիճ կամ կոպիճ): Նման ֆիզիկաքիմիական մոդիֆիկացումը, որը փոխում է նորագոյացումների մակերեսների էներգետիկ վիճակը բարելավելով հատիկների ադսորբցիոն հատկությունները և ձևը, ինտենսիֆիկացնում է կառուցվածքագոյացման պրոցեսները: Մեխանիկաքիմիական փոփոխությունները, որոնք ընթանում են դիսպերգացված փուխր մակերեսների վրա նպաստում են քեմոսորբցիոն կապված նուրբ շերտերի ստեղծմանը (բարձրակառուցվածքային բիտումի), որոնք առաջանում են բիտումի բարձրամուլեկուլյար բաղադրիչների և մակերևութաակտիվ նյութերի քիմիական ադսորբցիայի շնորհիվ: Նշված շերտերի շնորհիվ հանքային մասնիկների մակերևույթի լիոֆիլիզացիան և դրանց թրջվելիության մեծացումը, նպաստում են, որպեսզի բիտումի մեծ մասը անցնի դիֆուզսով պատային թաղանթային վիճակի, ինչն էլ բերում է մոդիֆիկացված մակերեսով հանքային մասնիկների և բիտումի կցորդման ուժեղացմանը, այսինքն բարձրացվում է (հպման գոտու) համակարգի ամրությունը, որը

ամբողջովին թույլ է տալիս բարելավել ասֆալտբետոնի կառուցվածքամեխանիկական հատկությունները:

Ասֆալտբետոնի որակի բարձրացման կարևորագույն ուղիները է հանդիսանում ջերմակայունության բարձրացումը, որը հիմնականում կարևոր է կտրուկ մայրացամաքային կլիմաների, մասնավորապես Հայաստանի Հանրապետության համար: Ջերմակայունությունը՝ դասեղմման ամրության ցուցանիշներն են  $20^{\circ}\text{C}$  և  $50^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճաններում, որը անվանվում է ջերմակայունության գործակից: Մեր տեսանկյունից ասֆալտբետոնի դեֆորմատիվության համեմատության օբյեկտիվ ցուցանիշ է հանդիսանում ամենաբարձր և ամենացածր ջերմաստիճաններում սեղմման ամրության ցուցանիշների հարաբերակցությունը, որում գտնվում են ճանապարհային ծածկերը: Հայաստանում այդ սահմանը տատանվում է  $+60^{\circ}\text{C}$ -ից  $-30^{\circ}\text{C}$ :

Վերջին տարիների ուսումնասիրություններից [1, 3, 19, 35, 43, 72], որոնք ուղղված են եղել ասֆալտբետոնային ծածկերի ջերմակայունության բարձրացմանը, կարելի է առանձնացնել մի քանի ուղղություններ. 1. ներքին շփման անկյան բարձրացումը՝ հանքային հենքի կոշտ կմախքային կառուցվածքի ստեղծման շնորհիվ, որը հնարավոր է խճի պարունակության բարձրացմամբ, 2. կցորդման մեծացումը (ադիեզիա) բիտում հանքային փոշի դիսպերս համակարգի կառուցվածքագոյացնող դերի ուժեղացման շնորհիվ, որը ասֆալտբետոնում կատարում է կապակցողի դեր, 3. հավելանյութերի՝ պոլիմերիների օգտագործումը՝ կառուցուկ, լատեքս, ռետինե փոշի և այլն:

Առաջին երկու ուղղությունների համադրությունը հանդիսանում է սահքակայունության բարձրացման ավելի արդյունավետ ճանապարհ՝ բարձր ջերմաստիճաններում և հիմնականում ճաքակայունության տեսանկյունից: Վերջին ուղղությունը, այսինքն հավելանյութերի օգտագործումը (պոլիմերների), որոնք փորձարկված են ասֆալտբետոնում, թանկ են և ոչ մատչելի:

Ելնելով այն հանգամանքից, որ Հայաստանի Հանրապետությանը բնորոշվում է մայրցամաքային կլիմայով, հաշվի առնելով արդյունաբերական պրոտեցիայի յուրահատկությունը և ինքնատիպությունը ասֆալտբետոնի հատկությունները կարելի է բավարարել ներմուծելով տարբեր բնույթի արդյունաբերական՝ ինչպիսիք են քիմիական, ցեմենտի, քարամշակման և արտադրությունների թափոնները: Ասֆալտբետոնում թափոնների օգտագործման հնարավորությունը թույլ կտան լուծել նաև շրջակա միջավայրի պահպանության ոչ պակաս կարևոր խնդիրները:

## **Առաջին գլխի եզրակացություններ**

1. Ամփոփելով արտասահմանյան և հայրենական գրականության ակնարկը և հաշվի առնելով Հայաստանի Հանրապետության արդյունաբերության ներկա և ապագա հնարավորությունները, գալիս ենք այն եզրահանգման, որ ասֆալտբետոնի հատկությունների բարելավման նպատակով առավել արդյունավետ և մատչելի ուղի կարող է հանդիսանալ նոր օրգանահանքային կոմպոզիցիոն նյութերի մշակումը բիտումի և կլինկերային ցեմենտի համադրմամբ:

2. Կլինկերային ցեմենտի օգտագործմամբ և որոշ քանակությամբ ջրի ավելացմամբ հնարավորություն կստեղծվի ստանալ բարդ կառուցվածք, որում համատեղվում է ամորֆ և բյուրեղային կառուցվածքների դրական հատկությունները: Առաջարկվող կոմպոզիցիաներում ջերմային լարումների ռելաքսացիան և ճաքակայունությունը պետք է ապահովի բիտումի մատրիցան, իսկ արտաքին մեխանիկական բեռնվածքների դիմակայունությունը՝ ցեմենտի հիդրատացման նորագոյացումների բյուրեղային կառուցվածքը:

3. Դրված խնդրի լուծման համար նախատեսվում է ուսումնասիրել բիտումի և կլինկերային ցեմենտի հիմնական հատկությունները, ուսումնասիրել բիտումի մոդիֆիկացման մեխանիզմը և այդ բիտումի հիման վրա մշակել տարբեր

բաղադրամասեր, ուսումնասիրել ստացվող ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունները:

## **ԳԼՈՒԽ 2**

### **ԵԼԱԿԵՏԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒ ԹՅՈՒՆԸ ԵՎ**

#### **ՅԻՄՆԱԿՈՐՈՒՄԸ**

Ճանապարհածածկույթների համար ասֆալտբետոնը, որպես հիմնական օգտագործվող արհեստական շինարարական նյութ, բնորոշվում է բավականին բարդ ֆիզիկաքիմիական հատկություններով և կառուցվածքով, որոնք հիմնականում կախված են օգտագործվող ելակետային նյութերի՝ օրգանական կապակցող

Նյութի և հանքային բաղադրիչների՝ հանքային փոշու, մանր և խոշոր լցանյութերի, ինչպես նաև հավելանյութ մոդիֆիկատորի կիրառման առանձնահատկություններով: Այդ պատճառով այս կամ այն հումքային բաղադրիչի ընտրման ժամանակ անհրաժեշտ տեխնոլոգիական պայման է հանդիսանում մաքրությունը, համասեռությունը, արդյունավետ ֆիզիկական և քիմիական միներալոգիական կազմը, որն ամբողջությամբ կանխորոշում է կառուցվածքագոյացնող ակտիվությունը: Յետևաբար նշված նյութերի ճիշտ ընտրումը պայմանավորում է ոչ միայն բազմաբաղադրիչ խառնուրդի ակտիվությունը, այլ նաև ստացվող արհեստական քարի ուղղորդված կառուցվածքագոյացումը:

### **2.1. Օրգանական կապակցող նյութ՝ բիտում**

Ասֆալտբետոնի արտադրության համար, որպես հիմնական կապակցանյութ լայն կիրառում է ստացել բիտումը, հատկապես՝ նավթային բիտումները, որոնք հանքային փոշու հետ կազմելով բինար համակարգ, հանդիսանալով որպես կապակցող, կատարում են ասֆալտբետոնի կարևորագույն կառուցվածքագոյացման դերը [13, 19, 36, 43, 68, 70]:

Համաձայն նշված հեղինակների նավթային բիտումի շինարարատեխնիկական հատկությունները կախված են ինչպես նավթի հատկություններից, այնպես էլ նավթի վերամշակման եղանակներից:

Ճանապարհաշինարարության համար առավել բարենպաստ է օգտագործել այն նավթը, որը պարունակում է բավականին քանակությամբ ասֆալտախեժային նյութեր:

Ասֆալտբետոնում օրգանական կապակցող նյութը՝ բիտումը կապում է հանքային նյութերի առանձին մասնիկները մոնոլիտի, որոնք ընդունակ են դիմակայել մեխանիկական ուժերին և մթնոլորտային գործոնների ազդեցությանը: Բացի այդ բիտումները ասֆալտբետոնային ճանապարհային ծածկույթներին տալիս են անհրաժեշտ պլաստիկություն: Ասֆալտբետոնի արտադրության





խմբերի կազմի մեջ -OH, -COOH, -CH=CH-, -NH<sub>2</sub>, -SH և այլն, որոնք մեծ ազդեցություն են գործում բիտումների մակերևութային ակտիվության վրա, որով էլ պայմանավորված է դրանց կցորդումը քարային նյութերին:

Բիտումները սովորաբար բաժանվում են հետևյալ ածխաջրածնային խմբերի՝ յուղեր, խեժեր, ասֆալտեններ, ավելի քիչ առանձնացվում են կարբենները և կարբոիդները, ասֆալտոգենային թթուները և դրանց անհիդրիտները, պարաֆինները:

Բիտումների խմբային կառուցվածքը հետևյալն է. յուղեր 40-60%, խեժեր 20-40%, ասֆալտեններ 10-25%, կարբեններ և կարբոիդներ 1-3%, ասֆալտոգենային թթուներ և դրանց անհիդրիտներ մինչև 1%, պարաֆիններ մինչև 5%:

Յուղերը բաղկացած են մեթանայինների (պարաֆինայինների), նավթենայինների արոմատային պոլիցիկլիկ ածխաջրերի խառնուրդներից: Սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում դրանք շարժուն են և հոսուն, բիտումի տաքացնելուց հեշտությամբ գոլորշիանում են: Յուղերը՝ բաց դեղնավուն գույնի են, խտությունը փոքր է 1000կգ/մ<sup>3</sup>-ից, մոլեկուլյար զանգվածը՝ 300-500: Յուղերի պարունակության ավելացումը իջեցնում է մածուցիկությունը և բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանը՝ տաքացման դեպքում:

Խեժերը՝ դյուրահալ, պլաստիկ, մուգ դարչնագույն նյութեր են, խտությունը մոտ 1000կգ/մ<sup>3</sup>, մոլեկուլյար մասսան 600-1000: Քիմիական կազմությամբ խեժերը պատկանում են հոտերոցիկլային բարձրամոլեկուլյար միացություններին: Խեժերը բևեռային և ակտիվ մակերևութային են, այդ պատճառով դրանց կաչողունակությունը (ադիեզիան) հանքային հատիկների մակերեսին՝ ապահովում է ասֆալտետոնին բարձր ջրակայունություն: Խեժերը լավ լուծվում են էթիլային եթերի, բենզինի, բենզոլի, քլորոֆորմի մեջ և վատ են լուծվում էթիլային սպիրտի, ացետոնի մեջ: Խեժերի պարունակությունից է կախված բիտումի էլաստիկությունը և ձգելիությունը: Ցածր՝ բացասական

ջերմաստիճանների պայմաններում, խեղերը նպաստում են բիտումի ճաքելիության բարձրացմանը:

Ասֆալտենները՝ ամուր, չհալվող նյութեր են, որոնց խտությունը բարձր է 1000կգ/մ<sup>3</sup>-ից: Ածխածնից և ջրածնից բացի պարունակում են թթվածին և ծծումբ: Ասֆալտենների մոլեկուլյար զանգվածը 2-3 անգամ շատ է, քան խեղերինը (1000-5000): Ասֆալտենները լուծվում են բենզոլում: Հավասար պայմաններում դրանց պարունակության ավելացումը բիտումի մեջ հանգեցնում է բիտումի ջերմակայունության, մածուցիկության և փխրունության աճին: Կարբենները և կարբոնները՝ սև, պինդ նյութեր են, որոնք հիմնականում պարունակվում են կրեկինգային բիտումներում: Դրանք բարձրացնում են բիտումի ջերմակայունությունը, մածուցիկությունը և փխրունությունը: Կազմությամբ և հատկություններով կարբենները նման են ասֆալտեններին, բայց դրանք չեն լուծվում բենզոլում: Ասֆալտազենային թթուները և դրանց անհիդրիտները դարչնագույն, թանձրյուղային նյութեր են 1000կգ/մ<sup>3</sup>-ից ավելի խտությամբ, որոնք լավ լուծվում են սպիրտում և քլորոֆորմում, վատ՝ բենզինում: Ասֆալտազենային և կարբոնատային թթուները, ինչպես նաև ֆենոլները իրենցից ներկայացնում են բևեռային մակերևույթային ակտիվ նյութեր, որոնք բարձրացնում են բիտումի ադիզիան քարի նկատմամբ: Դամեծապես արտահայտվում է կարբոնատային լեռնային ապարների նկատմամբ:

Պարաֆինը պինդ մեթանային ածխաջուր է: Բիտումի մեջ պարաֆինի պարունակությունը տատանվում է 3-5%-ի սահմաններում, որպես կանոն, էական ազդեցություն չի ունենում դրա հատկությունների վրա: Պարաֆինի բարձր պարունակությունը իջեցնում է բիտումի ձգելիությունը և բարձրացնում փափկեցման ջերմաստիճանը, ինչպես նաև ավելացնում է փխրունությունը բացասական ջերմաստիճանների պայմաններում: Այդ պատճառով բիտումի մեջ պարաֆինի պարունակությունը չպետք է անցնի 5%-ից: Տաքացնելու դեպքում, պարաֆինով հարուստ բիտումը ավելի արագ է անցնում հեղուկ վիճակի, քան պարաֆինով ոչ հարուստ բիտումը:

Բիտումների հիմնական խմբերը, որոնք կարևոր են դրա հատկությունների ուսումնասիրության համար հանդիսանում են յուղերը՝ որոնք բիտումին տալիս են շարժունություն և հոսունություն, խեժերը՝ ապահովում են բիտումի պլաստիկությունը և ասֆալտները՝ տալիս են նյութին կապակցող հատկություն:

Բիտումներում ասֆալտների պարունակության քանակից կախված են դրամածոցիկությունը և ջերմակայունությունը:

Բիտումի նշված երեք բաղադրիչներից դրա տեխնիկական հատկությունների վրա ամենամեծ նշանակություն ունեն խեժերը, որոնց բարձր պարունակությունը վատացնում է ասֆալտբետոնի հատկությունները, բարձրացնում է ծերացման ինտենսիվությունը, իսկ պարաֆինների քիչ պարունակությունը մեծացնում է բիտումի փխրունությունը՝ ցածր ջերմաստիճանների դեպքում, ջրի առկայության դեպքում թուլանում են բիտումի և հանքային մասնիկների միջև փոխկապակցման ուժերը:

Ճանապարհածածկերի պատրաստման համար օգտագործվող մածոցիկ նավթային բիտումը թողարկվում է հետևյալ մակնիշների՝ БНД 40/60, 60/90, 90/130, 130/200: Բիտումի մակնիշի ընտրությունը հիմնականում կախված է շահագործման և կլիմայական պայմաններից:

Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհաշինարարության բազմատարիների փորձը ցույց է տվել, որ նշված բիտումների մակնիշներից ամենալայն կիրառություն ունեն БНД 40/60, 60/90 մակնիշի նավթային բիտումները, որոնցից մեր կողմից ընտրվել է БНД 60/90 մակնիշի բիտումը և նախնական ստուգվել է դրա հիմնական հատկությունները:

## **2.2. Հանքային նյութեր**

Ասֆալտբետոնի կառուցվածքագոյացման պրոցեսների, հետևաբար և դրա հատկությունների վրա մեծ դեր են կատարում օգտագործվող հանքային նյութերը՝ հանքային փոշին, խիճը կամ կոփիճը, ավազը,

որոնք մտնում են ասֆալտբետոնի կազմի մեջ: Ուստի հանքային կմախք կազմող նյութերի կառուցվածքը մեծ դեր ունի ասֆալտբետոնի ձևավորման և կառուցվածքամեխանիկական հատկությունների վրա: Արհեստական կոնգլոմերատի հիմնական կմախքը ձևավորող մակրոկառուցվածքային բաղադրիչ հանդիսանում է ասֆալտբետոնի հանքային կմախքը, որի կառուցվածքը որոշվում է հանքային նյութերի կարևորագույն ցուցանիշ հանդիսացող հատկային կազմով: Այդ պատճառով հանքային նյութերի հատկային կազմի ճիշտ ընտրությունը մեծ դեր ունի պահանջվող հատկություններով ասֆալտբետոնի ստացման ժամանակ:

Հանքային կմախքի կառուցվածքի տակ պետք է հասկանալ ասֆալտբետոնի կազմի մեջ մտնող հանքային մասնիկների փոխադարձ դասավորվածությունը ու հատկությունները: Հանքային կմախքը իր վրա է վերցնում մեխանիկական լարումների մեծ մասը, դրա համար շատ կարևոր է, որ դա կազմված լինի բավականին ամուր մասնիկներից: Ասֆալտբետոնի ամրությունը կախված է նաև ներքին շփման մեծությունից, որը պայմանավորված է հանքային մասնիկների մակերևույթի ձևով, չափերով և բնույթով:

Հանքային կմախքի խտությունը որոշիչ դեր է կատարում ասֆալտբետոնի հատկությունների վրա: Դրանից է կախված ասֆալտբետոնի խտությունը, շահագործողական հատկությունները՝ դեֆորմացիոն վարքը ցածր և բարձր ջերմաստիճաններում, կոռոզիոն կայունությունը: Հանքային նյութերի և բիտումի կցորդումը, հետևաբար ասֆալտբետոնի կառուցվածքամեխանիկական հատկությունները ապահովվում են քարային նյութերի քիմիկամիներալ ոգիական կազմով, ամրությամբ, չորությամբ, խորդուբորդությամբ և բավարար հիդրոֆոբությամբ: Ինչքան հիմնային է հումքը, այնքան ուժեղ է բիտումի հետ դրա քեմոսորբցիոն փոխազդեցությունը և բարձր է կցորդումը: Ինչքան բարձր է բիտումի հետ հանքային նյութերի թրջվելիությունը, այնքան բարձր է նյութի հիդրոֆոբությունը և բիտումի հետ դրա խնամակցությունը, այսինքն բարձր է դրանց փոխկապակցվածությունը և խառնաքարի ամրությունը:

Համաձայն բազմաթիվ հեղինակների ուսումնասիրությունների, մասնավորապես [19, 28, 37], սաֆալտբետոնի հանքային կմախքի խտությունը հիմնականում կախված է օգտագործվող նյութերի (մանր ու խոշոր լցանյութերի) հատկային կազմից: Ուսումնասիրությամբ հեղինակները եկել են այն եզրակացության, որ ավելի բարձր խտություն և խառնուրդի հեշտ տեղադրում ապահովում են բազմահատկային լցանյութերի օգտագործումը:

Նշված խառնուրդի ստացումը, անմիջապես կապված է օգտագործվող բիտումի քանակից, որը համեմատաբար ավելի քիչ է, քան սովորական կազմի սաֆալտբետոնի ստացման համար: Հանքային կմախքի խտության վրա մեծ ազդեցություն է ցուցաբերում հանքային փոշու ծակոտկենությունը, որի 35-45%-ի դեպքում ստացվում է հանքային կմախքի ամենամեծ խտությունը:

Վերջին տարիներին, մասնավորապես արտասահմանյան ճանապարհաշինարարական արդյունաբերությունը վերանայել է ծածկերի վերին շերտի համար մանրահատիկ սաֆալտբետոնի օգտագործման պրակտիկան, որի դեպքում հատկաների առավելագույն խոշորությունը 20մմ է, որը միջին և խոշորահատիկ սաֆալտբետոնի համեմատությամբ ունի բարձր համասեռություն, ամրություն, սահքակայունություն և կոռոզիոն կայունություն: Հաշվի առնելով նշվածը և հիմք ընդունելով ГОСТ 9128-97 [101] պահանջները Ա տեսակի խիտ մանրահատիկ սաֆալտբետոնի ստացման համար խճի առավելագույն չափը համարվում է 20մմ-ը:

Ասֆալտբետոնի հատկությունների վրա մեծ ազդեցություն են թողնում հանքային կմախք կազմող բաղադրիչների և հատկապես հանքային փոշու բնույթը: Հանքային նյութերի կառուցվածքային առանձնահատկությունների հետ մեծ կապ ունեն վերջիններիս փոխազդեցությունը բիտումի հետ: Դա վերաբերում է հանքային նյութերի ծակոտկենությանը, որը մեծ ազդեցություն է գործում սորբցիոն կլանման պրոցեսների վրա:

Ասֆալտբետոնի հանքային բաղադրիչների՝ խճի, ավազի, հանքային փոշու բոլոր ցուցանիշների որոշումը կատարվել է համաձայն ГОСТ-երի պահանջների:

### 2.3. Ասֆալտե տոնի խոշոր և ցանյ ութ՝ խիճ

Ասֆալտե տոնի պատրաստման համար հիմնականում կիրառում են խոշոր և ցանյ ութ՝ խիճ, որը ստանում են ամուր և եռնային ապարների ջարդումից, ինչպես նաև կոպիճի և ամուր մետալուրգիական խարամների մանրացումից, որոնք համապատասխանում են պահանջվող ստանդարտներին: Այն խիճը, որը ստացվում է մագմատիկ և մետամորֆիկ և եռնային ապարներից պետք է ունենա 1000-1200 ՄՊա-ից ոչ ցածր ամրություն, իսկ կարբոնատային նստվածքային և եռնային ապարներից և մետալուրգիական խարամներից ստացվածը ոչ պակաս՝ 80-100 ՄՊա: Ասֆալտե տոնային ծածկույթի ներքին շերտի համար կարելի է օգտագործել և եռնային ապարներից և մետալուրգիական խարամներից ստացված խիճը, որոնց ամրությունը ցածր է 60 ՄՊա-ից [4, 71]:

Թմբուկում ստացված խճի մաշակայունության ցուցանիշը պետք է լինի 25-35%, իսկ փոշու և կավի պարունակությունը ոչ ավել 20%-ից: Խճի հատիկների ձևը պետք է մոտ լինի քառանիստին և խորանարդաձևին, իսկ մակերեսը՝ խորդուբորդ: Թիթեղաձև և ասեղաձև հատիկների պարունակությունը չպետք է գերազանցի 15-25%-ը: Խճի սառնակայունությունը ծածկույթի վերին շերտի համար պետք է լինի ոչ պակաս 50 ցիկլից, իսկ ներքին շերտի համար ոչ պակաս 25 ցիկլից:

Խճային ասֆալտե տոններն աչքի են ընկնում համեմատաբար բարձր ջրահագեցվածությամբ, ինչը մեծացնում է բիտումի շերտազատումը հանքային մասնիկների մակերևույթից [78]: Ասֆալտե տոնի հատկությունների վրա մեծ ազդեցություն ունեն հանքային նյութերի ձևը, չափերը և մակերևույթի բնույթը: Ասֆալտե տոնում խճի քանակի և չափերի մեծացմամբ աճում է ներքին շփման անկյունը, որը ապահովում է հանքային կմախքի պինդ կառուցվածքը:

Ասֆալտե տոնում առավել նպատակահարմար է օգտագործել այն նյութերից ստացված խիճը, որոնք բիտումի հետ ցուցաբերում են

առավել բարձր կցորդում: Յաշվի առնելով ապարի նկատմամբ բիտումի ադիեզիոն ունակությունը, առավել բարենպաստ է խիտ կարբոնատային ապարներից ստացված խճի օգտագործումը: Խիճը պետք է կազմված լինի միանման ամուր ապարներից և դրանում չպետք է պարունակվի աղտոտված խառնուրդներ:

Ճանապարհային ծածկույթների վերին շերտերի համար ասֆալտբետոնում կիրառվող խճի հատիկաչափական կազմը պետք է լինի այնպիսին, որ մյուս նյութերի հետ միասին ապահովի ստացվող ասֆալտբետոնի օպտիմալ խտությունը: Խճի մասնիկների չափը ընտրվում է կախված ասֆալտբետոնի տեսակից, ընդ որում, չպետք է գերազանցի ճանապարհի ներքին շերտի 75%-ը, որը կախված է շերտի կոնստրուկտիվ հաստությունից, իսկ վերին շերտի դեպքում՝ 0,65%-ը: Ելնելով նշված հանգամանքից օգտագործվող խճի ամենախոշոր չափը սովորաբար ընտրվում է՝ 40մմ, 20մմ, 10մմ, 5մմ:

Խճին ներկայացվող հիմնական պահանջները կախված են ասֆալտբետոնի խառնուրդի տեսակից, դրա նշանակությունից և բերված են ներկայումս գործող ГОСТ 8267-93-ում [97]: Ելնելով ГОСТ-ի պահանջներից, Յայաստանի պայմանների համար առավել բարենպաստ է օգտագործել խիտբազալ տներից ստացված խիճը, որոնց խտությունը  $\rho_{0T}=1,14\text{գ/սմ}^3$  է, իսկ խճի հատիկների իրական խտությունը՝  $\rho_T=2,5\text{գ/սմ}^3$ : Դրանց օգտագործման արդյունավետությունը բարձր ամրությունն ու փոքր ծակոտկենությունն է:

Բազալ տի ջարդումից և մաղումից ստացված խճի հիմնական ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների որոշումը կատարվել է համաձայն ГОСТ 8269.1-97 [98] «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ». Методы Физико-механических испытаний.

Սյունն աշխատանքում օգտագործված բազալ տի միջինացված քիմիական կազմը բերված է աղ. 2.1 -ում:

Աղյուսակ 2.1

Բազալ տի միջին քիմիական կազմը



Օքսիդների պարունակությունը, %					
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O
49,69	16,62	9,87	9,58	7,15	4,05

#### 2.4. Ասֆալտբետոնի մանր լցանյութ՝ ավազ

Ասֆալտբետոնի պատրաստման համար, որպես մանր լցանյութ կիրառվում են բնական և արհեստական ավազները ( $d=0,14-5$ մմ), որոնք ստացվում են լեռնային ապարների մանրացմամբ և մաղմամբ: Ավազի հատիկները զբաղեցնում են ասֆալտբետոնի ծավալի մեծ մասը, որոնք լցնում են խճի համեմատաբար խոշոր հատիկների միջև ընկած դատարկությունը (դատարկամիջությունը) և ձևավորում ասֆալտբետոնի կմախքային մասը: Կախված հումքային լեռնային ապարների ամրությունից՝ ջարդված ավազը բաժանում են 1000, 800, 600, 400 մակնիշների: Ավազները պետք է համապատասխանեն ГОСТ 8736-93 [100] պահանջներին: Ասֆալտբետոնում ավազի առկայությունը նպաստում է հանքային խառնուրդի հատիկային կազմի անընդհատության ստեղծմանը, թույլ է տալիս էականորեն բարձրացնել ասֆալտբետոնի համասեռությունը, որը կարող է մեծ նշանակություն ունենալ դրա աշխատանքային պայմանների համար: Ավազի հատիկների առկայությունը բարձրացնում է խառնուրդի դյուրարդելիությունը և նպաստում խոսքման պրոցեսում ասֆալտբետոնի ավելի բարենպաստ կառուցվածքի առաջացմանը: Բնական ավազներից առավել հաճախ օգտագործում են կվարցային (գետի) ավազ և որքան այն հարուստ է կվարցով, այնքան բարձր է դրա որակը: Դա պայմանավորված է նրանով, որ կվարցը ամուր և կայուն միներալ է, որն էլ ապահովում է ճանապարհածածկերի բարձր դիմադրությունը: Նշված ավազի թերությունն այն է, որ ունենալով հարթ և կլորավուն մակերևույթ, իրականում չի ապահովում բիտումի հետ լավ կցորդումը: Բնական ավազները բնորոշվելով համեմատաբար բարձր միաչափությամբ, նպաստում են ասֆալտբետոնի հանքային կմախքի ծակոտկենության բարձրացմանը և ծավալային

բիտումի քանակի մեծացմանը, որոնք իջեցնելով ներքին շփման անկյունը, նվազեցում են ասֆալտբետոնի ամրությունը:

Բացի միներալոգիական կազմից, ավազի որակի վրա մեծ ազդեցություն ունի հատիկաչափական կազմը: Բնական ավազի օգտագործման դեպքում կատարում են արհեստական ֆրակցիավորում` (հատիկաչափում) ավազը բաժանելով երկու ֆրակցիաների (հատիկաչափերի): Սակայն սովյալ դեպքում էլ չի լուծվում բնական կվարցային ավազի օգտագործման հիմնական խնդիրը` կվարցային ավազի և բիտումի փոխազդեցությունը:

Ասֆալտբետոնի որակի լավացման համար նպատակահարմար է օգտագործել ակտիվ, ամուր նստվածքային կամ մագմատիկ էռնային ապարներից ստացված արհեստական ավազները, որոնք ունեն բավականին խորդուբորդ մակերևույթ և սրանկյուն հատիկներ, որոնց շնորհիվ էլ բարձրանում է ասֆալտբետոնի ամրությունը: Այս ավազներով պատրաստված խառնուրդների թերությունն այն է, որ դրանք ստացվում են ավելի կոշտ, որն էլ դժվարեցնում է դրանց տեղադրումը և խտացումը:

Ավազի որակի վրա մեծ ազդեցություն ունեն օրգանական խառնուրդների և կավային մասնիկների պարունակությունը: Վերջիններս խանգարում են բիտումի և հանքային նյութի մասնիկների լավ կցորդմանը: Կավի մեծ քանակության դեպքում ասֆալտբետոնը կարող է ուռչել և քայքայվել: Ավազը պետք է լինի մաքուր և կավային մասնիկների պարունակությունը կախված ասֆալտբետոնի տեսակից, մակնիշից չպետք է գերազանցի 0,5-1%-ը: Ասֆալտբետոնում օգտագործվող ավազներին ներկայացող հիմնական պահանջները բերված են ГОСТ 8736-93-ում [100], համաձայն որի առավել ռացիոնալ կարելի է համարել բազալտի մանրացման և մաղման միջոցով ստացվող արհեստական ավազի օգտագործումը: Այդ ավազի օգտագործումը պայմանավորված է նրանով, որ կազմված է սրանկյուն մասնիկներից և պարունակում է այն բոլոր ֆրակցիաները, որոնք անհրաժեշտ են ասֆալտբետոնի ամուր հանքային խառնուրդի ստացման համար և հետևաբար ունեն բարձր ամրություն ու դեֆորմացիոն կայունություն:

Բազալ տի ջարդու մից և մաղու մից ստացված ավազի հիմնական ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների որոշումը կատարվել է համաձայն ГОСТ 8735-88 [99] «Песок для строительных работ. Методы испытаний»:

Նախատեսվող ավազի խոշորության մոդուլը որոշվել է հետևյալ բանաձևով`

$$M_{KP} = \frac{\sum A_j}{100} \quad (2.1)$$

որտեղ`

$A_j$ -ն տվյալ մաղի լրիվ մնացորդն է:  $M_{KP}=3,65$ , այսինքն օգտագործված ավազը ըստ խոշորության մոդուլի համաձայն ГОСТ 8736-93 [100], պատկանում է ավազի խոշոր տարատեսակին:

Ավազում, խճում փոշենման և կավային մասնիկների պարունակությունը խոչընդոտում է բիտումի կցորդմանը խճի և ավազի հետ, որն էլ իջեցնում է ասֆալտբետոնի որակը: Ընդ որում նշված մասնիկների պարունակությունը չպետք է գերազանցի ավազում` 2,37-2,42%, իսկ խճում մինչև 1,5%: Խճի իրական խտությունը որոշվել է հիդրոստատիկ կշռման մեթոդով, իսկ ավազինը` պիկնոմետրիկ եղանակով: Նշված նյութերի իրական խտությունները և խտությունները համապատասխանաբար հավասար են  $\rho_{\text{խ}}=2,5\text{գ/սմ}^3$ ,  $\rho_{\text{ա}}=2,81\text{գ/սմ}^3$ ,  $\rho_{\text{փխ}}=1,14\text{գ/սմ}^3$ ,  $\rho_{\text{օա}}=1,54\text{գ/սմ}^3$ : Սույն աշխատանքում օգտագործված բազալ տե խճի և ավազի հատիկաչափական կազմը ներկայացված է աղ. 2.2-ում:

Աղյուսակ 2.2

Խճի և ավազի հատիկաչափական կազմը

Մաղերի համարները, մմ	Լցանյութեր					
	Խճ			Ավազ		
	մասնակի մնացորդ, դ,	մասնակի մնացորդ, դ,	լրիվ մնացորդ, դ, %	մասնակի մնացորդ, դ, գրամ	մասնակի մնացորդ, դ, %	լրիվ մնացորդ, դ, %

	գրամ	%				
20-10	356,8	35,68	35,68	-	-	-
10-5	551,6	55,16	90,84	-	-	-
5-2,5	35,0	3,50	94,34	116,6	11,6	11,6
2,5-1,25	28,2	2,82	97,16	153,8	15,38	27,04
1,25-0,63	24,2	2,42	99,58	190,7	19,07	46,11
0,63-0,31	4,2	0,42	100,0	387,8	38,78	84,89
0,31-0,14	-	-	-	115,6	11,56	96,45
0,14-0,071	-	-	-	26,7	2,67	99,12
< 0,071	-	-	-	8,8	0,88	100,0

## 2.5. Հանքային փոշի

Հանքային փոշին իրենից ներկայացնում է բազմադիսպերս նյութ և հանդիսանում է ասֆալտբետոնի կարևորագույն կառուցվածքագոյացնող բաղադրիչ:

Ասֆալտբետոնում հանքային փոշին բիտումի հետ միասին առաջացնում է բինար համակարգ և կատարում է ասֆալտային կապակցանյութի դեր: Հանքային փոշիները ստացվում են կրաքարերի, դոլոմիտի և այլ կարբոնատային լեռնային ապարների ջարդումից և աղացումից, որոնց ամրությունը չպետք է ցածր լինի 20ՄՊա-ից: Օգտագործում են նաև որոշ արտադրության թափոններ օրինակ՝ ցեմենտի արտադրության ժամանակ առաջացած փոշիները, որոնց տեսակարար մակերեսը  $4000-5000\text{գ/սմ}^2$  է, մանրության աստիճանը  $d=0,14 - 0,071\text{մմ}$  և ցածր:

Հանքային փոշու ստացման համար օգտագործվող կարբոնատային ապարները չպետք է պարունակեն 5%-ից ավել կավային խառնուրդներ: Փոշու աղացվածքի մանրությունը պետք է լինի այնպիսին, որպեսզի

թաց մաղման ժամանակ 1,25մմ անցքեր ունեցող ցանցից անցնի 100%-ը, 0,315մմ-ից՝ ոչ քիչ 90%-ը և 0,071մմ-ից ոչ պակաս՝ 70% փոշի: Այս դեպքում 40 ՄՊա բեռնվածքի տակ՝ հատուկ կաղապարում, դրանց խոսքման ժամանակ դատարկությունը պետք է լինի ոչ ավել 35%-ից: Բիտումի հետ փոշու խառնուրդի ունչեցումը նմուշների 5-6% մնացորդային ծակոտկենության դեպքում չպետք է գերազանցի 2,5%-ը: Որպես հանքային փոշի կարելի է օգտագործել տարբեր արդյունաբերական արտադրություններից առաջացած թափոնները, օրինակ՝ մետալուրգիական խարամները, մոխիրը, մոխրախարամային խառնուրդները, ցեմենտի գործարանների փոշին և այլն, որոնք համապատասխանում են ГОСТ 9128-97 պահանջներին [101]:

Հանքային փոշու մյուս նշանակությունը՝ ավելի մեծ մասնիկների միջև եղած մանր ծակոտիների լցումն է, որի անհրաժեշտ քանակի առկայությունը նպաստում է հանքային կմախքի խտության բարձրացմանը, իսկ անբավարար քանակության դեպքում ծակոտիների լցման համար պահանջվում է բիտումի ավելացում, որն էլ իր բացասական դերը ունի ասֆալտբետոնի հատկությունների վրա: Այսպիսով բիտում հանքային փոշու որոշակի տոկոսային հարաբերությունը ապահովում է դիսպերս համակարգի ամրությունը և խտությունը, որն էլ նպաստում է ասֆալտբետոնի խտության, ամրության և ջերմակայունության բարձրացմանը:

Հանքային փոշու կարևորագույն բնութագիր է հանդիսանում կապակցողի հետամուր կցորդման իր ունակությունը: Բիտումի հետ կցորդման ամրության վրա մեծ ազդեցություն ունի հանքային փոշու քիմիական և միներալոգիական բաղադրությունը, ինչպես նաև բիտումի հատկությունները:

Ասֆալտային փոշու հիման վրա պատրաստված ասֆալտբետոնները ունենալով բարձր որակ, ներկայումս գրեթե չեն կիրառվում: Դա կապված է բնական ասֆալտային հանքանյութի կազմության հետ, որը տատանվում է բավականին լայն սահմաններում: Այդ առաջարկությունը օգտագործվել է միայն 30-ական թթ.-երի սկզբին:

Ճանապարհային ծածկույթների շինարարության երկարամյա փորձը ցույց է տվել, որ ասֆալտբետոնների համար լավագույն

հանքային փոշիներն են կարբոնատային ապարների՝ կրաքարերի և դոլոմիտների, ինչպես նաև հիմնային բևույթի լեռնային ապարների մանրացումից ստացված հանքային փոշիները: Նշված ապարները ունենալով մեծ քանակությամբ ադսորբցիոն կենտրոններ՝  $Ca^{2+}$  կամ  $Mg^{2+}$  կատիոնների տեսքով, բիտումի հետ փոխազդեցության ընթացքում նպաստում են ծավալային բիտումի ինտենսիվ անցմանը հանքային բաղադրիչի մակերևույթի դիֆուզիայի վատացված թաղանթների: Այդ ընթացքում, ի հաշիվ գոյացող քեմոսորբցիոն կապերի, բիտումի թաղանթը ամուր միանում է հանքային փոշու հատիկների մակերևույթին:

Չնայած նշված նյութերի բավականին արդյունավետ հատկություններին, դրանց արտադրությունը և կիրառումը կապված է մի շարք առանձնահատկությունների հետ: Ամուր կրաքարերը պրակտիկորեն չեն կիրառվում փոշու ստացման համար, քանի որ աղացումը կապված է բավականին դժվարությունների հետ: Միջին ամրության կրաքարերը, որոնց ամրությունը տատանվում է 50-60ՄՊա, ստացվում են բավականին բարձր ծակոտկենության փոշիներ, նպաստում են բիտումի ֆիլտրմանը, հետևաբար ասֆալտբետոնի հատկություններին էական փոփոխմանը:

Թթվային լեռնային ապարներից ստացված հանքային փոշիները ( $SiO_2$  65%-ից), բիտումի հետ փոխազդեցության ժամանակ չեն առաջացնում քեմոսորբցիոն միացություններ: Այդ ապարներից ստացված հանքային փոշին չի ցուցաբերում բիտումի վրա անհրաժեշտ կառուցվածքագոյացնող ազդեցություն: Այն ասֆալտբետոնը, որը ստացվել է նմանատիպ փոշու հիման վրա, սովորաբար տարբերվում է ամրության ցածր ցուցանիշներով, ջրա- և ջերմակայունությամբ: Հանքային փոշուն ներկայացվող պահանջները բերված են ГОСТ 16557-78-ում [95]:

Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհաշինարարական փորձը ցույց է տալիս, որ որպես հանքային փոշի հիմնականում կիրառվում է կրաքարից և բազալտից ստացված փոշին: Ասֆալտբետոնի կազմի մեջ մտնող հանքային բաղադրիչների մակերևույթների ակտիվացման համար, կիրառում են տարբեր հավելանյութեր, մասնավորապես կիր

պարունակող նյութեր: Հիմնվելով նախկինում կատարված հետազոտություններին, մասնավորապես [19, 20, 83, 84, 85], գալիս ենք այն եզրահանգման, որ որպես հանքային փոշի ասֆալտբետոնի պատրաստման համար առավել նպատակահարմար է այն տեսակի նյութերի օգտագործումը, որոնք պարունակում են ակտիվ  $\text{CaO}$  կամ  $\text{MgO}$ : Ավելի արդյունավետ է օգտագործել վառարաններից հեռացվող ծխազագերից կլանված ցեմենտի փոշին, որում ակտիվ  $\text{CaO}$ -ի պարունակությունը հասնում է մինչև 16,8% [83, 84, 85]: Կախված հատկային կազմից, տեսակից, բնույթից, կառուցվածքից, քանակությունից և հանքային փոշու այլ բնութագրերից զգալիորեն կախված է ասֆալտբետոնի ամրությունը, խտությունը, ջերմակայունությունը: Բիտումահանքային կոմպոզիցիաների համար օգտագործվող հանքային փոշիներին ներկայացվող հիմնական պահանջները բերված են ГОСТ 16557-78-ում [95], իսկ դրա հիմնական ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները որոշվել են համաձայն ГОСТ 12784-78 [93] «Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Методы испытаний»:

Ներկայումս բիտումահանքային կոմպոզիցիաների մշակման ժամանակ նախատեսվում է ավանդական կրաքարային փոշու փոխարինումը ցեմենտի փոշով և ուսումնասիրվել է վերջինիս հատկությունները, կազմերը: Ցեմենտի փոշին հիմնականում կազմված է չքայքայված  $\text{CaCO}_3$ -ից և որոշ քանակությամբ կավային միացություններից: Ցեմենտի փոշում որոշակի քանակությամբ կրի պարունակությունը հանդիսանում է դրական գործոն, քանի որ վերջինս բիտումահանքային կոմպոզիցիաների պատրաստման պրոցեսում ակտիվացնելով խճի, ավազի մակերեսները, նպաստում է բիտումի հետամուր կցորդմանը:

Մեր կողմից կիրառված հանքային փոշու հատկաչափական կազմի որոշման արդյունքները բերված է աղ. 2.3-ում, իսկ քիմիական կազմերը՝ աղ. 2.4 և աղ. 2.5-ում:

Աղյուսակ 2.3

Հանքային փոշու հատկաչափական կազմը

Մաղերի համարներ ը, մմ	Հանքային փոշուլ տեսակները					
	Կրաքարի փոշի			Ցեմենտի փոշի		
	մասնակի մնացորդ, գրամ	մասնակի մնացորդ, %	Լրիվ մնացորդ, %	մասնակի մնացորդ, գրամ	մասնակի մնացորդ, %	Լրիվ մնացորդ, %
1,25-0,63	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,63-0,31	21,8	2,18	2,18	5, 8	0,58	0,58
0,31-0,14	42,4	4,24	6,42	18,6	1,86	2,44
0,14-0,071	75,7	7,57	13,99	41,7	4,17	6,61
< 0,071	860,1	86,01	100	933,9	93,39	100

Աղյուսակ 2.4

Հանքային փոշուլ՝ կրաքարի քիմիական կազմը

Հանքային փոշի	Օքսիդների պարունակությունը, գանգ. %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Շիկ.կ որ	Mg O	R <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
Կրաքար	1,17	0,48	0,25	55,43	3	0,37	0,03	0,04	0,09
	1,19	0,47	0,26	5,46	42	0,38	0,02	0,02	0,10
	1,18	0,49	0,24	55,41	41	0,36	0,04	0,01	0,06
Միջինը	1,18	0,48	0,25	55,43	42	0,37	0,03	0,02	0,08

Աղյուսակ 2.5

Ցեմենտի փոշուլ քիմիական կազմը

Նմուշի անվանումը	Օքսիդների պարունակությունը, գանգ. %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շիկ. կոր	Σ



Նմուշ 1	12,92	9,77	2,23	43,76	0,93	2,13	3,01	24,45	
Նմուշ 2	12,8	9,85	2,35	44,07	0,94	2,11	3,1	24,56	
Նմուշ 3	13,23	10,02	2,26	43,85	0,98	2,18	3,06	24,47	
Միջինը	12,98	9,88	2,28	43,90	0,95	2,14	3,05	24,49	99,67

Ցեմենտի փոշու մեջ ակտիվ CaO-ն կազմում է 16,8%: Հանքային փոշիների իրական խտությունը /ρ/, որոշվել է Լե Շատելյե-Կանդլոյի ծավալաչափով: Նույն եղանակով որոշված ցեմենտի փոշու խտությունը տատանվում է 2,29-2,31գ/սմ<sup>3</sup>-ի սահմաններում, իսկ խոսքով վիճակում (40 ՄՊա բեռնվածքի տակ) 1,42-1,45գ/սմ<sup>3</sup>: Ի հայտ է բերված, որ ծակոտկենությունը ցեմենտի փոշու համար հավասար է 37,83%:

Բիտումահանքային կոմպոզիցիաների համար, որպես հանքային փոշի օգտագործվող նյութերի ուսումնասիրությամբ ստացված արդյունքները, թույլ են տալիս դատել այն մասին, որ մեծ դիսպերսությունը պայմանավորում է դրանց բարձր կառուցվածքագոյացնող դերը ասֆալտբետոնում, քանի որ դրանց մակերեսը պատվում է մեծ քանակությամբ բիտումի շերտով, հետևաբար ծախսվում է բիտումի անավելագույն մասը: Հաշվի առնելով հանքային փոշիների հատիկների զարգացած մակերեսի, կարևորագույն կառուցվածքագոյանող գործոն է հանդիսանում հանքային հատիկների բնույթը: Բիտումի և հանքային նյութերի փոխազդեցության արոցեսների ինտենսիֆիկացման և դրանց հատիկների վրա այնպիսի շերտի, ինչպիսիք են մակերեսի հետքեմոսորբցիապես կապված բարձրակառուցվածքային բիտումի շերտի ստեղծումը, որը կատարում է կառուցվածքամեխանիկական պատնեշի դեր, նպաստում է ձևափոխված բիտումի օգտագործմանը: Մոդիֆիկացված բիտումի պեպտիզացնող ազդեցությունը պետք է բացառի կոշտերի առաջացումը և պետք է նպաստի բիտումի ծավալում հանքային փոշու՝ ցեմենտի փոշու հատիկների հավասարաչափ բաշխմանը, որն էլ իր հերթին բերում է ասֆալտբետոնի

համասեռությամբ և խիտ կառուցվածքի ստացմանը: Ասֆալտբետոնի կառուցվածքի ձևավորման պրոցեսների վրա իր դրական ազդեցությունն ունի ցեմենտի փոշուժ կրի և հիմքերի որոշակի առկայությունը, որոնք նպաստում են հանքային լցանյութերի հատիկների մակերեսների ակտիվացմանը և հանքային մասնիկների վրա ջրաանլուծելի միացությունների առաջացմանը, որն էլ իր հերթին բերում է ասֆալտբետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարձրացմանը:

## 2.6. Պորտլանդցեմենտային կլինկեր

Պորտլանդցեմենտը հիդրավլիկ կապակցանյութ է, որը ստացվում է պորտլանդցեմենտի կլինկերի, գիպսի և հիդրավլիկ հավելանյութի համատեղ նուրբ աղացումից: Կլինկերը իր հերթին ստացվում է կրաքարից և կավից պատրաստված համասեռ, նուրբ աղացած արհեստական հումքախառնուրդի թրծման ընթացքում:

Կլինկերի քիմիական կազմը ներկայացվում է հիմնական և երկրորդային օքսիդներով, որոնք տատանվում են լայն սահմաններում: Օքսիդների գումարային պարունակությունը կլինկերում 95-97% է:

Հիմնական օքսիդների պարունակությունը տոկոսներով, որոնք հետագայում ապահովում են կլինկերի հիմնական գոյացմանը հետևյալն է.

CaO ---- 64 - 67 %,

SiO<sub>2</sub> ---- 21 - 24 %,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ---- 4 - 7 %,

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ---- 2 - 4 %:

Նշված օքսիդների ազդեցությունը կլինկերագոյացման պրոցեսների և ցեմենտի որակի վրա հետևյալն է. CaO-ի բարձր պարունակության դեպքում ստացվում է առավել բարձր որակի ցեմենտ: Կլինկերը թրծվում է առավել բարձր ջերմաստիճանում, քան կիրը, և կլինկերում մնացող ազատ կալցիումի օքսիդը ստացվում է գերթրծված վիճակում: Կլինկերում ազատ CaO-ի պարունակությունը

չ պետք է գերազանցի 2%-ից և որքան մեծ է դրա պարունակությունը, այնքան արագ է ամրանում ցեմենտը և բարձր է դրա վերջնական ամրությունը, սակայն ջրակայունությունը նվազում է [16]:

Կլիսկերում  $\text{SiO}_2$ -ի բարձր պարունակության դեպքում ցեմենտները դանդաղ են ամրանում, հատկապես սկզբնական շրջանում:

$\text{Al}_2\text{O}_3$ -ի բարձր պարունակության դեպքում հումքախառնուրդը թրծվում է բարձր ջերմաստիճանում: Այս օքսիդով հարուստ ցեմենտը բնորոշվում է առավել արագ շաղկապմամբ: Այսպիսի ցեմենտները բնորոշվում են ցածր սառնակայունությամբ և ջրակայունությամբ, հատկապես սուլֆատպարունակող ջրերում:

$\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ով հարուստ ցեմենտները (կլիսկերը), կավահողի ցածր պարունակության դեպքում ձեռք են բերում բարձր սիլիկահողային բնույթ: Այս օքսիդով հարուստ կլիսկերը ունի այն նույն հատկությունները, որոնք բնորոշ են բարձր  $\text{SiO}_2$  պարունակող ցեմենտներին:

$\text{SO}_3$ -ի բարձր պարունակության դեպքում (4%-ից) ցեմենտում առաջանում են ներքին բարձր լարումներ (ի հաշիվ մեծ քանակությամբ կալցիումի հիդրոսուլֆատի ձևով):

Պորտլանդցեմենտի կլիսկերը բաղկացած է մեծ քանակությամբ տարբեր կազմություն ունեցող միացություններից (ֆազաներից) և ամորֆ կլիսկերային ապակուց: Կլիսկերի միներալ ոգիական կազմը որոշում են տարբեր ուսումնասիրության եղանակներով՝ պետրագրաֆիկ, ռենտգենագրաֆիկ, թերմագրաֆիկ:

Պետրագրաֆիկ ուսումնասիրությամբ կլիսկերը կազմված է միներալ սիլիկատներից (ալիտից և բելիտից), միջանկյալ ֆազայից, միներալ հալիչներից, (Ca-ի ալյումինատներից և ալյումաֆերիտներից), կլիսկերային ապակուց և երկրորդային միացություններից:

Ալիտը կարևորագույն կլիսկերային միներալ սիլիկատն է, որի պարունակությունը տատանվում է 40-60%-ի սահմաններում և ցեմենտին տալիս է բարձր ամրություն, ամրացման արագություն:

Ալիտը  $C_3S$ -ի,  $MgO$ -ի,  $Al_2O_3$ -ի և որոշ օքսիդների կարծրլուծույթ է, որի գույնը տատանվում է բաց մոխրագույնից մինչև մուգը:

Երկրորդ միներալ սիլիկատը բելիտն է, որն իրենից ներկայացնում է  $C_2S$ -ի և մի շարք օքսիդների լուծույթ: Կլինկերում բելիտի պարունակությունը տատանվում է 15-30%-ի սահմաններում: Տարբեր միացությունների ներմուծմամբ բելիտը ստանում է տարբեր երանգավորումներ: Բելիտի բարձր պարունակությունը ցեմենտում հաղորդում է դրան դանդաղ շաղկապում՝ ամրացման սկզբնաշրջանում, բայց երկարատև ամրացման ընթացքում ձեռք է բերում բարձր ամրություն, ցեմենտի բարձր կայունություն [16]:

Միներալ հալիչներին են պատկանում կալցիումի ալյումինատները և կալցիումի ալյումաֆերիտները:

Կալցիումի ալյումինատները կլինկերում ներկայացված է մուգ գույնով, որի կազմությունը կախված է մի շարք գործոններից և կարող է լինել հետևյալ տեսքով՝  $C_5A_3$ ,  $C_{12}A_7$ ,  $C_3A$ : Արտադրական կլինկերում հիմնականում ներկայացված են  $C_3A$ -ի ձևով, որի պարունակությունը տատանվում է 7-15%-ի սահմաններում: Ինչքան բարձր է այս միներալի պարունակությունը, այնքան ցեմենտը արագ է շաղկապվում, ամրանում:

Կալցիումի ալյումաֆերիտները ներկայացվում են բաց գույնով, որոնց կազմը տատանվում է  $C_3A_2F-C_6AF_2$ -ի շարքում: Արտադրական կլինկերում ալյումաֆերիտի կազմը մոտենում է  $C_4AF$ -ին, որն անվանում են ցելիտ: Այս միներալի պարունակությունը տատանվում է 10-18%-ի սահմաններում: Կլինկերի քիմիական կազմը բերված է աղ. 2.6-ում:

Աղյուսակ 2.6

Կլինկերի քիմիական կազմը

Յիմնական օքսիդների պարունակությունը, %				
$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$
22,4	4,50	4,16	62,59	1,07

## 2.7. ԼիզնոսուԼ ֆոնաա

ԼիզնոսուԼ ֆոնաառ (ՊՇԵ) դա հաժեԼ անյ ոԼ թ Է՝ ալ աստիկարար, ցեմենտայ ին և բետոնայ ին խառնուԼ ղոնեԼ ի հաաար: Այ ն ոԼ նի բետոնի շաղկաալման և աարացման դանդաղեցման հատկուԼ ղոԼ ն, որն ԷԼ հանդիսանուԼ մ Է ցեԼ ղ ոԼ Լ ոգայ ին արտադրուԼ ղոԼ ան ձևափոխաժ թափոն [80]:

ԼիզնոսուԼ ֆոնաառ օգտագորժուԼ մ Է բետոնայ ին խառնուԼ ղոնեԼ ի ալ աստիֆիկացման հաաար, այ սինքն դրա շարժուԼ նուԼ ղոԼ նը բարժրացեԼ ոԼ հաաար: ՈրաԼես կողմնակի Էֆեկտ ՊՇԵ-ի օգտագորժման դեաքուԼ մ դիտուԼ մ Է բետոնայ ին խառնուԼ ղոնի շաղկաալման դանդաղուԼ մ (մինչև 2 ժաա), որը թուԼ ղ Է տալ իս տեղափոխեԼ բետոնը գգալ ի տարաժ ոԼ ղոԼ ն կաա ԷԼ տեղադրեԼ գանգաժայ ին բետոնայ ին կառուցաժ քնեԼ ոԼ մ: Բացի ալ աստիֆիկացնող հատկուԼ ղոԼ ններից ՊՇԵ-ն ոԼ նի նաև ջրակարգաժ ոԼ ման Էֆեկտ (մինչև 10-15%), որը թուԼ ղ Է տալ իս ստանալ հաժասարաշարժ ոԼ ն բետոնայ ին խառնուԼ ղոնեԼ ի, հետագայ ոԼ մ բարժրացեԼ ոժ բետոնի աար ոԼ ղոԼ նը: ՅաժեԼ անյ ոԼ ղոԼ նի օդանեԼ քաշող աղեցուԼ ղոԼ ն (մինչև 3,5%):

Բետոնների հաաար, որաԼես հաժեԼ անյ ոԼ ղոԼ ՊՇԵ-ի օգտագորժման ղ ոԼ րահատկուԼ ղոԼ նը հանդիսանուԼ մ Է բետոնայ ին խառնուԼ ղոնուԼ մ հաժեԼ անյ ոԼ ղոԼ նեԼ ոԼ մ ժման չափաքանակի սահմանափակուԼ մ, ոչ աժեԼ 0,4% ցեմենտի գանգաժից: ԱժեԼ ի մեժ չափաքանակի դեաքուԼ մ կտրուԼ կ մեժանուԼ մ Է բետոնայ ին խառնուԼ ղոնի շարժուԼ նակուԼ ղոԼ նը, նժաղուԼ մ Է աար ոԼ ղոԼ նը ղնդիուԼ ա մինչև բետոնայ ին խառնուԼ ղոնի շեԼ տաժ ոԼ մ: ՊՇԵ-ի երաշխաժ ոԼ ղոժող չափաքանակներն են 0,25-0,35%՝ ղ ստցեմենտի գանգաժի:

ՈրաԼես կանոն ձևափոխաժ ՊՇԵ-ոժ բետոնայ ին խառնուԼ ղոնեԼ ղոժ վաա են փքուԼ մ: Այ ս դեաքուԼ մ աԼեսք Է սահմանափակեԼ ՊՇԵ-ի չափաքանակը և նժաղեցեԼ ջեԼ ոԼ մաժակման ջեԼ ոԼ մաստիժանը: ԼիզնոսուԼ ֆոնաառ օգտագորժուԼ մը նաաստուԼ մ Է բետոնների խտուԼ ղոԼ ան, աար ոԼ ղոԼ ան, ջրանթափացեԼ ի ոԼ ղոԼ ան և սառնակայ ոԼ նուԼ ղոԼ ան բարժրացմանը:

ՊՇԵ-ի հատկուԼ ղոԼ նները բեԼ ոժ են աղ. 2.7-ուԼ մ:

## Մակերևութաակտիվ նյութի՝ ՊՇՏ-ի հատկությունները

Հատկությունները	Նշանակությունը
արտաքին տեսքը	մուգ շակալակագույն
խտությունը	1,23 գ/սմ <sup>3</sup>
կոնցենտրացիան (ըստ չոր նյութի զանգվածի)	47%
ջրածնային իոնների կոնցենտրացիան (рН)	4,5-5,0

**Երկրորդ գլխի եզրակացություններ**

1. Ելնելով Հայաստանի Հանրապետության կլիմայական պայմաններից, ասֆալտբետոնի համար, որպես օրգանական կապակցող նյութ ընտրվել է БНД 60/90 մակնիշի բիտումը:

2. Որպես հանքային բաղադրիչներ առավել նպատակահարմար է օգտագործել բազալտե խիճը, բազալտի ջարդումից և մաղումից ստացված ավազը, որպես հանքային փոշի՝ ցեմենտի արտադրության ժամանակ առաջացող թափոնը (ցեմենտի փոշին):

3. Բիտումի մոդիֆիկացման համար նպատակահարմար է կիրառել կլինկերային ցեմենտ, իսկ որպես մակերևութաակտիվ նյութ՝ լիգնոսուլֆոնատ (ՊՇՏ):

**ԳԼՈՒԽ 3**

**ԿԼԻՆԿԵՐԱՅԻՆ ՑԵՄԵՆՏՈՎ ՍՈՂԻՖԻԿԱՑՎԱԾ ԲԻՏՈՒ ՄԻ  
ՉԻՄՆԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒ ԹԱԳՐԵՐԻ  
ՈՒ ՍՈՒ ՄՆԱՍԻՐՈՒ ԹՅՈՒ ՆՆԵՐԸ**

Բիտումների հատկությունները՝ ֆիզիկական և տեխնիկական, պայմանավորված են հիմնականում դրանց կազմում պարունակվող յուղերի, խեժերի և ասֆալտենների քանակական հարաբերությամբ: Յուղերը, որոնց տեսակարար կշիռը 0,911-0,923 գ/սմ<sup>3</sup> է, իրենցից ներկայացնում են հեղուկ ածխաջրածիններ, որոնք բիտումի բաղադրիչ մասերի վրա ունեն հեղուկացնող ազդեցություն, խեժերի (տեսակարար կշիռը 1,056-1,078գ/սմ<sup>3</sup> է), մեծ քանակություները բիտումում բերում է ձգելիության բարձրացմանը: Ասֆալտենների (տեսակարար կշիռը 1,117-1,121գ/սմ<sup>3</sup> է), քանակության բարձրացմամբ մեծանում է ջերմակայունությունը:

Բիտումի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը, որպես ճանապարհաշինարարական նյութ հնարավոր է միայն համապատասխան ռեոլոգիական բնութագրերի բնորոշմամբ, որոնք որոշվում են լայն տեխնոլոգիական և շահագործման ջերմային սահմաններում: Ռեոլոգիական հատկությունների ցուցանիշների բացահայտումը կապված է մի շարք դժվարությունների հետ, ուստի բիտումի որակը ընդունված է գնահատել դրա մածուցիկությամբ, ձգելիությամբ, բռնկման և փափկեցման ջերմաստիճանով, ակտիվությամբ և կցորդմամբ՝ հանքային նյութերի նկատմամբ:

**3.1. Մածուցիկություն**

Բիտումների մածուցիկությունը հանդիսանում է դրա կարևորագույն ռեոլոգիական բնութագիրը [90, 102]: Մածուցիկությունից կախված է ասֆալտբետոնի շահագործողական հատկությունները և երկարակեցությունը: Բիտումի մածուցիկությունը փոփոխվում է բավականին լայն սահմաններում՝ կախված դրանց քիմիական կազմից և ջերմաստիճանից: Չգալի

ազդեցությունն է ցուցաբերում բիտումի մածուցիկության վրա  
ասֆալտենների քանակությունը և յուղերի քանակական  
հարաբերակցությունը: Մեծացնելով ասֆալտենների  
քանակությունը՝ մածուցիկությունը մեծանում է և հակառակը:

Բիտումի մածուցիկությունը ընդունված է բնութագրել  
հետևյալ պայմանական ցուցանիշներով՝ ստանդարտ ասեղի  
խորասուզման խորության և բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանի  
միջոցով [4]:

Ասեղի խորասուզման խորությունը որոշվում է պենետրոմետրի  
միջոցով, իսկ փափկեցման ջերմաստիճանը՝ «Գուևդ և օղակ» սարքով:  
Բիտումի որակի համար մեծ նշանակություն ունեն այդ  
ցուցանիշների հարաբերությունը: Փափկեցման որոշակի  
ջերմաստիճանի դեպքում ինչքան բարձր է ասեղի խորասուզման  
խորության ցուցանիշը, այնքան բարձր է բիտումի որակը:  
Ջերմաստիճանի ռեժիմների փոփոխության դեպքում այդպիսի  
բիտումները ունեն առավել բարձր կայունություն և դրանց  
հենքով ստացված ասֆալտետոնները ունեն բավարար  
սահբակայունություն և ճաքակայունություն:

Բիտումի մածուցիկության բնութագրումները որոշում են  
համաձայն ներկայումս գործող պետական ստանդարտերին  
(փորձանմուշների պատրաստում և փորձարկում) համապատասխան՝  
ասեղի խորասուզման խորությունը ըստ ГОСТ 11501-78 «Битумы  
нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы» [89]: Փափկեցման  
ջերմաստիճանը համաձայն ГОСТ 11506-73 «Битумы нефтяные. Метод  
определения температуры размягчения по кольцу и шару» [92]:

### **3.2. Ձգելի ի ու թյ ու ն**

Ասֆալտետոնի կարևոր հատկությունները կապված են նաև  
բիտումի ձգելի ի ու թյ ան հետ: Այդ հատկություններից է դրա  
դեֆորմացիոն ունակությունը ցածր ջերմաստիճաններում, երբ  
ասֆալտետոնե ծածկույթը ենթարկվում է մեծ ձգող լարումների  
ազդեցության: Ցածր ջերմաստիճաններում այս հատկության ոչ



բավարար լինելը բերում է ճանապարհածածկերի վրա ճաքերի առաջացման և քայքայման: Ասֆալտբետոնում կիրառվող մածուցիկ բիտումները պետք է ունենան որոշակի չափով պլաստիկություն: Բիտումի պլաստիկության չափանիշ է հանդիսանում որոշակի պայմաններում դրա թելի ձգման ընդունակությունը (սմ-ով), որը որոշում են դուկտիլոմետրի օգնությամբ: Բիտումի ձգելիության աստիճանից է կախված դրա պլաստիկությունը և էլաստիկությունը: Որքան բարձր է նշված հատկությունները, այնքան բարձր է ասֆալտբետոնի դեֆորմացիոն կայունությունը: Բիտումի ձգելիությունը պայմանավորված է դրա քիմիական կազմով, տաքացման ջերմաստիճանով և տևողությամբ, ինչպես նաև տարբեր հավելանյութերի ներմուծումով: Միևնույն տեսակի բիտումի համար դրա մածուցիկության և ձգելիության միջև կա հետևյալ կապը՝ ինչքան բարձր է մածուցիկությունը, այնքան ցածր է ձգելիությունը: Սակայն տարբեր տեսակի բիտումների համար տեղի է ունենում նշված օրինաչափության խախտում:

Փորձարկվող բիտումի ձգելիությունը կատարվել է համաձայն ներկայումս գործող ГОСТ 11505-78-ի «Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости» [91]:

### **3.3. Բիտումի ծերացումը**

Մթնոլորտային գործոնների (ջերմաստիճանի, խոնավության) փոփոխությունների ազդեցության տակ տեղի են ունենում բիտումի քիմիական կազմի և ֆիզիկական հատկությունների փոփոխություններ, որոնք նպաստում են բիտումի, հետևաբար ասֆալտբետոնի ծերացմանը [91]: Բիտումի հատկությունների փոփոխման աստիճանը ժամանակի ընթացքում տարբեր է և կախված է դրա բաղադրությունից, կառուցվածքագոյացնող նյութերի հատկություններից և ագրեսիվ գործոնների ներգործության ինտենսիվությունից: Բիտումի ծերացումը պայմանավորված է դրա թեթև ֆրակցիաների՝ խեժերի, յուղերի օքսիդացման և պոլիմերիզացման պրոցեսներով:

Սույն աշխատանքում օգտագործված բիտումի հիմնական հատկությունների ուսումնասիրության արդյունքները բերված են աղ. 3.1-ում:

Աղյուսակ 3.1

Բիտումի կարծրությունը, փափկեցման ջերմաստիճանը, ձգելիությունը

Բիտումի հատկությունները	Մաքուր բիտում			Միջին ցուցանիշներ
	1	2	3	
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 25 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	37	30	30	32,3
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 0 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	13	12	11	12
Փափկեցման ջերմաստիճանն ըստ «Գոլենդօլակի»-ի, °C	81	83	82	82
Ձգելիությունը, սմ 25 °C -ի դեպքում, 0 °C -ի դեպքում	66,8 4,8	67,0 5,0	66,4 4,7	66,6 4,83

Ստացված և աղյուսակում ներկայացված տվյալները վկայում են, որ օգտագործված մաքուր բիտումն իր հատկություններով մոտ է БНД 60/90 մակնիշի բիտումին, ГОСТ 22245-90 [96] «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия» սահմանված պահանջներին:

### 3.4. Բիտումի մոդիֆիկացումը տարբեր նյութերով

Ասֆալտբետոնի կառուցվածքի, հետևաբար նաև դրա հիմնական հատկությունների վրա ազդող բազմաթիվ գործոններից

կարևորագույնն է հանդիսանում ել ակետային նյութերի բնույթը և հատկությունները, որոնք կանխորոշում են դրանց ակտիվությունը՝ կառուցվածքագոյացնող պրոցեսների նկատմամբ:

Բիտումները պատկանում են այն նյութերի թվին, որոնք միջին դիրք են գրավում պինդ և հեղուկ նյութերի միջև: Բարձր ջերմաստիճանի դեպքում իրենց հատկություններով դրանք մոտենում են հեղուկներին, իսկ ցածրի դեպքում պինդ նյութերին: Օրգանական կապակցող նյութը՝ բիտումը հանդիսանում է ասֆալտբետոնի կարևորագույն բաղադրիչը, որի կառուցվածքից և հատկություններից հիմնականում կախված է ինչպես ասֆալտբետոնի որակը, այնպես էլ ճանապարհաշինարարական հատկությունները: Բիտումները ասֆալտբետոնային ճանապարհածածկերին տալիս են անհրաժեշտ պլաստիկություն, սակայն բիտումների և ձյութերի ընդհանուր թերությունները դրանց կապակցող հատկությունների փոփոխությունն է կախված տարբեր գործոններից՝ մասնավորապես ջերմաստիճանից և խոնավությունից: Բիտումի հատկությունները հիմնականում կանխորոշվում են դրանց կառուցվածքով և քիմիական կազմությամբ, ինչպես նաև տարբեր մոդիֆիկատոր հավելանյութերով:

Բիտումի՝ որպես ճանապարհաշինարարական նյութի, հատկությունների բազմակողմանի ուսումնասիրությունները հնարավոր է միայն համապատասխան ռեզոլոգիական բնութագրերի որոշմամբ: Սակայն այդ բնութագրերի որոշման բարդությունը բերում է դրան, որ բիտումի ռեզոլոգիական հատկությունները ընդունված է գնահատել ավելի պարզ եղանակներով՝ մածուցիկությամբ, փափկեցման և փխրունության ջերմաստիճանով, ակտիվությամբ և քարային նյութերի կցորդման բնութագրերի որոշմամբ:

Բիտումի մածուցիկությունը, կարևորագույն ռեզոլոգիական բնութագիր է, որն որոշում է ասֆալտբետոնի հատկությունները բավականին լայն ջերմաստիճանային տիրույթում: Բիտումի այդ հատկությունից մեծապես կախված են ասֆալտբետոնի

կարևորագույն շահագործողական հատկությունները և դրա երկարակեցությունը:

Ասֆալտբետոնում օգտագործվող բիտումի հատկությունները բարելավելու համար (փափկեցման ջերմաստիճան և կարծրություն), որպես հիմնական հավելանյութ-մոդիֆիկատոր օգտագործվել է կլիսկերային ցեմենտ:

Ընդունելով կլիսկերային ցեմենտի զանգվածային մասը 5, որոշված է բիտում և կլիսկերային ցեմենտի հարբերակցությունից բիտումի օպտիմալ պարունակությունը ըստ զանգվածային մասերով, որի ստացված արդյունքները բերված են աղ. 3.2-ում:

Աղյուսակ 3.2

Բիտումի հատկությունների կախվածությունը բիտում-  
կլիսկերային ցեմենտի հարաբերությունից

Բիտումի հատկությունները	Մաքուր բիտում	Բիտում-կլիսկերային ցեմենտի հարաբերություն, զանգ. մաս			
		3 : 5	4 : 5	5 : 5	6 : 5
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 25 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	32,3	18	20	23	29
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 0 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	12	6	7	9	11
Փափկեցման ջերմաստիճանն ըստ «Գունդ օղակի»-ի, °C	82	97	95	94	89

Աղյուսակ 3.2-ում ստացված և ներկայացված արդյունքներից գալիս ենք այն եզրակացության, որ վերը նշված նյութերի հարաբերակցությունից առավել բավարարողալ ներապահվում են 5:5 հարաբերությունը: Բիտումի քանակի քիչ քանակության դեպքում ստացվում է ոչ համասեռ զանգված, որի դեպքում ստացվում է շատ բարձր փափկեցման ջերմաստիճան և կարծրության ցուցանիշներ,

որը դժվարեցնում է աշխատանքի ընթացքը: Իսկ բիտումի շատ քանակության դեպքում՝ 6:5 զանգվածային մասի, տեղի է ունենում հակառակ պրոցեսը: Այդ իսկ պատճառով նպատակահարմար է ընդունել բիտում ցեմենտ հարաբերությունը հավասար զանգվածային մասերով:

Վերը նշված հատկություններն որոշելու համար կլինկերային ցեմենտի ներմուծումը բիտումի կազմի մեջ իրականացվել է երկու եղանակով.

Առաջին եղանակի դեպքում նյութերը՝ բիտումը վերցնելով 5 զանգվածային մաս և հալեցնելով մինչև 120-130°C ջերմաստիճաններում, կլինկերային ցեմենտը նույնպես վերցնելով 5 զանգվածային մաս, առանձին տաքացնելով մինչև 70-80°C ջերմաստիճաններում, տրվել է բիտումի կազմի մեջ, որից հետո անմիջապես ավելացվել է համապատասխան քանակությամբ նույն ջերմաստիճաններում (70-80°C) տաքացված ջուրը: Բիտումի կարծրության (25°C-ում, 0°C-ում) որոշման փորձարարական ուսումնասիրությունները կատարվել են համաձայն GOCT 11501-78-ի [89]: Համասեռ խառնուրդ (զանգված) ստանալուց հետո լցնում ենք 55±1մմ տրամագծով և 35±1մմ բարձրության մետաղական կաղապարի մեջ: Նմուշները սառեցնում ենք սենյակային ջերմաստիճանում, տեղավորում թերմոստատում 25°C-ի տակ և պահում 1 ժամ, որից հետո խառնուրդով (բիտում+ կլինկերային ցեմենտ +ջուր) կաղապարը դնում ենք ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ, որի ջերմաստիճանը 25°C է և պահում 1 ժամ, որից հետո ստուգում ենք մոդիֆիկացված բիտումի կարծրությունը:

Բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանի որոշման փորձարարական հետազոտությունները կատարված են համաձայն GOCT 11506-73-ի [92]: Վերը նշված խառնուրդը տաքացնելով մինչև 120°C ջերմաստիճանը, լցնում ենք համապատասխան օղակների մեջ: Սառելուց հետո ամեն մի օղակի կենտրոնում, բիտումի մակերևույթի վրա տեղադրում ենք 9,5 մմ տրամագծով և 3,5 գրամ կշռով պողպատե գնդիկներ: Նախապատրաստած օղակները տեղավորում ենք սկավառակի անցքերում և դնում թորած ջրով լցված բաժակի մեջ 15 րոպե:

Այնուհետև տաքացնում ենք 5 աստիճան/րոպե արագությամբ: Փափկեցման ջերմաստիճանը ընդունում ենք այն ջերմաստիճանը, երբ բիտումով ծածկված գնդիկը շփվում է ներքևի սալին [127]:

Երկրորդ եղանակի դեպքում խառնուրդը պատրաստվել է հետևյալ կերպ. նույն չափաքանակով նյութերը առանձին տաքացնելով և հասցնելով համապատասխան ֆիզիկական վիճակի, կլիսկերային ցեմենտին ավելացվում է նշված քանակության ջուրը, որից հետո ստացված մասսան ավելացվում է հալված բիտումին և խառնում այնքան, մինչև ստացվի համասեռ խառնուրդ: Դրանից հետո նույն եղանակով որոշվել է բիտումի նշված հատկությունները:

Ստացված արդյունքները ներկայացված են աղ. 3.3-ում:

Աղյուսակ 3.3

Կլիսկերային ցեմենտով մոդիֆիկացված բիտումի  
հատկությունները

Բիտումի հատկությունները	Մոդիֆիկացված բիտում (բիտում + կլիսկերային ցեմենտ + ջուր)			Միջին ցուցանիշ ներ
	1	2	3	
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 25 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	<u>25</u> 20	<u>24</u> 22	<u>24</u> <u>21</u>	<u>24,3</u> 21
Ասեղի ներթափանցմա ն խորությունը 0 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	<u>10</u> 10	<u>11</u> 12	<u>12</u> 9	<u>11</u> 10,3
Փափկեցման ջերմաստիճանն ըստ «Գունդ օղակի»-ի, °C	<u>82</u> 87	<u>84</u> 85	<u>83</u> 86	<u>83</u> 86

Աղյուսակ 3.3-ում ներկայացված համարիչի թվային արժեքները համապատասխանում են առաջին եղանակով բիտումի մոդիֆիկացմանը, իսկ հայտարարի թվերը պատկանում են երկրորդ եղանակով բիտումի մոդիֆիկացմանը:

Ստացված տվյալները կարելի է եզրակացնել, որ առավել բարձր ցուցանիշներ ստացվել են երկրորդ եղանակով մոդիֆիկացված բիտումի դեպքում, որը բացատրվում է կլինկերային ցեմենտի ավելի բարձր հիդրատացման աստիճանով: Դա բացատրվում է նրանով, որ առաջին դեպքում, ջրի ավելացման ընթացքում ջրի մի մասը անմիջապես գոլորշիանում է և չի մասնակցում ցեմենտի հիդրատացմանը: Նշված հանգամանքը հիմք է հանդիսացել, որ հետագա աշխատանքները իրականացվեն երկրորդ եղանակով մոդիֆիկացված բիտումի հենքով:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ հավելված բիտումի ծավալում ցեմենտի հատիկները կարող են ենթարկվել ագրեգացիայի (ցեմենտի հատիկների կոշտերի գոյացում), այդ իսկ պատճառով բիտումի ծավալում դրանք անհավասարաչափ են բաշխվում: Նշված թերությունը վերացնելու համար նպատակահարմար է օգտագործել մակերևութաակտիվ նյութ՝ Լիգնոսուլֆոնատ (ՄՇՏ), որը բացառում է ցեմենտի հատիկների կոշտերի գոյացումն, այսինքն կատարվում է դրանց դեգագրեգացիա:

Վերը նշված հատկությունների որոշման համար կրկին նույն չափաբաժիններով և նույն ջերմաստիճաններում տաքացրած նյութերին ավելացվում է մակերևութաակտիվ նյութը 4 զանգվածային մասով՝ ըստ ցեմենտի զանգվածի: Նյութերի խառնումը մեկը մյուսի հետ կատարվել է հետևյալ հաջորդականությամբ՝ Լիգնոսուլֆոնատը շաղախվել է համապատասխան քանակությամբ ջրով, ստացված զանգվածը ավելացվել է նախապես տաքացված կլինկերային ցեմենտին և Լավ խառնելով ավելացվել է հավելված բիտումին: Համասեռ խառնուրդ ստանալուց հետո որոշվել է բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանը և կարծրությունը:

Ստացված արդյունքները ներկայացված են աղ. 3.4-ում:

Աղյուսակ 3.4

Կլիմայի և միջին տեմպերատուրայի փոփոխությունները և ՄՈՒՎՄԻՆ-ի մոդիֆիկացված բիտումի հատկությունները

Բիտումի հատկությունները	Մոդիֆիկացված բիտում (բիտում+կլիմայի և միջին տեմպերատուրայի փոփոխությունները)			Միջին ցուցանիշներ
	1	2	3	
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 25 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	22	19	18	19
Ասեղի ներթափանցման խորությունը 0 °C ջերմաստիճանում, մմ. 10 <sup>-1</sup>	6	5	4	5
Փափկեցման ջերմաստիճանն ըստ «Գոլդոլակի»-ի, °C	96	97	96	96

Ստացված տվյալները վկայում են, որ կոմպլեքս մոդիֆիկատորի ներմուծումը բիտումի կազմի մեջ փոփոխում է դրա կառուցվածքը, որն էլ պետք է նպաստի ասֆալտբետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարելավմանը:

Բիտումի մոդիֆիկացման տեխնոլոգիայի ճիշտ ընտրությունից հետո (երկրորդ եղանակ), որոշվել է ներմուծվող կլիմայի և միջին տեմպերատուրայի փոփոխությունների և դրան համապատասխան մակերևութաակտիվ նյութի՝ ՄՈՒՎՄԻՆ-ի քանակության ազդեցությունը բիտումի հատկությունների վրա:

Ստորև ներկայացվող աղյուսակներում և նկարներում կլիմայի և միջին տեմպերատուրայի փոփոխությունների մասնաբաժինները բերված են որպես բիտումահանքային խառնուրդների մասնաբաժիններ, հիմք ունենալով, որ բիտումի օպտիմալ քանակությունը կազմում է 8,8% քարային նյութերի:

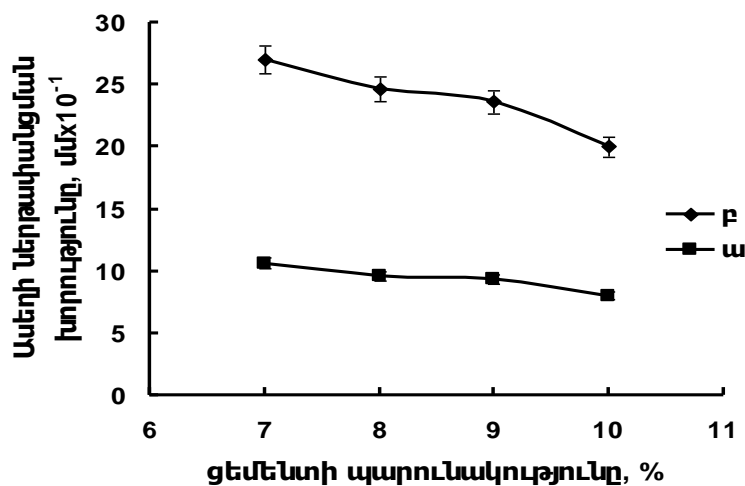


Մոդիֆիկացված բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանի արդյունքները ներկայացված են աղ. 3.5-ում, իսկ կարծրության արդյունքները՝ նկ. 3.1-ում:

Աղյուսակ 3.5

Բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանը՝ կախված կլիսկերային ցեմենտի պարունակությունից

Բիտումի հատկությունները	Կլիսկերային ցեմենտի պարունակությունը ըստ բիտումի զանգվածի, %				
	0	7	8	9	10
Փափկեցման ջերմաստիճանն ըստ «Գունդ օղակի»-ի, °C	81	86	93	93	95
	83	88	92	95	96
	82	87	90	94	96
Միջինը	82	87	91,6	94	95,6



Նկ. 3.1 Բիտումի կարծրության կախվածությունը կլիսկերային ցեմենտի ներմուծման ծախսից  
 ա) ասեղի ներթափանցման խորությունը 0<sup>0</sup>ում,

բ) ասեղի ներթափանցման խորությունը 25<sup>0</sup>ում

Աղյուսակ 3.5-ում և նկար 3.1-ում ստացված տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ 7-10% կլիներային ցեմենտի ներմուծման դեպքում (ըստ բիտումի զանգվածի) բիտումի հատկությունների առավել բարձր ցուցանիշներ ստացվել է 8,8%-ի դեպքում, որն էլ համարվել է կլիներային ցեմենտի ծախսի օպտիմալ քանակություն: Ցեմենտի ծախսի հետագա բարձրացման դեպքում տեղի է ունենում բիտումի նշված հատկությունների նվազում, որը բացատրվում է նրանով, որ բիտումի տվյալ քանակությունը չի ապահովում ցեմենտի հատիկների պատումը, որի հետևանքով ստացվում է անհամասեռ խառնուրդ:

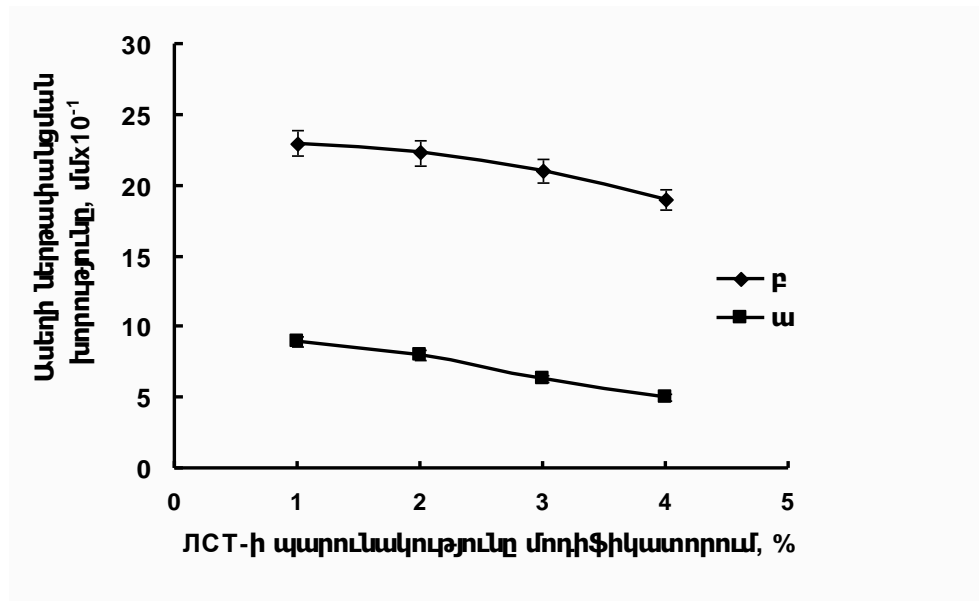
Կլիներային ցեմենտի օպտիմալ քանակությունից հետո ուսումնասիրվել է մոդիֆիկացված բիտումի հատկությունների փոփոխությունը կախված ներմուծվող մակերևութաակտիվ նյութից: Մակերևութաակտիվ նյութի՝ ՊՇՏ-ի ծախսը ընտրվել է 1-4% ըստ կլիներային ցեմենտի օպտիմալ ծախսի: Կոմպլեքս մոդիֆիկատորով մոդիֆիկացված բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանի արդյունքները ներկայացված են աղ. 3.6-ում, իսկ կարծրության արդյունքները՝ նկ. 3.2-ում:

Աղյուսակ 3.6

Կոմպլեքս մոդիֆիկատորով (կլիներային ցեմենտ + ՊՇՏ)  
մոդիֆիկացված բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանի  
կախվածությունը ՊՇՏ-ի պարունակությունից

Բիտումի հատկությունները	ՊՇՏ-ի պարունակությունը, % ըստ կլիներային ցեմենտի զանգվածի			
	1	2	3	4
Փափկեցման ջերմաստիճանն ըստ «Գոլնդ օղակի»-ի, °C	92	94	95	96
	93	95	97	97
	95	96	97	96

Միջինը	93,3	95	96	96
--------	------	----	----	----



Նկ. 3.2 Բիտումի կարծրության կախվածությունը կոմպլեքս մոդիֆիկատորի

պարունակությունից

ա) ասեղի ներթափանցման խորությունը 0<sup>o</sup>ում,

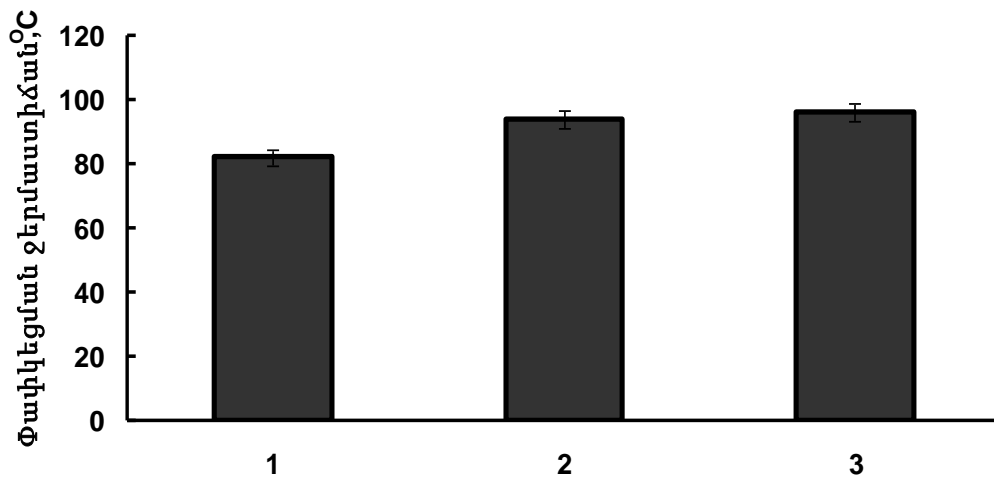
բ) ասեղի ներթափանցման խորությունը 25<sup>o</sup>ում

Համաձայն բերված արդյունքների կլինկերային ցեմենտով և մակերևութաակտիվ նյութով՝ ՊՇՏ-ով բիտումի կոմպլեքս մոդիֆիկացումը բերում է բիտումի հատկությունների՝ կարծրության և փափկեցման ջերմաստիճանի բարելավմանը: Դա բացատրվում է նրանով, որ մակերևութաակտիվ նյութի՝ ՊՇՏ-ի ներմուծման դեպքում բիտումի ծավալում ստեղծվում է ցեմենտի հատիկների հավասարաչափ բաշխման հնարավորություն և ապահովում է հիդրատացման ավելի մեծ աստիճան [127]:

Աղյուսակ 3.6-ի և նկար 3.2-ի արդյունքները վկայում են, որ կլինկերային ցեմենտով և մակերևութաակտիվ նյութով՝ ՊՇՏ-ով բիտումի կոմպլեքս մոդիֆիկացման համար ՊՇՏ-ի օպտիմալ ծախսը կազմում է ցեմենտի զանգվածի 3%-ը, որի դեպքում ապահովում է բիտումի հատկությունների՝ կարծրության և փափկեցման ջերմաստիճանի առավել նշանակալի բարելավում: ՊՇՏ-ի 3%-ից բարձր քանակի ներմուծման դեպքում դիտվում է բիտումի կարծրության

աննշան բարձրացում, իսկ փափկեցման ջերմաստիճանի վրա էական ազդեցություն չի ցուցաբերում: Ելնելով ներկայացված արդյունքներից ՊՇԾ-ի ներմուծման օպտիմալ քանակություն է ընդունվել ցեմենտի զանգվածի 3% -ը:

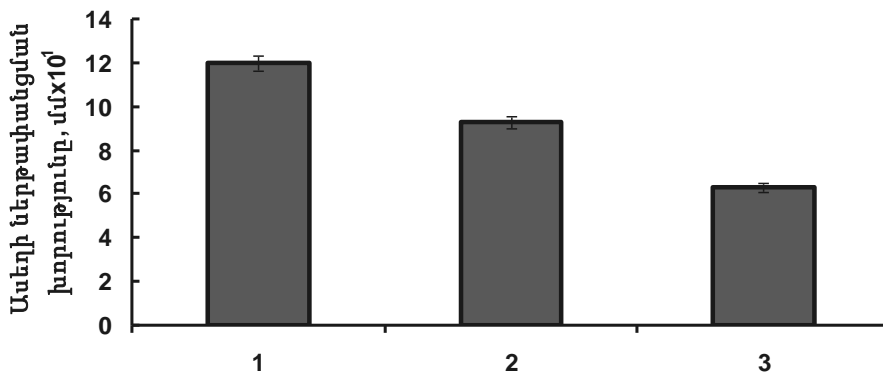
Մաքուր և օպտիմալ քանակություններով մոդիֆիկացված բիտումի հատկությունների փոփոխությունները պատկերված են նկ. 3.3 և 3.4-ում, իսկ ռենտգենաֆազային և պետրագրաֆիկ ուսումնասիրության արդյունքները ներկայացված են նկ. 3.5 և 3.6-ում [124]:



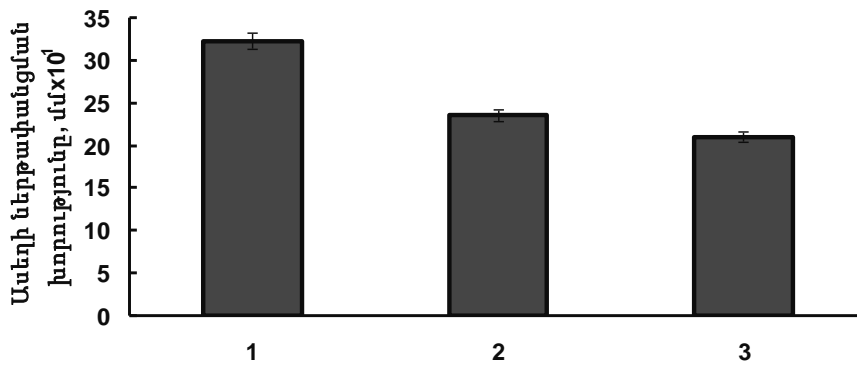
Նկ. 3.3 Բիտումի փափկեցման ջերմաստիճանը

- 1 - մաքուր բիտում,
- 2 - բիտում + կլիներային ցեմենտ + ջուր,
- 3 - բիտում + կլիներային ցեմենտ + ՊՇԾ + ջուր

ա)



բ)



Նկ. 3.4 Բիտումի կարծրությունը

ա) ասեղի ներթափանցման խտրությունը 0<sup>0</sup>ում,

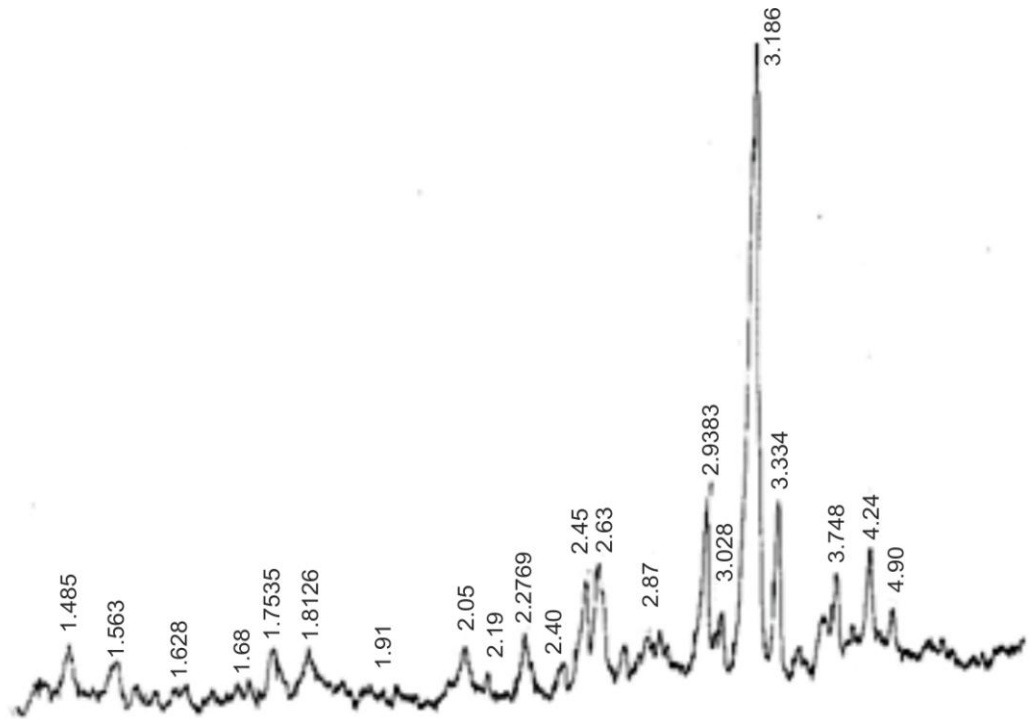
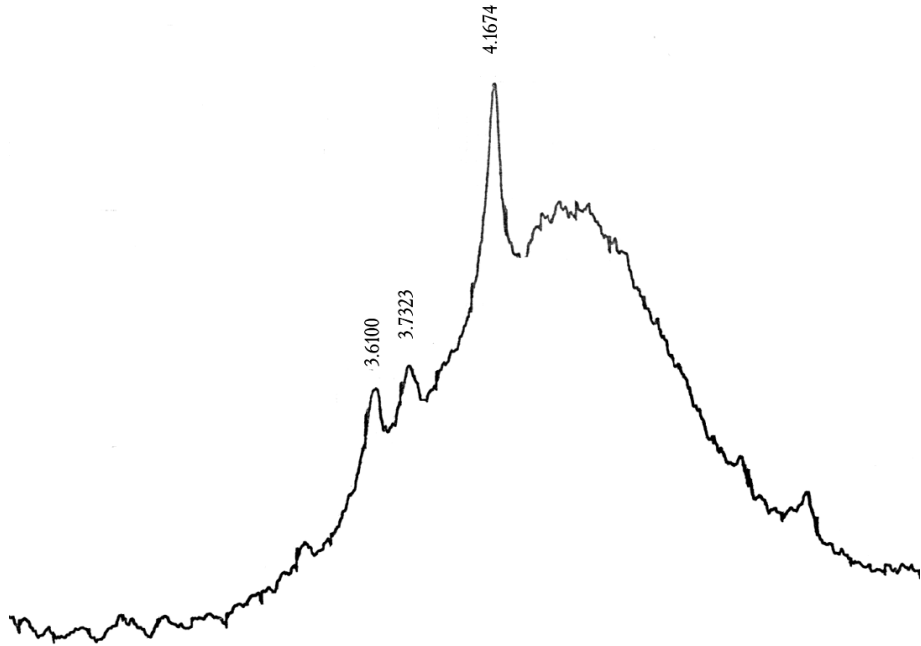
բ) ասեղի ներթափանցման խտրությունը 25<sup>0</sup>ում,

1 - մաքուր բիտում, 2 - բիտում+ կլիսկերային ցեմենտ +ջուր,

3 - բիտում + կլիսկերային ցեմենտ+ ՊՇՏ +ջուր

Նկարներ 3.3-ում և 3.4-ում ներկայացված արդյունքները վկայում են այն մասին, որ մոդիֆիկացված բիտումի կարծրությունը մաքուր բիտումի համեմատությամբ 25<sup>0</sup>C-ում բարձրացել է 27 %-ով, իսկ 0<sup>0</sup>C-ում՝ 22,5 %-ով: Փափկեցման ջերմաստիճանը մաքուր բիտումի համեմատությամբ բարձրացել է 14,6 %-ով [127]: Կլիսկերային ցեմենտի և մակերևութաակտիվ նյութի՝ ՊՇՏ-ի ներմուծմամբ վերը նշված հատկությունների աճը համեմատած մաքուր բիտումի հետ հետևյալն է. կարծրությունը 25<sup>0</sup>C-ում բարձրացել է 35%-ով, 0<sup>0</sup>C-ում՝ 47,5 %-ով, իսկ փափկեցման ջերմաստիճանը բարձրացել է 17%-ով:

ա)



բ)

Նկ. 3.5 Բիտոլ մի ռենտգենազրամներ

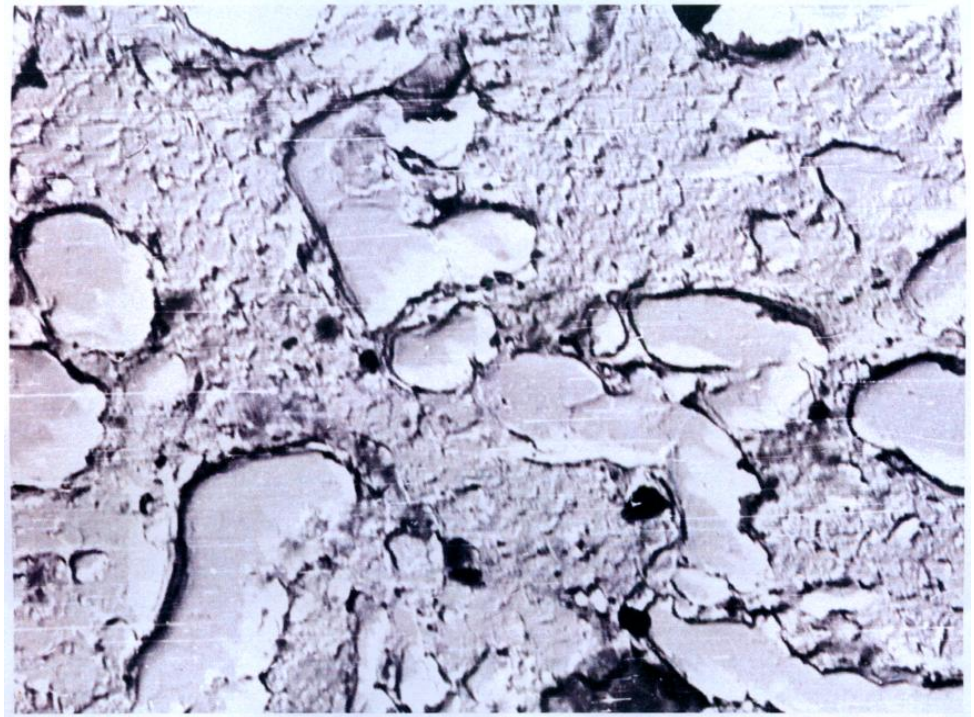
ա) մաքուր բիտոլ մի,

բ) մոդիֆիկացված բիտոլ մի

ա)



բ)



Նկ. 3.6 Բիտումի միկրոկառուցվածք

ա) մաքուր բիտումի,

բ) մոդիֆիկացված բիտումի

Ստացված ռենտգենաֆազային վերլուծությամբ ապացուցված է, որ կլինկերային ցեմենտի ներմուծմամբ, բիտումի մատրիցայի ծավալում ի հայտ են գալիս ցեմենտի ինչպես չհիդրատացված միներալներ՝ կալցիումի սիլիկատներ՝  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  ( $d=2,78; 2,19 \text{ \AA}$ ),  $\text{C}_3\text{SiO}_8$  ( $d=3,748; 2,76; 2,18; 1,76; 1,48 \text{ \AA}$ ), կալցիումի ալյումինատներ՝  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  ( $d=4,24; 1,91 \text{ \AA}$ ), ալնպես էլ հիդրատացման ժամանակ առաջացած նորագոյացումներ՝ կալցիումի հիդրոսիլիկատներ՝  $\text{CaOSiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $d=2,40; 1,82; 1,563 \text{ \AA}$ ),  $\text{CaOSiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $d=3,186; 3,344 \text{ \AA}$ ), կալցիումի հիդրոալյումինատներ՝  $2\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ( $d=3,028; 2,87 \text{ \AA}$ ),  $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $d=2,938; 2,81; 2,05; 1,68 \text{ \AA}$ ), կալցիումի հիդրոֆերիտներ՝  $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $d=1,812; 1,753; 1,480 \text{ \AA}$ ) և կալցիումի հիդրօքսիդ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ( $d=4,90; 2,63; 2,45; 1,628; 1,228 \text{ \AA}$ ): Մաքուր և մոդիֆիկացված բիտումի պետրագրաֆիկ ուսումնասիրությունները նույնպես հաստատում են կլինկերային ցեմենտի հիդրատացման ընթացքում առաջացած նորագոյացումների մասին: Գոյացած նորագոյացումները նպաստում են բիտումի ամորֆ մատրիցայում բյուրեղային կառուցվածքի առաջացմանը: Առաջացած բիտումի բարդ կառուցվածքի առկայությունը նպաստում է կոհեզիոն և ադհեզիոն կապերի բարձրացմանը, ինչն էլ կբերի մոդիֆիկացված բիտումի հիմնական հատկությունների որոշակի բարելավմանը:

Ստացված տվյալները հաստատում են, որ կլինկերային ցեմենտի ներմուծմամբ փոխվում է կապակցող նյութի ողջ կառուցվածքը, ինչն էլ արդյունքում մեծապես ազդում է ասֆալտբետոնի շինարարատեխնիկական և շահագործողական հատկությունների վրա:

### **Երրորդ գլխի եզրակացություններ**

1. Բիտումի կազմի մեջ կլինկերային ցեմենտի և որոշ քանակության ջրի ներմուծմամբ, զգալիորեն փոփոխվում է դրա հատկությունները՝ բիտումի կարծրությունը և փափկեցման ջերմաստիճանը: Նման հանգամանքը բացատրվում է նրանով, որ ի



շնորհիվ հավաճ բիտումի ջերմության և ջրի առկայությունը տեղի է ունենում կլիսկերային ցեմենտի որոշ աստիճանի հիդրատացում, այսինքն բիտումի մատրիցիայում առաջանում է բյուրեղային կլիսկերի միներալների նորագոյացումների կառուցվածք:

2. Չափի առնելով այն հանգամանքը, որ հնարավոր է ցեմենտի հատիկների ագրեգացիա, փորձնական եղանակով ապացուցված է, որ մակերևութաակտիվ նյութի՝ ՊՇՏ-ի 3% ըստ կլիսկերային ցեմենտի զանգվածի ներմուծումը նպաստում է կլիսկերային ցեմենտի հատիկների հավասարաչափ բաշխմանը բիտումի ծավալում, որն էլ իր հերթին լրացուցիչ բարձրացնում է վերը նշված հատկությունները: Կոմպլեքս մոդիֆիկատորի ներմուծմամբ հատկությունների աճը համեմատած մաքուր բիտումի հետ հետևյալն է՝ կարծրությունը  $25^{\circ}\text{C}$ -ում բարձրացել է 35%-ով,  $0^{\circ}\text{C}$ -ում՝ 47,5 %-ով, իսկ

փափկեցման ջերմաստիճանը բարձրացել է 17%-ով:

#### **ԳԼՈՒԽ 4**

### **ԿՈՄՊԼԵՔՍ ՀԱՎԵԼ ԱՆՅՈՒԹՈՎ ՁԵՎԱՓՈԽԱՆՑ ԲԻՏՈՒՄԻ ՀԵՆՔՈՎ ՄՇԱԿՎԱՆՑ ԱՍՖԱԼ ՏԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒ ՑՎԱՆՔԱՄԵԽԱՆԻ ԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒ ՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Ասֆալտբետոնը, ինչպես արդեն նշվել է հանդիսանում է առած գակամած ու ցիկապլաստիկ նյութ: Կախված դրոշմից ու աշխատանքի պայմաններից դրանում կարող են ի հայտ գալ միայն առած գական հատկություններ կամ մածուցիկապլաստիկ հատկություններ: Ասֆալտբետոնում գրեթե միաժամանակ հանդիպում են այս հատկությունները միասին: Ասֆալտբետոնի, որպես ճանապարհաշինարարական նյութի, հիմնական կառուցվածքամեխանիկական հատկությունները անբակտելիորեն կապված է դրա կառուցվածքի հետ: Վերջինս էլ պայմանավորված է հանքային կմախքի կառուցվածքով, բիտումի կառուցվածքով, բիտումի և հանքային նյութերի հետ կցորդումով, ասֆալտբետոնի խտությամբ:

Ասֆալտբետոնի հատկությունների հետազոտարել ավան խնդիրը կապված է դրա կառուցվածքի փոփոխության հետ:

#### **4.1. Մշակված ասֆալտբետոնի բաղադրակազմի ընտրությունը**

Բացի ասֆալտբետոններից կոմպլեքս հավելանյութի ազդեցությունը սկզբնական փուլում ուսումնասիրվել է ասֆալտբետոնային շաղախների համար, որոնց բաղադրիչների պարունակությունը բերված է աղ. 4.1-ում, իսկ դրանց հիման վրա

պատրաստված նմուշների սեղմման ամրության ցուցանիշները՝ աղ. 4.2-ում [122]:

Աղյուսակ 4.1

Բիտումահանքային խառնուրդներ

Կազմը	Բաղադրիչների պարունակությունը, զանգվածային մաս				
	Բիտում	Չանքային փոշի	Կլինկերային ցեմենտ	Մակերևութասկսիվ հավելանյութ (ՊՏ)	Ջուր
I	5	7	-	-	-
II	5	7	5	-	3
III	5	7	5	4	3

Աղյուսակ 4.2

Նմուշների սեղմման ամրության ցուցանիշները

Կազմը	Սեղմման ամրությունը, ՄՊա						
	1	2	3	4	5	6	Միջին արժեք
I	1,17	1,09	1,28	1,2	1,36	1,1	1,20
II	1,56	1,48	1,6	1,5	1,53	1,45	1,52
III	1,69	1,75	1,86	1,91	1,85	1,74	1,80

Ստացված և ներկայացված արդյունքների վերլուծությամբ բացահայտված է, որ մշակված բիտումացեմենտային կոմպոզիցիոն կապակցանյութը, համեմատած ավանդական բիտումահանքային կապակցանյութի հետ, բնորոշվում է ավելի բարձր ամրության ցուցանիշներով: Ընդ որում միայն կլինկերային ցեմենտի

Ներմուծմամբ (կազմ II) ամրություն ան աճը հասնում է 26,6%-ի, կոմպլեքս մոդիֆիկատորի կիրառմամբ (կազմ III) ամրություն աճը, համեմատած ավանդական կապակցանյութի հետ հասնում է 50%-ի, իսկ II կազմի հետ համեմատած՝ 18,4%:

Ուսումնասիրությամբ ստացված արդյունքները վկայում են օրգանական կապակցանյութի՝ բիտումի ծավալում, ցեմենտի հիդրատացման պրոցեսների կատարման մասին, որոնք դրական ապետ են անդրադարձվում արհեստական կոնգլոմերատի կառուցվածքագոյացման պրոցեսների, հետևաբար՝ հատկությունների վրա:

Մանրահատիկ ասֆալտբետոնի բարելավված կոմպոզիցիոն կազմի մշակումը, որը նախատեսված է ճանապարհային ծածկերի վերին շերտերի համար, ընտրվել է A (խիտ) տեսակի տաք ասֆալտբետոնային կազմ, որի հանքային բաղադրիչների տոկոսային պարունակությունը հետևյալն է՝

- բազալ տի խիճ՝ 10-20 մմ հատիկաչափ - 53%,
- բազալ տի ջարդված ավազ՝ 0,14 - 5 մմ հատիկաչափ - 35%,
- հանքային փոշի 12%:

Ասֆալտբետոնի պատրաստման համար բիտումի ծախսն ընտրվել է 8,8 % ըստ քարային նյութի զանգվածի, ինչպես նշվել է գլոբալ 3-ում: Որպես հանքային փոշի օգտագործվել է ցեմենտի արտադրության ժամանակ վառարաններից հեռացվող ծխազագերից կլանված ցեմենտի փոշին (թափոնը): Ասֆալտբետոնային խառնուրդների պատրաստման համար օրգանական կապակցող նյութը օգտագործվել է և՛ ելային և՛ մոդիֆիկացված տեսքով: Բիտումի մոդիֆիկացման համար օգտագործվել է կլինկերային ցեմենտ և մակերևութաակտիվ նյութ՝ լիգնոսուլֆոնատ (ЛСТ):

Լաբորատոր պայմաններում ասֆալտբետոնային խառնուրդների պատրաստումը կատարվել է հետևյալ հաջորդականությամբ՝ ելային նյութերը (խիճը, ավազը և հանքային փոշին) նախապես չորացվել է  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  ջերմաստիճանում, իսկ բիտումը ջրազրկվել է:

Խիճը, ավազը, հանքային փոշին վերը նշված կազմին համապատասխան քանակությամբ կշռվել և լցվել է անհրաժեշտ

տարայի մեջ, որտեղ անընդհատ խառնելով տաքացվել է մինչև 70-80°C ջերմաստիճան: Նշված ջերմաստիճանին հասնելուց հետո, տարայի մեջ է ավելացվել 120-130°C ջերմաստիճանում հալված բիտումի անհրաժեշտ քանակություները, որից հետո էլ կատարվել է բաղադրիչների համասեռ խառնում: Մոդիֆիկացված բիտումի օգտագործման դեպքում խառնուրդի պատրաստումը կատարվել է հետևյալ կերպ՝ մակերևութաակտիվ նյութը լուծվել է համապատասխան քանակությամբ ջրով, այնուհետև ստացված լուծույթը ավելացվել է նախապես տաքացված կլինկերային ցեմենտին, որից հետո կատարվել է վերը նշված հաջորդականություները: Ստացված հոմոգեն բիտումահանքային համասեռ խառնուրդից պատրաստվել են ստանդարտ չափի փորձարարական գլանաձև նմուշներ, որոնց տրամագիծը 50,5 մմ է, բարձրությունը՝ 55 մմ, քաշը՝ 240 գր: Նմուշների ձևավորումն իրականացվել է 40 ՄՊաճնշման տակ 3 րոպե տևողությամբ պահումով:

Միևնույն բաղադրության փորձանմուշների համար խառնուրդի կողմնորոշական ծախսը տատանվել է 725-780գ: Խառնուրդը պատրաստվել է այնքան, որից միաժամանակ պետք է ստացվի 12-ական փորձանմուշ՝ 3-ական փորձանմուշ 50°C, 20°C և 0°C ջերմաստիճաններում սեղմման ամրության որոշման համար և 3-ական նմուշ 20°C ջերմաստիճանում ջրահագեցված վիճակում սեղմման ամրության համար:

Բիտումահանքային կոմպոզիցիաների պատրաստումը, նմուշների ստացումը և դրանց հետագա փորձարկումները կատարվել են համաձայն ГОСТ 12801-98-ում [94] «Смеси асфальтобетонные дорожные и аэродромные, дегтебетонные дорожные, асфальтобетон и дегтебетон. Методы испытаний» նշված մեթոդներին համապատասխան:

#### **4.2. Ցեմենտի արտադրության թափոնի օգտագործումը ասֆալտբետոնում**

Ինչպես հայտնի է, հանքային փոշին ասֆալտբետոնի կառուցվածքագոյացման կարևորագույն բաղադրիչն է: Հանքային փոշին բիտումի հետ ձևավորում է կառուցվածքային դիսպերս

համակարգ, որն ասֆալտբետոնում կատարում է կապակցող նյութի դեր: Հանքային փոշու մյուս նշանակությունը՝ ավելի մեծ մասնիկների միջև եղած մանր ծակոտիները լցնելն է: Այսպիսով, հանքային փոշու անհրաժեշտ քանակի առկայությունը նպաստում է հանքային կմախքի խտության բարձրացմանը:

Հանքային փոշին կարևոր դեր է կատարում ասֆալտբետոնում, որն էլ հիմք է հանդիսացել այդ բաղադրիչի վերաբերյալ բազմաթիվ հետազոտությունների համար [15, 20]:

Համաձայն նշված հեղինակների, բիտումի և հանքային փոշու փոխազդեցությունը պայմանավորվում է բիտում քարային նյութ սահմանում ընթացող ֆիզիկաքիմիական պրոցեսներով:

Բիտումի և հանքային մասնիկների մակերևույթի միջև առաջացած կապերը ասֆալտբետոնի հատկությունների համար ունեն առաջնային նշանակություն: Այդ պատճառով հանքային փոշու կարևորագույն բնութագիր է հանդիսանում կապակցողի հետամուր կցորդման ունակությունը:

Բիտումի հետ կցորդման ամրության վրա ազդում են հանքային փոշու քիմիական և միներալային կազմը, ինչպես նաև բիտումի հատկությունները: Բիտումի հետ լավ կցորդվում են կարբոնատային և հիմնային լեռնային ապարները: Այս դեպքում ենթադրվում է, որ բիտումում պարունակվում են բավարար քանակությամբ անիոնաակտիվ մակերևութաակտիվ նյութեր՝ ասֆալտոգենային թթուներ, որոնք բիտումի հետ հպման սահմանում ձևավորում են մակերևութային ջրաուծելի քիմիական միացություն, այսինքն հանքային փոշիները պետք է ունակ լինեն բիտումի հետ քեմոսորբցիոն փոխազդեցության: Դրա համար, որպես հումքային լեռնային ապարներ, հանքային փոշիների ստացման համար օգտագործվում են կրաքարեր, դոլոմիտներ, դոլոմիտացված կրաքարեր և այլ կարբոնատային լեռնային ապարներ:

Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհաշինարարական փորձը ցույց է տալիս, որ որպես հանքային փոշի հիմնականում կիրառվում է կրաքարից, ինչպես նաև բազալտից ստացված փոշին:

Մյուս կողմից հայտնի է, որ ասֆալտբետոնի մեջ մտնող հանքային բաղադրիչների մակերևույթների ակտիվացման համար կիրառվում են տարբեր հավելանյութեր, մասնավորապես՝ կիր պարունակող նյութեր [20, 83, 84, 85]: Այդ տեսանկյունից հետաքրքրություն է առաջացնում ցեմենտի արտադրության ընթացքում առաջացող թափոնը՝ վառարանից հեռացվող ծխազագերից կլանված ցեմենտի փոշին, որն իր դիսպերսությամբ համապատասխանում է ասֆալտբետոնում օգտագործվող հանքային փոշուն, միաժամանակ պարունակում է որոշ քանակությամբ ազատ կիր [83, 84, 85]: Ցույց է տրվել, որ որպես հանքային փոշի՝ ցեմենտային փոշու օգտագործման արդյունավետությունը կախված է նշված հանքային փոշու տեսակից և օպտիմալ քանակի որոշումից:

Պատրաստվել է ցեմենտի փոշու տարբեր քանակությամբ ասֆալտբետոնային կազմություններ (բիտում+ցեմենտի փոշի+խիճ+ավազ) [126]: Վերջինիս բաղադրիչների տոկոսային պարունակությունը բերված է աղ. 4.3-ում, իսկ դրանց հիման վրա պատրաստված ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունները բերված են աղ. 4.4-ում, ինչպես նաև ցուցանիշները համեմատական ներկայացված են նկ. 4.1 (ա, բ, գ) և նկ. 4.2-ում:

Աղյուսակ 4.4-ում բերված փորձարարական ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ցեմենտի փոշու քանակությունը 6-12% սահմաններում փոփոխելը դրական է ազդում ասֆալտբետոնի հատկությունների՝ տարբեր ջերմաստիճաններում սեղմման ամրության, ջրակայունության, ջերմակայունության, սառնակայունության ցուցանիշների բարձրացման վրա:

Աղյուսակ 4.3

Ասֆալտբետոնի մշակված բաղադրակազմերը

Ասֆալտբետոնի կազմերը	Բաղադրիչների պարունակությունը, ըստ քարային նյութի զանգվածի %			
	Խիճ	Ավազ	Չանքային փոշի	Բիտում

1	50	44	6	8,8
2	55	37	8	8,8
3	55	35	10	8,8
4	53	35	12	8,8
5	50	33,5	16,7	8,8

Աղյուսակ 4.4

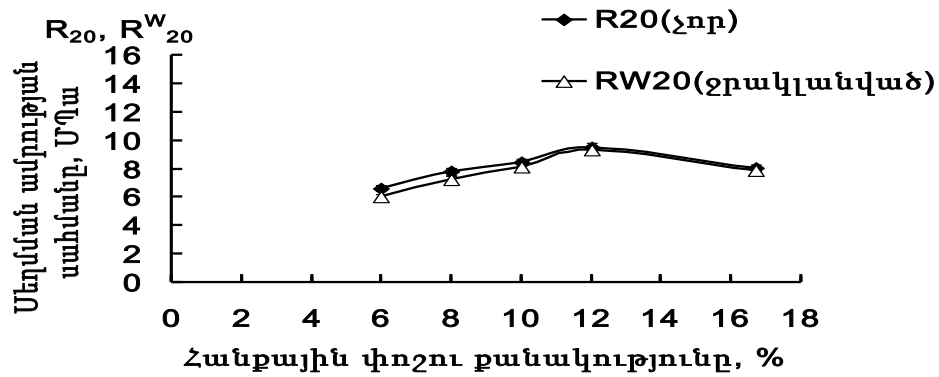
Ասֆալտբետոնի հատկությունների միջին ցուցանիշները՝  
տարբեր քանակությամբ հանքային փոշուղեպուրմ

Ասֆալտբետոնի հատկությունները	Ասֆալտբետոնի կազմերը				
	1	2	3	4	5
Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա, 20°C (չոր), $R_{20}$	6,61	7,81	8,45	9,50	8,02
Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա, 20 °C (ջրակլանված), $R_{20}^W$	6,03	7,26	8,12	9,36	7,88
Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա, 50°C, $R_{50}$	2,61	3,81	4,65	5,58	3,24
Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա, 0°C, $R_0$	10,23	11,85	14,1	15,03	12,69
Սառնակայունությունը 25 ցիկլից հետո, -17°C-ի դեպքում, ՄՊա, $R_{-17}$	4,63	5,63	6,76	7,89	6,26
Ջրակայունության գործակից $K_B = R_{20}^W : R_{20}$	0,91	0,93	0,96	0,98	0,98

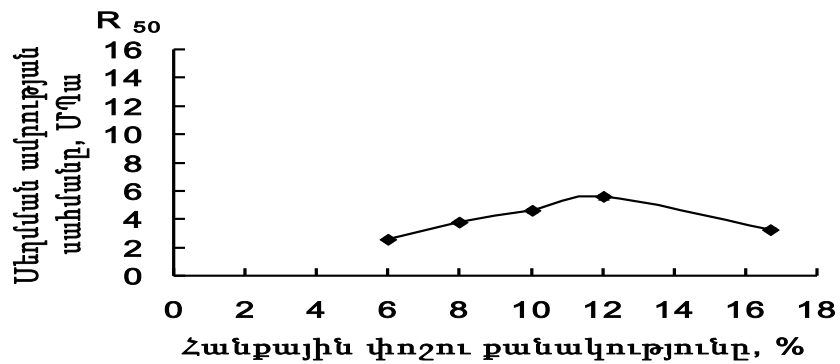


Չերմակայ ու նությա ն գործակից $K_T = R_{20} : R_{50}$	2,53	2,05	1,82	1,70	2,47
Սառնակայ ու նությա ն գործակից $K_{MP3} = K_{-17} : R_{20}$	0,73	0,72	0,80	0,83	0,78

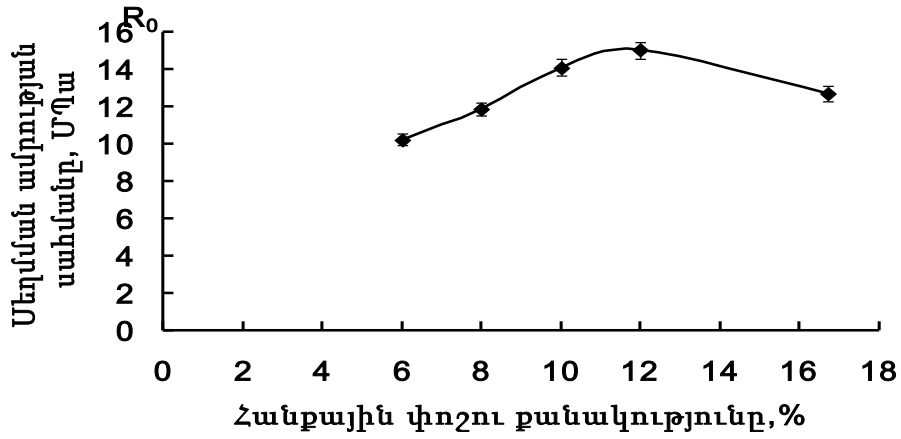
ա)



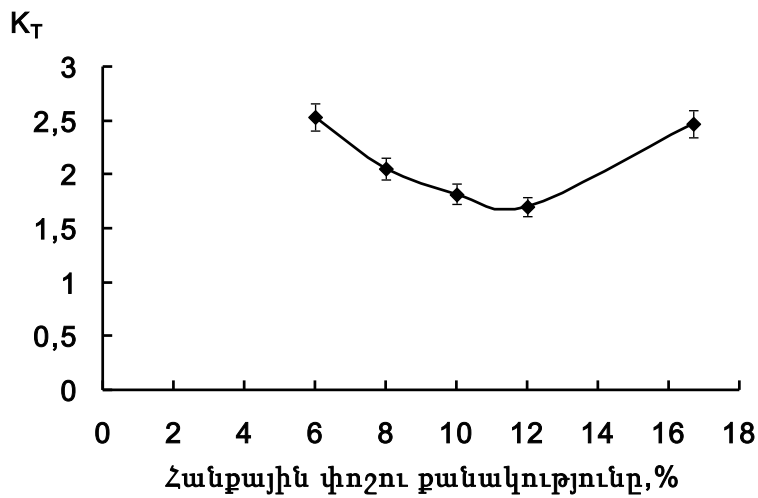
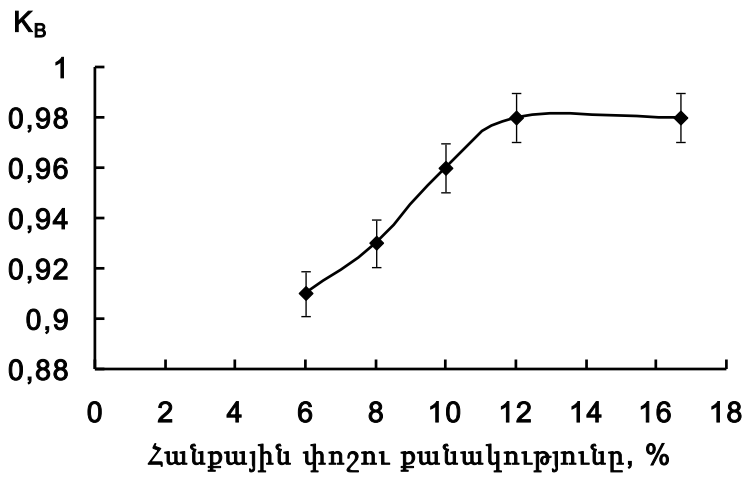
բ)

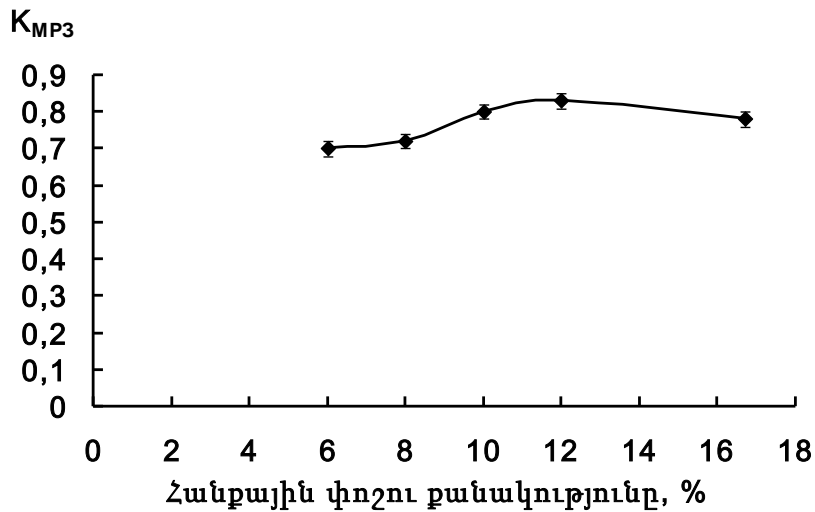


գ)



Նկ. 4.1 Ասֆալտբետոնի սեղմման ամրության սահմանի կախվածությունը հանքային փոշու քանակությունից





Նկ. 4.2 Ձրակայ ու նության ( $K_B$ ), ջերմակայ ու նության ( $K_T$ ) և սառնակայ ու նության ( $K_{MP3}$ ) գործակիցների կախվածությունը հանքային փոշու քանակությունից

Հատկությունների բարելավումը պայմանավորված է բիտումի կառուցվածքի ձևափոխմամբ և հանքային բաղադրիչների քիմիական ակտիվացմամբ, որը կատարվում է փոշու մեջ գտնվող կրի ներգործության հաշվին:

Ելնելով հետազոտությունների արդյունքներից որոշվել է ասֆալտբետոնում ցեմենտի փոշու օպտիմալ պարունակությունը՝ 12%, որի հիման վրա մշակվել է ասֆալտբետոնի օպտիմալ բաղադրության կազմը:

Հանքային փոշու ծախսի հետագա բարձրացումը 12%-ից բերում է ասֆալտբետոնի հատկությունների նվազեցմանը:

Դա բացատրվում է նրանով, որ օգտագործվող բիտումի քանակը չի բավականացնում փոշու լրիվ հագեցմանը, այսինքն՝ ստացվում է ոչ համասեռ բինար խառնուրդ, ինչպես նաև բիտումի անբավարարությունը առաջացնում է կապակցողի մակրոկառուցվածքի տարածական ցանցի ընդհատում, որը բերում է կապերի քանակության և ամրության կտրուկ նվազեցմանը, նպաստում է հանքային կմախքի ծակոտկենության բարձրացմանը, ինչն էլ իր հերթին հանգեցնում է համակարգում ասֆալտբետոնի

ամրություն բավականին կտրուկ նվազեցմանը:

Ամփոփելով փորձարարական արդյունքները կարելի է հստակ եզրակացնել, որ ավանդական հանքային փոշու արդյունավետ փոխարինող բաղադրիչ է հանդիսանում ցեմենտի փոշին, որի օգտագործումը նպաստում է ասֆալտբետոնի հատկությունների բարելավմանը:

### **4.3. Մշակված ասֆալտբետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները**

Ասֆալտբետոնը՝ որպես ճանապարհաշինարարական նյութ, բնութագրող կարևոր ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների թվին են պատկանում՝ խտությունը, իրական խտությունը, ծակոտկենությունը, ջրակլանումը, սառնակայունությունը, ուռչեցումը, խոնավությունը, ամրությունը, ճկունությունը (պլաստիկությունը), առձգականությունը, մածուցիկությունը և այլն: Ցուցանիշները, որոնք բնութագրում են այդ հատկությունները, թույլ են տալիս աշխատանքի տարբեր պայմաններում ճիշտ ներկայացնել ու նյութի վարքագիծը: Նշված հատկություններով հիմնականում որոշվում են ասֆալտբետոնի կարևոր շահագործողական բնութագրերը՝ դրա դեֆորմատիվ վարքն առավելագույն բարձր և ցածր ջերմաստիճաններում: Քանի որ նշված մեխանիկական հատկությունները անմիջապես կապված են նյութի կառուցվածքի հետ և բնութագրում են վերջինիս, դրանք հաճախ անվանում են կառուցվածքամեխանիկական հատկություններ:

Մշակված բիտումահանքային կոմպոզիցիաների ուսումնասիրությունները կատարվել են համաձայն ГОСТ 12801-98-ի [94] պահանջներին:

Ասֆալտբետոնի խտությունը հանդիսանում է դրա կառուցվածքի ցուցանիշներից մեկը: Ասֆալտբետոնի խտությունը մեծ ազդեցություն է ունենում դրա ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների վրա: Բարձր խտությունն ապահովում է հանքային խառնուրդի բաղադրության հատիկաչափական համապատասխան

ընտրությունը, բիտումի օպտիմալ պարունակությամբ և ասֆալտբետոնի խառնուրդի անհրաժեշտ խտացմամբ: Ասֆալտբետոնի խտությունից կախված է ինչպես դրա շահագործողական հատկությունները, այնպես էլ դրա երկարակեցությունը: Ասֆալտբետոնի խտությունը պայմանավորված է նաև դրա հանքային կմախքի խտությամբ: Նշված հատկության վրա մեծ ազդեցություն է ունենում նաև հանքային փոշու տեսակը, քանակությունը, ինչպես նաև որակը:

Ռացիոնալ ընտրված հանքային խառնուրդը (400 կգ/սմ<sup>2</sup> ճնշման տակ խտացմամբ), պարունակում է միջինը 18-22% դատարկություն: Բիտումի քանակը սովորաբար որոշվում է ոչ միայն ասֆալտբետոնի նշված ամրությունը ստանալու պայմանից, այլ նաև պահանջվող խտությունից: Վերջինը բնորոշվում է մնացորդային ծակոտկենությունից և ջրահագեցվածությունից: Խիտ ասֆալտբետոնի մնացորդային ծակոտկենությունը պետք է լինի 3-5%-ի սահմաններում: Այդ ծակոտկենությունը դուրս է գալիս միջհատիկային տարածության ամբողջ ծավալից, բիտումով չլցված և անցքերի ծավալի գումարից, որոնք պարունակում են հանքային նյութերում: Ասֆալտբետոնի բարձր ծակոտկենությունը, որի ժամանակ հնարավոր է խոնավության նշանակալի կլանում, իջեցնում է դրա կոռոզիոն կայունությունը: Ջրի ներկայությամբ թուլանում է հանքային նյութերի և բիտումի միջև եղած կապը, որը նպաստում է ասֆալտբետոնի ամրության նվազեցմանը:

Ասֆալտբետոնում թույլատրելի ծակոտկենությունը պետք է բավարարի ինչպես մեխանիկական ամրությանը, այնպես էլ կոռոզիոն կայունությանը: Հանքային նյութերի և բիտումի հարաբերակցության դեպքում, ասֆալտբետոնի խտությունը կախված է դրա խտացման աստիճանից:

Մշակված օրգանահանքային ասֆալտբետոնային նմուշների խտությունը որոշվել է հիդրոստատիկ կշռման եղանակով: Նշված հատկության որոշման համար, սենյակային ջերմաստիճանում՝ 20±2°C-ում, 24-26 ժամ տևողությամբ պահված նմուշներից ընտրվել են 3-ը, որոնք խնամքով չորացնելուց հետո կշռվել են օդում, որից հետո

դրանք տեղավորվել են ջրում, որի ջերմաստիճանը  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  է և պահվել է այնտեղ 30 րոպե: Դրանից հետո նմուշները կրկին չորացվել են, սկզբում կշռվելով օդում, այնուհետև ջրում:

Ասֆալտբետոնի խտությունը՝  $\rho_0$  -ն, որոշում են հետևյալ բանաձևով.

$$\rho_0 = \frac{m_0 \times \rho_{H_2O}}{m_1 - m_2}, \quad (4.1)$$

որտեղ՝

$m_0$  - օդում կշռված չոր նմուշի զանգվածն է, գ

$m_1$  - 30 րոպե ջրում մնացած, հետո օդում կշռված նմուշի զանգվածն է, գ

$m_2$  - նույն նմուշի զանգվածն է, ջրում կշռված վիճակում, գ

$\rho_{H_2O}$  - ջրի իրական խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>:

Ասֆալտբետոնի, ինչպես նաև հանքային կմախքի այլ հատկությունների որոշումը կատարվել է հաշվարկային մեթոդներով, ընդ որում սկզբում հաշվարկվել է ասֆալտբետոնի խտությունը ( $\rho_{\text{հանք.մաս}}$ ) և իրական խտությունը ( $\rho_{\text{հանք.մաս}}$ )  $0,001\text{գ/սմ}^3$  ճշտությամբ, որից հետո օգտագործելով ստացված տվյալները՝ որոշվել է հանքային կմախքի իրական խտությունը ( $\rho$ ) և մնացորդային ծակոտկենությունը, ինչպես նաև հանքային կմախքի ծակոտկենությունը:

Հանքային կմախքի խտությունը որոշիչ դեր է կատարում ասֆալտբետոնի հատկությունների համար, որից կախված է վերջինիս ամրությունը, դեֆորմատիվ վարքը՝ բարձր և ցածր ջերմաստիճաններում, կոռոզիոն կայունությունը, ազատ բիտումի քանակությունը: Հանքային կմախքի խտությունը բնութագրվում է ծակոտկենության մեծությամբ՝ կախված հանքային փոշու ծակոտկենությունից և բիտումի քանակությունից:

Հանքային կմախքի խտության որոշումը կատարվել է հետևյալ բանաձևով.

$$\rho_{\text{հանք.կմ}} = \frac{\rho_0 \times q_0}{q_0 + q_f} \quad (4.2)$$

որտեղ՝

$\rho_0$  - ասֆալտբետոնի նմուշի խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>

$q_0$  - ասֆալտբետոնում հանքային նյութերի պարունակությունն է, % ըստ զանգվածի

$q$  - ասֆալտբետոնում բիտումի պարունակությունն է

(ասֆալտբետոնի հանքային մասի 100% -ից բարձր):

Հանքային կմախքի իրական խտությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\rho_{\text{հանք.կմ}} = \frac{100}{\frac{q_1}{\rho_2} + \frac{q_2}{\rho_w} + \frac{q_3}{\rho_{\text{հանք.փ}}}} \quad (4.3)$$

որտեղ՝

$q_1, q_2, q_3$  - ասֆալտբետոնային խառնուրդում խճի, ավազի և հանքային փոշու պարունակությունն է, % ըստ զանգվածի,

$\rho_w, \rho_w, \rho_{\text{հանք.փ}}$  - խճի, ավազի և հանքային փոշու իրական խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>:

Ասֆալտբետոնի հանքային կմախքի խտության, իրական խտության և ծակոտկենության որոշման արդյունքները բերված են աղ. 4.5-ում:

Աղյուսակ 4.5

Ասֆալտբետոնի հանքային կմախքի ֆիզիկական հատկությունները

Ասֆալտբետոնի ֆիզիկական հատկությունները	Ասֆալտբետոնի կազմերը		
	Ավանդական	Կլինկերային ցեմենտով	Կլինկերային ցեմենտ + լՍՏ

Ասֆալտբետոնի հանքային կմախքի խտությունը, Րոհանք.կմ.	2,23	2,25	2,28
Ասֆալտբետոնի հանքային կմախքի իրական խտությունը, Րոհանք.կմ.	2,69	2,71	2,72
Ասֆալտբետոնի հանքային կմախքի ծակոտկենություն ընդ, Մոհանք.կմ	18,62	18,01	17,93

Ասֆալտբետոնի իրական խտությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\rho = \frac{q_h + q_F}{\frac{q_h}{\rho_{h\text{մ}}} + \frac{q_F}{\rho_F}} \quad (4.4)$$

որտեղ՝

$q_h$ - հանքային նյութերի պարունակությունն է ընդունվում է (100%),

$q_F$  - բիտումի պարունակությունն է ըստ զանգվածի (100% -ից ավելի),

$\rho_{h\text{մ}}$  - հանքային մասի իրական խտությունը, գ/սմ<sup>3</sup>

$\rho_F$  - բիտումի իրական խտությունը (ընդունվում է 1 գ/սմ<sup>3</sup>):

Ասֆալտբետոնի իրական խտության որոշման արդյունքները նույնպես բերված են աղ. 4.7-ում: Ասֆալտբետոնի խտության համար ավելի օբյեկտիվ ցուցանիշ է հանդիսանում մնացորդային ծակոտկենության մեծությունը, որը որոշվում է խտության և



իրական խտության կշիռների հիման վրա: Հանքային մասի և հենց ասֆալտբետոնի ծակոտկենությունը որոշվել է համաձայն հետևյալ բանաձևերի.

$$\Pi_{\text{հանք.մաս}} = \frac{1 - \rho_{\text{հանք.մաս}}}{\rho_{\text{հանք.մաս}}} \times 100\% , \quad (4.5)$$

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (4.6)$$

որտեղ՝

$\rho_{\text{հմ}}$  - հանքային մասի խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>

$\rho_{\text{հմ}}$  - հանքային մասի իրական խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>

$\rho_0$  - ասֆալտբետոնի խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>

$\rho_0$  - ասֆալտբետոնի իրական խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>:

Որքան քիչ է ասֆալտբետոնի ծակոտկենությունը, այնքան բարձր է դրա կոռոզիոն կայունությունը: Ծակոտկենությունը կախված է ընտրված հանքային խառնուրդի խտությունից և օգտագործվող բիտումի քանակությունից: Ոչ խիտ հանքային խառնուրդի և բիտումի ոչ բավարար լինելու դեպքում ասֆալտբետոնը ստացվում է ավելի ծակոտկեն: Ասֆալտբետոնային ծածկույթի ծակոտկենությունը կախված է նաև դրա խտացումից:

Ջրահագեցումը բնութագրվում է բաց ծակոտիների պարունակությամբ և որոշվում է հիդրոստատիկ կշռման եղանակով՝ 0,001գ-ի ճշտությամբ ու տեղավորում ջրով լցված (20±2 °C) տարայի մեջ: Ասֆալտբետոնի նմուշները պետք է ամբողջությամբ ջրով ծածկված լինեն և ջրի մակարդակը նմուշներից բարձր լինի մոտ 3սմ: Տարան նմուշների հետմիասին դնում են վակուում էքսիկատորի մեջ, որտեղ ստեղծվում է մինչև 10-15մմ սնդիկի սյան մնացորդային ճնշում: Էքսիկատորում նմուշները պահում են 1,5 ժամ, այնուհետև ճնշումը հավասարեցնում են մթնոլորտայինին և նորից պահում 1 ժամ: Մեկ ժամը լրանալուց հետո, նմուշները հանվել են ջրից և չորացվել փափուկ թաց կտորով, որից հետո կշռվել է նախ ջրում, այնուհետև օդում: Նմուշի կշռի աճը ցույց է տալիս ծակոտիներ թափանցած ջրի գանգվածը, սակայն ոչ բոլոր ծակոտիները կարող են

հասանելի լինեն ջրի ներթափանցման համար: Այդ պատճառով էլ բնական է, որ ջրակլանման ցուցանիշը ասֆալտբետոնի ծակոտկենության մասին լիարժեք պատկերացում չի տալիս: Գործող ԴՕՇ-ով ասֆալտբետոնի ջրահագեցվածությունը կարգավորվում է ծավալի 1-3%-ի չափով:

Ասֆալտբետոնի նմուշների ջրահագեցումը որոշվել է հետևյալ բանաձևով.

$$W_{կշռ.} = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\%, \quad (4.7)$$

$$W_{ծավ.} = \frac{m_1 - m}{m - m_2} \times 100\%, \quad (4.8)$$

որտեղ`

$m$ - չոր նմուշի կշիռն է օդում, գ-ով

$m_1$ - ջրահագեցված նմուշի կշիռն է, գ-ով,

$m_2$ - ոչ հագեցված նմուշի կշիռն է ջրում, գ-ով:

Ասֆալտբետոնի սեղմման ամրության որոշման ցուցանիշը բնութագրում է նյութի մեխանիկական ամրությունը և դրա ջերմակայունությունը: Ասֆալտբետոնի ամրությունը բնութագրվում է երկու ցուցանիշներով` ջրահագեցումով և մնացորդային ծակոտկենության մեծություններով:

Ասֆալտբետոնի դեֆորմացիաները կախված են ոչ միայն բարձր լարումներից, այլ նաև դրանց ազդեցության տևողությունից: Լարումների ազդեցությունը դժվարեցնում է սովորական խնդրի որոշումը, այդ պատճառով շատ հաճախ օգտագործվում են սահմանային լարումները, որոնք էլ բնութագրում են ասֆալտբետոնի ամրությունը: Սահմանային անվանում են այն լարումները, որոնց ժամանակ խախտվում է նյութերի համասեռությունը: Յամակարգի ընդհանուր կցորդումը հիմնականում կախված է սկզբնական բիտումի մածուցիկությունից, բիտում հանքային փոշի հարաբերությունից, դրանց նյութերի փոխազդեցության բնույթից: Ինչքան բարձր է բիտումի

մածուցիկությունը, այնքան շատ է կցորդման մեծությունը, հետևաբար բարձր է ասֆալտբետոնի ամրությունը: Բիտումի օպտիմալ քանակի ավելացումը իջեցնում է կցորդման մեծությունը: Բիտումի քանակը, հանքային խառնուրդի հատկապես ափսոսանքալարությունը, հանքային մասնիկների մակերևույթի ձևն ու բնույթը իրենց ազդեցությունն են թողնում ասֆալտբետոնի ներքին շփման մեծության վրա: Բիտումի քանակի ցանկացած ավելացում բերում է ներքին շփման նվազմանը: Ասֆալտբետոնի ամրությունը կապված է կցորդման և ներքին շփման մեծությունների հետ: Դրա համար ամրության վրա ազդեցություն են թողնում այն նույն գործոնները, որոնցից կախված են կցորդումը և շփումը: Չնայած այս բնագավառում մի շարք աշխատությունների առկայությանը, կցորդման և շփման կախվածությունը տարբեր գործոններից ոչ լիարժեք են ուսումնասիրված:

Բացահայտված չէ այս մեծություններից յուրաքանչյուրի տեսակարար կշիռը, տարբեր տեսակի ասֆալտբետոնի ամրության ցուցանիշներում: Մասնակիորեն դա բացատրվում է դրանով, որ կցորդման և շոշափման փորձարարական որոշումը հանդիսանում է բավականին մեծածավալ: Այդ պատճառով այդ ցուցանիշների փոխարեն հաճախորոշում են ասֆալտբետոնի ամրությունը:

Նշված ամրության ասֆալտբետոն ստանալու համար անհրաժեշտ է պահպանել վերը նշված բոլոր պահանջները, որոնք ներկայացվում են լցանյութերի հատկություններին: Խճի, ավազի և հանքային փոշու առկա հարաբերակցությունը ապահովում է ամենափոխ հանքային խառնուրդի և հետևաբար ավելի ամուր ասֆալտբետոնի ստացումը: Բիտումի և հանքային նյութերի ճիշտ ընտրված քանակական հարաբերությունը խթանում է այնպիսի բիտումային շերտի կազմավորմանը հանքային մասնիկների մակերևույթի վրա, որոնք ասֆալտբետոնին տալիս են մեխանիկական ամրություն: Յանքային նյութերի և բիտումի միջև եղած փոխազդեցությունները բնորոշում են ասֆալտբետոնի հատկությունները: Այդ փոխազդեցության բնույթը որոշիչ ազդեցություն են ունենում

մեխանիկական ամրության վրա: Հանքային նյութերը, որոնք ստացվել են կարբոնատային և հիմնային էռնային ապարներից, և ավել են փոխազդում բիտումի հետ, ասֆալտբետոնին հաղորդելով մեխանիկական ամրության ավելի բարձր ցուցանիշներ: Հիդրոֆիլ քարե նյութերը տալիս են ամրության ավելի ցածր ցուցանիշներ՝ դա հատկապես վերաբերում է հանքային փոշուն: Ասֆալտբետոնի ամրության վրա մեծ ազդեցություն ունի իր խտությունը, որը կախված է հանքային խառնուրդի խտությունից, բիտումի քանակից ինչպես նաև խտացման աստիճանից: Խառնուրդի խտությունը որոշվում է հանքային մասնիկների հատիկային բաղադրությունից, այսինքն հատիկների տարբեր չափերի քանակական հարաբերությունից: Հանքային փոշու ծակոտկենությունը նշանակալի ազդեցություն ունի հանքային բաղադրության խտության վրա: Ինչքան մեծ է ծավալային կշիռը, այնքան մեծ է խառնուրդի խտությունը: Ասֆալտբետոնում կոպիճի հարթ հատիկների, ծովային կամ գետային ավազների առկայությունը իջեցնում է դրա մեխանիկական ամրությունը: Նշենք, որ այդպիսի նյութերը իջեցնում են ներքին շփման մեծությունը, տալիս են ասֆալտբետոնային խառնուրդի մեծ շարժունակություն, հետևաբար և բարձրանում է դյուրադրելիությունը: Խիտ հանքային բաղադրությունը, որը կազմված է սրանկյուն մասնիկներից, մեծացնում է գումարային մակերեսը, առանձին հատիկների շփումը իրար հետ, բարձրացնում է ներքին շփումը և վերջին հաշվով մեխանիկական ամրությունը:

Ասֆալտբետոնային նմուշների սեղմման ամրության սահմանը որոշվել է հետևյալ կերպ՝ պատրաստված գլանաձև նմուշները սենյակային ջերմաստիճանում 24-26 ժամ պահելուց հետո, դրվել է ջրի մեջ և պահվել 2 ժամ այն ջերմաստիճանում, որի տակ փորձարկվել են: Փորձանմուշները ջրից հանելուց հետո չորացվել են փափուկ շորով և ենթարկվել փորձարկման: Ամեն մի ջերմաստիճանում փորձարկվել է 3-ական նմուշ:

Սեղմման ամրության սահմանի որոշումը կատարվել է հետևյալ քանակով.

$$R_t = \frac{P}{F} \text{ կգ/սմ}^2, \quad (4.9)$$

որտեղ՝

$R_t$  - սեղմման ամրությունն սահմանն է շերտաստիճանում, կգ/սմ<sup>2</sup>

$P$  - նմուշի վրա ազդող ուժը, կգ

$F$  - նմուշի լայնական կտրվածքի մակերեսը, սմ<sup>2</sup>:

Փափկեցման գործակցի որոշման համար ( $K$ ) օգտագործվել է այն ասֆալտբետոնային նմուշները, որոնցով որոշվել է ջրահագեցումը, վերջինիս ենթարկելով սեղմման [123]: Փափկեցման գործակիցը որոշվում է ջրահագեցած և չոր նմուշների սեղմման ամրությունների հարաբերությամբ, որն որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$K = \frac{P_1}{P_2}, \quad (4.10)$$

որտեղ՝

$P_2$  - ջրահագեցած նմուշի սեղմման ամրությունն սահմանն է, կգ/սմ<sup>2</sup>

$P_1$  - չոր նմուշի սեղմման ամրությունն սահմանն է, կգ/սմ<sup>2</sup>

Մշակված ասֆալտբետոնների խառնուրդների կազմությունները բերված են աղ. 4.6-ում, իսկ վերը նշված հատկությունները ներկայացված են աղ. 4.7-ում:

Աղյուսակ 4.6

Մշակված ասֆալտբետոնների կազմությունները

Ասֆալտբետոնի բաղադրությունը, % ըստ քարային նյութի գանգվածի							
N	Խիճ 10- 20մմ	Ավազ 0,14- 5մմ	Յանքայ ինփոշ ի	Բիտտ ւ մ	Կլինկեր այինցեմ ենտ	Ջուր, % ըստ կլինկեր ային ցեմենտի	ՍՏ, % ըստ կլինկեր ային ցեմենտի

1	53	35	12	8,8	-	-	-
2	53	35	12	8,8	8,8	29	-
3	53	35	12	8,8	8,8	29	3

Աղյուսակ 4.7

Մշակված ասֆալտբետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները

Ասֆալտբետոնի կազմերը	Խտու- թյուն, գ/սմ <sup>3</sup>	Ճակոտկեն ուն-թյուն, %	Ջրակլանում, %		Ամրո- ւ- թյուն ՄՊա	Փափեց- ման գործակ ից
			կշռայ ին	ծավալայ ին		
Ավանդական	2,3	5,4	0,6	1,4	8,0	0,85
Կլիկերայի նցեմենտով	2,33	4,2	0,5	1,3	10,0	0,88
Կլիկերայի նցեմենտ + ՊՇՏ	2,34	4,1	0,5	1,2	11,5	1,12

Ասֆալտբետոնային խառնուրդներում կլիկերային ցեմենտի ծախսը վերցված է օգտագործվող բիտումի ծախսին համապատասխան: ՊՇՏ-ի ծախսը ընդունված է 3%՝ ըստ կլիկերային ցեմենտի զանգվածի: Առաջին կազմի դեպքում ասֆալտբետոնային խառնուրդի պատրաստումը կատարված է հետևյալ հաջորդականությամբ. հանքային նյութերը՝ խիճը, ավազը, հանքային փոշին վերը նշված կազմին համապատասխան քանակությամբ կշռվել և լցվել է անհրաժեշտ տարայի մեջ, որտեղ անընդհատ խառնելով տաքացվել է մինչև 70-80°C ջերմաստիճան: Նշված ջերմաստիճանին հասնելուց հետո, տարայի մեջ է ավելացվել 120-130°C ջերմաստիճանում հալված

բիտուլմի անհրաժեշտ քանակությունը, որից հետո էլ կատարվել է բաղադրիչների համասեռ խառնում: Մոդիֆիկացված բիտուլմի օգտագործման դեպքում (երրորդ կազմի դեպքում) խառնուրդի պատրաստումը կատարվել է հետևյալ կերպ՝ մակերևութաակտիվ նյութը լուծվել է համապատասխան քանակությամբ ջրով, այնուհետև ստացված լուծույթը ավելացվել է նախապես տաքացված կլինկերային ցեմենտին, որից հետո կատարվել է վերը նշված հաջորդականությունը:

Աղյուսակ 4.7-ում ներկայացված արդյունքների վերլուծությամբ ի հայտ է բերված, որ մշակված կազմություններում, հատկապես կոմպլեքս մոդիֆիկատորի ներմուծումը նպաստում է ընդհանուր ծակոտկենության իջեցմանը, ամրության և խտության բարձրացմանը: Ծակոտկենության նվազումը II կազմի համար համեմատած ավանդականի հետ հասնում է 22,3%-ի, III կազմի համար՝ 24%-ի: Ամրության աճը բարձրացել է II կազմի համար 25%, իսկ III կազմի համար՝ 43,75%-ով: Փափկեցման գործակիցը II կազմի համար բարձրացել է 3,53%-ով, իսկ III կազմի համար՝ 31,76%-ով, կշռային ջրակլանումը նվազել է II և III կազմի համար 16,6%, ծավալային ջրակլանումը II կազմի համար 7,14%, իսկ III կազմի համար 21,43%-ով:

**4.4. Մշակված ասֆալտբետոնի ջրակայունություն, պայմանական ալատիկություն և պայմանական կոշտություն որոշումը**

Ասֆալտբետոնը, ինչպես բոլոր շինարարական նյութերը, պարբերաբար կամ երկարատև խոնավացման և չորացման, ինչպես նաև սառեցման և հալեցման ժամանակ ենթարկվում են մի շարք դեստրուկտիվ պրոցեսների, որոնք վերջնական արդյունքում թուլացնում են ասֆալտբետոնի կառուցվածքային կապերը, ինչն էլ բերում է ասֆալտբետոնի քայքայմանը՝ տրանսպորտային միջոցների ազդեցությամբ:

Ասֆալտբետոնի գլխավոր թերությունն է, որպես ճանապարհաշինարարական նյութ, հանդիսանում է դրա

հատկությունների մեծ կախվածությունը ջերմաստիճանների փոփոխություններից: Ասֆալտետոնում պարունակվող բիտումի մածուցիկությունը ջերմաստիճանի բարձրացման գույքընթաց իջնում է և թուլանում մասնիկների կցորդումը, որն իր հերթին հանգեցնում է մեխանիկական ամրության նվազեցմանը: Ջերմաստիճանի իջեցման դեպքում կատարվում է հակառակը՝ բիտումի մածուցիկությունը և մեխանիկական ամրությունը բարձրանում է:

ճանապարհային ծածկույթի աշխատանքների պայմանների տեսանկյունից կարևոր է, որ ասֆալտետոնը ունենա բավարար կայունություն բարձր ջերմաստիճանի դեպքում և միևնույն ժամանակ պահպանի հայտնի պլաստիկությունը՝ դեֆորմառիվ ունակությունը, բացասական ջերմաստիճանի պայմաններում:

Մեխանիկական ամրության սահմանի փոփոխության կախվածությունը ջերմաստիճանի տատանումներից բնութագրում է ասֆալտետոնի ջերմակայունության աստիճանը: Ոչ ջերմակայուն ասֆալտետոնի կիրառումը, նշանակալիորեն իջեցնում է մեխանիկական ամրությունը, դրանից էլ և դեֆորմառիվ կայունությունը, որն էլ ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում բերում է ծածկույթների դեֆորմացիաների առաջացմանը՝ մակահոսուկի, սահքի և պիքի տեսքով: Այդպիսի դեֆորմացիաները ամենից հաճախ նկատվում են ծածկերի աշխատանքների առաջին տարիներում:

Ասֆալտետոնի ջերմակայունությունը ձեռք է բերում հատուկ նշանակություն քաղաքային ճանապարհների պայմաններում, որտեղ երթևեկության առանձնահատկությունները նպաստում են դեֆորմացիայի ձևավորմանը՝ պիքների և կոլյտերի տեսքով:

Բազմաթիվ հետազոտություններով, մասնավորապես [42], սահմանված է որ, ասֆալտետոնը, որպես առածգակամածուցիկապլաստիկ նյութ, լարվածադեֆորմացիոն վիճակում բնորոշվում է բարդ կառուցվածքամեխանիկական համալիր հատկություններով, որոնց շարքում հատուկ տեղ են զբաղեցնում ամրությունը, դեֆորմառիվությունը, կոռոզիոն



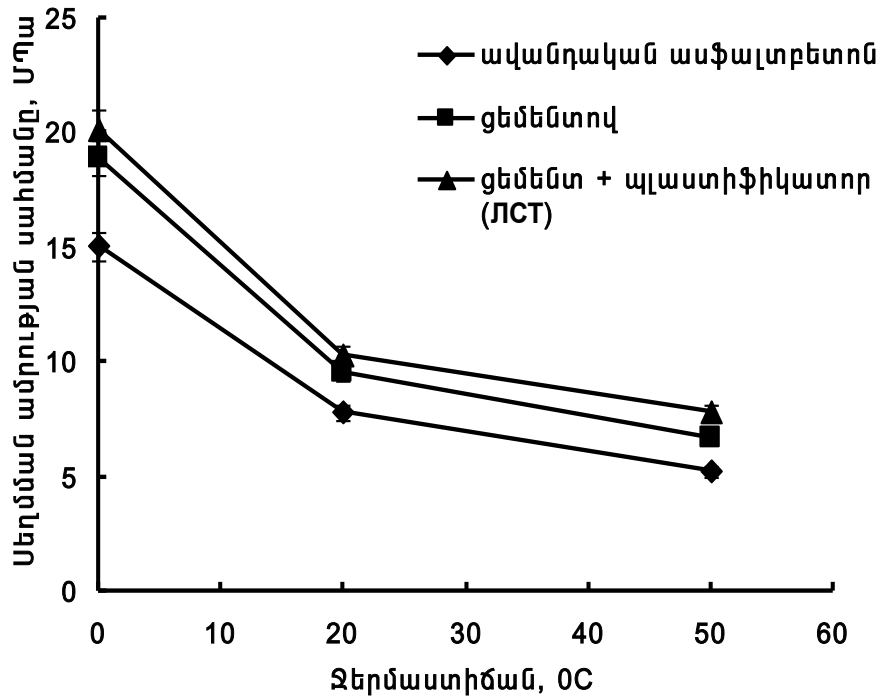
կայ ու ն ու թ յ ու ն ը հե տ ն ա ք ա ր՝ երկարակեց ու թ յ ու ն ը: Վերջիններս անմիջականորեն կապված են ասֆալտբետոնի բաղադրիչների կառուցվածքի և հատկությունների, դրանց բնույթի և փոխազդեցության պայմանների, այսինքն՝ բիտումի և հանքային մասնիկների ադիեզիայի, արհեստական խառնաքարի խտության, մազանոթածակոտկեն կառուցվածքի յուրահատկության հետ, որոնք կանխորոշում են ասֆալտբետոնի հիմնական շահագործողական բնութագրերը և երկարակեց ու թ յ ու ն ը: Հետևաբար, բիտումահանքային կոմպոզիցիաների և ասֆալտբետոնի՝ որպես ճանապարհաշինարարական հիմնական նյութի, հատկությունների հետագա բարելավումը կապված է կառուցվածքաոյացման պրոցեսների ուղղորդված կարգավորման հետ, որին կարելի է արդյունավետորեն հասնել փոխազդող միջֆազային մակերեսների (հպման գոտիների) բնույթի և պայմանների փոփոխության արդյունքում:

Հաշվի առնելով Հայաստանի Հանրապետության կլիմայական պայմանները, դրված խնդիրը կարելի է լուծել բարձրացնելով ասֆալտբետոնի ջերմակայ ու ն ու թ յ ու ն ը:

Այդ նպատակով, համաձայն ԲՕՇՏ 12801-98-ի [94], պատրաստված են ասֆալտբետոնի ստանդարտ չափերի փորձանմուշներ. զանգվածը՝ 240գ, տրամագիծը՝ 50,5մմ, բարձրությունը 55մմ, ավանդական և կլինկերային ցեմենտի ներմուծմամբ: Չուգահեռաբար պատրաստված է ասֆալտբետոնային խառնուրդ՝ 3% ՊՇՏ-ի ներմուծմամբ (ըստ կլինկերային ցեմենտի զանգվածի)՝ կլինկերային ցեմենտի մասնիկների ագրեգացիայի կանխման նպատակով: Ընդ որում, նշված ասֆալտբետոնային խառնուրդներում, որպես հանքային փոշի, օգտագործված է վառարաններից հեռացվող ծխագազերով կլանված փոշին (թափոնը) [125]:

Ձևավորված նմուշները 24 ժամ օդաչոր պայմաններում պահելուց հետո ենթարկվել են փորձարկման՝ ըստ սեղմման: Փորձարկումը իրականացված է  $20\pm 2$  °C,  $50\pm 2$ °C,  $0\pm 2$ °C ջերմաստիճաններում: Ընդ որում, փորձարկելուց առաջ նմուշները պահվում են ջրային բաղնիքում 1 ժամ՝ նշված

ջերմաստիճաններում, ( $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանը ստանում ենք ջուրը սառույցի հետ խառնելով): Ստացված արդյունքները պատկերված են Նկ 4.3-ում և բերված են աղ. 4.8-ում:



Նկ. 4.3 Ասֆալտբետոնի սեղմման անբուխության կախվածությունը տարբեր ջերմաստիճաններից՝  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$

Սեղման ամրության կախվածությունը տարբեր ջերմաստիճաններից

Փորձարկման պայմանները	Ասֆալտբետոնի կազմերը		
	Ավանդական	Կլինկերային ցեմենտ	Կլինկերային ցեմենտ + լՍՏ
	Սեղման ամրությունը, ՄՊա		
1	2	3	4
20 °C (R <sub>20</sub> )	7,58	8,59	10,19
	8,09	10,11	10,43
	7,73	9,91	10,27
Միջինը	7,80	9,54	10,29
50 °C (R <sub>50</sub> )	5,61	6,52	7,68
	5,91	6,67	7,79
	5,21	6,82	8,03
Միջինը	5,58	6,67	7,83
0 °C (R <sub>0</sub> )	15,67	19,71	20,17
	14,66	18,19	19,87
	14,76	18,75	20,38
Միջինը	15,03	18,88	20,14

Ջրակայ ու նու թյ ա ն ո ղ ո շ մ ա ն հ ա մ ա ր ն ու յ ն խ ա ռ ն ու ղ ո ղ ն եր ի ց պ ա տր ա ս տ վ ա ծ ե ն ն մ ու շ ն եր, ո ղ ո ն ց մ ի մ ա ս ը ջր ա հ ա գ ե ց վ ե լ ե ն 24 ժ ա մ` 20<sup>0</sup>C- ու մ, ի ս կ մ յ ու ս ն մ ու շ ն եր ը պ ա հ վ ե լ ե ն 24 ժ ա մ` 20<sup>0</sup>C օ դ ա չ ո ղ պ ա յ մ ա ն ն եր ու մ: Ջր ա կ ա յ ու ն ու թ յ ա ն գ ո ղ ծ ա կ ի ց ը ո ղ ո շ վ ե լ է հ ե տ ն յ ա լ ք ա ն ա ձ ն ո վ`

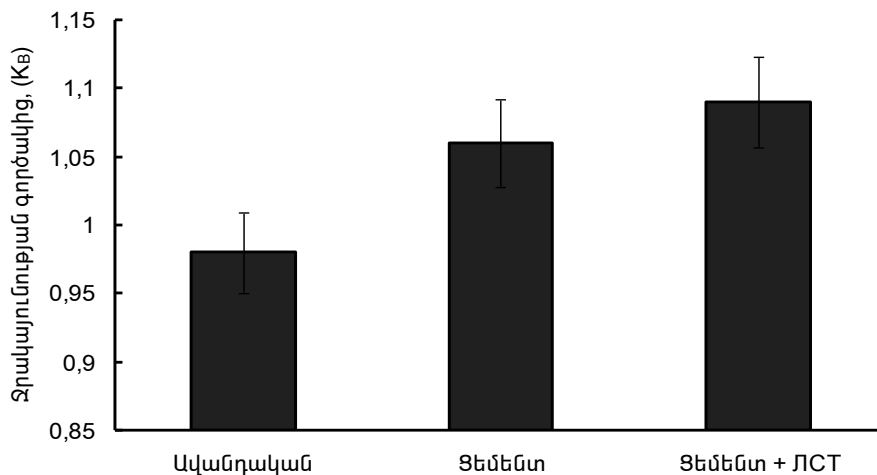
$$K_B = \frac{R_B}{R_{20}}, \quad (4.11)$$

ո ղ տ ե ղ`

$R_B$  - ա ս ֆ ա լ տ ք ե տ ո ն ի ս ե ղ մ մ ա ն ա մր ու թ յ ա ն ս ա հ մ ա ն ն է` ջր ա հ ա գ ե ց ա ծ վ ի ճ ա կ ու մ (20<sup>0</sup>C- ու մ), կ գ/ս մ<sup>2</sup>

$R_{20}$  - ա ս ֆ ա լ տ ք ե տ ո ն ի չ ո ղ ն մ ու շ ի ս ե ղ մ մ ա ն ա մր ու թ յ ա ն ս ա հ մ ա ն ն է` 20<sup>0</sup>C- ու մ, կ գ/ս մ<sup>2</sup>:

Ս տ ա ց վ ա ծ ա ղ ո յ ու ն ք ն եր ը ք եր վ ա ծ ե ն ա ղ. 4.9- ու մ, ի ս կ մ ի ջ ի ն ա ց վ ա ծ տ յ յ ա լ ն եր ը պ ա տ կ եր վ ա ծ ե ն ն կ. 4.4- ու մ:



Ն կ. 4.4 Ա ս ֆ ա լ տ ք ե տ ո ն ի փ ո ղ ծ ա ն մ ու շ ն եր ի ջր ա կ ա յ ու ն ու թ յ ա ն գ ո ղ ծ ա կ ի ց ի (K<sub>B</sub>) ո ղ ո շ ու մ ը

Ո ղ ք ա ն ա ս ֆ ա լ տ ք ե տ ո ն ը ա լ ա ս տ ի կ է, ա յ ն ք ա ն ց ա ծ ր է դր ա ջ եր մ ա կ ա յ ու ն ու թ յ ու ն ը: Ա ս ֆ ա լ տ ք ե տ ո ն ի ա լ ա ս տ ի կ ու թ յ ու ն ը գ լ խ ա վ ո ղ ա պ ե ս կ ա խ վ ա ծ է ք ի տ ու մ ի հ ե տ հ ա ն ք ա յ ի ն փ ո շ ու փ ո խ ա ր ա ք եր ու թ յ ու ն ի ց, ա յ ս ի ն ք ն դր ա մ ա կ եր ու յ թ ի հ ա նր ա գ ու մ ար ի հ ե տ: Բ ի տ ու մ ի ա վ ե լ ց ու կ ը խ ա ռ ն ու ղ ո ղ ու մ ս տ ե ղ ծ ու մ է մ ե ծ ք ա ն ա կ ու թ յ ա մ ք, ա յ ս ա պ ե ս կ ո չ վ ա ծ ծ ա վ ա լ ա յ ի ն ք ի տ ու մ, ո ղ ը

նպաստում է ասֆալտբետոնի պլաստիկության մեծացմանը, հետևաբար դրա ջերմակայունության նվազեցմանը:

Մշակված ասֆալտբետոնների կայունությունը, պայմանական պլաստիկությունը և պայմանական կոշտությունը որոշվել է ГОСТ 12801-98-ի [94], համաձայն, որի ստացված խառնուրդներից պատրաստվել են 3-ական նմուշներ, որոնց տրամագիծը 101մմ է, իսկ բարձրությունը՝ 63,5մմ: Նմուշների խոսքումը կատարվել է Մարշալի մոլորճի հարվածների տոփանման միջոցով: Ստացված նմուշները, պահվել են 25 ժամ օդաչոր պայմաններում, այնուհետև տեղափոխվել են ջրային միջավայր, որի ջերմաստիճանը 60°C է և մեկ ժամ պահելուց հետո ենթարկվել են փորձարկման: Պայմանական կոշտությունը՝ A որոշվել է հետևյալ բանաձևով՝

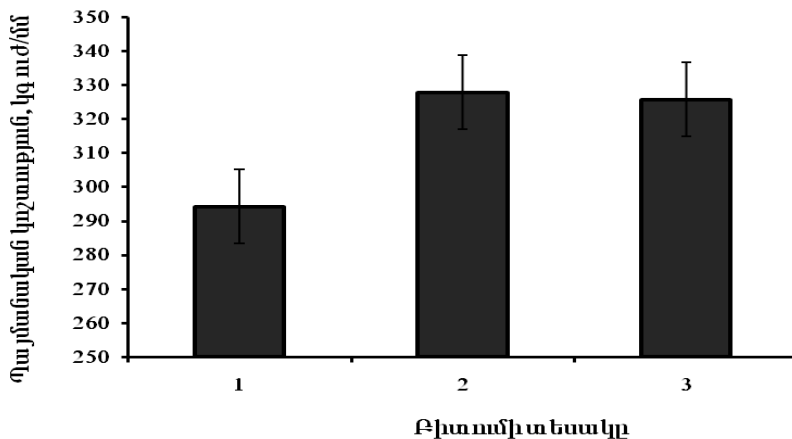
$$A = \frac{10P}{L}, \quad (4.12)$$

որտեղ՝

P - կայունությունն է (քայքայող բեռնվածք), կգ ու ժ

L - պայմանական պլաստիկությունն է, մմ:

Փորձարարական տվյալները ներկայացված են աղ. 4.10-ում իսկ միջինացված տվյալները պատկերված են նկ. 4.5-ում:



Նկ. 4.5  
Ասֆալտբետոնի

պայմանական կոշտությունը (A)

1. ավանդական,
2. մոդիֆիկացված կլիսկերային ցեմենտով,
3. մոդիֆիկացված կլիսկերային ցեմենտով + ՊՇՏ

Ասֆալտբետոնե խառնուրդների ջրակայունության ցուցանիշները

Փորձարկման պայմանները	Ասֆալտբետոնի կազմերը		
	Ավանդական	Կլինկերային ցեմենտ	Կլինկերային ցեմենտ + լՍՏ
	Սեղմման ամրությունը, ՄՊա		
1	2	3	4
Ջրահագեցած վիճակում, 20 °C (R <sub>B</sub> )	9,35	11,37	12,69
	9,38	11,37	12,23
	9,35	11,27	11,77
Միջինը	9,36	11,34	12,23
Չոր վիճակում 20 °C (R <sub>20</sub> )	9,48	10,11	11,08
	9,50	10,61	11,32
	9,53	11,37	11,25
Միջինը	9,50	10,69	11,22
Ջրակայունության գործակից, (K <sub>B</sub> )	0,98	1,12	1,14
	0,99	1,07	1,08
	0,98	0,91	1,05
Միջինը	0,98	1,06	1,09

Ամփոփելով ստացված տվյալները, կարելի է եզրակացնել, որ մշակված կոմպոզիցիաների բերված հատկությունների բարձրացումը պայմանավորված է ուղղորդված կառուցվածքագոյացման պրոցեսով: Նշված կառուցվածքի բարելավումը կատարվում է ի հաշիվ ցեմենտի փոշու (թափոնի), կլինկերային ցեմենտի և մակերևութաակտիվ նյութի (ՄՍՏ) օգտագործման: Մակերևութաակտիվ նյութի ներմուծումը խառնման ընթացքում կանխելով ցեմենտի հատիկների ագրեգացիայի երևույթը, նպաստում է դրանց համասեռ բաշխմանը բիտումի ծավալում, միաժամանակ բերում է համակարգի պլաստիկության բարձրացմանը: Ցեմենտի փոշու մոռոշ քանակության ազատ կրի առկայությունը՝ ենթարկելով ասֆալտբետոնի հանքային բաղադրիչների մակերևույթները քիմիական ակտիվացման, նպաստում է դրանց և բիտումի ադիեզիոն կապի մեծացմանը: Մյուս կողմից, ցեմենտի հիդրատացիան՝ օրգանական կապակցողի միջավայրում, նպաստում է միկրոկառուցվածքի փոփոխմանը, լցանյութի ադիեզիայի մեծացմանը, որը վերջնական արդյունքում բերում է արտաքին մեխանիկական բեռնվածքների դիմադրության բարձրացմանը: Ցույց է տրված, որ կլինկերային ցեմենտի և ՄՍՏ-ի ներմուծման դեպքում ասֆալտբետոնի ջերմակայունությունը արտահայտված սեղմման ամրության սահմանով, որն որոշված է համաձայն ԴՕՏ 12801-98-ի [94] աճել են՝ 20°C-ի դեպքում 31,98% -ով, 50°C-ում՝ 40,52%-ով, 0°C-ում՝ 34%-ով, ջրակայունության գործակիցը՝  $K_B$  և պայմանական կոշտությունը՝  $A$ -ն յուրաքանչյուրի ցուցանիշը բարձրացել է 10,7% -ով:

Այսպիսով ուսումնասիրված տվյալները համոզիչ կերպով ապացուցում են, որ մշակված օրգանահանքային կոմպոզիցիոն կազմն ապահովում է դրա հիման վրա ստացված ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունների բարձրացումը:

Ասֆալտբետոնի կայունություն, պայմանական պլաստիկություն և պայմանական կոշտություն  
ցուցանիշները

Հատկությունները	Ասֆալտբետոնի կազմերը		
	Ավանդական	Կլինկերային ցեմենտ	Կլինկերային ցեմենտ + ՌՄՏ
1	2	3	4
Կայունություն, կգ/մ <sup>3</sup>	950	965	968
	980	990	958
	920	930	974
Պայմանական պլաստիկություն, 0,1մմ	32	29	29
	35	31	30
	30	28	30
Պայմանական կոշտություն, կգ/մ <sup>2</sup> / մմ	297	332,8	333,79
	280	319,4	319,33
	306	332,2	324,66



#### 4.5. Մշակված ասֆալտե տունի արտադրության նախնական տեխնիկա տեսակի հաշվարկը

Ճանապարհային ասֆալտե տունի բազարակազմի ամենաթանկարժեք բաղադրիչը բիտումն է: Ելնելով այն հանգամանքից, որ Հայաստանի Հանրապետությունում նշված կապակցող նյութը բացակայում է, այն ներմուծում են արտասահմանից՝ մասնավորապես, Ռուսաստանից և Պարսկաստանից, որն էլ զգալիորեն բարձրացնում է ասֆալտե տունի ինքնարժեքը: Ներկայումս մեր հանրապետությունում ասֆալտե տունի ինքնարժեքը տատանվում է 30000-35000 դրամի սահմաններում:

Սովորաբար ասֆալտե տունի արտադրության և կիրառման տեխնիկա տեսակի արդյունավետությունը պայմանավորված է մի շարք

գործոններով.

- ճանապարհային շինարարության հանքային բազայի ընդարձակում՝ ի հաշիվ ավանդական թանկարժեք կրաքարի փոշու փոխարինումը արտադրական թափոնով:

- շրջակա միջավայրի աղտոտման նվազեցում և բնապահպանական խնդիրների որոշակի լուծումներ:

- տեխնիկա տեսակի արդյունավետության բարձրացման համար հատուկ նշանակություն ունի ասֆալտե տունի շինարարատեխնիկական հատկությունների և առաջին հերթին երկարակեցության բարձրացումը, այսինքն հնարավորություն է ստեղծում բարձրացնել ճանապարհային ծածկույթի շահագործման ժամկետը, որն էլ իր հերթին զգալիորեն կկրճատի ճանապարհների ընթացիկ և կապիտալ վերանորոգման ծախսերը:

Առաջարկվող ասֆալտե տունային խառնուրդի ներդրման տեխնիկա տեսակի հաշվարկը կարելի է կատարել հետևյալ կերպ: Հաշվի առնելով, որ 1տ ասֆալտե տունի պատրաստման համար օգտագործվող բիտումի մոդիֆիկացումը պահանջում է 88 կգ կլինկերային ցեմենտ, որի 1կգ արժեքն է 38 դրամ [2] և 2,6 կգ մակերևութաակտիվ նյութ՝ ՄՍՏ, որի արժեքը կազմում է 290 դրամ,

ապա լրացուցիչ ծախսերը կկազմեն՝  $35000+(88 \cdot 38+ 2,6 \cdot 290) = 39098$ դր/կգ:

Չնայած, որ մշակված ասֆալտբետոնի ինքնարժեքը 4000 դրամով բարձր է, սակայն հաշվի առնելով, որ դրա օգտագործումը նպաստում է մշակված ասֆալտբետոնի երկարակեցության բարձրացմանը, որն էլ իր հերթին հնարավորություն է կտա նվազեցնել ընթացիկ վերանորոգման ծախսերը:

## **Չորրորդ գլխի եզրակացություններ**

1. Ամփոփելով փորձարարական հետազոտությունների տվյալների վերլուծությունը կարելի է եզրակացնել, որ կլիմայի փոփոխությունների և մակերևութաակտիվ հավելանյութով՝ ՍՍՏ-ով մոդիֆիկացված բիտումի օգտագործումը ասֆալտբետոնում, դրական է ազդում վերջինիս ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարելավմանը:

2. Ապացուցված է, որ նման ասֆալտբետոնների կիրառումը նպաստում է խողայան, ամրության, փափկեցման գործակցի, ջերմակայունության, ջրակայունության, պայմանական կոշտության ցուցանիշների բարձրացմանը, ծակոտկենության, ջրակլանման ցուցանիշների իջեցմանը:

3. Բացահայտված է, որ մշակված օրգանահանքային կոմպոզիցիայի հիման վրա ստացված ասֆալտբետոնի հատկությունները համեմատած ավանդական ասֆալտբետոնի հետ՝ ամրության աճը կազմում է 43,75%, փափկեցման գործակցիցը՝ 31,76%, ջերմակայունությունը՝ 20°C-ի դեպքում՝ 31,98%, 50°C-ի դեպքում՝ 40,52%, 0°C -ում՝ 34%, ջրակայունությունը և պայմանական կոշտությունը՝ 10,7%, ծակոտկենությունը նվազել է 24%-ով, իսկ ջրակլանումը 21,43%-ով:

Ստացված տվյալները թույլ են տալիս հստակորեն հաստատել, որ նման ասֆալտբետոնները բնորոշվում են ավելի ցածր դեֆորմատիվությամբ և ունեն բարձր երկարակեցություն:

## ԵՃՐԱԿԱՅՈՒ ԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Տեսական ու սուսմնասիրությունների հիման վրա առաջարկված և փորձարարական եղանակով հաստատված է կլիներային ցեմենտով ձևափոխված բիտումի հիման վրա բարելավված շինարարատեխնիկական հատկություններով օժտված ասֆալտբետոնների կազմություններ՝ ճանապարհածածկերի պատրաստման համար:

2. Ուսումնասիրված է բիտումի մոդիֆիկացման մեխանիզմը: Հաստատված է, որ կլիներային ցեմենտի, որոշ քանակության ջրի և ՊՇՏ-ի ներմուծումը հավելած բիտում՝ նպաստելով ցեմենտի որոշ քանակության հիդրատացմանը, փոփոխում է բիտումի հատկությունները, որը բացատրվում է վերջինիս ամորֆ մատրիցիայում ստեղծված ցեմենտային նորագոյացումների բյուրեղային կառուցվածքի գոյացմամբ: Առաջացած նման բարդ փոխկապակցված կառուցվածքը ուժեղացնելով ձևափոխված բիտումի կոհեզիոն և ադհեզիոն կապերը, փոփոխում է քեմոսորբցիոն ռեակցիաների բնույթը, նպաստում բիտումի և դրա հիման վրա ստացված ասֆալտբետոնի հիմնական հատկությունների բարելավմանը:

3. Սահմանված է, որ ի տարբերություն մաքուր բիտումի, մոդիֆիկացված բիտումի կարծրությունը  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճաններում բարձրանում է համապատասխանաբար՝ 35%, 47,5 %-ով, իսկ փափկեցման ջերմաստիճանը՝ 17%-ով:

4. Բացահայտված է, որ մշակված օրգանահանքային կապակցող նյութերի օգտագործումը նպաստում է ասֆալտբետոնի սեղմման ամրության բարձրացմանը՝ 43,75%-ով, ջրակայունության գործակցի ( $K_B$ ) և պայմանական կոշտության ( $A$ ) բարձրացմանը 10,7%-ով, ջերմակայունությունը՝  $20^{\circ}\text{C}$ -ի դեպքում՝ 31,98%-ով,  $50^{\circ}\text{C}$ -ում՝ 40,52 %-ով,  $0^{\circ}\text{C}$ -ում՝ 34%-ով:

## Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Արտոնագիր N 2789 Ա. Բիտումային բաղադրանյութ / Ն.Վ.Զիլիևի գաղափար, Ա.Ռ.Յոսեփյան. - Եր., 2013:
2. Ինֆորմացիոն տեղեկագիր շինարարական նյութերի, կոնստրուկցիաների, պատվածքների, կողմնորոշիչ գների / «Գնագոյացման վերլուծական ինֆորմացիոն կենտրոն» ՊՈԱԿ: № 5, Երևան, 2014. 75 էջ:
3. Յոսեփյան Ա.Ռ., Չիլիևի գաղափար Ն.Վ. Պոլիէթիլենգլիկոլ տերեֆտալատի (ՊԷտ) թափոններից ստացված ադիեզիվ հավելանյութերով ձևափոխված բիտումի հիման վրա ճանապարհաշինարարական նյութերի ամրությունը ու սուլմնասիրությունը // Ճարտարապետություն և շինարարություն Յայաստանի ազգային համալսարանի տեղեկագիր.- Երևան, 2014. - N 1(39).- էջ 85-90:
4. Акимова Т.Н., Быстров Н.В., Котлярский Э.В. Лабораторный практикум по дорожно-строительным материалам. Битумы. Асфальтобетон. - М., 2006.- 63 с.
5. Амброс Р.А. Об исследовании влияния химических добавок на сцепление битума с каменными материалами. - Таллин: Эстонское Государственное издание, 1956. - 17с.
6. Антипенко Г. Л. и др. Новые технологии при строительстве и ремонте автомобильных дорог / А. Н.Под редакцией Максименко. - Мн.: Дизайн ПРО, 2002. - 224с.
7. Ася Бурдо. Лучший зарубежный асфальтобетон //Автомобильные дороги. -1997. - N 3. - С. 60.
8. Бабаев В.И., Королев И.В., Гридчин А.М. и др. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве. - М., 1991.- 114 с.
9. Балавнева И.И. Исследование влияния гранулометрического состава на сдвигоустойчивость асфальтобетона.- Балашиха: изд. "Союздорнии", 1970.- 31 с.
10. Баринов Е. Н. Применение вспененных битумов в дорожном строительстве. -М.: ЦБНТИ Минавотодора РСФСР, 1986. - Вып. 1. -36с.

11. Берней И.И. Влияние сил капиллярного сцепления на физико-механические свойства дисперсных систем // Известия вузов, Строительство и архитектура. - Новосибирск, 1980.- N 4. - С. 10-14.
12. Богуславский А. М., Богуславский Л.А. Основы реологии асфальтобетона. - М., 1972. -199с.
13. Богуславский А. М. Дорожные асфальтобетонные покрытия. - М.: Высшая школа, 1965. -114с.
14. Богуславский А.М., Ефремов Л.Г. Асфальтобетонные покрытия. - М.: МАДИ, 1981. -145с.
15. Борщ И. М., Терлецкая Л.С. Минеральные порошки для асфальтобетонных материалов. Дорожно- строительные материалы. - Харьков, 1961. - С. 10-28.
16. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов.- М.: Высшая школа, 1980.- 472с.
17. Волков М. И., Королев И.В. Структурообразование и взаимосвязь структур в асфальтобетоне// Материалы работы симпозиума по структуре и структурообразованию в асфальтобетоне. - Балашиха, изд. "Союздорнии", 1968. - С.38-47.
18. Гаджилы Р. А., Меркин А.П. Поверхностно-активные вещества в строительстве. – Баку: Азернешр, 1981. -131с.
19. Гезенцвей Л.Б., Горелышев Н.В., Богуславский А.М., Королев И.В. Дорожный асфальтобетон.- М.: Транспорт, 1985. - 350с.
20. Гезенцвей Л.Б. Применение активированного минерального порошка в дорожном строительстве// Тр. СоюздорНИИ. -1978. - Вып. 107. - С. 73-78.
21. Горелышев Н.В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы.- М.: Можайск–Терра, 1995. -176с.
22. Гохман Л.М. Комплексные органические вяжущие на основе ПАВ и полимеров. Полимерные материалы в строительстве покрытий автомобильных дорог. - М., 1981. -75с.
23. Гохман Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон: учебно-метод. пособие. – М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2008. -117с.
24. Грушко И.М., Королев И.В., Борщ И.М., Мищенко Г.М. Дорожно-строительные материалы. - М.: Транспорт, 1988. -383с.

25. Егоров С. В., Бернштейн А.В., Нашиванко Е. М. Покрытия с применением эмульсий и катионоактивных добавок. - М.: Авторансиздат, 1962.- 26с.
26. Железников М.А. Новый ГОСТ на асфальтобетонные смеси и асфальтобетон // Автомобильные дороги. - 1999. - N 6. -С. 44-45.
27. Зубков А.Ф., Однолько В.Г. Технология строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.- М., 2009. -224 с.
28. Иванов Н.Н., Ефремов Л.Т. О работоспособности асфальтобетона в дорожном покрытии// Тр. МАДИ. - 1973. - Вып.63. -С.52-59.
29. Иванов Н.Н. Устойчивость асфальтобетонных покрытий при высоких температурах. Повышение качества асфальтобетона.- М., 1975.- С. 21-26.
30. Инструкция по использованию поверхностно-активных веществ при строительстве дорожных покрытий с применением битумов: ВСН 59-68.- М.: Оргтрасстрой, 1968. -64с.
31. Капуров К.Б., Бабаев М.Г. Особенности структуры и реологических свойств асфальтобетонов. Технология и механизация гидроизоляционных работ промышленных, гражданских и энергетических сооружений. - Л.,1983.- С. 51-54.
32. Карпеко Ф.В., Гуреев А.А. Битумные эмульсии. Основы физико-химической технологии производства и применения.- М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1998.-192с.
33. Кирюхин Г.Н. Сдвигоустойчивость асфальтобетона в покрытиях дорог //Вопросы проектирования и стр-ва автомоб.дорог: Тр.Союздорнии. - М., 1993.-С.79-91.
34. Кирюхин Г.Н. Асфальтобетонные покрытия повышенной сдвигоустойчивости и шероховатости //Трансп. стр-во. – 1999.- N 7. - С.22-25.
35. Колбановская А.С., Гезенцевей Л.Б., Михайлов В.В. Роль тонких слоев битума в процессах структурообразования дисперсных битумоминеральных материалов// Коллоидный журнал. - 1963. - Т. XXV, N 3. - С.25-29.
36. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. - М.: Транспорт, 1973.- 259 с.
37. Колбановская А.С. Оптимальная структура битума в асфальтовом бетоне // Материалы работ симпозиума по структуре и структурообразованию в асфальтобетоне. - Изд. Союздорнии, 1968.- С. 42-48.
38. Королев И.В. Дорожный теплый асфальтобетон. - Киев, 1975.- 155с.
39. Королев И.В. Курденкова И.Б., Кузнецов В.А., Толстая С.Н. Минеральный порошок для асфальтобетонной смеси. А. с. 1318570 СССР. -1987.

40. Королев И.В., Касымов А.К., Лифшиц Б.А., Гончаров Ю. П. Асфальтобетонная смесь. А. с. 1271844 СССР. - 1986.
41. Королев И.В. Пути экономии битума в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1986.- 149с.
42. Котлярский Э.В. Строительно-технические свойства дорожного асфальтового бетона. - М., 2004.- 194с.
43. Котлярский Э.В., Акимова Т.Н. Органические вяжущие материалы.- М., 2011.- 97с.
44. Котлярский Э.В., Урьев Н.Б., Тарканов В.М., Черномаз В.Е., Богонин В.А. Методика определения предельного напряжения сдвига асфальтобетонных смесей // Труды Союздорнии. - М., 1989.- С.99-104.
45. Крыжановская Г. Б. Влияние высокомолекулярных ПАВ на водостойкость и морозостойкость асфальтобетона // Пути экономии материалов и энергетических ресурсов при строительстве асфальтобетонных покрытий.- М.,1983.- С.50-55.
46. Кушинский В.А., Залуцкий В.И., Измайлова Л.С. Получение окисленных битумов в дорожных организациях Белорусии // Экспресс-информация. Сер., Производственные базы дорожного хозяйства. - М.: изд. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1990. - Вып.1. - С. 1-3.
47. Кучма М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1980.- 191с.
48. Ладыгина Б.И., Яцевич И.К. Прочность и долговечность асфальтобетона. - Минск, 1972. - 286с.
49. Леоненко В.В., Сафонов Г.А. Некоторые аспекты модификации битумов полимерными материалами // Химия и технология топлив и масел. -2001.- N 5. - С 43-45.
50. Лукашевич В.Н. Совершенствование технологии асфальтобетонных смесей для увеличения срока службы дорожных покрытий // Строительные материалы. -1999. -N 1. -С.5-7.
51. Лучкин А.И., Сафронов П. В. Дорожно-строительные материалы. - М.: Транспорт, 1976.- 328с.
52. Мардиросова И.В., Илиполов С.К., Углова Е.В. Асфальтобетон на основе известняков-ракушечников, модифицированный комплексной добавкой// Автомобильные дороги. -1993. - N 6. -С.22-24.

53. Методические рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий с применением резинового порошка. - М.:Союздорнии, 1976. -11с.
54. Микрин В. И., Лаврухин В. П. Регулирование структуры и реологических свойств асфальтобетона добавками каучуков общего назначения // Эксплуатационная надежность строительных конгломертов. - Воронеж, 1987. -С.54-59.
55. Микрин В. И. О трещиностойкости дорожных асфальтобетонных покрытий при зимнем охлаждении // Эксплуатационная надежность строительных конгломератов. – Воронеж, 1987.- С.22-30.
56. Мурафа А.В. Новые анионоактивные битумные эмульсии для дорожных кровельных и гидроизоляционных покрытий // Строительные материалы. - 2005. – N 11.- С.106
57. Назарян Р. А. Исследование некоторых горных пород и отходов промышленности Арм. ССР в качестве минерального порошка для асфальтового бетона: Автореф.дисс. ... к.т.н. - Харьков, 1968. -19с.
58. Некрасов В. К. Повышение сроков службы и качества автомобильных дорог// Сб. научных трудов МАДИ. - М., 1986. -С.4-9.
59. Никольский Ю. Е., Бабак О.Г., Старков Г.Б., Губач Л.С. Методические рекомендации по оценке сдвигоустойчивости асфальтобетона. - М.: Росавтодор, 2002. -20с.
60. Печеный Б. Г. Долговечность битумных и битумоминеральных покрытий.- М., 1981.- 123с.
61. Плотникова И. А. Оптимальное использование битумов разных марок в асфальтобетонных смесях // Автомобильные дороги. -1982.- N4. - С.4-6.
62. Плетнев М.Ю. Колесникова Е.Н., Глухарева Н.А. Поверхностно-активные вещества и композиции.- М.: ООО «Фирма Клавель», 2002. - 768с.
63. Полякова, С. В. Применение модифицированных битумов в дорожном строительстве // Наука и техника в дорожной отрасли. - 1999.- N 1. –С.19-21.
64. Ребиндер П. А. О природе пластичности и структурообразования в дисперсных системах // Сб. статей, посвященных памяти акад. П.П. Лазарева. - Изд. АН СССР, 1956. - 18с.
65. Розенталь Д. А. Повышение качества строительных битумов. - М.: ЦНИИЭ нефтехим, 1976. -73с.



66. Руденская И. М. Взаимосвязь свойств и составов битумов // Труды Союздорнии. - 1970. - Вып.46. -С. 17-21.
67. Руденская И. М. Реологические свойства битумоминеральных материалов. - М.: Высшая школа, 1971.- 130с.
68. Руденская И.М. Руденский А.В. Органические вяжущие для дорожного строительства. - М., 1984. -229с.
69. Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны.- М.: Высшая школа, 1969. -396с.
70. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. - М.: Высшая школа, 1978.- С.99-106, 230-252.
71. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. – М.: Высшая школа, 2003. -701с.
72. Самохвалов Л. В., Феднер Л. А. Модифицированное органо-минеральное вяжущее // Строительные материалы. - 1999. - N12. - С.32-34.
73. Сатникова В. Н. Материалы, применяемые для приготовления активированных минеральных порошков // Вопросы строительства асфальтобетонных покрытий с применением активированных минеральных материалов. -М., 1972.- С. 21-29.
74. Слепая Б. М. Исследования влияния резинового порошка на свойства битумоминеральных материалов. - М.: Высшая школа, 1971. -130с.
75. Соколов В. Г. Повышение эксплуатационных качеств асфальтобетонных покрытий. - Киев: Гос.издание литературы по строительству и архитектуре УССР, 1962. - 85с.
76. Стабников Н. В. Асфальтополимерные материалы для гидроизоляции промышленных и гидротехнических сооружений. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1975. -144с.
77. Старкова Н. Н., Рябова В. Г., Мазеина Н. Б. Изучение группового углеводородного состава дорожного битума и компонентов сырья для его производства // Перспектв. хим. технол. и матер.: Тез. докладов Межд. науч.-техн. Конференции. - Пермь, 1997. - 78с.
78. Стебаков А., Кирюхин Г., Гопин О. Щебеночно-мастичный асфальтобетон – будущее российских дорог // Строит. техника и технологии. -2002.- N 3. - С. 68-70.
79. Сюньи Г. К. Дорожный асфальтовый бетон. – Киев: Изд-во литературы по строительству и архитектуре УССР, 1962. -234с.
80. Усов Б.А. Технология модифицированных бетонов: учеб. пособие.- М.: Изд-во МГОУ, 2010. -200с.

81. Филипов И.В. Высокоплотный асфальтобетон // Тр. Проектирование и строительство автомобильных дорог на северо-западе РСФСР. -Л., 1983. - С.114-118.
82. Черкасов Г. И., Черкасова Л. А., Анчутина Т. А. Вяжущее для асфальтобетонной смеси. А. с.1013451 СССР. - 1983.
83. Чилингарян С.Н. Некоторые особенности улучшения сцепления органического вяжущего с минеральными заполнителями в асфальтобетонных композициях // Сборник научных трудов ЕрАСИ. Т.ИІ. – Ереван: изд.ЕрАСИ, 2000. – С.82-84.
84. Чилингарян С.Н. Влияние модифицирующих добавок на некоторые физико-механические свойства асфальтобетонных композиций // Сборник научных трудов ЕГУАС. Т. I. - Ереван: изд. ЕГУАС, 2001. – С.138-140.
85. Чилингарян С.Н. Цементная пыль – эффективный компонент асфальтобетона // Сборник научных трудов ЕГУАС. Т. I. - Ереван: изд. ЕГУАС, 2001. – С.140-142.
86. Шамсиев Ф. К., Касимов И.К., Соломатов В. И., Махмудов Е. Н. Способ приготовления асфальтобетонной смеси. А. с. 1270140 СССР. - 1986.
87. Шемонаева Д. Ц. Исследование влияния вида и содержания поверхностноактивных веществ на свойства дорожных битумов и асфальтобетона. - М.: МАДИ, 1979.- 18с.
88. Шестоперов С. В. Дорожно-строительные материалы. - М.: Высшая школа, 1976.- 225с.
89. ГОСТ 11501-78. Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы.
90. ГОСТ 11503-74. Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости.
91. ГОСТ 11505-78. Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости.
92. ГОСТ 11506-73. Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.
93. ГОСТ 12784-78. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Методы испытаний.
94. ГОСТ 12801-98.Смеси асфальтобетонные дорожные и аэродромные, дегтебетонные дорожные, асфальтобетон и дегтебетон. Методы испытаний.
95. ГОСТ 16557-78. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Технические условия.
96. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

97. ГОСТ 8267-93. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия.
98. ГОСТ 8269.1-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.
99. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний.
100. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия.
101. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон.
102. ГОСТ 11955-82. Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия.
103. Bell Chris A., Wilson James E. Proliferation of paving grade asphalt cement specifications in Oregon // Transp. Res. Rec. - 1985. - N 1034. - P. 8-19.
104. Bellin P. Die Ergebnisse der Programm (SHRP) // Bitumen. - 2002. - B. 64, N 4. - S. 140-144.
105. Betterton R.M., Knutson M.J., Marks Vernon J. Fibrous Portland cement concrete overlay research in Greene County, Iowa // Transp. Res. Rec. -1985. – N 1040. - P.1-7.
106. Bonnaure F. Etude en laboratoire de l'influence des temps de repos sur les caracteristiques de fatigue des enroles bitumineux // Routes et des aerodromes. -1983.- N 595. – P. 74-82.
107. Buuton Joe W., Epps Jon. A Identifying tender asphalt mixtures in the laboratory // Transp. Res. Rec. - 1985. - N 1034. - P. 20-26.
108. Choyce P. W., Woolley K. G. EVA modified binders // Highways. -1988. - Vol 56, N 1933. - P.18-34.
109. Feller M. Einflub der chemischen Zusammensetzung von Flugaschen anf die Alterung von Bitumen Die StraBe. -1984. - N 5. – S. 154-155.
110. Gilby G. W. Ethylene-Vinyl Acetate (EVA) copolymers as modifiers for bitumen binders// Asphalt Technology. -1985. -N 36. - P. 37-41.
111. Hill J., MeMune E. Economic USE of bituminous materials // Joarnal of the institution of highway engineers. -1983. -N 1. - P. 3-15.
112. Inefficiency of aggregate adhesion agents// Highways Public Works. -1982. - N 6. - P. 13.

113. Kennedy Thomes W. Huber Gerald A. Effect of mixing temperature and stock-pile moisture on asphalt mixtures // Transp. Res. Rec. -1985.- N 1034.- P. 35-46.
114. Khosla Paul N., Omer M. S. Characterization of asphaltic mixtures for prediction of pavement performance // Transp. Res. Rec. -1985. -N 1034. - P. 47-55.
115. Lee D. G., Guin J. A., Kandhal P. S., Dunnig R. L. A review on absorption asphalt into porous aggregates physicochemical mechanisms and variables affecting absorption // Fuel Sci. and Technol. Int. - 1993. 11, - N 3. - P. 585-608.
116. Moulthrop James S., Higgins William A. Manganese- modified asphalt pavements a status report // Transp. Res. Rec. -1985. - N 1034. - P. 66-70.
117. Pass F. Polymerbitumen das unbekante Wesen // Asphalt (BRD). -1996. - B. 30, N6. - S. 33-39.
118. Study in viscosity and shear stress of asphalt // Highways Public Works. - 1982.- N 6. - P. 28-29.
119. Van Gooswilligen G., de Bats F., Harrison T. Quality of paving grand bitumen A practical approach in terms of functional tests // Proceedings of the fourth Eurobitume symposium. – Madrid, 1989. - P. 290-297.
120. Whiteoak C. D. Shell Cariphalte DM. An SBS Modified Bitumen // ShellBitumen Review 64. -1989. - P. 2-5.
121. Woolley K.G. Polymer modified bitumen for extra value asphalt // Asphalt Technology. -1986. -N 38. - P. 45-51.
122. Բաղդասյան Ա.Ս., Չիլիսգարյան Ն.Վ. Կոմպոզիցիոն կապակցող ճանապարհային ծածկերի համար // Հայաստանի շինարարների տեղեկագիր: Հատուկ թողարկում. -Երևան, 2005. – Հ. 4 (32). - Էջ 23-24:
123. Բաղդասյան Ա.Ս., Չիլիսգարյան Ն.Վ. Օրգանահանքային ճանապարհային կոմպոզիցիոն նյութի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները //Ագրոգիտություն. - Երևան, 2008. – N 11-12. - Էջ 555-557:
124. Բաղդասյան Ա.Ս., Չիլիսգարյան Ն.Վ. Օրգանահանքային կոմպոզիցիոն ասֆալտերտոնի կառուցվածքի առանձնահատկությունները // Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի տեղեկագիր. Հատուկ թողարկում: Դոկտորանտների և ասպիրանտների գիտաժողով 15-18

հոկտեմբերի 2009, Երևան-Ձերմուկ: Չեկոսլովակիայի ժողովածու . - Երևան, 2009. - Էջ 42-45:

125. Բաղդադյուլյան Ա.Ս., Չիլիևգարյան Ն.Վ., Մեյմարյան Ա.Ս. Օրգանահանքային կոմպոզիցիայի հենքով ստացված ասֆալտբետոնի հատկությունների առանձնահատկությունները //Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի գիտական աշխատությունների ժողովածու . - Երևան, 2012. - Զ. III (46). -Էջ 86-92:

126. Բաղդադյուլյան Ա.Ս Ցեմենտի արտադրության թափոնի օգտագործումը ասֆալտբետոնում //Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի գիտական աշխատությունների ժողովածու . - Երևան, 2012. - Զ. IV (47). - Էջ 92-96:

127. Բաղդադյուլյան Ա.Ս. Կոմպլեքս մոդիֆիկատորի ազդեցությունը ասֆալտբետոնի հատկությունների վրա //Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի գիտական աշխատությունների ժողովածու . - Երևան, 2013. - Զ. I (48). - Էջ 132- 136: