

Հ Հ Կ Ր Թ Ո Ւ Թ Յ Ա Ն Ե Վ Գ Ի Տ Ո Ւ Թ Յ Ա Ն
Ն Ա Խ Ա Ր Ա Ր Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն
Ճ Ա Ր Տ Ա Ր Ա Պ Ե Տ Ո Ւ Թ Յ Ա Ն Ե Վ Ծ Ի Ն Ա Ր Ա Ր Ո Ւ Թ Յ Ա Ն
Հ Ա Յ Ա Ս Տ Ա Ն Ի Ա Չ Գ Ա Յ Ի Ն Հ Հ Ա Մ Ա Լ Ս Ա Ր Ա Ն

Ա Ր Ա Մ Ա Ր Մ Ե Ն Ի Մ Ա Ր Գ Ա Ր Յ Ա Ն

**Թ Ո Ւ Ն Ե Լ Ն Ե Ր Ի Բ Ե Տ Ո Ն Յ Ա Ե Վ Ե Ր Կ Ա Թ Բ Ե Տ Ո Ն Յ Ա
Ե Ր Ե Ս Ա Ր Կ Ի Զ Ր Ա Մ Ե Կ Ո Ւ Ս Ա Ց Մ Ա Ն Ն Ո Ր
Տ Ե Խ Ն Ո Լ Ո Գ Ի Ա Յ Ի Մ Շ Ա Կ Ո Ւ Մ Ն Ե Ր Թ Ա Փ Ա Ն Ց Ո Ղ
Ն Յ Ո Ւ Թ Ե Ր Ի Հ Ի Մ Ա Ն Վ Ր Ա**

Ա Տ Ե Ն Ա Խ Ո Ս Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Ե .23.02 - «Ք աղ աք աց ի ա կ ա ն , ա ղ ղ յ ո ւ ն ա բ ե ղ ա կ ա ն ,
հ ի ղ ղ ղ ո տ ե խ ն ի կ ա կ ա ն , տ ղ ա ն ս ա ղ ղ ղ տ ա յ ի ն ն ս տ ղ ղ գ ե տ ն յ ա
շ ի ն ա ղ ղ ղ ո ւ ղ ղ ղ » մ ա ս ն ա գ ի տ ո ւ ղ ղ ղ ա մ բ
տ ե խ ն ի կ ա կ ա ն գ ի տ ո ւ ղ ղ ղ ո ւ ն ն ե ղ ղ ղ ե կ ն ա ծ ո ւ ղ ղ
գ ի տ ա կ ա ն ա ս տ ի ճ ա ն ի հ ա յ ց մ ա ն հ ա մ ա ղ

Գ ի տ ա կ ա ն ղ ե կ ա վ ա ղ
տ.գ.ղ., պ ղ ղ ղ .Վ.Ի.Գ ղ ղ ղ ղ ղ ա ն

Ե Ր Ե Վ Ա Ն 2017

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ	ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ
ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ	4
ՆԵՐԱՃՈՒԹՅՈՒՆ	9
ԳԼՈՒԽ 1 ԹՈՒՆԵԼՆԵՐԻ ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒ -	
ՃՈՒԹՅՈՒՆ	13
1.1 ԹոՆԵԼՆԵՐՈՒՄ ջրամեկուսացմանը միտված միջոցառումներ	13
1.2 ԹոՆԵԼՆԵՐԻ ջրամեկուսացման կազմակերպումը դրենաժնեքի նայլ օժանդակ կառուցվածքների օգնությամբ	15
1.3 ԹոՆԵԼՆԱՅԻՆ երեսարկի ջրամեկուսացման կազմակերպումը	20
1.4 Առաջին գլխի եզրակացություններ	37
ԳԼՈՒԽ 2 ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂՆԵՐԹԱՓԱՆՏՈՂ	
ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԻՉ ԽԱՌՆՈՒՐԴԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑՆԵՐԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԵՏՈՆԻ ՃԱԿՈՏԻՆԵՐԻ ՎՐԱ.....	39
2.1 Բետոնի ծակոտկենությամբ ուսումնասիրություններ	39
2.2 Առավել նպատակահարմար ներթափանցող ջրամեկուսացման հիմնավորում	46
2.3 Առաջարկվող ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի համարորպես լուծիչ սիլիկատային հիմքով հեղուկների համեմատություններ	53
2.4 Երկրորդ գլխի եզրակացություններ	64

Գ Լ Ո Ւ Խ	3	ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂ	ՆԵՐԹԱՓԱՅՈՂ	
		ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԻՉԻ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ		
		ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ	ՏԵՂԱԿԱՆ	ՆՅՈՒԹԵՐՈՎ
		ՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾ		ԲԵՏՈՆՆԵՐԻ
		ՎՐԱ		65
3.1		Ն երթափանցող ջրամեկուսիչ խառնուրդի կատարելագործման մեկնաբանությունը	տեսական	65
3.2		Ն երթափանցող ջրամեկուսիչ նյութի համարլուծիչ ընտրություն փորձնական հիմնավորումը		69
3.3		Առաջարկվող ջրամեկուսիչ խառնուրդով բետոնի անջրափանցելիության կիսետիկան	պատված	74
3.4		Ն երթափանցող ջրամեկուսիչ նյութի և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ խառնուրդի արդյունավետության փորձարարական գնահատումը	ստացված	75
3.5		Երրորդ եզրակացություններ	գլխի	91
Գ Լ Ո Ւ Խ	4	ՀՀ-ՈՒՄ ԳՈՅՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒՆԵՑՈՂ		
		ԹՈՒՆԵԼՆԵՐՈՒՄ (ՅԻՇՐՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ԱՎՏՈՄՈՒԲԻԼԱՅԻՆ) ԱՌԿԱ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒՃՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՏՎՅԱԼ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒՃՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂ ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԻ ՏԵԽՆԻԿԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐ		93
4.1		ՀՀ-ում խոշոր թուղիներում առկա խնդիրները		93

4.2	Առաջարկվող ջրամեկուսացման տարբերակի տնտեսական արդյունավետության հաշվարկ Սևան - Դիլիջան ավտոմոբիլային թունելի օրինակով	97
4.3	Չորրորդ գլխի եզրակացություններ	107
ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ		108
ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ՑԱՆԿ	ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ	110

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը

Վերջին տարիներին Չայաստանի Չանրապետությունում ինչպես պետական բյուջեի, այնպես էլ միջազգային միջարք ծրագրերի շրջանակներում իրականացվող ներդրումների միջոցներով իրականացվում են ինչպես նոր թունելների նախագծեր, այնպես էլ հին թունելների վերականգնման աշխատանքներ: Չաշվի առնելով առկա միջոցների սահմանափակ լինելը՝

առանձնահատուկ կարևորություն է ստանում դրանց նպատակային օգտագործումը, որին կարելի է հասնել տեխնոլոգիական նոր մոտեցումների մշակմամբ և ներդրմամբ:

Ներկայումս աշխարհի բազմաթիվ երկրներում, այդ թվում նաև Հայաստանում, արդիական խնդիր է թունել ներքին շրամեկուսացումը, քանի որ խոնավության բացակայությունն ամրության և երկարակեցության գրավականն է: Չերծ պահելով թունելի երեսարկը չրի հետանմիջական շփումից՝ կարելի է ապահովել երեսարկում առկա մետաղական կոնստրուկցիաները կոռոզիայից, ինչպես նաև բացառել բետոնի ամրության համար անհրաժեշտ միներալների լվացումը:

Թունելների կառուցման և երկարատև շահագործման ընթացքում շինարարական և շահագործող ընկերությունների առջև որպես կանոն առաջանում է շրջակա միջավայրի մշտապես առկա ազդեսիվ գործոններից երեսարկի բետոնե և երկաթբետոնե կառուցվածքների պաշտպանությունը: Թունելների շահագործման ժամկետն, առանց խոշոր վերանորոգման աշխատանքների, պետք է կազմի 50 և ավել տարի: Բետոնի երկարակեցությունն ապահովելու համար պետք է պահպանել դրա ֆիզիկատեխնիկական բնութագրերը, որոնց շնորհիվ էլ օբյեկտի ողջ ծառայությունն ընթացքում երաշխավորվում է բետոնի կայունությունը տարբեր տիպի ազդեցությունների նկատմամբ:

Ինչպես ցույց է տվել թունելների շահագործման երկարամյա փորձը, ճաքերի, քանդվածքների և այլ թերությունների հիմնական պատճառ է հանդիսանում երեսարկի խոնավացումը: Ջուրը, ներթափանցելով երեսարկի մեջ, բարձրացնում է բետոնի հիմնայնությունը, ինչպես

նաև լվանում է դրանում առկա ցեմենտային և միներալային միացությունները՝ բերելով բետոնի քայքայմանը: Երեսարկում առկա խոնավությունը, հատկապես ջերմաստիճանների խիստ տատանումներով առանձնացող կլիմայական գոտիներում գտնվող կամ հեշտ լվացվող գրունտներում տեղակայված թունելների դեպքում, կարող է բացասական ազդեցություն ունենալ թունելների շահագործման ընթացքում մեխանիկական բնութագրերի վրա:

Թունելների համար ջրամեկուսացումը նպատակ ունի լուծելու երկու հիմնական խնդիր. ապահովել թունելի կայունությունը և երկարակեցությունը, ինչպես նաև թույլ չտալ ստորգետնյա ջրերի ներթափանցումը թունելի երեսարկ: Դրա համար պետք է կիրառվեն ինչպես հատուկ ամուր բետոններ, այնպես էլ իրականացվի որակյալ ջրամեկուսացում:

Ջրամեկուսացման մեջ օգտագործվող ներթափանցող նյութերը հնարավորություն են տալիս բարձր որակով իրականացնել թունելների ջրամեկուսացումը: Դրանք բավականին դյուրին են կիրառման առումով, ինչպես նաև օժտված են միջարքայլ առավելություններով: Միևնույն ժամանակ, առավելությունների հետմեկտեղ, տվյալ նյութերի օգտագործումը խիստ պահանջներ է դնում ջրամեկուսացման իրականացման տեխնոլոգիական գործընթացի հանդեպ: Աշխատանքում հիմնական շեշտը դրված է ներթափանցող նյութերով իրականացվող ջրամեկուսացման նոր տեխնոլոգիայի մշակման վրա, ինչը հնարավորություն կտանվազեցնել բետոնե երեսարկում ջրի ներթափանցման խորությունը:

Ատե նախս ու թյ ան նպատակ ն ու խնդիր ն երը

Ատենախոսությունների անհիմնական նպատակն է մշակել թուլնել այն կոնստրուկցիայի ջրամեկուսացման աշխատանքների այնպիսի ջրամեկուսիչ շաղախի րանհատական կիրառման տեխնոլոգիայով, որը թուլ կտա կատարելագործել բետոնյա երեսարկների ջրամեկուսացումը, նվազեցնել աշխատանքների համար ծախսվող միջոցները, ինչպես նաև կրճատել իրականացվող աշխատանքների ժամանակը:

Ատենախոսությունների անհիմնական խնդիրներն են.

- ուսումնասիրել սիլիկոնային հիմքով հեղուկների կիրառման արդյունավետությունը՝ ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի համար օպտիմալ լուծիչի և քանակությունը սահմանման նպատակով,
- ուսումնասիրել ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառման հնարավորությունը՝ բետոնի անջրաթափանցելիության աճը որոշման նպատակով,
- ուսումնասիրել ներթափանցող ջրամեկուսիչի և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ ստացված շաղախի ամրացման առանձնահատկությունները՝ անհրաժեշտ ջրամեկուսիչ հատկությունների ձևավորման համար պահանջվող ժամանակը որոշելու նպատակով,
- մշակել ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ ստացված խառնուրդով բետոնի մակերևույթի մշակման տեխնոլոգիա:

Աշխատանքի գիտական նորոյթը

- փորձարկումների արդյունքներով սահմանվել են ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառման օպտիմալ քանակությունները, որոնք

ապահովում են խառնուրդով մշակված բետոնի առավել բարձր անջրաթափանցելիության ցուցանիշներ,

- բացահայտվել են օպտիմալ քանակությամբ ներթափանցող ջրամեկուսիչի և սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայով ստացված շաղախի կիրառմամբ ջրաթափանցելիության նվազման քանակական արժեքները,
- փորձերի արդյունքում բացահայտվել է ներթափանցող ջրամեկուսիչի և սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ ստացված շաղախի անհրաժեշտ ջրամեկուսիչ հատկությունների ձևավորման համար պահանջվող ժամանակը,
- սահմանվել է ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի և սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ ստացված շաղախով բետոնի մակերևույթի մշակման տեխնոլոգիա:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը

Ստացված արդյունքները կարող են օգտակար լինել թունելների երեսարկների ջրամեկուսացման հետկապված խնդիրների լուծման համար: Դրանց մի մասը ներդրման է ընդունվել թունելների շահագործման աշխատանքներում ներգրավված կազմակերպության կողմից: Տեսական և գործնական որոշ արդյունքներ կարող են օգտակար լինել բետոնի ջրամեկուսացման խնդիրներով զբաղվող մասնագետների, ինժեներների, տնտեսավարող սուբյեկտների, ուսանողների համար:

Յետազոտությունների մեթոդները

Ատենախոսությունում առաջադրված խնդիրների լուծման համար տեսական և մեթոդաբանական հիմք են հանդիսացել դասական և ժամանակակից տեսությունների դրույթները, հայրենական և օտարերկրյա գիտաշխատողների

ուսումնասիրությունները: Հետազոտության
 ընթացքում կիրառվել են համակարգային,
 նկարագրական, իրավիճակային, վերլուծության և
 համադրության ժամանակակից մեթոդները:
 Ուսումնասիրությունների կատարման համար
 օգտագործվել են Լաբորատոր
 հետազոտությունների գործող պետական
 ստանդարտներով և այլ նորմատիվային
 փաստաթղթերով սահմանված ու հաստատված,
 մեթոդները և թունելային երեսարկների
 ջրամեկուսացման ժամանակակից տեսական
 հիմունքները: Աշխատանքի համար տեղեկատվական
 հիմք են հանդիսացել Հայաստանի և այլ երկրների
 վիճակագրական տվյալները, միջազգային տարբեր
 տեղեկագրերը և փորձագիտական գնահատականները,
 հետազոտությունների արդյունքները, Հայաստանի
 Հանրապետության և այլ երկրների նորմատիվային
 ակտերը, ճարտարապետության և շինարարության
 Հայաստանի ազգային համալսարանի կողմից
 հրատարակված նյութերը:

Պաշտպանության ներկայացվում

- ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի համար սիլիկոնային հիմքով օպտիմալ Լուծիչի սահմանումը և կիրառման արդյունավետ քանակությունները,
- սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի և ներթափանցող ջրամեկուսիչի համատեղ կիրառությունը ստացված խառնուրդի կիրառմամբ բետոնի ջրաթափանցելիության նվազման քանակական արժեքները,
- ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի և սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ ստացված շաղախով բետոնի մակերևույթի մշակման տեխնոլոգիան:

Հ Ե տ ա գ ո տ ո ւ թ յ ա ն ար դ յ ո ւ ն ք ն ե ր ի

հ ա վ ա ս տ ի ո ւ թ յ ո ւ ն ը

Հ Ե տ ա գ ո տ ո ւ թ յ ո ւ ն ն ե ր ը կ ա տ ա ր վ ե լ Ե ն հ ա ն ր ա պ Ե տ ո ւ թ յ ա ն թ ո ւ ն ե լ ն ե ր ի շ ա հ ա գ ո ր ծ մ ա ն ը ն թ ա գ ք ո ւ մ գ ր ա ն ց վ ա ծ հ ա վ ա ս տ ի տ վ յ ա լ ն ե ր ի , ն ա խ ա գ ծ ա յ ի ն փ ա ս տ ա թ դ թ ե ր ի և շ ա հ ա գ ո ր ծ մ ա ն ը ն թ ա գ ք ո ւ մ ս տ ա գ վ ա ծ ց ո ւ ց ա ն ի շ ն ե ր ի վ ե ր լ ո ւ ծ ո ւ թ յ ա ն հ ի մ ա ն վ ր ա : Լ ա ք ո ր ա տ ո ր փ ո ր ծ ար կ ո ւ մ ն ե ր ի ար դ յ ո ւ ն ք ն ե ր ի հ ա վ ա ս տ ի ո ւ թ յ ո ւ ն ը հ ա ս տ ա տ վ ե լ Ե « Բ Ա Կ Ե ն ջ ի ն ի ը ր ի ն գ խ ո ր հ ր դ ա տ վ ո ւ թ յ ա ն գ ր ո ւ պ » Բ Ը -ի կ ո ղ մ ի ց :

Հ Ե տ ա գ ո տ ո ւ թ յ ա ն ար դ յ ո ւ ն ք ն ե ր ի

ն ա խ ա փ ո ճ ա հ ա վ ա ն ո ւ թ յ ո ւ ն ը

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ո ւ թ յ ա ն հ ի մ ն ա կ ա ն ար դ յ ո ւ ն ք ն ե ր ը գ Ե կ ո ւ ց վ ե լ Ե ն .

- Ծ Ծ Զ Ա Զ « Ծ ի ն ար ար ա կ ա ն ար տ ա դ ր ո ւ թ յ ա ն տ Ե խ ն ո լ ո գ ի ա յ ի և կ ա գ մ ա կ Ե ր պ մ ա ն », « Ծ ա ն ա պ ար հ ն ե ր և կ ա մ ո ւ ր ջ ն ե ր » և « Զ ի դ ր ո շ ի ն ար ար ո ւ թ յ ո ւ ն , ջ ր ա յ ի ն հ ա մ ա կ ար գ Ե ր և հ ի դ ր ո Ե լ Ե կ տ ր ա կ ա յ ա ն ն ե ր » ա մ ք ի ո ն ն ե ր ի հ ա մ ա տ Ե դ ն ի ս տ Ե ր ո ւ մ ,
- Ք ա դ ա ք ա շ ի ն ա կ ա ն , ճ ար տ ար ա պ Ե տ ա կ ա ն և տ ր ա ն ս պ ո ր տ ա յ ի ն ճ ար տ ար ա գ ի տ ո ւ թ յ ա ն մ ի ջ ա գ գ ա յ ի ն կ ո ն Ֆ Ե ր ա ն ս ո ւ մ , Դ ո ւ ք ա յ , Ա Մ Ե , 2016թ . ,
- Զ Ա Ա Զ -ի մ ի ջ ա գ գ ա յ ի ն գ ի տ ա ժ ո ղ ո վ ո ւ մ , Ե ր և ա ն , Զ ա յ ա ս տ ա ն , 2016թ . :

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ո ւ թ յ ա ն հ ր ա պ ար ա կ ո ւ մ ն ե ր ը

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ո ւ թ յ ա ն հ Ե տ ա գ ո տ ո ւ թ յ ա ն ար դ յ ո ւ ն ք ն ե ր ն ո ւ հ ի մ ն ա կ ա ն դ ր ո ւ յ թ ն ե ր ը ն ե ր կ ա յ ա ց վ ա ծ Ե ն 7 գ ի տ ա կ ա ն հ ո դ վ ա ծ ն ե ր ո ւ մ :

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ո ւ թ յ ա ն կ առ ո ւ ց վ ա ծ ք ր և ծ ա վ ա լ ր

Ա տ Ե ն ա խ ո ս ո ւ թ յ ա ն ծ ա վ ա լ ը կ ա գ մ ո ւ մ Ե 120 Ե ջ , ա յ ն ք ա դ կ ա ց ա ծ Ե ա շ խ ա տ ա ն ք ի ը ն դ հ ա ն ո ւ ր ք ն ո ւ թ ա գ ր ի ց , 4 գ լ խ ի ց , Ե գ ր ա կ ա ց ո ւ թ յ ո ւ ն ն ե ր ի ց և գ ր ա կ ա ն ո ւ թ յ ա ն ց ա ն կ ի ց : Ց ա ն կ ո ւ մ ն ե ր կ ա յ ա ց վ ա ծ Ե 120 գ ր ա կ ա ն

աղբյուր: Աշխատանքում ներառված է 36 աղյուսակ և 24 նկար:

Ն Ե Ր Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Թուլ նեյտրոն կառուցում են բնական պատնեշները հաղթահարելու (լեռներին հաղթահարման), ճանապարհի կարճացման (լեռան միջով՝ շրջանցելու փոխարեն), ժամանակի խնայողություն (թուլ նեյտրոն և ստանավի փոխարեն) նպատակով: Ստորջրյա թուլ նեյտրոն կառուցում են կամուրջների փոխարեն, հիմնականում նավագնացությանը չխանգարելու նպատակով: Թուլ նեյտրոն կառուցում են նաև միևնույն մակարդակում տրանսպորտային հոսքերի հատումից խուսափելու նպատակով:

Ջրադիմացկուն թուլ նեյտրոն և ջրամեկուսացման համակարգերի խնդիրները, անկախ տեխնոլոգիական առաջընթացից, մնում են ակտուալ: անջրաթափանցելիության ցանկալի մակարդակին հասնելու համար պատվիրատուները դիմում են բազում միջոցների, բայց ոչ միշտ է այդ պահանջը իրականացվում պատշաճ կերպով: Որոշ դեպքերում կաթիլները երեսարկի վրա ընդունելի են, երբեմն էլ պահանջվում է ամբողջական մեկուսացում, որը, սակայն, հազվագյուտ բան է, քանի որ դրա համար պահանջվում են ահռելի միջոցներ: Այնուամենայնիվ, պետք է խուսափել (հատկապես ճանապարհային թուլ նեյտրոնում) ջրի ներհոսքից,

որը կարող է առաջացնել ջրի կուտակումներ, մերկասառույց, ինչպես նաև սառցալեզվակներ: Նախագծի իրականացման ժամանակ պետք է հաշվի առնել, որ ցանկացած անջրաթափանց երեսարկում կարող են լինել հատվածներ, որտեղից հնարավոր է ջրի ներհոսք [115]:

Ժամանակակից շինարարական արդյունաբերությունում ցեմենտային բետոնը և երկաթբետոնը հանդիսանում են շինարարական հիմնական նյութերից, որոնք տարբեր նշանակություն կառույցների և շինությունների կառուցման ժամանակ որպես կառուցվածքային նյութեր ստացել են լայն կիրառում՝ շնորհիվ մի շարք դրական հատկանիշների. ինչպիսիք են բետոնային խառնուրդի հեշտ ձևավորումը, որը թույլ է տալիս գործնականում ցանկացած ձևի, չափսերի և կառուցվածքի արտադրանքի ստացումը, բետոնի մեծ ամրություն, հուսալիություն և այլն:

Բետոնի կոռոզիոն կայունությունը սկսել են ուսումնասիրել այդ խառնուրդների ամրացման գործընթացի ուսումնասիրության հետ միաժամանակ: Կոռոզիան երկաթբետոնի դանդաղ քայքայման գործընթացն է տարբեր ազդեսիվ միջավայրների ազդեցության տակ, որի հետևանքն է հանդիսանում կոնստրուկցիաների կրողունակության աստիճանաբար նվազումը և ողջ շինության ու կառույցի շահագործման որակների վատացումը: Բետոնի և երկաթբետոնի քայքայման պատճառները կախված են դրանց շահագործման պայմաններից և ազդեսիվ միջավայրի բնույթից:

Նորմալ պայմաններում շահագործվող կոնստրուկցիաներում բետոնի և երկաթբետոնի քայքայման ու հնեցման գործընթացները դանդաղ են ընթանում՝ տևելով տասնամյակներ, առանց

դրանցում թերությունների առաջացման :
Անբարենպաստ պայմանների դեպքում այդ
պրոցեսները կարող են ընթանալ շատ ավելի արագ :
Այդ երևույթի պատճառ են հանդիսանում արտաքին և
ներքին ֆիզիկաքիմիական տարբեր գործոններ :

Առաջին խմբի գործոններն են . ճնշման ներքո
գտնվող կամ ուղղակի լվացող բնական ջրերը ,
արդյունաբերական կամ կենցաղային ջրերը ,
ջերմաստիճանի եղանակային և օրական
տատանումները , չորացման և խոնավացման
պրոցեսները , մեխանիկական ազդեցությունները և
միկրոօրգանիզմների կենսաբանական վնասակար
ազդեցությունները : Երկրորդ խմբի գործոններն
են՝ բարձր ջրաթափանցելիութունը , ցեմենտի
ալկալիների և լցանյութի սիլիկահողի
փոխազդեցությունը , ցեմենտի և լցանյութի ծավալի
փոփոխությունը կախված ջերմաստիճանային
ընդարձակման գործակիցների տարբերությունից :

Ինչպես ցույց է տվել թուներլների
շահագործման երկարատև փորձը , վնասվածքների և
դեֆեկտների հիմնական պատճառ են հանդիսանում
երեսարկի խոնավացումները : Ջուրը ,
ներթափանցելով երեսարկի մեջ , բարձրացնում է
հիմնայնությունը , ինչպես նաև լվանում է
բետոնում առկա ցեմենտային և միներալային
միացությունները՝ բերելով բետոնի քայքայմանը :
Երեսարկում առկա խոնավությունը հատկապես
բացասական մեծ ազդեցություն է ունենում խիստ
կլիմայական գոտիներում գտնվող կամ հեշտ
լվացվող գրունտներում տեղակայված թուներլների
շահագործման բնութագրի վրա :

Ջրամեկուսացումը ինչպես թուներլների ,
այնպես էլ այլ կառուցվածքների համար միտված է

լ ու ծ ե լ ու երկու հիմնական խնդիր. ապահովել թուներևի կայունությունը և երկարակետցությունը, ինչպես նաև թույլ չտալ ստորգետնյա ջրերի ներթափանցումը թուներևի ներս: Դրահամար պետք է կիրառվեն ինչպես հատուկ ամուր բետոններ, այնպես էլ որակյալ ջրամեկուսացում տարբեր մեթոդներով:

Բետոնը, լիներևով ամուր և կայուն շինանյութ, անգործ ջրի դեմ, նրանում առկա մազանոթների պատճառով, որոնց միջոցով խոնավությունը մտնում է բետոնի մեջ, այնուհետև ներթափանցում կոնստրուկցիայից ներս: Խոնավությունը կարող է լվանալ բետոնի ամրության հիմնական բաղադրիչը՝ կալցիումը: Չարկ է նշել նաև, որ գրունտային ջրերում կարող են պարունակվել տարբեր տեսակի աղեր, թթվային և հիմնային միացություններ, որոնք նույնպես ագրեսիվ են ազդում բետոնի ամրության և կայունության վրա:

Թուներևների անվտանգ և անխափան շահագործման և երկարակետցության ապահովման համար անհրաժեշտ է թուներևի երեսարկի ներքին մակերևույթը զերծ պահել ստորգետնյա ջրերից: Այս խնդիրն ունի լուծման մի քանի հիմնական տարբերակ: Օրինակ, երեսարկի հերմետիկացումը՝ վերականգնելով ստորգետնյա ջրերի ռեժիմը, որը գոյություն ուներ թուներևի անցահատումից առաջ, կամ դրենաժային միջոցառումների իրականացումը, որի արդյունքում շրջապատող լեռնային զանգվածում պարունակվող ստորգետնյա ջրերի մակարդակը իջնում է, իսկ թուներևը հայտնվում է ցամաքած հատվածում:

Թուներևի հերմետիկացմանը նպաստում են հետևյալ գործոնները.

1. Երեսարկի խտուրթյան և անջրաթափանցելի ության մեծացումը բետոնի կազմի ճիշտ ընտրությունից և հատուկ հավելանյութերի կիրառմամբ :
2. Երեսարկի և գրունտի միջև եղած դատարկությունը ցեմենտային շաղախի ներմղմամբ և ցնեցումով, հատկապես՝ անջրաթափանցելի ությունը մեծացնող հավելանյութերի կիրառմամբ :
3. Երեսարկի ջրամեկուսացման կազմակերպումը : Ջրամեկուսացումը՝ որպես թունելի պաշտպանման եղանակ, շատ հատկանշական է, քանզի երեսարկը և ներքին սարքավորումները պետք է զերծ մնան ներթափանցող ջրի վնասակար ազդեցությունից : Այդպիսի թունելներին դասին են պատկանում մետրոպոլիտենի թունելները, որտեղ բարձր խոնավությունը անթույլատրելի է՝ ելնեցումով սանիտարահիգիենիկ և թանկարժեք սարքավորումները կոռոզիայից պաշտպանելու նկատառումներին : Ջրամեկուսացման իրականացման ժամանակ ուշադրություն է դարձվում երկարակեցության, բարձրորակ նյութերով իրականացման և տնտեսապես շահավետությունից անվրա :

ԳԼՈՒԽ 1. ԹՈՒՆԵԼՆԵՐԻ ԶՐԱՄԵԿՈՒՍԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

1.1. ԹՈՒՆԵԼՆԵՐՈՒՄ ԶՐԱՄԵԿՈՒՍԱԳՄԱՆ ԸՄԻՏՎԱԾ ՄԻՋՈՑԱՌՈՒՄՆԵՐ

Ներկայումս թուրքական շրի
ներթափանցման դեմ մղվող պայքարը հրականացվում
է հիմնական երկու ուղղությամբ:

Առաջին ուղղությամբ հրականացվող
միջոցառումները հիմնականում միտված են
վերթուել այն տեղամասերից տեղումների
հավաքման և համակարգված հեռացմանը, ինչպես նաև
երեսարկին մոտ գտնվող և արդեն երեսարկից ներս
թափանցած ստորգետնյա շրերի հեռացմանը [34, 36, 48, 65,
102]:

Յիմնական միջոցառումներն են՝

1. **Մակերևութային**

ջրահեռացում:

Վերթուել այն զանգվածի մակերևութի
ցամաքեցում, որը կկանխի տեղումների
ներթափանցումը գրունտի մեջ: Իրականացվում է
մակերևութի վրա՝ փորելով բաց ջրահեռացման
կանալներ, և ատոկներ կամ փակ դրենաժներ:

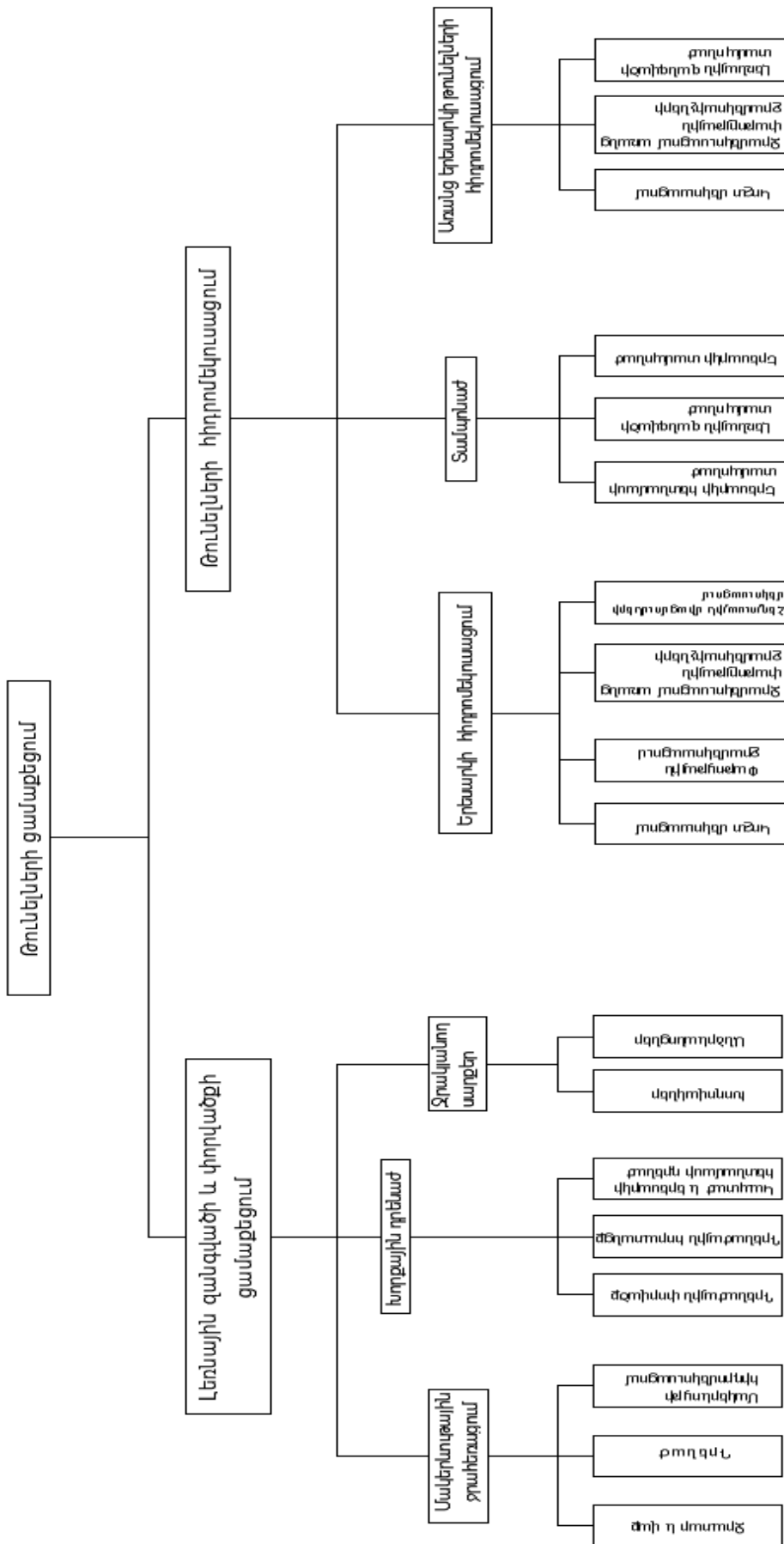
2. **Խորքային դրենաժ:** Ստորգետնյա ջրերի հավաքում և համակարգված հեռացում՝ կառուցելով տարբեր տեսակ դրենաժային փորվածքներ, փոսորակներ և կապտաժներ:

3. **Ջրհավաք կոնստրուկցիաներ:** Անմիջապես երեսարկի միջով ֆիլտրացված ջրերի հավաքում և հեռացում:

Երկրորդ ուղղությամբ իրականացվող միջոցառումները հիմնականում նախատեսված են երեսարկի անջրաթափանցելի ուղղությամբ ապահովել և համար [53,90,94]:

1. **Երեսարկի ջրամեկուսացում:** Իրականացվում է երեսարկի ներքին կամ արտաքին մակերևույթին տարբեր տեսակ մեկուսացնող նյութեր քսելով, երեսարկի պատրաստում անջրաթափանց նյութերից:

2. Լեռնային զանգվածի և երեսարկի արտաքին հատվածի տամպոնաժ:



ՆԿ.1.1 Թ ու ն ե լ ն եր ի ջ ր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ա ն
մ ի ջ ո գ առ ու մ ն եր

Առ ա ջ ի ն ու ղ ղ ու թ յ ա մ ք ի ր ա կ ա ն ա գ վ ո ղ
մ ի ջ ո գ առ ու մ ն եր ը ս տ ա ն ու մ ե ն լ ա յ ն կ ի ր առ ու թ յ ու ն
ը ն թ ա գ ի կ և կ ա պ ի տ ա լ վ եր ա ն ո թ ո գ մ ա ն ժ ա մ ա ն ա կ ,
ի ն չ պ ե ս ն ա ն թ ու ն ե լ ն եր ի վ եր ա կ առ ու գ մ ա ն ժ ա մ ա ն ա կ :
Այ ս դ ե պ ք ու մ ա շ խ ա տ ա ն ք ն եր ը կ ա ր ե լ ի Է
ի ր ա կ ա ն ա գ ն ե լ շ ա հ ա գ ո թ ծ մ ա ն հ ե տ մ ե կ տ ե ղ , ա յ ս ի ն ք ն `
առ ա ն գ եր թ ն ե կ ու թ յ ա ն ը խ ա ն գ ա ր ե լ ու : Բ ա գ ի դ ր ա ն ի գ ,
չ ե ն պ ա հ ա ն ջ ու մ մ ի ա ն վ ա գ կ ա պ ի տ ա լ ն եր դ թ ու մ ն եր
ք ա ն գ ի ա յ ն կ ա ր ե լ ի Է ի ր ա կ ա ն ա գ ն ե լ տ ա թ ի ն եր ի
ը ն թ ա գ ք ու մ հ ա մ ե մ ա տ ա ք ա ր ա վ ե լ ի ջ ր ա շ ա տ
վ ա յ ր եր ու մ :

Այ ս մ ի ջ ո գ առ ու մ ն եր ի թ եր ու թ յ ու ն ն եր ի գ ե ն ո չ
բ ա վ ա ր ա ր հ ու ս ա լ ի ու թ յ ու ն ը , ո թ ո շ դ ե պ ք եր ու մ
դ ր ա ն ք բ եր ու մ ե ն թ ու ն ե լ ի ո չ լ թ ի վ գ ա մ ա ք ե գ մ ա ն ը ,
ա յ լ ը ն դ ա մ ե ն ը վ եր ա գ ն ու մ ե ն առ կ ա հ ի դ թ ո ս տ ա տ ի կ
ճ ն շ ու մ ը :

Եր կ թ ո թ դ ու ղ ղ ու թ յ ա մ ք ի ր ա կ ա ն ա գ վ ո ղ
մ ի ջ ո գ առ ու մ ն եր ը հ ա մ ա ր վ ու մ ե ն ա վ ե լ ի հ ու ս ա լ ի :
Ս ա կ ա յ ն շ ա հ ա գ ո թ ծ մ ա ն ը ն թ ա գ ք ու մ ն ր ա ն գ
ի ր ա կ ա ն ա գ ու մ ը կ ա թ ո ղ Է բ եր ե լ եր թ ն ե կ ու թ յ ա ն ո թ ո շ
խ ա ն գ ա ր ու մ ն եր ի , ք ա ն գ ի պ ա հ ա ն ջ ու մ Է պ ա տ ու հ ա ն ի
առ կ ա յ ու թ յ ու ն : Բ ա գ ի դ ր ա ն ի գ , ա յ ս դ ե պ ք ու մ
ա ն հ ր ա ժ ե շ տ ե ն կ ա պ ի տ ա լ ն եր դ թ ու մ ն եր , ք ա ն ի ո թ
պ ե տ ք Է ի ր ա կ ա ն ա գ վ ե ն մ ի ա ն գ ա մ ի գ և թ ու ն ե լ ի ա մ ք ո ղ ջ
եր կ ա յ ն ք ո վ , կ ա մ Է լ առ ն վ ա գ ն թ ու ն ե լ ի ա վ ե լ ի
ջ ր ա շ ա տ հ ա տ վ ա ծ ն եր ու մ : Ս ր ա ն ո վ Է բ ա գ ա տ թ վ ու մ ա յ ս
ե ղ ա ն ա կ ն եր ի ո չ ա յ ն ք ա ն լ ա յ ն կ ի ր առ ու թ յ ու ն ը
ը ն թ ա գ ի կ վ եր ա ն ո թ ո գ մ ա ն ժ ա մ ա ն ա կ : Այ ս ե ղ ա ն ա կ ն եր ը
կ ի ր առ վ ու մ ե ն հ ի մ ն ա կ ա ն ու մ վ եր ա կ առ ու գ մ ա ն
ժ ա մ ա ն ա կ [29, 49, 71, 84, 91]:

Բ ա ր դ հ ի դ թ ո եր կ ր ա ք ա ն ա կ ա ն պ ա յ մ ա ն ն եր ու մ
ա վ ե լ ի ն պ ա տ ա կ ա հ ա ր մ ա ր ե ն կ ո մ ք ի ն ա գ վ ա ծ
լ ու ծ ու մ ն եր ը , ա յ ս ի ն ք ն ի ն չ պ ե ս առ ա ջ ի ն , ա յ ն պ ե ս Է լ
եր կ թ ո թ դ ու ղ ղ ու թ յ ու ն ն եր ո վ [64]: Այ ս դ ե պ ք ու մ

առաջին ուղղութեան եղանակով վերացվում է
երեսարկի վրա ազդող հիդրոստատիկ ճնշումը, իսկ
երկրորդ ուղղութեան եղանակով
կատարելագործվում է երեսարկի
անջրաթափանցելիութունը, որով էլ լուծվում է
հիմնական խնդիրը:

1.2 Լեռնային զանգվածի ցամաքեցում

Մակերևութային

ջրահեռացում:

Մակերևութային ջրահեռացման հիմնական իմաստը
այն է, որ արագ հեռացվում են վերթունքային
տեղամասի ֆիլտրացիոն ջրերը՝ թույլ չտալով դրա
հետագա թափանցումը գրունտի մեջ: Հիմնականում
այս եղանակը կիրառվում է, երբ ստորգետնյա ջրերի
հիմնական աղբյուր են հանդիսանում տեղումները:
Մակերևութային ջրերի ներթափանցումը
վերթունքային տեղամասի գրունտեր կանխելու
խնդիրը բավականին բարդանում է այն դեպքում, երբ
վերթունքային զանգվածի վերին շերտերը
բաղկացած են խճա-կոպճային, ավազային կամ այլ,
ֆիլտրացիայի մեծ գործակից ունեցող
նստվածքներից [119]:

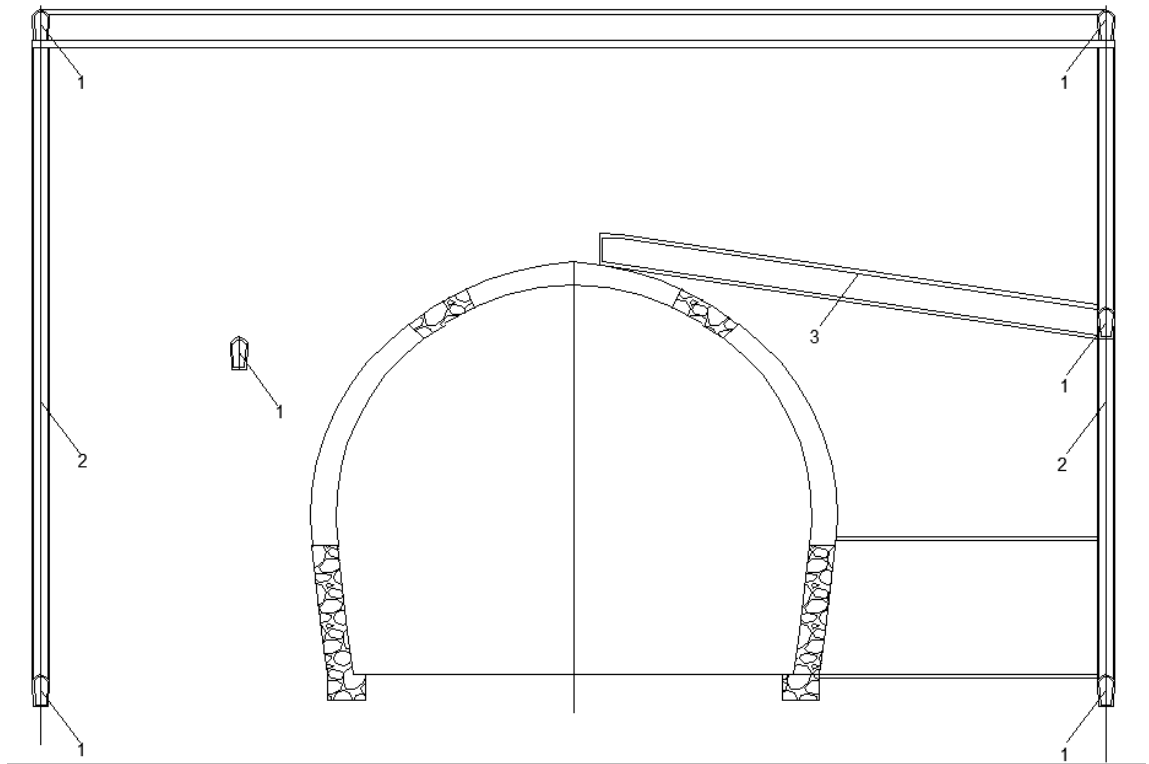
Այն դեպքում, երբ թունելի մակերևույթի մոտ
գտնվող ջրի հիմնական մասը կազմված է
տեղումներից, մակերևութային ջրահեռացումը շատ
մեծ նշանակություն ունի:

Հորիզոնական հոսքով գրունտային ջրերի
առկայության դեպքում, մակերևութային
ջրահեռացման հետ մեկտեղ, կարող է
նպատակահարմար լինել խորքային դրենաժի
(դրենաժային փորվածքներ, հորեր, ետերեսարկային
դրենաժ) կիրառումը: Այս դրենաժների օգնությամբ
իրականացվում է գրունտային ջրերի հավաքում և
կազմակերպված հեռացում՝ այդ իսկ ձևով
չորացնելով երեսարկը շրջապատող գրունտը:
Ժայռային և կիսաժայռային ապարներում դրենաժի

կիրառումը թույլատրելի է, երբ գրունտը չի
լվացվում, իսկ ոչ կապակցված գրունտներում՝ երբ
ֆիլտրացիայի գործակիցը փոքր է 5մ/օր-ից և չեն
պարունակում լուծվող մանր մասնիկներ, որոնք
կարող են լվացվել [15,88]:

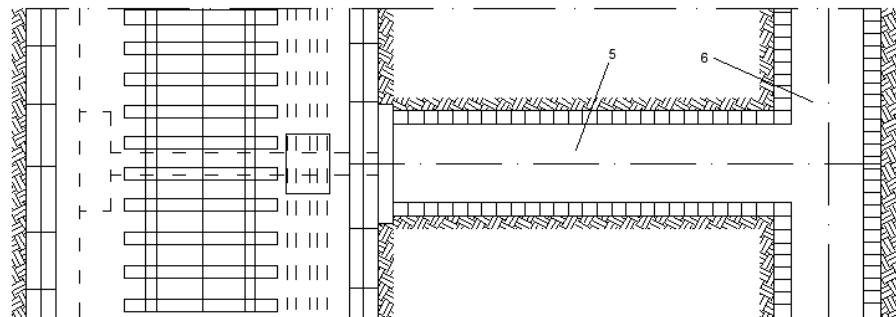
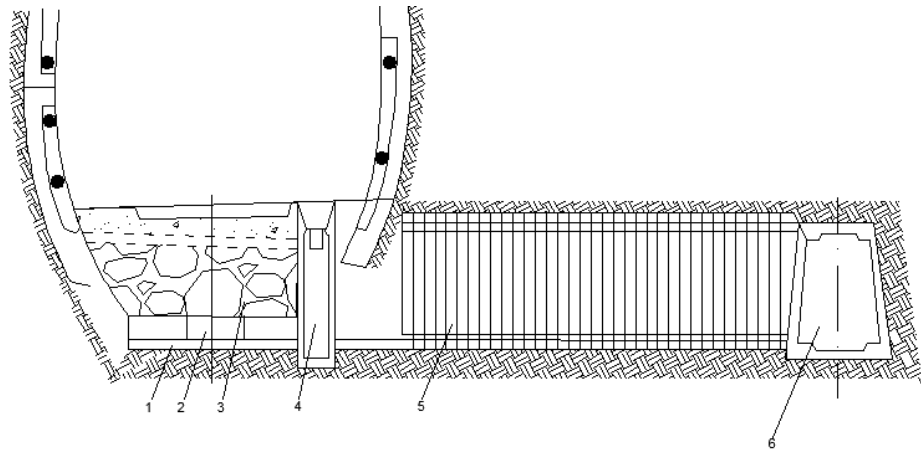
Դրենաժայիս փորվածքների **(ՆԿ. 1.2)**
իրականացումն առաջացնում է էռոզային ճնշման
վերաբաշխում, որն էլ իր հերթին բերում է թունելի
երեսարկի վրա ոչ սիմետրիկ և արումների՝ թունելի
երեսարկի վրա ամենավտանգավոր հատույթներում
առաջացնելով ծռող մոմենտներ: Որոշ դեպքերում
երեսարկում կարող են առաջացնել ճաքեր, որոնք էլ
իրենց հերթին պատճառ կդառնան հավելյալ ողողման
[35]:

Լայնական դրենաժայիս փորվածքները **(ՆԿ. 1.3)**
ապահովում են ջրի հեռացումը թունելի հիմքերի
մոտից, կիրառվում են դրենաժայիս հանքուղիների
առկայություն դեպքում, որոնք տեղակայված են
հիմքի հիմնատակից ցածր հորիզոնի վրա՝ որպես
կանոն հակադարձ թաղի չորացման համար: Հատվածքի
լայնությունը սովորաբար ընդունում են 1մ, իսկ
խորությունը՝ 1,8-2մ [33]:



Նկ. 1.2 Դր ե ն ա ժ

1-Քանթուղիներ, 2-Ֆունկներ, 3-Թեքանցահատում



Նկ. 1.3 Լայնականդրեկայինփորվածք

1-Բետոն, 2-Ճակոտկենխողովակ, 3-Խիճ, 4-Դիտահոր, 5-Կապակցողհանքուղի, 6-Դրեկայինհանքուղի

Դրենաժայիս հորերը նպատակահարմար է կիրառել լեռնային զանգվածում ամուր սառցադիմացկուն գրունտների դեպքում, որտեղ առկա է զգալի հիդրոստատիկ ճնշում, որպեսզի չորացնեն թունելի երեսարկը [57,58]:

Կապտաժները և հետերեսարկային դրենաժները կարելի է կիրառել տաք կլիմայական բնութագիր ունեցող տարածաշրջաններում, որտեղ ձմեռային շրջանում գրունտի սառցակալումները բացառված են: Կապտաժները հանդիսանում են թունելներում ջրի դեմ պայքարի արդյունավետ միջոց հատկապես այն ժամանակ, երբ տեղակայված են չոր և խիտ գրունտներում: Կապտաժները հիմնականում կիրառվում են պատերի և թաղի առաջին քառորդում կենտրոնացված հոսքերի մեկուսացման համար:

Ներթունելային հատված ջրի անկանոն մուտքի դեմ պայքարի ևս մեկ տարբերակ է տարբեր տիպի ջրորսիչ կառուցվածքների կիրառումը: Այս կառուցվածքների հիմնական նպատակն է անմիջապես երեսարկի մարմնի միջով ներթափանցած ջրի համակարգված ընդունումը և հեռացումը: Ձմեռային ժամանակահատվածում, խափանումներից խուսափելու համար, այս եղանակը խորհուրդ է տրվում կիրառել որպես ժամանակավոր միջոցառում, հիմնականում մեղմ կլիմայական գոտիներում գտնվող թունելների համար: Պետք է հաշվի առնել, որ ջրորսիչ կառուցվածքները չեն խոչընդոտում ջրի երեսարկի մարմնով մուտք գործելուն, այսինքն՝ բետոնի հիմնայնացմանը և նրա կրողունակության նվազմանը:

Ջրապաշտպան անձրևանոցներն իրականացնում են ասբոցեմենտից ու ամրանավորված ցեմենտից և արտաքինից պատվում են բիտումային մաստիկայով: Անձրևանոցի արտաքին մակերևույթով ջուրը հոսում է հատուկ ճոռով, որտեղից էլ լցվում է

լատոկի մեջ, որի միջոցով դուրս է բերվում թուներէից:

Այսպիսի եղանակը կիրառուէր ուն կգտնի խիստ կլիմայական պայմաններում գտնվող թուներէներում: Սակայն բոլոր դեպքերում պետք է հաշվի առնել, որ ներթուներէային շրորսիչ կառուցվածքների համար անհրաժեշտ են դատարկ տարածուէր ուններ, որոնք սահմանափակում են նրանց կիրառուէր ունը այն թուներէներում, որտեղ նախատեսված չեն եղել այս հանգամանքները գաբարիտի հաշվարկի ժամանակ:

Տամպոնաժ իրականացվում է տարբեր տեսակի խառնուրդների (ցեմենտային, բիտումային, հեղուկ ապակյա ալյու) ներմղմամբ թուներէը շրջապատող և երեսարկի միջև եղած տարածուէրյան մեջ համակարգի ջրաթափանցելի ու թյան նվազեցման նպատակով: Որպես կանոն միայն տամպոնաժով ջրամեկուսացման խնդիրը չի վերանում, այդիսկ պատճառով խորհուրդ է տրվում իրականացնել չորացման ալյ միջոցառումներ [109, 110]:

Թուներէների կառուցման ժամանակ խառնուրդների ներարկումն իրականացվում է՝ նպատակ ունենալով լցնել երեսարկի և արտաքին մակերևույթի միջև առաջացած դատարկ տարածուէր ունները, կառուցվածքի և շրջակա գրունտի միասնական աշխատանքը ապահովելու, թուներէի վրա գրունտերի ճնշման հավասարաչափ տարածման, ինչպես նաև գրունտի տեղաշարժումները նվազեցնելու և երեսարկի դեֆորմացումը կրճատելու նպատակով, ինչպես նաև՝ ապահովել թուներէի երեսարկի մաքսիմալ անջրաթափանցելի ու թյունը և կրճատել կոռոզիայի հնարավոր առաջացումը:

Թուներէների կառուցման ժամանակ խառնուրդների ներարկումն իրականացվում է՝ նպատակ ունենալով.

- լցնել երեսարկի և արտաքին մակերևույթի միջև առաջացած դատարկ տարածությունները,
- ապահովել կառուցվածքի և շրջակա գրունտի միասնական աշխատանքը,
- հավասարաչափ տարածել թունելի վրա գրունտային ճնշումը,
- նվազեցնել գրունտի տեղաշարժումները և կրճատել երեսարկի դեֆորմացումը,
- ապահովել թունելի երեսարկի մաքսիմալ անջրաթափանցելիությունը և կրճատել կոռոզիայի հնարավոր առաջացումը [52, 79]:

Երեսարկի և գրունտի միջև եղած դատարկ տարածությունների մեջ ցեմենտային և ցեմենտավազային շաղախով ներմղումն իրականացվում է դրենաժային կառուցվածքների շինարարությունից առաջ, որպեսզի խուսափեն ֆիլտրացիոն ճանապարհների խցանումից:

Բացի ցեմենտային, ցեմենտ-ավազային և կավացեմենտային շաղախներից, ներմղում են նաև հալեցրած բիտում՝ տաքացնելով 180-200 աստիճան և ներմղելով 8-10մ թն. ճնշման տակ: Խողովակներից դուրս գալով՝ բիտումը ետեմղում ջուրը գրունտի մեջ և լցվում ծակոտիները: Քանի որ բիտումը ամրանալու ընթացքում փոքրանում է (մոտ 12%), ներմղումն իրականացվում է 3-4 անգամ: Արդյունքում գրունտի և երեսարկի միջև առաջանում է բիտումից անջրաթափանց շերտ [40, 99]:

Յիմնականում, երբ գրունտն իրենից ներկայացնում է մեծ քանակի ճաքերով ժայռ կամ կավակոպիճ, հիդրոստատիկ բարձր ճնշման տակ տամպոնաժն իրականացվում է ցեմենտային շաղախով: Այն դեպքում, երբ ջուրը շարժվում է 60մ/օր և ավել արագությամբ, օգտագործվում են արագ ամրացող ցեմենտներ: Անցքերի քանակը և խորությունը որոշվում է՝ ելնելով երկրաբանական և հիդրոերկրաբանական վիճակից:

Ցեմենտացու մը կատարում են 40 մթնոլորտ ճնշման տակ, այդ դեպքում ապահովվում է կառուցվածքի շրջապատող գրունտի ամրությունը և նվազեցնում ջրի ֆիլտրացիան [69, 105]:

Չավելյալ խտացման համար ներարկման ժամանակ կիրառում են բենտոնիտային, մոխրային կամ ցեմենտ-բենտոնիտային և ցեմենտ-մոխրային խառնուրդներ: Խառնուրդի տեխնոլոգիական հատկությունների բարելավման համար, ցեմենտի օգտագործման ծավալի նվազեցման, խտացված շերտի ամրության և անջրանցիկության բարձրացման նպատակով, ներարկվող խառնուրդների մեջ ավելացնում են քիմիական լուծույթներ: Այսպես, ցեմենտային քարի ամրության, անջրանցիկության և աղային լուծույթների դեմ դիմացկունության բարձրացման նպատակով, օգտագործում են մի շարք հավելանյութեր. ջերմաէլեկտրակայաններից ստացված մոխիր կամ կալցիումի քլորիդի և երկաթի քլորիդի խառնուրդ [31]:

1.3.Թուլնելային երեսարկի ջրամեկուսացման կազմակերպումը

Ջրամեկուսացման և դրենաժի համակցմամբ առաջին կառույցներից էր Սևան ՅԷԿ-ի շենքը, որն իրականացվեց 1946-1947թթ. Պ.Դ.Գլեբովի առաջարկով: Այնտեղ իրականացվել է կախովի առաստաղ, որը հակառակ կողմից պատված է քսովի ջրամեկուսացմամբ՝ տաքասֆալտային մաստիկայով: Վերջինս բաղկացած է 40% ԲՆ 30/70 բիտումից, 3% թելավոր ասբեստից, 57% կրային փոշուց և ամրանավորված ԲՆ Դ 40/60 բիտումով ներծծված պարկակտորով [72]:

Պատերը նույնպես պատված էին երեսարկի երկրորդ շերտով, որի հակառակ կողմը պատված էր քսովի ջրամեկուսացմամբ: Քսան տարի անց,

դիտարկելով երեսարկը, հաստատվեց նրա բարձր
որակը, ընդամենը երկու տեղում նկատվում էին
կախովի առաստաղից արտահոսքեր, այն էլ՝ կարերի
մասերում: Պարզվում է, որ խնդիրը կայանում էր
բիտումային մաստիկայի ջերմակայուն չլինելում
մեջ: Քանի որ թաղի և կախովի առաստաղի միջև
ջերմուկությունը հասնում էր 30-35°C, առաջանում էին
ադիեզիայի խնդիրներ:

Կրացեմենտային խառնուրդի փորձնական
ծածկույթը որը բաղկացած էր 500 մակնիշի
պորտլանդցեմենտից, աղացած ավազից, միջինահատիկ
ավազից և $\Omega/S = 0.35$ ջրացեմենտային
հարաբերությունից, հաջողությամբ աշխատեց մոտ
վեց տարի՝ մինչև 5,8մ/վրկ արագությունների
պարագայում: Այս արդյունքները թույլ տվեցին
վստահորեն ընդլայնել օգտագործումը 1978
թվականին իրականացված վերանորոգման
աշխատանքներում:

Բացի միաձուլված բետոնից, թուլնելներում
երեսարկներն իրականացվում են հավաքովի
երկաթբետոնե տյուբինգներից բարձրամուր՝ B45 և B50
դասի բետոններով: Քիմիապես ազդեցիկ
գրունտային ջրերով հարուստ պայմանների համար,
Պ.Դ.Գլեբովի և Ն.Ս.Պոկրովսկու կողմից 1956թ-ին
հիմնավորվեց բիտումով և պետրոլատումով
ներծծված երկաթբետոնե տյուբինգների
օգտագործումը B20 և B25 մակնիշի բետոններով,
սակայն տյուբինգային երեսարկները չեն
առանձնանում իրենց ջրամեկուսիչ
հատկություններով: Այդիսկ պատճառով նմանատիպ
երեսարկները թույլ են տալիս արտահոսքեր, որոնց
պատճառով շարժասանդուղքների և կայանների
պայմաններում իրականացվում են կախովի
առաստաղներ՝ իրենց ջրամեկուսացման և
դրենաժային համակարգերով: Չարգացած
երկրներում մեծ ուղարկություն է դարձվում

տյ ու բ ի ն գ ա յ ի ն եր ե ս ար կ ն եր ի կ ատ ար ե լ ա գ ո թ մ ա ն ը ,
ի ն չ պ ե ս օ թ ի ն ա կ ճ ա պ ո ն ի ա յ ու մ հ ե ղ յ ու ս ա յ ի ն
մ ի ա գ ու մ ն եր ի ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ա ն հ ա մ ար կ ի թ առ վ ու մ
ե ն պ լ ա ս տ մ ա ս ե ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ի չ ն եր , ո թ ո ն ք ձ գ վ ե լ ու
ար դ յ ու ն ք ու մ ս ե ղ մ վ ու մ ե ն և բ ա գ առ ու մ
ար տ ա հ ո ս ք եր ը տ յ ու բ ի ն գ ա յ ի ն եր ե ս ար կ ն եր ի
հ ե ղ յ ու ս ա յ ի ն մ ի ա գ ու մ ն եր ի գ [72]:

Եր ե ս ար կ ի ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ա ն հ ի մ ն ա կ ա ն
ն պ ա տ ա կ ն է ս տ ե ղ ծ ե լ ա ն ջ ը ա թ ա փ ա ն ց մ ի կ առ ու ց վ ա ծ ք ,
ո թ ը կ կ ար ո ղ ա ն ա ի թ վ ը ա վ եր ց ն ե լ շ ը ջ ա պ ա տ ի ց ե կ ո ղ
հ ի դ թ ո ս տ ա տ ի կ ճ ն շ ու մ ը և ջ ը ի ն եր ի ո ս ք ի ց
հ ու ս ա լ ի ո թ ե ն պ ա շ տ պ ա ն ե լ ն եր թ ու ն ե լ ա յ ի ն
տ ար ա ծ ու թ յ ու ն ը : Գ ո յ ու թ յ ու ն ու ն ի եր կ ու տ ի պ ի
ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ա գ ու մ . **առ ա շ ի ն**՝ եր բ բ ա գ ա կ ա յ ու մ ե ն
գ թ ու ն տ ա յ ի ն ջ ը եր ը և պ ե տ ք է կ ո ն ս տ թ ու կ ց ի ա ն
պ ա շ տ պ ա ն ե լ մ ի ա յ ն գ թ ու ն տ ի խ ո ն ա վ ու թ յ ու ն ի ց , ո թ ը
կ ո չ վ ու մ է ո չ ճ ն շ ու մ ա յ ի ն , և **ե թ կ թ ո թ դ ը**՝
ճ ն շ ու մ ա յ ի ն , եր բ առ կ ա ե ն գ թ ու ն տ ա յ ի ն ջ ը եր և դ ը ա
դ ե մ պ ե տ ք է ա կ տ ի վ պ ա յ ք ար ե լ : ճ ն շ ու մ ա յ ի ն
տ ար բ եր ա կ ի դ ե պ ք ու մ ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ա գ ու մ ն
ի թ ա կ ա ն ա գ վ ու մ է ջ ը ի ա գ դ ե ց ու թ յ ա ն կ ո ղ մ ի ց
(ար տ ա ք ի ն) , ա յ ս ե ղ ա ն ա կ ը կ ի թ առ վ ու մ է ն ո թ
կ առ ու ց վ ո ղ օ թ յ ե կ տ ն եր ի հ ա մ ար [68, 94]: Ա թ դ ե ն
գ ո յ ու թ յ ու ն ու ն ե ց ո ղ կ առ ու ց ն եր ի հ ա մ ար
կ ի թ առ վ ու մ է ն եր ք ի ն ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ա գ ու մ ը :
Ջ ը ր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ա ն ե ղ ա ն ա կ ը ո թ ո շ վ ու մ է՝ ե լ ն ե լ ո վ
ջ ը ի ա գ դ ե ց ու թ յ ա ն տ ե ս ա կ ի ց , ի ն չ պ ե ս ն ա ն
մ ե կ ու ս ա գ վ ո ղ կ ո ն ս տ թ ու կ ց ի ա յ ի
առ ա ն ձ ն ա հ ա տ կ ու թ յ ու ն ն եր ի ց , ն շ ա ն ա կ ու թ յ ու ն ի ց և
ն եր ս ու մ թ ու յ լ ա տ թ ե լ ի խ ո ն ա վ ու թ յ ու ն ի ց :

Ն եր կ ա յ ու մ ս թ ու ն ե լ ա շ ի ն ու թ յ ու ն ու մ
կ ի թ առ վ ու մ ե ն տ ար բ եր կ առ ու ց վ ա ծ ք ն եր ի , ձ և եր ի և
ն յ ու թ եր ի ց պ ա տ թ ա ս տ վ ա ծ եր ե ս ար կ ն եր :
Եր ե ս ար կ ն եր ի պ ա տ թ ա ս տ մ ա ն հ ի մ ն ա կ ա ն ն յ ու թ է
հ ա ն դ ի ս ա ն ու մ բ ե տ ո ն ը՝ ի թ ա մ թ ու թ յ ա ն և
ե թ կ ար ա կ ե ց ու թ յ ա ն պ ա տ ճ առ ո վ : Ս ա կ ա յ ն ջ ը ի

ազդեցութեան տակ գտնվող գրուեստներում բետոնե երեսարկները ենթարկվում են դրա կործանարար ազդեցութեանն ու կորցնում իրենց անհրաժեշտ հատկութիւններին մեծ մասը:

Ջրամեկուսացնող նյութերը կարելի է քսել կամ փակցնել երեսարկի ինչպես ներքին, այնպես էլ արտաքին մակերևույթների վրա, սակայն այդ տիպի ջրամեկուսացումն ինքնին արդեն հնարավոր կլինի գործածել միայն ոչ ճնշումային միջավայրում: Արտաքին ջրամեկուսացումն իրականացնում են այն ժամանակ, երբ հնարավորութիւնն կա փակցնել անմիջապէս երեսարկի արտաքին մակերևույթին: Այս դեպքում հիդրոստատիկ ճնշմանը դիմադրելու համար հատուկ միջոցառումներ չեն նախատեսվում, քանզի այդ ճնշումը փոխանցվում է միանգամից երեսարկին: Սակայն որպէս կանոն փակեղանակով կառուցվող թուլեկներին և նրանց վերակառուցման ընթացքում երեսարկի արտաքին մակերևույթն անհասանելի է: Այդ իսկ պատճառով այսպիսի դեպքերում ջրամեկուսացնող նյութը քսվում է երեսարկի ներքին մակերևույթին, այսինքն իրականացվում է ներքին ջրամեկուսացում [96]:

Ներկանյութերով (էպօքսիդային խեժ, պոլիուրեթանային և ալյումին) ջրամեկուսացման եղանակն իրենից ենթադրում է ճնշման տակ ներկանյութի և ամրացուցիչների խառնուրդի փչում երեսարկի վրա մի քանի շերտով: Պոլիմերիզացիայի և չորացման արդյունքում առաջանում է անջրաթափանց շերտ, որն ամուր կապակցված է երեսարկի բետոնի հետ [53]:

**Էպօքսիդային կատարելագործված ծածկույթների կապիտացիոն
կայունությունը**

Պատվածքի տիպը	Հոսքի արագությունը, մ/վ	Պատվածքի հասակը, միս	Քայքայման պրոցեսի ժամանակը, ժամ	Քայքայման տեսակը
Էպօքսիդակառուցուկային	30	1,5	200	Քայքայում չկա
ԷԿԿ-25Վենտոլրի խցում ստուգելիս	60	17	65	Պակված է ծածկույթի մինչև 40%
ԷԿԿ-25նախաներկամբ	65	44-ջրում	100	Էրոզիայի սկիզբը - 0,1մմ
ԷԿԿ-25	65	34-չոր	27	Ծածկույթը պակված է 40%
ԷԿԿ-100	65	15-44-չոր	100	Էրոզիայի սկիզբը - 5% ծածկույթը
ԷԿԿ-200	65	11-44-չոր	100	Էրոզիան բացակայում է
Ոչ պլաստիֆիկացված Էպօքսիդային (Գլանով փորձարկումներ)	30	0,5	18	Էրոզիայի սկիզբը - 1,2 տարի
Տնօրանեպօքսիդային՝ խեժի հիմքով	30	0,5	0,5	Էական քայքայումներ
Էպօքսիդաթերթային խեժի հիմքով	40	0,5	10	ճաքերի առաջացում, էրոզիա

Է պ օ ք ս ի դ ա ո լ ի գ ո մ Ե ր ա յ ի լ	40	0,5	13,7	Է ր ո գ ի ա 0,5 մ մ
Է պ օ ք ս ի դ ա պ ո լ ի Ֆ Ե ր ա յ ի ն + պ ո լ ի Ֆ Ե ր ա յ ի ն փ ո շ ի	40	0,5	12	Է ր ո գ ի ա յ ի ս կ ի գ բ - մ ի ն չ 5 տ ա թ ի
Է պ օ ք ս ի դ ա պ ո լ ի Ֆ Ե ր ա յ ի ն -ТИОКОЛОВОЕ Է Պ S -5	40	1,5	16	Ա մ Ե ն ա շ ա տ Է ր ո գ ի ա - մ ի ն չ 0,03 տ ա թ ի
Է պ օ ք ս ի դ ա պ ո լ ի Ֆ ի ր ա յ ի ն Ա մ ր ա ն ա վ ո թ վ ա ծ	40	1,5	16	Է ր ո գ ի ա յ ի ս կ ի գ բ - մ ի ն չ 9 տ ա թ ի

Համառու սական հիդրոտեխնիկայի
գիտահետազոտական ինստիտուտներում
իրականացվել են հետազոտական, բազմամյա
աշխատանքներ հակակազիտացիոն պոլիմերային
ծածկույթների մասին, քանի որ պլաստմասաները
ավելի ևլվ են դիմադրում կազիտացիոն էրոզիայի
դեմ, քան բետոնները՝ գիջելով միայն մետաղներին:
Աղյուսակ 1.1-ում ներկայացված պատվածքները
ավելի ևլվ են դիմադրում կազիտացիոն
էրոզիաներին, ընդ որում կազիտացիոն առավել
կայունությամբ է առանձնանում
էպօքսիդակառուչուկային հիմքով ԷԿԿ-200 ներկը, որն
առանձնանում է իր ճկունությամբ:

Հարկ է նշել, որ ինչքան հաստ է
պլաստիֆիկացման շերտը, այնքան այն ավելի
կայուն է կազիտացիայի նկատմամբ, սակայն
ծածկույթի ամրությունը նվազում է՝ բերելով
ադհեզիոն որոշ հատկությունների նվազման:
Նմանօրինակ հատկությունների անկման կարող են
բերել նաև կառուցվածքում առկա գրունտային
ջրերը:

Երբ առկա են ճնշումային գրունտային ջրեր և
դրադեմ պետք է ակտիվ պայքարել՝ իրականացվում
են ավելի ջրամեկուսացման աշխատանքներ,
ինչպիսիք է օրինակ անջրաթափանց բետոնների
կիրառումը: Այդ դեղանակը հիմնականում կիրառվում
է նոր կառուցվող օբյեկտների համար:

Ներկայացնենք մի քանի հետազոտություններ,
որոնք կատարվել են բետոնի
ջրաթափանցելիությունը նվազեցնելու և ավելի
երկարակյաց դարձնելու ուղղությամբ, որոնք
առաջարկվել են ուս հետազոտողների կողմից
վերջին 20-30 տարիների ընթացքում: Իրականացվել
են գիտահետազոտական համալիր աշխատանքներ
բետոնների բաղադրություններին մշակման
ուղղությամբ, որոնք կապահովեն բետոնային

խառնուրդներին տեսնելու գիական մի շարք հատկություններ: Վերջիններս կօգտագործվեն ստորգետնյա կառուցվածքների բետոնապատման նպատակով, ինչպես նաև պնդացած բետոնների կոռոզիոն կայունությունը մեծացնելու նպատակով՝ շրջակա միջավայրի ազդեցության պայմաններում շինության երկարատև շահագործման դեպքում:

Օ.Ի. Մատվեևի, Գ.Դ. Ֆյոդորովայի և Ա.Տ. Վինոկուրովի կողմից ուսումնասիրվել են բետոնային աշխատանքների արտադրության փաստացի պայմանները, գնահատվել են ելքային նյութերի որակը, շրջակա միջավայրի ազդեցության մակարդակը, ճշգրտվել են բետոնի ծրագրի շրջանակներում պահանջվող ցուցանիշները: Մշակվել են B25...B30, W12...W16 (Կ.Ն. (կոնի նստվածք) = 20-22սմ) դասի հատուկ բետոնների բաղադրության ընտրության մեթոդներ, որոնք նախատեսված են ստորգետնյա կառուցվածքների համար: Մշակվել են նաև բետոնների կոռոզիոն կայունություն ուսումնասիրման մեթոդ՝ բարձր հանքայնացված ստորգետնյա ջրերի և հում նավթի ազդեցության պայմաններում [66]:

Հատուկ բետոնի բաղադրության նախագծման ժամանակ հաշվի է առնվել այն, որ բետոնի կաղապարազատումը տեղի է ունենում բետոնը 0,8 ՄՊա ամրության հասնելուց 12 ժամ հետո, իսկ նախագծային բետոնի դասն ըստ շինության մեջ ունեցած ամրության պետք է ապահովվի 28 օրից:

Նրանց կողմից մշակված ՀН+С-3 և ՀН+ՓМ-НЛК համալիր հավելումներով բետոնային խառնուրդի տեսնելու գիական հատկությունների վրա ունեցած ազդեցության համեմատական ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ այն բաղադրության ունեցող, որոնք պարունակում են բետոնի մոդիֆիկատոր՝ ՓМ-НЛК, բնութագրվում են

լ ու ծ ու յ թ ա գ ա տ մ ա ն և ջ ը ա գ ա տ մ ա ն ա վ ե լ ի փ ո թ ը
ց ու ց ա ն ի շ ն ե թ ո վ : Ու ս տ ի հ ա տ ու կ թ ե տ ո ն ի
բ ա ղ ա դ ը թ յ ա ն ը ն տ ը թ յ ա ն ն ա պ ա տ ա կ ո վ ո թ ը շ վ ե լ է
օ գ տ ա գ ո թ ծ ե լ ՀՀ+ՓՓՄ-ՀԱԿ հ ա մ ա լ ի ը հ ա վ ե լ ու մ ը , ք ա ն ի ո թ
ու ղ ղ ա հ ա յ ա ց խ ո ղ ո վ ա կ ն ե թ ո վ փ ո խ ա դ ը մ ա ն ժ ա մ ա ն ա կ
վ ե թ ջ ի ն ի ս չ շ ե թ տ ա վ ո թ ու մ ը հ ա ն դ ի ս ա ն ու մ է թ ե տ ո ն ի
ո թ ա կ ի և ե թ կ ա թ ա կ ե ց ու թ յ ա ն կ ա թ ո թ ա յ ա մ ա ն ն ե թ ի ց
մ ե կ ը :

Ս տ ո թ գ ե տ ն յ ա մ ի շ ա թ ք կ առ ու յ ց ն ե թ ի
ի թ ա կ ա ն ա ց մ ա ն հ ա մ ա թ մ շ ա կ վ ա ծ հ ա տ ու կ թ ե տ ո ն ի
կ ոռ ո գ ի ո ն կ ա յ ու ն ու թ յ ա ն վ ե թ լ ու ծ ու թ յ ու ն ը
ց ու յ ց տ վ ե ց , ո թ ա ղ ի լ ու ծ ու յ թ ի մ ե ջ գ տ ն վ ո ղ
թ ե տ ո ն ն ե թ ի կ ոռ ո գ ի ո ն կ ա յ ու ն ու թ յ ու ն ը և՛ դ ը ա կ ա ն ,
և՛ թ ա ց ա ս ա կ ա ն ջ ե թ մ ա ս տ ի ճ ա ն ն ե թ ի պ ա թ ա գ ա յ ու մ
ՀՀ+ՓՓՄ+ՀԱԿ հ ա վ ե լ ու մ ն ե թ ո վ թ ե տ ո ն ն օ ժ տ վ ա ծ է ա վ ե լ ի
մ ե ծ կ ա յ ու ն ու թ յ ա մ թ , ք ա ն ՀՀ+Ց-3-ո վ թ ե տ ո ն ը :

Բ ե տ ո ն ի մ ե ջ ա ղ ա յ ի ն լ ու ծ ու յ թ ն ե թ ի
ն ե թ թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո թ ու թ յ ա ն , ի ն չ ա ե ս ն ա ն դ ը ա ն ց
կ ո ղ մ ի ց SO_4^{2-} և Cl^- ի ո ն ն ե թ ի կ լ ա ն ու մ ը թ ա ց ա հ ա յ տ ե լ ու
ն ա պ ա տ ա կ ո վ 9 ա մ ի ս շ ա թ ու ն ա կ տ ա թ թ ե թ
մ ի ջ ա վ ա յ ը ե թ ու մ հ ն ե ց վ ա ծ թ ե տ ո ն ի օ թ ի ն ա կ ն ե թ ի
խ առ ու ն ը դ ա յ ի ն մ ա ս ի շ ե թ տ առ շ ե թ տ ք ի մ ի ա կ ա ն
վ ե թ լ ու ծ ու թ յ ա ն ա թ դ յ ու ն ք ու մ պ ա թ դ ա թ ճ ա վ , ո թ
տ ա թ թ ե թ մ ի ջ ա վ ա յ ը ե թ ու մ (օ դ , ջ ու ը , ա ղ ա յ ի ն
լ ու ծ ու յ թ) հ ն ե ց վ ա ծ թ ե տ ո ն ա յ ի ն փ ո թ ճ ա ն մ ու շ ն ե թ ի
մ ե ջ ծ ծ ու մ թ ի պ ա թ ու ն ա կ ու թ յ ու ն ը գ ը ե թ ե ն ու յ ն ն է :
Ծ ծ ու մ թ ի առ ա վ ե լ ա գ ու յ ն պ ա թ ու ն ա կ ու թ յ ու ն ը
ն կ ա տ վ ու մ է փ ո թ ճ ա ն մ ու շ ն ե թ ի մ ա կ ե թ ե ս ա յ ի ն
շ ե թ տ ե թ ու մ (մ ի ն չ և 10մ մ), ո թ ո ն ք հ ն ե ց վ ե լ ե ն ա ղ ա յ ի ն
լ ու ծ ու յ թ ն ե թ ու մ , թ ա ց ա ս ա կ ա ն ջ ե թ մ ա ս տ ի ճ ա ն ի
ն ե թ թ ո : Ք լ ո թ ի պ ա թ ու ն ա կ ու թ յ ու ն ն է ա կ ա ն ո թ ե ն
տ ա թ թ ե թ վ ու մ է փ ո թ ճ ա ն մ ու շ ն ե թ ի մ ա կ ե թ ե ս ա յ ի ն
շ ե թ տ ե թ ու մ : Բ ա ց ա ս ա կ ա ն ջ ե թ մ ա ս տ ի ճ ա ն ի դ ե պ ք ու մ
թ ե տ ո ն ի մ ե ջ ք լ ո թ ի պ ա թ ու ն ա կ ու թ յ ու ն ն ա վ ե լ ի
թ ա թ ճ ը է , ք ա ն ա ղ ա յ ի ն լ ու ծ ու յ թ ի մ ե ջ դ ը ա կ ա ն
ջ ե թ մ ա ս տ ի ճ ա ն ու մ հ ն ե ց վ ա ծ թ ե տ ո ն ն ե թ ու մ : Բ ե տ ո ն ի

մակերևույթային շերտերում քաղցրահամ
ջերմաստիճանների դեպքում զգալիորեն
բարձրանում է մագնեզիումի պարունակությունը
[66]:

Քիմիական տարրերի կլանելիության մեծացման
և քաղցրահամ շերմաստիճանի միջև հաստատված կապը
կարող է հիմնավորվել Ca(OH)_2 -ի բարձր
լուծելիությամբ՝ շերմաստիճանի իջեցման
պարագայում, ինչը նպաստում է բետոնի
մակերեսային շերտերից կրաքարի կորզմանը և Ca(OH)_2 -
ին փոխարինող այլ քիմիական տարրերի ներհոսքին:
Դա խոսում է փորձնական հետազոտությունների
իրականացման անհրաժեշտության մասին իջեցված
դրական շերմաստիճանի պայմաններում, որի
դեպքում կարող են ի հայտ գալ բետոնի արագացված
կոռոզիոն քայքայման նախանշաններ:
Այնուամենայնիվ, գոյություն ունեն որոշ
բետոնախառնուրդներ, որոնք ժամանակի ընթացքում
իրենց բավական դրական են դրսևորել և կիրառվում
են ոչ մեծ ճնշումային գրունտային ջրերի
պարագայում:

Գոյություն ունեցող ոչ մեծ ճնշումների
պայմաններում իրականացվում է այսպես կոչված
«կոշտեղանակը», որն իրենից ենթադրում է տորկրետ
բետոնի շերտ, որն իրականացվում է երեսարկի վրա:
Մինչև 0,5 ՄՊա գրունտային ջրերի ճնշման դեպքում
կարելի է կիրառել ոչ ամրանավորված ցեմենտային
շաղախի շերտ, որի կծկումները բավականին փոքր են,
կամ՝ ամրանավորված ցեմենտային շաղախ: Մեծ
ճնշումների դեպքում տորկրետ բետոնն
իրականացվում է մետաղյա ցանցի վրա, որը
խարհիսներով ամրացված է երեսարկին: Խառնուրդի
պատրաստման և տորկրետավորման համար
օգտագործվում է խառնիչից և օդամղիչ
սարքավորումներից պատրաստված համակարգ:
Խառնիչում խառվելուց հետո ստացվում է միասեռ

զանգված, որի մեջ հավասարապես բաշխված են մանր
օդի պղպջակներ, որոնք կատարում են
պլաստիֆիկատորի դեր: Դա հնարավորություն է
տալիս նվազեցնել ջրա-ցեմենտային
հարաբերությունը այնքան, որի դեպքում ջրի
համարմիջանցիկ ֆիլտրացիոն ուղիներ չեն մնում:

Ժամանակի ընթացքում այս եղանակի
կիրառությունը ցույց է տվել, որ այն ունի
բավականին մեխանիկական կայունություն, բետոնի
հետևավ կառչողունակություն, հատկապես ցանցի
առկայության դեպքում, ինչպես նաև ջրաթափան-
ցելիություն փոքր արժեքներ՝ ոչ մեծ հիդրոստատիկ
ճնշումների դեպքում [117, 100]:

Տորկրետի կիրառումը որպես վերջնական
երեսարկ առաջարկվել է միջազգային
թունելաշինության ասոցիացիայի (ITA)
համագումարի ժամանակ 2001 թվականին Տ.Ֆազենի
կողմից, սակայն համաշխարհային ճանաչում չի
ստացել [103]:

Դեռ 1988-ին Մադրիդում ընթացող համաշխարհային
թունելաշինության կոնգրեսի ժամանակ հնչում
էին տարբեր կարծիքներ տորկրետի թույլատրելի
ջրաթափանցելիության վերաբերյալ: Աստադի և
Յեիմլի ներկայացված զեկույցում ասվում էր, որ
ծծանցման գործակիցը պետք է կազմի 10^{-12} մ/վրկ կարգի
մեծություն [95]: Ինչպես նաև ֆիլտրացիայի
գործակիցի նվազեցման համար առաջարկում էին
կիրառել ցեմենտ, որը հիդրատացիայի ժամանակ
ցուցաբերում է ցածր ջերման ջատում:
Յետագայում՝ արդեն 2005-ին, Գոմեսի ներկայացրած
աշխատության արդյունքներում նշվում էր 10^{-14}
կարգի մեծություն [104, 106]:

2001 թվականին Միլանում տեղի ունեցած
գիտաժողովում Կելեստինոս ներկայացրեց
թունելների տարբեր երեսարկների դեպքում ջրի
թողունակության գործակիցները: Տորկրետի

կիրառմամբ թուլեցնելու էրեսարկների ֆիլտրացիոն գործակիցը տատանվում էր 10^{-11} -ից մինչև 10^{-8} մ/վրկ [101]: Ուսումնասիրված թուլեցնելու կառուցվել էին Աստադի և Յեիմլի առաջարկած եղանակից առնվազն մեկ տասնամյակ առաջ: Յաշվարկները կատարվել էին մոտավոր բանաձևով՝ կիրառելով առանց էրեսարկի թուլեցնելու համար նախատեսված թողունակության հաշվարկման բանաձևը էրեսարկով թուլեցնելու համար: Կիրառվել էր հետևյալ բանաձևը՝

$$Q = 2\pi k_g h \frac{1 - 3\left(\frac{r_{eq}}{2h}\right)^2}{\left[1 - \left(\frac{r_{eq}}{2h}\right)^2\right] \ln \frac{2h}{r_{eq}} - \left(\frac{r_{eq}}{2h}\right)^2} \quad (1)$$

$$r_{eq} = \frac{r_e}{\left(\frac{r_e}{r_i}\right)^{k_g/k_e}} \quad (2)$$

որտեղ՝ r - թուլեցնելի շառավիղն է (i: ներքին, e: արտաքին, eq: համարժեք),

h - թուլեցնելի խորությունը՝ հաշվի առնելով ջրի հորիզոնը,

k_g և k_e - գրունտի և էրեսարկի թողունակության գործակիցներն են,

Q - թուլեցնելի միավոր երկարության համար ֆիլտրացիայի արժեքն է:

Թուլեցնելի առավել կարևոր հատվածներում, որտեղ ջրի ներթափանցումը պետք է բացառել, ջրամեկուսացումն իրականացվում է 10^{-12} մմ հաստությամբ մետաղյա թիթեղները միմյանց եռակցելով: Թիթեղները տեղադրվում են էրեսարկի ներսից և շինարարության ընթացքում կատարում են կաղապարամածի դեր: Բետոնի և մետաղյա ջրամեկուսացման համատեղ աշխատանքն ապահովվում է անկեռային միացումների շնորհիվ [80, 87]: Կոշտ ջրամեկուսացման ավելի հուսալի տարբերակ է մետաղական մեկուսացումը: 6-8 մմ հաստությամբ մետաղական թիթեղները եռակցվում

Ե ն երեսարկից դուրս եկող մետաղական ձողերի հետ: Մետաղի և երեսարկի միջև դատարկ տարածությունները լցվում են ցեմենտային շաղախով: Որպեսզի մետաղյա թիթեղը չժանգոտի, նրան երթին մակերևույթը մշակում են հակակոռոզիոն նյութերով: Այս եղանակն ապահովում է կատարյալ ջրամեկուսացում, հիմնականում կիրառում են շատ կարևոր նշանակություն ունեցող հատվածներում: Այս եղանակի կիրառությունը սահմանափակում են նրա հիմնական երկու թերությունները՝ քարձրարժեքը և աշխատատարությունը:

Համեմատաբար ցածր արժեք ունեն և քիչ աշխատատար են էպօքսիդային հիմքով ծածկույթները: Թունելների պաշտպանության ժամանակ առավել ապահով են համարվում **էպօքսիդային** պլաստիֆիկացված ծածկույթները, քանի որ նրանք առանձնանում են ոչ միայն մեխանիկական քարձրամրությունամբ, ճաքակայունությամբ, բետոնի նկատմամբ քարձր ադհեզիայով, ինչը թույլ է տալիս դիմադրել բետոնից պոկելու ջրի ջանքերին, այլ և ստեղծվող մակերևույթի հարթությամբ, որը կտրուկ փոքրացնում է դիմադրությունը թունելում: Սակայն նման ծածկույթները պահանջում են հարթ հիմք [72]:

Գլանափաթեթային ջրամեկուսացումը հիմնականում բաղկացած է լինում մեկ կամ մի քանի ջրամեկուսիչ շերտերից, որոնք փակցվում են նախապես մշակված երեսարկի ջրամեկուսացվող հատվածին: Ծերտերի քանակը հիմնականում կախված է սպասվող հիդրոստատիկ ճնշումից:

Բաց եղանակով իրականացվող տրանսպորտային թունելներում իրականացվում է սովորական ջրամեկուսացում, սակայն դինամիկ պայմաններում աշխատող թունելներում ստիպված են լինում օգտագործել սոսնձվող մեմբրանային

երես պատու մներ՝ որպես առավել ճաքակայուն եղանակ: Այսպես, օրինակ, «Մոսմետրոստրոյը» որպես սոսնձվող ջրամեկուսացում նախկինում լայնորեն կիրառում էր եռաշերտ, բիտումապատ, նեխմանը դիմակայող փաթեթոցներ, սակայն հետագայում դրանք փոխարինվեցին հատուկ փաթեթոցային նյութերով (рулонные материалы)՝ բոլորովին և մետալոիզով՝ ալյումինաթիթեղի հիմքով:

1977 թվականից սկսած «Մոսմետրոստրոյ»-ում կիրառվում են բավական բարդ, ջրամեկուսացման համալիր միջոցառումներ՝

- միջոյն էրիսգային կցորդումների խտացումներ՝ հեղյունային միացումներում ասբոբիտումային տափօղակների օգտագործմամբ,
- միացումների խտացում՝ արճիճաթելային պարաններով,
- հավելյալ խտացում՝ դիվինիլստիրոլից հերմետիկներով:

Ընդ որում, բացանցահատման պարագայում երկաթբետոնի երեսարկի ջրամեկուսացումն իրականացվում է 3-4 շերտով, ապակետեքստիլային ջրամեկուսիչներով, ինչը սոսնձվում է ռետինեբիտումային մաստիկայով [38]:

Սոսնձվող ջրամեկուսացումն իրականացվում է նաև գլանափաթեթային, թաղանթային կամ թերթավոր նյութերի մի քանի շերտ միմյանց փակցնելով: Թունելների համար այս եղանակը կարող է կիրառվել որպես հավելյալ ջրամեկուսացում: Հիմնականում կիրառվում է հավաքովի ե/բ երեսարկով թունելների դեպքում:

Օգտագործվող գլանափաթեթոցային նյութերը բաժանվում են երկու հիմնական խմբի.

1. Բիտումային հիմքով,
2. Սինթետիկ պոլիմերային հիմքով:

Պոլիէթիլէնային թաղանթներին առավել ությունը ջրամեկուսացման մնացած այլ եղանակներում օգտագործվող նյութերի նկատմամբ ազդեցիկ միջավայրում նրանց բարձր կոռոզիոն կայուն ությունն է: 0,2մմ հաստությամբ թաղանթից ածր մեխանիկական ամրության պատճառով՝ դրանք ծածկվում են բիտումային փաթեթոցի մեկ շերտով: Պոլիէթիլէնային թաղանթերը միմյանց կպցվում են հատուկ սոսիսձների և մաստիկաների օգնությամբ [93, 112]:

Երկրաբանական և հիդրոերկրաբանական բարդ պայմաններում, երբ ստորգետնյա ջրերի ճնշումը գերազանցում է 1,5ՄՊա, կիրառվում է բազմաշերտ ջրամեկուսիչների եղանակը՝ երկուսից չորս շերտ մեկուսացնող նյութերը միմյանց սոսնձելու միջոցով կամ բիտումային մաստիկայի հիմքի վրա պատրաստված փաթեթոցային նյութերը տաքացմամբ միմյանց ամրացնելով: Սոսնձվող ջրամեկուսացումը պաշտպանվում էրկաթբետոնե շերտերի միջոցով, որոնք իրենց վրան վերցնում հիդրոստատիկ ճնշումը: Այս տիպի ջրամեկուսացումն ամբողջությամբ բացառում է ջրի ներթափանցումը և թունելի երեսարկի դեֆորմացիաների դեպքում, իր ճկուն ության հաշվին, չի կորցնում հատկությունները: Սակայն այս տարբերակի կիրառման համար պետք է իրականացնել երկաթբետոնե թաղանթ, որն իր հերթին բերում է թունելի անցահատվող մասի տրամագծի մեծացմանը և այս ամենը պետք է ունենա տնտեսական հիմնավորում [25, 32, 37]:

Ժամանակակից, բարձր արդյունավետությամբ, աչքի ընկնող ջրամեկուսացման եղանակներից է բետոնե կոնստրուկցիայի մեջ տարբեր ջրամեկուսիչ խառնուրդների ներարկումը: Տվյալ եղանակի տեխնոլոգիան կայանում է հատուկ ներարկիչների օգնությամբ բարձր ճնշման տակ

ջրամերժ խառնուրդների ներարկումը բետոնի մեջ, որոնք լցնում են մազանոթները և այլ դատարկություններ՝ բետոնին հաղորդելով անջրաթափանցելիություն և երկարակեցություն [20]:

Պրակտիկայում կիրառվող մեկուսացնող լուծույթների բաղադրությունները տարբեր են: Նրանց ընտրությունը պայմանավորված է անհրաժեշտ մեկուսացման մակարդակով, երեսարկի աշխատանքի առանձնահատկություններով և հարակից գրունտների հատկություններով: Մեծ ծավալի դատարկությունների լրացման համար կիրառվում են մանրահատիկ խառնուրդներ՝ ցեմենտային կապակցող բաղադրիչների հիման վրա, ակրիլային գելերի, ցածր մածուցիկություն ունեցող պոլիուրեթանային կամ էպօքսիդային խեժերի կամ ջրամերժ ցեմենտների հիմքով նյութեր [68]:

Ներկայացնենք մեկուսացնող լուծույթների հիմնական տիպերը:

Ակրիլատային հիմքով խեժեր -

Մետակրիլատային խեժերը, որպես կանոն, երկու բաղադրիչներից կազմված համակարգ են, որի դեպքում Ակոմպոնենտը ռեակցիայի մեջ է մտնում Բկոմպոնենտի (ջրի) հետ: Բաղադրիչները խառնվում են հատուկ պոմպերի միջոցով 1:1 հարաբերությամբ: Կիրառվում են հորիզոնական ծածկի ձևավորման, երեսարկից դուրս էկրանի ստեղծման, մանրահատիկ գրունտների ամրացման, վնասված մեմբրանների վերանորոգման և դեֆորմացիոն կարերի վերականգնման համար:

Պոլիուրեթանային խեժեր -

Երկու հեղուկ բաղադրիչների՝ պոլիուրիանիզացիոնատի միջև ստեղծվող ռեակցիայի արդյունքում էլ ստացվում է փրփրապոլիուրեթան: Ջրի հետ շփումը հանգեցնում է խառնուրդի փրփրեցմանը [111]:

Պոլիոլը քիմիական միացություն է, որը ստացվում է ստիրոլի պատրաստի համապոլիմերի և սովորական պոլիէթերի դիսպերսիայից: Պոլիոլը իրենից ներկայացնում է հիդրօքսիլ պարունակող հեղուկ, որի բաղադրության մեջ մտնում են տարբեր միացություններ՝ էմուլգատորներ, պոլիէթերներ, ռեագենտներ, որոնց շնորհիվ էլ տեղի է ունենում փրփրացում: Պոլիոլների գունային սպեկտրը հիմնականում լինում է բաց դեղինից մինչև մուգ շագանակագույն:

Ամուր փրփրապոլիմերեթան ստանալու համար գոյություն ունի փրփրացնող տարրերի կիրառման երկու եղանակ: Առաջին տարբերակում փրփրացնող տարր է հանդիսանում CO₂-ը, որն առաջանում է ջրի և իզոցիանատի համատեղ ռեակցիայից: Երկրորդ եղանակի դեպքում փրփրացնող տարրեր են հանդիսանում CO₂-ը և ֆիզիկական փրփրեցնողը, ինչն իրենից ներկայացնում է եռման ցածր ջերմաստիճան ունեցող հեղուկ, որը գոլորշիանում է իզոցիանատի և պոլիոլի ռեակցիայից անջատված ջերմությունից: Բացի դրանից պոլիոլը հնարավորություն է տալիս կարգավորել փրփրապոլիմերեթանի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները:

Վերջերս օգոնի շերտի պահպանման վերաբերյալ միջազգային համաձայնագրի շրջանակներում որպես փրփրացնող կիրառվող քլորաֆտորածխաջրածիսները փոխարինվեցին օգոնի համար անվտանգ ծխաջրածիսներով (պենտան, ցիկլոպենտան և այլն): Քիմիական արտադրության մեջ պոլիոլը կիրառվում է նոր սերնդի փրփրապոլիմերեթանների արտադրության մեջ որպես հավելանյութ: Պոլիոլը հնարավորություն է տալիս զգալիորեն բարձրացնել ստացված արտադրանքի կրողունակությունը և

ճ կ ու ն ու թ յ ու ն ը , դ ր ա վ ե ր ա մ շ ա կ մ ա ն տ Ե խ ն ո լ ո գ ի ա յ ի
ո ր ա կ ը ի ն չ ա Ե ս ն ա ն Ե ր կ ա ր ա ց ն Ե լ շ ա հ ա գ ո ր ծ մ ա ն
Ժ ա մ ա ն ա կ ը :

Ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն խ Ե Ժ Ե ր - Ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն
ն Ե ր ա ր կ վ ո ղ խ Ե Ժ Ե ր ը ի ր Ե ն ց ի ց ն Ե ր կ ա յ ա ց ն ու մ Ե ն
Ե ր կ ու Բ ա ղ ա դ ր ի չ ն Ե ր ի ց կ ա գ մ վ ա ծ հ ա մ ա կ ա ր գ Ե ր ,
ո ր ո ն ք խ ա ռ ն վ ա ծ Ե ն մ ի մ յ ա ն ց հ Ե տ 1: 1
հ ա ր ա Բ Ե ր ու թ յ ա մ Բ : Ք ա ն ի ո ր ա յ ս խ Ե Ժ Ե ր ի հ ի մ ք ը
ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն Ե , ն ր ա ն ք չ ո ր ա ց մ ա ն Ժ ա մ ա ն ա կ
Ժ ա վ ա լ ա յ ի ն փ ո փ ո խ ու թ յ ու ն ն Ե ր չ Ե ն ու ն Ե ն ու մ ,
մ ի մ յ ա ն ց հ Ե տ ռ Ե ա կ ց ի ա յ ի մ Ե ջ Ե ն մ տ ն ու մ շ ա տ ա ր ա գ
և ու ն Ե ն Բ ա ր ծ ր ա մ ր ու թ յ ու ն : Ծ ա տ Ժ ա մ ա ն ա կ
ն Ե ր ա ր կ վ ո ղ ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն խ Ե Ժ Ե ր ը կ ի ր ա ռ վ ու մ Ե ն
մ ի ն Ե ր ա լ ա յ ի ն ն յ ու թ Ե ր ի (ց Ե մ Ե ն տ կ ա մ ն Ե ր ա ր կ վ ո ղ
մ ի կ ր ո ց Ե մ Ե ն տ) հ Ե տ հ ա մ ա տ Ե ղ :

Յ ա մ Ե մ ա տ ա ծ ա յ լ ջ ր ա մ Ե կ ու ս ա ց մ ա ն Ե ղ ա ն ա կ ն Ե ր ի
հ Ե տ` ն Ե ր ա ր կ վ ո ղ ջ ր ա մ Ե կ ու ս ա ց մ ա ն
ա ռ ա վ Ե լ ու թ յ ու ն ն Ե ր ն Ե ն .

- վ Ե ր ա ն ո ր ո գ մ ա ն և շ ի ն ա ր ա ր ու թ յ ա ն Ժ ա մ ա ն ա կ
ա ն հ ր ա ժ Ե շ տ ու թ յ ու ն չ կ ա դ ա դ ա ր ա ց ն Ե լ օ Բ յ Ե կ տ ի
ա շ խ ա տ ա ն ք ը ,
- տ վ յ ա լ Ե ղ ա ն ա կ ը կ ա ր Ե լ ի Ե կ ի ր ա ռ Ե լ տ Ե ղ ա յ ն ա կ ա ն ,
- ա շ խ ա տ ա տ ա ր ու թ յ ա ն և ֆ ի ն ա ն ս ա կ ա ն ա ռ ու մ ո վ
տ ն տ Ե ս ա պ Ե ս շ ա հ ա վ Ե տ Ե ն ,
- հ ո ղ ա յ ի ն ա շ խ ա տ ա ն ք ն Ե ր ի ա ն հ ր ա ժ Ե շ տ ու թ յ ու ն
չ կ ա ,
- տ վ յ ա լ ջ ր ա մ Ե կ ու ս ա ց ու մ ը կ ա ր Ե լ ի Ե կ ի ր ա ռ Ե լ
տ ա ր վ ա ց ա ն կ ա ց ա ծ Ե ղ ա ն ա կ ի ,
- ա յ ս Ե ղ ա ն ա կ ը մ ո ն ո լ ի տ Ե` ա ռ ա ն ց կ ա ր Ե ր ի :

Պ ր ա կ տ ի կ շ ի ն ա ր ա ր ու թ յ ա ն մ Ե ջ Ե ր Բ Ե մ ն
ա ն հ ր ա ժ Ե շ տ Ե լ ի ն ու մ ջ ր ա մ Ե կ ու ս ա ց ու մ ն
ի ր ա կ ա ն ա ց ն Ե լ ա յ ն ա Ե ս , ո ր Բ ա ց ա ռ վ ի ց ա ն կ ա ց ա ծ տ ի պ ի
ջ ր ի ն Ե ր թ ա փ ա ն ց ու մ : Ա յ դ պ ի ս ի պ ա հ ա ն ջ ն Ե ր ի ն գ ր Ե թ Ե

ամբողջ ու թյամբ բավարարում են փչովի եղանակով իրականացվող մեմբրանները:

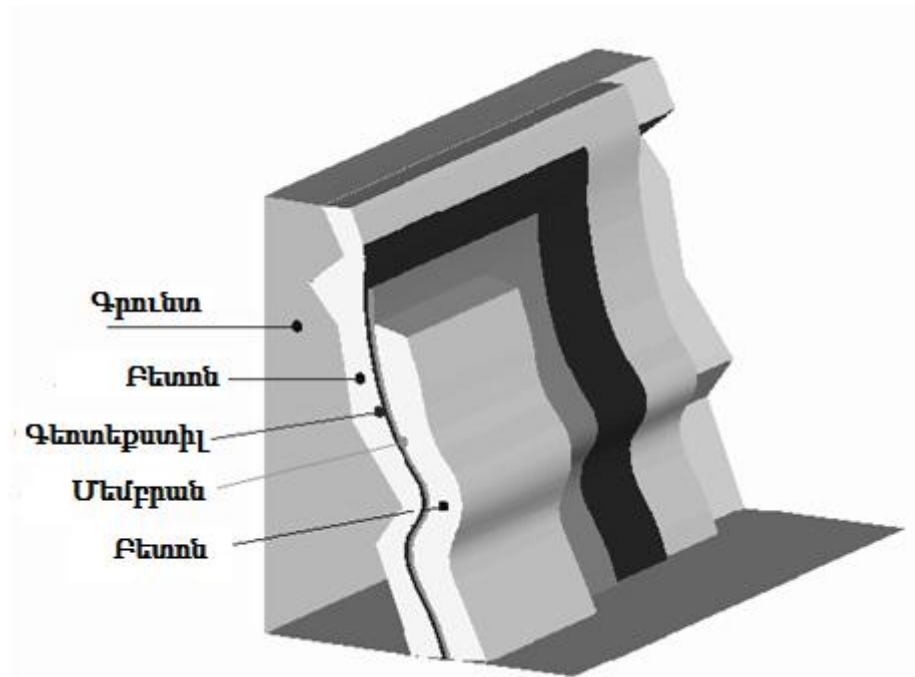
Փչովի եղանակով իրականացվող մեմբրանային շրամեկուսացումը նպատակահարմար է կիրառել առանց դրենաժային համակարգերի կամ որոշակի տեղայնական դրենաժի կիրառմամբ: Առանց դրենաժի շրամեկուսացում հիմնականում իրականացվում է ստորգետնյա այն կառուցվածքներում, որոնք գտնվում են բնակեցված տարածքներում և գրունտային ջրերի անընդհատ դրենաժը կարող է բերել նստվածքների, որն իր հերթին վտանգ է հանդիսանում մոտակայքում գտնվող շենքերի համար [120]:

Կատարյալ անջրաթափանց եղանակի իրականացման դեպքում հնարավոր է գրունտային ջրերի մեծ ճնշում թուլնել այն կառուցվածքի վրա: Այս հանգամանքը հաշվի առնելով՝ անհրաժեշտ է ընտրել շրամեկուսացման այնպիսի եղանակ, որը կուսենա բետոնի հետ մեծ ադհեզիա և կկարողանա դիմադրել այդ ճնշումներին: Նմանատիպ կոնստրուկցիաներ ստանալու գործում լայն կիրառություն են ստացել թերթավոր, ինչպես նաև փչովի մեմբրանները որոնք բավականին լավ են հաղթահարում իրենց առջև դրված խնդիրները, բայց իհարկե այս երկու մեմբրաններն էլ ունեն իրենց առավել ությունները և թերությունները [118]:

Պոլիմերային մեմբրանները լայն տարածում են գտել թուլնելների շրամեկուսացման մեջ: Դրանք սինթետիկ ամրաթելերից կազմված թերթեր են, որոնց մակերևույթին կարող են լինել միկրոանցքեր, որոնցով կարող է ներթափանցման օդը, սակայն չի ներթափանցում ջուրը [45]: Այդպիսի թերթերը նաև անվանում են հիդրոխոչընդոտողներ: Փաթթոցային բիտումային նյութերի նկատմամբ նրանց կարևորագույն առավել ությունը կիրառման

պարզ ու թյուր է և հանգույցների
բացակայությունը [40]:

Փշովի մեմբրանները շուկայում դեռևս փոքր
մասնաբաժին են կազմում, սակայն այս եղանակի
կիրառմամբ ջրամեկուսացված թուներկների քանակը
գնալով աճում է: Գոյություն ունեն տարբեր
տեսակի փշովի ջրամեկուսիչ մեմբրաններ, որոնք
ըստարտադրության տեսակի բաժանվում են ռեակտիվ
և ոչ ռեակտիվ համակարգերի. ռեակտիվ են
համարվում այն մեմբրանները, որոնց ամրացումն
իրականացվում է պոլիմերի հետ ռեակցիայի
միջոցով, իսկ ոչ ռեակտիվ է համարվում այն
եղանակը, որի պարագայում ամրացումն
իրականացվում է հիդրատացիայի կամ օդի հետ շփման
միջոցով: Փշվող ջրամեկուսիչ մեմբրանները
հիմնականում պատրաստվում և փշվում են տեղում, 3-4
մմ հաստությամբ հիմնական երեսարկի վրա, որը,
կախված նախագծային առանձնահատկություններից,
հետագայում կա՛մ ծածկվում է երկրորդական
երեսարկով, կա՛մ պաշտպանիչ շերտով: Երբ
մեմբրանը փշվում է հիմնական երեսարկի վրա, իսկ
հետագայում մեմբրանի վրայից իրականացվում է
երկրորդական երեսարկը, այդ դեպքում կցումը
լինում է կրկնակի, քանզի մեմբրանը երկու
կողմերից էլ ամրակցվում է բետոնե երեսարկներին
(Նկ 1.4): Փշելու եղանակով իրականացվող
մեմբրանների առանձնահատկությունը կայանում է
նրան բետոնի կապակցման ամրություն մեջ: Բավարար
ամրությամբ կապակցված մեմբրանները
յուրահատուկ մեխանիկական և ջրամեկուսիչ
հատկություններով են օժտում բետոնին, որն իր
հերթին մեծացնում է երեսարկի
երկարակցությունը [108]:



Նկ.14 Փչ ո վ ի մ ե մ բ բ ա ն ի ի ր ա կ ա ն ա ց մ ա ն կ առ ու ց վ ա ծ ք ը

Փչ ո վ ի մ ե մ բ բ ա ն ն եր ի հ ի մ ն ա կ ա ն թ եր ու թ յ ու ն ը կ ա յ ա ն ու մ է ն ր ա ն ու մ, ո Ր ճ ն շ ու մ ա յ ի ն շ ր եր ի առ կ ա յ ու թ յ ա ն դ ե պ բ ու մ ն ո Ր փ չ վ ա ծ և դ ե ո չ չ ո Ր ա ց ա ծ մ ե մ բ բ ա ն ը կ ա Ր ո Ղ է վ ն ա ս վ ե լ և առ ա ջ ա ն ա լ շ ր ա յ ի ն հ ո ս ք դ ե պ ի թ ու ն ե լ : Ի ս կ պ ո լ ի ու Ր ե թ ա ն ա յ ի ն հ ի մ ք ո վ մ ե մ բ բ ա ն ն եր ի դ ե պ բ ու մ, եր բ բ ե տ ո ն ի մ ա կ եր ն ու յ թ ը չ ո Ր է, ա յ ն ն ա խ ա պ ե ս պ ե տ ք է խ ո ն ա վ ե ց ն ե լ, ո Ր պ ե ս զ ի բ ե տ ո ն ի և մ ե մ բ բ ա ն ի ա մ ր ա կ ց ու մ ը լ ի ն ի ա մ ու Ր, ո Ր ը հ ա վ ե լ յ ա լ ա շ խ ա տ ա ն ք է [98]:

Փչ ո վ ի ե ղ ա ն ա կ ո վ ի ր ա կ ա ն ա ց վ ո ղ մ ե մ բ բ ա ն ն եր ի կ ի ր առ ու թ յ ու ն ը ժ ա մ ա ն ա կ ա կ ի ց թ ու ն ե լ ա շ ի ն ու թ յ ու ն ու մ մ ե ծ թ ա փ է ս տ ա ն ու մ, օ Ր ի ն ա կ ծ վ ե յ ց ա Ր ի ա յ ի Գ ի ս ու ի լ ք ա ղ ա ք ու մ կ առ ու ց վ ա ծ թ ու ն ե լ ն ի ր ա կ ա ն ա ց վ ե լ է վ ա հ ա ն ա յ ի ն ա ն ց ա հ ա տ մ ա ն ե ղ ա ն ա կ ո վ ա մ ու Ր ժ ա յ ո ա յ ի ն գ Ր ու ն տ ն եր ու մ, մ ե կ շ եր տ տ ո Ր կ Ր ե տ բ ե տ ո ն ա յ ի ն եր ե ս ա Ր կ ո վ : Փչ ո վ ի ե ղ ա ն ա կ ո վ ի ր ա կ ա ն ա ց վ ո ղ մ ե մ բ բ ա ն ի օ գ ն ու թ յ ա մ բ շ ր ա մ ե կ ու ս ա ց վ ե լ է 1900մ² մ ա կ եր ե ս : Ա յ ս թ ու ն ե լ ը պ ա տ կ ա ն ու մ է կ ա տ ա Ր յ ա լ չ ո Ր թ ու ն ե լ ն եր ի շ ա Ր ք ի ն : Տ վ յ ա լ թ ու ն ե լ ի եր ե ս ա Ր կ ի վ Ր ա ա գ դ ո ղ հ ի դ Ր ո ս տ ա տ ի կ ճ ն շ ու մ ը կ ա գ մ ու մ է 50Պ ա ն

այս ճնշման ազդեցություն տակ ոչ մի հատվածից չրի ներթափանցում դեպի թուլնել չի նկատվել (**Նկ.1.5**):

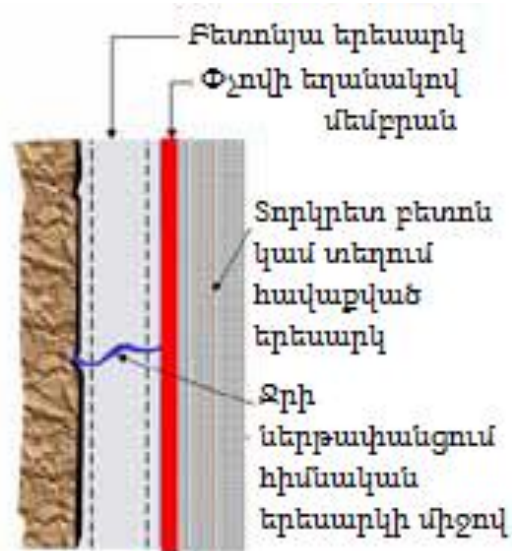


Նկ.1.5 Փչ ովի մեմբրանի կիրառմամբ ջրամեկուսացման օրինակ

Նույն եղանակով ջրամեկուսացված մեկ այլ կառույց է Յոնկոնգում գտնվող «MTRC Tseun Wan» թուլնելը, որի երկարությունը կազմում է 1.75կմ և ունի 19 փոխհատում: Պայմանագրի պահանջներից մեկն այն էր, որ թուլնելը պետք է լիքնի 100% «չոր», իսկ նախագծային առանձնահատկություններից մեկն այն էր, որ ջրամեկուսացման համակարգը պետք է պարունակի բավականին բարդ երկրաչափական ձևեր ունեցող հատվածներ: Ջրամեկուսացումը կատարվեց գետտեքստիլի և փչովի մեմբրանի համատեղ կիրառմամբ: Փոխհատումներում և այն հատվածներում, որտեղ գետտեքստիլի իրականացումը կառաջացներ մեծ բարդություններ, կիրառվեց փչովի մեմբրան: Որպես առաջնային հանգամանք կարելի է նշել այս տիպի մեմբրանների կիրառման տեսանկյունից ճկունությունը: Մետրոյի կայարաններ, թուլնելային փոխհատումներ և այլ բարդ երկրաչափական ձև ունեցող հատվածներ

հեշտուղթյամբ կարող են շրամեկուսացվել փչովի մեմբրանների օգնությամբ: Բետոնի և մեմբրանի կապակցման ամրությունն ընդհանուր առմամբ հավասար է բետոնի երկու շերտերի միմյանց կապակցման ամրությանը՝ ի հաշիվ մեմբրանի բավականին մեծ ադհեզիայի: Կարելի է փաստել, որ մեմբրանն ավելի առաձգական է և նրա Յուլենգի մոդուլն ավելի փոքր է, քան տորկրետինը: Վերջինս ավելի դրական է գնահատվում այնպիսի թունելներում, որոնք գտնվում են համեմատաբար ավելի փխրուն գրունտներում կամ լեռնային մեծ ճնշման հատվածներում, որտեղ նստվածքների հավանականությունը բարձր է:

Համակարգի անջրաթափանցելիությունը կախված է երկու հիմնական բնութագրերից՝ մեմբրանի անջրաթափանցելիությունից և նրա միացումների որակից: Բետոնի և մեմբրանի որակյալ միացման դեպքում նրանց միացման հատվածում գրունտային ջրերի ներթափանցման հնարավորությունը հասցվում է նվազագույնի, քանզի վերացվում են գրունտային ջրերի հնարավոր ճանապարհները՝ բացառելով այդ ջրերի ներթափանցումը թունել: Մեմբրանի և երկրորդական կամ ներքին երեսարկի միջև կապը նույնպես կարող է պատնեշ հանդիսանալ թունել ներթափանցող ջրի համար:



Նկ. 1.6 Փշովի եղանակով իրականացվող մեմբրանը հիմնական և երկրորդական երեսարկների արանքում ինչպես ցույց է տրված **Նկ. 1.6** ում, փշովի եղանակով իրականացվող մեմբրանը երկու կողմից բետոնի հետ միացումների դեպքում ներթափանցող ջրերը պետք է ճանապարհ հարթի երեք արգելապատնեշների միջով. առաջին հերթին, հիմնական երեսարկի միջով, հետո՝ մեմբրանի պատռվածքի (եթե այն առկա է), իսկ վերջում՝ երկրորդական երեսարկի վրա եղած ճաքի միջով: Յարկ է նշել նաև, որ այս ամենը պետք է կատարվի մեկ կետում, քանզի ջրերը չի կարող շարժվել բետոնի և մեմբրանի արանքով:

Վատագույն դեպքում, երբ այդ ամենը տեղի ունի, ջրերը կարող է ներթափանցել թունել մեմբրանի փոքրիկ պատռվածքի միջով: Քանի որ այդ կետը, որի միջով ջրերը ներթափանցում է թունել, պետք է համապատասխանի հիմնական երեսարկի և մեմբրանի վնասվածքներին, ապա բավականին հեշտուղյամբ հնարավոր կլինի վերացնել ներթափանցման այդ աղբյուրը:

Այժմ մեծ տարածում է ստանում ներթափանցող ջրամեկուսացումը, որն ապահովում է բետոնի անջրաթափանցելիությունը՝ ներթափանցելով ծակոտիների մեջ, այնտեղ ստեղծելով

բյուրեղահիդրատներ, որոնք փակում են ծակոտիները՝ ներթափանցող ջրի համար ստեղծելով պատնեշ: Ներթափանցող ջրամեկուսիչները հիմնականում կազմված են լինում պորտլանդցեմենտից, հավելանյութերից և քիմիական ակտիվ կոմպոնենտներից, որոնց միջոցով էլ ստեղծվում են նեոնում բետոնի մեջ ներթափանցումը: Որպես ակտիվ կոմպոնենտներ հիմնականում կիրառվում են հիմնային մետաղների աղեր, ինչպես նաև պոլիմերային հավելանյութեր [21]:

Չնայած այն փաստին, որ այս եղանակը նոր է լայնամասշտաբ կիրառություն ստանում, այն հայտնագործվել է 1952թ. դանիական Vandexը նկերոլթյան կողմից, որը արտադրում էր մանր դիսպերսված ավազացեմենտային խառնուրդ: Այն ջրի հետ խառնելուց և բետոնե կոնստրուկցիային քսելուց հետո ոչ միայն ստեղծում էր արտաքին պաշտպանիչ շերտ, այլ նաև ճաքերի և ծակոտիների միջոցով ներթափանցում էր բետոնի խորքը: Այս եղանակով ոչ միայն նվազում է կոնստրուկցիայի ջրաթափանցելիությունը, այլև հավելյալ ամրություն հաղորդվում բետոնին՝ ծակոտկենություն նվազեցման շնորհիվ [73]:

1.4 Առաջին գլխի եզրակացություններ

Մասնագիտական գրականությունում բերված ուսումնասիրությունները և վերլուծությունը թույլ են տալիս եզրակացնել հետևյալը, որ.

- Բարձր գրունտային ջրերի առկայության դեպքում որակյալ ջրամեկուսացման անհրաժեշտությունը կրկնապատկվում է, քանզի գրունտային ջրերում պարունակվող լուծույթները երբեմն լինում են ագրեսիվ և կարող են լուրջ վնաս հասցնել կոնստրուկցիաներին: Թունեկների ջրամեկուսացման աշխատանքները երկու տիպի

են. առաջին՝ ջրի հավաքում և հեռացում մինչև թունեղ, կառուցվածք հասնելը և երկրորդ՝ թունեղային կառուցվածքի կատարելագործում, որպեսզի տեղի չունենա ջրի ներհոսք թունեղի մեջ:

- Թունեղների ջրամեկուսացումը համալիր գործընթաց է, որի ժամանակ, բացի թունեղային երեսարկի անջրաթափանցելիությունը ապահովելուց, անհրաժեշտ է նաև հավաքել և կազմակերպված կերպով հեռացնել թունեղին հարող գրունտային ջրերը: Կախված թունեղը շրջապատող գրունտներում պարունակվող ջրի քանակից՝ դրենաժներ կարող են իրականացվել տեղայնական կամ թունեղի ամբողջ երկայնքով:
- Վերլուծելով թունեղային երեսարկի ջրամեկուսացման եղանակները, որոնք հիմնականում իրենցից ներկայացնում են երեսարկի տորկրետավորում, փաթթոցային ջրամեկուսիչների սոսնձում, երեսարկի բետոնի մեջ պոլիմերային խառնուրդների ներարկում, փչովի մեմբրանների իրականացում և ներթափանցող ջրամեկուսիչների կիրառում՝ կարելի է եզրակացնել, որ քիմիայի զարգացման հետ գուցա ընթաց կատարելագործվում են ջրամեկուսիչ նյութերը: Ժամանակակից ջրամեկուսիչների կիրառմամբ հնարավոր է դառնում մոտենալ կատարյալ «չոր» թունեղի գաղափարին:

Գ Լ ՈՒ Խ 2.

ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂ ՆԵՐԹԱՓԱՆՑՈՂ ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԻՉ ԽԱՌՆՈՒՐԴԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՆԵՐԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԵՏՈՆԻ ԿԱԿՈՏԻՆԵՐԻ ՎՐԱ

2.1 Բե տո ն ի ծ ա կ ո տ կ ե ն ու թ յ ա ն ու ս ու մ ն ա ս ի թ ու թ յ ու ն

Բե տո ն ի ջրաթափանցելիությունը հիմնականում կախված է դրածակոտկենությունից, ինչպես նաև կապակցանյութի և լցանյութերի հատկություններից: Բե տո ն ի ծ ա կ ո տ կ ե ն ու թ յ ու ն կոչվում է բե տո ն ի կառուցվածքում պինդ մասնիկներով չլցված ցանկացած տարածությունը: Բաց անցքերի մասնաբաժնի ավելացումը նվազեցնում է բե տո ն ի երկարակեցությունը և հակառակը, անցքերի մասնաբաժնի նվազեցումը և պայմանական փակ անցքերի մասնաբաժնի ավելացումը հանգեցնում են բե տո ն ի երկարակեցության ավելացմանը: Բաց և պայմանական փակ անցքերը ձևավորում են բե տո ն ի ամբողջական ծակոտկենությունը, ինչի ավելացման արդյունքում նվազում է վերջինիս ամրությունը:

Ներգրաված օդի քանակությունը կախված է բե տո ն ախառնուրդի շարժունությունից: Ծարժունության փոքրացմանը գուցա հետ

Ներգրաված օդի քանակությունը բարձրանում է 4%-ից ավել: Առավել շարժուն խառնուրդներում ներգրաված օդը չի գերազանցում 2%-ը [50]:

Բետոնային խառնուրդի խտացումը միմյանց նկատմամբ պինդ բաղադրիչների առավելագույն մոտեցման գործընթացն է բետոնախառնուրդից գազային, երբեմն՝ նաև ջրային գանգվածի հեռացման հաշվին, որի շնորհիվ ձևավորվում է բետոնի կառուցվածքը:

Բետոնային խառնուրդի խտացման ընթացքում տեղի է ունենում հետևյալը.

1. ներգրավված օդի հեռացում,
2. բաղադրիչների վերադասավորում,
3. գատում (շերտավորում),
4. նստվածքազատում (ներքին ջրազատում):

Ներգրավված օդն ամբողջ ծավալում անցքերի քանսային բաշխվածություն, ինչպես նաև չափերի անկանոնություն հետևանքով, որպես կանոն, հանգեցնում է «ներգրավված օդ»-ի յուրաքանչյուր տոկոսին բաժին ընկնող բետոնի ամրություն նվազմանը 3-5%-ով: Ներգրավված օդը բետոնի կառուցվածքում առաջացնում է համաչափ բաշխված, գրեթե գնդաձև անցքերի համակարգ՝ 50-300մկմ չափերով, ինչը կտրուկ բարձրացնում է բետոնի ցրտադիմացկունությունը:

Նստվածքազատումը ջրի արտամղումն է առավել խիտ բաղադրիչների միջոցով, ծանրության ուժի ազդեցության տակ, ինչի հետևանքով տեղի է ունենում ներքին և մակերևութային ջրազատում, որի արդյունքում առաջանում են նստվածքային անցքեր և միջանցիկ մազանոթներ:

Բարձր խտություն ունեցող լցանյութերով բետոնի ծակոտկենությունը պայմանավորված է հիմնականում ցեմենտաքարի ծակոտկենությամբ, որը քանակապես բնութագրվում է ծավալով, բերված մակերևույթով և ծակոտիների միջին շառավղով: Ծակոտիների առաջացումը տեղի է ունենում անդադար՝ հիդրատացման և կոռոզիոն գործընթացների արդյունքում, ինչի հետևանքով

բ Ե տո ն ի ծ ա կ ո տ կ Ե ն ո ւ թ յ ա ն ք ն ո ւ թ ա գ ռ Ե ռ ը ա ն ը ն դ հ ա տ փ ո փ ո խ վ ո ւ մ Ե ն [89]:

Ծ ա կ ո տ կ Ե ն ո ւ թ յ ո ւ ն ը հ ի մ ն ա կ ա ն ո ւ մ դ ա ս ա կ ա ռ գ վ ո ւ մ Ե ը ս տ չ ա փ ի և ջ ը ի հ Ե տ հ ա ռ ա ք Ե ռ ա կ ց մ ա ն ք ն ո ւ յ թ ի :

Ծ ա կ ո տ ի ն Ե ռ ի չ ա փ ի ց կ ա խ վ ա ծ , տ ա ռ ք Ե ռ ո ւ մ Ե ն .

- o մ ա կ ը ո ա ն ց ք Ե ռ (0,1-0,2 մ մ և ա վ Ե Լ ի),
- o մ Ե գ ո ա ն ց ք Ե ռ ,
- o մ ի կ ը ո ա ն ց ք Ե ռ ,
- o ո ւ Լ տ ռ ա մ ի կ ը ո ա ն ց ք Ե ռ (Ե ն թ ա մ ի կ ը ո ա ն ց ք Ե ռ),
- o գ Ե Լ ա յ ի ն ծ ա կ ո տ ի ն Ե ռ :

Մ ա կ ը ո ա ն ց ք Ե ռ ի ա ռ ա ջ ա ց ո ւ մ ը հ ի մ ն ա կ ա ն ո ւ մ կ ա խ վ ա ծ Ե ջ ը ա ց Ե մ Ե ն տ ա յ ի ն հ ա ռ ա ք Ե ռ ո ւ թ յ ո ւ ն ի ց , ո ը ի փ ո փ ո խ ո ւ թ յ ա մ ք հ ն ա ռ ա վ ո ը Ե կ ա ռ գ ա վ ո ը Ե Լ մ ա կ ը ո ա ն ց ք Ե ռ ի չ ա փ Ե ռ ը , ո ը ն Ե Լ ի ը հ Ե ռ թ ի ն ա գ դ ո ւ մ Ե ք Ե տ ո ն ի թ ա փ ա ն ց Ե Լ ի ո ւ թ յ ա ն վ ը ա :

Օ դ ա յ ի ն խ ո ճ ո չ ն Ե ռ ը ք Ե տ ո ն ի մ Ե ջ ա ռ ա ջ ա ն ո ւ մ Ե ն ա ն ք ա վ ա ռ ա ը խ տ ա ց մ ա ն ա ը դ յ ո ւ ն ք ո ւ մ կ ա մ հ ա տ ո ւ կ տ Ե խ ն ո Լ ո գ ի ա կ ա ն գ ո ը ծ ո դ ո ւ թ յ ո ւ ն ն Ե ռ ի ա ը դ յ ո ւ ն ք ո ւ մ : Բ Ե տ ո ն ո ւ մ պ ա ը փ ա կ վ ա ծ օ դ ի ը ն դ հ ա ն ո ւ ը ծ ա վ ա Լ ը հ ա գ վ ա դ Ե պ Ե գ Ե ը ա գ ա ն ց ո ւ մ 5%-ը :

Գ Ե Լ ա յ ի ն ծ ա կ ո տ ի ն Ե ռ ը կ ա գ մ ո ւ մ Ե ն հ ի դ ը ը ա տ ա ց վ ա ծ ց Ե մ Ե ն տ ի (ց Ե մ Ե ն տ ա յ ի ն գ Ե Լ ի) ծ ա վ ա Լ ի մ ո տ ա վ ո ը ա պ Ե ս 28%-ը : Գ Ե Լ ա յ ի ն ա ն ց ք Ե ռ ի ծ ա վ ա Լ ը կ ա խ վ ա ծ չ Ե ջ ը ա ց Ե մ Ե ն տ ա յ ի ն խ ա ռ ն ո ւ ը դ ի ց , ա յ ս ա ն ց ք Ե ռ ը ց Ե մ Ե ն տ ա յ ի ն գ Ե Լ ի ա ն ք ա ժ ա ն Ե Լ ի մ ա ս ն Ե ն կ ա գ մ ո ւ մ : Դ ը ա ն ց չ ա փ Ե ռ ը (0,5-30 ն մ) հ ա մ Ե մ ա տ Ե Լ ի Ե ն ջ ը ի մ ո Լ Ե կ ո ւ Լ ի չ ա փ Ե ռ ի հ Ե տ , ի ն չ ի ա ը դ յ ո ւ ն ք ո ւ մ գ Ե Լ ա յ ի ն ա ն ց ք Ե ռ ո ւ մ ջ ո ւ ը ը ս ո վ ո ը ա կ ա ն հ Ե դ ո ւ կ վ ի ճ ա կ ո ւ մ չ Ե : Մ ա ս ն ա վ ո ը ա պ Ե ս , վ Ե ը ջ ի ն ի ս խ տ ո ւ թ յ ո ւ ն ը կ ա գ մ ո ւ մ Ե մ ի ն չ և $1,5q / u \text{ մ}^3$, ի ս կ ս ա ռ ց ա կ ա Լ մ ա ն ջ Ե ը մ ա ս տ ի ճ ա ն ը ց ա ծ ը Ե -70°C -ի ց [26]:

Կ ա խ վ ա ծ մ թ ն ո Լ ո ը տ ա յ ի ն ճ ն շ մ ա ն ն Ե ը ք ո ջ ո ւ ը ը կ Լ ա ն Ե Լ ո ւ և պ ա հ Ե Լ ո ւ ո ւ ն ա կ ո ւ թ յ ո ւ ն ի ց ` ա ն ց ք Ե ռ ը ք ա ժ ա ն վ ո ւ մ Ե ն `

- մ ա գ ա ն ո թ ա յ ի ն (ո ւ ն ա կ չ Ե ն պ ա հ Ե Լ ջ ո ւ ը ը ն ո ը մ ա Լ պ ա յ մ ա ն ն Ե ը ո ւ մ),
- ո չ մ ա գ ա ն ո թ ա յ ի ն (ո ւ ն ա կ Ե ն կ Լ ա ն Ե Լ և պ ա հ Ե Լ ջ ո ւ ը ը):

Մազանոթային անցքերը մեծ դեր են խաղում բետոնի ցրտադիմացկունության և ջրանթափանցելիության հարցում, այսինքն, որքան մազանոթային անցքերը քիչ են, այնքան քիչ ջուր կարող է կլանել բետոնը: Մազանոթային անցքերը ձևավորվում են քիմիապես չկապված, ջրով լցված տարածություններում: Դրանց ծավալը և շառավիղը մեծանում են բետոնային խառնուրդի ջրացեմենտային հարաբերության բարձրացմանը զուգընթաց: Երբ ջուր/ցեմենտ հարաբերությունը մեծ է 0,38-ից, մազանոթային ծակոտիներին առաջացումն անխուսափելի է (անցքերի մեծությունը 30 - 50 մկմ է): Մազանոթային ծակոտկենություն և մեծացման դեպքում նվազում է բետոնի ցրտադիմացկունությունը և ջրանթափանցելիությունը:

Ոչ մազանոթային անցքերը կլանում են ջուրը և պահում են իրենց մեջ:

Ելնելով արտադրական պահանջներին՝ անհրաժեշտություն է առաջացել մշակել բետոնի զանգվածի պաշտպանության մեխանիզմներ տարատեսակ ջրահագեցած միջավայրներում անխափան աշխատելու համար: Առաջարկվել է ներթափանցող ջրամեկուսիչ նյութի և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի համատեղ կիրառությունը բետոնի պաշտպանության մեխանիզմ: Առաջարկվող մեխանիզմի արդյունավետությունը ստուգելու համար պետք է համեմատական փորձարկում կատարել այդ տեսակով պաշտպանված և չպաշտպանված բետոնե փորձանմուշները միջև [83]:

Ջրանթափանցելիության, ջրակլանման և ֆիլտրացիայի փորձարկումների ժամանակ ջուրն անցնում է մազանոթների, միկրոճաքերի և այլ թերությունների միջով, այսինքն

ջրաթափանցելի ու թյան գնահատումն իրենից
ենթադրում է հաղորդակից մազանոթների և
ծակոտիների գնահատում:

Բետոնի միկրոկառուցվածքը ձևավորվում է
երկարատև ամրացման ընթացքում:

Հասունացած բետոնի մեջ այն ներառում է՝

- ցեմենտի հատիկների մնացորդները,
- ցեմենտի հիդրատացման արդյունքում
ստացված ցեմենտաքարը,
- ծակոտիներ (մազանոթային և գելային):

Գելային ծակոտիներ - Ցեմենտի հատիկների
մնացորդները պատված են հիդրատացման
արդյունքում ստեղծված թաղանթով, որոնք
սերտաճելով ձևավորում են ցեմենտաքարի ամուր
կառուցվածքը: Այդ թաղանթների միջև առկա
փոխկապակցված տարածություններն իրենցից
ներկայացնում են մազանոթային ծակոտիներ:
Հիդրատացման արդյունքում ստեղծված
բյուրեղները, որոնք ցեմենտի հատիկների շուրջ
ձևավորում են թաղանթներ, ներառում են գելանման
և բյուրեղային բաղադրիչներ: Ընդ որում,
հիմնական դերը կատարում է հիդրոսիլիկատային
գելը, որը կազմում է միջինում դրանց ծավալի 75%-ը:
Հենց այդ գելով են պայմանավորվում ցեմենտաքարի
տեխնիկական հատկությունները: Բյուրեղային
բաղկացուցիչը բաղկացած է 0,1մկմ և ավելի չափերով
մասնիկներից, իսկ ամենախոշոր բյուրեղները՝
Ca(OH)
և հիդրոսուլիդնալյումինատը՝ նույնիսկ 1 մկմ:
Հաճախ իրավիճակը պարզեցնելու նպատակով
հիդրատացիոն բոլոր արտադրությունները
անվանվում են գել: Հիդրոսիլիկատների
մասնիկները սովորաբար պատված են ջրի շերտերով:
Այն կարող է սկսել ցնդել միայն ցածր
խոնավությունամբ (45%-ից ցածր) օդի մեջ՝ մազանոթների
ամբողջական չորացումից հետո: Գելի

խոնավությունը ամբողջութեամբ վերանում է, երբ շրջապատող միջավայրում խոնավությունը կազմում է 0%: Ընդ որում, գելի մասնիկները մոտենում են, որոշ մասնիկներ կարող են նույնիսկ քիմիապես սերտաճել: Սակայն սովորական շահագործման պայմաններում գելային անցքերը մեծ մասամբ կամ ամբողջութեամբ լցված են խոնավությամբ: Գելի մասնիկները իրար ձգում են ջրային ենթաշերտերի միջով՝ միջմուկեկուլային ձգողութեան հարաբերականորեն թույլ ուժերով: Սակայն քանի որ այդ մասնիկները հարյուրավոր անգամ փոքր են քան ցեմենտի հատիկները, ուստի դրանց միջև շփման կետերի քանակությունը բավականին բարձր է, որով պայմանավորվում են գելի ամրութեան մեծ արժեքները, որոնք հասնում են մինչև 120ՄՊա [92]: Սակայն, ցեմենտաքարի մեջ մազանոթային ծակոտիների առկայութեան պատճառով, սովորական բետոններն ունեն զգալիորեն ավելի փոքր ամրություն: Գելային ծակոտիները գտնվում են գելային մասնիկների միջև և լինում են 2-5 նմ: Հիմնականում դրանց քանակը գելում կազմում է 28% և ժամանակի ընթացքում չի փոխվում: Սովորական շահագործման պայմաններում դրանք լցված են լինում խոնավությամբ: Գելի ծակոտիները այնքան փոքր են, որ նրանցից յուրաքանչյուրի մեջ տեղավորվում է ընդամենը մի քանի հարյուրից մինչև մի քանի հազար ջրի մուկեկուլ, որոնք գտնվում են ադսորբցված վիճակում, ինչի պատճառով էլ գելային ծակոտիները ջրի համար անթափանցելի են [18]:

Մազանոթային ծակոտիներ - Մազանոթային ծակոտիները դասավորված են գելային թաղանթների միջև, որոնք պատում են ցեմենտի հատիկների մնացորդները: Դրանց չափերը տատանվում են 0,01մկմ-

ից մինչև 10մկմ, երբեմն՝ ավելի շատ: Այդպիսի չափերի ծակոտիներում մազանոթային ուժերը, որոնք ազդում են ջրի վրա, գերազանցում են ծանրության ուժերը, դրանց շնորհիվ մազանոթային ծակոտիները հեշտությամբ լցվում են ջրով, ջուրը մազանոթներով բարձրանում է վեր՝ ծանրության ուժին հակառակ: Մազանոթային ուժերն ավելանում են մազանոթների չափերի փոքրացմանը զուգահեռ: Բարակ մազանոթային համակարգերում ջուրը կարող է բարձրանալ մեծ բարձրությամբ՝ ծանրության ուժին հակառակ. օրինակ, գրունտներում 2-3մ: Բետոնի մեջ մազանոթներն ունեն փոփոխական հատույթ և ջրի բարձրացումը սահմանափակվում է դրանց առավելագույն չափերով: Այն կարող է կազմել մոտավորապես 0,5 մ: Մազանոթային անցքերը ձևավորվում են ջրի այն մասով, որը չի մտել քիմիական ռեակցիաների մեջ և չի լրացրել ձևավորված գելային անցքերը: Այդ իսկ պատճառով դրանց քանակությունը կախված է ցեմենտի նկատմամբ ջրի ավելցուկից, այսինքն $\frac{Q}{S}$ հարաբերությունից: $\frac{Q}{S}$ հարաբերության 0,3-0,35 պայմաններում մազանոթային անցքերն արդեն մեկամիս հետո ամբողջությամբ պատվում են գելով: Բայց սովորական $\frac{Q}{S}=0,4-0,7$ պարագայում դրանք գոյություն ունեն հասուն բետոնի կազմում: Մազանոթային անցքերի միջին մեծությունը գտնվում է 1-0,1մկմ սահմաններում: Այն փոքրանում է $\frac{Q}{S}$ հարաբերակցության նվազման և մեծանում բետոնի ամրացման ժամանակին զուգընթաց [77]:

Մազանոթային ծակոտիները բաժանվում են երկու դասի.

- միկրոմազանոթներ (մինչև 0,1մկմ), որոնք ունակ են օդից խոնավություն հավաքել և ամբողջությամբ դրանով լցվել: Այսինքն ինչքան ջրահագեցած է բետոնի շրջապատը,

այդքան դրամիկրոմագանոթները հագեցած են ջրով:

- մակրոմագանոթներ (0,1մկմ-ից ավել) որոնք լցվում են միայն ջրի հետանմիջական շփումից: Մագանոթային ծակոտիները գեմենտաքարի և բետոնի հիմնական թերուլթյուններն են: Դրանք նվազեցնում են բետոնի ամրուլթյունը, ինչպես նաև հանդիսանում են սառնակայունուլթյան նվազման հիմնական պատճառը: Բետոնի միջով ջրի ֆիլտրացիայի և այդ ճանապարհով դրամեջագրեսիվ միջավայրի ստեղծման հիմնական պատճառը մակրոմագանոթներն են: Միևնույն ժամանակ անհրաժեշտ հատկուլթյուններով բետոն ստանալու գործում ծակոտիները գլխավոր դերն են կատարում (առաջին հերթին Ձ/Ց հարաբերուլթյան փոփոխուլթյան հաշվին): Գլխավոր գործունը, որից կախված է բետոնում ծակոտիների ընդհանուր ծավալը, Ձ/Ց հարաբերուլթյունն է՝ ինչքան շատ է բետոնում գեմենտը, այդքան ավելի ջուր է քիմիապես կարողանում այն կապել, հետևաբար, ավելի քիչ ջուր է մնում, որից էլ առաջանում են ծակոտիները: Այդիսկ պատճառով ծակոտկենուլթյան հաշվման բանաձևերում կարևոր դեր է կատարում գեմենտի քանակը: Ժամանակի ընթացքում քիմիապես կապակցված ջրի ծավալն աճում է, հատկապես երբ բետոնը գտնվում է բավարար խոնավուլթյան պայմաններում: Ազատ գեմենտի հիդրատացման շնորհիվ բետոնի ծակոտկենուլթյունը նվազում է 10-15%-ով:

$$\delta = [(\Omega - c \cdot S) / 1000] \cdot 100\% \quad (3)$$

որտեղ՝

Ω - 1խմ բետոնում ջրի պարունակուլթյունն է, կգ/մ³,

S - 1խմ բետոնում գեմենտի պարունակուլթյունը, կգ/մ³,

Շ - քիմիապես կապակցված շրի մասնաբաժինը
որոշող գործակից, որը որպես կանոն կազմում է 0,15:

Բետոնի ծակոտկենուն թյունը հնարավոր է
որոշել նաև փորձարարական եղանակներով, որոնցից
ամենապարզը ջրակլանման որոշումն է: Այս
դեպքում հաշվի է առնվում, որ մազանոթային և
գելային ծակոտիներն ամբողջությամբ լցված են
ջրով: Սակայն միևնույն ժամանակ ծակոտիներում
կարող է ինչ-որ չափով օդ լինի, բացի դրանից կան
ծակոտիներ, որոնք լցված են օդով և դրանց մեջ չունի
չի լցվում: Սրա պատճառով էլ ջրակլանման
ընդհանուր ծավալը որոշ չափով փոքր է, քան
բետոնում առկա ծակոտիները: Ծատ ժամանակ այս
ծակոտկենուն թյունը անվանում են բաց
ծակոտկենուն թյուն, այսինքն այն ծավալը, որտեղ
հնարավոր է շրի ներթափանցումը:

Բետոնի միկրոկամուրջվածքը հիմնականում
ձևավորվում է դրա պատրաստումից մեկ ամիս հետո:
Եթե բետոնը շահագործվում է չոր պայմաններում,
ապա հիդրատացիան դադարում է դրա չորացման հետ
մեկտեղ, իսկ կամուրջվածքը մնում է անփոփոխ:
Խոնավ պայմաններում օգտագործվող կամ մեծ
կոնստրուկցիաներում, որտեղ խոնավությունը
երկար ժամանակ պահպանվում է, բետոնում
հիդրատացիան շարունակվում է բավականին երկար:
Այն կոնստրուկցիաներում, որոնք ենթարկվում են
պարբերաբար չորացման և խոնավացման,
հիդրատացիոն գործընթացը դադարում և
վերսկսվում է: Բետոնի հասունացման հետ
համընթաց տեղի ունեցող հիդրատացման
ռեակցիաների արդյունքում բետոնում առկա
ծակոտիները գնալով փակվում են: Այս
գործընթացների շնորհիվ բարելավվում են բետոնի
հատկությունները, հատկապես`
սառնակայնությունը և
անջրթափանցելիությունը:

Բետոնի ծակոտկենուն թյան որոշման համար
հիմնականում օգտագործվում է ստորև բերված
հավասարումը (4):

$$P = (1 - \rho_s / \rho_a) \cdot 100\%, (4)$$

որտեղ՝

P -բետոնի ծակոտկենությունը, ρ_s - բետոնի իրական խտությունը, որն իրենից ներկայացնում է բետոնում

առկա կարծր մասնիկների խտությունը,

ρ_a - բետոնի միջին խտությունն է. բետոնի այն խտությունը, որն իրմեջ ներա-

ռում է ն'կարծր մասնիկների, և՛բետոնում առկա ծակոտիներին ծավալները:

Թույլ խտացված բետոնում, բացի բնական ծակոտիներից, առաջանում են նաև հավելյալ ծակոտիներ 0,1-2մմ տրամագծով, որոնք կազմում են բետոնի ծավալի 2-3%-ը, երբեմն՝ հասնում մինչև 5-6%:

Գործնական խնդիրների համար բավարար է ծակոտկենության մոտավոր գնահատականը, որը կարելի է ստանալ ըստ ջրացմեկնային հարաբերության և հիդրատացման աստիճանի: Վերջինս կարելի է որոշել՝ ելնելով գեմեկնաքարում ազատ CaO-ի քանակից:

Բետոնի սառնակայնությունը համար կարևոր դեր են խաղում նաև կոնտրակցիոն ծակոտիները, որոնք առաջանում են գեմեկնային հիդրատացման արդյունքում՝ ընդհանուր ծավալի փոքրացման պատճառով: Այս ծակոտիների չափերը տատանվում են 30-50 նմ սահմաններում: 100գ գեմեկնային հիդրատացիայից առաջանում են 7-9սմ³ կոնտրակցիոն ծակոտիներ:

2.2 Առավել նպատակահարմար ներթափանցող ջրամեկուսացման հիմնավորում

Ցանկացած բետոնյա կոնստրուկցիա ունի ծակոտկեն կառուցվածք, ինչպես նաև մանր ճաքեր, որոնց միջոցով ջուրը կարողանում է ներթափանցել բետոնի խորքը և վնասել այն: Ներկայումս

կիրառվող ջրամեկուսացման եղանակները հիմնականում ունեն երկարակետային խնդիր: Օրինակ, փաթեթային ջրամեկուսացումը ժամանակի ընթացքում շերտատվում է և կորցնում իր մեկուսիչ հատկությունները, իսկ այն եղանակները, որտեղ օգտագործվում են բիտումային խառնուրդներ, բավականին աշխատատար են, նրանց մոտ 90% անհրաժեշտ է կիրառել ու ցանաջ տաքացնել և արագ քսել, քան ի որ մի քանի րոպեի ընթացքում ամրանում են: Երկարատև ու սովորական խառնուրդ ունենեցող հետո Դանիայում ստեղծվեց խառնուրդ, որն ապահովում է բետոնի անջրաթափանցելիությունը՝ ներթափանցելով բետոնի խորքը [28,63]: Գնալով այս եղանակը և այն տարածում է ձեռք բերում ամբողջ աշխարհում: Հիմնականում այս տիպի ջրամեկուսացման համակարգերն իրենցից ներկայացնում են չոր խառնուրդ, որը բաղկացած է հատուկ ցեմենտից, կվարցային ավազից և քիմիապես ակտիվ հավելանյութերից (**Նկ.2.1**):



Նկ.2.1 Ներթափանցող ջրամեկուսացնող խառնուրդի օրինակ

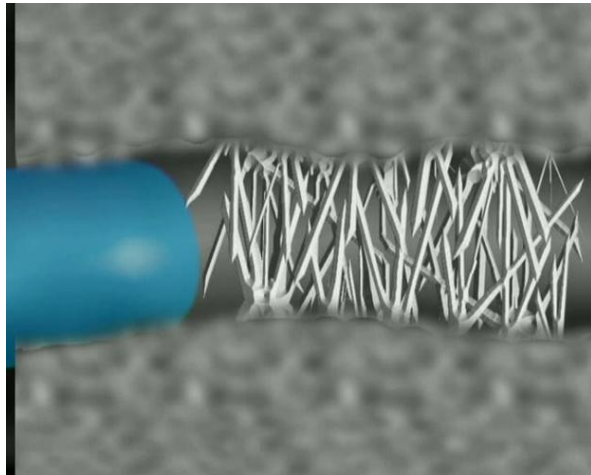
Խորը ներթափանցող ջրամեկուսացումն օգնում է և լուծել հիմնական խնդիրներին մեծ մասը, կարևորը

նյութի ընտրությունն է և մակերևույթի ճիշտ
 մշակումը: Բետոնի համար ներթափանցող
 ջրամեկուսացնող խառնուրդում հիմնականում
 օգտագործվում է միներալային կապակցանյութ և
 կվարցային ավազ՝ խոշորությունը 0,63մմ-ից փոքր:
 Կապակցանյութ և լցանյութի
 հարաբերակցությունը կազմում է 1: 1,5: Խառնուրդի
 պատրաստման համար օգտագործվող ջրի քանակը
 որոշվում է՝ ելնելով խառնուրդի
 շարժունակությունից, կախված կիրառման
 եղանակից: Քսելու եղանակով կիրառման դեպքում
 ջրացեմենտային հարաբերակցությունը
 հիմնականում կազմում է 0,45-0,5: Ներթափանցումն
 ապահովող հավելանյութերը կազմում են
 ընդհանուր կապակցանյութի 10%-ը: Օգտագործված
 նատրիումի աղերը (Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaNO_3 , Li_2SO_4) կիրառվել են
 տարբեր հարաբերակցություններով՝ ելնելով
 մագանոթային նվազագույն ջրակլանման պայմանից
 [21, 27]:

Ռուս գիտնականների կողմից ներթափանցող
 ջրամեկուսիչ ստանալու նպատակով կատարված
 բազմաթիվ փորձերի արդյունքում ստացվել է, որ
 խառնուրդում բնական ցեոլիտի օպտիմալ
 պարունակությունը պետք է կազմի 5,5-7,5%, իսկ
 պորտլանդցեմենտի կազմում շլակի առկայության
 դեպքում՝ 22-25%: Այս հարաբերակցությունների
 դեպքում ջրակլանումը կազմում է 0,11-0,12 կգ/մ²: Այս
 երկու տարրերի միջև ռեակցիայի շնորհիվ
 առաջանում են հիդրոկրիստալներ և
 հիդրոլյումինատներ, որոնք գործնականում չեն
 լուծվում ջրում: Այս բյուրեղները բետոնյա
 կառուցվածքի ներսում ստեղծում են ամուր
 պաշտպանություն՝ ամրացնելով բետոնի
 հյուսվածքները [61,82]:

Ներթափանցելով ծակոտիների մեջ՝ խառնուրդի մասնիկներն ավելացնում են բետոնում ձևավորվող հիդրատային ֆազաների քանակը՝ այդիսկ եղանակով խտացնելով բետոնը: Քիմիապես ակտիվ նյութերը ռեակցիայի մեջ են մտնում բետոնում պարունակվող ալյումինի, կալցիումի և տարբեր աղերի հետ՝ առաջացնում ավելի բարդ քիմիական միացություններ՝ աղեր, որոնք ջրի հետ միանալուց հետո ստեղծում են անլուծելի, քառօրյա տեղաբաշխված ասեղնաձև բյուրեղահիդրատներ (**ՆԿ. 2.2**): Այս կրիստալները փակում են ծակոտիները, մազանոթները և մինչև 0.4մմ լայնությամբ ճաքերը: Ընդ որում, կրիստալները դառնում են բետոնի բաղկացուցիչ մասը ոչ միայն բարձրացնելով բետոնի ջրադիմացկունությունը, այլ նաև բարելավելով մի շարք մեխանիկական հատկություններ: Այս տիպի նյութերի դրական առանձնահատկություններից մեկն այն է, որ կանխարգելում է ջրի ներթափանցումը ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական ճնշումների դեպքում [59,62]:

Քանի որ այս խառնուրդները ներծծվում են բետոնի մեջ, այն բավականին հարմար է թունելային երեսարկների համար, քանզի երեսարկի արտաքին մասից մոտեցման հնարավորություն չի լինում: Ջրամեկուսացման մնացած բոլոր եղանակներից հիմնական տարբերությունը կայանում է այս հատկության մեջ [11]:



Նկ.2.2 Ռեակցիաների արդյունքում առաջացած ասեղնաձև բյուրեղահիդրատներ

Ներթափանցող ջրամեկուսացման կիրառման առաջին քայլը հանդիսանում է ջրամեկուսացվող մակերևույթի մշակումը: Մշակումը կարող է իրականացվել կա՛մ մեխանիկական, կա՛մ էլ քիմիական եղանակով: Անկախ մշակման եղանակից՝ անհրաժեշտ է բետոնի մակերևույթը մաքրել նստվածքներից, յուղերից որոնք կարող են խոչընդոտել խառնուրդի ներթափանցմանը: Մեխանիկական մաքրման դեպքում կարելի է օգտագործել երկաթյա խոզանակ, որը կարելի է ամրացնել գայլիկոնի կամ այլ սարքավորման վրա՝ մաքրման գործընթացը հեշտացնելու համար: Ավելի հեշտեղանակ է բարձր ճնշման տակ ջրային շիթով մաքրումը, որը բավականին արագ և արդյունավետ կարող է մաքրել բետոնյա մակերևույթի մեծ ծավալներ: Այս եղանակի դեպքում անհրաժեշտ է խստորեն հետևել անվտանգության տեխնիկային՝ օգտագործելով հատուկ հանդերձանք և դիմակ: Քիմիական եղանակի դեպքում օգտագործվում են հատուկ քիմիական խառնուրդներ, որոնք քայքայում են բետոնի մակերևույթի անպետք մասերը՝ ապահովելով ջրամեկուսացնող նյութի անարգել ներթափանցումը: Այս բոլոր եղանակներից

ամենահեշտ, արդյունավետ և տնտեսապես շահավետ հանդիսանում է մեխանիկական մաքրումը: Քիմիական եղանակի դեպքում պետք է ձեռք բերել լուծույթներ, որոնք այնքան էլ էժան չեն [75]:

Երկրորդ կարևոր քայլը հանդիսանում է մշակվող մակերևույթի հագեցումը ջրով: Այս քայլը բավական կարևոր է, քանի որ բետոնի ջրահագեցվածությունից է կախված, թե ինչքան խորը կներծծվի ջրամեկուսիչ նյութը: Անհրաժեշտ է, որ մեկ մ² ներծծի 5 լիտրից ոչ պակաս ջուր: Այս գործընթացը պետք է անել մի քանի մոտեցումով, այսինքն խոնավացնել մակերևույթը, սպասել մինչև բետոնը կներծծի ջուրը և կրկնել այդ ամենը մի քանի անգամ:

Վերջնական փուլը խառնուրդի քսումն է ջրամեկուսացվող մակերևույթին: Խառնուրդը պատրաստելու ժամանակ պետք է հաշվի առնել այն փաստը, որ արդեն պատրաստի խառնուրդը կարելի է օգտագործել 30 րոպեի ընթացքում: Պատրաստի խառնուրդին, որը չի իրացվել, արգելվում է ավելացնել ջուր: Խառնուրդի պատրաստման օպտիմալ ջերմաստիճանը 20°C, ավելի ցածր ջերմաստիճանի դեպքում խառնուրդի ամրացման ժամանակը մեծանում է, իսկ բարձր ջերմաստիճանի դեպքում՝ հակառակը: Խառնուրդը պատրաստվում է շաղախին ջուր ավելացնելու միջոցով՝ մեկ կիլոգրամին 0,4 ջուր հաշվարկով: Ստացված խառնուրդն անհրաժեշտ է մեկից երկու րոպե խառնել ձեռքով՝ մինչև ստացվի համասեռ զանգված: Օգտագործման ընթացքում անհրաժեշտ է պարբերաբար խառնել, որպեսզի պահպանվի առաջնային վիճակը: Խառնուրդը բավականին զգայուն է ցածր ջերմաստիճանների նկատմամբ, քանզի այն բերում է բետոնի և ներթափանցող նյութի միջև տեղի ունեցող ռեակցիաների

դանդադեցման, կիրառման համար օդի օպտիմալ ջերմաստիճանը պետք է 5°C-ից բարձր լինի: Խառնուրդը կիրառվում է կա՛մ վրձիկով քսելով օգնություն, կա՛մ էլ փչելով եղանակով: Որակյալ ջրամեկուսացում ստանալու համար անհրաժեշտ է խառնուրդը քսել երկու շերտով: Բետոնի մակերևույթին քսվող խառնուրդի ընդհանուր հաստությունը պետք է կազմի 1.5-2մմ: Առաջին շերտը քսվում է խոնավ բետոնի վրա, կոշտ սպունգի կամ խոզանակի օգնությամբ: Երկրորդ շերտը պետք է քսել արդեն փոքր ինչ ամրացած և նախապես խոնավեցված առաջին շերտի վրա: Չոր շաղախի ծախսը կազմում է 0,8-1,1 կգ/մ²՝ կախված մակերևույթի խորդոլբորդոլթյունից: Եթե ամբողջ գործընթացը իրականացված է՝ պահպանելով տեխնոլոգիական բոլոր պահանջները, ապա բետոնը կարող է անջրաթափանց դառնալ մինչև 400մմ հաստությամբ: Բացի այդ, բարձրանում է նաև բետոնի սառցակայունությունը և ամրությունը [24,51,90]:

Ընդհանրապես, կախված առաջադրված խնդրից, նմանատիպ նյութերն ըստ նշանակության բաժանվում են մի քանի տեսակների, որոնցում տարբերվում են բաղկացուցիչ մասեր կազմող քիմիական և միներալային մասնիկների քանակությունը:

Ներթափանցող ջրամեկուսիչ նյութեր

Տեխնիկական տվյալներ	Պատրաստող կազմակերպությունը		
	ICS/Penatron International Ltd, ԱՄՆ	Vandex International Ltd, Շվեյցարիա	XYPEX CHEMICAL, Կանադա
	Տարբեր խնդիրներին համար առաջարկվող խառնուրդներ		
	Penatron, Peneplug, Penetron	Vandex Super, Vandex Plug,	Concentrate, Patch and Plug Ultra Plug
Խառնուրդի բաղադրությունը	Կոշտ բաղադրիչ :ջ ու ր 3:(1,5+2,0)	Կոշտ բաղադրիչ :ջ ու ր 2:0,8	Կոշտ բաղադրիչ :ջ ու ր (5:2 կամ 5:3)
1մ², կգ-ի համար ծախսը	1,35+1,62	0,75+1,5	1,45-1,60
Ճածկման հաստությունը, մմ	1,25+2,0	1,5+3,0	1,25
Քսելուլոզեղանակը	Վրձինով կամ փոշարարով		
Քիմիապես ազդեցիկ միջավայրին կատմամբ դիմացկունությունը	Ազդեցիկ գրունտային ջրերի, կարբոնատների, ,սուլֆատների, քլորիդների նկատմամբ	Ծովային ջրի և ազդեցիկ գրունտային ջրերի, որոշ քիմիական լուծույթների նկատմամբ	Ազդեցիկ գրունտային ջրերի, կարբոնատների, ,քլորիդների, սուլֆատների նկատմամբ
Ցրտադիմացկունություն	Բարձրացնում է 18%-ով	Բարձրացնում է	Բարձրացնում է
Ամրությունը	Բարձրացնում է 1-2%	Բարձրացնում է 1,5-2,5%-ով	Բարձրացնում է 1,5%-ով
Ներթափանցման խորությունը, (սմ)	40	Տվյալներ չկան	20-30

Ամրացման ժամկետները	30 րոպե	20 րոպե	25 րոպե
Կիրառման ջերմաստիճանը	5°C և ավելի	5°C և ավելի	5°C և ավելի

Քանի որ այս տիպի շրամեկուսացումը բավականին թանկ արժեք, ռուսական ընկերությունները մշակեցին իրենց ներթափանցող շրամեկուսացման նյութերը, որոնք հիմնական բաղադրիչներով համընկնում են, սակայն գնային առումով բավականին էժան են՝ համեմատ արևմտյան տարբերակների: Այժմ գոյություն ունեն մի քանի հիմնական ընկերություններ, որոնք զբաղվում են նմանատիպ նյութերի արտադրությունամբ: Փորձենք կատարել տեխնիկական տվյալների համեմատություն (Աղյուսակ 2.1):

Ներթափանցող շրամեկուսացման խառնուրդները հիմնականում մոխրագույն, չոր խառնուրդներ են, որոնք բաղկացած են պորտլանդցեմենտից, կվարցային ավազից և քիմիական հավելանյութերից [82]:

Այս նյութերի դրական կողմերն են

1. Տոքսիկ չեն և չեն առաջացնում ալերգիկ ռեակցիաներ:
2. Դիմանում են բավականին մեծ ճնշումների:
3. Ջրամեկուսացումը ապահովելու հետ համատեղ չեն խանգարում գազային մասնիկների տեղաշարժին:
4. Ավելացնում են բետոնի սառցակայունությունը և ամրությունը:
5. Կարելի է օգտագործել գրեթե բոլոր կլիմայական գոտիներում:

Դրական ազդեցության հետ համատեղ կարող են առաջ գալ խնդիրներ՝ նյութի սխալ կիրառման պատճառով, մասնավորապես, ոչ բավարար ներթափանցման: Անհրաժեշտ է նշել, որ այս տիպի շրամեկուսացումը չի կարելի օգտագործել W2 և ցածր շրաթափանցելիություն ունեցող բետոնների դեպքում, հին և արդեն քայքայված բետոնների դեպքում:

Խառնուրդի ներարկման դեպքում նույնպես ստացվում է բավական լավ արդյունք, սակայն ձեռքով ներարկելն անհնար է, դրա համար անհրաժեշտ են վերապատրաստված վարպետներ՝ հատուկ սարքավորումներով: Բացասական կողմերից է հանդիսանում նաև այս տիպի նյութերի գինը, սակայն հարկավոր է նշել, որ որակյալ ջրամեկուսացումն անխափան աշխատանքի և երկարակեցության գրավականն է: Ներթափանցող ջրամեկուսացումը չի ենթարկվում մեխանիկական մաշվածության, քանի որ ջրամեկուսիչ հատկությունամբ արդեն իսկ օժտված է բետոնը: Ջրամեկուսացման կյանքի տևողությունը հավասար է բետոնի տևողությանը, իսկ ջրամեկուսացման շնորհիվ բետոնի երկարակեցությունը մեծանում է: Ներթափանցող ջրամեկուսացման մեկ այլ հատկանշական առավելությունն է բետոնի ինքնավերականգնումը: Ծահագործման ընթացքում անխուսափելի են բետոնյա կոնստրուկցիայում մանր ճաքերի առաջացումը: Քիմիապես ակտիվ բաղադրիչների շնորհիվ մինչև 0.5մմ հաստությամբ ճաքերը կարող են լցվել ջրի և քիմիական նյութերի ռեակցիայից առաջացող բյուրեղներով:

Ներթափանցող ջրամեկուսացման կիրառությունը չի ազդում բետոնի հիմնական ֆիզիկական հատկությունների՝ շարժունակության, ամրացման ժամանակի և այլնի վրա:

2.3 Առաջարկվող ներթափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի համար որպես նուծիչ սիլիկատային հիմքով

հեղուկների համեմատությամբ

Ժամանակակից շինարարության մեջ լայն կիրառություն են գտել սիլիկատային (սիլիցիոնումային) հիմքով ջրամեկուսիչները:

Դրանք դիսպերսված նյութ են, որոնց բնորոշ է մշակվող մակերևույթի մեջ ներթափանցելը և այդ մակերևույթին ջրամերժ հատկություններ հաղորդելու ունակությունը: Սիլիկատային հիմքով ջրամեկուսիչները հիմնականում բաժանվում են երկու խմբի. ըստ ակտիվ նյութերի գտնվելու միջավայրի՝ ջրային հիմքով և այլ լուծիչի մեջ դիսպերսված [30,67,81]:

Քանի որ սիլիկատային հիմք ունեցող քիմիական միացությունները բավականին շատ են և բարդ, ծանոթանանք դրանց հիմնական մասին, որոնք առնչվում են շինարարության հետ, և ինչպես կարող են սիլիցիումի տարբեր միացությունները կիրառվել խառնուրդներում, որպեսզի կատարելագործեն շինարարական նյութերը:

Սիլան - Մոլեկուլ է, կազմված մեկ կենտրոնական սիլիցիումի ատոմից և նրան միացած ջրածնային չորս խմբերից ($\text{SiH}_2\text{n}+2$): Կարող է միացած լինել ցանկացած օրգանական կամ անօրգանական համադրության:

Սիլանների տարատեսակ են ալկոկսիլանները ալկիլային խմբերի հետ միացություններում իրենցից ներկայացնում են բետոնի համար արդյունավետ ջրամեկուսիչ [39,54]:

Սիլիկոն կամ Սիլօքսան - Օլիգոմեր կամ պոլիմերային միացություն է, որը կազմված է կրկնվող Si-O-ից: Լինելով կայուն ու լիտրամանուշակագույն ալիքների, տաքության և թթվայնացուցիչների նկատմամբ:

Սիլօքսանները հեղուկներ են օրգանական սիլիցիումի պոլիմերներից, որոնք ունեն ցածր մածուցիկություն: Սիլօքսանի

մածուցիկությունը մեծանում է պոլիմերի մոլեկուլային զանգվածի մեծացման հետ գույնի փոփոխում:

ՍԻԼԻԿՈՆԱՅԻՆ ԷՄՈԼԼՍԻԱ - Որպես կանոն սիլիկոնային պոլիմերն օգտագործվում է էմոլլսիայի տեսքով՝ ջրային հիմքով: Տվյալ էմոլլսիաները կարող են պարունակել մի քանի բաղադրիչներ:

Էմոլլսիայի տեսնունդիան թույլ է տալիս օգտագործել ջրային հիմքով խառնուրդներ տարբեր տիպի բաղադրիչներով, որոնց կիրառման համար անհրաժեշտ կլինեին լուծիչներ, քանզի բարձր խտությամբ պատճառով կունենան ցածր արդյունավետություն [93]:

ՍԻԼԻԿՈՆԱՅԻՆ ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐ - Մի քանի բաղադրիչների խառնուրդ է, որը նախատեսված է կոնկրետ նպատակի համար: Առավելությունն այն է, որ որպես հիմք օգտագործվում է մի քանի բաղադրիչներից խառնուրդ, այսինքն ստացված նյութը պարունակում է մեկ տիպից ավել բաղադրիչ: Օրինակ, քիմիապես ակտիվ և ներթափանցման հատկություն ունեցող սիլանը կարող է միացված լինել շարժուն և ջրամերժ սիլօքսանի հետ: Խառնուրդները կարող են պատրաստվել ինչպես ջրի կամ այլ լուծիչի հիման վրա, այնպես էլ կարող են հանդես գալ փոշու տեսքով [30]:

Սիլիցիումի օրգանական միացությունները լայնորեն կիրառվում են շինարարությունում՝ բետոնին տալով ջրամեկուսիչ, սառցադիմացկուն և կոռոզիայի նկատմամբ կայունացնող հատկություններ, ինչպես նաև բետոնային խառնուրդի համար որպես պլաստիֆիկատոր: Այսպիսի նպատակների համար օգտագործվում են պոլիօրգանոսիլիկատներ՝ հեղուկներ, հիմնային մետաղների ալկիլսիլիկատներ, խեժեր և այլն: Այս նյութերը երկարացնում են շինարարական նյութերի երկարակեցությունը, իջեցնում են շահագործման ծախսերը:

Սիլիցիոնումի օրգանական միացությունները ուղեկցվում են ինչպես տեխնիկական, այնպես էլ տնտեսական արդյունավետությամբ, ինչը հանգեցնում է շինարարական ոլորտում իրացման ծավալի մեծացմանը: 1967 թ. շինարարությունում օգտագործվում էր արտադրվող սիլիցիոնումի օրգանական միացությունների ընդամենը 10%-ը, 1970թ. այդ թիվը հասավ 25%-ի, իսկ 1975-ին կազմեց 35% [74]:

Արտաքին միջավայրի ազդեցիվ ազդեցության տակ ժամանակի ընթացքում բետոնի տեխնիկական բնութագիրը փոխվում է դեպի վատը: Բետոնի կայունությունը ազդեցիվ միջավայրի նկատմամբ կարելի է բարձրացել տարատեսակ հավելանյութերի կիրառմամբ: Ժամանակակից շինարարության մեջ բետոնի արտադրության ժամանակ ավելացվում են նյութեր, որոնք բարձրացնում են բետոնի կայունությունը տարբեր գործոնների նկատմամբ: Դրանցից կարելի է նշել պլաստիֆիկացնող և գազագոյացնող նյութերը, որոնք իջեցնում են խառնուրդի ջրապահանջը, ինչպես նաև ստեղծվում է ծակոտիների փակ համակարգ, որը բարձրացնում է բետոնի անջրաթափանցելիությունը: Առավել արդյունավետ ջրամերժ, գազագոյացնող և պլաստիֆիկացնող հավելանյութերից են սիլիցիոնումի օրգանական միացությունները: Բետոնի արտադրություն տեխնոլոգիայում դրանց արդյունավետությունը հիմնված է ցեմենտային շաղախի մեջ հայտնվելուց հետո տեղի ունեցող քիմիական գործընթացների վրա: Սիլիցիոնումի օրգանական և ոչ օրգանական միացությունների համադրության ժամանակ ոչ օրգանական միացությունների ակտիվ խմբերը փոխազդում են սիլոկսանների ակտիվ ֆունկցիոնալ խմբերի հետ: Բետոնում այսպիսի փոխազդեցություն տեղի է

ն ւ ն ե ն ու մ ց ե մ ե ն տի հ ի դ ը ր ա տ ա գ մ ա ն ժ ա մ ա ն ա կ ՝
կ ալ ց ի ու մ ի օ ք ս ի դ ի հ ի դ ը ր ա տ ի առ ա ջ ա գ մ ա մ ք [30, 76]:

Ս ի լ ի ց ի ու մ ի օ ր գ ա ն ա կ ա ն մ ի ա գ ու թ յ ու ն ն եր ը ,
Ֆ ի ք ս վ ե լ ո վ ն յ ու թ ի մ ա կ եր ն ու յ թ ի ն ,
հ ի դ ը ր ո Ֆ ո ք ի գ ա գ ն ու մ ե ն ծ ա կ ո տ ի ն եր ի և
մ ա գ ա ն ո թ ն եր ի պ ա տ եր ը : Ա յ ս հ ա ն գ ա մ ա ն ք ը
դ ը ր ա կ ա ն ո ը ե ն է ա գ դ ու մ ք ե տ ո ն ի
ս առ ց ա կ ա յ ու ն ու թ յ ա ն վ ը ա , ք ա ն գ ի ս առ ու յ ց ի և
աղ եր ի ք յ ու ը ը ն եր ի ա դ հ ե գ ի ա ն ծ ա կ ո տ ի ն եր ի
ջ ը ա մ եր ժ մ ա կ եր ն ու յ թ ի վ ը ա ն վ ա գ ու մ է : Ջ ը ա ծ ն ի
առ ա ջ ա գ ու մ ն ու ղ ե կ ց վ ու մ է փ ա կ ծ ա կ ո տ ի ն եր ի
ս տ ե ղ ծ մ ա մ ք , ա յ ս գ ո ը ծ ը ն թ ա գ ի ճ ի շ տ կ առ ա վ ա ը մ ա ն
դ ե պ ք ու մ կ ա ը ե լ ի է ս տ ա ն ալ ք ե տ ո ն ի մ ա ն ը
ծ ա կ ո տ ի ն եր ո վ հ ա գ ե գ ա ծ կ առ ու ց վ ա ծ ք , ի ն չ ը
դ ը ր ա կ ա ն ո ը ե ն է ա գ դ ու մ ք ե տ ո ն ի եր կ ա ը ա կ ե ց ու թ յ ո ն
վ ը ա :

Ո ը պ ե ս ք ե տ ո ն ի ս առ ց ա կ ա յ ու ն ու թ յ ա ն
չ ա փ ո ը ը շ ի չ ը ն դ ու ն վ ու մ է ս առ ե գ մ ա ն և հ ալ ե գ մ ա ն
ց ի կ լ եր ի ք ա ն ա կ ը , ո ը ի ա ը դ յ ու ն ք ու մ ճ կ ու ն ու թ յ ա ն
դ ի ն ա մ ի կ ա կ ա ն մ ո դ ու լ ը ն վ ա գ ու մ է մ ո տ 25%-ո վ :
Ի ն չ ք ա ն շ ա տ ց ի կ լ եր ի է դ ի մ ա ն ու մ ք ե տ ո ն ը , ա յ ն ք ա ն
ա վ ե լ ի ս առ ց ա կ ա յ ու ն է հ ա մ ա ը վ ու մ : Ս ի լ ի ց ի ու մ ի
օ ր գ ա ն ա կ ա ն հ ե ղ ու կ ն եր ի (ս ի լ ո կ ս ա ն ի պ ո լ ի հ ի դ ը ր ա տ
կ ա մ ն ա տ ը ի ու մ ի ս ի լ ի կ ո ն ա տ) կ ի ը առ մ ա մ ք հ ն ա ը ա վ ո ը
է գ գ ալ ի ո ը ե ն ք ա ը ձ ը ա գ ն ե լ ք ե տ ո ն ի
ս առ ց ա կ ա յ ու ն ու թ յ ու ն ը :

Ք ե տ ո ն ի ջ ը ա- և ս առ ց ա կ ա յ ու ն ու թ յ ա ն
ք ա ը ձ ը ա գ մ ա ն հ ա մ ա ը խ առ ն ու ը ը դ ու մ ա վ ե լ ա գ ն ու մ ե ն
ս ի լ ի ց ի ու մ ի օ ր գ ա ն ա կ ա ն մ ի ա գ ու թ յ ու ն ն եր , ո ը ո ն ք
ս ի լ ի ց ի ու մ ի ա տ ո մ ի հ ե տ ա կ տ ի վ ջ ը ա ծ ի ն ե ն
պ ա ը ու ն ա կ ու մ : Պ ո լ ի մ եր ն ա վ ե լ ա գ ն ու մ ե ն
է մ ու լ ս ի ա յ ի , փ ո շ ու կ ա մ ս ու ս պ ե ն գ ի ա յ ի տ ե ս ք ո վ :
Փ ո շ ու կ ա մ պ ո լ ի մ եր ի ս ու ս պ ե ն գ ի ա յ ի կ ի ը առ ու մ ը
դ ա ն դ աղ ե ց ն ու մ է ք ե տ ո ն ի ա մ ը ա գ մ ա ն ժ ա մ ա ն ա կ ը ,
ա մ ը ա գ մ ա ն դ ա ն դ աղ ե ց մ ա ն է ք ե ը ու մ ն ա ն

պուլիմերների մեծ քանակի օգտագործումը, որի պատճառով բետոնը իր ամբողջական ամրությունը ձեռք է բերում 6-9 ամիսների ընթացքում: Այս տղանակով ստացված բետոնները աչքի են ընկնում իրենց բարձր անջրաթափանցելիությամբ, թթուների, հիմքերի և սուլֆատների հանդեպ կայունությամբ:

Բետոնի երկարակեցությունն ապահովվում է նրա բաղադրության մեջ մտնող պուլիմերների համակարգ ազդեցությամբ: *Առաջինը* բետոնի մանր ծակոտկեն կառուցվածքի ստեղծմամբ Si-H-ից ջրածնի անջատումն է և նատրիումի ալյումոսիլիկատների ու սիլիկոնատների օգտագործման դեպքում ռեակցիայի մեջ օդի ներգրավումը: *Երկրորդը* ծակոտիների և մազանոթների պատերին պուլիօրգանական սիլիկատների ադսորբցիան է, որը բետոնին տալիս է անջրաթափանց հատկություն:

Ջրամեկուսիչ հատկություններով են օժտված նաև սիլան/սիլօքսանային էմուլսիաները, որոնք իրենցից ներկայացնում են առաջին սերի էմուլսիա: Էմուլսիայի հիմքն իրենից ներկայացնում է պուլիօրգանոսիլօքսանների և սիլանի խառնուրդ, իսկ որպես էմուլգատոր օգտագործվել են ոչ իոնազեն, մակերևութային ակտիվ նյութեր: Տվյալ էմուլսիաները նախատեսված են ինչպես նոր պատրաստվող բետոնի անջրաթափանցելիության ապահովման նպատակով՝ խառնուրդում օգտագործվող ջրի մեջ ավելացնելով էմուլսիան, այնպես էլ բետոնի արտաքին մակերևույթի հիդրոֆոբիզացման համար:

Կիրառումից առաջ խորհուրդ է տրվում խառնել, քանզի հնարավոր է էմուլսիայի բաղադրիչների շերտավորում [25,27]:

Բետոնի պատրաստման ընթացքում ջրի հետ խառնելու տոկոսային հարաբերակցությունը կազմում է 0,3%-ից մինչև 2%՝ կախված օգտագործվող

ցեմենտի քաշից: Մակերևույթային պաշտպանության համար, կախված ծակոտկենության չափից, խորհուրդ է տրվում էմուլսիան խառնել 1: 2-ից մինչև 1: 9 հարաբերության մեջ: Թարմ բետոնի համար խորհուրդ է տրվում մշակումն իրականացնել բետոնի պատրաստումից 42 ամիս հետո: Բետոնի պատրաստման ընթացքում էմուլսիայի կիրառումը նվազեցնում է կոնստրուկցիայի ջրակլանումը 2-5 անգամ և զգալիորեն բարձրանում է սառցակայունությունը:

Մշակումից առաջ անհրաժեշտ է կոնստրուկցիայի մակերևույթը մաքրել փոշուց, աղտոտվածություններից և յուղային հետքերից: Խառնուրդը քսվում է վրձինով կամ ճնշման տակ փչելով, մի քանի շերտով, հաջորդ շերտը քսում են նախորդի չորանալուց առաջ, նվազագույնը 100գ/մ² ծախսով: Ջրամերժ հատկությունների վերջնական ձևավորումը տեղի է ունենում մակերևույթի մշակումից 7-14 օրվա ընթացքում՝ կախված մշակվող մակերևույթից և չորացման պայմաններից [43]:

Փորձերը կատարվել են փոշենման խառնուրդների և օրգանական սիլիցիումային էմուլսիայի արդյունավետության նկատմամբ համեմատելու համար:

Փորձի ընթացքում փոշենման խառնուրդն ավելացվել է ցեմենտին, որից հետո ավելացվել է ջուրը, մանրակրկիտ խառնվել և պատրաստվել են խորանադներ: Էմուլսիաները խառնվել են ջրի հետ, որի օգտագործմամբ ևս պատրաստվել է բետոնային խառնուրդ [13]: Խորանադները պատրաստելուց 28 օր հետո փորձարկվել են՝ ջրակլանման մակարդակի ստուգման նպատակով: Ջրակլանումը որոշվել է կշռելու միջոցով՝ խորանադները 24 ժամ ջրի մեջ պահելուց հետո: Ստացված արդյունքները բերված են աղյուսակ 2.2-ում:

**Ջրամեկուսիչից կախված փորձանմուշի
չրակլանումը**

No№	Հիդրոֆոբիզատորի բաղադրությունը	Յ/Ց*, %	ՉԿ, %
1.	Օրգանական սիլիցիոնումի	0,5	4,9
	փոշենման	2,0	1,4
	հիդրոֆոբիզատոր	2,0	1,0
2.	Ջրային հիմքով օրգանական սիլիցիոնումի 60%-անոց էմուլզատորով էմուլսիա	1,67	5,9
3.	Պոլիօրգանոսիլօքսաններ	1,67	1,1
	րիևսիլանային էմուլսիա	1,67	1,1
4.	Առանց հիդրոֆոբիզատորի	---	7,5 8,0

* - էմուլսիայի կամ փոշենման հիդրոֆոբիզատորի և
ցեմենտի հարաբերակցությունը՝ Յ/Ց

Ստացված արդյունքներից երևում է, որ
պոլիօրգանոսիլօքսանների և սիլանային
էմուլսիան ունի ավելի բարձր
արդյունավետություն՝ համեմատած փոշենման
խառնուրդների հետ [78]:

Փորձարկումների համար նախատեսված բետոնի
կազմը ներկայացված է աղյուսակ 2.3-ում

Փորձանմուշների բաղադրիչների կազմը

Բաղադրիչ	Մակնիշ	Քանակ	Նշումներ
----------	--------	-------	----------

Ավազ	0-4մ մ	829 կ գ /մ ³	-
Լ ց ա ն յ ու թ	4-8մ մ	368 կ գ /մ ³	-
Լ ց ա ն յ ու թ	8-16մ մ	645 կ գ /մ ³	-
Պոքտլ անդգեմ ենտ	CEM1	350 կ գ /մ ³	-
Ջ ու ը	-	175 կ գ /մ ³	-
Սիլիկոնային էմուլսիա	-	10,5	3% ցեմենտի քաշից, 0,44% բետոնի քաշից

Թարմ բետոնի հատկությունները գետեղված են աղյուսակ 2.4-ում:

Աղյուսակ 2.4

**Էմուլսիայի հավելումով և սովորական բետոնի
մեխանիկական հատկությունները**

Նմուշ	Նստվածք, սմ	Օդի պարունակու թյուն, %	Խտություն լն, կգ/մ ³
Էմուլսիայի հավելումով բետոն	39,5	2,8	2373
Սովորական բետոն	36	3,2	2383

Էմուլսիայի հավելումով և առանց
հավելումների բետոնների ջրակլանման
գործակիցները բերված են աղյուսակ 2.5-ում:

Աղյուսակ 2.5

**Էմուլսիայի հավելումով և սովորական բետոնի
ջրակլանման գործակիցը**

Նմուշ	Ջրակլանման գործակից, %
Էմուլսիայի հավելումով բետոն	0,084
Սովորական բետոն	1,31

Կատարվել են փորձեր բետոնային խառնուրդի մեջ սիլիկոնային էմուլսիայի տարբեր հարաբերությունների օգտագործմամբ: Ստացված բետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները ներկայացված են աղյուսակ 2.6-ում:

Իրականացված փորձերից երևում է, որ սիլիկոնային էմուլսիաները բարձրացնում են անջրաթափանցելիությունը երկու մակնիշով, իսկ ջրակլանումը նվազեցնում 1,4-1,8անգամ [93]:

Կատարվել են մակերևութային ջրամեկուսացման փորձարկումներ: Փորձերի նպատակը կայանում է բետոնյա կոնստրուկցիայի ջրամեկուսացման համար լավագույն տարբերակի որոշման մեջ: Փորձերը կատարվել են 100x100x100մմ չափերով և 2,3կգ քաշով բետոնե խորանարդի վրա: Օգտագործվել են 35%-անոց սիլիկոնային էմուլսիա, սիլան/սիլոքսանային էմուլսիա ջրային հիմքով, 60%-անոց սիլոքսանային էմուլսիա ջրային հիմքով, 60%-անոց հիդրօքսիլօքսանային էմուլսիա, 50%-անոց կալիումի մեթիլսիլիկոնատի ջրային խառնուրդ [116]:

**Սիլիկոնային էմուլսիայի հավելմամբ ստացված բետոնի
ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները**

Բետոնի բնութագիրը	Արդյունքների միջին արժեքը	Ստացված արդյունքների համապատասխանությունը
1	2	3
1. Սեղմման ամրություն, ՄՊա Ստուգողական նմուշները - 30 ր ամրացման - 70 ր ամրացման - 280 ր ամրացման	25,0 36,6 43,4	B30
0,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով - 30 ր ամրացման - 70 ր ամրացման - 280 ր ամրացման	25,0 35,0 39,3	B30
1,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով - 30 ր ամրացման - 70 ր ամրացման - 280 ր ամրացման	23,7 33,5 39,4	B30
2. Ջրակլանում, % Ստուգողական նմուշները	7,0	
0,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով	5,0	
1,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով	3,8	
3. Անջրաթափանցելիություն, ՄՊա Ստուգողական նմուշները	0,4	W4
0,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով	0,8	W8
1,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով	1,2	W12

Աղյուսակ 2.6 (շարունակություն)

1	2	3
4. Սառցակայ ու նոթյ ու ն, սառեցման և հալեցման ցիկլ էրիքանակ		
- Ստուգողական նմուշ	36,7	F250
- 250 ցիկլ ից հետո	35,1	
- Փորձարկումից հետո ամրություն նվազում,	4,4	
%		
0,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով	36,6	F250
- Ստուգողական նմուշ	35,1	
- 250 ցիկլ ից հետո	4,1	
- Փորձարկումից հետո ամրություն նվազում,		
%		
1,5% սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով	36,3	F250
- Ստուգողական նմուշ	35,7	
- 250 ցիկլ ից հետո	1,7	
- Փորձարկումից հետո ամրություն նվազում,		
%		

1 Փորձարկվող խառնուրդները քսվել են 2-3 շերտ՝
 2 յուրաքանչյուր շերտը դեռ չչորացած նախորդ շերտի
 3 վրա: Իմանալով փորձանմուշների պարամետրերը՝
 4 խառնուրդները քսելուց հետո որոշվել է ծախսը
 5 (գ/մ²):

6 Ջրակլանման տոկոսային արժեքը որոշվել է
 7 փորձանմուշի 24 ժամ ջրի տակ գտնվելուց հետո
 8 կշռման օգնությամբ, իսկ գանգվածային արժեքը՝
 9 Կարստենի փորձասարքի օգնությամբ [43]:

10 Բետոնյա խորանարդների ջրակլանման
 11 արժեքները ներկայացված են աղյուսակ 2.7-ում:

Աղյուսակ 2.7

**Բետոնե փորձանմուշների ջրակլանման արժեքները
 տարբերակի
 ջրամեկուսիչների կիրառման դեպքում**

Ջրամեկուսիչ	Ջրակլանում, %
50%-անոց կալիումի մեթիլսիլիկոնատի խառնուրդ՝ լուծված ջրում 1:20 հարաբերությամբ	0,56
60%-անոց հիդրօքսիլօքսանային էմուլսիա	0,82
60%-անոց հիդրօքսիլօքսանային էմուլսիա՝ 9% օգտագործվող ջրի ծավալից	0,97
60%-անոց սիլօքսանային էմուլսիա՝ 9% օգտագործվող ջրի ծավալից	1,60
Չմշակված	1,50

16
 17 Սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի
 18 արդյունավետությունը ստուգելու համար
 19 կատարվել է փորձ, որտեղ որպես փորձանմուշ
 20 օգտագործվել են 200x200x200մմ չափերով չորս
 21 խորանարդ, որոնց մակերևույթները նախապես
 22 մաքրվել են մոտ 2մմ խորությամբ, և մաքրելուց հետո

1 կշռվել : Փորձանմուշներինց երեքում
 2 օգտագործվել են սիլան/սիլօքսանային
 3 էմուլսիայի տարբեր քանակությոններ, իսկ մեկը
 4 պատրաստվել է առանց էմուլսիայի հավելման :
 5 Ստուգվել է այդ խորանարդերի ջրակլանումը :
 6 Ստացված արդյունքները ներկայացված են
 7 աղյուսակ 2.8-ում :

8
 9
 10
 11
 12
 13
 14

Աղյուսակ 2.8

**Ջրակլանման արժեքների փոփոխությունները
 սիլան/սիլօքսանային
 էմուլսիայի տարբեր քանակական արժեքների
 դեպքում**

Նմուշ	Ջրակլանում, գ/մ ²	Ջրակլանում, %	Ջրակլանում Կարստենի սարքով, մլ
Առանց էմուլսիայի հավելման	917	1.17	1.4
էմուլսիայի հավելմամբ՝ ցեմենտի 0.5% քաշի չափով	583	0.84	1.0
էմուլսիայի հավելմամբ՝ ցեմենտի 1% քաշի չափով	333	0.43	0.4
էմուլսիայի հավելմամբ՝ ցեմենտի 1.5% քաշի չափով	305	0.33	0.35

15

1 Ստացված արդյունքներից երևում է, որ
2 սիլիկոնային էմուլսիայի հավելումով բետոնի
3 ջրակլանումը նվազում է մինչև 4անգամ:

4 Փորձերի և տեսական վերլուծությունների
5 արդյունքում երևում է, որ ինչպես բետոնի
6 պատրաստման, այնպես էլ պատրաստի բետոնի համար
7 սիլիկոնային խառնուրդները և էմուլսիաները
8 հանդես են գալիս որպես լավ ջրամեկուսիչներ:
9 Քիմիապես ակտիվ կոմպոնենտների մեծ
10 պարունակությունը հնարավորություն է տալիս
11 խառնուրդը պատրաստել անհրաժեշտ
12 հարաբերակցությամբ: Բացասական կողմերից է նրա
13 ցածր երկարակեցությունը որը կազմում է 5-10տարի և
14 հոսքային ջրերի առկայություն դեպքում հնարավոր
15 է ջրամեկուսիչ հատկությունների կորուստ:

16

17

18 **2.4.Երկրորդ գլխի եզրակացություններ**

19 Բետոնի կառուցվածքային
20 առանձնահատկությունների, չոր ներթափանցող,
21 ինչպես նաև սիլիկատային հիմքով հեղուկ
22 ջրամեկուսիչների ուսումնասիրությունները
23 թույլ են տալիս եզրակացնել .

24 ➤ Բետոնի ջրաթափանցելիությունը
25 հիմնականում կախված է դրա
26 ծակոտկենությունից, ինչպես նաև
27 կապակցանյութի և լցանյութերի
28 հատկություններից: Ծակոտկենության
29 կարգավորման շնորհիվ հնարավոր է նախագծել
30 առավել անջրաթափանց բետոններ, ինչպես նաև
31 արդեն քայքայված բետոնի ծակոտիների
32 ջրամեկուսիչ նյութով լցնելու շնորհիվ
33 հնարավոր է դառնում վերականգնել բետոնի
34 անջրաթափանցելիությունը:

1 ➤ Ն ե թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ը ամ Ե կ ո ւ ս ա ց ո ւ մ ը , ո ը ն
 2 ի թ ա կ ա ն ց վ ո ւ մ Է հ ի մ ն ա կ ա ն ո ւ մ չ ո թ
 3 խ առ ն ո ւ թ դ ն ե թ ո վ , և ո թ ը ք աղ կ ա ց ա ծ Է
 4 պ ո թ տ լ ա ն դ ց ե մ Ե ն տ ի ց , կ վ ա թ ց ա յ ի ն ա վ ա զ ի ց և
 5 ք ի մ ի ա կ ա ն ա կ տ ի վ ք աղ ա դ թ ի չ ն ե թ ի ց ,
 6 հ ն ա թ ա վ ո թ ո ւ թ յ ո ւ ն Է տ ա լ ի ս վ ն ա ս վ ա ծ
 7 մ ա կ ե թ ո ւ ո ւ յ թ ի ն կ ա մ վ ն ա ս վ ա ծ ք ե տ ո ն ի զ ա ն զ վ ա ծ
 8 ն ե թ մ ղ Ե լ ո ւ շ ն ո թ հ ի վ վ ե թ ա կ ա ն գ ն Ե լ
 9 ա ն ջ թ ա փ ա ն ց Ե լ ի ո ւ թ յ ո ւ ն ը :
 10 Ջ ը ամ Ե կ ո ւ ս ա ց մ ա ն կ յ ա ն ք ի տ ն ո ղ ո ւ թ յ ո ւ ն ը
 11 հ ա վ ա ս ա թ Է ք ե տ ո ն ի շ ա հ ա զ ո թ ծ մ ա ն տ ն ո ղ ո ւ թ յ ա ն ը ,
 12 ի ս կ ջ ը ամ Ե կ ո ւ ս ա ց մ ա ն շ ն ո թ հ ի վ ք ե տ ո ն ի
 13 ե թ կ ա թ ա կ ե ց ո ւ թ յ ո ւ ն ը մ Ե ծ ա ն ո ւ մ Է :
 14 ➤ Մ Ե կ ա յ լ ջ ը ամ Ե կ ո ւ ս ա ց մ ա ն տ ա թ ք ե թ ա կ Է
 15 ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն հ ի մ ք ո վ հ ե ղ ո ւ կ ն ե թ ի կ ի թ առ ո ւ մ ը ,
 16 ո թ ո ն ց փ ո թ ձ ե թ ի և տ Ե ս ա կ ա ն
 17 վ ե թ լ ո ւ ծ ո ւ թ յ ո ւ ն ն ե թ ի ա թ դ յ ո ւ ն ք ո ւ մ ե թ ո ւ մ Է ,
 18 ո թ ի ն չ պ Ե ս ք ե տ ո ն ի պ ա տ թ ա ս տ մ ա ն ա յ ն պ Ե ս Է լ
 19 պ ա տ թ ա ս տ ի ք ե տ ո ն ի հ ա մ ա թ ս ի լ ի կ ո ն ա յ ի ն
 20 խ առ ն ո ւ թ դ ն ե թ ը և Է մ ո ւ լ ս ի ա ն ե թ ը հ ա ն դ Ե ս Ե ն
 21 գ ա լ ի ս ո թ պ Ե ս լ ա վ ջ ը ամ Ե կ ո ւ ս ի չ ն ե թ : ք ի մ ի ա պ Ե ս
 22 ա կ տ ի վ կ ո մ պ ո ն Ե ն տ ն ե թ ի մ Ե ծ
 23 պ ա թ ո ւ ն ա կ ո ւ թ յ ո ւ ն ը հ ն ա թ ա վ ո թ ո ւ թ յ ո ւ ն Է
 24 տ ա լ ի ս խ առ ն ո ւ թ դ ը պ ա տ թ ա ս տ Ե լ ա ն հ թ ա ժ Ե շ տ
 25 հ ա թ ա ք ե թ ա կ ց ո ւ թ յ ա մ ք և հ ա ն դ Ե ս գ ա լ ո թ պ Ե ս
 26 լ ո ւ ծ ի չ ` առ ա վ Ե լ ջ թ ա ն փ ա ն ց ք ե տ ո ն ն ե թ
 27 ն ա խ ա գ ծ Ե լ ո ւ ը ն փ ա ց ք ո ւ մ :

28
 29
 30
 31

Գ Լ Ո Ւ Խ 3.

**Ն Ե Ր Թ Ա Փ Ա Ց Ո Ղ Ջ Ր Ա Մ Ե Կ Ո Ւ Ս Ա Ց Մ Ա Ն Է Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն Ը
 Ե Վ Տ Ե Ղ Ա Կ Ա Ն Ն Յ Ո Ւ Թ Ե Ր Ո Վ Պ Ա Տ Ր Ա Ս Տ Վ Ա Յ**

1 **ԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ՎՐԱՈՒՆԵՑԱՃԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ**
2 **ԳՆԱՅԱՏՈՒՄԸ**

3
4 **3.1 Ներթափանցող ջրամեկուսիչ նյութի**
5 **կատարելագործմանը**
6 **միտված ուսումնասիրություններ**

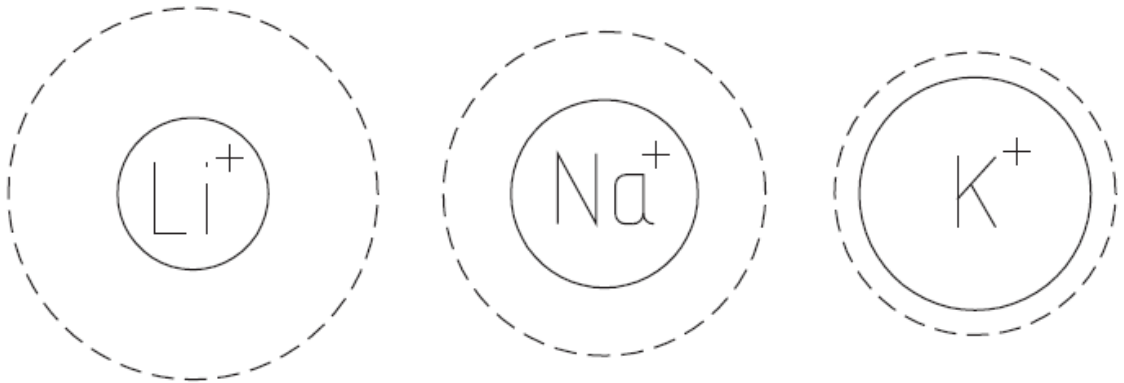
7 Տեխնոլոգիաները և քիմիական
8 արտադրությունները այնպես են զարգանում, որ
9 ներկայումս գոյություն ունեն նյութեր, որոնք
10 կարողանում են ներթափանցել բետոնի խորքը՝
11 փակելով առկա խոռոչները, ձևավորելով
12 բյուրեղներ՝ նպաստելով բետոնի
13 անջրաթափանցելությունը: Խոնավ բետոնի
14 մակերևույթին քսելով ներթափանցող
15 ջրամեկուսիչը՝ առաջանում է քիմիական բարձր
16 պոտենցիալ, մինչդեռ բետոնի ներսում քիմիական
17 պոտենցիալը մնում է ցածր: Այդ տարբեր
18 պոտենցիալների պատճառով առաջանում է օսմոտիկ
19 ճնշում, որը փորձում է հավասարեցնել այդ
20 պոտենցիալները: Օսմոտիկ ճնշման օգնությամբ
21 քիմիապես ակտիվ տարրերը ներթափանցում են
22 բետոնի խորքը: Ինչքան բարձր է բետոնում առկա
23 խոնավությունը, այնքան արդյունավետ է լինում
24 ակտիվ բաղադրիչների տեղափոխումը բետոնի
25 խորքը: Ակտիվ քիմիական տարրերը լուծվում են
26 ջրում և ռեակցիայի մեջ են մտնում ալյումինի և
27 կալցիումի իոնների, բետոնում առկա մետաղային
28 աղերի և օքսիդների հետ: Այս ռեակցիաների
29 արդյունքում առաջանում են ավելի բարդ աղեր,
30 որոնք հետագայում, հանդիպելով ջրի, առաջացնում
31 են չլուծվող բյուրեղահիդրատներ: Այս
32 բյուրեղները փակում են ծակոտիները,
33 մազանոթները և 0,4 մմ լայնությամբ ճաքերը: Ընդ
34 որում, բյուրեղները դառնում են բետոնի

1 բաղկացուցիչ մասը՝ ոչ միայն բարձրացնելով
2 բետոնի ջրադիմացկունությունը, այլ նաև
3 բարելավելով մեխանիկական մի շարք
4 հատկություններ: Բյուրեղներով լցված
5 ծակոտիները խոչընդոտում են ջրի ֆիլտրացիան
6 նույնիսկ բարձր հիդրոստատիկ ճնշման դեպքում:
7 Միևնույն ժամանակ բետոնը չի կորցնում իր
8 գազաթափանցելիության ունակությունը:
9 Քիմիապես ակտիվ բաղադրիչների ներթափանցման
10 խորությունը, ինչպես նաև բյուրեղների
11 ձևավորման արագությունը կախված են բազմաթիվ
12 գործոններից, մասնավորապես, բետոնի
13 խտությունից, ծակոտկենությունից, շրջակա
14 միջավայրի խոնավությունից և շերմաստիճանից:
15 Ջրի հայտնվելու հետվերսկսվում է բյուրեղների
16 ձևավորման գործընթացը, իսկ ջրի վերացմանը
17 գուցենթաց՝ դադարում է, այսինքն այդ նյութով
18 մշակվելուց հետո բետոնը ինքնավերականգնման
19 ունակություն է ձեռք բերում: Այս տիպի
20 ջրամեկուսացման երկարակեցությունը հավասար է
21 բետոնի երկարակեցությանը, քանզի ջրամեկուսիչ
22 հատկություններով է ապահովում բետոնին առանց
23 հավելյալ շերտերի:

24 Բազմաթիվ հեղինակների [17, 19, 22, 41, 47, 60]
25 աշխատանքներում նշվում է, որ նյութի
26 մեխանիկական բնութագրերը և կառուցվածքը
27 կարելի է կառավարել միայն պատկերացում
28 ունենալով ժամանակակից կազմագոյացման
29 գործընթացների և ֆիզիկաքիմիական գործոնների
30 համատեղ աշխատանքի, ինչպես նաև մեխանիկական
31 ազդեցությունների մասին, որոնցից և կախված է
32 ստացվող վերջնական նյութի կառուցվածքը և
33 բնութագրերը:

34 Ներթափանցող ջրամեկուսիչ խառնուրդի կազմի
35 մեջ մտնող լիթիումի նիտրատն ապահովում է

1 բե տո ն յ ա կ ո ն ս տր ու կ ց ի ա յ ի մ ե ջ խ առ ն ու ը ր դ ու մ առ կ ա
 2 կ ո մ պ ո ն ե ն տ ն եր ի ա վ ել ի խ ո ը ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն ը : Ա յ ն
 3 պ ա յ մ ա ն ա վ ո ը վ ա ծ է Լ ի թ ի ու մ ի կ ա տ ի ո ն ն եր ի փ ո թ ը
 4 չ ա փ եր ո վ (**Ն կ . 3.1**) և Լ ի թ ի ու մ ի հ ի դ ը ր օ թ ս ի դ ի
 5 ձ ա վ ո ը մ ա մ բ , ո ը ն ու ն ի բ ա ը ը ր Լ ու ծ ել ի ու թ յ ու ն ,
 6 ի ն չ ն էլ ն պ ա ս տ ու մ է բ ե տ ո ն ի ծ ա կ ո տ ի ն եր ո վ ա վ ել ի
 7 խ ո ը ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն ը :



8
 9 **Ն կ . 3.1** Ն եր թ ա փ ա ն ց ել ի ու թ յ ա ն փ ո թ ը ա ց ու մ ը՝ կ ա խ վ ա ծ
 10 կ ա տ ի ո ն ն եր ի տր ա մ ա գ ծ ի ց

11
 12 Ն եր թ ա փ ա ն ց ել ո վ ծ ա կ ո տ ի ն եր ի մ ե ջ՝ խ առ ն ու ը ր դ ի
 13 մ ա ս ն ի կ ն եր ն ա վ ել ա ց ն ու մ ե ն բ ե տ ո ն ու մ ձ ա վ ո ը վ ո ղ
 14 հ ի դ ը ա տ ա յ ի ն Ֆ ա գ ա ն եր ի ք ա ն ա կ ը՝ ա յ դ ի ս կ ե ղ ա ն ա կ ո վ
 15 խ տ ա ց ն ել ո վ բ ե տ ո ն ը : Լ ի թ ի ու մ ի ն ի տր ա տ ը
 16 ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն թ թ վ ի գ ո լ եր ի հ ե տ հ ա մ ա տ ե ղ
 17 բ ա ը ը ա ց ն ու մ է ց ե մ ե ն տ ի հ ի դ ը ա տ ա ց ի ո ն
 18 ա կ տ ի վ ու թ յ ու ն ը , ո ը ի հ ե տ ն ա ն ք ո վ ա վ ել ա ն ու մ է
 19 հ ի դ ը ը գ ո լ ա յ ի ն կ ը ի ձ ա վ ո ը ու մ ը , ի ն չ ն էլ
 20 ք ի մ ի ա կ ա ն փ ո խ ա գ դ ե ց ու թ յ ա ն մ ե ջ է մ տ ն ու մ
 21 ս ի լ ի կ ա տ ա յ ի ն թ թ վ ի գ ո լ եր ի բ ա ղ ա դ ը ու թ յ ա ն մ ե ջ
 22 մ տ ն ո ղ ա կ տ ի վ $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -ի հ ե տ և ■ հ ա ն գ ե ց ն ու մ է
 23 կ ա լ ց ի ու մ ի հ ա վ ել յ ա լ հ ի դ ը ը ս ի լ ի կ ա տ ն եր ի
 24 ձ ա վ ո ը մ ա ն ը : Բ ա ց ի դ ը ա ն ի ց , ն եր թ ա փ ա ն ց ա ծ ,
 25 ք ի մ ի ա պ ե ս ա կ տ ի վ ն յ ու թ եր ը ռ ե ա կ ց ի ա յ ի մ ե ջ ե ն
 26 մ տ ն ու մ բ ե տ ո ն ու մ պ ա ը ու ն ա կ վ ո ղ ա լ յ ու մ ի ն ի ,
 27 կ ա լ ց ի ու մ ի , տ ա ը բ եր ա ղ եր ի և մ ե տ ա ղ ն եր ի

1 օքսիդների իոնային կոմպլեքսների հետ՝
2 առաջացնելով ավելի բարդ քիմիական
3 միացություններ, օրինակ, աղերը, որոնք չրի հետ
4 միանալուց ստեղծում են անլուծելի և քառտիկ
5 տեղաբաշխված ասեղնաձև բյուրեղահիդրատներ:
6 Այս բյուրեղներն առաջացնում են ցանց, որը
7 փակում է բետոնում առկա ծակոտիները,
8 մազանոթները և միկրոճաբերը՝ բերելով
9 ջրամեկուսիչ պաշտպանիչ շերտի ձևավորմանը:

10 Օգտագործվող հավելանյութերն ունեն
11 իոնային բնութագիր, ինչով և պայմանավորված է
12 օրգանական միջավայրում ունեցած ցածր
13 լուծելիությունը: Այս հավելանյութերը
14 հանդիսանում են ջրում լուծվող կատիոնային
15 կիսաէլեկտրոլիտներ, որոնք, լինելով իոնային
16 միացություններ, պրակտիկորեն չեն լուծվում
17 օրգանական միջավայրում, բայց լուծվում են ջրի
18 մեջ և չեն բաժանվում նույնիսկ էլեկտրոլիտի
19 բարձր արժեքների դեպքում: Պոլիմերային
20 մատրիցների կատիոնային բջիջներն իրենց
21 էությունամբ տարբեր են, սակայն ունեն
22 ընդհանրություն՝ դանրանց բջիջի բարձր լարումն
23 է: Իսկ որպես անիոն՝ հավելանյութերում
24 հանդիսանում են քլորիդներն ու սուլֆատները:
25 Այսպիսով, տվյալ պարագայում
26 անջրաթափանցելիությունն ապահովվում է
27 բետոնում առաջացող մոլեկուլային և իոնային
28 գոյացություններով, ինչը ստացվում է
29 ցեմենտաբարի գելային մասի ծավալի մեծացմամբ՝
30 ուժեղ էլեկտրոլիտների ազդեցությամբ տակ, որոնք
31 իոնա-մոլեկուլային խառնուրդների համար
32 ապահովում են ցանցի էֆեկտ:

33 Կատիոնների ներթափանցումը դեպի ամրացած
34 բետոնի խորքը, որտեղ կան նաև -OH- խմբի իոններ,
35 կարող են փոխազդեցությամբ մտնել կատիոնների

1 հետև հիդրօքսիդների առաջացման պատճառառևակ :
 2 Ինչը կարող է խնդիրներ առաջացնել ջրամեկուսիչ
 3 նյութերի ներթափանցման համար, բայց երբ այդ
 4 հիդրօքսիդները չեն առաջանում ապա տեղի է
 5 ունենում մեկուսիչ խառնուրդի տարրերի
 6 առավելագույն ներթափանցում ապահովելով
 7 ցանկալի արդյունք (աղյուսակ 3.1):

Աղյուսակ 3.1

8
 9 **Բետոնի տարբեր դասերի դեպքում բետոնե**
 10 **փորձանմուշ ներթափանցած ջրամեկուսիչ**
 11 **խառնուրդի ծավալը և էլեկտրոլիտի ներթափանցման**
 12 **խորությունը**

Բետոնի դաս	Ծավալային ջրակլանումը W,% (ГОСТ 12730.3)	Խորանարդի մակերևույթի վրա բաց ծակոտի նմակերեսը, սմ ²	Էլեկտրոլիտի անվանումը	Բետոն ներթափանցած խառնուրդի ծավալը, մլ	Չորս ժամում էլեկտրոլիտի ներթափանցման խորությունը, մմ
B20	4.7	11	Li ₂ SO ₄	16.0	1.45
	4.7	11	Na ₂ SO ₄	24.9	2.26
	4.7	11	K ₂ SO ₄	32.4	2.90
B22.5	4.4	10.3	Li ₂ SO ₄	14.5	1.41
	4.4	10.3	Na ₂ SO ₄	22.9	2.22
	4.4	10.3	K ₂ SO ₄	29.9	2.90

13
 14 Ներթափանցող ջրամեկուսացման մի ներալային
 15 կազմն իրենից ներկայացնում է հատուկ ցեմենտ,
 16 սիլիցիումի երկօքսիդ, լուծված վիճակում
 17 գտնվող, ջրային կալցիումի սուլֆատ և
 18 կալցիումային աղի ճարպաթթվի օքսիդ: Ճաքերի
 19 հատվածում բետոնի քայքայված մակերևույթները
 20 իրենցից ներկայացնում են ցեմենտաքարի
 21 հիդրոլիտիկ քայքայումից ստացված նյութեր:
 22 Ներթափանցող ջրամեկուսիչը քսելուց հետո
 23 ռեակցիայի թերմոդինամիկ վարքը գնահատելու

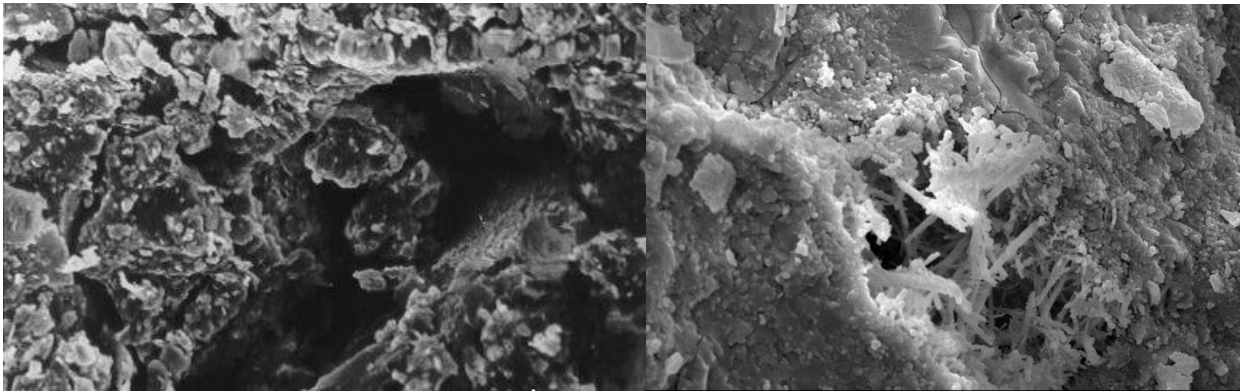
1 համար որոշվում են բետոնի իզոբար և իզոթերմ
2 ռեակցիաների պոտենցիալները բազմաբաղադրիչ
3 համակարգում .

4 $\text{CaO} - \text{CaCO}_3 - \text{CaSO}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O} - \text{CaSiO}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Ca}_m\text{R}_n - \text{H}_2\text{O}$,

5 որտեղ Ca_mR_n - ճարպաթթվի կալցիումական աղն է :

6 Դիտարկվող համակարգում հնարավոր են
7 ցեմենտի հիդրատացիայի ռեակցիաներ (C_2S_3 և C_3S),
8 հիդրոլիզ՝ անջուր և մեկուկես ջուր ունեցող
9 կալցիումի սուլֆատի, ճարպաթթվի կալցիումական
10 աղի, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ի ու ճաքերի կամ միկրոճաքերի շրջանում
11 բետոնի քայքայումից առաջացած նյութերի միջև :
12 Խառնուրդի և ճաքերի մակերևույթի միջև տեղի
13 ունեցող գործընթացների դիսամիկայի որոշման
14 համար ուսումնասիրվում է հիդրատացման
15 ռեակցիայի կինետիկան : Մակրոճաքի

16 մակերևույթին ջրամեկուսիչ խառնուրդը քսելուց
17 հետո դիտվում է $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ առաջացում ցեմենտի
18 ամրակցող նյութերի հետ : Ավելի դանդաղ է
19 ընթանում CaSO_4 -ի և մակրոճաքի ներքին մակերևույթի
20 ցեմենտի միջև ընթացող հիդրատացիան : Ելնելով
21 այն փաստից, որ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ձևավորումն ընթանում է
22 ծավալի զգալի մեծացմամբ, առաջացած ճնշման տակ
23 մնացած հեղուկ զանգվածը սեղմվում է բետոնի
24 միկրոճաքերի մեջ : Ընդ որում, մանր խոռոչներում
25 տեղի են ունենում $\text{CaSO}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ -ի հիդրատացիայի
26 գործընթացներ : Հիդրատացիան ամենաարագը տեղի է
27 ունենում ճաքի մակերևույթին : Մակրոճաքերի
28 ցեմենտացիայի ժամանակ ջրամեկուսիչ
29 խառնուրդում առկա հեղուկ զանգվածը ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, Ca_mR_n , $\text{CaSO}_4 \cdot$
30 $1,5\text{H}_2\text{O}$) ճնշման տակ ներարկվում է միկրոճաքերի մեջ ,
31 որտեղ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ի ց ձևավորվում են միկրոխցաններ ,իսկ
32 ավելի խորք՝ գնում են կրային մասնիկները և ,
33 ցեմենտացնելով, «բուժում» դրանց : Մանրադիտակի
34 տակ այսպիսի տեսք ունի բետոնը ներթափանցող
35 ջրամեկուսիչ իկիրառումից հետո (Ըկ .3.2):



1
2 **Նկ. 3.2** Բե տո ն ը մ ա ն ր ա դ ի տ ա կ ի տ ա կ ` մ շ ա կ ու մ ի ց առ ա ջ և
3 հ ե տո

4
5 **3.2 Ն ե ր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ր ա մ ե կ ու ւ ս ի չ ն յ ու թ ի հ ա մ ա ր**
6 **լ ու ծ ի չ ի ը ն տր ու թ յ ու ն ը**

7 Ե լ ն ե լ ո վ ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ր ա մ ե կ ու ւ ս ի չ
8 ն յ ու թ եր ի ք ա դ ա դ իր ու թ յ ու ն ի ց և ա շ խ ա տ ա ն ք ի
9 ս կ զ ք ու ն ք ն եր ի ց ` ն մ ա ն ա տ ի պ ն յ ու թ եր ը կ իր առ վ ու մ
10 ե ն մ ա ծ ու ց ի կ վ ի ճ ա կ ու մ : Նր ա ն ց
11 ք ա դ ա դ իր ու թ յ ու ն ու մ առ կ ա ք ի մ ի ա կ ա ն տա րր եր ի
12 ա կ տ ի վ ա ց մ ա ն և ն յ ու թ ի ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն հ ա մ ա ր
13 ա ն հ ր ա ժ ե շ տ Ե կ իր առ ե լ լ ու ծ ի չ : Լ ու ծ ի չ ի
14 ը ն տր ու թ յ ա ն առ ա ն ց ք ա յ ի ն պ ա յ մ ա ն ը կ ա յ ա ն ու մ Ե
15 ջ ր ա մ ե կ ու ւ ս ի չ խ առ ն ու ր դ ի հ ն ա ր ա վ որ ի ն ս խ որ ը
16 ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն մ ե ջ : Ա յ դ հ ա ն գ ա մ ա ն ք ի ց Ե լ ն ե լ ո վ `
17 կ ա տ ա ր վ ե լ ե ն ք ա զ մ ա թ ի վ հ ե տ ա զ ո տ ու թ յ ու ն ն եր և
18 փ որ ծ եր ` ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ր ա մ ե կ ու ւ ս ա ց մ ա ն հ ա մ ա ր
19 լ ու ծ ի չ ի հ ն ա ր ա վ որ ի ն ս լ ա վ ա գ ու յ ն տա ր ք եր ա կ ը
20 գ տ ն ե լ ու հ ա մ ա ր : Ն ա խ , որ պ ե ս լ ու ծ ի չ դ ի տ ա ր կ վ ե լ Ե
21 ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ր ա մ ե կ ու ւ ս ի չ ի մ ա ս ն ա գր եր ու մ
22 ն շ վ ա ծ ս ո վ որ ա կ ա ն ք ա դ ցր ա հ ա մ ջ ու ր ը , որ ի
23 օ գ ն ու թ յ ա մ ք պ ա տր ա ս տ վ ա ծ խ առ ն ու ր դ ո վ մ շ ա կ վ ա ծ
24 փ որ ծ ա ն մ ու շ ն եր ն ը ն դ ու ն վ ե լ ե ն որ պ ե ս
25 ս տ ու գ ո ղ ա կ ա ն : Ե լ ն ե լ ո վ ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ
26 ջ ր ա մ ե կ ու ւ ս ի չ ի ք ի մ ի ա կ ա ն կ ա զ մ ի ց , ի ն չ պ ե ս ն ա ն
27 ս ի լ ի կ ո ն ա յ ի ն հ ի մ ք ո վ հ ե դ ու կ ն եր ի
28 հ ա տ կ ու թ յ ու ն ն եր ի ու ս ու մ ն ա ս իր ու թ յ ու ն ն եր ի ց ,

1 որպես Լ ու ծ ի չ դիտարկվել են մի քանի տեսակ
 2 սիլիկոնային հեղուկներ: Մասնավորապես,
 3 ընտրվել են 35%-անոց սիլիկոնային էմուլսիան,
 4 սիլան/սիլոքսանային էմուլսիան ջրային հիմքով,
 5 60%-անոց սիլոքսանային էմուլսիան ջրային հիմքով,
 6 60%-անոց հիդրոքսիլոքսանային էմուլսիան, 50%-անոց
 7 կալիումի մեթիլսիլիկոնատի ջրային Լ ու ծ ու յ թ:

8 Պարզելու համար, թե գործնականում ինչ
 9 արդյունքներ կստացվեն տարբեր Լ ու ծ ի չ ներով
 10 ջրամեկուսիչ խառնուրդներից, պատրաստվել են
 11 Լ ու ծ ի չ ի տարբեր տոկոսային
 12 հարաբերություններով շաղախներ և կատարվել են
 13 փորձարկումներ:

14 Առաջին փորձում Լ ու ծ ի չ /ջրամեկուսիչ
 15 խառնուրդ հարաբերակցությունն ընդունվել է
 16 տոկոսային ներկայացմամբ մոտ 30%-ը: Ստորև բերված
 17 աղյուսակ 3.2-ում ներկայացված են վերոնշյալ
 18 հարաբերակցությամբ պատրաստված մածուկի
 19 կիրառմամբ փորձի արդյունքները:

Աղյուսակ 3.2

Բ ե տ ո ն ե փ ո Ր ձ ա ն մ ո Լ շ ն ե թ ա փ ա ն ց մ ա ճ ջ Ր ի
խ ո Ր ո Լ թ յ ո Լ ն ը

Լ ու ծ ի չ	Ն ե թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո Ր ո Լ թ յ ո Լ ն , մ մ			Մ ի ջ ի ն ը , մ մ
	1	2	3	
50%-անոց կալիումի մեթիլսիլիկոնատի ջրային Լ ու ծ ու յ թ	74	74	76	75
Սիլան/սիլոքսանային էմուլսիա	63	65	70	66
60%-անոց հիդրոքսիլոքսանային էմուլսիա	67	75	77	73
60%-անոց սիլոքսանային էմուլսիա	65	69	69	67
Չ ո Լ Ր	69	73	75	72
Ո Ր Լ Է ն յ ո Լ թ ո վ չ մ շ ա կ վ ա ծ	78	85	88	84

23
 24 Երկրորդ փորձում Լ ու ծ ի չ /ջրամեկուսիչ
 25 շաղախի 40% հարաբերակցության խառնուրդով

1 կատարած փորձերի արդյունքները ներկայացված են
 2 3.3 աղյուսակում:

Աղյուսակ 3.3

**Բետոնե փորձանմուշներ թափանցած ջրի
 խորոլթյունը**

Լ ու ճ ի չ	Ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո ռ ու թ յ ու ն , մ մ			Մ ի ջ ի ն ը , մ մ
	1	2	3	
50%-անոց կալիումի մեթիլսիլիկոնատի խառնուրդ	71	72	73	72
Սիլան/սիլոքսանային էմուլսիա	60	61	69	64
60%-անոց հիդրօքսիլօքսանային էմուլսիա	62	68	70	67
60%-անոց սիլօքսանային էմուլսիա	63	65	67	65
Չ ու ը	65	69	72	69
Որևէ նյութով չմշակված	78	85	88	84

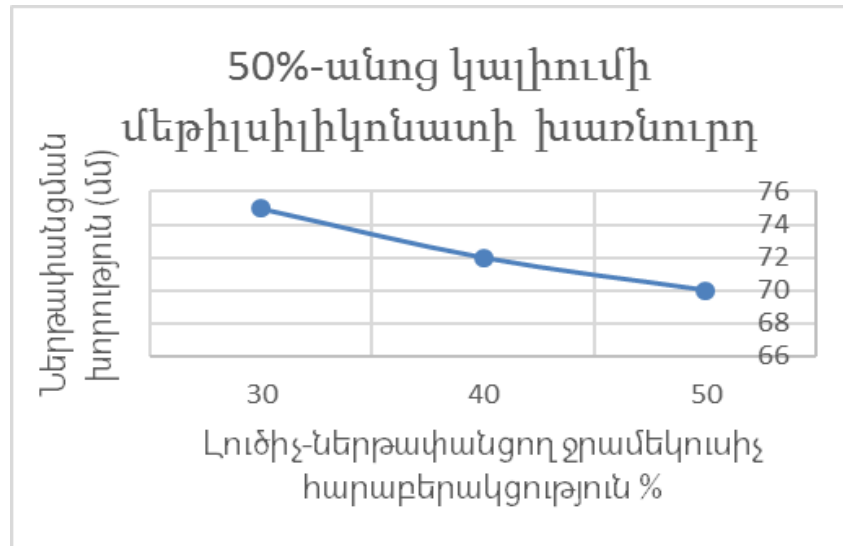
6
 7 Երկրորդ փորձում Լ ու ճ ի չ /ջրամեկուսիչ
 8 շաղախի 50% հարաբերակցության խառնուրդով
 9 կատարած փորձերի արդյունքները ներկայացված են
 10 3.4 աղյուսակում:

Աղյուսակ 3.4

**Բետոնե փորձանմուշներ թափանցած ջրի
 խորոլթյունը**

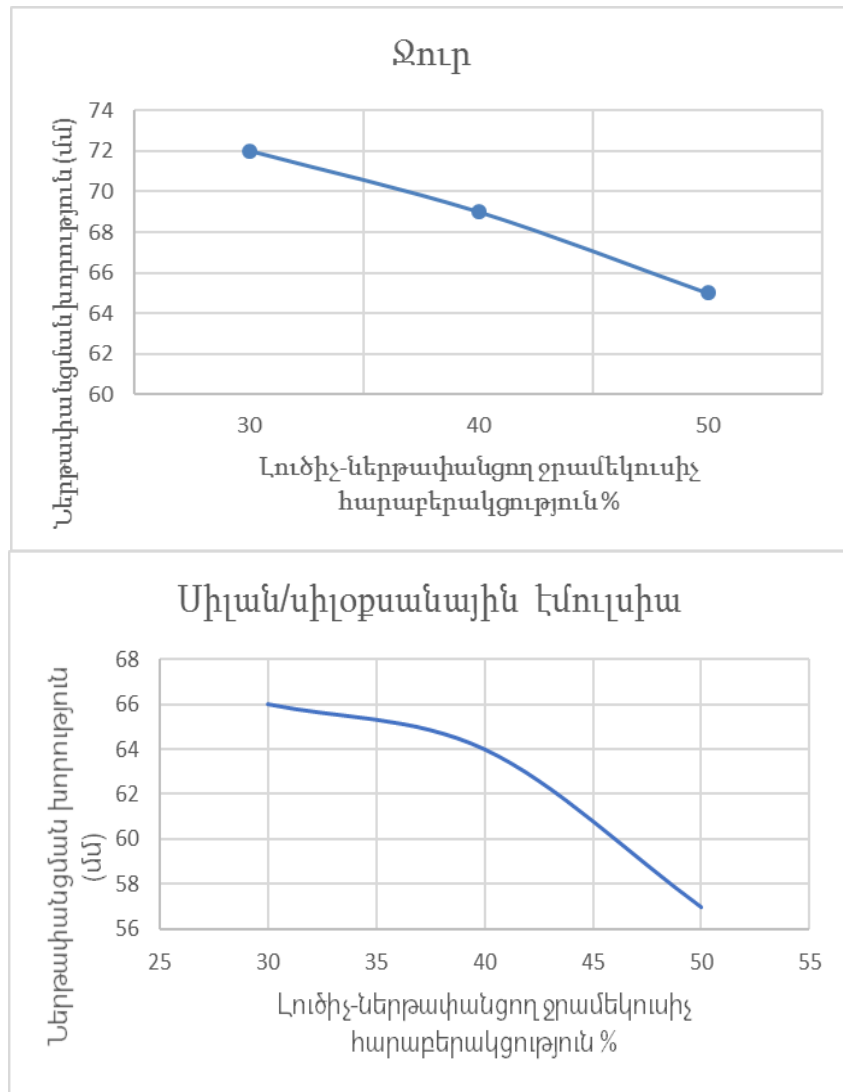
Լ ու ճ ի չ	Ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո ռ ու թ յ ու ն , մ մ			Մ ի ջ ի ն ը , մ մ
	1	2	3	

50%-անոց կալիումի մեթիլսիլիկոնատի խառնուրդ	69	69	72	70
Սիլան /սիլոքսանային էմուլսիա	55	57	60	57



60%-անոց հիդրոքսիլոքսանային էմուլսիա	60	64	66	63
60%-անոց սիլոքսանային էմուլսիա	59	63	62	62
Չուր	63	64	68	65
Չմշակված	78	85	88	84

1 Այսպիսով, փորձերի արդյունքներից ստացված
2 տվյալներով հնարավոր է դառնում կառուցել
3 գրաֆիկների համակարգ (**Նկ. 3.3** և **3.4**), որոնք թույլ են
4 տալիս հասկանալ, թե տարբեր լուծիչների
5 կիրառման պարագայում, համապատասխանաբար ինչ
6 ներթափանցում կարող է ապահովվել :



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

Նկ. 3.32 րի ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո Ր ո ւ թ յ ո ւ ն ը ` կ ա խ վ ա ծ
լ ո ւ ծ ի չ ի ը ն տր ո ւ թ յ ո ւ ն ի ց

Նկ. 3.42 րի ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո Ր ո ւ թ յ ո ւ ն ը ջ ո ւ ը ը
ո Ր ա Ե ս լ ո ւ ծ ի չ օ գ տ ա գ ո Ր ծ մ ա ն դ Ե պ Ք ո ւ մ

Յ ի մ ք ը ն դ ո ւ ն Ե լ ո վ ս տ ա ց վ ա ծ ար դ յ ո ւ ն ք ն Ե Ր ն ո ւ
դ Ր ա ն ց հ ի մ ա ն վ Ր ա կ ա ռ ո ւ ց վ ա ծ ա ն հ ա տ ա կ ա ն
դ ի ա գ Ր ա մ ն Ե Ր ը ` կ ա ռ ո ւ ց ո ւ մ Ե ն ք ը ն դ հ ա ն Ր ա ց վ ա ծ մ ի
դ ի ա գ Ր ա մ ի ն չ ը թ ո ւ յ լ Ե տ ա լ ի ս կ ա տ ա Ր Ե լ լ ո ւ ծ ի չ ի
ը ն տր ո ւ թ յ ո ւ ն ը ` կ ա խ վ ա ծ ա ռ ա ջ ա դ Ր վ ա ծ խ ն դ Ր ի ց :

1 հ ե տ ո թ : Ս տ ա գ վ ա ծ ար դ յ ու լ ն ք ն եր ը ն եր կ այ ա գ վ ա ծ ե ն
2 ա դ յ ու լ ս ա կ 3.5- ու մ :

Ա դ յ ու լ ս ա կ 3.5

4 **Ս ի լ ա ն / ս ի լ օ ք ս ա ն այ ի ն է մ ու լ լ ս ի այ ի ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ**
5 **չ ր ա մ ե կ ու լ ս ի չ**

6 **ն յ ու լ թ ի հ ա մ ա տ ե ղ կ ի ր առ մ ա մ ք ս տ ա գ վ ա ծ շ ա ղ ա խ ի**

7 **չ ր ա մ ե կ ու լ ս ի չ**

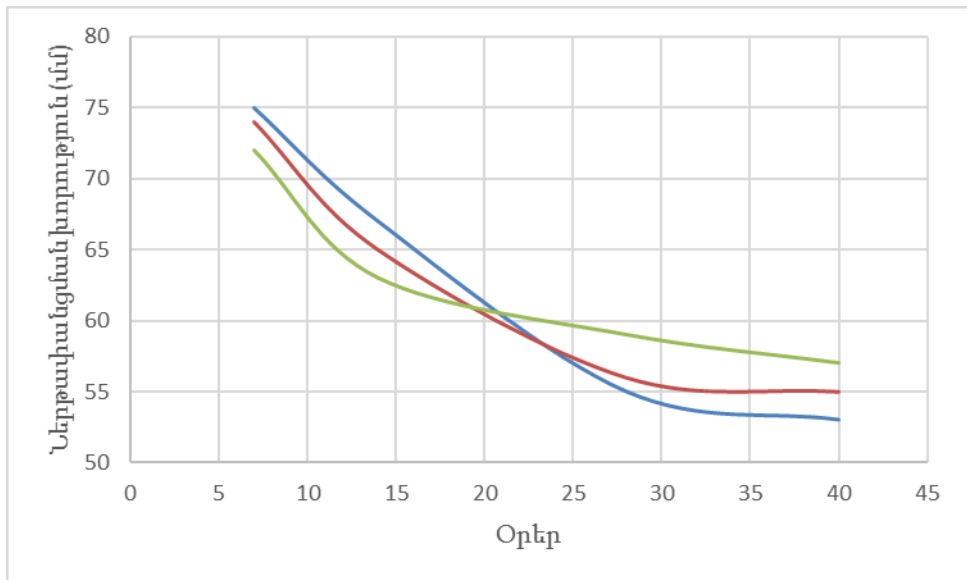
8 **հ ա տ կ ու լ թ յ ու լ ն ն եր ի ձ ն ա վ ո թ մ ա ն**

9 **ժ ա մ ա ն ա կ ա մ ի չ ո ց ն եր ը**

	Ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն խ ո թ ու լ թ յ ու լ ն , մ մ			
	7 օ թ	14 օ թ	28 օ թ	40 օ թ
Փ ո թ ձ ա ն մ ո ւ շ №1	75	67	55	53
Փ ո թ ձ ա ն մ ո ւ շ №2	74	65	56	55
Փ ո թ ձ ա ն մ ո ւ շ №3	72	63	59	57
Մ ի չ ի ն ա գ վ ա ծ ար ժ ե ք	74	65	57	55

10

11 Ս տ ա գ վ ա ծ ար դ յ ու լ ն ք ն եր ի ց եր ե ն ու մ է , ո թ
12 ն եր թ ա փ ա ն ց մ ա ն և բ յ ու լ թ ե ղ ա հ ի դ թ ա տ ն եր ի
13 ձ ն ա վ ո լ մ ա ն հ ա մ ար ա ն հ ր ա ժ ե շ տ օ պ տ ի մ ա լ
14 ժ ա մ ա ն ա կ ա հ ա տ վ ա ծ ը գ տ ն վ ու մ է 14-28 օ թ վ ա
15 մ ի չ ա կ այ ք ու մ : Խ ո թ ի ու լ թ է տր վ ու մ
16 կ ո ն ս տր ու կ ց ի այ ի շ ա հ ա գ ո թ ձ ու մ ը ս կ ս ե լ 28 օ թ հ ե տ ո
17 լ ա վ ա գ ու յ ն չ ր ա մ ե կ ու լ ս ա գ մ ա ն մ ա կ ար դ ա կ ս տ ա ն ա լ ու
18 ն պ ա տ ա կ ո վ : **Լ կ . 3.6** ի վր ա ա վ ե լ ի ա կ ն առ ու ե ն
19 փ ո թ ձ ա ն մ ու շ ն եր ի ձ ե ո ք բ եր ա ծ չ ր ա մ ե կ ու լ ս ի չ
20 հ ա տ կ ու լ թ յ ու լ ն ն եր ը [108]:



Նկ .3.6 Ժամանակի ց կախված ջրի ներթափանցման խորությունը

3.4 Ներթափանցող ջրամեկուսիչ նյութի և սիլան/սիլօքսանային

Էմուլսիայի համատեղ կիրառումը ամբստացված խառնուրդի

կիրառման արդյունավետության փորձարարական գնահատումը

Ջրաթափանցելիության որոշման բոլոր եղանակները հիմնված են բետոնյա կառուցվածքի վրա որոշակի ժամանակի ընթացքում ջրի հիդրոստատիկ ճնշման ազդեցության վրա: Այստիպի փորձարկումները հիմնված ջրի հոսքի անցում է մազանոթների, միկրոճաքերի և այլ թերությունների միջով, այսինքն ջրաթափանցելիության գնահատումը ենթադրում է հաղորդակից մազանոթների ծակոտկենության գնահատում [16, 56]: Ջրաթափանցելիության որոշման եղանակները լինում են երկու հիմնական ճյուղի՝ հիմնական և անուղղակի: Դրանցից առաջինը հիմնված է Լաբորատոր պայմաններում ստացիոնար սարքավորումների օգնությամբ ջրի քարձր

1 ճնշմամբ փորձարկումների վրա [23]: Անուղղակի
2 եղանակներից հիմնականում օգտվում են իրական
3 կոնստրուկցիաների ջրաթափանցելիության չափի
4 ստուգման համար, որտեղ հնարավոր չէ կիրառել
5 հիմնական եղանակներից որևէ մեկը: Տարբեր
6 երկրներում գոյություն ունեն
7 ջրաթափանցելիության որոշման և գնահատման
8 տարբեր եղանակներ, որը բարդացնում է կատարված
9 ուսումնասիրությունների արդյունքների
10 համատեղումն ու համեմատումը:

11 Ներկայումս հետխորհրդային երկրներում
12 բետոնի ջրաթափանցելիությունը որոշվում է
13 հիմնականում ГОСТ-12730.5-84-ով, որը հնարավորություն է
14 տալիս այն դասակարգել ըստ ջրաթափանցելիության
15 մակնիշների (W2, W4, ..., W20): Դրա հետ մեկտեղ
16 հետխորհրդային որոշ երկրներում սկսել են
17 կիրառել եվրոպական ստանդարտները, ըստ որոնց
18 չափվում է որոշակի ժամանակ ճնշման տակ գտնվող
19 ջրի ներթափանցման խորությունը բետոնյա
20 փորձանմուշի մեջ [42, 43, 44, 45, 46]:

21 Թունելներում, որտեղ ջրաթափանցելիության
22 հարցը շատ սուր է դրված, պետք է նշել, որ բետոնի
23 ամրացումը, ինչպես նաև ջրաթափանցելիության
24 ապահովվումն ավելի լավ է ստացվում՝ ի հաշիվ
25 բարձր խոնավության: Ինչպես ցույց են տալիս
26 տարբեր փորձերի արդյունքները, ջրահագեցած
27 միջավայրում ամրացած բետոնների
28 ջրաթափանցելիությունը, համաձայն եվրոպական
29 ստանդարտների, 360 կգ ցեմենտ մեկ մ³ բետոնի
30 դեպքում կազմում է 24 մմ, իսկ սովորական
31 պայմաններում ամրացած բետոնի դեպքում, նույն
32 ցեմենտի քանակության դեպքում՝ 61 մմ:
33 Թունելներում, ինչպես նաև բետոնյա այլ
34 կառուցվածքներում, ջրամեկուսացումն

1 ապահովելու համար գոյություն ունեն բազմաթիվ
 2 եղանակներն նյութեր:

3 Մեր կողմից առաջարկվող նյութի որակական
 4 հատկությունները պարզելու համար անց են կացվել
 5 մի շարք փորձեր, որոնց արդյունքում հնարավոր
 6 եղավ պարզել վերը նշված ակտիվ նյութերի
 7 կիրառության արդյունավետությունը: Ընտրված
 8 լուծիչների օգնությամբ պատրաստվել են
 9 ջրամեկուսիչ խառնուրդներ, որոնցով էլ մշակվել
 10 են փորձանմուշ հանդիսացող բետոնյա գլանները:
 11 Պատրաստվել են լուծիչ /ներթափանցող շաղախ
 12 հարաբերակցությամբ երեք խառնուրդներ, որոնցով
 13 էլ մշակվել են երեքական գլան, որպեսզի ստացված
 14 արդյունքները ավելի լավ նկարագրեն իրավիճակը:
 15 Մշակվելուց հետո փորձանմուշները տեղադրվել են
 16 խոնավացման խցիկում, որպեսզի ավելի լավ
 17 ընթանան ներթափանցման գործընթացները, ինչպես
 18 նաև ավելի մոտ գտնվեն բնական պայմանների (ՆԿ.3.7):
 19 Փորձանմուշները մնացել են խցիկում 20 օր:
 20 Փորձերը կատարվել են B25 դասի բետոնների վրա,
 21 եվրոպական ստանդարտների համապատասխան:



22
 23 **ՆԿ.3.7** Բետոնե փորձանմուշները խոնավացման
 24 խցիկում
 25

1 Ջրաթափանցելիության եվրոպական
2 ստանդարտը՝ EN 12390-8, մշակվել է ստանդարտացման
3 միջազգային ISO-7031 կազմակերպության կողմից
4 «ճշման տակ բետոնի զանգված ջրի
5 ներթափանցելիության որոշման եղանակ»-ի հիման
6 վրա: Ստանդարտն իր մեջ ներառում է բետոնյա
7 փորձանմուշի մեջ ջրի ներթափանցման որոշման
8 մեթոդները, երբ ջրի ճնշումը տրվում է
9 փորձանմուշի մեկ կողմից: EN 12390-8-ում խորհուրդ է
10 տրվում որպես փորձանմուշ օգտագործել
11 խորանարդածև, պրիզմայածև և գլանածև տեսքի
12 նմուշներ [23]: Նշվում է, որ ջրաթափանցելիության
13 փորձարկման համար նմուշի փորձարկվող
14 մակերևույթի կողի երկարությունը պրիզմայի կամ
15 խորանարդի դեպքում պետք է կազմի 150մմ, իսկ գլանի
16 դեպքում տրամագիծը՝ նվազագույնը 150մմ:
17 Փորձարկման ելթյունը կայանում է ճշման տակ
18 բետոն ներթափանցող ջրի խորություն և որոշման և
19 ճշման տակ գտնվող ջրի նկատմամբ բետոնի
20 դիմադրության ունակության գնահատման մեջ:
21 Ամենամեծ խորությունն արտահայտված
22 միլիմետրերով համարվում է բետոնի
23 անջրաթափանցելիության ցուցիչը: Ելնելով
24 գոյություն ունեցող ստանդարտերից՝ մեր
25 կողմից առաջարկված փորձերը կատարվել են
26 հետևյալ հերթականությամբ [14, 107]: Պատրաստվել են
27 ստուգողական նմուշները գլանի տեսքով, 300մմ կողի
28 երկարությամբ ու 150մմ տրամագծով, և 24 ժամ հետո
29 հանվել կադապարից: Փորձանմուշի այն կողմը, որը
30 ենթարկվելու է փորձարկման, պետք է մանրակրկիտ
31 մշակել մետաղական խոզանակի օգնությամբ կամ
32 աղաթթվի խիտ լուծույթով: Փորձարկվող կողմի
33 ընտրության ժամանակ ցանկալի է նմուշի վերին
34 կողմը, քանզի բետոնի լցման ժամանակ հարթեցվել է
35 կամ մաքրվել: Մաքրելուց հետո փորձանմուշները

1 տեղադրվել են փորձասարքի մեջ այնպես, որ
2 փորձանմուշի և սարքի միացման հատվածում չրի
3 արտահոսք և ճնշման կորուստ չլինի: Ջրի ճնշումը
4 պետք է լինի 500 ± 50 կՊա, որը պետք է պահպանվի
5 անընդհատ 72 ± 2 ժամ: Փորձարկման ընթացքում պետք է
6 ուշադիր լինել և ֆիքսել փորձանմուշի կողային
7 հատվածների խոնավացումները: Յաջորդ քայլով`
8 72 ± 2 ժամ հետո, չրի ազդեցությունը վերացվել է,
9 նմուշները դուրս են բերվել փորձասարքից և
10 ճնշման կիրառմամբ փորձանմուշը մեջտեղից
11 կիսվել է, որից հետո գլանի հատույթում պարզորոշ
12 երևում է չրի ներթափանցման գիծը: Այս ձևով
13 չափվել են ներթափանցման խորությունները և
14 վերցվել են ամենամեծ արժեքները` հաշվի
15 առնելով, որ, համաձայն DIN EN 206-1 / DIN 1045-2-ի,
16 ջրաթափանցելիության փորձարկման ընթացքում
17 որպես փորձարկման արդյունք ընդունվում են
18 ներթափանցած չրի երկացող առավելագույն
19 խորությունը միլիմետրային արժեքով 1մմ
20 ճշտությամբ:

21 Փորձի կատարման համար անհրաժեշտ է նաև
22 մշակել փորձարկվող մակերևույթը` մաքրելով
23 ցեմենտաքարի շերտը և օտարածին
24 գոյացությունները մետաղական խոզանակով կամ
25 դրահամար հարմար այլ սարքավորմամբ:

26 Գոյություն ունեն ջրաթափանցելիության
27 որոշման մի քանի եղանակներ [55].

- 28 1. ջրաթափանցելիության որոշում` խոնավ հետքի
29 միջոցով,
- 30 2. ջրաթափանցելիության որոշում`
31 ֆիլտրացիայի գործակցի օգնությամբ,
- 32 3. ջրաթափանցելիության արագացված որոշում`
33 օդաթափանցելիության հիման վրա:

34 Յիմնական և ամենատարածված եղանակը
35 համարվում է «խոնավ հետքի» եղանակը, որի համար

1 անհրաժեշտ փորձասարքը (**Նկ. 3.8**) պետք է ունենա
2 նվազագույնը 6 բնիկ, որոնց մեջ պետք է տեղադրվեն
3 փորձանմուշները: Բնիկների ստորին հատվածում
4 ջրի տրման համար նախատեսված է անցք:



5
6 **Նկ. 3.8** Բետոնի ջրաթափանցելի ու թյան ստուգման
7 համար նախատեսված սարք

8 Գլանաձև փորձանմուշների տրամագիծը պետք է
9 կազմի 150մմ, իսկ բարձրությունը՝ 300, 150, 100, 50 և 30 մմ:
10 Պատրաստի փորձանմուշները պետք է պահվեն $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ և 95%
11 խոնավություն խցում: Փորձարկումից օրեր առաջ
12 պետք է դուրս բերվեն խցից և մնան լաբորատորիայի
13 պայմաններում:

14 Փորձարկումը սկսվում է փորձասարքի մեջ
15 բետոնե փորձանմուշների տեղադրումից,
16 անհրաժեշտ ամրություն դրանք ձգվում են,
17 որպեսզի բացառեն ջրի արտահոսքը: 1-5 րոպեների
18 ընթացքում աստիճանաբար բարձրացնում են ջրի
19 ճնշումը 0,2 ՄՊա-ով և պահում այդ ճնշման տակ՝
20 կախված աղյուսակ 3.6-ում բերված արժեքներից:

21 Աղյուսակ 3.6

**Յ ու ը ր ա ք ա ն չ յ ու ը ր փ ու լ լ ու մ ջ ը ի ճ ն շ մ ա ն
տև ո ղ ու թ յ ու լ ն ը`
կ ախվ ած փ ու ը ան մ ու շ ի չ ա փ ե ը ի ց**

Փ ու ը ր ձ ան մ ու շ ի բ ա ր ձ ր ու թ յ ու լ ն , մ մ	150	100	50	30
Յ ու ը ր ա ք ա ն չ յ ու ը ր փ ու լ լ ու մ ճ ն շ մ ա ն պ ա հ պ ա ն մ ա ն Ժ ա մ ա ն ա կ ա հ ա տ վ ած ը , Ժ	16	12	6	4

Փ ու ը ր ձ ա ր կ ու մ ը շ ա ր ու լ ն ա կ վ ու մ է ա յ ն ք ա ն
Ժ ա մ ա ն ա կ , մ ի ն չ ն փ ու ը ր ձ ան մ ու շ ի վ ե ը ի ն հ ա տ վ ած ու մ
ն կ ա տ վ ե ն ֆ ի լ տր ա ց ի ա յ ի ն շ ա ն ն ե ը` կ ա թ ի լ ն ե ը ի կ ա մ
խ ո ն ա վ հ ե տ ք ի տ ե ս ք ո վ :

Փ ու ը ր ձ ան մ ու շ ն ե ը ի ան ջ ը ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ու լ ն ը
ո ը ո շ վ ու մ է ճ ն շ մ ա ն առ ա վ ե լ ա գ ու յ ն ա յ ն ա ր ժ ե ք ո վ ,
ո ը ի դ ե պ ք ու մ դ ե ո չ ե ը ն կ ա տ վ ե լ ջ ը ի հ ե տ ք ը : Ի ս կ
խ մ բ ա ք ա ն ա կ ո վ փ ու ը ր ձ ա ր կ մ ա ն դ ե պ ք ու մ
ան ջ ը ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ու լ ն ը ո ը ո շ վ ու մ է ա յ ն
ճ ն շ մ ա ն դ ե պ ք ու մ , ե ը բ վ ե ց փ ու ը ր ձ ան մ ու շ ի ց չ ո ը ս ու մ
չ ե ի ն ն կ ա տ վ ու մ ջ ը ի հ ե տ ք ե ը : Բ ե տ ո ն ի
ջ ը ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն մ ա կ ն ի շ ը ո ը ո շ վ ու մ է ը ս տ
ա ղ յ ու լ ս ա կ 3.7-ի :

Ա ղ յ ու լ ս ա կ 3.7

**Բ ե տ ո ն ի ջ ը ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն մ ա կ ն ի շ ը`
կ ախվ ած ջ ը ի ճ ն շ ու մ ի ց**

Խ մ բ ա ք ա ն ա կ ի ան ջ ը ա թ ա փ ա ն - ց ե լ ի ու թ յ ա ն ճ ն շ ու մ ը , Մ Պ ա	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Բ ե տ ո ն ի ջ ը ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն մ ա կ ն ի շ ը	W2	W4	W6	W8	W10	W12

Ա ն ջ ը ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն *ո ը ո շ ու մ ը*
ֆ ի լ տր ա ց ի ա յ ի *գ ո ը ժ ա կ ց ի* *մ ի ջ ո ց ո վ* - *Ի*

1 տարբերությունն ախորդեղանակի՝ այս դեպքում
 2 մինչ փորձարկումը սկսելը ինտերտգազերի
 3 օգնությունը փորձանմուշը ստուգում են ըստ
 4 բետոնի հերմետիկության: Բավարար
 5 հերմետիկության դեպքում փորձանմուշի
 6 կողքերից և վերևից, որոնք նախապես խոնավացված
 7 են եղել, նկատվում են մանր պղպշակներ:
 8 Կոնստրուկցիայից վերցված փորձանմուշները,
 9 որոնց տրամագիծը նվազագույնը պետք է կազմի 50մմ,
 10 կողային հատվածների հերմետիկացումից հետո
 11 ենթարկվում են փորձարկման՝ անկախ
 12 փորձանմուշում առկա թերություններից: Փորձի
 13 ընթացքը մինչ \$իլտրատի հայտնվելը նույնն է, ինչ
 14 որ նախորդեղանակի դեպքում: \$իլտրացված ջուրը
 15 հավաքվում է հատուկ սրվակի մեջ, որը
 16 յուրաքանչյուր 30րոպես մեկ կշռվում է և ամեն
 17 փորձանմուշի համար՝ առվազն 6անգամ: Որպես
 18 \$իլտրատի արժեք վերցվում է փորձանմուշներից
 19 չորս ամենամեծ արժեքների թվաբանական միջինը:
 20 \$իլտրացիայի գործակիցը որոշվում է հետևյալ
 21 բանաձևով՝

22
$$K_{\phi} = \frac{\eta Q \delta}{S \tau \rho}, \text{մ / օր} \quad (5)$$

23 որտեղ՝
 24 η - գործակից է, որը հաշվի է առնում ջրի
 25 մածոնցիկությունը տարբեր
 26 ջերմաստիճանների դեպքում,
 27 Q - \$իլտրատի քաշն է,
 28 δ - փորձանմուշի հաստությունը, սմ,
 29 S - փորձանմուշի մակերեսը, սմ²,
 30 τ - փորձանմուշի փորձարկման ժամանակն է, որի
 31 ընթացքում փոփոխվել է
 32 \$իլտրատի քաշը, վրկ
 33 ρ - ավելցուկային ճնշումն է, ՄՊա:

1 Այն դեպքում, երբ կոնստրուկցիայից վերցված
 2 փորձանմուշի տրամագիծը 150 մմ-ից փոքր է,
 3 բանաձևով ստացված ֆիլտրացիայի գործակիցը
 4 բազմապատկում են ուղղիչ գործակցով, որը բերված
 5 է աղյուսակ 3.8-ում:

6 Աղյուսակ 3.8

7 **Ուղղիչ գործակիցների արժեքները՝ կախված**
 8 **փորձանմուշի տրամագծից**

Փորձանմուշի տրամագիծը, մմ	150	130	120	100	80	50
Ուղղիչ գործակից	1,0	1,1	1,4	1,8	2,8	5,5

9
 10 *Ջրաթափանցելի ության որոշման արագացված*
 11 *ենդանակ օդաթափանցելի ության օգնությամբ* - Այս
 12 ենդանակի առանձնահատկություններին մեկնայն է,
 13 որ միևնույն փորձարկումները ջրի և փորձանմուշի
 14 հպումը պետք է բացառել: Փորձարկումների համար
 15 օգտագործվում է "Arama-2P" տիպի սարքավորում: Տվյալ
 16 սարքի միջոցով որոշում են փորձանմուշների
 17 օդաթափանցելի ությունը՝ a_i , կամ էլ հակառակը՝
 18 բետոնի դիմադրությունը օդի ներթափանցմանը՝ π :
 19 Չափումներից ստացված արդյունքներից որոշվում
 20 է դրանց թվաբանական միջինը՝ $a_c (m)$, որից հետո էլ
 21 աղյուսակ 3.9-ի օգնությամբ որոշում ենք
 22 ջրաթափանցելի ության մակնիշը:

23
 24
 25 Աղյուսակ 3.9

26 **Բետոնի անջրաթափանցելի ության մակնիշը՝**
 27 **կախված օդաթափանցելի ության բնութագրից և օդի**
 28 **ներթափանցմանը բետոնի դիմադրությունից**

Բե տո ն ի օ դ ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն ք ն ու թ ա գ ի թ $a_c, \text{ ս մ}^3/\text{վ}$	Բե տո ն ի դ ի մ ա դ թ ու լ թ յ ու ն ը օ դ ի ն ե թ թ ա փ ա ն ց մ ա ն ը $m_c, \text{ վ} / \text{ս մ}^3$	Բե տո ն ի ա ն ջ թ ա թ ա փ ա ն ց ե - լ ի ու լ թ յ ա ն մ ա կ ն ի շ ը
0,325 – 0,224	3,1 – 4,5	W2
0,223 – 0,154	4,6 – 6,5	W4
0,153 – 0,106	6,6 – 9,4	W6
0,105 – 0,0728	9,5 – 13,7	W8
0,0727 – 0,0510	13,8 – 19,6	W10
0,0509 – 0,0345	19,7 – 29,0	W12
0,0344 – 0,0238	29,1 – 42,0	W14
0,0237 – 0,0164	42,1 – 60,9	W16
0,0163 – 0,0113	61,0 – 88,5	W18
0,0112 – 0,0077	88,6 – 130,2	W20

1

2 Սակայն ոչ միշտ է կարելի օգտագործել
3 աղյուսակ 3.9-ը: Օգտագործման հնարավորությունը
4 պարզելու համար պատրաստվում է փորձարկվող
5 բետոնի և սմեկ խմբաքանակ, որի համար ստուգվում է
6 օդաթափանցելիությունը և որոշվում դրան
7 համապատասխան ջրաթափանցելիության դասը, ինչից
8 հետո նույն խմբաքանակի համար կրկին որոշվում է
9 ջրաթափանցելիության դասը, սակայն արդեն խոնավ
10 հետքի միջոցով: Աղյուսակ 3.9-ի տվյալները կարելի
11 է օգտագործել այն դեպքում, երբ ստացված
12 ջրաթափանցելիության դասերը միմյանցից
13 տարբերվում են միայն մեկ աստիճանով: Եթե այս
14 պայմանը չի բավարարվում, ապա աղյուսակ 3.9-ը
15 հնարավոր է կիրառել և ջրաթափանցելիության
16 դասը՝ կախված օդաթափանցելիությունից,
17 որոշվում է հետևյալ կերպ [45]՝

18

$$W = b_0 + b_1 \lg a_c, (6)$$

19

$$W = b_0 + b_1 \lg m_c, (7)$$

1 նրտեղ՝

2 b_0 և b_1 - գործակիցներ են, որոնք որոշվում են ևս

3 երկու խմբաքանակ

4 փորձարկելու արդյունքում:
5 b_0 և b_1 գործակիցները որոշվում են հետևյալ
6 բանաձևով՝

7
$$b_0 = \frac{\sum_1^3 W_j \sum_1^3 (\lg a_{cj})^2 - \sum_1^3 \lg a_{cj} \sum_1^3 W_j \lg a_{cj}}{3 \sum_1^3 (\lg a_{cj})^2 - \left(\sum_1^3 \lg a_{cj} \right)^2}, \quad (8)$$

8
$$b_1 = \frac{3 \sum_1^3 W_j \lg a_{cj} - \sum_1^3 \lg a_{cj} \sum_1^3 W_j}{3 \sum_1^3 (\lg a_{cj})^2 - \left(\sum_1^3 \lg a_{cj} \right)^2}, \quad (9)$$

9 նրտեղ՝

10 a_{cj} - a_c կամ τ_c արժեքներն են առանձին

11 խմբաքանակների համար (a_{c1}, a_{c2}, a_{c3} կամ

12 $\tau_{c1}, \tau_{c2}, \tau_{c3}$);

13 W_j - առանձին խմբաքանակների համար բետոնի

14 ջրաթափանցելիության դասն

15 է (W_1, W_2, W_3):

Աղյուսակ 3.10

17 **Օգտագործվող բետոնե փորձանմուշների կազմերը**

Բետոնի դասը	Ցեմենտի քանակը, կգ	Ջ/Ց հարաբերությունը	Ավազի քանակը, կգ	15...25 խիճ, կգ	25...40 խիճ, կգ
B30	350	0,40	980	660	278
B25	320	0,45	950	680	250
B15	280	0,55	980	700	120

18

19 Փորձերի կատարման համար օգտագործվել են B30, B25
20 և B15 դասի (աղյուսակ 3.10) բետոններ: Բետոնե
21 գլանների այն հատվածները, որտեղ պետք է քսվեին

1 ջրամեկուսիչ նյութերը, նախապես մշակվել են
 2 աղաթթվի լուծույթով, ինչի նպատակն էր մաքրել
 3 վերին ցեմենտակաթի շերտը, ինչպես նաև յուղային
 4 և այլ նստվածքային շերտերը: Ճիշտ
 5 հարաբերակցությամբ նյութերի խառնումից հետո
 6 այն պատրաստ է քսելու, բայց խառնուրդն անընդհատ
 7 հարկավոր է խառնել, որպեսզի այն չամրանա և
 8 օգտագործման համար անպիտան չդառնա:

9 Հաջորդ փորձարկման դեպքում խառնուրդը
 10 պատրաստվեց ներթափանցող ջրամեկուսիչից և
 11 սիլիկատային հիմքով հեղուկից՝ առանց ջրի
 12 հավելման (**Նկ. 3.9**):



Նկ. 3.9. Բետոնյա գլանների մշակում

13
 14
 15 Բոլոր գլանները ջրամեկուսիչ խառնուրդի
 16 քսումից հետո տեղադրվել են խոնավ հասունացման
 17 խցիկում, 90% խոնավության և 20°C տակ, որպեսզի ավելի
 18 մոտ գտնվեն իրական պայմանների և բետոնի մեջ
 19 նյութի ներծծումն ավելի արդյունավետ լինի:
 20 Խոնավացման խցիկում հասունանալուց հետո
 21 գլանները հանվել և տեղադրվել են փորձասարքի
 22 մեջ, որի միջոցով որոշվել է բետոնի
 23 ջրաթափանցելիությունը (**Նկ. 3.10**): Համաձայն

1 Եվ բոլոր պակաս տանդարտների՝ փորձանմուշները պետք
 2 է 72 ժամ ենթարկվել նշրի 50 ՄՊ աճնշման:



3
 4 **Նկ. 3.10.** Չրիթափանցելի ու թյան փորձասարքը
 5 գործող ու թյան մեջ
 6 և ստացված արդյունքները
 7 72 ժամ փորձասարքում մնալուց հետո՝ բետոնյա
 8 գլանները ջարդվել են և չափվել են ներթափանցած
 9 ջրի խորությունները: B30 դասի բետոնի համար
 10 ստացված արդյունքները ներկայացվում են
 11 աղյուսակ 3.11-ում:

Աղյուսակ 3.11

12
 13 **B30 դասի բետոնի համար ստացված ջրի ներթափանցման**
 14 **խորությունները**

Տեխնոլոգիայի տեսակը	Ներթափանցման խորությունները, մմ, ըստ խմբերի			Միջինը (մմ)
	1	2	3	
Առաջարկվող տարբերակ	30	35	44	36.3
Ներթափանցող ջրամեկուսացում	40	47	47	41.3
Առանց մշակման	60	63	65	62.6

15
 16 B25 դասի բետոնի համար ստացված արդյունքները
 17 ներկայացվում են աղյուսակ 3.12-ում:

1
2
3
4
5
6
7
8

Աղյուսակ 3.12

B25 դասի բեռնի համար ստացված ջրի ներթափանցման խորոլթյունները

Տեխնոլոգիայի տեսակը	Ներթափանցման խորոլթյունը, մմ, ըստ խմբերի			Միջինը (մմ)
	1	2	3	
Առաջարկվող տարբերակ	45	49	52	49
Ներթափանցող ջրամեկուսացում	59	61	65	62
Առանց մշակման	78	85	88	84

9

B15 դասի բեռնի համար ստացված արդյունքները ներկայացվում են աղյուսակ 3.14-ում :

10
11
12
13
14

Աղյուսակ 3.14

B15 դասի բեռնի համար ստացված ջրի ներթափանցման խորոլթյունները

Տեխնոլոգիայի տեսակը	Ներթափանցման խորոլթյունը, մմ, ըստ խմբերի			Միջինը (մմ)
	1	2	3	
Առաջարկվող տարբերակ	63	66	71	67
Ներթափանցող ջրամեկուսացում	83	88	91	87
Առանց մշակման	112	128	160	133

15
16
17

Բացի եվրոպական ստանդարտներին համապատասխան փորձարկումներից՝ կատարվել են

1 նաև փորձարկումները ստ Q O U S 12730.5-ի ,ի ն չ ը թ ու յ լ է
 2 տալ ի ս գ ն ա հ ա տ ե լ բ ե տ ո ն ի
 3 անջրաթափանցելի ու թյ ու ն ը : Յ ե տ խ ո Ր հ Ր դ ա յ ի ն
 4 պետու թյ ու ն ն եր ու մ հ ի մ ն ա կ ա ն ու մ օ գ տ ա գ ո Ր ծ վ ու մ
 5 է Q O U S 12730.5-ը , ս ա կ ա յ ն ժ ա մ ա ն ա կ ի ը ն թ ա գ ք ու մ
 6 մ ա ս ն ա վ ո Ր , ի ն չ պ ե ս ն ա ն ո Ր ո շ ե Ր կ Ր ն եր ու մ `
 7 պե տ ա կ ա ն լ ա ք ո Ր ա տ ո Ր ի ա ն եր , ա ն ց ն ու մ ե ն ե վ Ր ո պ ա կ ա ն
 8 ս տ ա ն դ ա Ր տ ն եր ի : Q O U S -ի ն հ ա մ ա պ ա տ ա ս ի ս ա ն
 9 փ ո Ր ծ ա Ր կ ու մ ն եր ի ա Ր դ յ ու ն ք ն եր ը B30 դ ա ս ի բ ե տ ո ն ի
 10 հ ա մ ա Ր բ ե Ր վ ա ծ ե ն ա ղ յ ու ս ա կ 3.15- ու մ :

Աղյ ու ս ա կ 3.15

**Բ ե տ ո ն ե փ ո Ր ծ ա ն մ ու շ ն եր ի հ ա մ ա Ր ս տ ա գ վ ա ծ
 անջրաթափանցելի ու թյ ան մ ա կ ն ի շ ն եր ը**

Տ ե խ ն ո լ ո գ ի ա յ ի տ ե ս ա կ ը	Ա ն ջ Ր ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն մ ա կ ն ի շ ը		
	1	2	3
Ա ռ ա ջ ա Ր կ վ ո ղ տ ա Ր բ ե Ր ա կ	W18	W18	W16
Ն ե Ր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ Ր ա մ ե կ ու ս ա ց ու մ	W16	W14	W14
Ա ռ ա ն ց մ շ ա կ մ ա ն	W12	W12	W12

16 B25 դ ա ս ի բ ե տ ո ն ի հ ա մ ա Ր կ ա տ ա Ր վ ա ծ փ ո Ր ծ ի
 17 ա Ր դ յ ու ն ք ն եր ը բ ե Ր վ ա ծ ե ն ա ղ յ ու ս ա կ 3.16- ու մ :

Աղյ ու ս ա կ 3.16

**Բ ե տ ո ն ե փ ո Ր ծ ա ն մ ու շ ն եր ի հ ա մ ա Ր ս տ ա գ վ ա ծ
 անջրաթափանցելի ու թյ ան մ ա կ ն ի շ ն եր ը**

Տ ե խ ն ո լ ո գ ի ա յ ի տ ե ս ա կ ը	Ա ն ջ Ր ա թ ա փ ա ն ց ե լ ի ու թ յ ա ն մ ա կ ն ի շ ը		
	1	2	3
Ա ռ ա ջ ա Ր կ վ ո ղ տ ա Ր բ ե Ր ա կ	W16	W16	W14
Ն ե Ր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ Ր ա մ ե կ ու ս ա ց ու մ	W12	W10	W10
Ա ռ ա ն ց մ շ ա կ մ ա ն	W10	W8	W8

1 B15 դասի բետոնի համար կատարված փորձի
 2 արդյունքները բերված են այնուհետև 3.17-ում:

3 Աղյուսակ 3.17

4 **Բետոնե փորձանմուշների համար ստացված**
 5 **անջրաթափանցելի ու թյան մակնիշները**

Տեսնունդի տեսակը	Անջրաթափանցելի ու թյան մակնիշը		
	1	2	3
Առաջարկվող տարբերակ	W14	W12	W12
Ներթափանցող ջրամեկուսացում	W10	W10	W10
Առանց մշակման	W6	W8	W6

7 Զիմնվելով կատարված
 8 ուսումնասիրությունների և փորձերի վրա՝
 9 կարելի է ասել, որ եվրոպական ստանդարտներն
 10 ավելի դիպուկ են նկարագրում շահագործման
 11 ընթացքում բետոնյա կոնստրուկցիայի հնարավոր
 12 ջրաթափանցելի ու թյանը: Իսկ ԳՕՍՏ-ը ցույց է
 13 տալիս բետոնի անջրաթափանցելի ու թյանը և
 14 հանդիսանում է ավելի շատ սահմանային ցուցանիշ՝
 15 բետոնի անջրաթափանցելի ու թյան տեսանկյունից
 16 [10]:

17 Փորձեր են կատարվել ներթափանցող
 18 ջրամեկուսիչի և սիլան/սիլոքսանային
 19 էմուլսիայի համատեղ կիրառմամբ շահախոս
 20 մշակված բետոնե փորձանմուշի և չմշակված բետոնի
 21 ծակոտկեն ու թյան ընդհանուր ծավալի որոշման
 22 համար: Ծակոտկեն ու թյան ծավալի նվազեցումը
 23 բերում է ոչ միայն ջրաթափանցելի ու թյան
 24 մակարդակի նվազեցմանը, այլև դրական է ազդում
 25 բետոնի ամրության վրա: Ջրաթափանցելի ու թյան,
 26 ջրակլանման և ֆիլտրացիայի փորձարկումների
 27 ժամանակ ջուրն անցնում է մազանոթների,
 28 միկրոճաքերի և այլ թերությունների միջով,

1 այսինքն ջրաթափանցելիություն գնահատումն
2 իրենից ենթադրում է հաղորդակից մազանոթների և
3 ծակոտիների գնահատում:

4 Մեր փորձարկման համար նախապես պատրաստվել
5 են B15, B25, B30 դասի բետոնների, ինչը պայմանավորված է
6 նրանց կիրառման մեծ ծավալներով: Փորձարկման
7 համար օգտագործվել են բոլոր նշված դասի բետոնից
8 վեցական փորձանմուշներ, որոնցից երեքը մշակվել
9 են սիլան/սիլոքսանային խառնուրդով, իսկ
10 մնացածը՝ թողնվել են անմշակ: Նախևառաջ, փորձի
11 կատարման համար անհրաժեշտ է մշակել փորձարկվող
12 մակերևույթը՝ մետաղական խոզանակով կամ այլ
13 հարմար սարքավորմամբ մաքրելով ցեմենտաքարի
14 շերտը և օտարածի ն գոյացությունները: Բետոնե
15 գլանները, մշակվելով սիլան/սիլոքսանային
16 խառնուրդով, դրվում են խոնավացման խցիկ, 90%
17 խոնավություն և 20°C տակ, որպեսզի ավելի մոտ գտնվեն
18 իրական պայմաններին և ավելի արդյունավետ լինի
19 նյութի ներծծումը բետոնի մեջ: Խոնավացման
20 խցիկում 20 օր հասունանալուց հետո գլանները
21 հանվել և տեղադրվել չորանոցում, որտեղ
22 հնարավորինս պետք է չորացվեն բետոնե
23 փորձանմուշները:

24 Նախապատրաստված փորձանմուշները կշռվում
25 են, այնուհետև տեղադրվում չորացման համար
26 նախատեսված խցիկ և չորացվում են 105±5°C
27 ջերմաստիճանի տակ՝ մինչև փորձանմուշի
28 զանգվածը դառնա հաստատուն (**ՆԿ. 3.11**): Հաստատուն է
29 համարվում փորձանմուշի այն զանգվածը, երբ
30 վերջին երկու կշռումների տարբերությունը
31 կազմում է ոչ ավել, քան 0,1%: Ընդ որում, կշռումների
32 միջև ընկած ժամանակահատվածը պետք է լինի 4 ժամից
33 ավել: Մինչև կշռումը փորձանմուշը պետք է
34 սառեցվի մինչև սենյակային ջերմաստիճանի:
35 Կշռումներն իրականացվում են 0.01գ ճշտությամբ:



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Նկ. 3.11 Չորացրու մից հետո փորձանմուշների կշռումը

Աղյուսակ 3.18-ում ցույց են տրված բետոնե փորձանմուշների զանգվածները չորացրու մից հետո: Բերված առաջին երեք նմուշները մշակված են սիլան/սիլոքսանային խառնուրդով, իսկ մնացած երեքը՝ ոչ:

Աղյուսակ 3.18

Փորձանմուշներ զանգվածը չոր վիճակում, կգ

Փորձանմուշ	№1	№2	№3	№4	№5	№6
B15	12,517	12,525	12,469	12,598	12,352	12,422
B25	12,549	12,384	12,574	12,487	12,526	12,564
B30	12,570	12,797	12,833	12,490	12,879	12,516

11
12
13
14
15
16
17
18

Չորացրու մից հետո փորձանմուշները տեղադրվում են $20 \pm 2^\circ\text{C}$ տաքու թյամբ շրի մեջ այնպես, որ շրի նիշը 50մմ-ով բարձր լինի փորձանմուշի վերին մակերևույթից: Փորձանմուշները տեղադրվում են այնպես, որ բարձրությունը լինի հնարավորինս փոքր՝ գլանի դեպքում նմուշը տեղադրվում է կողքի վրա: Փորձանմուշները

1 կշռվում են յուրաքանչյուր 24 ժամը մեկ,
 2 սովորական կամ հիդրոստատիկ կշեռքներով, որոնց
 3 սխալմունքը կազմում է ոչ ավել, քան 0,1%: Կշռման
 4 ժամանակ չրից դուրս բերված փորձանմուշները
 5 նախապես խոնավ կտորով մաքրվում են
 6 մակերևույթային ջրերից: Ծակոտիներից դուրս
 7 եկող ջրի զանգվածը նույնպես հաշվի է առնվում
 8 կշռման ընթացքում: Կշռումները կատարվում են
 9 այնքան ժամանակ, մինչև վերջին երկու
 10 կշռումների արդյունքները չտարբերվեն
 11 միմյանցից ոչ ավել, քան 0,1 %-ով: Կշռված
 12 փորձանմուշների զանգվածը բերված է աղյուսակ 3.19-
 13 ում:

Աղյուսակ 3.19

15 **Փորձանմուշների զանգվածը ներթափանցած ջրի հետ**
 16 **միասին, կգ**

Փորձանմուշ	№1	№2	№3	№4	№5	№6
B15	12,876	12,812	12,767	12,962	12,782	12,821
B25	12,837	12,64	12,842	12,836	12,884	12,925
B30	12,791	12,994	13,034	12,788	13,189	12,784

17

18 Աղյուսակ 3.20-ում ներկայացված են
 19 փորձանմուշների մեջ ներթափանցած ջրի
 20 զանգվածները:

Աղյուսակ 3.20

22 **Փորձանմուշներ ներթափանցած ջրի զանգվածը, կգ**

Փորձանմուշ	№1	№2	№3	№4	№5	№6
B15	0,359	0,287	0,298	0,364	0,43	0,399
B25	0,288	0,256	0,268	0,349	0,358	0,361
B30	0,221	0,197	0,201	0,298	0,31	0,268

23

24 Բետոնի ծակոտկենության որոշման համար
 25 հիմնականում օգտագործվում է ստորև բերված
 26 հավասարումը՝

$$P = (1 - P_s / \rho_a) \cdot 100\%, (10)$$

27

28 նրտեղ՝

1 P-բետոնի ծակոտկենու թյունն է,
2 ρ_s և ρ_a -բետոնի իրական և միջին խտություններն
3 են:

4 Բետոնի իրական խտության որոշման համար
5 օգտագործվում է հետևյալ բանաձևը.

6
$$\rho_h = \frac{m_0}{\rho_a + \frac{m_1 - m_0}{\rho_w}}, (11)$$

7 որտեղ`
8 m_0 և m_1 -բետոնի չոր և ջրահագեցած փորձանմուշի
9 զանգվածն է,

10 ρ_w -ջրի խտությունը:

11 Բետոնի միջին խտությունը որոշվում է
12 հետևյալ բանաձևով.

13
$$\rho_a = \frac{m_0}{V}, (12)$$

14 որտեղ`
15 V -բետոնե փորձանմուշի ծավալն է:

16 Փորձարկումների արդյունքում ստացված
17 տվյալները տեղադրելով վերոնշյալ բանաձևերի
18 մեջ` որոշվում են մշակված և անմշակ բետոնների
19 ծակոտկենու թյունները: Կախված բետոնի դասից`
20 սիլան/սիլօքսանային խառնուրդը տարբեր կերպ է
21 ազդում բետոնում առկա ծակոտիների վրա: Օրինակ,
22 B30 դասի բետոնը տվյալ խառնուրդով մշակելու
23 արդյունքում ստացվում է մոտ 20-25% ծակոտիների
24 նվազում, որն իր հերթին ապահովում է ջրի
25 ազդեցության տակ գտնվող բետոնե
26 կոնստրուկցիայի երկարակեցությունը և
27 կառուցվածքի չորությունը [12]:

28
29 **3.5 Երրորդ գլխի եզրակացություններ**

30 Ներթափանցող և սիլիկոնային հիմքով
31 ջրամեկուսիչների, ինչպես նաև լաբորատոր
32 պայմաններում ստացված խառնուրդների
33 փորձարարական ուսումնասիրությունները թույլ
34 են տալիս եզրակացնել.

- 1 ➤ Ուսուցման սիրվող ներթափանցող ջրամեկուսիչ
2 խառնուրդների փորձանմուշների փորձարկման
3 արդյունքում բացահայտվել է, որ որպես լուծիչ
4 նախընտրելի է սիլիկոնային հիմքով
5 հեղուկների կիրառությունը: Փորձերի
6 արդյունքները ցույց տվեցին, որ համեմատաբար
7 ավելի արդյունավետ է որպես լուծիչ
8 սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի
9 կիրառությունը: Համեմատած փորձարկվող
10 մնացած հեղուկների՝ վերոնշյալ
11 էմուլսիայով պատրաստված խառնուրդն իր
12 ջրամեկուսիչ հատկություններով
13 գերազանցում է մնացածին մոտ 13%-ով, իսկ
14 չմշակված փորձանմուշներին՝ մոտ 30%-ով:
- 15 ➤ Արձանագրվել է, որ ներթափանցող
16 խառնուրդ/լուծիչ հարաբերակցության
17 օպտիմալ արժեքը կազմում է 2: 1: Այս
18 հարաբերակցության դեպքում իրականացված
19 ջրամեկուսացման մակարդակը հասնում է իր
20 առավելագույն արժեքին՝ 57մմ:
- 21 ➤ Իրականացված փորձերի արդյունքների հիման
22 վրա որոշվել է նաև ներթափանցող ջրամեկուսիչ
23 խառնուրդի և սիլիկոնային հիմքով հեղուկի
24 համատեղ կիրառությամբ մշակված տարբեր դասի
25 բետոնների անջրաթափանցելիությունը և
26 եվրոպական ստանդարտներին համապատասխան
27 ջրի ներթափանցման խորությունը:
28 Առաջարկվող տարբերակի կիրառությամբ B30
29 դասի բետոնի համար անջրաթափանցելիության
30 մակարդակը բարձրանում է W12 մինչև W18, B25 դասի
31 բետոնի համար՝ W10 մինչև W16, և B25 դասի բետոնի
32 համար՝ W6 մինչև W12: Ըստ եվրոպական
33 ստանդարտների B 30 դասի համար ջրի
34 ներթափանցման խորությունը նվազում է 30մմ, B
35 25-ի համար՝ 33մմ -ով և B15-ի համար՝ 49մմ -ով:

1 > Փորձերի արդյունքում պարզ է դարձել, որ
2 առաջարկող խառնուրդը դրական է ազդում նաև
3 բետոնների ծակոտկենություն վրա: Այսպես
4 օրինակ, B30 դասի բետոնը տվյալ խառնուրդով
5 մշակելու արդյունքում ստացվում է մոտ 20-25%
6 ծակոտիների նվազում, որն իր հերթին
7 ապահովում է ջրի ազդեցության տակ գտնվող
8 բետոնե կոնստրուկցիայի
9 երկարակեցությունը և կառուցվածքի
10 չորությունը:

11
12
13
14
15
16
17

Գ Լ ՈՒ Խ 4.

**Հ Հ -ՈՒ Մ Գ Ո Յ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն ՈՒ Ն Ե Ց Ո Ղ Թ ՈՒ Ն Ե Լ Ն Ե Ր ՈՒ Մ
(Ք Ի Դ Ր Ո Տ Ե Խ Ն Ի Կ Ա Կ Ա Ն և Ա Վ Տ Ո Մ Ո Ր Ի Լ Ա Յ Ի Ն) Ա Ռ Կ Ա
Խ Ն Դ Ի Ր Ն Ե Ր Ի Վ Ե Ր Լ ՈՒ Ծ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն և Տ Վ Յ Ա Լ
Խ Ն Դ Ի Ր Ն Ե Ր Ի Լ ՈՒ Ծ Մ Ա Ն Հ Ա Մ Ա Ր Ա Ռ Ա Ջ Ա Ր Կ Վ Ո Ղ Ջ Ր Ա Մ Ե -
Կ ՈՒ Ս Ա Ց Մ Ա Ն Ե Ղ Ա Ն Ա Կ Ի Տ Ե Խ Ն Ի Կ Ա Տ Ն Տ Ե Ս Ա Կ Ա Ն
Հ Ա Շ Վ Ա Ր Կ Ն Ե Ր**

25
26
27

**4.1 Հ Հ - ու մ խոշոր թուղնեղ ներում առկա
խնդիրները**

28 ճանապարհային թուղնեղ ներում
29 ջրամեկուսացումը կարևորագույն
30 հիմնահարցերից է, ինչը պահանջում է համալիր
31 լուծումների համակարգ: Հ Հ - ու մ գոյություն

1 ունեցող ավտոճանապարհային թուղթերից է սևան
2 - Դիլիջան ավտոճանապարհի բաղկացուցիչ մաս
3 կազմող թուղթերը, որի շինարարությունը սկսվել է
4 1970 թվականին, սակայն որոշ ժամանակ անց՝
5 ֆինանսական խնդիրների պատճառով, դադարեցվել
6 էր: Շինարարությունը վերսկսվեց 2002 թվականին և
7 այս անգամ հասցվեց ավարտին, որի վրածախսվեց մոտ
8 6,7 մլն ԱՄՆ դոլար: Այս թուղթերկրի համար ունի
9 ստրատեգիական մեծ կարևորություն: Այն գտնվում
10 է մոտ 1083 մ բարձրության վրա և չափավոր ցուրտ և
11 ցուրտ կլիմայական գոտիներում: Քանի որ թուղթերը
12 գտնվում է սևանա լճի հարևանությամբ, ապա
13 տեղումները հաճախակի երևույթ են: Թուղթերի
14 երկարությունը կազմում է 2257 մ, լայնությունը՝ 8 մ,
15 իսկ բարձրությունը՝ 5 մ: Ավտոմոբիլային
16 թուղթերից է նաև երևան քաղաքում ոչ պակաս
17 հայտնի Յերացու փողոցի վրա գտնվող ուղեանցը,
18 որը կառուցվել է վերջերս: Արդեն հասցրել է մեկ
19 անգամ վերանորոգվել, վերանորոգումը միտված էր
20 ջրի ներթափանցումը կանխելու և արդեն իսկ
21 ֆիլտրված ջրերի պատճառով վնասված թուղթերի
22 խնդիրները վերացնելու նպատակներին: Սակայն
23 վերանորոգումից որոշ ժամանակ անց, գրեթե
24 ավարտից հետո նորից ջրերը ներթափանցում են
25 թուղթերի ներսը՝ վնասելով կառուցվածքները, իսկ
26 ձմռան ամիսներին պատճառ դառնում բազմաթիվ
27 վթարների, քանզի ներթափանցող ջրերը,
28 հավաքվելով ճանապարհի երթևեկելի հատվածի վրա,
29 առաջացնում է մերկասառույց: Բացի նշվածներից,
30 գոյություն ունեն նաև ուղղակի վտանգներ՝
31 թուղթերի թաղում ջրերը հավաքվելով առաջացնում է
32 բավականին մեծ սառցալեզվակներ, որոնք իրենց
33 իսկ ծանրություն պատճառով կարող են ընկնել և մեծ
34 վնաս հասցնել ինչպես մեքենաներին, այնպես էլ
35 մեքենայի մեջ գտնվող մարդկանց: Իրականացված

1 ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզ
2 դարձավ, որ օրինակ Սևան-Դիլիջան թունելում
3 գոյություն ունեն ջրամեկուսացման հետ կապված
4 բազմաթիվ խնդիրներ, որոնք անուղղակիորեն
5 պատճառ են հանդիսանում այլ խնդիրների հայտ
6 գալուն՝

7 1. Հիմնականում բացակայում է երթևեկելի մասի
8 բարեկարգ ասֆալտի ծածկը, ինչը քայքայվում
9 է մշտական խոնավության և տարատեսակ դիմամիկ
10 բեռների ազդեցության արդյունքում:

11 2. Ձմռան ամիսներին երթևեկելի գոտին ծածկվում
12 է սառույցով՝ վտանգավոր դարձնելով
13 տեղաշարժը թունելում:

14 3. Թունելում բացառվում են էսթետիկական
15 բարելավմանը միտված ցանկացած
16 միջոցառումներ՝ բավարար չափով
17 լուսավորություն ապահովումը և այլն:

18 Հանրապետությունում այսօր գործող
19 թունելների մեծ մասը կազմում են
20 հիդրոտեխնիկական թունելները և գալերեաները,
21 որոնց գումարային երկարությունը կազմում է 165
22 կմ: Դրանք հիմնականում անխափան են
23 շահագործվում՝ ծառայելով իրենց բուն
24 նշանակությանը:

25 ՀՀ-ում գործող և ռազմավարական կարևորագույն
26 օբյեկտներից է Որոտան-Արփա-Սևան հանգույցը, որը
27 ջրատեխնիկական կառույցների համալիր է և
28 նույնպես իր կազմում ներառում է
29 հիդրոտեխնիկական թունելների համակարգ, որոնք
30 բացառիկ կարևոր նշանակություն ունեն Սևանալճի
31 պահպանության և պաշարների արդյունավետ
32 օգտագործման համար: Համալիրը նախատեսված է
33 Որոտանի, Արփայի և Եղեգիսի հոսքերի մի մասը
34 (տարեկան գումարային ծավալը՝ 415 մ³/վրկ) Սևանալիճ
35 տեղափոխելով՝ վերջինիս մակարդակը բնականին

1 մոտ պահելու համար: Բաղկացած է Որոտան-Արփա
2 (կառուցված 2004թվականին) և Արփա-Սևան
3 (1981թվականին) թունելային ջրատար
4 համակարգերից: Որոտան-Արփա թունելային
5 համակարգի սկզբնական հատվածն է, որը սկիզբ է
6 առնում Սպանդարյանի ջրամբարից և ապահովում է
7 տարեկան 165 միլիոն մ³ ջրի տեղափոխումը Կեչուտի
8 ջրամբար, այնտեղից՝ Սևանա լիճ, Արփա-Սևան
9 թունելով: Թունելի ջրառի հաշվարկային ելքը
10 15մ³/վրկ է, առավելագույնը՝ 18մ³/վրկ, այն
11 իրականացվում է Սպանդարյանի ջրամբարի աջ ափին
12 (2057 մ) կառուցված գլխամասային հանգույցի
13 միջոցով: Թունելի երկարությունը 21,6 կմ է,
14 վերջնամասում թունելի լծորդումը Կեչուտի
15 ջրամբարի հետ իրականացվում է բետոնապատված,
16 ուղղանկյուն կտրվածքով՝ արագահոսի միջոցով:
17 Որոտան-Արփա թունելի աշխատանքային ռեժիմը
18 տարվա ընթացքում կարգավորվում է՝ ելնելով
19 Կեչուտի և Սպանդարյանի ջրամբարների
20 ջրապահովվածություն և Արփա-Սևան թունելի
21 ջրատարություն պայմաններից [1,8]:

22 Արփա-Սևանը բաղկացած է Կեչուտի գլխավոր
23 հանգույցից (Արփա գետի վրա), 18 մ³/վրկ
24 թողունակությամբ №1 թունելից, ջրընդունիչ
25 կառույցներից (Եղեգիս գետի վրա), 25 մ³/վրկ
26 թողունակությամբ №2 թունելից և
27 կողմնատար ջրանցքից: Համալիրը Արփայի և
28 Եղեգիսի հոսքերի միմասը (տարեկան գումարային
29 ծավալով 250 միլիոն մ³) տեղափոխում է Սևանա լիճ:
30 Կեչուտի գլխավոր հանգույցի մեջ մտնում են
31 ջրընդունիչ և ջրնետ կառույցներն ու իռիգացիոն
32 ջրթողը: Ջրամբարում ջրի նշագիծը որոշվել է դեպի
33 Սևանա լիճ ջուրը ինքնահոս տեղափոխվելու
34 պայմանով: Տեղափոխումը կատարվում է 48,3 կմ

1 ձևախախտումների առաջացման պատճառներից մեկը
2 երկարատև շահագործման ընթացքում ջրի
3 թափանցումն է հետերեսարկային դատարկություն
4 լցանյութի մեջ և նրա լվացումն է: Ջրի հոսքը,
5 լվանալով լցանյութը, ստեղծում է նոր, մասնակի
6 անկանոն դատարկություններ, որի հետևանքով
7 ճնշման տակ գտնվող երեսարկի և ապարների միջև
8 ստեղծվում է հսկայական նոր մակերևույթ ու տեղի է
9 ունենում այդ ճնշումների վերաբաշխումը
10 երեսարկի արտաքին ուրվագծով:

11 **3.** Նույն գործընթացը տեղի է ունեցել այն
12 հատվածներում, որտեղ առկա էին հետերեսարկային
13 դատարկությունները: Վերջիններս թունելում
14 գրանցվել են ուղղակի չափումների և
15 սեյսմոակոստիկ հետազոտությունների
16 արդյունքում:

17 **4.** Ճնշումների վերաբաշխումը նաև տարածվել է
18 հարակից միաձուլված բետոնյա երեսարկների վրա,
19 որոնք գտնվում են հավաքովի ե/բետոնյա
20 երեսարկների վերակառուցված հատվածների միջև:
21 Այդ վերաբաշխման հետևանքով, հիմնականում
22 անցումային 4-6մ երկարությամբ հատվածների
23 երեսարկները քայքայված են, ճաքճքված, չնայած
24 միաձուլված բետոնի ամրությունը հիմնականում
25 համապատասխանում է նախագծում ընդունված
26 հաշվարկային մեծությունը:

27 **5.** Վերը նշված ձևախախտումները, որոնք
28 արձանագրվել են դեռ 1995 թվականից, հիմնականում
29 արտահայտվել են այն հատվածներում, որտեղ
30 իրականացվել էին վերակառուցման աշխատանքները`
31 1986-1988թթ.:

32 **6.** Բացի այդ, առաջացել և նոր զարգացումներ են
33 ստանում երեսարկի առանձին մասերի
34 ձևախախտումները և վնասվածքները, ինչպիսիք են
35 հատակի անընդհատ բարձրացումը և ջարդումը

1 ապարն երի ուռչելու կամ պլաստիկ հոսունություն
 2 հետևանքով:

3 **Շ** ժամանակակից ստորգետնյա շինարարության
 4 մեջ այդպիսի երևույթները բազմակի են ու
 5 բազմազան: Ընդ որում, հիմնականում պաշտպանվում
 6 է այն թեզը, որ վերը նշված ծանր
 7 ինժեներատեխնիկական պայմաններում,
 8 առանձնապես մեծ խորություններում ստորգետնյա
 9 կառուցվածքների պահպանումը պահանջում է
 10 անընդհատ վերականգնողական աշխատանքների շարք
 11 [2, 6, 7, 9]:

12
 13 **4.2 Առաջարկվող ջրամեկուսացման տարբերակի**
 14 **տնտեսական արդյունավետության հաշվարկ**
 15 **Սևան-Դիլիջան ավտոմոբիլային թունելի**
 16 **օրինակով**

17 Թունելների ջրամեկուսացման տարատեսակ
 18 եղանակների կիրառման համար անհրաժեշտ են
 19 այժմ հնարավոր է գտնել թե՛ հայաստանյան, և թե՛
 20 արտասահմանյան շուկաներում: Իհարկե դրանց
 21 արժեքները կախված քանակից խիստ փոփոխական են:
 22 Մասնավորապես, ներթափանցող ջրամեկուսիչ
 23 խառնուրդների գները Յայաստանում
 24 ներկայացված են աղյուսակ 4.1-ում:

Աղյուսակ 4.1

26 **Ներթափանցող ջրամեկուսիչ խառնուրդների**
 27 **գները Յայաստանում**

Անվանում	Գինը հայաստանյան շուկայում	
	5կգ	10կգ
Լախտա	8000	15000
Պենետրոն	10500	18500
Կորալ	7800	14000
Կալմատրոն	9500	17500
Յիդրոտեկս	1000	19000

Վ Ե Ս Ս Ո Ն	9600	18000
-------------	------	-------

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Սիլան/սիլոքսանային Էմուլսիան հայաստանյան շուկայում հնարավոր է ձեռք բերել՝ 5 կգ-ի համար վճարելով 4.5-5 հազար դրամ, իսկ 10 կգ-ի համար՝ 9 հազար դրամ, սակայն նշված արժեքները բերված են հայաստանյան շուկայում առկա ոչ մեծ քանակների համար: Բայց, ուսումնասիրելով արտասահմանյան շուկան, պարզ դարձավ, որ անհրաժեշտ է մուլսիան հնարավոր է ձեռք բերել մեկ կգ-ի համար մեծածախ գնով վճարելով 500-600 դրամ, իսկ մակերևույթի մշակման համար անհրաժեշտ նյութերը՝ 670 դրամ/լ:

Աղյուսակ 4.2-ում բերված են մեր կողմից առաջարկվող շաղախի համար կիրառվելիք նյութերի արժեքներն ու մեկ քառակուսի մետրի համար նյութածախսերը:

Աղյուսակ 4.2

Առաջարկվող շաղախի համար անհրաժեշտ նյութերի արժեքներն ու քառակուսի մետրի համար նյութածախսերը

Նյութի անվանումը	Միավորի արժեքը		Մեկ ք.մ. համար ծախսը, կգ
Պենետրոն	1850	դր/կգ	1
Սիլան/սիլոքսանային Էմուլսիա	600	դր/կգ	0.4
Մակերևույթի մշակման հեղուկ	670	դր/լ	0.2

21
22
23
24

Մեր կողմից առաջարկվող տեխնոլոգիական պրոցեսը պետք է լինի բավականին պարզ և քիչ աշխատատար: Նախ ջրամեկուսացվող մակերեսը

1 մշակվում է հատուկ հեղուկով և ճնշումային
 2 ատրճանակով կահավորված ջրի մեքենայով: Դրանից
 3 հետո նույն մակերևույթը պետք է կրկին անգամ
 4 մշակվի նույն տեխնիկայով, սակայն այս անգամ
 5 արդեն միայն մաքուր ջրով, որպեսզի ապահովվի
 6 առաջարկված ջրամեկուսիչ շաղախի համար
 7 անհրաժեշտ պայմանները:

8 Այսպիսով, ունենալով շաղախի համար
 9 անհրաժեշտ մաքուր և խոնավ մակերեսը, կարելի է
 10 ճնշումային սարքի օգնությամբ շաղախը բարակ
 11 շերտով տարածել թուներեկ պատերի վրա: Այնուհետև
 12 ըստ տեխնոլոգիական պահանջի պետք է սպասել
 13 առաջին շերտի ամրանալուն և վերջին
 14 գործողությունը կրկնել ևս մեկ անգամ՝ ցանկալի
 15 արդյունքի ստացման համար:

16 Կատարենք տնտեսական հաշվարկներ իրական
 17 մոդելի վրա պարզելու, թե գործող որևէ թուներեկ
 18 պարագայում ինչ քանակի ֆինանսներ են անհրաժեշտ
 19 ջրամեկուսացումը մեր առաջարկած եղանակով
 20 իրականացնելու համար (աղյուսակ 4.3):

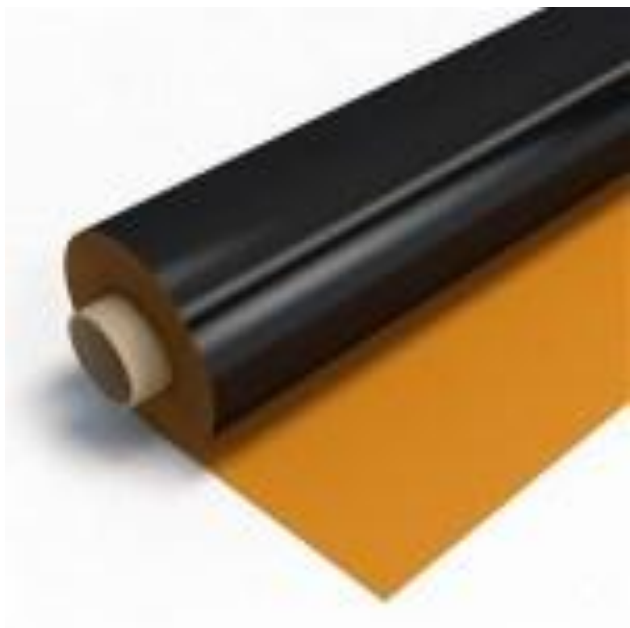
Աղյուսակ 4.3

**Ջրամեկուսացման համար անհրաժեշտ
 մեխանիզմների օրական ծախսը**

Մեխանիզմի անվանումը	Միավորի արժեքը, դրամ	
Ջրի մեքենա	45000	Օր
Կոմպրեսոր	23000	Օր
Բանվոր	13500	Օր
Վարպետ	18000	Օր

25
 26 Այսպիսով, իրականացնենք հաշվարկներ Սևան-
 27 Դիլիջան թուներեկ ջրամեկուսացումն
 28 իրականացնելու համար: Հաշվի առնելով, որ
 29 թուներեն ունի մոտ 2257 մետր երկարություն, 5մ

1 քար ձր ու թյ ու ն և 8մ լայն ու թյ ու ն , ստան ու մ ե ն ք , ո ր
 2 ն եր ք ի ն մ ա կ եր ե ս ը կ ա գ մ ու մ է մ ո տ 41000ք մ .մ ա կ եր ե ս :
 3 Օ գ տ վ ե լ ո վ ա ղյ ու ս ա կ ն եր ու մ ն շ վ ա ծ
 4 ար ժ ե ք ն եր ի ց ` ս տ ա ն ու մ ե ն ք , ո ր մ ե կ մ ե տր
 5 ք առ ա կ ու ս ու հ ա մ ար նյ ու թ ա ծ ա խ ս ը կ ա գ մ ու մ է 2250
 6 դր ա մ , ի ս կ կ ո ն կր ե տ այ ս թ ու ն ե լ ի պ ար ա գ այ ու մ
 7 մ ի այ ն նյ ու թ ա ծ ա խ ս ը կ լ ի ն ի 91184000 դր ա մ կ ա մ 190 000 Ա Մ Ն
 8 դ ո լ ար : Ե թ ե ը ն դ ու ն ե ն ք , ո ր մ ե կ ք ա ն վ ո թ ը մ ե կ ժ ա մ ու մ
 9 մ շ ա կ ու մ է 40ք .մ ., ա պ ա ը ն դ հ ա ն ու ը տ ն ո ղ ու թյ ու ն ը
 10 կ լ ի ն ի մ ո տ 129 օր և կ ար ժ ե ն ա մ ո տ 9552000 դր ա մ :
 11 Այ ս պ ի ս ո վ , ը ն դ հ ա ն ր ա գ վ ա ծ ծ ա խ ս եր ը կ ս տ ա գ վ ե ն 210000
 12 Ա Մ Ն դ ո լ ար : Հ ա մ ե մ ա տ ու թյ ա ն հ ա մ ար ն ու յ ն վ այ ր ի և
 13 ն ու յ ն պ այ մ ա ն ն եր ի պ ար ա գ այ ու մ ա ն հ ր ա ժ ե շ տ է
 14 կ ա տ ար ե լ տ ն տ ե ս ա կ ա ն հ ա շ վ ար կ կ իր առ ե լ ո վ
 15 ջր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ա ն այ լ ե ղ ա ն ա կ , ի ն չ պ ի ս ի ն է , օր ի ն ա կ ,
 16 փ ա կ ց վ ո ղ թ եր թ եր ո վ փ աթ թ ոց այ ի ն
 17 ջր ա մ ե կ ու ս ա գ ու մ ը (**Ն Կ . 4.1**):
 18 Փ աթ թ ոց այ ի ն ջր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ա ն հ ա մ ար
 19 ա ն հ ր ա ժ ե շ տ նյ ու թ եր ի ար ժ ե ք ն եր ն ու մ ե կ
 20 ք առ ա կ ու ս ի մ ե տր ի հ ա մ ար նյ ու թ ա ծ ա խ ս ը
 21 ն եր կ այ ա գ վ ա ծ ե ն ա ղյ ու ս ա կ 4.4- ու մ :
 22
 23



**Փաթթոցային ջրամեկուսացման համար անհրաժեշտ
նյութերի արժեքներն
ու քառակուսի մետրի համար նյութածախսը**

Նյութի անվանումը	Միավորի արժեքը		Մեկ ք.մ. համար ծախսը
Մեմբրան	600	դր /մ ²	1մ
Մակերևույթի մշակման հեղուկ	670	դր /լ	0.2կգ

Այս մեմբրանների պատրաստման համար հիմք են հանդիսանում քիմիապես կայուն պոլիլոֆիլի թերմոպլաստները: Դրանք երկարակյաց են, կայուն են դրսևորում իրենց անգամ ներթափանցած արմատային համակարգի պարագայում: Սակայն այս եղանակն իր հերթին ունի բացասական կողմեր, ինչպիսին է օրինակ, հիմքի նախապատրաստումը, որը պետք է լինի հարթ, առանց դատարկությունների և չունենա սուր ծայրեր: Ելնելով եկոլոգիական տեսանկյունից՝ արգելվում է դրա շփումը տարատեսակ նյութերի հետ, մակերևույթը պետք է մաքրված լինի տարատեսակյուն դերից, իսկ վերջում լինի չոր և մաքուր: Հիմնականում այդ պահանջները աշխատատար պրոցեսներ են և պահաջում են հատուկ տեխնիկական հմտություններ ու արքավորումներ (աղյուսակ 4.5):

**Մեմբրանով ջրամեկուսացման համար անհրաժեշտ
մեխանիզմների օրական ծախսը**

Մեխանիզմ / աշխուժի անվանումը	Միավորի արժեքը	
Չրիմեքենա	45000	Դր /օր
Ամբարձիչ մեքենա	50000	Դր /օր

Չ ն դ ի չ ս ար ք	35000	Դր /օր
Բ ան վ ո թ	13500	Դր /օր
Վ ար պ ե տ	18000	Դր /օր

1
2 Յ ա շ վ ի առ ն լ ո վ , ո թ ի մ ը ա յ ս ի ն ք ն մ ե կ վ ար պ ե տ ը և
3 ք ան վ ո թ ը մ ե կ գ ծ ամ ե տր մ ե մ ք ր ան ի ամ ր ա գ ան հ ամ ար
4 ծ ախ ս ու մ է մ ի ջ ի ն ը մ ո տ 10 ր ո պ ե , ի ս կ ա յ ս առ ա ջ ար կ վ ո ղ
5 մ ե մ ք ր ան ի պ ար ա գ ա յ ու մ մ ե կ գ ծ ամ ե տր ը դ ա 2,1 ք .մ . է ,
6 ա պ ա Ս ն ան -Դ ի լ ի ջ ան ամ ք ո ղ ջ թ ու ն ե լ ի
7 թ աղ ան թ ա պ ա տ մ ան հ ամ ար ան հ ր ա ժ ե շ տ է մ ո տ 362 օր :

8 Ա յ ս պ ար ա գ ա յ ու մ ամ ք ո ղ ջ թ ու ն ե լ ի հ ամ ար
9 ն յ ու թ ա ծ ախ ս ը կ ա գ մ ու մ է 84900 Ա Մ Ն դ ո լ ար , ի ս կ
10 տ ե խ ն ի կ ա յ ի ն ք ան վ ո թ ր ա կ ան ու ժ ի գ ու մ ար ը կ ա գ մ ու մ է
11 մ ո տ 100000 Ա Մ Ն դ ո լ ար : Ա յ ս պ ի ս ո վ , ը ն դ հ ան ու թ ար ժ ե ք ը
12 կ կ ա գ մ ի 184900 Ա Մ Ն դ ո լ ար :

13 Ն մ ան ա տ ի պ խ ն դ թ ի լ ու ծ մ ան հ ամ ար հ ն ար ա վ ո թ
14 կ լ ի ն ի կ ի ր առ ե լ ն ան փ չ ո վ ի մ ե մ ք ր ան ն եր ը , ո թ ի
15 հ ամ ար ան հ ր ա ժ ե շ տ ն յ ու թ եր ի ար ժ ե ք ն եր ն ու
16 ք առ ա կ ու ս ի մ ե տր ի հ ամ ար ն յ ու թ ա ծ ախ ս ը
17 ն եր կ ա յ ա գ վ ա ծ ե ն աղ յ ու ս ա կ 4.6- ու մ :

Աղ յ ու ս ա կ 4.6

**Փ չ ո վ ի մ ե մ ք ր ան ի հ ամ ար ան հ ր ա ժ ե շ տ ն յ ու թ եր ի
ար ժ ե ք ն եր ն**

ու ք առ ա կ ու ս ի մ ե տր ի հ ամ ար ն յ ու թ ա ծ ախ ս ը

Ն յ ու թ ի ան վ ան ու մ ը	Մ ի ա վ ո թ ի ար ժ ե ք ը		Մ ե կ ք .մ . հ ամ ար ծ ախ ս ը
Փ չ ո վ ի մ ե մ ք ր ան	6300	դր /մ ²	1մ
Մ ա կ եր ն ու յ թ ի մ շ ա կ մ ան հ ե ղ ու կ	670	դր /լ	0.2կգ

22
23 Ե լ ն ե լ ո վ մ եր ու ն ե գ ա ծ տ վ յ ա լ ն եր ի գ ` հ ն ար ա վ ո թ
24 է հ ա շ վ ար կ ե լ առ ա ջ ար կ վ ո ղ թ ու ն ե լ ի
25 ջ ր ա մ ե կ ու ս ա գ մ ան հ ամ ար ան հ ր ա ժ ե շ տ ն յ ու թ ա ծ ախ ս ը ,
26 ի ն չ ը կ ա գ մ ու մ է 545000 Ա Մ Ն դ ո լ ար , ի ս կ ան հ ր ա ժ ե շ տ

1 մեխանիզմ -աշխատուժի համար անհրաժեշտ ծախսերի
 2 հաշվարկները հաշվի առնելուց հետո իրականացման
 3 համար ընդհանուր գումարը կազմում է 564400 ԱՄՆ
 4 դոլար:

5 Այսպիսով, դիտարկելով երեք առաջարկվող
 6 տարբերակները, կազմենք արդյունքներն
 7 արտացոլող աղյուսակ (աղյուսակ 4.7):

Աղյուսակ 4.7

**Սևան-Դիլիջան ավտոմոբիլային թուղնեղի համար
 ջրամեկուսացման
 եղանակների իրականացման մոտավոր արժեքները**

Ջրամեկուսիչ	Արժեք, ԱՄՆ դոլար
Փակցվող մեմբրան	184900
Փչովի մեմբրան	564400
Ներթափանցող ջրամեկուսացում	210000

12
 13 Աղյուսակից երևում է, որ տնտեսապես
 14 ամենաշահավետ տարբերակը փակցվող մեմբրանն է,
 15 սակայն դրանով ջրամեկուսացում իրականացնելու
 16 ժամանակի մեծությամբ պատճառով հնարավոր է
 17 արժեքի ավելացում:

18 Առաջարկվող շաղախի արդյունավետությանը և
 19 գործնական կիրառման հնարավորությունը
 20 գնահատելու համար, բացի լաբորատոր տվյալներից,
 21 անհրաժեշտ է եղել ստանալ նաև դաշտային
 22 փորձարկման արդյունքներ: Դաշտային
 23 պայմաններում փորձարկումները տալիս են ավելի
 24 համալիր պատկերացում փորձարկվող շաղախի մասին,
 25 ինչպես նաև իրենց մեջ համախմբում են այն
 26 մանրությունները, որոնք անտեսվել կամ բաց են
 27 թողնվել: Գործող թուղնեղում կատարված
 28 փորձարկումների ժամանակ շաղախը ենթարկվում է
 29 ագրեսիվ ջրերի իրական ազդեցությանը, որը

1 տեխնիկական պատճառներով հնարավոր չէ ապահովել
2 հաշվարկներում կամ Լաբորատոր պայմաններում:
3 Իրական պայմաններում առաջարկվող շաղախի
4 ստուգման համար որոշվեց փորձեր կատարել Սևան-
5 Դիլիջան ավտոճանապարհի վրա գտնվող
6 ճանապարհային թունելում: Այս թունելի
7 ընտրությունը պայմանավորված էր, առաջին
8 հերթին, իր տեխնիկական վիճակով, քանզի այնտեղ
9 առկա են ջրի ներհոսքի բազմաթիվ օջախներ և
10 երկրորդ՝ փորձի իրականացման համար անհրաժեշտ
11 տեխնիկական պայմանների առկայությունը: Հաշվի
12 առնելով այն փաստը, որ աննպատակահարմար է
13 թունելում դադարեցնել երթևեկությունը փորձի
14 կատարման համար, կայացվեց որոշում փորձը
15 իրականացնել երթևեկելի մասից դուրս՝ թունելի



16 թաղի հատվածում, որը օգտագործվում է թունելի
17 օդափոխության համար: Փորձարկվող մակերեսը
18 խոնավ լինելով և մասնակիորեն պատված որոշ
19 գոյացություններով՝ լիովին համապատասխանում
20 էր անհրաժեշտ պայմաններին (**Նկ. 4.2**):

21

Նկ.4.2 Սև ան-Դիլի ջան ավտոմոբիլային թուղնեղի
երեսարկը

Սկզբում իրականացվեց մակերևույթի մշակում
մաքրող, քայքայող հեղուկով, որպեսզի հեռացվեն
բոլոր տիպի գոյացություններն ու քայքայված
բետոնի շերտը՝ բացելով ճանապարհ դեպի
ծակոտիները: Այնուհետև փորձերի արդյունքում
ստացված հարաբերությամբ պատրաստվեց
ներթափանցող ջրամեկուսիչի և
սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի խառնուրդը,
որը քսվեց երեսարկի խոնավ հատվածներին **(Նկ.4.3):**



Նկ.4.3 Սև ան-Դիլի ջան ավտոմոբիլային թուղնեղի
երեսարկի մշակումը ներթափանցող
ջրամեկուսացման և սիլան/սիլոքսանային
էմուլսիայի խառնուրդով

Ելնելով տեխնոլոգիական
առանձնահատկություններից՝ խառնուրդի
երկրորդ շերտը քսվեց առաջին շերտի ամրացումից
մի փոքր անց: Փորձարկման ավարտին երեսարկն
ուներհետևյալ տեսքը **(Նկ.4.4):**



ՆԿ.4.4 Թոփերե սարկը ջրամեկուսիչ
խառնուրդով մշակելու ցիտո

Որոշվեց մշակված մակերեսը դիտարկել ամեն
 շաբաթ մինչև ակնհայտ կդառնար դաշտային
 փորձարկման իրական արդյունքը: Դիտարկումների
 ընթացքում մեզ հետաքրքրող հատվածը դիտարկվեց
 նաև ջրամեկուսացումից երեք շաբաթ անց և մշակված
 հատվածի զննության արդյունքում երևաց, որ այդ
 հատվածները ամբողջությամբ չորացել են (**ՆԿ. 4.5**) և
 օջախները բացակայում են, սակայն հաշվի առնելով
 տեղումների, ջերմաստիճանի և այլ գործոններ
 որոշում կայացվեց դիտարկումները շարունակել
 մեկ տարվա ընթացքում սակայն ավելի երկար
 ինտերվալներով: Իմի բերելով փորձարկումների
 վերջնական արդյունքները հնարավոր եղավ փաստել,
 որ մեկ տարվա կտրվածքով փոփոխության էր
 ենթարկվել միայն շաղախի գույնը, իսկ որակական
 հատկությունները կայուն և անփոփոխ էին:

Այսպիսով, հաշվի առնելով դաշտային
 պայմաններում ստացված արդյունքները՝
 հնարավոր է դառնում հաստատել, որ առաջարկվող
 ջրամեկուսիչ խառնուրդի կիրառումն

1 ավտոմոբիլային թուղթերում արդյունավետ է :
2 Այս պարագայում ունենք գրունտային շրերի ոչ մեծ
3 ճնշումներ և փոքր քանակներ : Սակայն հաշվի
4 առնելով խառնուրդի առանձնահատկություններն
5 ու Լաբորատոր պայմաններում ստացված
6 արդյունքները՝ կարելի է նաև առաջարկել նյութի
7 օգտագործումը հիդրոտեխնիկական բարդ
8 պայմաններում նեցող կառուցվածքներում քանի, որ
9 նմանօրինակ կառույցներում նույնպես առկա են
10 ջրամեկուսացման խնդիրներ և էլ նեցողավելի խիստ
11 պայմաններից ավելի մեծ է կառուցվածքների
12 որակյալ ջրամեկուսացման և ամրացման
13 անհրաժեշտությունը : Հաշվի առնելով այն
14 հանգամանքը, որ աշխատանքը կատարվում է բավական
15 արագ և նվազագույնս է խաթարում հանգույցի
16 բնականոն աշխատանքին, ինչպես նաև
17 հիդրոտեխնիկական կառույցներում ջրի ջնշումը
18 ազդում է բետոնի մարմնից դուրս ուղղությամբ
19 այսինքն էլ ավելի հուսալի պայմաններ են
20 ստղծվում ջրամեկուսացման իրականացման համար :
21 Առաջարկվող խառնուրդի առավելությունը այն
22 է, որ հիդրոտեխնիկական թուղթերի համար կարող
23 է ստեղծել ավելի հուսալի ջրամեկուսացում և
24 պաշտպանի դրանք ենթարկվող հոսող ջրի մեծ
25 ճնշումներին և շատ անգամ ավելի մեծ ծավալներով
26 ջրի քայքայմանը :
27



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Նկ. 4.5 Սևան-Դիլիջան ավտոմոբիլային թուղնեղի երեսարկը փորձարկվող ջրամեկուսացման եղանակի կիրառումից երեք շաբաթանց

Բացի դրանից, թուղնեղների երեսարկները դեֆորմացվող գրունտներում պետք է լինեն բարձր ճաքակայունությամբ: Ջրամեկուսացման համար երկաթբետոնի վրայից հիմնականում իրականացվել է տորկրետացում, որոշ դեպքերում՝ նաև մետաղական ցանցերի կիրառմամբ: Սակայն այս լուծումները այնքան էլ ճաքակայուն չեն, օրինակ Սևան ՅԷԿԻ թուղնեղում, որտեղ մեկ մ²-ում բաժին ընկնող ջրի ֆիլտրացիան կազմել է 0,16լ/վրկ: Ինչպես երևում է, ֆիլտրացիան բավականին մեծ է և ցեմենտացման անհրաժեշտություներ կար, ինչը թանկ գործընթաց է: Այդ իսկ պատճառով թուղնեղներում սկսեցին օգտագործել ջրամեկուսացման փակցվող եղանակները, ինչպես նաև շարունակվեցին ավելի արդյունավետ միջոցների փնտրտությունը:

1 Ն երթափանցող ջրամեկուսիչի և
2 սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի խառնուրդով
3 բետոնի մշակման հիմնական
4 առանձնահատկություններն են ջրամեկուսիչ
5 խառնուրդի ներթափանցման խորություն մեծացումը
6 և բետոնում առկա ծակոտիների փակումը
7 բյուրեղահիդրատներով: Ելնելով սրանից՝ կարելի
8 է տվյալ եղանակը առաջարկել հիդրոտեխնիկական
9 թուներին ջրամեկուսացման համար: Տվյալ
10 եղանակը կիրառելի է ինչպես ճնշումային, այնպես
11 էլ չճնշումային հիդրոտեխնիկական թուներին
12 համար:

13 Ն երթափանցող ջրամեկուսիչի և
14 սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի համատեղ
15 կիրառմամբ ստացված խառնուրդով մշակված բետոնե
16 փորձանմուշների, եվրոպական ստանդարտներին
17 համապատասխան փորձարկումների ժամանակ
18 ստացված արդյունքներից ելնելով՝ կարելի է
19 պնդել, որ այս եղանակը կարող է դիմադրել ջրի
20 բավական բարձր ճնշումների: Համեմատած
21 ջրամեկուսացման այլ եղանակների՝ վերոնշյալ
22 եղանակի առավելությունը կայանում է նրանում,
23 որ ներթափանցման շնորհիվ ջրամեկուսիչը և
24 բետոնը դառնում են մեկ մարմին, ինչն էլ մեծ դեր է
25 խաղում մեծ արագությունամբ հոսող ջրերի դեպքում,
26 որտեղ առկա է լվացման, պոկման և մաշվելու
27 վտանգը:

28

29 **4.32 որրոդ գլխի եզրակացություններ**

30 ՀՀ - ում գոյություն ունեցող թուներում
31 առկա խնդիրների վերլուծությունը,
32 համապատասխան լուծում հանդիսացող խառնուրդի
33 առաջարկումն ու կատարված տեխնիկատեսական
34 հաշվարկները թույլ են տալիս եզրակացնել .

1 ➤ ՀՀ - ու մ գոյ ու թյ ու ն ու ն ե ց ո ղ
2 ավ տո ճ ան ապար հայ ի ն և հ ի դ ը ր ո տ ե խ ն ի կ ա կ ան
3 թ ու ն ե լ ն եր ի կ առ ու ց վ ա ծ ք ն եր ու մ առ կ ա ե ն կ ամ
4 շ ա հ ա գ ո ը ծ մ ան մ ո տ ա կ ա փ ու լ լ եր ու մ հ ն ա ր ա վ ո ը Ե ի
5 հ ա յ տ գ ան կ առ ու ց վ ա ծ ք ա յ ի ն խ ն դ ի ը ն եր , ո ը ո ն ք
6 կ բ եր ե ն եր ե ս ա ր կ ի ք ա յ ք ա յ ու մ ն եր ի :
7 Ք ա յ ք ա յ ու մ ն եր ի հ ի մ ն ա կ ան պ ա տ ճ առ Ե
8 հ ա ն դ ի ս ա ն ու մ կ առ ու ց վ ա ծ ք ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ կ ամ
9 ա ր տ ա հ ո ս ո ղ ջ ը եր ի մ ե ծ ք ա ն ա կ ը :
10 ➤ Հ ա շ վ ի առ ն ե լ ո վ գոյ ու թյ ու ն ու ն ե ց ո ղ
11 խ ն դ ը ի ն եր ը ` առ ա ջ ա ր կ վ ե լ Ե հ ա մ ա լ ի ը լ ու ծ ու մ
12 հ ի մ ն վ ա ծ ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ը ա մ ե կ ու ս ի չ
13 ն յ ու թ եր ի և ս ի լ ա ն /ս ի լ օ ք ս ա ն ա յ ի ն Ե մ ու լ լ ս ի ա յ ի
14 հ ա մ ա տ ե ղ կ ի ը առ մ ան վ ը ա , ո ը ը ե ն թ ա դ ը ու մ Ե բ ա ը դ
15 հ ի դ ը ո եր կ ա ր ա բ ան ա կ ան պ ա յ մ ան ն եր ու մ
16 ջ ը ա մ ե կ ու ս ա ց մ ան հ ա մ ա կ ա ր գ ի վ եր ա կ ան գ ն ու մ և
17 եր ե ս ա ր կ ո վ \$ ի լ տր ա ց ի ո ն հ ո ս ք եր ի բ ա ց առ ու մ :
18 ➤ Գ ո յ ու թյ ու ն ու ն ե ց ո ղ Ս և ա ն -Դ ի լ ի ջ ա ն թ ու ն ե լ ի
19 օ ը ի ն ա կ ի վ ը ա ի ը ա կ ան ա ց վ ա ծ
20 տ ե խ ն ի կ ա տ ն տ ե ս ա կ ան հ ա շ վ ա ր կ ն եր ի
21 ա ը դ յ ու ն ք ու մ պ ա ը գ դ ա ը ծ ա վ , ո ը գ ո յ ու թյ ու ն
22 ու ն ե ց ո ղ խ ն դ ը ի ն եր ի լ ու ծ մ ան հ ա մ ա ր կ ա ը ո ղ ե ն
23 կ ի ը առ վ ե լ մ ի ք ա ն ի առ ա վ ե լ շ ա հ ա վ ե տ և
24 ա ը դ յ ու ն ա վ ե տ մ ի ջ ո ց ն եր : Ս ա կ ա յ ն հ ա շ վ ի
25 առ ն ե լ ո վ ն յ ու թ ա ծ ա խ ս ն ու ի ը ա կ ան ա ց վ ո ղ
26 ա շ խ ա տ ա ն ք ն եր ի հ ա մ ա ր ա ն հ ը ա ժ ե շ տ մ ե ք ե ն ա -
27 մ ե խ ա ն ի գ մ ն եր ը ` գ ա լ ի ս ե ն ք ա յ ն ե գ ը ա հ ա ն գ մ ան ,
28 ո ը տ վ յ ա լ պ ա ը ա գ ա յ ու մ և ն մ ան խ ն դ ը ի ն եր ի
29 լ ու ծ մ ան հ ա մ ա ր ա մ ե ն ա ն պ ա տ ա կ ա հ ա ը մ ա ը
30 տ ա ը բ եր ա կ ը ն եր թ ա փ ա ն ց ո ղ ջ ը ա մ ե կ ու ս ի չ
31 ն յ ու թ եր ի և ս ի լ ա ն /ս ի լ օ ք ս ա ն ա յ ի ն Ե մ ու լ լ ս ի ա յ ի
32 հ ա մ ա տ ե ղ կ ի ը առ մ ա մ բ ս տ ա ց վ ա ծ խ առ ն ու ը դ ո վ
33 ի ը ա կ ան ա ց վ ա ծ ջ ը ա մ ե կ ու ս ա ց ու մ ն Ե :
34
35

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵՉՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Փորձարարական եղանակով բացահայտվել է սիլիկոնային հիմքով հեղուկների կիրառման արդյունավետությունը՝ որպես լուծիչներ թափանցող ջրամեկուսիչ շաղախի համար: Մասնավորապես, բարձր արդյունավետություն են ցույց տվել 60%-անոց սիլոքսանային էմուլսիան և սիլան/սիլոքսանային էմուլսիան, որոնք, համեմատած ջրի հետ, արդյունավետ են՝ համապատասխանաբար մոտ 20 և 25%-ով: Որոշվեցին նաև վերոնշյալ լուծիչների օպտիմալ քանակությունները: Վերջնական արդյունքում ընտրվեց սիլան/սիլոքսանային էմուլսիայի և ներթափանցող ջրամեկուսիչի՝ 1:2 հարաբերությամբ ստացված խառնուրդը:

1 2. Շահախի ազդեցություն տարբեր
2 ժամանակահատվածներում գնահատվել են
3 սահմանված օպտիմալ քանակությամբ
4 սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի և
5 ներթափանցող ջրամեկուսիչի համատեղ
6 կիրառությամբ ստացված շահախով մշակված
7 բետոնե փորձանմուշներում ջրի
8 ներթափանցման խորություն քանակական
9 արժեքները: Փորձերի արդյունքում պարզ
10 դարձավ այն նվազագույն ժամանակը, որի
11 դեպքում առաջարկվող տարբերակի
12 ազդեցությունը կլինի բավարար: ժամանակի
13 ընթացքում շահախի ազդեցությունը մեծանում
14 է, սակայն օպտիմալ ժամանակահատվածը գտնվում
15 է 14-28 օր միջակայքում:

16 3. Տարբեր դասի բետոնների համար եվրոպական
17 ստանդարտներին համապատասխան գնահատվել են
18 ջրի ներթափանցման խորություն քանակական
19 արժեքները, օպտիմալ քանակությամբ
20 սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի և
21 ներթափանցող ջրամեկուսիչի համատեղ
22 կիրառությամբ ստացված շահախով մշակված
23 բետոնե փորձանմուշների համար: Օրինակ, B30
24 դասի բետոնի համար ջրաթափանցելիություն
25 խորությունը նվազում է 42%-ով՝ համեմատած
26 առանց մշակման բետոնե փորձանմուշի հետ, իսկ B25
27 և B15 դասի բետոնե փորձանմուշներում՝
28 համապատասխանաբար 40 և 35%-ով: ԳՕՍՏ 12730.5-ի
29 համաձայն՝ կատարված փորձերի արդյունքում
30 ստացվել է, որ B30 դասի բետոնի համար
31 ջրաթափանցելիություն դասը հասնում է մինչև
32 W16-ի:

33 4. Փորձնական եղանակով պարզ է դարձել, որ B30 դասի
34 դեպքում սիլան/սիլօքսանային էմուլսիայի և
35 ներթափանցող ջրամեկուսիչի համատեղ

1 կիրառու թյամբ ստացված շաղախով մշակված
2 բետոնե փորձանմուշների ծակոտկենու թյան
3 ընդհանուր ծավալը, համեմատած առանց մշակման
4 բետոնե փորձանմուշի հետ, նվազում է 20-25%-ով:

5 5. Առաջարկվող տեխնոլոգիայով բետոնի
6 մակերևույթի մշակման դեպքում Սևան-Դիլիջան
7 թունելի օրինակով հաշվարկվել է, որ
8 ջրամեկուսացման իրականացման ծախսը կկազմի
9 210000 ԱՄՆ դոլար՝ ներառյալ 190000 ԱՄՆ դոլար
10 նյութերի ձեռքբերումը: Ջրամեկուսացման այլ
11 եղանակների համեմատ՝ առաջարկվող
12 տեխնոլոգիայի կիրառման դեպքում
13 ջրամեկուսիչ հատկությունն է ձեռքբերում
14 անմիջապես բետոնը՝ առանց առանձին
15 ջրամեկուսիչ շերտի տեղադրման, ինչը
16 հնարավորություն է տալիս բացառել
17 ջրամեկուսիչ մեմբրանի հնարավոր
18 շերտատումը և ապահովում է կոնստրուկցիայի
19 երկարակեցությունը:

20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

- 1
2 1. «Արփա-Սևան թուղթերի հիմնանորոգման
3 աշխատանքները կազմակերպելու մասին» ՀՀ
4 Կառավարության որոշում, 19 ապրիլի 2000, N188, ք.
5 Երևան:
- 6 2. «Արփա-Սևան թուղթերի հիմնանորոգման խնդիրների
7 վերաբերյալ» Արձանագրության 4 ապրիլի 2000, ք.
8 Երևան:
- 9 3. «Արփա-Սևան թուղթերի շահագործման և տեխնիկական
10 վիճակի բարելավման միջոցառումների մասին»//
11 ՀՀ Կառավարության որոշում, 30 մարտի 1999, N189, ք.
12 Երևան:-Տեղեկատու 0400189.30.03.99:-Էջ 25-27:
- 13 4. «Հայ ջրնախագիծ ինստիտուտ» ՓԲԸ-ի և «Թուղթեր» ՍԸ
14 կոնսորցիումի կողմից ՄՄԲԾՁԲ-09/5 պայմանագրի
15 շրջանակներում իրականացված «Արփա-Սևան»
16 թուղթերի վերականգնման վարկային ծրագրով
17 նախատեսված աշխատանքների համար անհրաժեշտ
18 նախագծանախահաշվային փաստաթղթեր, Երևան, 2009,
19 124Էջ:
- 20 5. Հակոբյան Պ.Յ. Արփա-Սևան թուղթերի
21 վերականգնման խնդիրների մասին // Երևանի
22 ճարտարապետության և շինարարության պետական
23 համալսարանի տեղեկագիր:-ք.Երևան, 2013, №2:-Էջ 88-93:
- 24 6. Հակոբյան Պ.Յ. Արփա-Սևան ջրատարի թիվ 2 թուղթերի
25 նորոգման կառուցման հեռանկարային
26 վերլուծության մասին //Երևանի
27 ճարտարապետության և շինարարության պետական
28 համալսարանի տեղեկագիր:-ք.Երևան, 2013, №5:-Էջ 18-24:
- 29 7. Հակոբյան Պ.Յ. Որոտան-Արփա-Սևան
30 հիդրոտեխնիկական համակարգի շահագործման
31 առանձնահատկությունները և բարելավման
32 ուղիները: Ատենախոսություններ և տեխն. գիտ. թեկ.
33 /05.23.05/.-Երևան, 2013:- 127Էջ:
- 34 8. Հայաստանի Հանրապետության Կառավարության
35 առընթեր Ջրային տնտեսության պետական

- 1 կոմիտեի 2002թ. «Արփա-Սևան թուղթի
2 վերականգնման և անվտանգ շահագործման ծրագիր»,
3 ք.Երևան, 2001, Արխիվ ՍՊԸ «Թուղթ»:
- 4 9. ՀՀ Կառավարության 30.03.1999թ. «Արփա-Սևան թուղթի
5 անխափան շահագործման և տեխնիկական վիճակի
6 բարելավման միջոցառումների մասին» թիվ 189
7 որոշում // ՀՀ ՊՏ: - 1999, №9 (75): - Էջ 25-27:
- 8 10. Մարգարյան Ա.Ա. Բետոնի ջրաթափանցելիության
9 նվազեցումը ներթափանցող ջրամեկուսցնող
10 նյութերի և սիլիկատային հիմքով հեղուկի
11 համատեղ կիրառմամբ // ՃՃՀԱՀ տեղեկագիր: - Երևան,
12 2016: - №1(50): - Էջ 13-16:
- 13 11. Մարգարյան Ա.Ա. Թուղթային երեսարկի
14 ջրամեկուսացումը հատուկ նյութերի միջոցով //
15 ՃՃՀԱՀ գիտական աշխատություններ: - Երևան, 2016: -
16 №1(54): - Էջ 94-99:
- 17 12. Մարգարյան Ա.Ա. Ներթափանցող ջրամեկուսիչ
18 նյութի և Սիլան/սիլոքսանային էմուլսիաի
19 համատեղ կիրառման ազդեցությունը բետոնի
20 ծակոտկենության վրա // ՃՃՀԱՀ գիտական
21 աշխատություններ: - Երևան, 2017: - №1(64): - Էջ 94-99:
- 22 13. Акатьева Л.В. Развитие химико-технологических основ процессов переработки сырья для получения
23 силикатов кальция и композиционных материалов /Автореферат дисс. на соиск. ... д-ра технических
24 наук. – Москва, 2014. – 47с.
- 25 14. Антонян А.А. Сравнительная оценка методов определения водонепроницаемости бетона на примере
26 исследования влияния содержания цемента // Бетон и железобетон. – СПб.: Славутичб, №2, 2015.
27 – С. 44-47.
- 28 15. Ауэрбах В.М., Губенков Е.К. Строительство Зелисберского автодорожного тоннеля// Транспортное
29 строительство. – 1976, №2.
- 30 16. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – Москва.: Стройиздат, 1981. – 464с.
- 31 17. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технологии бетонных и железобетонных изделий. – М.: Стройиздат, 1984.
32 – 672с.
- 33 18. Баженов Ю.М. Технология бетона (Учебное пособие для технологических специальностей строительных
34 вузов). – М.: Высшая Школа, издание второе-переработанное, 1987.
- 35 19. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: АСВ, 2002. – 500с.

- 1 20. Балакин Д.В. Инъекционные методы герметизации статичных и подвижных трещин в строительных
2 конструкциях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011, №9. – С.47-
3 49.
- 4 21. Балакин Д.В. Отличие проникающей капиллярной гидроизоляции бетона от гидроизоляционных
5 материалов на цементном вяжущем // Сухие строительные смеси. – 2007, №1. – С. 10-13.
- 6 22. Батраков В.Г. Суперпластификаторы. Исследования и опыт применения. – Применение химических
7 добавок в технологии бетона. – МД НТП, М.: Знание, 1980. – С. 29-36.
- 8 23. Болотских О.Н. Европейские методы физико-механических испытаний бетона. – Харьков: Колорит,
9 2010. – 144с.
- 10 24. Большаков Э. Л. Сухие смеси для гидроизоляционных работ // Строительные материалы. – 1999, №
11 3. – С. 28-29.
- 12 25. Беляев Л.Н., Дмитриева Г.К., Иванов Ю.А., Ткаченко Д.Б., Яковлев О.И., Гидроизоляция ограждающих
13 конструкций промышленных и гражданских сооружений. – М.: Стройиздат, 1975.
- 14 26. Бетоны. Материалы, технологии, оборудование. – М.: Стройинформ, Ростов н/Д: Феникс, 2006. –
15 424с.
- 16 27. Бородянская М.В. Эффективные гидроизоляционные материалы от компании «Маст» //
17 Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011, №2. – С. 19-21.
- 18 28. Вальцифер И.В., Сизенева И.П., Саенко Е.К. и др. Разработка гидроизоляционного состава
19 проникающего действия для бетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство.
20 – 2010, №12. – С. 46–48.
- 21 29. Величкин Е.А., Ленец П.Т. Строительство тоннелей и метрополитенов. – М.: Транспорт, 1971. – 391с.
- 22 30. Витуки Дж.Л. Эволюция силиконовых технологий в покрытиях. – 12с. – электронный ресурс
23 www.sofex-silicon.ru/articles/view_articles/9
- 24 31. ВНИИГ. Временные указания по применению коллоидного цементного раствора и активированного
25 торкрета для гидроизоляции энергетических сооружений. – М.: Энергия, 1976.
- 26 32. ВНИИГ. Руководство по антикавитационной защите бетонных конструкций гидротехнических
27 сооружений эпоксидными материалами. – М.: Энергия, 1973.
- 28 33. ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ. Указания по проектированию дренажа подземных
29 гидротехнических сооружений. – Москва, 1973. – 106с.
- 30 34. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. Тоннели и метрополитены. – М.: Изд. 1, “ТРАНСПОРТ”,
31 1964. – 630 с.
- 32 35. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н., Храпов В.Г. Тоннели и метрополитены. - М.: Транспорт,
33 1975. – 551с.
- 34 36. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н., Храпов В.Г. Тоннели и метрополитены. - М.: Изд. 2,
35 “ТРАНСПОРТ”, 1975. – 552с.

- 1 37. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений. Опыт зарубежного строительства. – М.:
2 Стройиздат, 1972. – 144с.
- 3 38. Гидроизоляция транспортных тоннелей и метрополитенов, сооружаемых открытым способом,
4 Национальное объединение строителей. – Москва, 2015. – 78с.
- 5 39. Гладун В.Д., Акатьева Л.В., Холькин А.И. Синтетические силикаты кальция. – М.: издательство
6 “ИРИСБУК”, 2011. – 232 с.
- 7 40. Глебов П.Д. Изоляция гидротехнических сооружений. ОНТИ, 1938; Применение битумов в
8 гидротехническом строительстве, ОНТИ, 1937.
- 9 41. Горчаков Г.И., Орентлихер Л.П., Савин В.И. и др. Состав, структура и свойства цементных бетонов
10 (под ред. Горчаков Г.И.) – М.: Стройиздат, 1976. – 144 с.
- 11 42. ГОСТ 12730.2-78 «Бетоны. Метод определения влажности». – М.: Издательство стандартов, 1978,
12 ПЕРЕИЗДАНИЕ 2007. – 4с.
- 13 43. ГОСТ 12730.3-78 «Бетоны. Метод определения водопоглощения». – М.: Издательство стандартов,
14 1978, ПЕРЕИЗДАНИЕ 2007. – 4с.
- 15 44. ГОСТ 12730.4-78 «Бетоны. Методы определения показателей пористости». – М.: Издательство
16 стандартов, 1978, ПЕРЕИЗДАНИЕ 2007. – 7с.
- 17 45. ГОСТ 12730.5-78 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости». – М.: Издательство
18 стандартов, 1978, ИЗДАНИЕ (июнь 2007) с изменением №16, утвержденным в июне 1989г. (ИУС 11-
19 89). – 12с.
- 20 46. ГОСТ 4795-53 «Бетон гидротехнический. Общие требования». – М.: Издательство СТАНДАРТИЗ,
21 1957. – 6с.
- 22 47. Грызлов В.С., Меньшикова Е.В. Элементы термодинамики бетона (учебное пособие). –
23 Череповец.: ГОУ ВПО ГТУ, 2005. – 169с.
- 24 48. Давыдов С.С. Расчет и проектирование подземных конструкций. – М.: Стройиздат, 1950. – 376с.
- 25 49. Дандуров М.И., Корольков Н.М. Содержание и реконструкция тоннелей. – М., 1962. – 185с.
- 26 50. Добавки в бетон (Справочное пособие). – М.: Стройиздат, 1981. – 464с.
- 27 51. Досков К., Биер Т., Вормейр К. Сухие смеси, содержащие алюминаткальциевые цементы //
28 Строительные материалы. – 1999, №2. – С.6-9.
- 29 52. Дубинин И.С, Климова М.М. Коллоидные цементные растворы и другие виды цементной
30 гидроизоляции для гидротехнического строительства. – М.: Энергия, 1976.
- 31 53. Дышат А.Н., Покровский Н.С. Эпоксидно-каучуковые покрытия для антикоррозионной и
32 антикавитационной защиты конструкций энергетических сооружений. – М.: Энергия, 1974.
- 33 54. Железнякова А.А., Киреева Ю.Г. Защитные композиции на основе алкоксиланов для
34 строительства//Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015, №7-3. – С.59-61.

- 1 55. Загоршменный А.И. Сравнение результатов водонепроницаемости бетона подземных сооружений в
2 натуральных условиях, получаемых с использованием прямых и косвенных методов испытаний(Семинар
3 №18)// Горный информационно-аналитический бюлетень, 2007. – С. 282-295.
- 4 56. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. БХВ. – Санкт-Петербург, 2011. –
5 С.155.
- 6 57. Зукарянц С.А., Иванаев М.И., Лебедев В.Г. Строительство подземных сооружений. – М.:
7 Трансжелдориздат, 1959.
- 8 58. Иванаев М.И. Строительство подземных сооружений большого сечения// Транспортное
9 строительство. – 1967, №12.
- 10 59. Касаткина А.В. Модифицированные гидроизоляционные материалы проникающего действия //
11 Proceedings of Petersburg Transport University. – Санкт-Петербург, 2012, ч.2. – С. 78-87.
- 12 60. Комохов А.Г., Попов В.П. Энергетические и кинетические аспекты механики разрушения бетона. –
13 Самара, 1999. – 109 с.
- 14 61. Коценко А.Н. Некоторые аспекты применения проникающей гидроизоляции// Строительные
15 материалы. – 2002, №12. – С. 44-45.
- 16 62. Кравченко К.В. «Кальматрон» – необходимая и достаточная защита для бетона строительных
17 конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011, №4. – С. 9-10.
- 18 63. Кривоносов С. И. Повышение эксплуатационной надежности зданий и сооружений с использованием
19 проникающей гидроизоляции. – Москва, 2000. – С.35.
- 20 64. Лиманов Ю.А. Осадки земной поверхности при сооружении тоннелей в кемберийских глинах. – Л.:
21 ЛИИЖТ, Ленметострой, 1957.
- 22 65. Маковский В.Л. Тоннели. – Изд. Академии архитектуры СССР, 1948.
- 23 66. Матвеева О. И., Федорова Г.Д., Винокуров А.Т. Модифицированные бетоны для подземного
24 строительства // Строительные материалы. - Октябрь 2006, №10 (622). – С. 18-19.
- 25 67. Мангушева Т.А. Гидроизоляционные материалы на основе водных дисперсий эпоксидных смол //
26 Строительные материалы. – 2005, №3. – С. 43-44.
- 27 68. Михайловский В.С. Гидроизоляция объемного действия для бетонных, железобетонных и каменных
28 конструкций//Кровельные и изоляционные материалы. – 2011, №1. – С. 18-20.
- 29 69. Мордвина Е.А., Яворский А.А. Комплексное решение гидроизоляционной защиты при ремонте
30 конструкций подземных сооружений из бетона и железобетона. // Современные наукоемкие
31 технологии: материалы конф. – Пенза: Издат. дом «Академия естествознания», 2013. – № 8–2. – С.
32 287–289
- 33 70. Наставление по тоннелестроению (помощь строителям БАМ). – Москва.: Оргтрансстрой, 1976. –
34 238с.
- 35 71. Попов С.А., Осипов В.О., Померанцев А.М. и др. Мосты и тоннели. - М.: Транспорт, 1977. – 526с.

- 1 72. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. – Ленинград: Стройиздат Ленинградское
2 отделение, 1981. – 304с.
- 3 73. Пушкарева Е.К., Суханевич М.В., Бондарь Е.В. Гидроизоляционные покрытия проникающего
4 действия на основе шлакосодержащих модифицированных цементов, природными цеолитами.
5 //Вост.-Европ. журн. передовых технологий.– 2014, №3/6. – С.57-62.
- 6 74. Развитие химико-технологических основ процессов переработки сырья для получения силикатов
7 кальция и композиционных материалов. – Москва, 2014.
- 8 75. Салия М.Г. Перспективные направления применения гидрозащитных составов. - Харьковский
9 государственный технический университет строительства и архитектуры, 2012. – С. 4.
- 10 76. Соболевский М. В., Музовская О.А., Попелева Г. С. Свойства и области применения
11 кремниорганических продуктов. – М.: Издательство «Химия», 1975. – 296 с.
- 12 77. Серб-Сербиан Н.Н., Саввина Ю.А., Журина В.С. Образование гидрохлоралюминатов кальция и их
13 влияние на свойства бетона //ДАН СССР. – 1956, Т. III. – С. 659-662.
- 14 78. Синявский В.В. Материалы для гидроизоляции и гидрофобизации сооружений // Строительные
15 материалы. – 2003, №5. – С. 22-25.
- 16 79. СНиП I-B.27–71. Защита строительных конструкций от коррозии. Материалы и изделия, стойкие
17 против коррозии.
- 18 80. Совершенствование методов расчета тоннельных конструкций. – Труды ЦНИИСа. – М.: 1974, вып.
19 81.– 118с.
- 20 81. Созин А.Ю. Хромато-масс-спектрометрический анализ силана высокой чистоты /Диссертация на
21 соиск. ... кандидата химических наук. – Нижний Новгород, 2007. – 130 с.
- 22 82. Соловьева В.Я., Сычева А.М., Коробов Н.В. и др. Повышение эксплуатационных свойств бетона
23 тонкослойными цементными композициями поверхностного и проникающего действия // Бетон и
24 железобетон. – 2009, №3. – С. 16-19.
- 25 83. Стукалова Н.П., Андреева Е.П. Химическое взаимодействие и структурообразование при гидратации
26 трехкальциевого алюмината в растворах хлорида кальция, насыщенных гидроксидом кальция //
27 Коллоидный журнал. – 1969, № 31. – С. 446-450.
- 28 84. Справочно-методическое пособие в помощь строителям БАМа (под ред. Д.И.Федорова). – Всесоюз.
29 науч.-исслед. ин-т трансп. стр.-ва. – М.: Транспорт, 1979. – 176 с.
- 30 85. Технологическая карта «Сооружение однопутного железнодорожного тоннеля на полный профиль с
31 комплексной механизацией проходческих и бетонных работ». – М.: Оргтрансстрой, 1964. – 11с.
- 32 86. Фотиева Н.Н. Расчет обделок тоннелей некругового сечения. – М.: Стройиздат, 1974. – 240с.
- 33 87. Фотиева Н.Н., Дорман И.Я. Определение напряженного состояния обделки тоннеля кругового
34 очертания от сейсмических воздействий. – В сб. «Труды ЦНИИСа». – Москва, 1975, вып.67. – С. 107-
35 114.

- 1 88. Харпов В.Г., Демешко Е.А., Наумов С.Н. и др. Тоннели и метрополитены (учебник для вузов). - М.:
2 Транспорт, 1989. - 383с.
- 3 89. Цинкович С.М., Чумаков Л.Д., Баженов Ю.М. Технология заполнителей бетона. - М.: Высшая школа.
4 1991. - 569с.
- 5 90. Чураков А.И. Производство специальных работ в гидротехническом строительстве. - М.: Стройиздат,
6 1976. - 256с.
- 7 91. Шамелис И.М. Тоннели и их восстановление. - Ленинград, ВТА, I ч., 1954г., II ч. 1956.
- 8 92. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.Б., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. - Москва,
9 1979. - 344с.
- 10 93. Эмульсия «Тесил 53 В», техносилоксаны, <http://pandia.ru/text/78/379/1669.php>
- 11 94. Эпоксидно-фурановая мастика для гидроизоляции подземных сооружений. Техническая
12 информация. - М.: Оргтрансстрой. 1972. - 2с.
- 13 95. Astad U., Heimli P. Waterproofing of tunnels by the use of shotcrete. // Proc. ITA World Tunnel Congress,
14 Madrid, 1988
- 15 96. Bardout G., Berny P. La Constructioun des Tunneles. - Galeries at Souterrains, Paris, 1954.
- 16 97. Bernold Method Swise tunnel lining system. - «Tunnel and Tanneling», 1971
- 17 98. Binsacca R. Spray-applied membrains keep basments dry. - Publication #C980587, 1998, The Aberdeen
18 Group. - 3р.
- 19 99. Blindheim O.T. Introduction to water control in norwegian tunneling. - pp.7-101.
- 20 100. Boston Globe, Numerous Tunnel Leak Articles, September - December 2004.
- 21 101. Celestino T.B., Giambastiani M. and Bortolucci A.A. Water inflows in tunnels: back-analysis and role of
22 different lining systems. // Proc. ITA World Tunnel Congress. - Milano, 2001, Vol. 2. - P. 547-554.
- 23 102. FHWA Tunnel Leak Assessment Team, FHWA Tunnel Leak Assessment: Boston Central Artery Interim
24 Report, March 23, 2005. The summary and full text of the interim report is available at
25 <http://www.fhwa.dot.gov/reports/centralarterytunnel/tlabcainterim.pdf>
- 26 103. Franzén T. and Celestino T.B. Lining of tunnels under groundwater pressure. // Proc. ITA Congress. -
27 Sydney, 2002.
- 28 104. Gomes A.R.A. Waterproofing and Drainage Systems for Transport Tunnels.// A Review of Current Practices
29 Felsbau Rock and Soil Engineering. - 2005, Vol. 3. - P. 46-49.
- 30 105. Goodman R.E., Moye D. Schalkwyk A. & Javandel I. Groundwater inflows during tunnel driving.// Geol.
31 Soc. America Publication, Engineering Geology. - 1965, Vol. 2. - P. 39-56. (Referred by Cesano 1999a).
- 32 106. Gustafson G. and Stille H. Stop Criteria for Cement Grouting.// Felsbau Rock and Soil Engineering. -
33 2005, Vol. 3. - P. 62-68.
- 34 107. Haghway and Rail Trnsasit Tunnel Inspection Manual. - 2005. - 112 p.

- 1 108. Knut F.G. Cost efficient waterproofing tunnel linings. – BASF Construction Chemicals, Ohio, USA, 2009.
- 2 109. Kitamura A. Technical development for the Seikan tunnel.//Tunneling and Underground Space
3 Technology, Pergamon Press. – 1986, Vol. 1, №3/4. – P. 341-349. (Referred by Cesano 1999a).
- 4 110. Kleivan E. Norwegian Tunneling Contract System, Norwegian Soil and Rock Engineering Association. –
5 Tapir 1988, publication № 5.
- 6 111. Lonesou M. Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes, Shawbury, Shrewsbury, Shropshire,
7 SY4 4NR. – United Kingdom, 2005. – 589p.
- 8 112. Margaryan A. Armenian and European methods of tunnel waterproofing // International Conference on
9 Civil, Architectural and Transportation Engineering (CATE-16). – Jan. 10-11, 2016, Dubai, UAE. – P. 117-
10 118.
- 11 113. Margaryan A., Antonyan A. Choice of optimal solvent for penetrating waterproofing mortar // International
12 journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering. – India, 2016. – Vol.3, Issue 4. – P. 39-41.
- 13 114. Margaryan A. Determination of duration required for formation of waterproofing properties of concrete
14 treated by the combination of penetrating waterproofing material and silane/siloxane emulsion //
15 International journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering. – India, 2016. – Vol.3, Issue 4. – P.
16 37-38.
- 17 115. Margaryan A. International norms on tunnel waterproofing and importance of development of such norms
18 in Armenia // NAUA International Scientific Conference. – Yerevan, 2016, №2. – P. 39-42
- 19 116. Prosept Aquaisol, <http://www.balt-trade.com/paint.php?item=71>
- 20 117. Tarcísio B. Celestino Shotcrete and Waterproofing for Operational Tunnels. – International Tunnelling
21 Association Working Group on Shotcrete Use, 2006.
- 22 118. Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels. – Civil Elements, Publication No. FHWA-
23 NHI-10-034, 2009. – 702 p.
- 24 119. Terzaghi K. Geologic aspects of soft ground tunneling. – Chapter 11 in Applied Sedimentation, (eds.
25 R.Task and D. Parker). – New York: John Wiley & Sons, 1950.
- 26 120. Melbye Tom, Babendererde Tim, Bonin Klaus and others ITAtech Design Guidance For Spray Applied
27 Waterproofing Membranes. – Longrine-Avignon, France. – ITAtech report N2, april 2013.