

ԹՈՒՆԵԼԱՅԻՆ ԵՐԵՄԱՐԿԻ ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԱՅՈՒՄԸ ՀԱՏՈՒԿ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Տրված է թունելների շահագործման խնդիրների վերլուծությունը և դիտարկված է շրջակա միջավայրի բացասական ազդեցությունը թունելների երեսարկների վրա: Ելնելով առաջ քաշված խնդիրներից՝ անդրադարձ է կատարվել թունելների երեսարկների հիդրոմեկուսացման եղանակներին, դիտարկվել են տեխնոլոգիաներ նորարարական նյութերի օգտագործմամբ երեսարկների ջրամեկուսացման համար: Առանցքային խնդիր հանդիսացող ջրերի ներթափանցման դեմ միջոցառումը, հիմնված նորարարական նյութերի օգտագործման վրա, բերում է բետոնի բյուրեղային կազմի փոփոխության:

Առանցքային բառեր. թունել, երեսարկ, հիդրոմեկուսացում, բետոն, գրունտային ջրեր

Մեծ քաղաքներում, որտեղ վերգետնյա տարածություններն ամբողջությամբ զբաղված են, իսկ մեքենաների մեծ քանակությունը երկարատև խցանումների է հանգեցնում, անհրաժեշտություն է առաջանում յուրացնել ստորգետնյա տարածքները մարդկանց կյանքը հեշտացնելու և նրանց երթևեկը անվտանգ դարձնելու համար: Թունելների անհրաժեշտություն առաջանում է նաև միևնույն մակարդակում տրանսպորտային հոսքերի հատումից խուսափելու նպատակով: Թունելներ կառուցում են ոչ միայն քաղաքներում, այլ նաև լեռներում՝ լեռնային զանգվածներ հաղթահարելու նպատակով, որը հանգեցնում է ճանապարհների անվտանգության, ինչպես նաև կարգի բարձրացմանը: Ստորջրյա թունելները կառուցում են կամուրջների փոխարեն, հիմնականում նավագնացությանը չխանգարելու նպատակով:

Թունելներն իրենց շահագործման տեսանկյունից լինում են ոչ միայն ճանապարհային, այլև հիդրոտեխնիկական, սակայն անկախ իրենց նշանակությունից, ինչպես ամբողջ աշխարհում, այնպես էլ Հայաստանում արդիական խնդիր է թունելների ջրամեկուսացումը, քանզի խոնավության բացակայությունն ամրության և երկարակեցության գրավականն է: Ջրած պահելով թունելի երեսարկը ջրի հետ անմիջական շփումից՝ երեսարկում կարելի է ապահովել առկա մետաղական կոնստրուկցիանների պաշտպանությունը կոռոզիայից, ինչպես նաև բացառել բետոնի ամրության հնարավոր կորուստները:

Ինչպես նախկինում, այնպես էլ ներկայումս, շինարարական և շահագործող ընկերությունների առջև ծառայած է այն խնդիրը, թե ինչպես պաշտպանել երկաթբետոնյա կառուցվածքները շրջակա միջավայրի մշտապես առկա ագրեսիվ գործոններից, հատկապես երկարատև շահագործման ընթացքում: Տվյալ կառուցվածքներից է թունելը, որն անկախ իր նշանակությունից պետք է անխափան ծառայի և որևէ խոչընդոտ չառաջացնի օգտագործողների համար: Թունելների շահագործման ժամկետն առանց խոշոր վերանորոգման աշխատանքների պետք է կազմի 50...100 տարի: Բետոնի երկարակեցությունն ապահովելու համար պետք է

պահպանել դրա ֆիզիկատեխնիկական բնութագրերը, որոնց շնորհիվ օբյեկտի ողջ ծառայության ընթացքում ապահովվում է բետոնի կայունությունը տարբեր տիպի ազդեցություններից [1]:

Բետոնի երկարակեցությունը կախված է ներքին և արտաքին գործոններից: Ներքին գործոններից են՝ բետոնի պատրաստման ընթացքում օգտագործված նյութերը (ցեմենտ և հավելանյութեր), իսկ արտաքին գործոններից՝ խոնավությունը, ջերմաստիճանը, օդի աղտոտվածությունը և գրունտային ջրերը: Ներքին գործոնները հնարավոր է կառավարել ի տարբերություն արտաքինի, որոնց ավելի բարդ է միջամտել:

Թունելների շահագործումը հիմնականում իրականացվում է բարդ հիդրոերկրաբանական պայմաններում, կառուցվածքները ենթարկվում են ազդեսիվ գրունտային ջրերի ազդեցությանը, որի բաղադրության մեջ մտնող աղերը, գազերը և օրգանական նյութերը մեծ վնաս են հասցնում բետոնին: Գրունտային ջրերում պարունակվող աղերի հիմնական մասը կարբոնատները, սուլֆատները, կալցիումի, մագնեզիումի և նատրիումի քլորիդներն են: Գրունտային ջրերի թթվայնությունը հիմնականում գտվում է 3,2...7,5-ի սահմաններում, ինչը վկայում է ջրի չեզոք կամ ցածր թթվայնության մասին, այսինքն՝ բետոնում հնարավոր են ոչ մեծ ռեակցիաներ: Այդ իսկ պատճառով բետոնյա կառուցվածքների երկարակեցությունն առաջնահերթ կախված է գրունտային ջրերի քիմիական բաղադրությունից:

Ներկայումս գրեթե բոլոր ստորգետնյա կառուցվածքներում, այդ թվում նաև թունելներում, շահագործման ընթացքում առաջ են գալիս հիդրոմեկուսացման հետ կապված խնդիրներ: Դա նշանակում է, որ բացի երեսարկի արտաքին հիդրոմեկուսացման աշխատանքային վիճակի խախտումից, գրունտային ջրերի երկարատև ազդեցության արդյունքում տեղի է ունենում բետոնի կոռոզիա: Ցեմենտաքարից լուծվող բաղադրիչները (հիմնականում կալցիումի հիդրոքսիդը) միանում են ջրին և հեռանում: Կոռոզիայի ենթարկված շերտում տեղի է ունենում ցեմենտաքարի հանքանյութերի լուծում (սիլիկատներ և կալցիումի ալյումինատներ), որի հետևանքով ընկնում է բետոնի ամրությունը և հետագայում ամբողջությամբ վերանում՝ դառնալով հիդրոմեկուսացման, ինչպես նաև կրողունակության կորստի պատճառ:

Ցանկացած կառուցվածքի հիդրոմեկուսացումը բաղկացած է երկու հիմնական մասերից՝ առաջնային և երկրորդային: Առաջնային են համարվում այն միջոցառումները, որոնք ապահովում են կոնստրուկցիոն հիմնական նյութի՝ բետոնի, ջրանթափանցելիությունը: Առաջնային ջրամեկուսացման ժամանակակից եղանակներից մեկը երեսարկի համար նախատեսված բետոնի արտադրության ժամանակ քիմիական հավելանյութերի կիրառումն է: Այս տիպի նյութերից է պենետրոն ադմիքսը, որը նվազագույնը երեք կարգով ավելացնում է բետոնի ջրանթափանցելիությունը: Բացի ջրանթափանցելիության մակարդակի բարձրացումից այս նյութն ավելացնում է բետոնի սառցակայունությունը 100 ցիկլով, ինչպես նաև կայունությունը թթվային (рН 3...11) և հիմնային միջավայրներում, մասնավորապես, H_2SO_4 , HCl

թթուների և $NaOH$ և այլ հիմքերի նկատմամբ, որոնք բավականին վնասակար ազդեցություն են թողնում բետոնյա կառուցվածքի վրա:

Երկրորդային են համարվում վնասակար միջավայրի հետ անմիջական շփման մեջ գտնվող հասվածի հավելյալ պատումը հիդրոմեկուսիչ նյութերով: Սա իրականացվում է այն դեպքում, երբ առաջնահերթ մեկուսացման ժամանակ կատարված միջոցառումները չեն կարողանում ապահովել ջրամեկուսացման անհրաժեշտ մակարդակը: Այն դեպքում, երբ առաջնային իրականացվում է կոնստրուկցիայի շահագործման ողջ ընթացքի համար, երկրորդայինը (օրինակ, մեմբրանը) ունի ծառայության սահմանափակ ժամկետ, այսինքն՝ շահագործման ընթացքում անհրաժեշտություն է լինելու այն փոխարինել նորով, որն իր հերթին առաջ կբերի բազմաթիվ խնդիրներ:

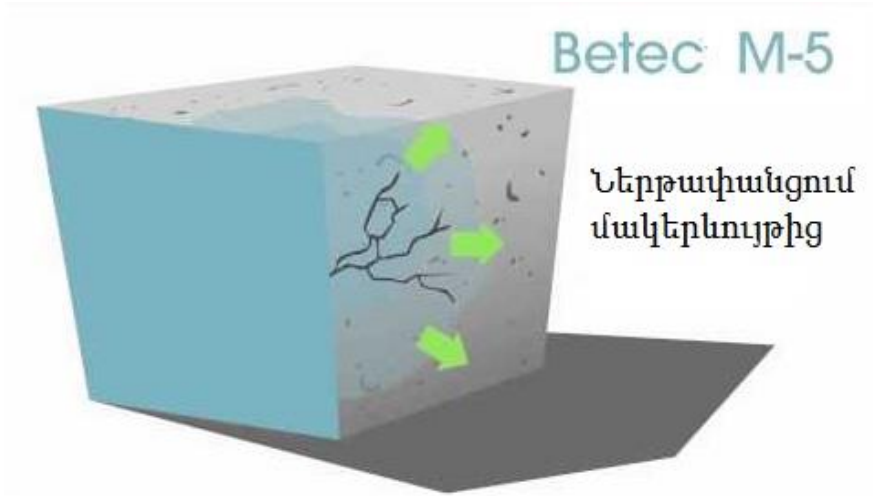
Անջրաթափանց կոնստրուկցիաներ ստանալու գործում լայն կիրառություն են ստացել թերթավոր, ինչպես նաև փչելու եղանակով իրականացվող մեմբրանները, որոնք բավականին լավ են հաղթահարում իրենց առջև դրված խնդիրները: Իհարկե, այս երկու մեմբրաններն էլ ունեն իրենց առավելությունները և թերությունները: Փչովի եղանակով իրականացվող մեմբրանները դեռևս փոքր մասնաբաժին են կազմում շուկայում ջրամեկուսացման եղանակների մեջ, սակայն այս եղանակի կիրառմամբ ջրամեկուսացված թունելների քանակը գնալով աճում է:

Փչվող ջրամեկուսիչ մեմբրանները հիմնականում պատրաստվում և փչվում են տեղում հիմնական երեսարկի վրա, որը հետագայում ծածկվում է երկրորդային երեսարկով կամ պաշտպանիչ շերտով [2]: Փչովի եղանակով մեմբրանային ջրամեկուսացումն ունի հետևյալ առանձնահատկությունները.

- ջրամեկուսացումն ամբողջությամբ հնարավոր է իրականացնել առանց կարերի: Հատուկ միջոցառումներ շերտերը միմյանց ամրակցելու համար անհրաժեշտ չեն, քանզի մեմբրանի և դրա տակդիրի միջև եղած կապը բացառում է ջրային հոսքերի առաջացումը շերտերի արանքով,
- եռակցման և նմանատիպ կարերը բացակայում են, միացումը կատարվում է նախապես իրականացված մեմբրանի վրա հավելյալ նեղ շերտով մեմբրանի փչումով,
- հեշտ և արագ է իրականացվում ջրային հոսքերի հայտնաբերումը և վերացումը: Մեմբրանի վրա հոսող տեղը հեշտ է գտնել, քանզի բետոնի ֆիլտրացիոն ջրատարը համապատասխանում է մեմբրանի վնասված հատվածին,
- հնարավոր է համատեղել այլ ջրամեկուսացման եղանակների հետ: Գոյություն ունեն թերթավոր և փչովի մեմբրանների համակցման տարրեր, ինչը հնարավորություն է տալիս այս երկու եղանակները համատեղ կիրառել,
- երկրորդային երեսարկի իրականացման ժամանակ փչովի մեմբրանի վրա հնարավոր չէ ծալքերի և ձգումների առաջացումը, քանզի այն ամբողջությամբ կապակցված է հիմնական երեսարկի հետ,

- փչովի եղանակով իրականացվող ջրամեկուսացման առավելությունը դրսևորվում է երկրաչափական բարդ ձև ունեցող կոնստրուկցիաների մեկուսացման ժամանակ, որտեղ դասական ջրամեկուսացման մեմբրանների կիրառման դեպքում բարդ կլինի փորձարկել կամ գտնել ջրի հնարավոր ներհոսքի վայրը: Այս դեպքում հարկավոր չեն նույնիսկ ամրանային ցանցերը, որպեսզի տեղադրվեն ցածր ամրություն ունեցող գրունտների վրա, ինչը չի կարելի ասել թերթավոր մեմբրանային ջրամեկուսացման մասին: Տվյալ եղանակի առանցքային հատկությունն այն է, որ անհրաժեշտ բոլոր սարքավորումներն առկա են լինում շին. հրապարակում՝ տորկրետ բետոնի իրականացման համար, ինչը հնարավորություն է տալիս խնայել ինչպես ժամանակ, այնպես էլ տարածք սարքավորումների համար: Երեք օպերատորներ ձեռքով փչելու օգնությամբ ունեն 50...100 մ²/ժ արտադրողականություն, իսկ գործընթացի մեքենայացումը կարող է արտադրողականությունը հասցնել մինչև 180 մ²/ժ-ի [3]:

Նմանօրինակ երկրորդային միջոցառում կարող է համարվել այնպիսի նյութերի կիրառությունը, որոնք ներծծվում են բետոնի ծակոտիների մեջ և կառուցվածքային առումով փոխում առկա բետոնը: Դրանք ոչ միայն ապահովում են վնասված ջրամեկուսացման արագ վերանորոգումը, այլ նաև մեծացնում են ջրաանթափանցելիությունը, սառցակայունությունը, սեղմման դիմադրությունը, ինչպես նաև կոռոզիայի դեմ կայունությունը ծառայության ամբողջ ընթացքում (նկ.):



Նկ. Ներթափանցող հիդրոմեկուսիչ նյութի աշխատանքի սկզբունքը

Խոնավ բետոնի մակերևույթին քսելով պենետրոնը՝ առաջանում է քիմիական բարձր պոտենցիալ, մինչդեռ բետոնի ներսում քիմիական պոտենցիալը մնում է ցածր: Այդ տարբեր պոտենցիալների պատճառով առաջանում է օսմատիկ ճնշում, որը փորձում է հավասարեցնել այդ պոտենցիալները: Օսմատիկ ճնշման օգնությամբ քիմիապես ակտիվ տարրերը ներթափանցում են բետոնի խորքը: Ինչքան բարձր է բետոնում առկա խոնավությունը, այնքան արդյունավետ է լինում ակտիվ բաղադրանյութերի տեղափոխումը բետոնի խորքը: Ակտիվ

քիմիական տարրերը լուծվում են ջրում և ռեակցիայի մեջ են մտնում ալյումինի և կալցիումի իոնների, բետոնում առկա մետաղային աղերի և օքսիդների հետ: Այս ռեակցիաների արդյունքում առաջանում են ավելի բարդ աղեր, որոնք հետագայում հանդիպելով ջրին, առաջացնում են չլուծվող բյուրեղներ: Դրանք փակում են ծակոտիները, մազանոթները և մինչև 0,4մմ լայնությամբ ճաքերը: Ընդ որում բյուրեղները դառնում են բետոնի բաղկացուցիչ մասը, ոչ միայն բարձրացնելով բետոնի ջրադիմացկունությունը, այլ նաև բարելավելով մի շարք մեխանիկական հատկություններ: Ամերիկյան <<ALL ISLAND TESTING EGP.ASSOC.INC.>> համալսարանի կողմից նմանատիպ նյութի կիրառմամբ կատարված փորձերի արդյունքում պարզ է դարձել, որ 14 օր հետո ներթափանցումը կազմել է 5,5մմ, 28 օրից՝ 16մմ, իսկ 56 օրից՝ 31մմ [4]: Այսպիսի նյութերից մեկն է պենետրոնը, որը կանխարգելում է ջրի ներթափանցումը ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական ճնշումների դեպքում: Այս նյութը կարողանում է ներթափանցել 1մ բետոնի խորքը, որի բյուրեղները դառնում են բետոնի բաղկացուցիչ մասը: Պենետրոնը հնարավոր է կիրառել մինչև բետոնի ամբողջական ամրացումը: Ներթափանցող հիդրոմեկուսացման ամենակարևոր առավելությունն այն է, որ մինչև 0,4մմ հաստություն ունեցող բացվածքների ինքնավերականգնումը կարող է տեղի ունենալ շահագործման ընթացքում: Այս պարագայում ինչքան ջրահագեցած է բետոնը, այնքան խոր և արդյունավետ է աշխատում տվյալ նյութը, այսինքն՝ ջրի ճնշմանը հակառակ ուղղությամբ կիրառումը խրախուսելի է [5]:

А.А.Маргарян

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТУННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дан анализ задач эксплуатации туннелей и рассмотрено негативное воздействие окружающей среды на туннельные обделки. Для устранения этих проблем были исследованы методы гидроизоляции обделок и использование инновационных материалов в технологии гидроизоляции. Решение проблемы основано на использовании инновационных материалов, которые изменяют кристаллическую структуру бетона.

Ключевые слова: *тоннель, обделка, гидроизоляция, бетон, грунтовые воды*

A.A. Margaryan

WATERPROOFING OF TUNNEL LINING BY THE HELP OF SPECIAL MATERIALS

The problems of operating tunnels and negative impact of environment on the tunnel linings have been analyzed in this paper. In order to solve this problem the types of lining waterproofing and the usage of innovational materials in waterproofing technological process were investigated. The solution of the problem based on the usage of innovative materials, which changes the crystal structure of the concrete.

Keywords: *tunnel, lining, waterproofing, concrete, ground water*

Գրականություն

1. Содержание и реконструкция тоннелей/ **Ю.А. Лиманов, В.А. Подчеркаев, Н.М.Корольков.** – М.: Транспорт, 1976. - 192 с.
2. **Tom Telbye, Tim Babendererde.** ITAtech Design Guidance For Spray Applied Waterproofing Membranes. – France, 2013. – 64 p.
3. **Knut F. Garshol.** Cost Efficient Waterproof Tunnel Linings// Proceedings of Engineering Conferences International "Shotcrete for Underground Support XI". – Cleveland, 2009. – 15p. – URL: <http://dc.engconfintl.org/shotcrete/4>.
4. **Report on** water absorption at atmospheric pressure and under pressure conducted on a total of 42 cylindrical concrete samples/ University of Bologna, Department of Earth, Geological and Environment Sciences; analyst Giorgio Gasparotto. – Bologna, 2005. – 4 p. – URL: <http://www.lensim.co.rs/files/File/02.University%20of%20Bologna%20Test%20Report%20Penetron%20Admix.pdf>.
5. **Doug Quick.** Results of tests conducted on the Penetron Waterproofing System: Test Reporters. - New York, 1983. - URL: <http://www.penetron.co.uk/wp/wp-content/uploads/2014/06/35-Page-Test-Reports.pdf>.

Մարգարյան Արամ Արմենի (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՀՀԱՀ, Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիա և կազմակերպում
ամբ., ասպիրանտ, (+374) 055561524, aramcs1@gmail.com:

Маргарян Арам Арменович (РА, г. Ереван) - НУАСА, каф. Технология и организация строительного производства,
аспирант, (+374) 055561524, aramcs1@gmail.com.

Margaryan Aram Armen (RA, Yerevan) - NUACA, chair of Technology and Organization of Construction Industry, Postgraduate
student, (+374) 055561524, aramcs1@gmail.com.

Ներկայացվել է՝ 12.02.2016 թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 19.02.2016թ.