ՀՏԴ 725.182 (479.25)

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ս.Մ. Արիստագեսյան,
Մ.Լ. Մնացականյան

ՍՅՈՒՆԻՔԻ ԵՎ ՎԱՅՈՑ ՁՈՐԻ ՄԱՐԶԵՐԻ ՄԻՋՆԱԴԱՐՅԱՆ ՌԱԶՄԱՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐԸ

Հայ ժողովրդի ճարտարապետաշինարարական գործունեության կարևոր ոլորտներից է բերդաշինությունը: Այն կազմել է կառուցողական գործի անբաժանելի մասը և հուսալի պաշտպանական համակարգերի միջոցով ապահով դարձրել երկիրը նվաճողական արշավանքներից: Ներկայացված են Սյունիքի և Վայոց ձորի մարզերի պաշտպանական համակարգերն ու դրանց առանձնահատկությունները:

Առանցքային բառեր. *բերդ, առևտուր, ճանապարհ, ամրոց, քաղաք*

Սյունիքի բնական պայմանները նպաստավոր էին պաշտպանական համակարգեր ստեղծելու համար: Եթե համեմատելու լինենք Հայաստանի տարբեր մարզերում ու Սյունիքում կառուցված բերդերն ու ամրոցները, ապա կարելի է նկատել ճարտարապետական հորինվածքի, շինարարական տեխնիկայի և տեղանքի ընտրության հետ կապված զգալի տարբերություններ:

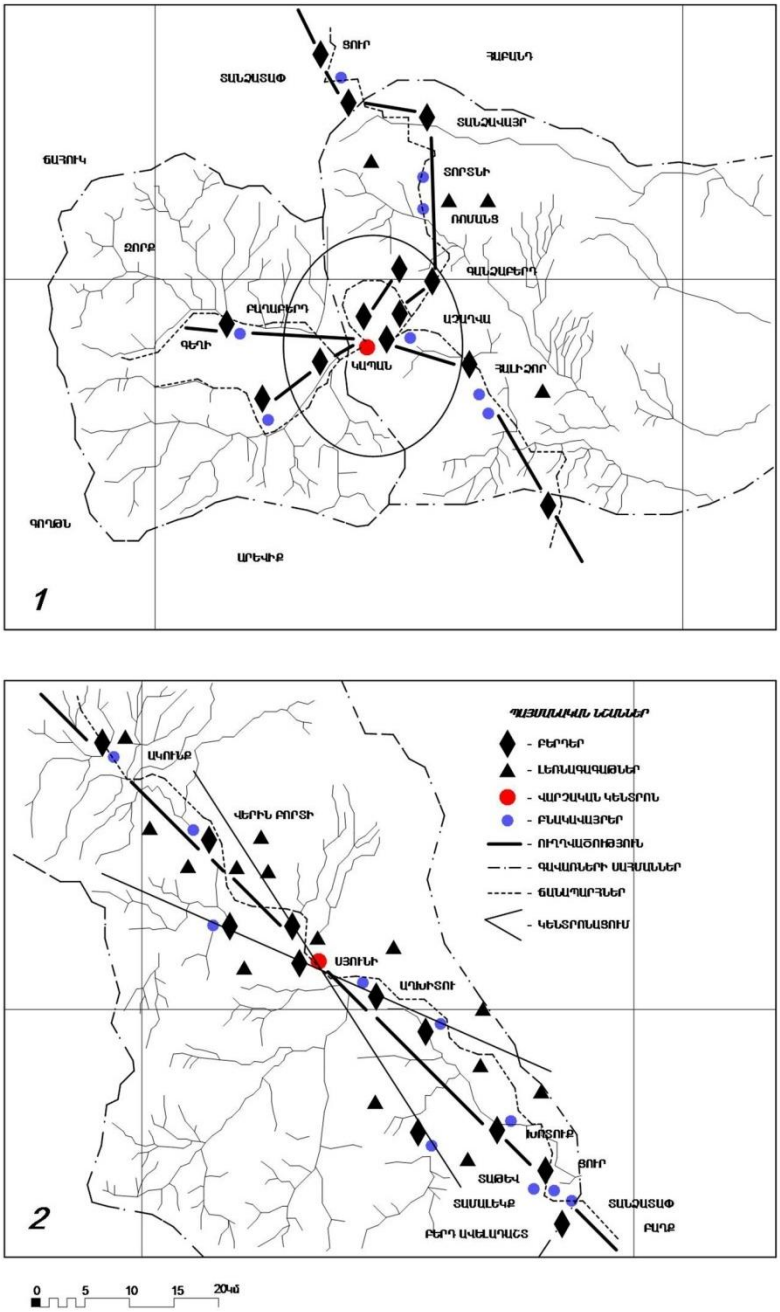
Եթե Սյունիքում բերդերի կառուցման համար ընտրում էին լեռների գագաթները (Սմբատաբերդ, Վասակաշատ, Որոտն, Կկոց քար և այլն), ապա Կիլիկիայում, օրինակ, բերդերի տեղադրության համար ընտրում էին առավելապես լեռնաշղթաների ստորոտներում գոյություն ունեցող բնական ժայռացցերը, որոնց վրա կառուցում էին աշտարակներն ու բուրգերը, իսկ դրանց միջև առաջացած տարածությունները փակում երկայնական պարսպապատերով (Լևոն Կլայ, Լամբրոն, Կյուդլեկ, Բագրաս, Սիս և այլն)։ Տաշիր-Ձորագետ շրջանում պաշտպանական հենակետերի կառուցման համար նույնպես ընտրում էին եռանկյունաձև հրվանդաններ (Կայան, Լոռի, Ախթալա), սակայն այստեղ հանդիպում են նաև հարթավայրային ամրոցներ, ինչպես, օրինակ, Բերդավանքը:

Պաշտպանական կառույցների ճարտարապետությունը Սյունիքում վերելք է ապրում միջնադարում: Սյունիքով անցնող առևտրական ճանապարհները նպաստել են առևտրի զարգացմանը, սակայն միևնույն ժամանակ հանդիսացել են այն հիմնական ուղղությունները, որոնցով թշնամին խուժում էր երկրի խորքը։ Այդ իսկ պատճառով բոլոր առևտրական ճանապարհներն ունեցել են ռազմավարական նշանակություն և պաշտպանվել բերդերի ու ամրոցների պաշտպանական համակարգով: Այսպիսով, անհրաժեշտություն է դարձել համապետական, արտաքին քաղաքական՝ **ռազմավարական ամրությունների** և երկրի ներսում ներքաղաքական՝ **մարտավարական ամրությունների** համակարգերի ստեղծումը: Պաշտպանական այս երկու ընդարձակ ծրագրերն իրագործվել են տարբեր ինտենսիվությամբ՝ ելնելով երկրի արտաքին և ներքին քաղաքական վիճակներից ու պահանջներից, սակայն երկրի

պաշտպանությունն օտար զավթիչների ներխուժումներից միշտ եղել է առաջնահերթ և կարևորագույն խնդիր բոլոր ժամանակներում. ամրոցաշինությունը ծավալվեց ոչ միայն արտաքին քաղաքականությունից, այլև երկրի ներսում առաջացած ներքին քաղաքական իրավիճակից ելնելով, քանի որ առանձին նախարարներ և իշխաններ, օտար հովանավորություններից օգտվելով, ստեղծում էին մեկուսացված ավատապետություններ, իշխանություններ, որոնք նույնպես ռազմականացման կարիք ունեին:

Ռազմավարական և մարտավարական պաշտպանական համակարգերի ստեղծումը կապված էր դեպի Սյունիք տանող հիմնական ուղղություններին հարակից կենտրոնական ամրությունների և երկրի ներսում գավառային, երկրորդական, օժանդակ ամրութունների ցանցի կազմավորման հետ: Այս նկատառումներից ելնելով՝ կարևոր առևտրական ճանապարհներին իրարից որոշակի հեռավորության վրա կառուցել են բերդեր, պահակակետեր, որոնք ունեցել են զուտ ռազմական նշանակություն (նկ.1):

XII-XIII դդ. սկսած այս ճանապարհների երկայնքով և բերդերի հսկողության տեսադաշտերում կառուցվել են կամուրջներ, քարավանատներ: Սյունիքով անցնող Դվին-Բերդկունք-Պարտավ-Կասպից ծով առևտրական ճանապարհի՝ Վայոց ձորով անցնող Սիսաջան-Կոթ ճանապարհահատվածում մինչև օրս պահպանվել են պաշտպանական համակարգի մաս կազմող մի քանի կենտրոնական և երկրորդական նշանակություն ունեցող բերդերի ավերակներ, որոնք դեռևս ուսումնասիրված չեն: Առևտրական ճանապարհի երկու ճյուղավորումներից Դվին-Պարտավ տանող արաբական հին ճանապարհն ուսումնասիրել են Լեոն, Ս. Լիսիցյանը, Հ. Մանանդյանը և ուրիշներ, որոնց աշխատություններում ներկայացված են պատմական հետաքրքիր տեղեկություններ, վերականգնված են բնակավայրերի անունները, քարավանատների և կայանների տեղադրությունները, սակայն համարյա ոչինչ ասված չի ճանապարհի երկայնքով տեղադրված բերդերի և դրանց տեղադրության մասին: Ըստ նախնական ուսումնասիրությունների՝ 92 *կմ* երկարություն ունեցող այս առևտրական ճանապարհի պաշտպանական համակարգի մասն են կազմել Արփա, Վայս, Սուլեմա բերդերը, որոնց վերաբերող պատմական տվյալները կասկած չեն հարուցում: Այս ճանապարհին եղել են ևս ութ բերդ, որոնց տեղադրությունը դեռևս ուսումնասիրության կարիք ունի: Սյունիքով անցնող մեկ այլ առևտրական ճանապարհ սկիզբ էր առնում Նախիջևանից, մտնում Ծղուկք գավառի սահմանն ու անցնելով Ակունք, Բորտի, Շաղատ, Դաստակերտ-Սյունի, Աղխիտու, Որոտն, Խոտուք, Ցուր, Բերդ-Ավելադաշտ ամրոցների հսկողության տեսադաշտով՝ իջնում Բաղք, Մեղրի գավառներն ու հասնում մինչև Կարճևան, որտեղից միանում էր Հոզֆա-Փայտակարան միջազգային առևտրական ճանապարհին:



Նկ.1. 1 - Գապան մայրաքաղաքի ճառագայթաձև պաշտպանական համակարգը,
2 - Սյունի բերդաքաղաքի գծային պաշտպանական համակարգը

Սյունիքում շատ բերդեր ու ամրոցներ կառուցվում էին հին ամրությունների տեղերում, սակայն ռազմական տեխնիկայի առաջընթացը թելադրում էր ճարտարապետական խիստ որոշակի տարրերի և տեխնիկական հնարների կիրառություն: Միջնադարում զենքի տեսականին այնքան էլ հարուստ չէր, սակայն այն անընդհատ կատարելագործվում էր, ուստի կատարելագործվում էին այդ զենքից օգտվելու և դրանից պաշտպանվելու միջոցները: Մարտ վարելու տակտիկան հանգեցրեց ամրոցների այնպիսի անհրաժեշտ տարրերի առաջացմանը, ինչպիսիք են շլյուզները, անցումները, կրկնակի դարպասներով մուտքերը, պատնեշ պատերը, անցախուցերը, զինանոցները և այլն: Իշխանական դղյակներից բացի (Մաղասբերդ, Տիգնիս,

Ամբերդ) միջնադարում բերդ հասկացողությունը՝ որպես հզոր պարսպապատերով և ամրակուռ աշտարակներով միայնակ կառույց, գոյություն չի ունեցել: Եղել են ամբողջական համակարգեր, երբ ամրոցները կառուցվել են ճանապարհների երկայնքով, իրարից որոշակի հեռավորության վրա՝ նպատակ ունենալով պաշտպանել կարևոր կենտրոնը՝ մայրաքաղաքը, և որպեսզի թշնամին գրավեր այն, պետք է պաշարեր այդ ուղղության վրա գտնվող բոլոր բերդերը, քանի որ մյուս կողմերից մայրաքաղաքը լինում էր բնականից անառիկ: Սյունիքում այսպիսի համակարգերի լավագույն օրինակներից է Կապան (1103 թվականից՝ Բաղաբերդ) մայրաքաղաքի պաշտպանական համակարգը (նկ. 2):

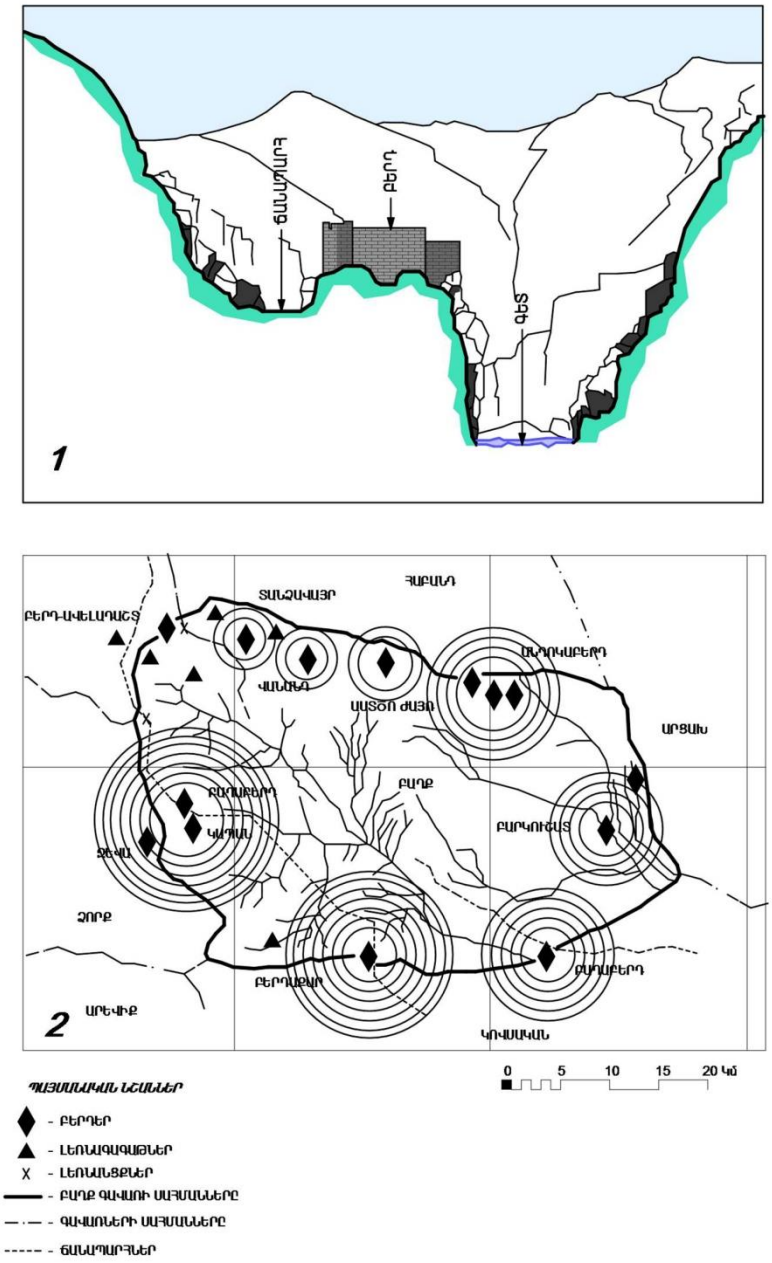
Նկ. 2. Բաղաբերդ

Սյունիքում ձևավորվում է Բաղաց (Կապանի) թագավորությունը, որի մայրաքաղաքն է դառնում Կապանը: Թագավորությունն իր տիրապետության տակ ուներ 43 բերդ, 48 վանք և 1008 գյուղ: 1103թ. սելջուկ թուրքերը մատնությամբ գրավում են Կապան մայրաքաղաքը: 1103թ. սկսած Բաղաբերդը դառնում է Սյունյաց թագավորության մայրաքաղաքը, ուր պահվել են երկրում եղած հարստություններն ու ձեռագրերը: Հետաքրքրական է Բաղաբերդի պաշտպանական համակարգը, որը բաղկացած էր տարբեր ուղղություններով Բաղաբերդ մտնող ճանապարհների երկայնքով տեղադրված բազմաթիվ ամրոցներից ու բերդերից: Բաղաբերդի հյուսիսով անցնում էին երկու ճանապարհ, որոնցից մեկը գալիս էր Բարկուշատին Աճենի կողմերից և անցնում դեպի Արևիք և Գողթն, իսկ մյուսը սկիզբ էր առնում հենց Բաղաբերդից և գնում դեպի Տաթև: Երկու այլ ճանապարհներ՝ մեկը հարավ-արևմուտքից, մյուսը հարավ-արևելքից, նույնպես Բաղաբերդի պաշտպանական համակարգի մաս են կազմել: Հարավային ճանապարհի երկայնքով տեղադրված էին Շլորուտ, Զևու և Գեղի բերդերը, իսկ հարավարևելյան ճանապարհը պաշտպանված էր Գրհամ, Կռնաս և Բերդաքար ամրոցներով: Դեպի Բաղաբերդ տանող այս ճանապարհների երկայնքով տեղադրված պաշտպանական հենակետերը կազմել են մի ներփակ, ընդարձակ և ճառագայթաձև պաշտպանական համակարգ: Հնարավոր է, որ Բաղաբերդը փորձել են գրավել նաև հարավային և հարավարևելյան ճանապարհներով, քանի որ պատմական որոշ տվյալներ տեղեկացնում են այն մասին, որ 1152թ. սելջուկ թուրքերը գրավել են Շլորուտ բերդը (հարավարևելյան ճանապարհ), 1166-1169թթ.՝

Գրհամը, Գեղին (հարավարևմտյան ճանապարհ), և որից հետո միայն 1170թ.՝ Կկոց քարը, այսինքն՝ Տաթև-Բաղաբերդ հյուսիսային ճանապարհի բերդերից մեկը: Այսպիսով ակնհայտ է դառնում պաշտպանական մի սկզբունք, որն իրենից ներկայացնում է դեպի կարևոր վարչական կենտրոն տանող ճանապարհների երկայնքով, իրարից որոշակի հեռավորության վրա տեղադրված բերդերի համակարգ: Իհարկե, նշված ճանապարհների երկայնքով տեղադրված բոլոր բերդերը չէ, որ կառուցվել են միաժամանակ, դրանք հիմնվել և վերանորոգվել են որոշակի ժամանակահատվածում, սակայն Սյունիքի թագավորության ժամանակ ծառայել են որպես վարչական կենտրոնի պաշտպանական համակարգ: Կարևորագույն ճանապարհներին կառուցվող բերդերն ունեցել են նաև առևտրական նշանակություն, ինչպես, օրինակ, Արփա բերդը Վայոց ձորի մարզում: Այն գտնվում էր Դվինից հարավ-արևելք՝ դեպի Նախիջևան-Թավրիզ տանող մայրուղուն հաղորդակից: Այն մայրուղուց, որ նշված էր Պևտինգերյան քարտեզի վրա, օգտվել են պարսիկ առևտրականները՝ ապրանքները Նախիջևանից Դվին բերելու համար: Արփա բերդը հավանաբար ծառայել է որպես ապրանքները պահելու միջանկյալ կայան. այնտեղից մինչև Դվին մի քանի ժամվա ճանապարհ էր:

Պաշտպանական մեկ այլ սկզբունք է լեռնանցքների նեղ մասերում բերդերի կառուցումը: Այսպիսի շինությունների նպատակն էր փակել կարևոր քարավանային ճանապարհները լեռնանցքներում՝ հսկելու և մաքս գանձելու նպատակով, քանի որ դրանք անցնում էին տարբեր տիրույթների կալվածքներով: Սյունիքում այս սկզբունքով կառուցված բերդերից են Բերդաքար և Գիլաբերդ ամրոցները Բաղք և Կովսական գավառների սահմանագծում, Բերդ-Ավելադաշտ ամրոցը Եղուկք և Բաղք գավառների սահմանագծում, Կագիր Ղալասի ամրոցը Արևիք և Կովսական գավառների սահմանագծում, Պահու բերդը Քաշունիք գավառում: Բերդերի տեղադրությունը լեռնանցքներում, որտեղով անցնում էին հաղորդակցական ուղիները, բավական հարմար ու նպաստավոր էր (նկ. 3.1):

Քարավանը կամ պատվիրակությունների պահակախումբը ստիպված էր անցնել բերդի մոտով և բանակցություններ վարելուց հետո միայն շարունակել ճանապարհը: Այս նպատակին ծառայող պաշտպանական կառույցները բացի տեղադրության հետ կապված առանձնահատկություններից, ունեցել են ճարտարապետական-շինարարական յուրահատուկ մոտեցում: Ցավոք, նշված բերդերից ոչ մեկը չի պահպանվել բավարար չափով ուսումնասիրության համար, ուստի հնարավոր չէ վերլուծել այս տիպի պաշտպանական կառույցը: Կարելի է միայն ենթադրել, որ բերդերն ունեցել են մշտական կայազոր և ազդանշանային համակարգ շրջակա պաշտպանական հենակետերի հետ:



Նկ. 3. 1 - Ռազմավարական ճանապարհների երկայնքով կառուցվող պաշտպանական հենակետերի սխեմատիկ պատկեր, 2 - Բաղք գավառի սահմանային բերդերի տեղագրությունը

Բերդերը տեղադրվել են նաև գավառների կամ իշխանական կալվածքների սահմանամերձ գոտիներում (նկ. 3.2)։ Այս նպատակին ծառայող բերդերն ունեին գերիշխող դիրք, կառուցվում էին լեռնազանգվածների գագաթներին, որտեղից լավագույն տեսադաշտի շնորհիվ հնարավոր էր հսկել զգալի տարածություններ։ Սյունիքի սահմանային բերդերից են Որոտն, Բարկուշատ, Բորոտան, Բղեն ամրոցները։ Այսպիսի բերդերը հանդես են եկել խմբերով, գրավել սահմանամերձ գոտու լեռնագագաթներն ու անհրաժեշտության դեպքում ունեցել իրար հետ կապ պահպանելու հնարավորություն։ Որոտն, Բորոտան, Բղեն և Բարկուշատ բերդերը XII դ.

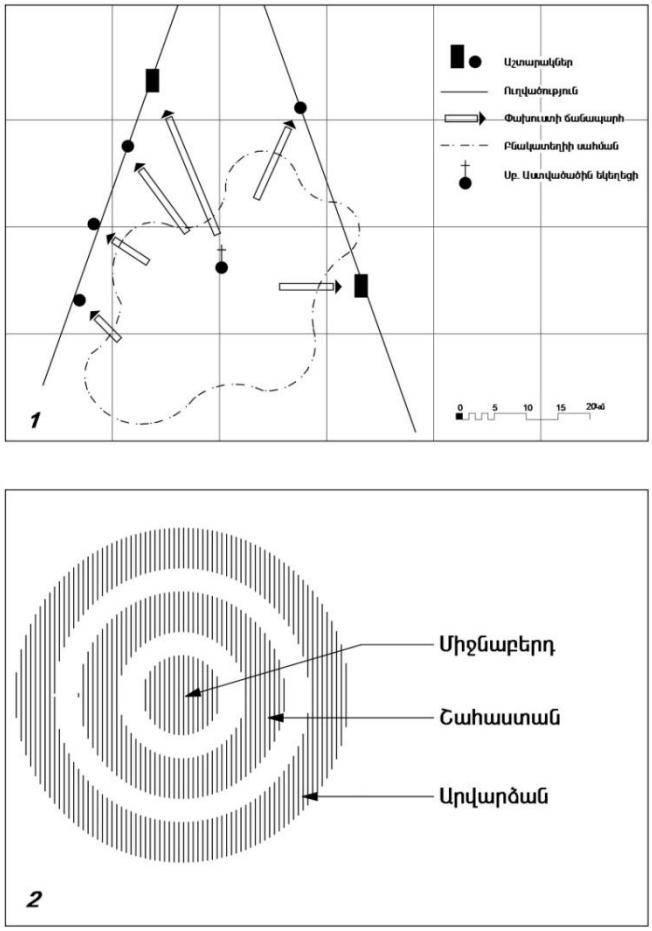
սկզբին հանդիսացել են Սյունիքի թագավորության հյուսիսարևելյան սահմանամերձ ամրոցները։

Յուրաքանչյուր միջնադարյան գյուղ ունեցել է պաշտպանական հենակետեր՝ **«տիրքեր»** կամ **«դիրքեր»,** որոնք գտնվել են գյուղի մոտ՝ դիրքորոշված հնարավորին անառիկ տեղանքի վրա, և ծառայել որպես թաքստոց ու ապաստարան բնակիչների համար թշնամու անակնկալ հարձակումների ժամանակ։ Սյունիքի այս տիպի ամրաշինական կառույցներից են Մեղրի բերդը (Արևիք գավառում), Քաշեթաղոց, Հանդաբերդերը (Քաշունիք գավառում), Աչաղու, Կարճևան, Կաքավաբերդ, Բաղակուքար, Զագաձոր բերդերը (Հաբանդ գավառում), Տանձավայրի բերդը (Բաղք գավառում)։ Բոլոր այս բերդերի մոտ գոյություն են ունեցել համանուն բնակավայրեր, որոնց մասին կան հիշատակություններ։ Եթե գյուղը մեծ էր, կառուցվում էին մի քանի տիրքեր։ Այս նույն սկզբունքով, սակայն տարբեր պաշտպանական կառուցվածքների միջոցով ապահովվում էր քաղաքների անվտանգությունը։ Բնակավայրն ու բերդն իրարից անջատ կառուցելն ընդունված սկզբունք էր միջնադարում։ Այսպիսի ամրոցներն ընդունակ էին երկար ժամանակով պատսպարել քաղաքի բնակչությանը՝ ապահովելով բոլոր անհրաժեշտ պահանջները (ջուր, մթերք, զենք, ստորգետնյա հաղորդակցություն)։ Մեր նշածներից ամենից լավ պահպանված «տիրք» տիպի պաշտպանական կառույցներից է **Մեղրու բերդը** (նկ. 4)։ Այն հիմնվել է X դ. վերջին և XI դ. սկզբին։ Բերդն իրենից ներկայացնում է աղեղ կազմող երկու լեռնազանգվածների գագաթներում տեղադրված 6 աշտարակներ։ Լեռնազանգվածների հարավային մասում՝ դրանց ստորոտում Մեծթաղն է, որը հյուսիսային, արևմտյան և արևելյան կողմերից փակված է բնական խոչընդոտներով։ Աշտարակների միջև քարաշեն պարսպապատերն այստեղ բացակայում են։ Աշտարակներից չորսը կլոր են, երկուսը՝ ուղղանկյուն, որոնց վրա ամբողջ պարագծով պահպանվել են շախմատաձև դասավորություն ունեցող հրակնատներ։ Թշնամու հարձակումների ժամանակ Մեղրիի բնակիչները պատսպարվել են բերդում և հսկողության տակ առել ողջ բնակավայրը։ Ամենայն հավանականությամբ աշտարակները կառուցվել են հաջորդաբար [1]։

Նկ. 4. Մեղրու բերդը

VI դ . սկսած բերդերը, զորքի ամրացված և տևական կայան լինելով հանդերձ, երբ դառնում էին գահակալ իշխանների նստավայրեր, ստանում էին տվյալ երկրաբաժնի վարչական

կենտրոնի նշանակություն։ Քաղաքները պարսպապատվում էին, ինչպես, օրինակ, Սիսականը և Կապանը, իսկ այն բերդերը, ուր հաստատվում էին կառավարական կենտրոններն ու որոնց շուրջ զարգանում էին շահաստաններն ու արվարձանները, կոչվում էին բերդաքաղաքներ, օրինակ՝ Սմբատաբերդը, Բաղաբերդը, Սյունին, Երնջակը։



Նկ. 5. 1 - Մեղրի բերդի սխեմատիկ հատակագիծը,
2 - Միջնադարյան քաղաքի սխեմատիկ կառուցվածքը

Միջնադարյան Հայաստանում քաղաքներն ունեին եռամաս կազմություն՝ միջնաբերդ, շահաստան և արվարձաններ (նկ. 5.2)։ Ռազմավարական տեսակետից կարևոր էին միջնաբերդն ու շահաստանը, այդ պատճառով դրանք պարսպապատվում էին պաշտպանական տակտիկային համապատասխան սկզբունքներով։ Միջնաբերդը սովորաբար տեղադրվում էր քաղաքի վրա իշխող դիրք ունեցող և դժվարամատչելի, բնականից անառիկ բարձունքների վրա։ Միջնաբերդի պարիսպներն արտաքինից երբեմն շրջապատվել են ջրով լցված լայն ու խոր խրամատներով, որոնց երկայնքով որոշ հեռավորության վրա արվում էին լայնական պատեր՝ ջրի հոսքը կանխելու համար։ Այս ջրափոսերի վրա կառուցվել են նաև փոքր կամուրջներ, որոնք նույնպես պաշտպանվել են հատուկ սարքերի միջոցով։ Սյունիքի տարածքում պահպանված բերդերում չենք հանդիպել նման պաշտպանական միջոցառման, սակայն այն կիրառվել է այնպիսի նշանավոր բերդաքաղաքներում, ինչպիսիք են Անին, Դվինը, Կաբինը։ Միջնաբերդում

էին տեղադրված թագավորի, իշխանի կամ ավատապետի պալատական շինությունները, եկեղեցին կամ մատուռը, զանազան նշանակության աշխարհիկ կառուցներ, մթերքների պահեստները, զինանոցները, ամբարները և այլն: Նման բերդերի օրինակ են **Սմբատաբերդը** (նկ.6), **Բաղաբերդը**, **Երնջակը**: Բերդերն ունեցել են նաև ջրամատակարարման հուսալի համակարգ, ապահոված են եղել գետնուղիներով, որոնք հանդիսացել են կապի միակ միջոցը երկարատև պաշարումների ժամանակ:

Նկ.6. Սմբատաբերդ

Շահաստանը, որը գտնվում էր միջնաբերդից անմիջապես ներքև, նույնպես պարսպապատվում էր, երբեմն մի քանի շարքով՝ կախված տեղանքից և շահաստանի մեծությունից (Սյունի, Կապան)։ Շահաստանում էին կառուցվում արհեստավորների, առևտրականների տները, եկեղեցիները, մելիքական տները։ Դեպի քաղաք տանող գլխավոր ճանապարհների երկայնքով տեղադրվում էին պաշտպանական մի շարք կառույցներ՝ բերդեր, ամրոցներ, որոնք ապահովում էին խոշոր քաղաքների անառիկությունը՝ կազմելով հաջորդական պաշտպանական համակարգեր։ Այսպիսի ամրոցաշինական կառույցները՝ բերդշենները, բերդի տարածքում ունեցել են մշտական կայազոր, որը միշտ պատրաստ էր հետ մղել թշնամու հարձակումները և կապ էր պաշտպանում նույն գծի երկայնքով տեղադրված մյուս ամրոցների հետ։ Ամրոցաշինական այս կառույցները տեղադրվում էին միմյանցից այնպիսի հեռավորության վրա, որ հնարավոր լիներ ապահովել լուսային ազդանշանների ընդունումն ու հաղորդումը։ Այսպիսի համակարգերի լավագույն օրինակներից է Կապան մայրաքաղաքի պաշտպանական համակարգը, որի մասին արդեն խոսվել է։

Միջնադարյան Հայաստանում կառուցվել են նաև «կայան» տիպի բերդեր, որոնք հանդիսացել են ռազմականացված հենակետեր և ունեցել են տարբեր ֆունկցիոնալ նշանակություն։ Այսպիսի բերդերն օգտագործվել են որպես փախստավայրեր, թաքստավայրեր թշնամու հետապնդումներից ժամանակավորապես թաքնվելու համար, ուստի օգտագործվել են միայն անհրաժեշտության դեպքում։ Սյունիքում այս տիպի ամրոցաշինական կառույցներից են

Սուլեմաբերդը, Գոյալ (Կապույտ) և Արփա բերդերը Վայոց ձորի մարզում, Վասակաշատ, Որոտն բերդերը Ծղուկք գավառում: Նշված բերդերից Սուլեմա բերդը գտնվում է Սելիմի լեռնանցքով անցնող առևտրական ճանապարհին՝ լեռնանցքից մոտավորապես 5*կմ* հարավ-արևելք: Սելիմի լեռնանցքի գագաթին՝ անմիջապես ճանապարհի վրա, գտնվում է Սելիմի քարավանատունը, իսկ դրանից մոտ 8…10 *կմ* հարավ կառուցվել է ավելի փոքր չափերի մեկ այլ քարավանատուն: Ստացվում է, որ Սուլեմա բերդի հսկողության տեսադաշտում XIV դ. առևտրական այս ճանապարհին կառուցվել են երկու քարավանատներ. մեկը՝ բերդից հյուսիս-արևմուտք, մյուսը՝ հարավ-արևելք, և երկու քարավանատներն էլ գտնվում էին Սուլեմա բերդից հավասար հեռավորության վրա (մոտ 5*կմ):* Մինչ քարավանատների կառուցումը (բերդը գոյություն է ունեցել Արշակունիների թագավորությունից էլ առաջ) առևտրական այս կարևոր ճանապարհի հսկողությունն ու քարավանների անվտանգությունն ապահովում էր Սուլեմա բերդը: XIII-XIVդդ. այս ճանապարհին կառուցված երկու քարավանատները ծառայել են որպես ամրապատ պատսպարան- հանգրվաններ:

Ամրոցաշինական սկզբունքների մասին խոսելիս պատկերն ամբողջական չի լինի, եթե հաշվի չառնենք, որ պետության պաշտպանական համակարգի մեջ մտել են նաև պարսպապատ վանքային համալիրները՝ վանք-ամրոցները, ամրապատ եկեղեցիները, առևտրական ճանապարհներին կառուցվող քարավանատները, մելիքական պալատ-ամրոցները: Աշխարհիկ և հոգևոր նշանակություն ունեցող բոլոր այս կառույցներում կիրառված են ռազմավարական որոշակի սկզբունքներ, որոնք իրենց դրսևորումն են գտել ճարտարապետական տարբեր հորինվածքներում [2]:

Այսպիսով, ֆեոդալական Սյունիքում պաշտպանական ճարտարապետությունը զարգացել է որոշակի սկզբունքներով, և բերդերն ու ամրոցները կառուցվել են համապատասխան քաղաքաշինական, վարչական, ռազմագիտական և աշխարհագրական (ռելիեֆային) գործոնները հստակ պահպանելով: Այս պարագայում կարելի է ի մի բերել ամրոցաշինական մի շարք սկզբունքներ և տարբերել բերդերն ըստ նշանակության:

Բերդեր, որոնք կառուցվել են վարչատնտեսական կարևոր կենտրոնները՝ մայրաքաղաքները պաշտպանելու համար: Սրանք իրենցից ներկայացնում էին մայրաքաղաք մտնող կարևոր հաղորդակցական ուղիների երկայնքով իրարից որոշակի հեռավորության վրա տեղադրված պաշտպանական միավորների համակարգ, որը կարող էր զարգացում ունենալ ուղղագիծ, ճառագայթաձև, աղեղնաձև, շրջանաձև՝ կախված տեղանքի առանձնահատկություններից:

Բերդեր, որոնք կառուցվել են լեռնանցքներում, կիրճերում, որտեղով անցել են կարևոր առևտրական ճանապարհներ: Ծառայել են որպես ռազմականացված պահակակետեր և ունեցել են նաև առևտրական նշանակություն:

Բերդեր, որոնք կառուցվել են գավառների կամ մարզերի սահմանագծերին՝ սահմանային բերդեր: Այս պաշտպանական կառույցները տեղադրվել են լեռնաշղթաների կամ գետահովիտների երկայնքով, բաժանել են մի երկիրը մյուսից և հանդես եկել խմբերով:

Բերդեր ու ամրոցներ, որոնք կառուցվել են անմիջապես բնակատեղերին կից, ուր պատսպարվել են բնակիչները թշնամու անակնկալ հարձակումների ժամանակ՝ այսպես կոչված **«տիրք» տիպի ամրոցաշինական կառույցներ:**

Բերդեր, որոնք ունեցել են վարչական կենտրոնի նշանակություն՝ բերդաքաղաքներ: Վերջիններս ընդգրկել են ընդարձակ տարածություններ և բաղկացած են եղել միջնաբերդից, շահաստանից ու արվարձաններից:

Բերդեր, որոնք կառուցվել են որպես հենակետեր՝ «կայան» տիպի ամրոցներ: Ունեցել են համապետական նշանակություն և օգտագործվել են որպես թաքստավայրեր, ամրացված հենակետեր, որոնք նաև օգնում էին բացահայտելու թշնամու զորաշարժերը [1]:

С. М.Аристагесян,
М. Л.Мнацаканян

СРЕДНЕВЕКОВЫЕ ВОЕННО-АРХИТЕКТУРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ СЮНИКСКОГО И ВАЙОЦ ДЗОРСКОГО МАРЗОВ

Одной из важных сфер архитектурно-строительной деятельности армянского народа является строительство крепостей. Оно является неотъемлемой частью строительного дела и посредством надежных оборонительных систем сделало страну надежно защищенной от захватнических нашествий. Представлены оборонительные системы Сюникского и Вайоц Дзорского марзов и их особенности.

Ключевые слова: *крепость, торговля, дорога, цитадель, город*

S.M.Aristagesyan,
M.L.Mnatsakanyan

THE MEDIEVAL MILITARY ARCHITECTURAL BUILDINGS OF THE REGIONS OF SYUNIK AND VAYOTS DZOR

The building of fortresses is one of the main fields of the architectural activities of the Armenian nation. It was an integral part of the constructive work and made the country safe from land-grabbing invasions due to its reliable defense systems. The defense systems and the features of the regions of Syunik and Vayots Dzor will be presented.

Keywords: *fortress, trade, road, castle, city*

Գրականություն

1. http://hpj.asj-oa.am/4886/1/1988-1(224).pdf.
2. Հայկական Սովետական Հանրագիտարան. Հատ.2. - Երևան, 1976. – 719 էջ:

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

Արիստագեսյան Սերգեյ Մկրտիչի *(ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ.Թամանյանի անվան Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, կ.գ.ա., ՀՀ Տրանսպորտի և կապի նախարարության աշխատակազմի ճանապարհաշինական վարչություն, փորձագետ, (+374)93013434, serojjjan@mail.ru,* ***Մնացականյան Մեսրոպ Լիպարիտի, Ճ.թ.*** *(ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ.Թամանյանի անվան Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, գ.ա., (+374) 91339111, moso84@mail.ru:*

Аристагесян Сергей Мкртичович *(РА, г.Ереван) – НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительстваим. академ. Ал. Таманяна, м.н.с.,эксперт департамента Дорожного строительства аппарата Министерства транспорта и связи РА, (+374) 93013434, serojjjan@mail.ru,* ***Мнацаканян Месроп Липаритович, канд. архит.*** *(РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академ. Ал. Таманяна, н.с., (+374) 91339111, moso84@mail.ru.*

Aristagesyan Sergey Mkrtich *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction after Academician Al. Tamanyan, junior researcher, Department of Road Construction of the Apparatus of Ministry of Transport and Communications of RA, expert, (+374) 93013434, serojjjan@mail.ru,* ***Mnatsakanyan Mesrop Liparit, doctor of philosophy (Ph.D) in architecture*** *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction after Academician Al. Tamanyan, scientific worker, (+374) 91339111, moso84@mail.ru.*

Ներկայացվել է՝06.03.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 19.03.2015թ.

UDC 721.001:551.5(536.2)

ARCHITECTURE

Ch. Bassam

THE EFFECT OF WEATHER CONDITIONS ON THE TRADITIONAL URBANISM & ARCHITECTURE STYLE IN THE UNITED ARAB EMIRATES

(REGIONAL HOT DRY AND HOT HUMID CLIMATE, CASE STUDY THE CITY OF DUBAI)

Architectural civilization in the United Arab Emirates is attracted to each other as in most of countries with bi- architecture and old architecture is one of this architecture. It will be a reflection of environment and natural, social outputs. The other part will be modern building popularized with the increased use of global theories of architecture and modern materials as a result of the increasing high level of living needs which imposes a direct threat on the personal identity of cultural and environmental identity, which has long been characterized during its phases of development. This issue prompted much of architects to think and meditate in order to extrapolate future lines of an extension and realistic architecture associated with climatic environment and developed through cultural and social roots of the society.

Keywords: *courtyard, Barjeel, Malqaf, hot humid climate, hot dry climate, Arabian Peninsula*

The Concept of Traditional Architecture:

Traditional architecture is defined as the architecture associated with certain geographical region. Its development curve has gained its distinctive dynamic character development through the use of local materials and methods and uniqueness of application solution for existing environmental problems of their societies. Therefore, the traditional architecture in the society will be an extension of the intellectual culture of the society and its ability for modification and development. The traditional architecture of the UAE in general and traditional architecture in the Emirate of Dubai in particular, are considered as the framework of this definition, where they are grew up and developed through the full interaction with environmental data and civilization legacies in this location, as it will be demonstrated through the following narration that briefly showed the entity and nature of these effects on the formation of architect character and pattern.

Architectural and Civilization Cultural Influences on the General Formation of a Traditional Architecture:

The general character has influenced directly by traditional architecture of UAE society with a set of factors and values which can be divided into two value groups with fixed effect embodied in environmental architecture constants such as climate, geographical and geological composition with fixed effect represented in different civilization changes for religious, economic, social, and aesthetic aspects.

1- Architecture Environmental Constants

[1/a]- Geographical Nature:

General traditional urbanism for the regions of of the United Arab Emirates is associated with coastal plains and some depressions on the Arabian Gulf Coast, where coastal plains formed human settlement areas, the nucleus of the major cities in the country (Dubai, Abu Dhabi, Sharjah.....) and influenced the nature of the urban extension of those population settlements and their developments over the centuries. Flood routes have

affected the movement of urban communities in mountain areas, while the geographical nature in the United Arab Emirates should be divided to the following major sections:

- Coastal plains that formed the nucleus of the current urban cities and communities.
- Mountainous territory located mostly in the northern and southern borders.
- Interior desert lands that make up the greatest percentage covered by sand dunes.
- Agricultural land in scattered oases along with some parts in the coastal strip.

[1/b] Geological Structure:

This factor represents one of great important one affecting the urbanization in the UAE, since urbanization is linked with geology and the presence of wells. Therefore, urbanization is linked with oases presence. Availability and easy access for raw material also played the main role in the locating urban communities.

[1/c]- Climatic Factor:

UAE's climate is characterized by harsh climatic conditions between temperatures rises all over the year with great disparity between the rates of temperature rate in hours of the day and night. It is characterized as well by significant high humidity rates. Therefore, the climate is classified as hot desert region climates with their types of hot-humid and hot-dry type. It forms effective design factor on the form and character of the traditional architecture. The climate is characterized by low rainfall throughout the year, therefore there was constant quest to find a solution for the effect of this difficult climate conditions.

1-2 Characteristics of Traditional Architecture and effects of urban and non- urban properties:

Traditional urbanism is distinguished by its high ability to adjust and adapt to environmental conditions and harsh weather (hot - humid) so that it can be said that the essence of this construction and its composition was the result of these factors [1]. The traditional architecture in the UAE in general and Dubai in particular has a large number of traditional buildings that reflect in a way or another this adjustment to be added to these factors.

It is an addition to non- urban aspects with changing cultural qualities for social, religious, economic and demographic dimensions with a commitment to public sense and aesthetic dimensions.

We will review the features that affect these factors in character formation and public character of the state in general and mention of traditional architecture in Dubai [2]. The environmental and climatic factors reflected on the formation of the general character of architecture as follows:

A- Geographical location: the geographical location has influenced the places of urban communities and identified extension ranges through following semi-locked urban style to reflect the geographic privacy where coastal communities committed to quality of coastal strips and parallel expansion for the coast. The central horizontal expansion has appeared in desert and mountain communities.

B- Climatic Factor: As we mentioned earlier populations have focused on the coastal strip, which has its character.

Climatic Factor on Urban and Architectural Character have affected as follows:

Extensive organic architecture became common, (collaborative urban texture) in planning of traditional urban communities planning where buildings are near from each other to increase shadow space on the buildings facades and irregular intra- corridor (traditional road), which helps to increase air speed on roads and spaces within those communities. Moreover, the planning considered the direction of benign cold northern wind. The

planning also has taken into account how to overcome the climatic factor to contain main irregular width, and intersecting transverse axes, with irregular spaces.

Architecturally, the use of open medium yard system that overviews all facility spaces in the building through semi-open corridors, has been used as a climate regulator to control temperature and the movement of wind inside the building, making it one of the main features in the design for most traditional buildings. The yard occupies prominent proportion on the formation of the horizontal projected area as to match number of overlooking spaces.

-The prevalence use of distinctive architectural elements – has played a role in shaping public architectural character such Braggs and air catcher to be used efficiently to direct good wind inside facility spaces for the building. It was the prominent feature of sky line in old city as used in air chimneys for external facades in order to ensure good ventilation inside residential spaces.

- Using of thick walls to reduce heat reflection from outside to inside and vice versa, and increase the rate of open parts in entrances to increase shadow plains on facades, by taking into consideration to open all spaces through indirect large awning in external hall by closed ceiling.

1-3 Architectural Characteristics of the Urban Character of the Traditional Architecture of Dubai city:

Whereas climatic factors and conditions and climate nature (hot and humid) has played a role, we can through the previous review depict a comprehensive picture of the features and characteristics of traditional urbanism in the Emirate of Dubai that can be summarized as follows:

1. Traditional architecture generated in Dubai in the period before the construction boom in 1970, is considered as reflection of the climatic conditions of the area and available natural resources to the building in addition to the interaction of different cultures, where architectural character is featured with plastic simplicity and clarity in architectural spaces,

2. Architecturally: the form of the inner courtyard is a key element in traditional architecture, where it is directed to go within a main plastic regular or semi-regular axis which formed all its traditional architecture formations, whether free or projected. it was done through the distribution of elements on the patio and medial which occupied about half of the built-up area.

3. Architecturally: the traditional architecture is distinguished by distribution of useful elements (rooms and services - events), both at the level of the building or urban composition, through classification into major and minor elements and the relationship between those elements, the entrance or medium space.

4. *Barjeel* constitute in traditional architecture, a major architectural element in the formation of architecture character and the line in the sky along with its design association with main spaces, which in turn took different locations, causing the diversity of architectural block form.

5. Local materials were used mainly in the establishment of traditional buildings which helped the homogeneity of a general nature in terms of height and the nature of the composition, along with semi-standard construction solutions for different operations relied on fixed scales.

6. Traditional architecture in Dubai is characterized by worthwhile remarkable concern with internal spaces with decoration "the decoration relied on abstract decoration style get from geometric and floral shapes.

7. Traditional building facades are characterized by simplicity due to poor construction materials as well as dependence on beauty bloc kept in the unit where openings are distributed in harmony shape differed from one building to another with no installation of decorative standards and classical buildings. Architecture character is based on aesthetic ratios derived from adopted geometry (square and rectangular ratio).

8. Traditional architecture is characterized by full commitment with the principle of privacy, whether at the level of horizontal projectile in terms of the distribution of activities and their relationship to the main entrance or at the level of facades where arabesques (wood windows) are used in openings or blocking upper ends for building or through the use of stucco spaces.

Architectural Elements and Climatic Treatment (environmental) in Traditional Architecture in Dubai:

These elements formed the basic framework for the creation of the visual configuration architectural elements influenced by the traditional architecture in Dubai in two key frameworks:

- Harmonious fine configuration with general character of traditional architecture that characterized by simplicity and clarity of design lines.
- Environmental compatibility represented in elements that will achieve comfort levels inside the building.

However, the use of these elements has influenced the general pattern of traditional housing, which emerged in the appropriate architectural treatment of the nature for hot - humid climate and formed environmental designs, climatic treatment and architectural elements with the highest degree of controlling the prevailing climatic factors.

Those elements can be defined as follows:

1. Open courtyard
2. *Barjeels* and Air towers.
3. Air Catchers.
4. Columns and internal arcade.
5. Opens and Recess

The following will be a brief introduction to each one of them for the historical, architectural, and aesthetic dimension beside positive impact resulting from the usage.

1. The Courtyard:

Climatically: An internal space is considering as organic space to provide an natural environmental directly such as light, sun, and air movement through positive and negative pressure that give responsiveness with the place and thus provide health restrictions resulted directly from the environment and objectiveness about architecture building to find response means for problems within the proper framework for human life in the local environment.

Historically: A single functional has historical roots as commonly used with most architectural civilizations that have emerged in the region, beginning with stability ages, as spiritual single to be enlisted within the principle of privacy and climatic treatment. It is one of traditional basics of architecture building linked to the nature of the social environment.

Architecturally: Entral space opened or covered mostly or partly. It will be a regular shape closer to square, and distributed around uses as a source connecting the internal parts of the building with each other, according to function nature, and design of traditional building that are not subject to formal base or fixed rates,

but within axial in the building whether central or lateral. It will take regular or irregular shape. The spaces in one building may be versatile according to space.

Aesthetically: Space with Human scale (aesthetic Islamic rates) as supervised by the internal facades. It is expansion field if needed for different activities that allow the change and the revival of the living space through the development of add-ons such as treeing and panting parts of it or water well. Consequently, it will form a scope for vision horizon for human comfortable.

Socially: Social and family life will be the field and axis, with appropriate privacy for practicing the activity, along with being a main horizontal axis of different benefit spaces in the building.

2. Air towers (*Barjeel*).

Climatically: The cold air, due to the density of urban mixture, passes at high levels over the buildings without going down to the ground level, thus *Barjeel* mission is to change the wind path vertically inside in order to achieve internal and external climatic balance for the building to find solutions for environment problems and weather, in the winter light materials have been used for the controlling and closing.

Historically: *Barjeels* are quoted architectural element from neighboring Persian architectural civilization. It is a technical mean that reflects responsiveness between the neighboring civilizations with special natural climate (temperature, humidity) and successfully used over successive periods of time.

Architecturally: The *Barjeel* takes a regular shape (square) as orthogonal tower opened from four sides; it's usually on top of the main room. It will be architectural and aesthetic components to complement the shape of building facades, but has become a symbol of the character and distinctive sign of traditional sky line in traditional architecture,,

Aesthetically: *Barjeel*s have number of aesthetic properties by giving rhythm to facades, then forming an aesthetic characterized by difference privacy and richness of the building will have an identity for its components that complement the rhythm interfaces.

Socially: It is a mean for expressing social background of the residents in the building and commensurate with the number *Barjeels* per building, in some of them, there are some houses with *Barjeels* or more locations and different configuration.

3. Air opens

Climatically: It is complementary architecture way for the function of *Barjeel* to improve high temperature in its high location within the interior spaces, to pick up the air little light

Historically: it is an architecture pattern designed to take advantage of cold wind movement and convert internal space. The facades will be air traps.

Architecturally: they are architectural forms within the cavities, staggered to allow air penetration through it according vertical then horizontal penetration towards the internal spaces in the building without light inside the room or space. Consequently, you will feel the air continuously without direct opens. It is architecture shape is simple as it forms external cover without any traditional ornaments.

Aesthetically: it is rhythmic item with horizontal dimensions and proportions that reflect the aesthetic side, and its levels on the façade to make the shadow appear, thus the contrast between colors thing will be reflected on the luster and the nature of the facade.

Socially: it provides a mean of comfort and privacy without opening the facades from outside and simple eco- solutions to be executed.

4. External Envelope for Traditional Houses (exterior walls), openings and entrances:

Climatic and social influences have formed the greatest impact in the treatment of building facade for hot - humid climate and long hours of sunshine and high temperatures affected by the formation of building facades (facades through the following data).

Historically: it is a varied element of shapes and sizes. It is known as a mean of expression in different architectural styles, and then it took different forms depending on the nature of the area and available construction materials as well as the cultural backgrounds of the community. The traditional architecture of Dubai has taken a series of irregular shapes with a rectangular proportions through constant rhythms whether horizontal or vertical «relations between the soled and the Opened»

Architecturally: the opens and entrances have taken architectural forms with rhythm and proportions. Horizontal and vertical dimensions for façades are varied in order to allow the transition from space scope to another through simple mass levels, then it embodies the relationship between what is internal and external those have been associated with wall as a separator and link between them. In the traditional architecture ornaments, dimensions and measurements are associated with architecture nature and fine nature of facades. It is rectangular and frequent as it consists of two units; one of them is open to form solid part "with the aesthetic dimension of the upper entrance" where these entrances are in traditional architecture is characterized by corner ornament, vertical and semi- round simple curve [3].

Aesthetically: The openings and entrances are the sole aesthetic expression of beauty in the facades where there is scale for measuring façade rate and math relationship. It is repeated in regular rhythm to achieve the relationship between closed and opened one or through random rhythm defined by function requirements for internal benefited space with different shapes for opening. It is optically characterized by its wooden, glass, and metal contents such as iron ornaments.

5. Poles, Arches and internal Hallway:

Hallway played an important role as a medium climatic factor between internal (rooms), and outer courtyard open to the sky as a ring to avoid of direct sunlight on the walls of the rooms overlooking the courtyard and form a protective awning from direct sunlight and heat. This produced an aesthetically pleasing pattern by manipulating with light and shades for richest and closed facades.

Arches and poles are architectural elements that have had the greatest impact in the identification and personal styles for shapes ornaments for architectural development over classical ages and derived its aesthetic proportions from the different styles of poles. The traditional architecture in Dubai, they gave balanced attention to these two elements in terms of the nature, the composition, construction material and a sense of aesthetic and climatic function.

Poles: traditional poles are characterized by no ornaments in the body of pole and not to follow aesthetic classical rates in all levels "hull and crown" at the level of internal level "arcature" as these distances are governed by materials used in construction. The poles are usually consisted from two parts hull and crown without base for general architecture frame. The most popular poles in traditional architecture were abstract curved poles in coal for the crown as the pole has prone crown.

Arches: used arches in traditional architecture are characterized by its simplicity and low ornaments which depended on half circles arches whether clear or stony. Ions and internal halls are commonly used as in some building. It is largely used in repeated doorways on facades. It is worth mentioning that these arches were not hanging over arches as popular in other civilizations. It has taken decorative feature as a main image for ceiling opens on wood bars with traditional frame followed by Mister (building) to establish the buildings in traditional architecture periods.

6. Corner Ornaments

Historically: They are pattern characterized by Islamic architecture that has taken several forms of abstract shapes and reflected local buildings as a mean to connect the architectural elements.

Architecturally: Solid decorative items for abstract character represented in geometric and floral shapes, which are complementary to impart aesthetic and structural pattern in nature.

Aesthetically: Enrich spaces distinguished by optical vision for shapes and facades.

Socially: It is an expression of aesthetic construction, where predominantly decorative character with contracts and angle corners inside the building as evidence of the social and economic wealth of families. It is often centered around the medium yard and seats.

Չ.Բասսամ

ԲՆԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԻԱՑՅԱԼ ԱՐԱԲԱԿԱՆ ԷՄԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՎԱՆԴԱԿԱՆ ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ՈՃԵՐԻ ՎՐԱ (ՇՈԳ ՉՈՐ ԵՎ ՇՈԳ ԽՈՆԱՎ ԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ, ԴՈՒԲԱՅԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Քննարկվում են Միացյալ Արաբական Էմիրություններում ճարտարապետության արդիական հիմնախնդիրները՝ մի կողմից շրջակա միջավայրի, բնական և սոցիալական պայմանների, մյուս կողմից՝ ճարտարապետական ավանդույթների և բիզնես ծրագրերի ազդեցության առումով: Կարևոր գործոն է ժամանակակից շինարարության զարգացման բարձր մակարդակը, որը հաշվի առնելով նոր գլոբալ ճարտարապետական տեսությունների սկզբունքները և ժամանակակից նյութերի օգտագործման, կյանքի կենսամակարդակի բարձրացման պահանջների աճը, ուղղակի սպառնալիք է և կարող է հանգեցնել մշակութային ինքնության և պատմական զարգացման ընթացքում շրջակա միջավայրին բնորոշ յուրահատկությունների կորստի: Հետագա զարգացման ուղղվածությունը պետք է անմիջականորեն կապվի իրատեսական ճարտարապետության հետ, կապված որոշակի կլիմայական միջավայրի, տվյալ հասարակության մշակութային և սոցիալական արմատների միջոցով:

Առանցքային բառեր. *ներքին բակ, Բարջիլ, Մալգաֆ, շոգ խոնավ կլիմա, շոգ չոր կլիմա, Արաբական թերակղզի*

Ч. Бассам

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ТРАДИЦИОННОЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРНЫЕ СТИЛИ В ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТАХ (ЖАРКИЙ СУХОЙ И ЖАРКИЙ ВЛАЖНЫЙ КЛИМАТ, НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДУБАЙ)

Расматриваются современные проблемы архитектуры в Объединенных Арабских Эмиратах в плане влияния окружающей среды и природных, социальных условий с одной стороны и архитектурных традиций и бизнесс-программ - с другой. Важным фактором является высокий уровень развития современного строительства, что с учетом увеличения использования глобальных архитектурных теорий и современных материалов, резкого увеличения уровня жизненных потребностей представляет прямую угрозу и может привести к потере культурной идентичности и своеобразия среды, характерной в ходе ее исторического развития. Направленность будущего развития должна экстраполировать с реалистичной архитектурой, связанной с конкретной климатической средой, непосредственно через культурные и социальные корни данного общества.

Ключевые слова: *внутренний двор, Барджил, Малгаф, жаркий влажный климат, жаркий сухой климат, Аравийский полуостров*

References

1. UAEinteract Traditional architecture. 25.08.2015, http://www.uaeinteract.com/culture/architecture.asp
2. Dubai Municipality Heritage Building Archive.
3. Sustainable Application of Interior Spaces in Traditional Houses of the United Arab Emirates. Abdulsamad Alkhalidi. 25.08.2015, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813042791

Չարֆլի Բասսամ *(ՄԱԷ, Աբու-Դաբի) - ՃՇՀԱՀ, Ճարտարապետության տեսության, պատմաճարտարապետական ժառանգության վերականգման և վերակառուցման, գեղեցիկ արվեստի և պատմության ամբիոնի ասպիրանտ, +971506172610, sharafli@eim.ae:*

Чарфли Бассам *(ОАЭ, Абу-Даби) – НУАСА, аспирант кафедры Теории архитектуры, реставрации и реконструкции историко-архитектурного наследия, изящных искусств и истории, +971506172610, sharafli@eim.ae.*

Charfli Bassam *(UAE, Abu-Dhabi) - NUACA, postgraduate student, Chair of Theory of Architecture, Restoration and Reconstruction of Historical Heritage, Fine Arts and History, +971506172610, sharafli@eim.ae.*

Ներկայացվել է՝ 29.05.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 05.06.2015թ.

ՀՏԴ 727.11

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

Է. Պ. Հարությունյան

ՀԱՆՐԱԿՐԹԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍՏԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՔԱՅԻՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՄԱՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Վերլուծվում են հանրակրթական ուսումնական հաստատություններում ընթացող ուսումնական գործընթացում իրականացվող բովանդակային բարեփոխումների և նյութական միջավայրի անհամապատասխանության պատճառները: Դրա հիման վրա բացահայտվում են այն չափանիշները, որոնց պետք է համապատասխանի ժամանակակից դպրոցը: Ամրագրվում են հանրակրթական հաստատությունների շենքերի տարածական պլանավորումն ու ճարտարապետությունը պայմանավորող մի շարք արդի գործոններ:

Առանցքային բառեր. *հանրակրթական ուսումնական հաստատություն, դպրոց, տարածքային կազմակերպում, ճարտարապետություն*

Վերջին քսան տարիների սոցիալական փոխակերպումների ընթացքում հանրակրթության համակարգը ենթարկվել է որոշակի բարեփոխումների: Առաջացել են նոր տեսակի ուսումնական հաստատություններ. քոլեջներ, կրթահամալիրներ, մասնավոր դպրոցներ, որոշ առարկաների խորացված ուսուցմամբ հիմնական դպրոցներ [1]: Այս գործընթացները վկայում են, որ ուսումնական գործընթացը վերափոխվում է, առկա են դպրոցի զանգվածային վերակազմակերպման խնդիրներ: Երևան են եկել կրթության նոր մեթոդներ, դպրոցական ծրագրերը ճշգրտվում են՝ ավելացնելով նոր տարրեր և նոր ուսումնական առարկաներ:

Նորարարական ուսուցման գործընթացները հանրակրթական հաստատություններում տեղի են ունենում հիմնականում նախորդ հասարակարգից ժառանգած տիպարային շենքերում: Գնալով ավելի է սրվում ուսումնական գործընթացի և դրա նյութական միջավայրի անհամապատասխանությունը: Այս առումով հանրակրթական ուսումնական հաստատությունների շենքերի տարածքային կազմակերպման, նախագծման մեթոդների, դրանց կազմի և ֆունկցիոնալ կազմակերպման լուրջ վերանայման անհրաժեշտություն է առաջացել: Դպրոցն անընդհատ զարգանում է, այն փոխել է քանակական և որակական հատկանիշները: Անցյալ դարի երկրորդ կեսին խորհրդային ճարտարապետները, այդ թվում՝ հայ ճարտարապետները, հիմնվելով գիտական հետազոտությունների վրա, ակտիվորեն փնտրում էին դպրոցների շենքերի նոր ձևեր: Այս գործում ներգրավված էին հետազոտական և նախագծային կազմակերպություններ, առանձին արվեստանոցներ և անհատներ:

Մեր հասարակության մեջ 1980-90թթ. հետո կտրուկ փոփոխությունների պատճառով որոշ ժամանակ դպրոցական շենքերն իրենց բազմաբնույթ և նոր առաջադրված խնդիրներով դուրս էին մնացել հետազոտողների ու նախագծողների ուշադրությունից: Դպրոցը, որպես

սոցիալական օբյեկտ, ընկալվում էր պակաս գրավիչ: Այսօր, 20-րդ դարի վերջի և 21-րդ դարի սկզբի երկրում ընթացող սոցիալական փոփոխությունների հետ կապված, կրթության ոլորտի արմատական փոփոխությունների խնդիրների շուրջ բացի ճարտարապետներից, աշխատում են նաև սոցիոլոգներ, հոգեբաններ, բժիշկներ:

Երկար ընդմիջումից հետո դպրոցների և դպրոցական շենքերի թեմաներն սկսել են հայտնվել ժամանակակից հետազոտական աշխատանքներում: Դրանք միտում ունեն դպրոցական շենքերի նոր և նորոգման նախագծերը քննարկելու ուսուցիչների, ծնողների, աշակերտների և ուսանողների հետ: Պարզ է, որ առանց ուսուցման գործընթացի մասնակիցների կողմից նախագծային առաջարկներին հավանություն տալը, ժամանակից դպրոցը լիարժեք չի գործի: Հանրակրթական հաստատությունների շենքերի նախագծման ու կառուցման նոր ուղիների հայտնաբերման նպատակով որոշ երկրներում կազմվում են միավորումներ, ուր համագործակցության են ներգրավվում ճարտարապետության, հոգեբանության, սոցիոլոգիայի, մանկավարժության և այլ ոլորտների միջազգային մակարդակի փորձագետներ:

Հայաստանում կրթության ոլորտի բարեփոխումներն սկսվել են իրականացվել Հայաստանի Հանրապետության անկախության հռչակումից հետո՝ տնտեսական և հասարակական նոր հարաբերությունների պայմաններում: Դրանք հնարավորություն են տվել լուծել համակարգում առկա շատ խնդիրներ, կայունացնել իրավիճակը և նախադրյալներ ստեղծել զարգացման համար: Մինչդեռ առաջ են եկել նոր մարտահրավերներ, որոնց հաղթահարմամբ է պայմանավորված կրթության ապագան:

Հայաստանի Հանրապետությունում գործող հանրակրթական դպրոցների զգալի մասը կառուցվել է մինչև 1970-ականները և չի համապատասխանում ժամանակակից պահանջներին, չունի բնականոն ուսումնակենցաղային պայմաններ: Խնդիրն ավելի սրվեց 1988թ.-ին Սպիտակի ավերիչ երկրաշարժից հետո, երբ ոչ միայն քանդվեցին և վթարային դարձան բազմաթիվ շենքեր, այլև անհրաժեշտություն դարձավ հանրապետության ողջ տարածքում խստացնելու սեյսմազինվածության պահանջները: Երկրաշարժից անմիջապես հետո կյանքի կոչվեցին դպրոցաշինական տարբեր ծրագրեր, որոնց շրջանակներում վերակառուցվեցին, հիմնանորոգվեցին և սեյսմազինվածության բարձրացում իրականացվեցին մեծ թվով դպրոցներում [2]: Սակայն ներկայումս ՀՀ ԿԳՆ տվյալներով դեռևս հանրակրթական դպրոցներից 956-ը (66,4 %) ենթակա են հիմնանորոգման, 234-ը վերականգնման-ուժեղացման աշխատանքների կարիք ունեն, 167 (11,6 %) դպրոց գտնվում է վթարային վիճակում, իսկ 67-ը (4,6 %)՝ անավարտ են կամ նոր մասնաշենքերի կառուցման կարիք ունեն, 209 դպրոց չունի սպորտային, իսկ 254-ը՝ հանդիսությունների դահլիճներ: Պետք է շեշտել, որ վերակառուցվում են շատ դպրոցներ և կառուցվում են նորերը, բայց այդ դպրոցների կառուցվածքային և բովանդակային պահանջները դեռևս բավարարված չեն: Հաճախ նույնիսկ նոր կառուցվող

դպրոցի նախագիծն արդյունավետ չէ, քանի որ կառուցվում է նախկին սոցիալական համակարգի պահանջներին համապատասխան:

Խնդրին արմատական լուծում տալու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել ժամանակակից հանրակրթական դպրոցի գործունեության բնութագրերը, ուսումնառության գործընթացի մասնակիցների կողմից դպրոցական շենքերի նկատմամբ հիմնական պահանջմունքների բացահայտումը, այդ հիմքի վրա բանաձևել Հայաստանի հանրակրթական հաստատությունների տարածական պլանավորման և ճարտարապետահատակագծային կազմակերպման հիմնախնդիրները և զարգացման հեռանկարները: Պետք է մշակվեն ժամանակակից, փոփոխվող սոցիալական պայմաններում դպրոցական շենքի նախագծման սկզբունքները և առաջադրվելու են գոյություն ունեցող դպրոցական շենքերի ցանցի վերակառուցման ճարտարապետահատակագծային զարգացման ուղիները: Հիմնախնդիրն առնչվում է Հայաստանի բոլոր դպրոցներին. միջնակարգ, ավագ, հիմնական, տարրական, մասնագիտական և հատուկ, անկախ կազմակերպաիրավական ձևից՝ պետական և մասնավոր: Համեմատելով նորարարական և ավանդական դպրոցների գործունեությունների բնութագրերը, հնարավոր է բացահայտել այն օրինաչափությունները, որոնց պետք է համապատասխանի ժամանակակից դպրոցը: Այդ նպատակով կատարվել են ուսումնասիրություններ՝ նպատակ ունենալով.

- բացահայտել հանրակրթական հաստությունների տարածքային պլանավորման և դրանց տեղաբաշխման օպտիմալ նախադրյալները, որոնց հիման վրա կազմակերպել շենքերի ցանցը,
- սահմանել դպրոցի տեղը հասարակական զարգացման համակարգում, բացահայտել հասարակության զարգացման փուլի փոփոխության ազդեցությունը կրթության և դպրոցական շենքի, նրա ծավալատարածական բնութագրերի նկատմամբ պահանջների փոփոխության վրա,
- բացահայտել հասարակական զարգացման ժամանակակից փուլում կրթական գործունեության առանձնահատկությունները որպես սոցիալական համակարգի բաղկացուցիչ մաս,
- կրթական գործընթացի մասնակիցների (ուսուցիչներ, աշակերտներ և նրանց ծնողներ) գործունեության բնույթը և նրանց կողմից ժամանակակից դպրոցի շենքին ներկայացվող հիմնական պահանջների ամրագրումը,
- կրթական գործունեության զարգացման գործընթացում դպրոցական շենքերի կազմակերպման ճարտարապետահատակագծային վերափոխումների դինամիկայի բացահայտումը,
- հասարակության զարգացման արդի փուլում դպրոցական շենքերի ճարտարապետահատակագծային կազմակերպման առանձնահատկությունների սահմանումը:

Այսպիսով, կարելի է ամրագրել հանրակրթական հաստատությունների շենքերի տարածական պլանավորումն ու ճարտարապետությունը պայմանավորող մի շարք արդի գործոններ.

1. Սոցիալական զարգացման ազդեցությունը կրթական գործընթացի ձևավորման վրա,
   1.1. Կրթությունը, որպես սոցիալական համակարգի բաղադրիչ,
   1.2. Դպրոցական շենքի գործող հայեցակարգի առաջացումն ու զարգացումը,
   1.3. Դպրոցական շենքերի կառուցվածքի նկատմամբ տեղեկատվական հասարակության պահանջները,
2. Կրթական գործընթացի մասնակիցների գործունեության բնույթը դպրոցական շենքում,
   2.1. Հետազոտության մեթոդաբանությունը և բնակչության հետ տարվող ուսումնասիրության բնութագրերը,
   2.2. Ուսումնական գործընթացը և իր բաղադրիչների գործունեությունը,
   2.3. Արտաուսումնական ոլորտ,
   2.4. Ազատ ժամանակի /շփումների/ անցկացման կառուցվածքն ու բաղադրիչները,
   2.5. Դպրոցը որպես տեղական միավորումների մաս,
   2.6. Դպրոցական շենքի ձևավորման վրա ազդեցության գեղագիտական և հոգեբանական գործոնները,
   2.7. Ուսումնական գործընթացի մասնակիցների պատկերացումները Իդեալական դպրոցի վերաբերյալ,
3. Ժամանակակից դպրոցական շենքերի ճարտարապետահատակագծային կազմակերպման ձևավորումը,
   3.1. Տեղեկատվական հասարակության պայմաններում դպրոցական շենքի ֆունկցիոնալ պլանավորման մոդելի ձևավորումը,
   3.2. Տեղեկատվական հասարակության պայմաններում դպրոցական շենքի նախագծման սկզբունքները,
   3.3. Գոյություն ունեցող դպրոցական ցանցի վերակառուցման սկզբունքները:

Э.П.Арутюнян

ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И АРХИТЕКТУРЫ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Анализируются причины содержательных реформ, осуществляемых в текущем процессе обучения в общеобразовательных учебных заведениях, и их несоответствия материальной среде. На основании этого, выявляются те критерии, которым должна соответствовать современная школа. Зафиксирован ряд современных факторов, обуславливающих территориальную организацию и архитектуру зданий общеобразовательных учебных заведений.

Ключевые слова: *общеобразовательное учебное заведение, школа, территориальная организация, архитектура*

E.P.Harutyunyan

ISSUES OF TERRITORIAL ORGANIZATION AND THE ARCHITECTURE OF GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

The substantial reforms, which are realized during the current educational process, and the reasons of their conflict with the material environment in general educational institutions have been analyzed. On the basis of this criterias are revealed, to which the modern school should correspond to. A number of modern factors are fixed, that affect the territorial organization of the general educational institutions.
Keywords: *general educational institution, school, territorial organization, architecture*

Գրականություն

1. Հայաստանի Հանրապետության կրթության զարգացման 2011-2015 թթ. պետական ծրագիր:
2. ՀՀՇՆ 31-03.01-2014. Հանրապետական նշանակության շենքեր:

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

Հարությունյան Էմմա Պապինի, ճ.թ., դոց. *(Երևան, ՀՀ)-ՃՇՀԱՀ, Ճարտարապետության տեսության, պատմաճարտարապետական ժառանգության վերականգման և վերակառուցման, գեղեցիկ արվեստի և պատմության ամբիոնի վարիչ, ակ.Ալ. Թամանյանի անվ. Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, գ.ա., (+374) 94287838, emmaharut@inbox.ru:*

Арутюнян Эмма Папиновна, к.архит., доц. *(Ереван, РА)- НУАСА, зав. кафедры Теории архитектуры, реставрации и реконструкции историко-архитектурного наследия, изящных искусств и истории, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академика Ал. Таманяна, н.с (+374) 94287838, emmaharut@inbox.ru.*

Harutyunyan Emma Papin, doctor of Philosophy (Ph.D) in Architecture, associate prof. *(RA, Yerevan) – NUACA, head of chair of theory of architecture, restoration and reconstruction of historical heritage, fine arts and history, Research Laboratory of Architecture and Building by Academician Al. Tamanyan, Scientific Researcher, scientific researcher, (+374) 94287838, emmaharut@inbox.ru.*

Ներկայացվել է՝ 06.10.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 08.10.2015թ.

ՀՏԴ 727.11

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Հ. Ռաշիդյան,
Ս. Զ. Մեսրոպյան

ԵՐԵՎԱՆԻ ԴՊՐՈՑԱԿԱՆ ՇԵՆՔԵՐԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐ ՎԵՐԱՓՈԽՈՒՄԸ ԵՎ ՀԱՐՄԱՐԵՑՈՒՄԸ ՆՈՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՆ

Ուսումնասիրված են ք.Երևանի դպրոցական շենքերի ճարտարապետության ձևավորման առանձնահատկություններն անցյալում և նոր սոցիալ-տնտեսական պայմաններում: Դիտարկված են հանրապետության կրթական համակարգի ձևափոխման և արդիականացման պայմաններում նոր հանրակրթական գործընթացի արդյունավետ կազմակերպման հնարավորությունները, գոյություն ունեցող դպրոցական շենքերի ծավալահատակագծային կառուցվածքների, ինչպես նաև նյութատեխնիկական բազայի արդիականացման և ժամանակակից կրթական գործընթացներին համապատասխանեցման ուղիները:

Առանցքային բառեր. *դպրոցական շենքերի ճարտարապետություն, արդիականացում, հատակագծային կառուցվածք, վերափոխում, հարմարեցում, տիպարային նախագծում, ճկուն հատակագծում, կրթական համակարգ*

Անձի ձևավորման համար անգնահատելի է տարրական, հանրակրթական և միջնակարգ դաստիարակության գործընթացը: Ժամանակակից աշխարհում հանրակրթական գործընթացի դինամիկ զարգացումն անխուսափելի է: Սա պայմանավորված է նոր սոցիալ-տնտեսական պահանջներով, որոնք ողջ կրթական և մասնավորպես, հանրակրթական համակարգի առջև դնում են արագ լուծումներ պահանջող բազմաթիվ խնդիրներ:

Հանրակրթական գործընթացի կազմակերպման կարևորագույն գործոնը դպրոցաշինությունն է: Այսօր դպրոցների նախագծման և շինարարության գործընթացը ճիշտ կազմակերպելու համար անհրաժեշտ է իմանալ, թե ինչպիսի դպրոցներ են մեզ հարկավոր ապագայում: Նախագծողները պետք է տեղյակ լինեն ժամանակակից հանրակրթության առջև դրված պահանջներին, հասարակության նոր սոցիալ-տնտեսական պահանջներով պայմանավորված, դասավանդման արդի մեթոդներին, որոնք իրենց հետ բերում են դպրոցական շենքերի նախագծման և ծավալատարածական կազմակերպման որոշակի փոփոխություններ և սկզբունքորեն նոր համակարգեր:

Հայաստանի Հանրապետության արդի հանրակրթական համակարգի պայմաններում խնդիրն էլ ավելի է բարդանում, քանի որ այս համակարգը մեզ մոտ դեռևս կազմավորվում է և լիարժեք ձևավորված չէ: Սա երկարատև և բազմակողմանի փոխկապակցված ուսումնասիրություններ պահանջող գործընթաց է, որի գլխավոր բաղկացուցիչ մասերից մեկը հենց դպրոցաշինությունն է: Խնդիրն էլ ավելի է բարդանում, եթե հաշվի առնենք հանրապետության սոցիալ-տնտեսական պայմանները, հանրակրթական համակարգի ցածր

ֆինանսավորումը, ինչպես նաև միջնակարգ կրթություն-բարձրագույն մասնագիտական կրթություն կապի անբավարար մակարդակը:

Այլ երկրների ժամանակակից հանրակրթական համակարգերի ընդհանրացված ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս գտնել հանրակրթական ծրագրերի և դրանցից բխող դպրոցների նախագծման և ծավալատարածական զարգացման հիմնական ուղղությունները ապագայում: Ժամանակակից հանրակրթության համաշխարհային փորձից փոխառված ընդհանուր դասավանդման բովանդակությունը բաղկացած է մի շարք մասնաբաժիններից և դրանց փոխկապակցված դրույթներից: Հանրակրթական դպրոցի զարգացման գլխավոր դրույթներն են՝ տարրական դպրոցի դասավանդման սահմանափակում 3-ամյա կուրսով, գիտությունների հիմքերի համակարգված դասավանդում՝ սկսած 4-րդ դասարանից, տարրական դասարանների դասավանդման նյութական բազայի համալրում, քանի որ այս շրջանում դրվում են հետագա դասավանդման հիմքերը, գործնական պարապմունքների դերի բարձրացում ավագ դպրոցում, բնագիտական առարկաների և պրակտիկաների օրգանական կապի ապահովում, դպրոցականների մոտ գիտության և ինովացիոն տեխնոլոգիաների ինքնուրույն յուրացման ունակությունների զարգացում, ֆակուլտատիվ առարկաների դասավանդման համաչափ զարգացում, որը հնարավորինս կապահովի ավագ դպրոցի աշակերտների ապագա մասնագիտության ճիշտ ընտրությունը, բազմակողմանի աշխատանքային պատրաստվածության բարելավում՝ տարրական դպրոցում աշխատանքային ուսուցման մեթոդների և նյութատեխնիկական բազայի էական բարելավում, իսկ ավագ դպրոցում՝ աշխատանքային ուսուցման տեսակի ընտրության հնարավորություն, դպրոցական տարիքի երեխային տալ ինքնուրույն մտորելու, յուրաքանչյուր հարցի բուն էությունն ընկալելու, ինքնուրույն հետաքրքրասիրության զարգացման հնարավորություն:

Այս դրույթներից բխում են ժամանակակից մանկավարժության նոր մոտեցումների բավարարման պահանջները՝ անցնել ակտիվ դասավանդման մեթոդների (ուսումնական գործընթացում ներմուծել գործնական և լաբորատոր աշխատանքներ, նոր տեխնոլոգիաների կիրառում և դասավանդման տարբեր ձևերի ներմուծում), լայնացնել դպրոցականների ինքնուրույն աշխատանքով զբաղվելու հնարավորությունները և դրան զուգահեռ՝ կրճատել տնային աշխատանքների ծավալը: Հատկապես ստեղծագործական և էսթետիկական գործունեության խթանման համար ակտիվացնել խմբակային դասավանդումը և դա լիարժեք իրականացնելու համար ստեղծել նյութատեխնիկական բազա և հարմարավետ միջավայր, նպաստել դասավանդման գործընթացի և դաստիարակչական աշխատանքի օրգանական միաձուլմանը [1]:

Գիտության և տեխնիկայի զարգացման արդի պայմաններում ժամանակակից հանրակրթական դասավանդման գործընթացից պահանջվում է սկզբունքային խնդիրների լուծում, որոնցից մեկը բոլոր բնագիտական առարկաների փոխադարձ մեկուսացման վերացումն է, օրինակ՝ քիմիա և ֆիզիկա, կենսաբանություն և քիմիա, որոնց հիման վրա արդեն

այսօր առաջացել են կենսունակ, համապիտանի գիտություններ: Այս առարկաների հնարավորինս փոխկապակցված դասավանդման մեթոդները աշակերտների մոտ կբարձրացնեն տարբեր գիտությունների ներդաշնակ ընկալման ունակությունները, վերը նշված խնդիրների լուծումը կհանգեցնի դպրոցական շենքերի կառուցվածքի և առանձին սենքերի կազմի նախագծային վերանայումների:

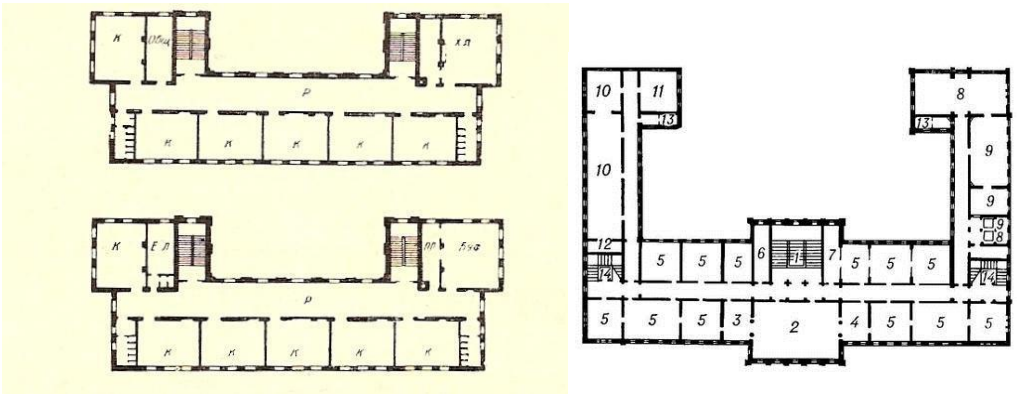
Միջնակարգ կրթության և դաստիարակության բարելավման կարևորագույն գործոններից է դպրոցահասակ երեխաների ֆիզիկական դաստիարակությունը: Հայտնի է, որ Ալեքսանդր Մակեդոնացու ժամանակաշրջանում մարդը ժամանակակից մարդկանցից հինգ հարյուր անգամ շատ էր զբաղվում ֆիզիկականական աշխատանքով: Տարատեսակ ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս դպրոցահասակ երեխաների ընդհանուր զարգացվածության գործընթացում կանոնավոր ֆիզիկական դաստիարակությամբ զբաղվելու անհրաժեշտությունը: Սպորտային, մասնավորապես գնդակով խաղերը դեռահասների ֆիզիկական զարգացման վրա ունենում են առավել նպաստավոր ազդեցություն: Մանկական բժիշկները գտնում են, որ ակտիվ ֆիզիկական աշխատանքն աճող օրգանիզմի կենսական պահանջներից մեկն է: Ներկայումս դպրոցական շենքերի կազմում գտնվող ֆիզկուլտուրայի համար նախատեսված սպորտային շինությունները և խաղահրապարակներն ակնհայտորեն չեն համապատասխանում դպրոցահասակների բնականոն ֆիզիկական դաստիարակության կազմակերպման պահանջներին:

Հանրակրթական համակարգի թվարկված խնդիրների լուծումը պահանջում է բազմակողմանի, երկարատև և փոխկապակցված ուսումնասիրություն, առկա սոցիալ-տնտեսական, ֆինանսական սեղմ պայմաններից ելնելով, ոչ միայն օրենսդրական, այլև տեղային, գործնական խնդիրների լուծման անհրաժեշտություն:

Հանրակրթության համակարգի առջև ծառացած խնդիրների լուծումը պահանջում է տարբեր բնագավառների մասնագետների ներգրավում (մանկավարժներ, բժիշկներ, սոցիոլոգներ, հոգեբաններ, տնտեսագետներ, օրենսդիրներ, ճարտարապետներ և այլն), լայն շրջանակի խնդիրների երկարատև բովանդակային ուսումնասիրություն, օրենսդրական ու վարչական բարեփոխումներ և այլն [1]:

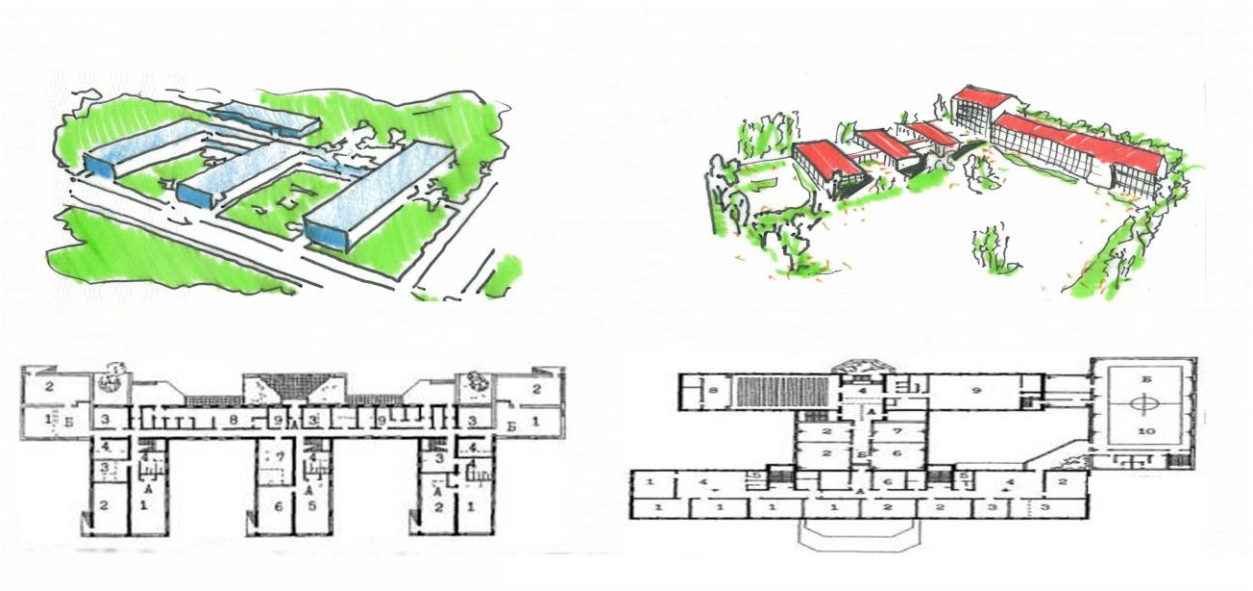
Դպրոցական շենքերը և համալիրները հանրակրթական գործընթացի կազմակերպման կարևորագույն բաղկացուցիչներն են: Ներկայումս ՀՀ-ում հանրակրթական գործընթացի կազմակերպման մեջ ներգրավված են 1346 հանրակրթական ուսումնական հաստատություններ (տարրական դպրոց, միջնակարգ դպրոց, հիմնական դպրոց, ավագ դպրոց և վարժարան):

Հանրապետությունում հանրակրթական գործընթացը իրականացվում է հիմնականում ՍՍՀՄ ժամանակաշրջանի տիպարային նախագծերով կառուցված դպրոցական շենքերում: Երևան քաղաքում գործում է 181 դպրոց: 1930-50 թթ. դպրոցական շենքերը տեղադրվում էին արդեն գոյություն ունեցող քաղաքային կառուցապատման համակարգի մեջ (նկ. 1):



Նկ. 1. Մեկ ուսումնական մասնաշենքից բաղկացած 2…3-հարկանի դպրոցական շենքերի հատակագծային սխեմաներ

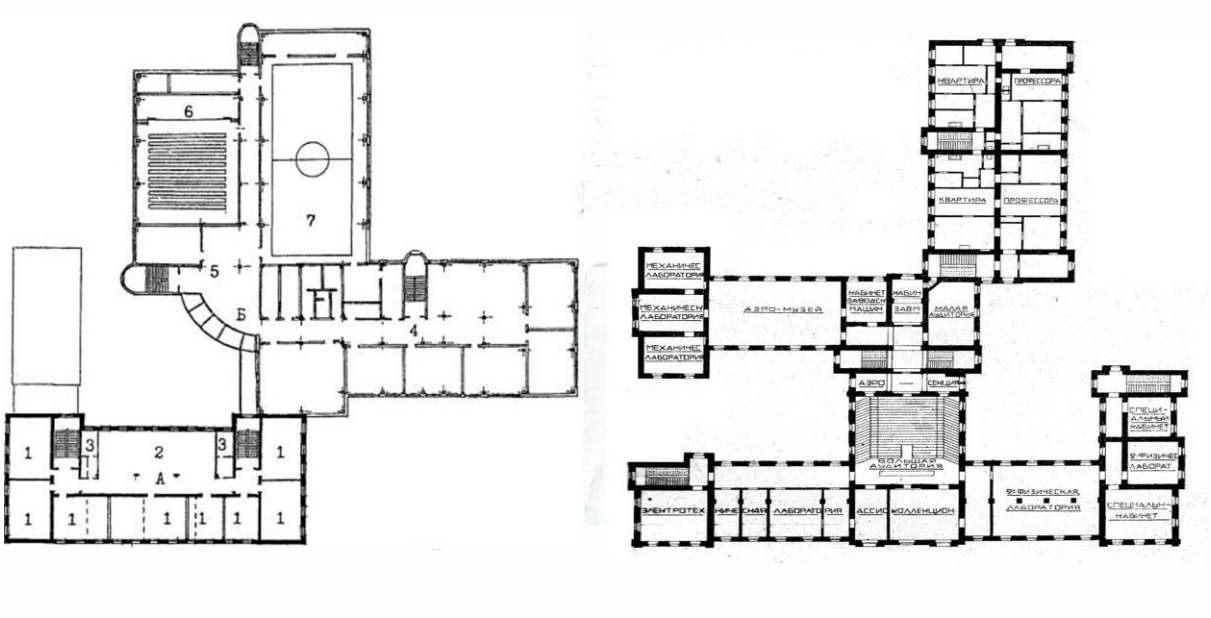
Երևանի կենտրոնի գրեթե բոլոր դպրոցական շենքերն այդ շրջանի կառույցներ են, հետևաբար ունեն քաղաքաշինական, հատակագծային, կառուցվածքային որոշ օրինաչափություններ՝ տեղադրված են բնակելի պարագծային կառուցապատման մեջ, շքաբակի առկայությամբ պայմանավորված, կառուցապատման գծից ներս, հիմնականում բաղկացած են 3…4 հարկանի մեկ ուսումնական մասնաշենքից, կից հողատարածքների սակավությամբ պայմանավորված, ֆունկցիոնալ գործառույթների իրականացման համար պահանջվող մակերեսները փոքր են և չեն համապատասխանում այսօրվա պահանջներին (սպորտային հարթակներ, խաղահրապարակներ, ռեկրեացիա և այլն) (նկ. 2):



Նկ. 2. 1960-80թթ. տիպարային նախագծերով իրականացված դպրոցական շենքերի օրինակներ

Դպրոցական շենքերի հաջորդ տիպն իրականացված է 1950-80 թթ. արդյունաբերական տիպարային շինարարության պայմաններում. սրանք հիմնականում տեղադրվում են նոր կառուցապատվող միկրոշրջանների կենտրոնում, օրգանապես կապված են շրջակա կառուցապատմանը, կառուցապատումը մասնաշենքային է, գլխավոր հատակագծով

նախատեսվում են մակերեսներ՝ սպորտային խաղահրապարակներ և ռեկրեացիաներ կազմակերպելու համար (նկ. 3):



Նկ. 3. 1960-80թթ. տիպարային նախագծերով իրականացված առանձնացված սպորտային դահլիճով, երկու հարկանի դպրոցական շենքերի հատակագծային սխեմաների օրինակներ

Այս ժամանակաշրջանի տիպարային նախագծերով իրականացվող դպրոցաշինությանը հատուկ է կոնստրուկցիայի արդյունաբերական հավաքովի համակարգը, որը խթանում էր զանգվածային շինարարությունը [2]: Սրանց ծավալահատակագծային լուծումներն ամբողջությամբ կախված էին կոնստրուկտիվ համակարգից, վերջինիս սահմանափակ և հստակ կառուցվածքը ոչ միայն թույլ չէր տալիս գտնել որակյալ ճարտարապետական լուծումներ, այլև կանխում էր շենքերի հետագա գործառական-հատակագծային զարգացումը: Հիմնականում ուշադրությունն ուղղված էր դպրոցական շենքերի կառուցման տնտեսական բաղադրիչներին, իսկ գործառական-հատակագծային կառուցվածքի և շենքերի ճարտարապետական արտահայտչականության խնդիրները մղվում էին երկրորդ պլան [3]:

Այս ամենն այսօր հանգեցրել է հանրակրթական դասավանդման գործընթացի և դպրոցական շենքերի ծավալահատակագծային լուծումների անհամատեղելիության: Ներկայումս ՀՀ-ում այս խնդրի և դրա տարրերի լիարժեք ու բազմակողմանի ուսումնասիրության անհրաժեշտությունն ակնհայտ է:

Հանրապետության դպրոցական շենքերի ֆոնդն այսօր չի համապատասխանում այսօրվա հանրակրթական գործընթացի պահանջներին: Վերջին 20...25 տարիների ընթացքում փոխվել են սոցիալ-տնտեսական և հասարակական կառուցվածքները, հանրակրթական համակարգի և դպրոցի առջև դրված են նոր խնդիրներ, գոյություն ունեցող դպրոցական շենքերի արդիականացումը դարձել է հրատապ լուծում պահանջող խնդիր: Խորհրդային շրջանի հանրակրթական շենքերի ծավալատարածական, հատակագծային, կառուցվածքները, նյութատեխնիկական բազան լիարժեք կերպով չեն բավարարում ժամանակակից

հանրակրթական պահանջներին, խնդիրն էլ ավելի է բարդանում, եթե հաշվի առնենք հանրապետության սոցիալ-տնտեսական վիճակը և հանրակրթական համակարգի ոչ լիարժեք ֆինանսավորումը: Այս պայմաններում հնարավոր չէ իրականացնել դպրոցական ֆոնդի ամբողջական վերակառուցում, սակայն պետք է ուսումնասիրել ոչ մեծ ռեսուրսներ պահանջող, տեղային խնդիրների լուծման հնարավորությունները: Ուսումնասիրությունները պետք է բացահայտեն առավել հրատապ խնդիրները և դրանց լուծման առավել նպատակահարմար և մատչելի միջոցները: Այս մոտեցումը հնարավորություն կտա բարդ սոցիալ-տնտեսական պայմաններում գտնել ռացիոնալ լուծումներ:

Դպրոցական շենքերի ճարտարապետությունը ձևավորող գործոնները (գործառույթ, շրջակա միջավայր, գեղագիտական, տնտեսական, տեխնիկական գործոններ) ներկայիս պայմաններում պահանջում են ստեղծված շենքային ֆոնդի վերակառուցման որակի բարձրացում, ինչպես նաև մոդուլային տիպի ճկուն, համապիտանի և մատչելի շինարարական համակարգեր, որոնք հնարավորություն կտան մոնտաժել հեշտ տրանսֆորմացվող և վերակառուցվող շինություններ, հաշվի առնելով արագ փոփոխվող սոցիալական, գործառնական, գեղագիտական, էսթետիկական և տեխնիկական պայմանները:

Г.Г. Рашидян,
С.З. Месропян

ВОЗМОЖНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И АДАПТАЦИЯ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ЕРЕВАНА К НОВЫМ УСЛОВИЯМ

Изучены особенности архитектурного формирования школьных зданий г.Еревана в прошлом и в новых социально-экономических условиях. Рассмотерены возможности эффективной организации нового общеобразовательного процесса в условиях преобразования и модернизации образовательной системы в республике, а также пути модернизации и адаптации к современнным образовательным процессам объемно-планировочных структур и материально-технической базы существующих школьных зданий.

Ключевые слова: *архитектура школьных зданий, модернизация, планировочная структура, преобразование, адаптация, типовое проектирование, гибкая планировка, образовательная система*

G.H. Rashidyan,
S.Z. Mesropyan

POSSIBLE TRANSFORMATION AND ADAPTATION OF SCHOOL BUILDING IN YEREVAN TO THE NEW CONDITIONS

The architectural transformation and adaptation of school buildings in Yerevan in the new socio-economic conditions are discussed.The possibilities of effective organization of new general process, spatial-planning structure of existing school buildings, also ways of corresponding to the modern processes of

education and updatings of material and technical base in the conditions of modernization of the education system of the republic have been considered.
Keywords: *architecture of school buildings, modernization, architectural transformation, adaptation, spatial planning systems, educational process, flexible planning, standardized design, planning structure*

Գրականություն

1. **Степанов В. И**. Школьные здания. – М.: Стройиздат, 1975. - 236 с.
2. **Макарян М. С.** Общественные здания. Обзорная информация. Учебно-воспитательные здания с планировочными элементами свободной конфигурации в плане. - М.: ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1989. – Вып. 6. - 51 с.
3. **Козорез Б. И., Ковальский Л. Н.** Архитектура учебных зданий. – Киев: Будивельник, 1980. - 141с.

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

Ռաշիդյան Գարրի Հայկի, ճարտ. դ., պրոֆ. *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվան ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., ճարտարապետական նախագծման և ճարտարապետական միջավայրի դիզայնի ամբիոնի վարիչ, (+374) 93030426,* ***Մեսրոպյան Սուրեն Զորայրի*** *(ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ճարտարապետական նախագծման և ճարտարապետական միջավայրի դիզայնի ամբիոն, դասախոս, (+374) 98827659, suren198556@mail.ru:*
Рашидян Гарри Гайкович, д-р архит., проф. *(РА, г. Ереван) – НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. акад. Ал. Таманяна, с.н.с., зав. каф. Архит. проектир. и дизайна арх. среды, (+374) 93030426,* ***Месропян Сурен Зорайрович*** *(РА, г.Ереван) - НУАСА, преподаватель кафедры Архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды, (+374) 98827659, suren198556@mail.ru.*
Rashidyan Garry Hayk, Doctor of Science (architecture), prof. *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction by Academician Al Tamanyan,., senior scientific researcher, head of the chair of Architecture Drafting and Design of Architectural Environment, (+374) 93030426,* ***Mesropyan Suren Zorayr*** *(RA, Yerevan) - NUACA, the Chair of Architectural Design and Design of Architectural Environment, lecturer, (+374) 98827659, suren198556@mail.ru.*

Ներկայացվել է՝06.03.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 19.03.2015թ.

УДК 532.542

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Э.П.Ащиянц

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕСТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОПОРОЖНЕНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО ВОДОВОДА

Получены аналитические зависимости, определяющие изменение скорости течения колонны жидкости в процессе опорожнения водовода с учетом как местных, так и распределенных по длине водовода гидравлических сопротивлений; рекомендуется графический метод определения продолжительности опорожнения водовода. Приводится сопоставление результатов расчета по полученным формулам с соответствующими экспериментальными данными.

Ключевые слова: *нагнетательный водовод, скорость, гидравлические сопротивления, продолжительность опорожнения*

При эксплуатации нагнетательных водоводов систем водоснабжения часто возникают аварии, устранение которых требует опорожнения некоторых участков указанных водоводов и определения продолжительности их опорожнения.

Анализ исследований [1-3], посвященных этому вопросу, показывает, что в них недостаточно изучена динамика движения колонны жидкости при нестационарном процессе, отсутствуют рекомендации по определению продолжительности опорожнения водовода, а существующие расчетные формулы нуждаются в усовершенствовании.

Целью настоящей работы является получение более общих и точных аналитических зависимостей, определяющих гидравлические параметры нестационарного течения колонны жидкости в процессе опорожнения водовода, а также разработка методики определения продолжительности опорожнения водовода.

Рассматривается схема трубопровода 1 (рис.1) диаметром d и длиной L с углом наклона к горизонту α. Перед опорожнением трубопровод полностью заполнен жидкостью. После быстрого открытия крана 2 в конце водовода происходит его опорожнение.

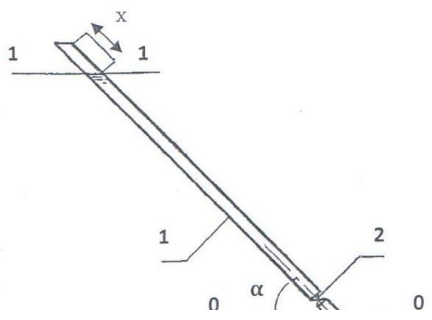


Рис. 1. Расчетная схема трубопровода

Исследуется случай, когда при решении задачи не учитывается влияние местных гидравлических сопротивлений (предполагается, что кран 2 (рис.1) отсутствует). Для определения гидравлических параметров движения жидкости в трубопроводе используется уравнение Д.Бернулли [1], представленное для двух сечений. Первое сечение берется на свободной поверхности жидкости в опорожняющемся трубопроводе, а второе - на выходе жидкости из трубопровода (сечение 0-0). Уравнение [1] при этом принимает вид

$$(L-x)\sin\alpha = \frac{\lambda}{d}(L-x)\frac{V^2}{2g} + \frac{(L-x)}{g}\frac{dV}{dt}, \qquad (1)$$

где $(L-x)\sin\alpha$ – высота расположения свободной поверхности жидкости в трубопроводе над горизонтальной плоскостью (0-0); V - средняя скорость течения колонны жидкости в трубопроводе; x - координата перемещения свободной поверхности жидкости при опорожнении водовода ($0 < x \le L$); λ - коэффициент Дарси при движении жидкости в трубе; g - ускорение силы тяжести; t - текущее время.

С целью получения аналитических зависимостей, удобных для практических расчетов в (1) инерционное слагаемое $\frac{(L-x)}{g}\frac{dV}{dt}$ заменяется выражением $\frac{(L-x)}{2g}\frac{d(V)^2}{dx}$, как это рекомендуется в [2].

Обозначая $V^2 = y$ и $\lambda / d = a$, получается дифференциальное уравнение вида

$$\frac{dy}{dx} + ax = 2g\sin\alpha \ , \qquad (2)$$

которое интегрируется при начальном условии: при $x = 0 \quad y = 0.$

В результате, для скорости течения колонны жидкости получается зависимость

$$V(x) = \sqrt{2g\sin\alpha\frac{(1-e^{-ax})}{a}} \qquad . \qquad (3)$$

Зависимость (3) показывает, что при численных значениях показателя степени при экспоненте $ax > 5 \quad e^{-ax} \to 0$, а скорость течения колонны жидкости при опорожнении водовода стремится к $V_{\max} = \sqrt{2g\sin\alpha / a}$.

При одновременном учете влияния на скорость опорожнения колонны жидкости местных и распределенных по длине водовода гидравлических сопротивлений рекомендуется использовать формулу вида

$$V(x) = \sqrt{2g\sin\alpha\frac{x}{1+\xi+K(x)}} \quad , \qquad (4)$$

где ξ – коэффициент местных гидравлических сопротивлений, а $K(x)$ – параметр, определяющий влияние распределенных по длине трубопровода гидравлических сопротивлений, численное значение которого зависит от координаты x. Этот параметр определяется из условия выполнения равенства

$$\sqrt{2g\sin\alpha\frac{(1-e^{-ab})}{a}} = \sqrt{2g\sin\alpha\frac{x}{1+K(x)}} \qquad , \qquad (5)$$

откуда $$K(x) = \frac{ax}{(1-e^{-ax})} - 1. \qquad (6)$$

Продолжительность опорожнения трубопровода определяется графическим способом. Для этого с помощью (3) и (4) строятся графики функций $V_1 = f(x)$ и $V_2 = f(x)$ (рис. 2).

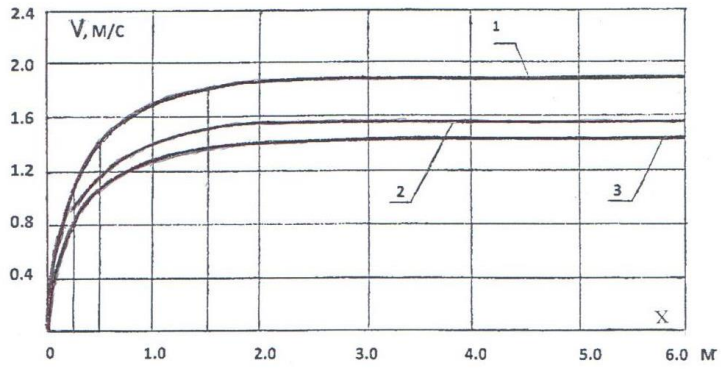


Рис. 2а. Графики зависимости V_1=f(x) при ξ=0
Кривая 1-sinα_1=0,293, Кривая 2-sinα_2=0,207,
Кривая 3-sinα_3=0,172,

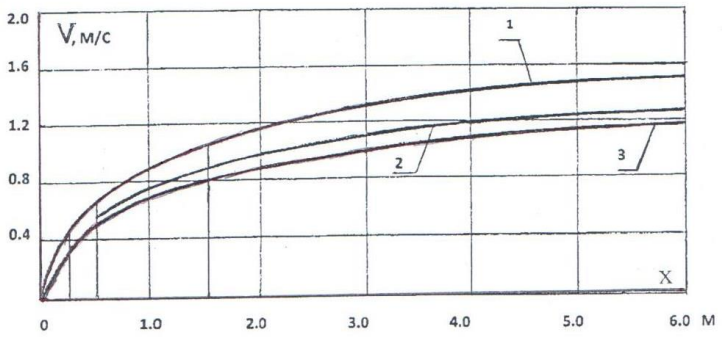


Рис. 2б. Графики зависимости V_2=f(x) при ξ =4,91
Кривая 1-sinα_1=0,293, Кривая 2-sinα_2=0,207,
Кривая 3-sinα_3= 0,172.

Эти графики делятся по оси x на несколько расчетных участков, в пределах которых изменения скорости течения колонны жидкости можно принять происходящей по линейной зависимости. Определяя среднее значение скорости в пределах каждого выделенного участка длиной l_i, вычисляется время t_i опорожнения этого участка по формуле $t_i = l_i / V_i^{cp}$, а полное время опорожнения трубопровода будет равно $T_{on}^{p} = \sum l_i / V_i^{cp}$.

Представленные на рис. 2 графики показывают, что при наличии местных гидравлических сопротивлений ($\xi = 4{,}91$) (рис.2.б) скорость опорожнения колонны жидкости существенно уменьшается. При отсутствии местных гидравлических сопротивлений (рис.2.а) характер возрастания скорости опорожняющейся колонны жидкости отличается от характера изменения скорости колонны жидкости при наличии местных гидравлических сопротивлений (рис.2.б). Для установления степени корректности рекомендуемых формул (3) и (4) проведено сопоставление результатов расчета по этим зависимостям с соответствующими экспериментальными данными.

С этой целью в гидравлической лаборатории Института водных проблем и гидротехники им. акад. И.В.Егиазарова смонтирована экспериментальная установка, схема которой показана на рис.1. Установка представляет из себя наклонный трубопровод из полиэтилена, который имел длину $L = 6{,}2\,м$ и диаметр $d = 0{,}016\,м$, угол наклона α которого в процессе экспериментов менялся. Сначала эксперименты проводились при отсутствии крана 2 на конце трубопровода. На рис. 2а показаны графики зависимости $V_1 = f(x)$, построенные по формуле (3) при различных значениях угла наклона α трубопровода к горизонту.

Как известно, полиэтиленовые трубопроводы относятся к категории «гладких» труб. Значение коэффициента Дарси λ для полиэтиленового трубопровода диаметром $d = 0{,}016\,м$ определялось по рекомендуемой в [4] формуле, которая имеет вид

$$\lambda = 0{,}285 / \mathrm{Re}^{0{,}25}, \qquad (7)$$

где Re – число Рейнольдса, которое для гладких труб меняется в пределах [5]:

$$4000 < Re < \frac{10d}{k^э},$$

$k^э$ - значение эквивалентной шероховатости, принимаемое равным 0,005 *мм*, а расчетное значение Re в указанном интервале принято равным $\mathrm{Re} = 14000.$

При указанном значении Re согласно формуле (7): $\lambda = 0{,}026$ и $a = 0{,}0162.$

С помощью построенных по формуле (3) графиков $V_1 = f(x)$, где координата x менялась в пределах $0 < x < 6{,}2\,м$ по рекомендуемой методике определены расчетные продолжительности T_{on}^p опорожнения трубопровода длиной $L = 6{,}2\,м$ и диаметром $d = 0{,}016\,м$ при различных уклонах. В результате, получены следующие данные:

при $\sin\alpha_1 = 0{,}293$, $T_{on}^p = 3{,}84\,c$, а согласно полученным экспериментальным данным $T_{on}^{эк} = 4\,c$;

при $\sin\alpha_2 = 0{,}207$, $T_{on}^p = 4{,}6\,c$, а $T_{on}^{эк} = 4{,}8\,c$; при $\sin\alpha_3 = 0{,}172$, $T_{on}^p = 4{,}95\,c$, а $T_{on}^{эк} = 5\,c$.

Таким образом, результаты расчета по формуле (3) хорошо согласуется с экспериментальными данными.

Вторая серия экспериментов проводилась при наличии крана 2 (рис.1) на конце трубопровода. Коэффициент местного гидравлического сопротивления крана $\xi = 4{,}91$.

На рис. 2б показаны графики зависимости $V_2 = f(x)$, построенные по формуле (4), при том же диаметре и длине трубопровода, но при различных значениях $\sin\alpha$. С помощью этих графиков определены продолжительности опорожнения трубопровода при различных уклонах. В результате расчета получены следующие данные:

при $\sin\alpha_1 = 0{,}293$, $T_{on}^p = 6{,}1\,c$, а $T_{on}^{эк} = 6{,}0\,c$; при $\sin\alpha_2 = 0{,}207$, $T_{on}^p = 7{,}23\,c$, а $T_{on}^{эк} = 7{,}3\,c$;

при $\sin\alpha_3 = 0{,}172$, $T_{on}^p = 7{,}93\,c$, а $T_{on}^{эк} = 8\,c$.

Из сопоставления видно, что результаты расчета по формуле (4) хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что полученные в работе расчетные формулы (3) и (4), а также рекомендуемый графический метод определения продолжительности опорожнения водовода можно рекомендовать для практических расчетов.

Է.Պ.Աշչիյանց

ՄՂՄԱՆ ՋՐԱՏԱՐԻ ԴԱՏԱՐԿՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ՀԵՂՈՒԿԻ ՈՉ ՍՏԱՑԻՈՆԱՐ ՇԱՐԺՄԱՆ ՀԻԴՐԱՎԼԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Ստացված են վերլուծական բանաձևեր, որոնց օգնությամբ որոշվում է հեղուկի շարժման արագությունը ջրատարի դատարկման ընթացքում՝ հաշվի առնելով տեղական և ըստ խողովակի երկարության հիդրավլիկական դիմադրությունները: Առաջարկվում է ջրատարի դատարկման ժամանակամիջոցի որոշման գրաֆիկական եղանակ: Բերվում է ստացված բանաձևերով հաշվարկային արդյունքների համեմատումը ստացված փորձնական տվյալների հետ:

Առանցքային բառեր. *մղման ջրատար, արագություն, հիդրավլիկական դիմադրություն, դատարկման ժամանակամիջոց*

E.P.Ashchiyants

DEFINING HYDRAULIC PARAMETERS OF NONSTATIONARY MOTION OF LIQUID WHEN EMPTIYNG FORCE WATERWAY

The analytical dependence, defining the change of speed of the flow of liquid when emptying waterway taking into account both local and distributed along the length of conduit hydraulic resistance have been obtained, and a graphical method for determining the duration of the emptying of conduit is recommended. The comparison of calculated results and obtained experimental data is introduced.

Keywords*: force pipeline, hydraulic resistances, velocity, duration of empty*

Литература

1. **Бутаев Д.А., Калмыкова З.А., Подвиз Л.Г. и др.** Сборник задач по машиностроительной гидравлике.- М.: Машиностроение, 1981.- 464 с.
2. **Рафаэлян Р.М., Ащиянц Э.П., Мелконян А.С.** Расчет параметров неустановившегося движения жидкости при заполнении и опорожнении водовода// Известия АН Армении. Сер. ТН. - 1992. - Т.45, № 2. - С. 50-55.
3. **Ащиянц Э.П.** Гидравлический удар в нагнетательных водоводах. – Ереван: Лимуш, 2010. – 210 с.

4. **Ащиянц Э.П., Токмаджян В.О.** Рекомендуемые зависимости для определения коэффициентов гидравлического трения в пластмассовых трубах малых диаметров //Известия Национального аграрного университета Армении. – 2013. - №4. - С. 87-91.
5. **Ухин Б.В.** Гидравлика – М.: ИД «Форум» ИНФРА-М, 2014. - 464 с.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Աշչիյանց Էդուարդ Պետրոսի, տ. գ. դ-ր *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՀՃՀԱՀ, ակ. Եղիազարովի անվ. Ջրային համակարգերի, ջրային ռեսուրսների, կառավարման և համալիր օգտագործման պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., (+374) 10557966:*
Ащиянц Эдуард Петрович, д.т. н. *(РА, г. Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Водных систем, водных ресурсов, управления и комплексного использования им. акад. Егиазарова, с.н.с., (+374) 10557966.*
Ashchiyants Eduard Petros, Doctor of Science (engineering) *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of Water Systems, Complex Use and Manage of Water Resourses after I.Yegiazarov, senior scientific researcher, (+374) 10557966.*

Ներկայացվել է՝ 12.05.2015 թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 30.05.2015 թ.

УДК 629.114.2

АВТОМОБИЛИ

М.С.Барсегян,
Э.Н.Базикян,
М.Г.Папинян

СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ МАССЫ ВОЗДУХА В ВПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА КОМПРИМИРОВАННОМ ГАЗЕ

Вопрос регулировки массы воздуха, поступающего в впускной коллектор двигателя, рассчитан и приспособлен для работы на бензине. Для газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном газе, масса воздуха для сжигания одного килограмма газа значительно меньше чем для бензина. Рассмотрены вопросы эксплуатационного регулирования бензинового двигателя для работы на сжатом природном газе, который обеспечит успешную и устойчивую работу, вне зависимости от высоты над уровнем моря.

Ключевые слова: *сжатый природный газ, угол опережения зажигания, коэффициент избытка воздуха, масса воздуха, окись углерода*

Массовый перевод бензиновых двигателей на сжатый природный газ требует изменения определенных эксплуатационных регулировок двигателя, в частности массы воздуха, поступающего в впускной коллектор и в цилиндры двигателя. Вопрос регулировки массы воздуха, поступающего в впускной коллектор двигателя, расчитан и приспособлен для работы на бензине (сечение, длина коллектора и аэродинамический показатель и т.д.). Вместе с тем известно, что масса воздуха, необходимого для сжигания одного килограмма бензина, и такого же количества компримированного газа резко отличаются.

В зависимости от октанового числа бензина и теплоемкости компримированного газа масса воздуха, необходимого для сжигания одного килограмма бензина, в среднем составляет 15,4...15,6 *кг*, а для компримированного газа - 9,4...9,6 *кг*.

Вместе с тем качественные показатели подготовки процесса сгорания заряда в цилиндре, в частности, коэффициент избытка воздуха для бензина и компримированного газа различаются в значительной степени. Так, экспериментально установлено, что для стабильной работы двигателя на бензине на уровне моря, значение коэффициента избытка воздуха варьирует в пределах 0,95...1,05. В тех же условиях для компримированного газа значение коэффициента избытка воздуха находится в пределах 0,75...1,45, (рис.1). Профессором А.С.Орлином [1] установлено, что в зависимости от плотности горючей смеси, что адекватно коэффициенту избытка воздуха, резко изменяется скорость сгорания заряда. Наиболее быстрое сгорание горючей смеси на основе бензина получается при α=0,8...0,9, то есть при некотором недостатке воздуха (обогащенная смесь). Уменьшение скорости сгорания при дальнейшем обогащении (α<0,8...0,9) происходит более быстро, чем при обеднении α>0,8...0,9. При значениях $\alpha \approx 0{,}6$, $\alpha \approx 1{,}4$, заряд не воспламеняется из-за переобогащения или переобеднения соответственно, та же самая закономерность наблюдается и для сжатого природного газа. При этом необходимо отметить, что скорость распространения пламени газовоздушной смеси

при разных частотах вращения коленчатого вала ниже бензовоздушной смеси от 7 до 15 *м/сек*, что является одной из причин, обуславливающий увеличение угла опережения зажигания[1].

Однако скорость распространения пламени в цилиндре и частота вращения коленчатого вала взаимосвязаны. Так увеличение частоты вращения коленвала требует увелечения угла опережения зажигания, а увелечение скорости сгорания заряда требует уменьшения угла опережения зажигания. Уменьшение частоты вращения коленвала влечет за собой увеличение коэффициента остаточных газов, что снижает скорость сгорания заряда и требует увеличения угла опережения зажигания. Все эти закономерности изменяются при изменении коэффициента избытка воздуха в цилиндре. Решение данной задачи при помощи основ термодинамики и математических формул можно, но практически результат будет мало пригодным или вообще непригодным для реализации. Поэтому реализация и установка эксплуатационных регулировок более целесообразно производить органолептическим методом, для каждого двигателя при техническом обслуживании или текущем ремонте системы питания и зажигания двигателя.

На рис. 1 показаны значения коэффициента избытка воздуха для бензинового двигателя, работающего на бензине (1) и на компримированном газе (2). В качестве показателя, характеризующего полноту сгорания заряда в цилиндре, рассмотрен удельный объем окиси углерода в отработанных газах.

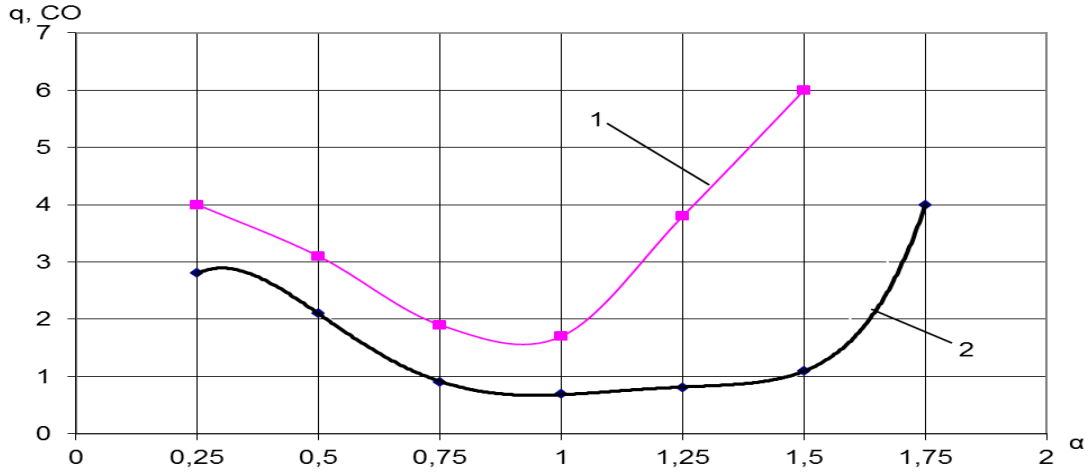


Рис. 1. Зависимость удельного объема окиси углерода от коэффициента избытка воздуха при работе двигателя на бензине (1) и на компримированном газе (2)

Данные получены по результатам испытаний двигателя ГАЗ-2401 в условиях лаборатории Национального Аграрного Университета Армении*. На основе регрессионного анализа, получены аналитические связи между коэффициентам избытка воздуха α и удельного объема углеродного газа для бензина

$$q_б = 13{,}7\alpha^5 - 64{,}3\alpha^4 + 113{,}5\alpha^3 - 90{,}1\alpha^2 + 27{,}8\alpha,$$

и для компримированного газа

[1] При работе на компромированном газе угол опережения зажигания двигателя увеличен на 8^0 по углу поворота коленчатого вала для увеличения периода сгорания заряда.

$$q_г = -19{,}8\alpha^4 + 72{,}9\alpha^3 - 83{,}8\alpha^2 + 32{,}6\alpha.$$

В условиях эксплуатации масса воздуха, поступающего в коллектор и в цилиндры двигателя, регулируется по-разному. В частности, для двигателя УМЗ-4216, работающего на газобаллонном оборудовании четвертого поколения, масса воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, определяется на основе показаний датчиков массы воздуха, лямбда-зонда, числа оборотов двигателя, детонационного датчика и исходя из которых микропроцессором определяется масса компромированного газа, подающего через форсунки прямо в канал впускных клапанов [2]. Количество двигателей, оборудованных газобаллонным оборудованием четвертого поколения, пока очень мало среди переоборудованных на компримированный газ бензиновых двигателей, хотя известно, что газобаллонное оборудование четвертого поколения обеспечивает экономию газа до 15 %, однако из-за высокой себестоимости и по ряду разных причин широкого применения пока не получили. Основное же количество автомобилей оборудованы газобаллонным оборудованием первого поколения, в которых газ в цилиндры двигателя подается через смеситель карбюратора по степени вакуума и с помощью дозатора.

Рассмотрим процесс смесообразования наиболее широко распространенного газобаллонного оборудования первого поколения.

Газовоздушное смесеобразование происходит непосредственно в смесительной камере карбюратора, куда газ поступает из редуктора низкого давления. Однако масса воздуха, поступающего из воздушного фильтра в карбюратор, намного превосходит массу необходимого для сжигания сжатого газа, следовательно при этом коэффициент избытка воздуха достигает до пределов α>2,0...2,5. При таком обедненном составе возгорание горючей смеси либо очень неустойчиво, либо невозможно вообще. Для уменьшения значения коэффициента избытка воздуха в практике применяется частичное перекрывание и изменение сечения горловины воздушного фильтра.

Регулирование коэффициента избытка воздуха осуществляется посредством изменения сечения, как показано на рис. 2. Дальнейшее регулирование массы воздуха, поступающего в впускной коллектор и в цилиндры, производится путем апробирования работы двигателя на разных оборотах коленчатого вала. Наилучшим положением и сечением воздуховода считается тот, при котором двигатель обеспечивает устойчивую работу на всем диапазоне частоты вращения коленчатого вала.

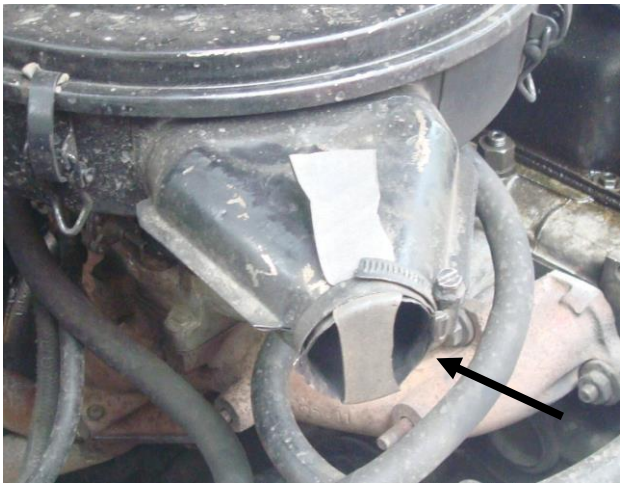


Рис. 2. Способ изменения сечения горловины воздушного фильтра

Исходя из того факта, что для работы двигателя на компримированном газе коэффициент избытка воздуха колеблется в пределах 0,75...1,45, то регулированный на высоте над уровнем моря 1000 *м* двигатель обеспечит устойчивую работу и на высоте до 2000 *м,* так как изменение коэффициента избытка воздуха находится в пределах допустимого.

Таким образом, приведенный выше способ эксплуатационного регулирования массы воздуха бензинового двигателя, работающего на компримированном газе для газобалонного оборудования первого поколения позволяет обеспечить успешную и устойчивую работу двигателя вне зависимости от высоты над уровнем моря.

Մ.Ս.Բարսեղյան,
Է.Ն.Բազիկյան,
Մ.Գ.Պապինյան

ԲՆԱԿԱՆ ՍԵՂՄՎԱԾ ԳԱԶՈՎ ԱՇԽԱՏՈՂ ԲԵՆԶԻՆԱՅԻՆ ՇԱՐԺԻՉԻ ՆԵՐԱԾՄԱՆ ԽՈՂՈՎԱԿԱՇԱՐՈՒՄ ՕԴԻ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ

Շարժիչի ներածման խողովակաշար մտնող օդի զանգվածի կարգավորումը նախատեսված և հարմարեցված է բենզինով աշխատելու համար: Սեղմված բնական գազով աշխատող բենզինային շարժիչների համար անհրաժեշտ օդի զանգվածը զգալիորեն քիչ է, քան բենզինի համար: Կախված օդի ավելցուկի գործակցի արժեքից, բենզինով և գազով աշխատող շարժիչների ներածման խողովակաշարի մուտքի անցքի կտրվածքի մակերեսը անհրաժեշտ է փոխել: Ուսումնասիրված են բնական սեղմված գազով աշխատող բենզինային շարժիչի շահագործական կարգավորման, գնահատման և նորմավորման հարցերը:

Առանցքային բառեր. *սեղմված գազ, կանխավառման անկյուն, օդի ավելցուկի գործակից, օդի զանգված, ածխածնի օքսիդ*

M.S.Barseghyan,
E.N.Bazikyan,
M.G.Papinyan

WAY OF REGULATION OF MASS OF AIR IN AN INLET COLLECTOR OF THE PETROL ENGINE WORKING AT COMPRESSED GAS

The issue of adjustment of mass of air arriving in an inlet collector of the engine is calculated and adapted for work on gasoline. For gas cylinder cars working at compressed gas the mass of air for burning of one kilogram of gas is much less than for gasoline. Questions of operational regulation of the petrol engine for work on the compressed natural gas are considered.

Keywords: *the compressed natural gas, corner of an advancing of ignition, coefficient of excess of air, mass of air, carbon oxide*

Литература

1. **Орлин А.С.** Двигатели боевых машин. Том I. – М.: Машгиз, 1946. - 510 с.
2. **Лиханов В.А., Деветяров Р.Р.** Применение и эксплуатация газобалонного оборудования. - Киров: Вятская ГСХА, 2006. - 83 с.

Բարսեղյան Մարինա Սերգեյի, տ.գ.թ. *(ՀՀ, ք.Երևան) - Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան, Ավտոմոբիլներ և տրակտորներ ամբիոնի ասիստենտ (+374) 94440062, marina_barsegyan@mail.ru,* ***Բազիկյան Էդուարդ Նորիկի, տ.գ.թ.*** *(ՀՀ, ք.Երևան) - ՀՀ ոստիկանության, Ճանապարհային ոստիկանության Ծառայության բաժնի տեսուչ, փոխգնդապետ, (+374) 91131212,* ***Պապինյան Մարգարիտա Գևորգի*** *(ՀՀ, ք.Երևան) - Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան, Ավտոմոբիլներ և տրակտորներ ամբիոնի 1-ին կարգի լաբորանտ, (+374) 93676498, mpapinyan@mail.ru:*

Барсегян Марина Сергеевна, к.т.н. *(РА, г.Ереван) - Национальный аграрный университет Армении, ассистент кафедры Автомобили и тракторы, (+374)94440062, marina_barsegyan@mail.ru,* ***Базикян Эдуард Норикович, к.т.н.*** *(РА, г.Ереван) - Полиция Республики Армении, Служба дорожной полиции, отдел ДПС, инспектор, подполковник, (+374) 91131212,* ***Папинян Маргарита Геворговна*** *(РА, г.Ереван) - Национальный аграрный университет Армении, лаборант 1-го класса кафедры Автомобилей и тракторов, (+374) 93676498. mpapinyan@mail.ru.*

Barseghyan Marina S., doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering *(RA,Yerevan) - Armenian National Agrarian University, assistant, chair of Automobiles and tractors, (+374) 94440062, marina_barsegyan@mail.ru,* ***Bazikyan Eduard N., doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering*** *(RA,Yerevan) - Police of Republic Armenia, the Service of traffic police, Traffic police department, Inspector, Colonel., (+374) 91131212,* ***Papinyan Margarita G.*** *(RA,Yerevan) - Armenian National Agrarian University, assistant 1st class chair of Automobiles and tractors, (+374) 93676498,* ***mpapinyan@mail.ru.***

Ներկայացվել է՝ 06.07.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 10.07.2015թ.

ՀՏԴ 532.5:574/577

ՇԵՆՔԵՐԻ ԵՎ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱՊԱՀՈՎՈՒՄ
Ա.Ա.Գևորգյան

ԿԵՆՍԱԳԱԶԻ ԱՆՀԱՏԱԿԱՆ ՏԵՂԱԿԱՑԱՆՔԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿ

Բերված են կենսագազի տեղակայանքի հիդրավլիկական և էներգետիկական պարամետրերի հաշվարկն ու տեղակայանքի տարրերի չափերի ընտրությունը՝ կախված անասնապահական թափոնների օրական արտադրությունից: Փոքր հզորության տեղակայանքի համար ընտրվել է թափոնի օգտահանման մեզոֆիլ գործընթացի «կենսագանգված-կենսագազ-ջերմային էներգիա» տեխնոլոգիան, որի դեպքում կենսագազը ծծմբաջրածնից (H_2S) և ածխաթթու գազից (CO_2) մաքրելու անհրաժեշտություն չի առաջանում: Տեղակայանքը ծառայում է անասնապահական ֆերմայի սեփական կարիքների լրիվ կամ մասնակի բավարարման համար:

Առանցքային բառեր. *կենսագանգված, ռեակտոր, մեթան, կենսագազ, մեզոֆիլ խմորում, օրգանական պարարտանյութ*

Կենսագազի մեծ հզորության գործարանները մեծամասամբ վերամշակում են անասնապահության թափոնները, դրանց հետ խառնելով մոտակա բնակավայրերի կենցաղային օրգանական թափոնները: Կենսագազի եվրոպական գործարանների մեծ մասը գործում է «կենսագանգված-կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա» տեխնոլոգիայով: Գործարանի արտադրած կենսագազը կոգեներացիայի տեղակայանքի միջոցով փոխակերպվում է էլեկտրական և ջերմային էներգիաների: Էլեկտրական էներգիան արտոնյալ սակագնով առաքվում է միացյալ ցանց, ջերմային էներգիան մասամբ օգտագործվում է գործարանի սեփական կարիքների համար, իսկ մնացած մասը տաք ջրի ձևով շրջանառվում է մոտակա բնակավայրի և գործարանի միջև որպես ջերմակիր: Վերամշակում անցած հեղուկ կենսագանգվածն օգտագործվում է որպես օրգանական պարարտանյութ [1]:

Կենսագազի անհատական տեղակայանքն ունենում է փոքր հզորություն և ծառայում է հիմնականում անասնապահական ձեռնարկության սեփական կարիքների (շինությունների ջեռուցում, էլեկտրասնուցում) լրիվ կամ մասնակի բավարարման համար: Հաճախ ոչ մեծ անասնապահական ֆերման սեփական կարիքները (ջեռուցում, էլեկտրաէներգիա և այլն) բավարարելու համար ձեռնամուխ է լինում ֆերմայի թափոնների օգտահանման կենսագազի անհատական տեղակայանքի կառուցմանը: Նման մտադրության իրականացման համար անհրաժեշտ է նախապես պարզել կառուցվելիք տեղակայանքի ելակետային հետևյալ մեծությունները՝

1) ֆերմայի կենսագանգվածի տեսակը և 1 օրվա ելքը՝ *գ, տ/օր*,
2) կենսագանգվածի խոնավությունը՝ *p %*:

Ունենալով այդ մեծությունները, պետք է որոշել՝

- մուտքանյութի ավազանի ծավալը, W_{IN} ,
- ռեակտորի ծավալը՝ W_R , $մ^3$,
- գազակուտակիչի (գազգոլդեր) տեսակը և ծավալը՝ W_G , $մ^3$,
- խմորման գործընթացի ջերմաստիճանը՝ t, ^0C ,
- ելքանյութի կուտակման ավազանի ծավալը՝ W_{ER} , $մ^3$,
- ակնկալվող գազարտադրությունը՝ Q, $նմ^3/օր$:

Սույն պարամետրերի որոշումից հետո պետք է ընտրել տեղակայանքի տեղադրելու վայրը տեղանքում և կազմել կառուցվածքների հարմարադասման գծապատկերն այնպես, որ կենսազանգվածի տեղափոխման գործընթացը լինի հնարավորինս դյուրին և քիչ ծախսատար:

Կախված տեղակայման հզորությունից, կարող են իրականացվել կենսազանգվածի օգտահանման հետևյալ երեք տեխնոլոգիաները՝

1. կենսազանգված-կենսագազ-ջերմային էներգիա,
2. կենսազանգված-կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա,
3. կենսազանգված-կենսագազ- մաքուր մեթան:

Ըստ ամերիկյան մասնագետների փորձի, եթե օրական օգտահանվող կենսազանգվածի քանակությունը չի գերազանցում 10 $տ$, ապա օգտահանումը նպատակահարմար է կատարել 1-ին տեխնոլոգիայով:

Մինչև օրինակի քննարկումը, նշենք ռեակտոր լցվող միատարր կենսազանգվածի 1 $տ$ նախապատրաստվածքից գազարտադրության մոտավոր չափանիշները. գոմաղբ կամ խոզաղբ՝ 20…25 $մ^3/օր$, թռչնաղբ՝ 40…45 $մ^3/օր$ [2, 3]:

Գազարտադրության բերված ծավալների մեծությունները պետք է հասկանալ հետևյալ կերպ. ռեակտորում խմորման գործընթացի կայունացումից հետո, եթե ռեակտորի մեջ օրական լցվում է 10 $տ$ նախապատրաստված կենսազանգված և ռեակտորից հանվում է նույն քանակի մշակում անցած ելքանյութ, ապա գոմաղբի և թռչնաղբի համար գազարտադրությունները համապատասխանաբար կլինեն՝ 200…250 և 400…450 $նմ^3/օր$:

Օրինակ. թռչնաբուծական փոքր ֆերման ունի մեկ թռչնանոց, որում վանդակային պահվածքով 35000 ածան հավ կա: Տեղակայանքի պարամետրերի հաշվարկը կատարվում է հետևյալ հերթականությամբ.

1. Որոշում են ֆերմայի 1 օրում թռչնաղբի ելքը՝ q-ն:

Հայտնի է, որ 1 հավից 1 օրում թռչնաղբի ելքը 0,2 $կգ$ է: Հետևաբար,

$$q = 0{,}2 \cdot 35000 = 7000 \ կգ/օր = 7 \ տ/օր:$$

Հայտնի է նաև, որ վանդակի տակդիրի վրա թարմ թռչնաղբի խոնավությունը մոտ 76 % է:

2. Որոշում են ռեակտորի մեկ օրվա մուտքանյութի չափաբաժինը: Որպեսզի ստանալ 90 % խոնավության կենսազանգված, թարմ թռչնաղբի սույն քանակության յուրաքանչյուր 1 $տ$-ին պետք է խառնել 1,4 $տ$ ջուր: Հետևաբար մուտքանյութի զանգվածը կլինի՝

$$q_{IN} = 7 + 1{,}4 \cdot 7 = 16{,}8 \ \text{տ/օր}.$$

3. Որոշում են տեղակայման 1 օրվա գազարտադրությունը՝

$$Q = 16{,}8 \cdot 40 = 672 \ \text{նմ}^3/\text{օր}.$$

Եթե կենսագազի բաղադրության մեջ մեթանի միջին քանակությունն ընդունվի 65 %, ապա մաքուր մեթանի քանակը կկազմի՝

$$Q_1 = 437 \ \text{նմ}^3/\text{օր}.$$

4. Որոշում են ռեակտորի ծավալը: Թռչնաղբի անաէրոբ խմորման մեզոֆիլ գործընթացի համար օպտիմալ ժամանակամիջոցը 17...18 օր է: Սա այն ժամանակամիջոցն է, որի ընթացքում կենսազանգվածից անջատվում է դրա տեսականորեն հնարավոր գազատվության 85...90 %-ը: Հետևաբար ռեակտորի անհրաժեշտ ծավալը հեղուկ կենսազանգվածի տեղավորման համար կլինի՝

$$W_R = 17q = 17 \cdot 16{,}8 = 285 \ \text{մ}^3.$$

Ռեակտորի ծավալը ընտրում են 300 մ^3, որպեսզի դրա վերնամասում լինի գազի կուտակման ծավալ, մոտավորապես հավասար մուտքանյութի 1 օրվա չափաբաժնի ծավալին:

5.Անհատական տեղակայման համար որպես գազակուտակիչ նպատակահարմար է ընտրել հաստատուն ծավալի մետաղական տարողություն, որի ծավալը որոշվում է մոտավորապես կենսագազի ժամային արտադրության եռապատիկին՝

$$W_G = 3 \cdot 672 / 24 = 84 \ \text{մ}^3.$$

6. Մուտքանյութի բաց գլանական ավազանի ծավալը սովորաբար ընտրում են այնպես, որ դրանում հնարավոր լինի ամբարել կենսազանգվածի 3 օրվա չափաբաժինը: Հետևաբար՝

$$W_{IN} = 3 \cdot q_{IN} = 3 \cdot 16{,}8 \approx 50 \ \text{մ}^3.$$

7. Քանի որ ռեակտորից հանված և արդեն ջերմային մշակում անցած ելքանյութը հեղուկ որակյալ օրգանական պարարտանյութ է, ապա դրա կուտակման համար պետք է նախատեսել հատուկ տարողություն, այնպես, որ դրանից ավտոմոբիլային փոխադրամիջոցի տարողության մեջ ինքնահոս ռեժիմով լցնելը հնարավոր լինի:

Արտադրված կենսագազը նպատակահարմար է օգտագործել սեփական կարիքների համար, ընդ որում ձմռանը թռչնանոցի տաքացման, ամռանը՝ մորթի արտադրամասին տաք ջուր և գոլորշի մատակարարելու նպատակով: Մեկ օրվա ընթացքում արտադրված կենսագազի էներգաարդյունավետությունն ըստ մեթանի կկազմի՝

$$E = 437 \cdot 8600 / 860 = 4370 \ \text{կՎտ·ժ/օր},$$

որտեղ մաքուր մեթանի այրման ստորին ջերմությունն ընդունված է 8600 $\text{կկալ}/\text{նմ}^3$ կամ 10 $\text{կՎտ·ժ}/\text{նմ}^3$:

Ձմռան ամիսներին ռեակտորի տաքացման համար ծախսված գազի քանակը ընդունվում է արտադրվածի 20 %-ի չափով: Արտաքին սպառման վրա ծախսված կենսագազի էներգաարդյունավետությունն ըստ մեթանի կկազմի՝

$$E_1 = 0{,}8 \cdot 4370 = 3500 \ \text{կՎտ·ժ/օր}.$$

Թռչնանոցի ջեռուցման ջերմապահանջարկը կարելի է որոշել խոշորացված եղանակով, հիմք ընդունելով կառույցի տեսակարար ծավալային բնութագիրը: Երևան քաղաքի պայմաններում այն որոշվում է $q_V = 1{,}81/V^{0{,}125}$ բանաձևով [4] և կազմում է՝

$$q_V = 1{,}81/6500^{0{,}125} = 0{,}605 \ \text{Վտ/(մ}^3\text{.աստ)},$$

այստեղ 18x90x4 մ չափերով թռչնանոցի շինարարական ծավալը կազմում է V=6500 $մ^3$:

Այսպիսով, թռչնանոցի հաշվարկային ջերմային կորուստները դրսի օդի $t_1 = -19\,^oC$ և թռչնանում օդի $t_2 = 20\,^oC$ ջերմաստիճանների պայմաններում կլինեն՝

$$Q_h = q_V V(t_2 - t_1) = 0{,}605 \cdot 6500 \cdot 39 = 153{,}4 \ \text{կՎտ}.$$

Թռչնանոցի ջերմային հաշվարկը կատարենք հունվար ամսվա համար՝ ընդունելով այդ ամսին դրսի օդի միջին ջերմաստիճանը -4 ^{0}C: Թռչնանոցի ջերմային կորուստները հունվարյան օրվա ընթացքում կլինեն՝

$$E = 153{,}4 \cdot 24 \cdot [20 - (-4)]/[20 - (-19)] = 2266 \ \text{կՎտ·ժ/օր}.$$

Համեմատելով ստացված մեծությունը վերը հաշվարկված էներգիայի օրական ելքի հետ (3500 *կՎտժ/օր*), կարելի է համոզվել, որ կենսագազի ելքը բավարար է ոչ միայն միջին օրական պահանջարկի, այլ նաև գրեթե հաշվարկային բեռնվածքի ($153{,}4 \cdot 24 = 3682$ *կՎտ·ժ/օր*) ծածկման համար:

Ամռան ամիսներին ռեակտորի տաքացման համար ծախսված գազի քանակը ընդունենք արտադրվածի 5% չափով: Արտաքին սպառման մեկ օրվա կենսագազի էներգաարդյունավետությունն ըստ մեթանի կկազմի՝

$$E_1 = 0{,}95 \cdot 4370 = 4150 \ \text{կՎտ·ժ/օր}.$$

Քանի որ ամռան ամիսներին թռչնանոցի տաքացման անհրաժեշտություն չի առաջանում, ապա պետք է կազմակերպել էներգիայի արտաքին սպառիչներ: Որպես այդպիսիք կարող են լինել՝ թռչնաֆաբրիկայի մորթի արտադրամասը, տաք ջրի կենցաղային այլ սպառիչները:

Ներկայումս կոգեներացիայի տեղակայման մեքենաներ արտադրող GE Jenbacher (ԱՄՆ), Doutz (Գերմանիա) ֆիրմաներն արտադրում են ներքին այրման շարժիչներ, որոնք զգայուն չեն կենսագազի բաղադրության մեջ քիչ քանակությամբ առկա ծծմբաջրածնի նկատմամբ: Ուրեմն տարվա ոչ ջեռուցման ամիսներին արտադրված կենսագազից կարելի է կոգեներացիայի փոխակերպմամբ ստանալ էլեկտրական էներգիա:

Ա.Ա.Геворгян

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БИОГАЗОВОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Приводятся расчет гидравлических и энергетических параметров биогазовой установки и выбор размеров отдельных ее элементов (реактор, газголдер, резервуары инфлюента и эрфлюента и т.д.) в зависимости от дневного производства биомассы.

Для установки малой мощности рекомендуется процесс утилизации отходов по технологии "биомасса-биогаз-тепловая энергия", при которой не приходится очищать биогаз от сероводорода и углекислого газа. Установка предназначена для полного или частичного покрытия собственных нужд животноводческой фермы.
Ключевые слова: *биомасса, реактор, метан, биогаз, мезофильное брожение, органическое удобрение*

A. A. Gevorgyan

CALCULATION OF BIOGAS PARAMETERS OF INDIVIDUAL INSTALLATION

The calculation of hydraulic and energetic parameters of biogas individual installation and size selection of its separate elements (reactor, gasholder, influent tanks, effluent and etc.) according to the daily production of biomass.

For the installation of low power it is recommended to apply the process of recycling according to 'biomass-biogas-warmer energy'' technology, which allows not to clean the biogas of hydrogen sulphide and carbon dioxide. The installation is designed for full or partial coverage of own needs in livestock farm.
Keywords: *biomass, reactor, methane, biogas, mesophilic fermentation, organic fertilizer*

Գրականություն

1. **Մարգարյան Ա. Յա., Գևորգյան Ա.Ա.** Օրգանական հեղուկ պարարտանյութի տրումը հողատարածքին ու մշակաբույսին// Տեղեկագրի ԵրՃՇՊՀ. – 2014. - N1. - էջ 21-25:

2. **Խարազյան Ռ. Ս.** Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ և տեխնոլոգիաներ. - Երևան, 2012. - էջ 367:

3. **Маркарян А. Я., Геворгян А.А.** Экспериментальное исследование анаэробного брожения птичьего помета// Известия ЕГУАС. – 2008. - N1. - С. 58-63.

4. **Ковалев А.А., Ковалев Д. А.** Возможные пути повышения энергетической эффективности биогазовой установки// Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2012. - N4. - С.36-41.

Գևորգյան Արմինե Արծրունու *(ՀՀ, ք Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Հիդրավլիկայի ամբիոնի հայցորդ, (+374) 91516021, armine.gev@gmail.com:*
Геворгян Армине Арцруновна *(РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Гидравлики, соискатель, (+374) 91516021, armine.gev@gmail.com.*
Gevorgayn Armine Artsrun *(RA,Yerevan) - NUACA, chair of Hydraulics, applicant, (+374) 91516021, armine.gev@gmail.com.*

Ներկայացվել է՝ 29.09.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2015թ.

УДК 539.3

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. А. Геворкян,
С. В. Варданян,
Н. В. Пирумян,
Н. Р. Мехрабекян

ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ФОРМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОПЕРЕЧНОГО ИЗГИБА ПЛАСТИН С УЧЕТОМ МОМЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Предлагается модификация метода конечных элементов прямоугольных форм, в котором для решения задач поперечного изгиба пластин с учетом моментных напряжений в качестве узловых переменных приняты обобщенные перемещения.

Ключевые слова: *конечные элементы, узловые перемещения, квадратичное программирование, пластина, изгиб*

В микрополярной теории пластин на основании расширенной гипотезы в [1] для решения задач поперечного изгиба пластинки получены три уравнения относительно трех искомых функций, через которые представлены все расчетные величины пластинки. В работе [2] данная задача сведена к отысканию одной функции, которая является решением следующего дифференциального уравнения с соответствующими граничными условиями

$$\overline{D}\Delta\Delta F = q, \tag{1}$$

где $\overline{D} = D + (\varepsilon + \gamma)h$, $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$ – жесткость пластинки при изгибе без учета моментных напряжений, q –интенсивность поперечной распределенной внешней нагрузки, $\Delta = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2$ – двумерный оператор Лапласа, h –толщина пластинки, E –модуль упругости; ν –коэффициент Пуассона, $\mu = E/2(1+\nu)$ – постоянные Ляме, $\alpha, \gamma, \beta, \varepsilon$ – четыре новые упругие постоянные материала.

Если решение уравнения (1) найдены, то компоненты тензора поворота в срединной плоскости пластинки могут быть вычислены из следующих соотношений [2]:

$$\theta = \frac{\partial F}{\partial y} + B\frac{\partial}{\partial y}\Delta F, \omega = \frac{\partial F}{\partial x} + B\frac{\partial}{\partial x}\Delta F, \tag{2}$$

а для нормального перемещения $w(x, y)$ имеем

$$w = F - A\Delta F. \tag{3}$$

Обозначим через $\gamma(x, y)$ угол сдвига в срединной плоскости пластинки, для которого имеем

$$\gamma(x, y) = \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\partial \omega}{\partial y} = \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} + B\frac{\partial^2 \Delta F}{\partial x \partial y}. \tag{4}$$

В формулах (2)–(4) для коэффициентов, содержащих упругие постоянные материала пластинки, введены следующие обозначения

$$A = \frac{(\mu+\alpha)(\gamma+\varepsilon)}{4\mu\alpha} + \frac{3D}{5h\mu}, \; B = \frac{(\mu+\alpha)(\gamma+\varepsilon)}{8\mu\alpha} - \frac{3D(3\alpha-5\mu)}{40h\mu\alpha}.$$

В работе [3] для решения данной задачи рассматривается метод конечных элементов прямоугольных форм с шестнадцатью степенями свободы, где в качестве узловых переменных для s–го конечного элемента принят значения функции F^s и ее производных $\partial F^s/\partial x$, $\partial F^s/\partial y$, $\partial^2 F^s/\partial x\partial y$.

В работе [4] рассматривается модификация метода, приведенного в [3], в котором учитываются 12 условий непрерывности обобщенных перемещений в узловых точках и 2 условия непрерывности углов сдвига на границах разделов прямоугольных элементов.

В данной работе предлагается метод конечных элементов прямоугольных форм, в котором для решения задач поперечного изгиба пластин с учетом моментных напряжений в качестве узловых переменных принят обобщенные перемещения. Здесь для учета непрерывности прогибов и углов поворота вдоль границы разделов смежных элементов для каждой узловой точки не требуется добавления 12 уравнений.

Срединную плоскость пластины представим в виде совокупности $\overline{n}$ конечных элементов прямоугольных форм. В каждой узловой точке s–го конечного элемента пластины введем по четыре обобщенных перемещения: w^s – перемещение в направлении оси z, два компонента тензора поворота θ^s, ω^s соответственно вокруг осей x, y и угол сдвига $\gamma^s = \partial\theta/\partial x = \partial\omega^s/\partial y$. Узловые значения обобщенных перемещений $f_i^s = (w_i^s, \theta_i^s, \omega_i^s, \gamma_i^s)^T, i \in \{1,2,3,4\}$ для s-го конечного элемента в плоскости xy зададим вектором $w^s = (w_1^s, w_2^s, ..., w_{16}^s)^T$.

Схематическое изображение s–го конечного элемента в плоскости xy приведено на рис. 1

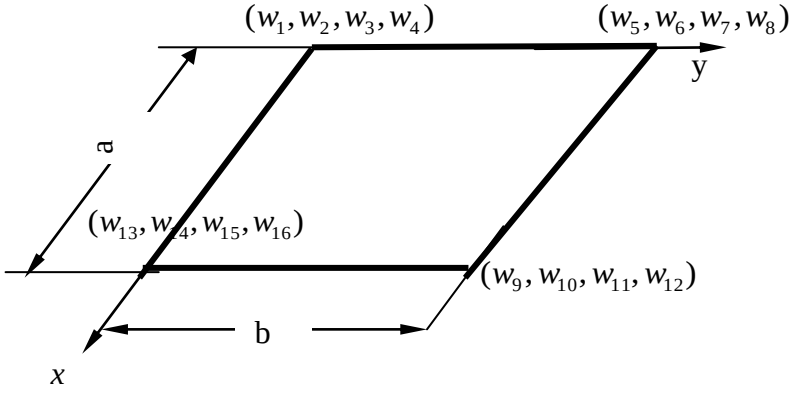


Рис. 1. Схематическое изображение прямоугольного конечного элемента пластины

Функция F^s отнесенной точек срединной поверхности s-го конечного элемента аппроксимируем бикубическим полиномом, содержащим 16 неизвестных параметров:

$$F^s(x,y) = \alpha_1^s + \alpha_2^s x + \alpha_3^s y + \alpha_4^s x^2 + \alpha_5^s xy + \alpha_6^s y^2 + \alpha_7^s x^3 + \alpha_8^s x^2 y +$$
$$+ \alpha_9^s xy^2 + \alpha_{10}^s y^3 + \alpha_{11}^s x^3 y + \alpha_{12}^s xy^3 + \alpha_{13}^s x^2 y^2 + \alpha_{14}^s x^2 y^3 + \alpha_{15}^s x^3 y^2 + \alpha_{16}^s x^3 y^3, \qquad (5)$$

который заменим удобным для практического использования следующим выражением:

$$F^s(x,y) = \sum_{i=1}^{16} w_i^s \Phi_i(x,y). \qquad (6)$$

Здесь $w_i^s, i \in \{1,2,...,16\}$ –узловые значения обобщенных перемещений s-го конечного элемента, которые для прямоугольного конечного элемента определяются соотношениями

$$
\begin{aligned}
&w_1^s = w^s(0,0), \quad w_2^s = \theta^s(0,0), \quad w_3^s = \omega^s(0,0), \quad w_4^s = \frac{\partial \theta^s}{\partial x}(0,0),\\
&w_5^s = w^s(0,b), \quad w_6^s = \theta^s(0,b), \quad w_7^s = \omega^s(0,b), \quad w_8^s = \frac{\partial \theta^s}{\partial x}(0,b),\\
&w_9^s = w^s(a,b), \quad w_{10}^s = \theta^s(a,b), \quad w_{11}^s = \omega^s(a,b), \quad w_{12}^s = \frac{\partial \theta^s}{\partial x}(a,b),\\
&w_{13}^s = w^s(a,0), \quad w_{14}^s = \theta^s(a,0), \quad w_{15}^s = \omega^s(a,0), \quad w_{16}^s = \frac{\partial \theta^s}{\partial x}(a,0),
\end{aligned}
\tag{7}
$$

$\Phi_i^s(x,y)$ – функции Эрмита.

Исходя из связей (5), выражение для каждой j – й функции Эрмита $\Phi_j(x,y)$ ищем в виде

$$
\begin{aligned}
\Phi_j^s(x,y) = {} & \alpha_{1j}^s + \alpha_{2j}^s x + \alpha_{3j}^s y + \alpha_{4j}^s x^2 + \alpha_{5j}^s xy + \alpha_{6j}^s y^2 + \alpha_{7j}^s x^3 + \alpha_{8j}^s x^2 y + \alpha_{9j}^s xy^2 + \\
& + \alpha_{10j}^s y^3 + \alpha_{11j}^s x^3 y + \alpha_{12j}^s xy^3 + \alpha_{13j}^s x^2 y^2 + \alpha_{14j}^s x^2 y^3 + \alpha_{15j}^s x^3 y^2 + \alpha_{16j}^s x^3 y^3 .
\end{aligned}
$$

Подставляя его в условия (7) и решая полученную систему уравнений, находим α_{ji}^s, а, следовательно, и $\Phi_j^s(x,y)$. При $\xi = x/a, \ \eta = y/b$ получаем

$$
\begin{aligned}
&\Phi_1^s(\xi,\eta) = 1 - 6aD_2A - 6bD_1A + \\
&+ \frac{96aAD_2AG_1}{b^2} + \frac{60aBD_2AG_1}{b^2} - \frac{12aGAG_1}{b^2} + \frac{432BGAG_1}{a^2b} - \frac{144BGAG_1}{ab^2} - \\
&- \frac{60bHAG_1}{a^2} - \frac{288BHAG_1}{a^2b} + \frac{48bAD_1AG_1}{a^2} + \frac{12bBD_1AG_1}{a^2} + \frac{27aAD_2AQ_1}{b^2} + \frac{18aBD_2AQ_1}{b^2} - \\
&- \frac{18aGAQ_1}{b^2} + \frac{108BGAQ_1}{a^2b} - \frac{18bHAQ_1}{a^2} + \frac{27bAD_1AQ_1}{a^2} + \frac{18bBD_1AQ_1}{a^2} + \frac{108BHAQ_1}{a^2b} - \\
&- [\frac{2BG_1}{b^2} + \frac{12aBG_1}{a^2b^2} + \frac{216aGBG_1}{b^2} + \frac{144GBBG_1}{ab^2} + \frac{12aBD_2BG_1}{b^2} + \frac{3bBQ_1}{b^3} + \frac{90aGBQ_1}{b^2} + 12aD_2B]\xi - \\
&- [\frac{10BG_1}{a^2} + \frac{60BBG_1}{a^2b^2} + \frac{216bHBG_1}{a^2} + \frac{720BHBG_1}{a^2b} + \frac{60bBD_1BG_1}{a^2} + \frac{90bHBQ_1}{a^2} + \frac{3BQ_1}{a^2} + 12bD_1B]\eta + \\
&+ [\frac{54a^3AD_2G_1}{b^2} + \frac{36a^3BD_2G_1}{b^2} + \frac{144BGG_1}{b} + \frac{45a^3AD_2Q_1}{2b^2} + \frac{18a^3BD_2Q_1}{b^2} + \frac{54BGQ_1}{b} - 3a^3D_2]\xi^2 + \\
&+ [\frac{30BG_1}{a^2} + \frac{6BG_1}{b^2} + \frac{9aBQ_1}{a^2} + \frac{9BQ_1}{b^2} - \frac{72abBBQ_1}{a^2b^2}]\xi\eta + \\
&+ [\frac{144bBDG_1}{a^2} + \frac{54b^3AD_1G_1}{a^2} + \frac{36b^3BD_1G_1}{a^2} + \frac{45b^3AD_1Q_1}{2a^2} + \frac{18b^3BD_1Q_1}{a^2} + \frac{54bBDQ_1}{a^2} + 3b^3D_1]\eta^2 + \\
&+ [\frac{36a^3GG_1}{b^2} + \frac{15a^3GQ_1}{2b^2} + \frac{24aGBG_1}{b^2} + \frac{2a^3BD_2G_1}{b^2} + 2b^3D_2]\xi^3 + [5G_1 + \frac{3}{2}Q_1 + \frac{30B}{b^2}G_1]\xi^2\eta + \\
&+ [G_1 + \frac{3}{2}Q_1 + \frac{6B}{a^2}G_1]\xi\eta^2 + [\frac{36b^3HG_1}{a^2} + \frac{15b^3HQ_1}{a^2} + \frac{120bBHG_1}{a^2} + \frac{10b^3BD_1G_1}{a^2} + 2b^3D_1]\eta^3 - \\
&- [5G_1 + \frac{3}{2}Q_1 - \frac{6B}{b^2}Q_1]\xi^3\eta - [G_1 + \frac{3}{2}Q_1 - \frac{6B}{a^2}Q_1]\xi\eta^3 + [9G_1 + \frac{9}{4}Q_1]\xi^2\eta^2 - \\
&- 5G_1\xi^2\eta^3 - G_1\xi^3\eta^2 - Q_1\xi^3\eta^3
\end{aligned}
$$

$$\Phi_2^S(\xi,\eta)=b\{\frac{12aGA}{b^2}-\frac{18aAD_2A}{b^2}-\frac{12aBD_2A}{b^2}-\frac{72BGA}{ba^2}+\frac{48bHA}{a^2}+\frac{72BHA}{a^2b}-4bD_1A-$$
$$-\frac{6b^2AD_1A}{a^2b}+\frac{12HA}{b}+\frac{96aAD_2AG_2}{b^2}+\frac{60aBD_2AG_2}{b^2}-\frac{12aGAG_2}{b^2}+\frac{432BGAG_2}{a^2b}-\frac{144BGAG_2}{ab^2}-$$
$$-\frac{60bHAG_2}{a^2}-\frac{288BHAG_2}{a^2b}+\frac{48bAD_1AG_2}{a^2}+\frac{12bBD_1AG_2}{a^2}+\frac{27aAD_2AQ_2}{b^2}+\frac{18aBD_2AQ_2}{b^2R}-$$
$$-\frac{18aGAQ_2}{b^2}+\frac{108BGAQ_2}{a^2b}-\frac{18bDAQ_2}{a^2}+\frac{27bAD_1AQ_2}{a^2}+\frac{18bBD_1AQ_2}{a^2}+\frac{108BHAQ_2}{a^2b}-$$
$$-[\frac{2BG_2}{b^2}+\frac{12aBG_2}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_2}{b^2}+\frac{144GBBG_2}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_2}{b^2}+\frac{3bBQ_2}{b^3}+\frac{90aGBQ_2}{b^2}-\frac{2B}{ab}-$$
$$-\frac{60aGB}{b^2}]\xi-[\frac{10BG_2}{a^2}+\frac{60BBG_2}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_2}{a^2}+\frac{720BHBG_2}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_2}{a^2}+\frac{90bHBQ_2}{a^2}+\frac{3BQ_2}{a^2}-$$
$$-1-\frac{8B}{a^2}-\frac{12BB}{a^2b^2}-\frac{108bHB}{a^2}-\frac{144BHB}{a^2b}+6bD_1B-\frac{12bBD_1B}{a^2}]\eta-$$
$$+[\frac{54a^3AD_2G_2}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_2}{b^2}+\frac{144BGG_2}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_2}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_2}{b^2}+\frac{54BGQ_2}{b}-\frac{6a^3BD_2}{b^2}]\xi^2+$$
$$+[\frac{30BG_2}{a^2}+\frac{6BG_2}{b^2}+\frac{9aBQ_2}{a^2}+\frac{9BQ_2}{b^2}-\frac{72abBBQ_2}{a^2b^2}-\frac{6B}{b^2}-\frac{18B}{a^2}-]\xi\eta-$$
$$-[\frac{144bBHG_2}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_2}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_2}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_2}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_2}{a^2}+$$
$$+\frac{54bBHQ_2}{a^2}-\frac{24b^3H}{a^2}-\frac{36bBH}{a^2}+2b^3D_1-6bD]\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_2}{b^2}+\frac{15a^3GQ_2}{2b^2}+\frac{24aGBG_2}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_2}{b^2}-\frac{10a^3G}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_2+\frac{3}{2}Q_2+\frac{30B}{b^2}G_2-4-\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta+[G_2+\frac{3}{2}Q_2+\frac{6B}{a^2}G_2-1]\xi\eta^2+$$
$$+[\frac{36b^3HG_2}{a^2}+\frac{15b^3HQ_2}{a^2}+\frac{120bBHG_2}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_2}{a^2}-\frac{18b^3H}{a^2}-\frac{24bBH}{a^2}+bD_1-\frac{2b^3BD_1}{a^2}]\eta^3-$$
$$-[5G_2+\frac{3}{2}Q_2-\frac{6B}{b^2}Q_2-3]\xi^3\eta-[G_2+\frac{3}{2}Q_2-\frac{6B}{a^2}Q_2-1]\xi\eta^3+$$
$$+[9G_2+\frac{9}{4}Q_2-\frac{3}{2}]\xi^2\eta^2-[5G_2-1]\xi^2\eta^3-G_2\xi^3\eta^2-Q_2\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_3^S(\xi,\eta)=a\{-\frac{36aGA}{b^2}+4aD_2A-\frac{12GA}{a}-\frac{18aAD_2A}{b^2}-\frac{12aBD_2A}{b^2}-\frac{72BGA}{a^2b}+\frac{72BHA}{a^2b}-$$
$$-\frac{6bAD_1A}{a^2}-\frac{96aAD_2AG_3}{b^2}-\frac{60aBD_2AG_3}{b^2}+\frac{12aGAG_3}{b^2}-\frac{432BGAG_3}{a^2b}+\frac{144BGAG_3}{ab^2}+$$
$$+\frac{60bHAG_3}{a^2}+\frac{288BHAG_3}{a^2b}-\frac{48bAD_1AG_3}{a^2}-\frac{12bBD_1AG_3}{a^2}-\frac{27aAD_2AQ_3}{b^2}-\frac{18aBD_2AQ_3}{b^2R}+$$
$$+\frac{18aGAQ_3}{b^2}-\frac{108BGAQ_3}{a^2b}-\frac{18bDAQ_3}{a^2}-\frac{27bAD_1AQ_3}{a^2}-\frac{18bBD_1AQ_3}{a^2}-\frac{108BDAQ_3}{a^2b}+$$
$$+[\frac{2BG_3}{b^2}+\frac{12aBG_3}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_3}{b^2}+\frac{144GBBG_3}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_3}{b^2}+\frac{3bBQ_3}{b^3}+\frac{90aGBQ_3}{b^2}-$$
$$-1-\frac{6B}{b^2}-\frac{36aGB}{b^2}+6aD_2B]\xi+$$

$$+[\frac{10BG_3}{a^2}+\frac{60BBG_3}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_3}{a^2}+\frac{720BHBG_3}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_3}{a^2}+\frac{90bHBQ_3}{a^2}+\frac{3BQ_3}{a^2}+$$
$$+\frac{12BB}{a^2b^2}+\frac{12bHB}{a^2}+\frac{144BHB}{a^2b}+\frac{12bBD_1B}{a^2}+\frac{468abDB}{2}]\eta-$$
$$-[\frac{54a^3AD_2G_3}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_3}{b^2}+\frac{144BGG_3}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_3}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_3}{b^2}+\frac{54BGQ_3}{b}+$$
$$+\frac{18a^3G}{b^2}-2a^3D_2+6aG+\frac{9a^3AD_2}{b^2}+\frac{6a^3BD_2}{b^2}+\frac{36BG}{b}]\xi^2-$$
$$-[\frac{30BG_3}{a^2}+\frac{6BG_3}{b^2}+\frac{9aBQ_3}{a^2}+\frac{9BQ_3}{b^2}-\frac{72abBBQ_3}{a^2b^2}-\frac{12B}{b^2}]\xi\eta+$$
$$-[\frac{144bBHG_3}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_3}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_{13}}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_3}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_3}{a^2}+\frac{54bBDQ_3}{a^2}-\frac{3b^3AD_1}{a^2}]\eta^2-$$
$$-[\frac{36a^3GG_3}{b^2}+\frac{15a^3GQ_3}{2b^2}+\frac{24aGBG_3}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_3}{b^2}-\frac{6a^3G}{b^2}+a^3D_2]\xi^3-$$
$$-[5G_3+\frac{3}{2}Q_3+\frac{30B}{b^2}G_3+\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta-[G_3+\frac{3}{2}Q_3+\frac{6B}{a^2}G_3-3]\xi\eta^2-$$
$$-[\frac{36b^3HG_3}{a^2}+\frac{15b^3HQ_3}{a^2}+\frac{120bBHG_3}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_3}{a^2}+\frac{2Hb^3}{a^2}+\frac{24bBH}{a^2}+\frac{2b^3BD_2}{a^2}]\eta^3+$$
$$+[5G_3+\frac{3}{2}Q_3-\frac{6B}{b^2}Q_3]\xi^3\eta+[G_3+\frac{3}{2}Q_3-\frac{6B}{a^2}Q_3-2]\xi\eta^3-$$
$$-[9G_3+\frac{9}{4}Q_3+3]\xi^2\eta^2+[5G_3+1]\xi^2\eta^3++G_3\xi^3\eta^2+Q_3\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_4^s(\xi,\eta)=ab\{\frac{30aGA}{b^2}+\frac{3aAD_2A}{b^2}+\frac{2aBD_2A}{b^2}+\frac{12BGA}{a^2b}+\frac{30bHA}{a^2}+\frac{12BHA}{a^2b}+\frac{3bAD_1A}{a^2}+$$
$$+\frac{2bBD_1A}{a^2}+\frac{96aAD_2AG_4}{b^2}+\frac{60aBD_2AG_4}{b^2}-\frac{12aGAG_4}{b^2}+\frac{432BGAG_4}{a^2b}-\frac{144BGAG_4}{ab^2}-$$
$$-\frac{60bHAG_4}{a^2}-\frac{288BHAG_4}{a^2b}+\frac{48bAD_1AG_4}{a^2}+\frac{12bBD_1AG_4}{a^2}+\frac{27aAD_2AQ_4}{b^2}+\frac{18aBD_2AQ_4}{b^2R}-$$
$$-\frac{18aGAQ_4}{b^2}+\frac{108BGAQ_4}{a^2b}-\frac{18bHAQ_4}{a^2}+\frac{27bAD_1AQ_4}{a^2}+\frac{18bBD_1AQ_4}{a^2}+\frac{108BHAQ_4}{a^2b}-$$
$$-[\frac{2BG_4}{b^2}+\frac{12aBG_4}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_4}{b^2}+\frac{144GBBG_4}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_4}{b^2}+\frac{3bBQ_4}{b^3}+\frac{90aGBQ_4}{b^2}-$$
$$-\frac{5B}{b^2}-\frac{54aGB}{b^2}]\xi-[\frac{10BG_4}{a^2}+\frac{60BBG_4}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_4}{a^2}+$$
$$+\frac{720BHBG_4}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_4}{a^2}+\frac{90bHBQ_4}{a^2}+\frac{3BQ_4}{a^2}-\frac{5B}{a^2}-\frac{54bHB}{a^2}]\eta-$$
$$-[\frac{54a^3AD_2G_4}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_4}{b^2}+\frac{144BGG_4}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_4}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_4}{b^2}+$$
$$+\frac{54BGQ4}{b}-\frac{15a^3G}{b^2}-\frac{3a^3AD_2}{2b^2}-\frac{6BG}{b}]\xi^2-$$
$$-[\frac{30BG_4}{a^2}+\frac{6BG_4}{b^2}+\frac{9aBQ_4}{a^2}+\frac{9BQ_4}{b^2}-\frac{72abBBQ_4}{a^2b^2}-1+\frac{9B}{b^2}+\frac{6B}{a^2}]\xi\eta-$$
$$-[\frac{144bBHG_4}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_4}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_4}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_4}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_4}{a^2}+$$

$$+\frac{54bBHQ_4}{a^2}-\frac{15b^3H}{a^2}-\frac{6bBH}{a^2}-\frac{3b^3AD_1}{2a^2}-\frac{b^3BD_1}{a^2}]\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_4}{b^2}+\frac{15a^3GQ_4}{2b^2}+\frac{24aGBG_4}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_4}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_4+\frac{3}{2}Q_4+\frac{30B}{b^2}G_4-\frac{5}{2}]\xi^2\eta+$$
$$+[G_4+\frac{3}{2}Q_4+\frac{6B}{a^2}G_4-\frac{5}{2}]\xi\eta^2+[\frac{36b^3HG_4}{a^2}+\frac{15b^3HQ_4}{a^2}+\frac{120bBHG_4}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_4}{a^2}-\frac{9b^3H}{a^2}]\eta^3+$$
$$+[5G_4+\frac{3}{2}Q_4-\frac{6B}{b^2}Q_4+\frac{3}{2}]\xi^3\eta-[G_4+\frac{3}{2}Q_4-\frac{6B}{a^2}Q_4-\frac{3}{2}]\xi\eta^3+$$
$$+[9G_4+\frac{9}{4}Q_4+\frac{1}{4}]\xi^2\eta^2-5G_4\xi^2\eta^3-G_4\xi^3\eta^2-Q_4\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_5^s(\xi,\eta)=\Phi_1^s(\xi,\eta)-1+6aD_2A+12aD_2B\xi+3a^3D_2\xi^2$$
$$\Phi_6^s(\xi,\eta)=b\{-\frac{12aGA}{b^2}+\frac{18aAD_2A}{b^2}+\frac{12aBD_2A}{b^2}+\frac{72BGA}{ba^2}-\frac{12bHA}{a^2}-\frac{72BHA}{a^2b}-2bD_1A-$$
$$-\frac{12HA}{b}+\frac{6bAD_1A}{a^2}+\frac{96aAD_2AG_6}{b^2}+\frac{60aBD_2AG_6}{b^2}-\frac{12aGAG_6}{b^2}+\frac{432BGAG_6}{a^2b}-\frac{144BGAG_6}{ab^2}-$$
$$-\frac{60bHAG_6}{a^2}-\frac{288BHAG_6}{a^2b}+\frac{48bAD_1AG_6}{a^2}+\frac{12bBD_1AG_6}{a^2}+\frac{27aAD_2AQ_6}{b^2}+\frac{18aBD_2AQ_6}{b^2R}-$$
$$-\frac{18aGAQ_6}{b^2}+\frac{108BGAQ_6}{a^2b}-\frac{18bHAQ_6}{a^2}+\frac{27bAD_1AQ_6}{a^2}+\frac{18bBD_1AQ_6}{a^2}+\frac{108BHAQ_6}{a^2b}-$$
$$-[\frac{2B}{ab}+\frac{60GB}{b}+\frac{2BG_6}{b^2}+\frac{12aBG_6}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_6}{b^2}+\frac{144GBBG_6}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_6}{b^2}+$$
$$+\frac{3bBQ_6}{b^3}+\frac{90aGBQ_6}{b^2}]\xi-[\frac{2B}{a^2}+\frac{12BB}{a^2b^2}+\frac{144BHB}{a^2b}+6bD_1B+\frac{12bBD_1B}{a^2}+\frac{36bHB}{a^2}+$$
$$+\frac{10BG_6}{a^2}+\frac{60BBG_6}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_6}{a^2}+\frac{720BHBG_6}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_6}{a^2}+\frac{90bHBQ_6}{a^2}+\frac{3BQ_6}{a^2}]\eta+$$
$$+[\frac{54a^3AD_2G_6}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_6}{b^2}+\frac{144BGG_6}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_6}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_6}{b^2}+$$
$$+\frac{54BGQ_6}{b}-\frac{6a^3G}{b^2}+\frac{9a^3AD_2}{b^2}+\frac{6a^3BD_2}{b^2}+\frac{36BG}{b}]\xi^2+$$
$$+[\frac{30BG_6}{a^2}+\frac{6BG_6}{b^2}+\frac{9aBQ_6}{a^2}+\frac{9BQ_6}{b^2}-\frac{72abBBQ_6}{a^2b^2}+\frac{6B}{a^2}+\frac{6B}{b^2}]\xi\eta+$$
$$+[\frac{144bBHG_6}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_6}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_6}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_6}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_6}{a^2}+$$
$$+\frac{54bBHQ_6}{a^2}-\frac{6b^3D}{a^2}-\frac{36bBH}{a^2}-b^3D_1-6bH+\frac{3b^3AD_1}{a^2}]\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_6}{b^2}+\frac{15a^3GQ_6}{2b^2}+\frac{24aGBG_6}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_6}{b^2}+\frac{10a^3G}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_6+\frac{3}{2}Q_6+\frac{30B}{b^2}G_6+1+\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta+[G_6+\frac{3}{2}Q_6+\frac{6B}{a^2}G_6+1]\xi\eta^2+$$
$$+[\frac{36b^3HG_6}{a^2}+\frac{15b^3HQ_6}{a^2}+\frac{120bBHG_6}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_6}{a^2}+\frac{6b^3H}{a^2}+\frac{24bBH}{a^2}+b^3D_1+\frac{2b^3BD_1}{a^2}]\eta^3-$$

$$-[5G_6+\frac{3}{2}Q_6-\frac{6B}{b^2}Q_6+1]\xi^3\eta-[G_6+\frac{3}{2}Q_6-\frac{6B}{a^2}Q_6+1]\xi\eta^3+[9G_6+\frac{9}{4}Q_6+\frac{3}{2}]\xi^2\eta^2-$$
$$-[5G_6+1]\xi^2\eta^3-G_6\xi^3\eta^2-Q_6\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_7^s(\xi,\eta)=\Phi_3^S(\xi,\eta)+a\{\frac{72aGA}{b^2}-4aD_2A+\frac{12GA}{a}+\frac{36aAD_2A}{b^2}+\frac{24aBD_2A}{b^2}+\frac{144BGA}{a^2b}-\frac{144BDA}{a^2b}+$$
$$+\frac{12bAD_1A}{a^2}+[1+\frac{12B}{b^2}+\frac{108aGB}{b^2}-6aD_2B]\xi-[\frac{24BB}{a^2b^2}+\frac{24bHB}{a^2}+\frac{288BHB}{a^2b}+\frac{24bBD_1B}{a^2}+\frac{468abHB}{2}]\eta+$$
$$+[\frac{36a^3G}{b^2}-2a^3D_2+6aG+\frac{18a^3AD_2}{b^2}+\frac{12a^3BD_2}{b^2}+\frac{72BG}{b}]\xi^2+[-\frac{24B}{b^2}-\frac{36BH}{a}+\frac{3b^2AD_1}{a}]\xi\eta-$$
$$-[\frac{3b^3AD_1}{a^2}+6aG]\eta^2+[-\frac{6a^3G}{b^2}+a^3D_2+\frac{6aB}{b^3}]\xi^3+[\frac{6B}{b^2}-\frac{3a}{b}]\xi^2\eta-3\xi\eta^2+$$
$$+[\frac{2Hb^3}{a^2}+\frac{24bBH}{a^2}+\frac{2b^3BD_2}{a^2}-\frac{2b^2BD_1}{a}]\eta^3-\xi^3\eta+[2+\frac{b^2}{a^2}]\xi\eta^3+\frac{3}{2}\xi^2\eta^2-2\xi^2\eta^3\}$$
$$\Phi_8^s(\xi,\eta)=ab\{\frac{6aGA}{b^2}+\frac{15aAD_2A}{b^2}+\frac{10aBD_2A}{b^2}+\frac{60BGA}{a^2b}-\frac{6bHA}{a^2}-\frac{84BHA}{a^2b}-\frac{2bBD_1A}{a^2}-$$
$$-\frac{96aAD_2AG_8}{b^2}-\frac{60aBD_2AG_8}{b^2}+\frac{12aGAG_8}{b^2}-\frac{432BGAG_8}{a^2b}+\frac{144BGAG_8}{ab^2}+$$
$$+\frac{60bDAG_8}{a^2}+\frac{288BDAG_8}{a^2b}-\frac{48bAD_1AG_8}{a^2}-\frac{12bBD_1AG_8}{a^2}-\frac{27aAD_2AQ_8}{b^2}-\frac{18aBD_2AQ_8}{b^2R}+$$
$$+\frac{18aGAQ_8}{b^2}-\frac{108BGAQ_8}{a^2b}+\frac{18bHAQ_8}{a^2}-\frac{27bAD_1AQ_8}{a^2}-\frac{18bBD_1AQ_8}{a^2}-\frac{108BHAQ_8}{a^2b}+$$
$$+[\frac{B}{b^2}-\frac{18aGB}{b^2}+\frac{2BG_8}{b^2}+\frac{12aBG_8}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_8}{b^2}+\frac{144GBBG_8}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_8}{b^2}+$$
$$+\frac{3bBQ_8}{b^3}+\frac{90aGBQ_8}{b^2}]\xi+[-\frac{B}{a}-\frac{12BB}{a^2b^2}-\frac{18bHB}{a^2}-\frac{144BHB}{a^2b}-\frac{12bBD_1B}{a^2}+$$
$$+\frac{10BG_8}{a^2}+\frac{60BBG_8}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_8}{a^2}+\frac{720BHBG_8}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_8}{a^2}+\frac{90bHBQ_8}{a^2}+\frac{3BQ_8}{a^2}]\eta+$$
$$+[\frac{54a^3AD_2G_8}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_8}{b^2}+\frac{144BGG_8}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_8}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_8}{b^2}+$$
$$+\frac{54BGQ_1}{b}+\frac{3a^3G}{b^2}+\frac{15a^3AD_2}{2b^2}+\frac{5a^3BD_2}{b^2}+\frac{30BG}{b}]\xi^2-$$
$$-[\frac{30BG_8}{a^2}+\frac{6BG_8}{b^2}+\frac{9aBQ_8}{a^2}+\frac{9BQ_8}{b^2}-\frac{72abBBQ_8}{a^2b^2}-\frac{6B}{2a^2}+\frac{6B}{2b^2}]\xi\eta+$$
$$+[\frac{144bBDG_8}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_8}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_8}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_8}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_8}{a^2}+\frac{54bBHQ_8}{a^2}-$$
$$-\frac{3b^3H}{a^2}-\frac{42bBH}{a^2}+\frac{4b^3AD_1}{a^2}-\frac{b^3BD_1}{a^2}]\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_8}{b^2}+\frac{15a^3GQ_8}{2b^2}+\frac{24aGBG_8}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_8}{b^2}-\frac{3a^3G}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_8+\frac{3}{2}Q_8+\frac{30B}{b^2}G_8-\frac{1}{2}-\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta-[G_8+\frac{3}{2}Q_8+\frac{6B}{a^2}G_8-\frac{1}{2}]\xi\eta^2-$$
$$-[\frac{36b^3HG_8}{a^2}+\frac{15b^3HQ_8}{a^2}+\frac{120bBHG_8}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_8}{a^2}-\frac{3b^3H}{a^2}-\frac{24bBD}{a^2}-\frac{2b^3BD_1}{a^2}]\eta^3+$$

$$+[5G_8+\frac{3}{2}Q_8-\frac{6B}{b^2}Q_8-\frac{1}{2}]\xi^3\eta+[G_8+\frac{3}{2}Q_8-\frac{6B}{a^2}Q_8+\frac{1}{2}+]\xi\eta^3-$$
$$-[9G_8+\frac{9}{4}Q_8-\frac{5}{4}]\xi^2\eta^2+[5G_8-1]\xi^2\eta^3+G_8\xi^3\eta^2+Q_8\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_9^s(\xi,\eta)=\Phi_1^s(\xi,\eta)-1+6aD_2A+6bD_1A+12aD_2B\xi+12bD_1B\eta+3a^3D_2\xi^2-$$
$$-3b^3D_1\eta^2-2b^3D_1\eta^3$$
$$\Phi_{10}^s(\xi,\eta)=b\{\frac{12aGA}{b^2}-\frac{18aAD_2A}{b^2}-\frac{12aBD_2A}{b^2}-\frac{72BGA}{a^2b}+12bHA-\frac{6bAD_1A}{a^2}+$$
$$+\frac{96aAD_2AG_{10}}{b^2}+\frac{60aBD_2AG_{10}}{b^2}-\frac{12aGAG_{10}}{b^2}+\frac{432BGAG_{10}}{a^2b}-\frac{144BGAG_{10}}{ab^2}-$$
$$-\frac{60bHAG_{10}}{a^2}-\frac{288BHAG_{10}}{a^2b}+\frac{48bAD_1AG_{10}}{a^2}+\frac{12bBD_1AG_{10}}{a^2}+\frac{27aAD_2AQ_{10}}{b^2}+\frac{18aBD_2AQ_{10}}{b^2R}-$$
$$-\frac{18aGAQ_{10}}{b^2}+\frac{108BGAQ_{10}}{a^2b}-\frac{18bHAQ_{10}}{a^2}+\frac{27bAD_1AQ_{10}}{a^2}+\frac{18bBD_1AQ_{10}}{a^2}+\frac{108BHAQ_{10}}{a^2b}+$$
$$+[\frac{2B}{b^2}+\frac{60aGB}{b^2}+\frac{2BG_{10}}{b^2}+\frac{12aBG_{10}}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_{10}}{b^2}+\frac{144GBBG_{10}}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_{10}}{b^2}+$$
$$+\frac{3bBQ_{10}}{b^3}+\frac{90aGBQ_{10}}{b^2}]\xi+[\frac{2B}{a^2}+\frac{12BB}{a^2b^2}+\frac{36bHB}{a^2}+\frac{144BHB}{a^2b}+\frac{12bBD_1B}{a^2}+$$
$$+\frac{10BG_{10}}{a^2}+\frac{60BBG_{10}}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_{10}}{a^2}+\frac{720BHBG_{10}}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_{10}}{a^2}+\frac{90bHBQ_{10}}{a^2}+\frac{3BQ_{10}}{a^2}]\eta+$$
$$+[\frac{54a^3AD_2G_{10}}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_{10}}{b^2}+\frac{144BGG_{10}}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_{10}}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_{10}}{b^2}+\frac{54BGQ_{10}}{b}$$
$$-\frac{9a^3AD_2}{b^2}-\frac{6a^3BD_2}{b^2}-\frac{36BG}{b}]\xi^2+$$
$$+[\frac{30BG_{10}}{a^2}+\frac{6BG_{10}}{b^2}+\frac{9aBQ_{10}}{a^2}+\frac{9BQ_{10}}{b^2}-\frac{72abBBQ_{10}}{a^2b^2}-\frac{6B}{b^2}-\frac{6B}{a^2}]\xi\eta+$$
$$+[\frac{144bBHG_{10}}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_{10}}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_{10}}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_{10}}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_{10}}{a^2}+\frac{54bBHQ_{10}}{a^2}+$$
$$+6b^3H+\frac{36bBH}{a^2}+\frac{24ab^5AD_1}{2}-\frac{3b^3AD_1}{a^2}]\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_{10}}{b^2}+\frac{15a^3GQ_{10}}{2b^2}+\frac{24aGBG_{10}}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_{10}}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_{10}+\frac{3}{2}Q_{10}+\frac{30B}{b^2}G_{10}-1-\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta+[G_{10}+\frac{3}{2}Q_{10}+\frac{6B}{a^2}G_{10}-1]\xi\eta^2+$$
$$+[\frac{36b^3HG_{10}}{a^2}+\frac{15b^3DQ_{10}}{a^2}+\frac{120bBHG_{10}}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_{10}}{a^2}-\frac{6b^3H}{a^2}-\frac{24bBH}{a^2}-\frac{2b^3BD_1}{a^2}]\eta^3-$$
$$-[5G_{10}+\frac{3}{2}Q_{10}-\frac{6B}{b^2}Q_{10}-1]\xi^3\eta-[G_{10}+\frac{3}{2}Q_{10}-\frac{6B}{a^2}Q_{10}-1]\xi\eta^3+$$
$$+[9G_{10}+\frac{9}{4}Q_{10}-\frac{3}{2}]\xi^2\eta^2-[5G_{10}-1]\xi^2\eta^3-G_{10}\xi^3\eta^2-Q_{10}\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_{11}^s(\xi,\eta)=a\{-\frac{12aBD_2A}{b^2}-\frac{72BGA}{a^2b}-\frac{18aAD_2A}{b^2}+\frac{72BDA}{a^2b}+\frac{3bAD_1A}{a^2}+\frac{6bBD_1A}{a^2}+$$
$$+\frac{96aAD_2AG_{11}}{b^2}+\frac{60aBD_2AG_{11}}{b^2}-\frac{12aGAG_{11}}{b^2}+\frac{432BGAG_{11}}{a^2b}-\frac{144BGAG_{11}}{ab^2}-$$

$$-\frac{60bHAG_{11}}{a^2}-\frac{288BDAG_{11}}{a^2b}+\frac{48bAD_1AG_{11}}{a^2}+\frac{12bBD_1AG_{11}}{a^2}+\frac{27aAD_2AQ_{11}}{b^2}+\frac{18aBD_2AQ_{11}}{b^2R}-$$
$$-\frac{18aGAQ_{11}}{b^2}+\frac{108BGAQ_{11}}{a^2b}-\frac{18bHAQ_{11}}{a^2}+\frac{27bAD_1AQ_{11}}{a^2}+\frac{18bBD_1AQ_{11}}{a^2}+\frac{108BHAQ_{11}}{a^2b}-$$
$$-[\frac{2BG_{11}}{b^2}+\frac{12aBG_{11}}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_{11}}{b^2}+\frac{144GBBG_{11}}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_{11}}{b^2}+\frac{3bBQ_{11}}{b^3}+\frac{90aGBQ_{11}}{b^2}-$$
$$-\frac{36aGB}{b^2}]\xi-[\frac{12BB}{a^2b^2}+\frac{144BHB}{a^2b}+\frac{12bHB}{a^2}+\frac{12BBD_1B}{a^2}+\frac{10BG_{11}}{a^2}+\frac{60BBG_{11}}{a^2b^2}+$$
$$+\frac{216bHBG_{11}}{a^2}+\frac{720BHBG_{11}}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_{11}}{a^2}+\frac{90bDBQ_{11}}{a^2}+\frac{3BQ_{11}}{a^2}]\eta+$$
$$+[\frac{54a^3AD_2G_{11}}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_{11}}{b^2}+\frac{144BGG_{11}}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_{11}}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_{11}}{b^2}+\frac{54BGQ_{11}}{b}-$$
$$-\frac{36BG}{b}-\frac{9a^3AD_2}{b^2}]\xi^2+$$
$$+[\frac{30BG_{11}}{a^2}+\frac{6BG_{11}}{b^2}+\frac{9aBQ_{11}}{a^2}+\frac{9BQ_{11}}{b^2}-\frac{72abBBQ_{11}}{a^2b^2}-\frac{6B}{a^2}+\frac{6B}{a^2}]\xi\eta+$$
$$+[\frac{144bBDG_{11}}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_{11}}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_{11}}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_{11}}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_{11}}{a^2}+\frac{54bBDQ_{11}}{a^2}+$$
$$+\frac{36bBH}{a^2}+\frac{3b^3AD_1}{2a^2}+\frac{3b^3BD_1}{a^2}]\eta^2+[G_{11}+\frac{3}{2}Q_{11}+\frac{6B}{a^2}G_{11}]\xi\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_{11}}{b^2}+\frac{15a^3GQ_{11}}{2b^2}+\frac{24aGBG_{11}}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_{11}}{b^2}-\frac{6a^3G}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_{11}+\frac{3}{2}Q_{11}+\frac{30B}{b^2}G_{11}-\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta+$$
$$+[\frac{36b^3HG_{11}}{a^2}+\frac{15b^3HQ_{11}}{a^2}+\frac{120bBHG_{11}}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_{11}}{a^2}-\frac{24bBH}{a^2}-\frac{2b^3D}{a^2}-\frac{2b^3BD_1}{a^2}]\eta^3-$$
$$-[5G_{11}+\frac{3}{2}Q_{11}-\frac{6B}{b^2}Q_{11}]\xi^3\eta-[G_{11}+\frac{3}{2}Q_{11}-\frac{6B}{a^2}Q_{11}]\xi\eta^3+[9G_{11}+\frac{9}{4}Q_{11}-\frac{3}{2}]\xi^2\eta^2-$$
$$-[5G_{11}-1]\xi^2\eta^3-G_{11}\xi^3\eta^2-Q_{11}\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_{12}^s(\xi,\eta)=ab\{-\frac{6aGA}{b^2}+\frac{18aAD_2A}{b^2}+\frac{2aBD_2A}{b^2}+\frac{12BGA}{a^2b}-\frac{12bHA}{a}+\frac{12BHA}{a^2b}+\frac{8bAD_1A}{a^2}+$$
$$+\frac{2bBD_1A}{a^2}-\frac{96aAD_2AG_{12}}{b^2}-\frac{60aBD_2AG_{12}}{b^2}+\frac{12aGAG_{12}}{b^2}-\frac{432BGAG_{12}}{a^2b}+\frac{144BGAG_{12}}{ab^2}+$$
$$+\frac{60bHAG_{12}}{a^2}+\frac{288BHAG_{12}}{a^2b}-\frac{48bAD_1AG_{12}}{a^2}-\frac{12bBD_1AG_{12}}{a^2}-\frac{27aAD_2AQ_{12}}{b^2}-\frac{18aBD_2AQ_{12}}{b^2R}+$$
$$+\frac{18aGAQ_{12}}{b^2}-\frac{108BGAQ_{12}}{a^2b}+\frac{18bDAQ_{12}}{a^2}-\frac{27bAD_1AQ_{12}}{a^2}-\frac{18bBD_1AQ_{12}}{a^2}-\frac{108BHAQ_{12}}{a^2b}+$$
$$+[-\frac{B}{b^2}-\frac{18aGB}{b^2}+\frac{2BG_{12}}{b^2}+\frac{12aBG_{12}}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_{12}}{b^2}+\frac{144GBBG_{12}}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_{12}}{b^2}+$$
$$+\frac{3bBQ_{12}}{b^3}+\frac{90aGBQ_{12}}{b^2}]\xi+[-\frac{B}{a^2}-\frac{18bHB}{a^2}+\frac{10BG_{12}}{a^2}+\frac{60BBG_{12}}{a^2b^2}+\frac{216bDBG_{12}}{a^2}+$$
$$+\frac{720BDBG_{12}}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_{12}}{a^2}+\frac{90bDBQ_{12}}{a^2}+\frac{3BQ_{12}}{a^2}]\eta+$$

$$-[\frac{54a^3AD_2G_{12}}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_{12}}{b^2}+\frac{144BGG_{12}}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_{12}}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_{12}}{b^2}+\frac{54BGQ_{12}}{b}+$$
$$+\frac{3a^3G}{b^2}-\frac{9a^3AD_2}{b^2}-\frac{a^3BD_2}{b^2}-\frac{6BG}{b}]\xi^2-$$
$$-[\frac{30BG_{12}}{a^2}+\frac{6BG_{12}}{b^2}+\frac{9aBQ_{12}}{a^2}+\frac{9BQ_{12}}{b^2}-\frac{72abBBQ_{12}}{a^2b^2}-\frac{3B}{a^2}-\frac{3B}{b^2}]\xi\eta-[\frac{144bBHG_{12}}{a^2}+$$
$$+\frac{54b^3AD_1G_{12}}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_{12}}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_{12}}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_{12}}{a^2}+\frac{54bBDQ_{12}}{a^2}-\frac{4b^2AD_1}{a}-$$
$$+\frac{6b^2H}{a}-\frac{b^3BD_1}{a^2}]\eta^2-[\frac{36a^3GG_{12}}{b^2}+\frac{15a^3GQ_{12}}{2b^2}+\frac{24aGBG_{12}}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_{12}}{b^2}-\frac{3a^3G}{b^2}]\xi^3-$$
$$-[\frac{36a^3GG_{12}}{b^2}+\frac{15a^3GQ_{12}}{2b^2}+\frac{24aGBG_{12}}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_{12}}{b^2}-\frac{3a^3G}{b^2}]\xi^3-$$
$$-[5G_{12}+\frac{3}{2}Q_{12}+\frac{30B}{b^2}G_{12}-\frac{1}{2}]\xi^2\eta-[G_{12}+\frac{3}{2}Q_{12}+\frac{6B}{a^2}G_{12}-\frac{1}{2}]\xi\eta^2-$$
$$-[\frac{36b^3HG_{12}}{a^2}+\frac{15b^3HQ_{12}}{a^2}+\frac{120bBHG_{12}}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_{12}}{a^2}-\frac{3b^3D}{a^2}]\eta^3+$$
$$+[5G_{12}+\frac{3}{2}Q_{12}-\frac{6B}{b^2}Q_{12}-\frac{1}{2}]\xi^3\eta+[G_{12}+\frac{3}{2}Q_{12}-\frac{6B}{a^2}Q_{12}-\frac{1}{2}]\xi\eta^3-$$
$$-[9G_{12}+\frac{9}{4}Q_{12}-\frac{1}{4}]\xi^2\eta^2+5G_{12}\xi^2\eta^3+G_{12}\xi^3\eta^2+Q_{12}\xi^3\eta^3$$
$$\Phi^s_{13}(\xi,\eta)=-\Phi^s_1(\xi,\eta)+1+6bD_1A-12bD_1B\eta+3b^3D_1\eta^2+2b^3D_1\eta^3$$
$$\Phi^s_{14}(\xi,\eta)=-\Phi^S_2(\xi,\eta)=b\{\frac{72BHA}{a^2b}-4bD_1A+\frac{12HA}{b}+[1-6bD_1B]\eta+$$
$$+[2b^3D_1-6bH+\frac{3b^3AD_1}{a^2}]\eta^2+[-\frac{6a^3G}{b^2}+\frac{9a^3AD_2}{b^2}+\frac{36BG}{b}]\xi^2+bD_1\eta^3$$
$$\Phi^s_{15}(\xi,\eta)=a\{+\frac{18aAD_2A}{b^2}+\frac{12aBD_2A}{b^2}+4aD_2A+\frac{12GA}{a}+\frac{72BGA}{a^2b}-\frac{72BHA}{a^2b}+\frac{6bAD_1A}{a^2}+$$
$$-\frac{96aAD_2AG_{15}}{b^2}-\frac{60aBD_2AG_{15}}{b^2}+\frac{12aGAG_{15}}{b^2}-\frac{432BGAG_{15}}{a^2b}+\frac{144BGAG_{15}}{ab^2}+$$
$$+\frac{60bHAG_{15}}{a^2}+\frac{288BHAG_{15}}{a^2b}-\frac{48bAD_1AG_{15}}{a^2}-\frac{12bBD_1AG_{15}}{a^2}-\frac{27aAD_2AQ_{15}}{b^2}-\frac{18aBD_2AQ_{15}}{b^2R}+$$
$$+\frac{18aGAQ_{15}}{b^2}-\frac{108BGAQ_{15}}{a^2b}+\frac{18bHAQ_{15}}{a^2}-\frac{27bAD_1AQ_{15}}{a^2}-\frac{18bBD_1AQ_{15}}{a^2}-\frac{108BHAQ_{15}}{a^2b}+$$
$$+[6aD_2B-\frac{36aGB}{b^2}+\frac{2BG_{15}}{b^2}+\frac{12aBG_{15}}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_{15}}{b^2}+\frac{144GBBG_{15}}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_{15}}{b^2}+$$
$$+\frac{3bBQ_{15}}{b^3}+\frac{90aGBQ_{15}}{b^2}]\xi+[-\frac{12BB}{a^2b^2}-\frac{72bHB}{a^2}-\frac{144BHB}{a^2b}-\frac{12bBD_1B}{a^2}+\frac{10BG_{15}}{a^2}+$$
$$+\frac{60BBG_{15}}{a^2b^2}+\frac{216bHBG_{15}}{a^2}+\frac{720BHBG_{15}}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_{15}}{a^2}+\frac{90bHBQ_{15}}{a^2}+\frac{3BQ_{15}}{a^2}]\eta+$$
$$-[\frac{54a^3AD_2G_{15}}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_{15}}{b^2}+\frac{144BGG_{15}}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_{15}}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_{15}}{b^2}+\frac{54BGQ_{15}}{b}-6aG-$$
$$-\frac{9a^3AD_2}{b^2}-2a^3D_2]\xi^2-[\frac{30BG_{15}}{a^2}+\frac{6BG_{15}}{b^2}+\frac{9aBQ_{15}}{a^2}+\frac{9BQ_{15}}{b^2}-\frac{72abBBQ_{15}}{a^2b^2}-\frac{36BG}{a}]\xi\eta-$$

$$-[\frac{144bBHG_{15}}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_{15}}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_{15}}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_{15}}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_{15}}{a^2}+\frac{54bBHQ_1}{a^2}+$$
$$+\frac{36bBH}{a^2}]\eta^2-[\frac{36a^3GG_{15}}{b^2}+\frac{15a^3GQ_{15}}{2b^2}+\frac{24aGBG_{15}}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_{15}}{b^2}+a^3D_2-\frac{6a^3G}{b^2}]\xi^3-$$
$$-[5G_{15}+\frac{3}{2}Q_{15}+\frac{30B}{b^2}G_{15}-\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta-[G_{15}+\frac{3}{2}Q_{15}+\frac{6B}{a^2}G_{15}]\xi\eta^2-$$
$$-[\frac{36b^3HG_{15}}{a^2}+\frac{15b^3HQ_{15}}{a^2}+\frac{120bBHG_{15}}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_{15}}{a^2}-\frac{24bBD}{a^2}-\frac{12b^3H}{a^2}-\frac{2Bb^3D_1}{a^2}]\eta^3+$$
$$+[5G_{15}+\frac{3}{2}Q_{15}-\frac{6B}{b^2}Q_{15}]\xi^3\eta+[G_{15}+\frac{3}{2}Q_{15}-\frac{6B}{a^2}Q_{15}]\xi\eta^3-[9G_{15}+\frac{9}{4}Q_{15}-\frac{3}{2}]\xi^2\eta^2+$$
$$+[5G_{15}-1]\xi^2\eta^3+G_{15}\xi^3\eta^2+Q_{15}\xi^3\eta^3\}$$
$$\Phi_{16}^s(\xi,\eta)=ab\{\frac{6aGA}{b^2}-\frac{21aAD_2A}{b^2}-\frac{14aBD_2A}{b^2}-\frac{84BGA}{a^2b}+\frac{18bHA}{a^2}+\frac{60BHA}{a^2b}-\frac{8bAD_1A}{a^2}+$$
$$-\frac{2bBD_1A}{a^2}+\frac{96aAD_2AG_{16}}{b^2}+\frac{60aBD_2AG_{16}}{b^2}-\frac{12aGAG_{16}}{b^2}+\frac{432BGAG_{16}}{a^2b}-\frac{144BGAG_{16}}{ab^2}-$$
$$-\frac{60bHAG_{16}}{a^2}-\frac{288BHAG_{16}}{a^2b}+\frac{48bAD_1AG_{16}}{a^2}+\frac{12bBD_1AG_{16}}{a^2}+\frac{27aAD_2AQ_{16}}{b^2}+\frac{18aBD_2AQ_{16}}{b^2R}-$$
$$-\frac{18aGAQ_{16}}{b^2}+\frac{108BGAQ_{16}}{a^2b}-\frac{18bHAQ_{16}}{a^2}+\frac{27bAD_1AQ_{16}}{a^2}+\frac{18bBD_1AQ_{16}}{a^2}+\frac{108BHAQ_{16}}{a^2b}-$$
$$-[-\frac{B}{b^2}-\frac{54aGB}{b^2}+\frac{2BG_{16}}{b^2}+\frac{12aBG_{16}}{a^2b^2}+\frac{216aGBG_{16}}{b^2}+\frac{144GBBG_{16}}{ab^2}+\frac{12aBD_2BG_{16}}{b^2}+\frac{3bBQ_{16}}{b^3}+$$
$$+\frac{90aGBQ_{16}}{b^2}]\xi-[-\frac{3B}{a^2}-\frac{12BB}{a^2b^2}-\frac{78bHB}{a^2}-\frac{144BHB}{a^2b}-\frac{12bBD_1B}{a^2}+\frac{10BG_{16}}{a^2}+\frac{60BBG_{16}}{a^2b^2}+$$
$$+\frac{216bHBG_{16}}{a^2}+\frac{720BHBG_{16}}{a^2b}+\frac{60bBD_1BG_{16}}{a^2}+\frac{90bHBQ_{16}}{a^2}+\frac{3BQ_{16}}{a^2}]\eta-$$
$$-[\frac{54a^3AD_2G_{16}}{b^2}+\frac{36a^3BD_2G_{16}}{b^2}+\frac{144BGG_{16}}{b}+\frac{45a^3AD_2Q_{16}}{2b^2}+\frac{18a^3BD_2Q_{16}}{b^2}+$$
$$+\frac{54BGQ_{16}}{b}-\frac{3a^3G}{b^2}+\frac{21a^3AD_2}{2b^2}+\frac{7a^3BD_2}{b^2}+\frac{42BG}{b}]\xi^2-$$
$$-[\frac{30BG_{16}}{a^2}+\frac{6BG_{16}}{b^2}+\frac{9aBQ_{16}}{a^2}+\frac{9BQ_{16}}{b^2}-\frac{72abBBQ_{16}}{a^2b^2}+\frac{3B}{b^2}+\frac{9B}{a^2}]\xi\eta-$$
$$-[\frac{144bBHG_{16}}{a^2}+\frac{54b^3AD_1G_{16}}{a^2}+\frac{36b^3BD_1G_{16}}{a^2}+\frac{45b^3AD_1Q_{16}}{2a^2}+\frac{18b^3BD_1Q_{16}}{a^2}+$$
$$+\frac{54bBHQ_{16}}{a^2}-\frac{9b^3H}{a^2}-\frac{30bBH}{a^2}+\frac{4b^3AD_1}{a^2}+\frac{b^3BD_1}{a^2}]\eta^2+$$
$$+[\frac{36a^3GG_{16}}{b^2}+\frac{15a^3GQ_{16}}{2b^2}+\frac{24aGBG_{16}}{b^2}+\frac{2a^3BD_2G_{16}}{b^2}-\frac{9a^3G}{b^2}]\xi^3+$$
$$+[5G_{16}+\frac{3}{2}Q_{16}+\frac{30B}{b^2}G_{16}-\frac{3}{2}-\frac{6B}{b^2}]\xi^2\eta+[G_{16}+\frac{3}{2}Q_{64}+\frac{6B}{a^2}G_{16}-\frac{1}{2}]\xi\eta^2+$$
$$+[\frac{36b^3HG_{16}}{a^2}+\frac{15b^3HQ_{16}}{a^2}+\frac{120bBHG_{16}}{a^2}+\frac{10b^3BD_1G_{16}}{a^2}-\frac{13b^3H}{a^2}-\frac{24bBH}{a^2}-\frac{2b^3BD_1}{a^2}]\eta^3-$$
$$-[5G_{16}+\frac{3}{2}Q_{16}-\frac{6B}{b^2}Q_{16}-\frac{3}{2}]\xi^3\eta-[G_{16}+\frac{3}{2}Q_{16}-\frac{6B}{a^2}Q_{16}-\frac{1}{2}+]\xi\eta^3+$$

$$+[9G_{16}+\frac{9}{4}Q_{16}-\frac{7}{4}]\xi^2\eta^2-[5G_{16}-1]\xi^2\eta^3-G_{16}\xi^3\eta^2-Q_{16}\xi^3\eta^3\}$$

В формулах $\Phi_i^s(x,y), i\in\{1,2,...,16\}$ использованы следующие обозначения:

$D_1=1/b(b^2+12B+12A)$, $D_2=1/a(a^2+12B+12A)$, $H=-BD_1-AD_1$, $G=-BD_2-AD_2$,

$\overline{R}=3a^3b^2+6ab^2A+30ab^2(B+A)+6a^3(B+A)$,

$$\overline{S}=\frac{5a^3b^3}{4}+15abA(a^2+b^2)+9abB(a^2-b^2)-72abB(B+A),$$

$$S=\overline{S}(\frac{\overline{R}}{\overline{S}}-\frac{10}{3b})=\overline{R}-\frac{10\overline{S}}{3b},\quad R=\overline{R}(\frac{\overline{S}}{\overline{R}}-\frac{3b}{10})=\overline{S}-\frac{3b\overline{R}}{10}, G_1=G_5=G_9=G_{13}=\frac{a^3b^2}{S};$$

$$Q_1=Q_5=Q_9=Q_{13}=\frac{a^3b^3}{R}; G_2=G_{14}=\frac{3a^3b^2}{2S}+\frac{18ab^2(B+A)}{S}+\frac{6a^3(B+A)}{S}-\frac{2\overline{S}}{3bS};$$

$$Q_2=Q_{14}=\frac{3a^3b^3}{2R}+\frac{18ab^3(B+A)}{R}+\frac{6a^3b(B+A)}{R}-\frac{\overline{R}b}{5R};\ G_3=G_7=\frac{a^3b^2}{2S}+\frac{12a^3(B+A)}{S};$$

$$Q_3=Q_7=\frac{a^3b^3}{2R}+\frac{12a^3b(B+A)}{R};\ G_4=\frac{3a^3b^2}{4S}-\frac{\overline{S}}{3bS};\quad Q_4=\frac{3a^3b^3}{4R}-\frac{b\overline{R}}{10R};$$

$$G_6=\frac{a^3b^2}{2S}+\frac{6a^2b(B+A)}{S}+\frac{6ab^2(B+A)}{S}+\frac{2\overline{S}}{3bS};\ Q_6=\frac{a^3b^3}{2R}+\frac{6a^2b^2(B+A)}{R}+\frac{6ab^3(B+A)}{R}+\frac{b\overline{R}}{5R};$$

$$G_8=\frac{a^3b^2}{4S}-\frac{3a(B+A)(b^2+a^2)}{S}+\frac{6ab^2(B+A)}{S}-\frac{\overline{S}}{3bS};$$

$$Q_8=\frac{a^3b^3}{4R}-\frac{3ab(B+A)(b^2+a^2)}{R}+\frac{6ab^3(B+A)}{R}-\frac{b\overline{R}}{10R};$$

$$G_{10}=\frac{a^3b^2}{2S}+\frac{6a^3(B+A)}{S}+\frac{6ab^2(B+A)}{S}-\frac{2\overline{S}}{3bS};\quad Q_{10}=\frac{a^3b^3}{2R}+\frac{6a^3b(B+A)}{R}+\frac{6ab^3(B+A)}{R}-\frac{b\overline{R}}{5R};$$

$$G_{11}=\frac{a^3b^2}{2S};\ Q_{11}=\frac{a^3b^3}{2R};$$

$$G_{12}=\frac{a^3b^2}{4S}+\frac{3a(B+A)(b^2+a^2)}{S}-\frac{\overline{S}}{3bS};\ Q_{12}=\frac{a^3b^3}{4R}+\frac{3ab(B+A)(b^2+a^2)}{R}-\frac{b\overline{R}}{10R};$$

$$G_{15}=\frac{a^3b^2}{2S};\ Q_{15}=\frac{a^3b^3}{2R};\ G_{16}=\frac{3a^3b^2}{4S}+\frac{3a(B+A)(b^2+a^2)}{S}+\frac{6ab^2(B+A)}{S}-\frac{\overline{S}}{3bS};$$

$$Q_{16}=\frac{3a^3b^3}{4R}+\frac{3ab(B+A)(b^2+a^2)}{R}+\frac{6ab^3(B+A)}{R}-\frac{b\overline{R}}{10R};$$

Исходя из выражения для энергии деформации всей пластинки [2], находим значение потенциальной энергии изгиба s-го прямоугольного элемента:

$$\Omega_s=\frac{1}{2}\int_0^a\int_0^b[\overline{D}(\Delta F)^2+2(\hat{D}-\overline{D})\frac{\partial^2F}{\partial x^2}\frac{\partial^2F}{\partial y^2}-(D_3-\hat{D}B)\frac{\partial^2F}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Delta F}{\partial y^2}+\overline{D}B\frac{\partial^2F}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Delta F}{\partial x^2}-$$

$$-(D_3-\hat{D}B)\frac{\partial^2F}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Delta F}{\partial x^2}+\overline{D}B\frac{\partial^2F}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Delta F}{\partial y^2}-2D_3B\frac{\partial^2\Delta F}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Delta F}{\partial y^2}-$$

$$-2D_4(\frac{\partial^2F}{\partial x\partial y})^2-2(D_5+D_4B)\frac{\partial^2F}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2\Delta F}{\partial x\partial y}-2D_5B(\frac{\partial^2\Delta F}{\partial x\partial y})^2]dxdy,\qquad(8)$$

где

$$\hat{D}=D\nu+(\varepsilon-\gamma)h,\ D_3=\frac{D(\gamma+\varepsilon)(5\mu-7\alpha)(\nu+\eta)}{20\mu\alpha};\ D_4=D(1-\nu)-2h\gamma;$$

$$D_5 = (5\mu - 7\alpha)[\frac{h^3(\gamma+\varepsilon)}{120\alpha} + \frac{D}{5h}];\ D_6 = (5\mu - 7\alpha)[\frac{h^3(\gamma+\varepsilon)}{120\alpha} - \frac{D}{5h}].$$

Подставляя значения $w^s(x,y)$ из выражения (6) в выражение (8), потенциальную энергию изгиба s-го конечного элемента пластины представим в виде:

$$\overline{\Omega}_s = 0{,}5(w^s)^T k^s w^s, \tag{9}$$

где $k^s = \left\| k_{ij}^s \right\|$–матрица жесткости, компоненты которой для приведенного на рис.1 прямоугольного конечного элемента определяются формулой [3]:

$$k_{ij}^s = \int_0^a \int_0^b \Big\{ \nabla^2\Phi_i^s \nabla^2\Phi_j^s + (\hat{D} - \overline{D})(\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial x^2}) -$$
$$-\frac{1}{2}(D_3 - \hat{DB})(\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial x^2}) + \frac{1}{2}\overline{DB}(\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial x^2}) -$$
$$-\frac{1}{2}(D_3 - \hat{DB})(\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial y^2}) + \frac{1}{2}\overline{DB}(\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial y^2}) -$$
$$-D_3 B(\frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial x^2}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial y^2}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial x^2}) - D_4\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial x\partial y} -$$
$$-(D_5 + D_4 B)(\frac{\partial^2\Phi_i^s}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial x\partial y} + \frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2\Phi_j^s}{\partial x\partial y}) - 2\frac{\partial^2\Delta\Phi_i^s}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2\Delta\Phi_j^s}{\partial x\partial y}\Big\} dxdy \tag{10}$$

Обозначим через $P_s = (P_1^s, P_2^s, ..., P_{16}^s)^T$ вектор узловых нагрузок, эквивалентный внешней нагрузке. Действие распределенной внешней нагрузки интенсивностью $q(x,y)$ на поверхность конечного элемента можно заменить совокупностью эквивалентных узловых сил:

$$P^s = \int_F q(x,y)[\Phi^s(x,y) - A\Delta\Phi^s(x,y)]dxdy. \tag{11}$$

Откуда, в случае равномерно распределенной нагрузки q, предположив, что в пределах площади конечного элемента $q(x,y) = q = const$, с учетом связей (11), для прямоугольного конечного элемента находим:

$$P_i^s = q\int_0^a \int_0^b [\Phi^s(x,y) - A\Delta\Phi^s(x,y)]dxdy\ . \tag{12}$$

Работа узловых нагрузок s – го конечного элемента пластины задается формулой:

$$\hat{\Omega}^s = (w^s)^T P^s \tag{13}$$

Принимая во внимание формулы (9) и (13), находим потенциальную энергию системы для s–го конечного элемента:

$$\Omega^s = \overline{\Omega}^s - \hat{\Omega}^s = 0{,}5(w^s)^T k^s w^s - (w^s)^T P^s. \tag{14}$$

Исходя из принципа минимума потенциальной энергии системы, для определения искомых векторов $w^s, s \in \{1,2,...,\overline{n}\}$ получим следующую задачу квадратичного программирования:

$$\min\Big\{\sum_{s=1}^{\overline{n}}(0{,}5(w^s)^T k^s w^s - (w^s)^T P^s) \,|\, \text{краевые условия}\Big\}. \tag{15}$$

Заметим, что прогибы w^s и углы поворота θ^s, ω^s вдоль сторон опорного контура прямоугольного конечного элемента изменяются по закону кубической параболы, а угол сдвига γ^s - по закону квадратичной параболы. Так как узловые значения обобщенных перемещений $f^s=(w^s,\theta^s,\omega^s,\gamma^s)^T$ выбраны в качестве основных неизвестных, то они являются общими для элементов, примыкающих к данному узлу. С другой стороны, в направлении линии стыка θ^s и ω^s являются первыми производными прогиба w^s, а γ^s – для углов поворота θ^s и ω^s, поэтому вдоль границы разделов любые соседние кромки двух смежных прямоугольных элементов получат одинаковые прогибы и углы поворота. Отметим, что в работе [4] для учета непрерывности прогибов и углов поворота вдоль границы разделов смежных элементов в ограничении задачи (15) для каждой узловой точки добавляются 12 уравнений. Следовательно, данный метод по сравнению с другими [4] более целесообразен.

Գ.Ա. Գևորգյան,
Ս. Վ. Վարդանյան,
Ն.Վ. Փիրումյան,
Ն.Ռ. Մեհրաբեկյան

ՄՈՄԵՆՏԱՅԻՆ ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՌՄԱՄԲ ՍԱԼԵՐԻ ԸՆԴԼԱՅՆԱԿԱՆ ԾՌՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՔԱՌԱՆԿՅՈՒՆԱՁԵՎ ՎԵՐՋԱՎՈՐ ՏԱՐՐԵՐԻ ՁԵՎԱՓՈԽՎԱԾ ՏԱՐԲԵՐԱԿ

Առաջարկվում է մոմենտային լարումների հաշվառմամբ սալերի ընդլայնական ծռման խնդիրների լուծման քառանկյունաձև վերջավոր տարրերի ձևափոխված եղանակ, որում որպես հանգուցային փոփոխականներ ընդունվել են ընդհանրացված տեղափոխությունները:

Առանցքային բառեր. *վերջավոր տարրեր, հանգուցային տեղափոխություններ, քառակուսային ծրագրավորում, սալ, ծռում*

G.A. Gevorgyan,
S. V. Vardanyan,
N.V. Pirumyan,
N.R. Mehrabekyan

ONE MODIFICATION OF THE METHOD OF RECTANGULAR SHAPE FINITE ELEMENTS FOR SOLVING THE PROBLEMS OF CROSS BENDING PLATE TAKING INTO ACCOUNT STRESS MOMENT

A modification of the method of finite elements of rectangular form is suggested, in which for solving the cross-plate bending taking into account stress moments as nodal variables are taken generalized displacements.

Keywords: *final elements, the nodal displacements, quadratic programming, plate, bending*

Литература

1. **Амбарцумян С. А.** Микрополярная теория оболочек и пластин. – Ереван: Национальная академия наук Республики Армения, 2013. - 222 с.
2. **Геворкян Г. А., Варданян С. В., Пирумян Н. В., Мехрабекян Н. Р.** Об одной модификации уравнений поперечного изгиба пластин с учетом моментных напряжений// Сборник научных трудов НУАСА. – 2013. – Т. IV (51). - С. 119-127.
3. **Геворкян Г. А., Варданян С. В., Пирумян Н. В., Мехрабекян Н. Р.** Метод конечных элементов прямоугольных форм для решения задач поперечного изгиба пластин с учетом моментных напряжений// Сборник научных трудов НУАСА. – 2014. – Т. I (52). - С. 52-66.
4. **Геворкян Г. А., Пирумян Н. В., Мехрабекян Н. Р.** Учет условий непрерывности обобщенных перемещений при решении задач поперечного изгиба пластин с учетом моментных напряжений методом конечных элементов прямоугольных форм// Сборник научных трудов Союза строителей Армении. – 2014. - С. 95-102.

Работа осуществлена в рамках программы "Выявление, уточнение, разработка предложений и рекомендаций по внедрению путей устойчивого развития архитектурного и строительного комплексов РА с применением постоянного мониторинга", по базовому финансированию из госбюджета РА научной и научно-технической деятельности.

Գևորգյան Գագիկ Արշալույսի, ֆ.-մ.գ.դ., պրոֆ. *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվան Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., Ինֆորմատիկայի, հաշվողական տեխնիկայի և կառավարման համակարգերի ամբիոն, (+374) 93229253, gagikgevorgyan2006@yahoo.com,* ***Վարդանյան Սեդրակ Վանիկի, ֆ-մ.գ.թ., դոց.*** *(ՀՀ, ք. Երևան) - ԵՄ ՄԷՍԻ, ռեկտոր,* ***Փիրումյան Նարինե Վիլիկի, տ.գ.թ.*** *(ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Գիտահետազոտական սեկտոր, գիտ. քարտուղար, հեռ. (+374) 10580541, science@ysuac.am,* ***Մեհրաբեկյան Նոննա Ռաֆայելի*** *(ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվան Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, կ.գ.ա., (+374) 95613045, nonna2004n@yahoo.com:*

Геворкян Гагик Аршалуйсович, д. ф-м. н., проф. *(РА, г. Ереван)- НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. акад. Ал. Таманяна, с.н.с., кафедра Информатики, вычислительной техники и систем управления, (+374) 93229253, gagikgevorgyan2006@yahoo.com,* ***Варданян Седрак Ваникович, к.ф-м. н., доц.*** *(РА, г. Ереван) - ЕФ МЕСИ, ректор,* ***Пирумян Нарине Виликовна, к.т.н.*** *(РА, г. Ереван)- НУАСА, Научно-исследовательский сектор, ученый секретарь, (+374) 10580541, science@ysuac.am,* ***Мехрабекян Нонна Рафаэловна*** *(РА, г. Ереван)- НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. акад. Ал. Таманяна,, м.н.с., (+374) 95613045, nonna2004n@yahoo.com.*

Gevorgyan Gagik Arshaluys, doctor of science (engineering) *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction by Academician Al.Tamanyan, senior scientific researcher, Chair of Informatics, Computer Engineering and Management Systems, (+374) 93229253, gagikgevorgyan2006@yahoo.com,* ***Vardanyan Sedrak Vanik, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering*** *(RA, Yerevan)- Yerevan Branch of MESI, rector,* ***Pirumyan Narine Vilik, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering*** *(RA, Yerevan) - NUACA, Scientific Reserch Sector, scientific secretary, (+374) 10580541, science@ysuac.am,* ***Mehrabekyan Nonna Rafael*** *(RA, Yerevan) - NUACA, Problem Laboratory of Architecture and Construction by Academician Al. Tamanyan, junior scientific researcher, (+374) 95613045, nonna2004n@yahoo.com.*

Ներկայացվել է `24.06.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության `06.07.2015թ.

UDC 691.32

CONSTRUCTION

A. Zeinali

WHAT IS CONCRETE "CANCER" AND HOW IT IS ORIGINATED

Concrete cancer is because of the internal pressures and its remedy is somehow impossible and if possible, will be accompanied with lots of expenses. In this article, the factors causing this illness have been divided in two groups: those causing the illness themselves, and those who provide the situation for illness.

Keywords: *Concrete cancer, reinforced and non- reinforced concretes, SRB microbial corrosion*

Factors influencing concrete cancer phenomena

1. The increase of steel volume inside concrete structure according to chemical/ electrochemical reactions increases the pressure inside concrete which finally is associated with concrete deterioration. In this stage remedy concrete is not at all possible or if possible will be very costly. Concrete cancer is named with this title because it is like cancer illness in human being [1]. But since the process of destruction in non-reinforced concrete is different, concrete corruption seems to be a better word for explaining the phenomena destroying reinforced and non- reinforced concretes. Fig. 1 to 3 shows this phenomenon.

Fig. 1. Concrete cancer

Fig. 2. Concrete cancer

Fig. 3. Concrete cancer

2. Alkaline-siliceous reactions occur according to the reaction between alkaline hydroxide in cement and siliceous mineral materials present in aggregates which, according to what is shown in figure 1, results in alkaline silicate gel. Silicous alkaline reactions may be present in cement primary substance or consumed in the sand used for concrete construction. So these chemical elements may cause this reaction in all two

conditions [2]. In all standards, limitations about the composition of cement primary substance has been pointed out; in ASTM standard this level has been limited to 1,15 percent and in low- alkaline cements the sum of alkaline is considered to be less than 0,6 percent ($Na_2O + K_2O < 0{,}6$). Alkaline- siliceous reactions may often appear after 5 to 15 years in concrete; this reaction is one of the factors deteriorating concrete and caused concrete to be destroyed from inside. So controlling and preventing the above-mentioned reaction or preventing from occurrence is hard and sometimes impossible. In most cases, when this reaction begins, it continues to destroy structure concrete completely and destroys concrete and finally structure. Because of the severity of damage to alkaline- siliceous reaction on concrete structures, this phenomenon has been named concrete cancer [3].

The damage resulted from this reaction on different projects of world caused several institutions, research and operational associations involved in concrete industry to create regulations to reduce the mentioned reactions by fully obeying them. Some of those are AASHTO, ASTM American ministry of roads and transportation, Portland cement association, ACI, America concrete association and international research center of aggregates which have identified and presented some methods [4]. Generally in order to reduce alkaline- siliceous reaction, using cement with low alkaline is not enough to reduce the reaction, but some cement should be replaced with wind ashes or furnace slag or a combination of these two. In addition using silica carbon black (micro-silica) may reduce siliceous- alkaline reactions. In order to tangle reactive aggregates, we may add lithium salts to concrete mixture. By the way using wind ash or furnace slag is more preferred because of economical and technical reasons. Using wind ash or furnace slag in addition to reducing alkaline- siliceous reactions, has benefits like reducing concrete construction cost, reducing dehydration temperature, permeability, increasing strength, reducing CO_2 gas production, and so on.

Considering the expansion of Iran aquatic borders in north and south which amounts to 2700 kilometers and considering that most of Iran oil and commercial borders are located in the margin of Caspian Sea, Persian Gulf and Oman Sea, we need to build very large ports and wharfs that considering the situation of the above seas especially in southern seas of the country (because of the low depth and closeness of Persian Gulf evaporation level is high, sometimes about two times of permitted level, the density of soluble salts have increased), penetration in the concrete causes early destruction of wharf.

In order to minimize difficulties, we should pay enough attention to some parameters not to be entrapped by these complications. According to investigations, two groups of factors may cause this problem. The first group includes factors causing the problem and the second group prepares the situation for performance of main elements.

a) First group includes:

1. Salts; 2. Acids; 3. Gases like carbonic gas; 3. Microbial corrosion (SRB); 5. Bacteria oxidizing sulfur; 6. Performance of solutions including chlorides.

b) Second group includes:

1. Unsuitable mixing design; 2. Choosing unsuitable materials; 3. The low quality of concrete treatment; 4. Performing non-standard framework; 5. Not enough concrete cover on the steel which may result from improper framework; 6. Overload on the construction; 7. Using too much water during concrete construction; 8. The process of getting frozen; 9. Capillarity

- Salts:

Salts of sea water especially closed seas like Persian Gulf caused the density of their salts may amount to several times of open seas and beside making the environment ready for concrete will cause the early destruction of concrete. The effect of salt on concrete may be performed as ion exchange.

Acids:

Considering the existence of elements like chlorides and sulfurs dissolved in sea water forming weak acids like sulfuric acid and chloride acid [5].

$$H_2SO_4 + \ldots\ldots \longrightarrow SO_2 + nH_2O$$

$$Cl_2 + nH_2o \longrightarrow 2HCl + \ldots\ldots$$

These weak acids gradually enter the existing pores of concrete and cause the destruction of concrete from inside and may have undesired influence on concrete in short term. So, we should find proper solutions to save concrete from these attacks.

- Carbonic gases:

If we discuss carbonic gas as one of them main factors of concrete decay, then we may never leave the surface of any concrete structure coverless, especially in big cities like Tehran which are full of carbon monoxide and dioxide.

- SRB microbial corrosion and sulfate reviving bacteria:

One of the main aspects of metal corrosion aspects which haven't been studied much is microbial corrosion phenomenon. This type of corrosion results in destruction of metals which is directly or indirectly caused by the activity of living creatures. These living beings include microscopic kinds like bacteria, fungi, and macroscopic kinds like algae and sea animals. The main part of microbial corrosion in this industry relates to sulfate reviving bacteria in which performance mechanism includes reviving ionic sulfate SO_4^{-2} and converting it to sulfide. These bacteria revive sulfuric compositions and sulfured hydrogen converts to sulfide through combining with iron and other metals.

These microorganisms exist in the nature from 2 billion years ago and are in different kinds of conditions of the Earth. Their main function is sulfate biological revival which like nitrogen biological stabilization and oxygen biological production is a necessary phenomenon for beginning human existence and its permanency. These microbes are from anaerobic bacteria without respiratory system which may not use oxygen as the final recipient of electron [6].

Sulfate reviving bacteria are a group of involuntary anaerobic bacteria which obtain the energy required for their growth from oxidation of organic materials accompanied by sulfate revival and consume sulfuric substances like sulfate, sulfur, and other oxidized sulfuric compositions as the final recipient of electron and revived them. These bacteria are found in different kinds of curved, elliptical, spherical and fibrous with the length of 1 to 5 micron and width of 0,5 to 2 micron and often have flagellum and move. Oxygen harms these bacteria which while not destroying them, deactivate them. Their (di-sulfo-vibrio, cholestridium, and tomaculum) difference relates to the quality of organic substances which they may revive. The following figure shows a kind of sulfate reviving bacteria (fig. 4).

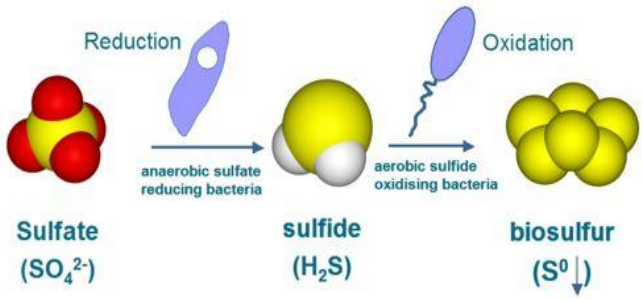


Fig. 4. The process of reviving sulfate by bacteria

Their process includes reviving mineral sulfate and converting it to sulfide. These bacteria prefer neutral pH for their growth but their activity has been reported in pH (5,0...5,9). The suitable temperature for their growth is between 20...40 centigrade degree but their thermophile type (Di-sulfatomacolem Nigrificace) is reproduced in 65...70 centigrade degree temperature. Generally the existence of these bacteria is reported in 5...104 centigrade degree temperatures.

Deposits and mud of fresh water, somewhat salty and marine, earth, sludge, underground water, animal fertilizer, sulfuric fountains, oil and gas wells, around hot water fountains, sea depth, and digestion tube of human and animal are suitable places for the growth of these bacteria [6].

Water of Caspian Sea and Persian Gulf includes these bacteria. Sea water including bacteria and deposits of sea bottom has 102...105 bacteria in a millimeter. The population of bacteria depends on oxygen and organic and mineral level. Their growth has also been observed in oil wells with high pressure.

- Incomplete mixing design:

In order to make good concrete, a main element is preparing proper mixing design, since when necessary standards are not met, the obtained concrete will not be in good condition. For example if the consumed sand doesn't have enough filler, the obtained concrete will have small pores in its body through which polluted water permeate easily and may cause internal destruction of concrete.

In another mode if there isn't enough water in water mixing design, hydration will not be fully performed and ion exchange operation finishes very soon. In this case, concrete may have proper primary resistance but gets lots of pore; the existence of these large pores will create proper places to insert harmful chemical solutions for concrete destruction.

One of the main cases that should be considered in concrete construction is choosing proper materials from engineering point of view. Because any wrong choice may cause irreparable harm for concrete and consequently structure; for example if the size of consumed material is not regarded and engineering parameters are not paid enough attention, we won't have qualified concrete; so not only pores will be made in concrete, it will not have the necessary resistance, too. These kinds of concrete prepare a suitable place for the attack of chemical solutions. These attacks will also reduce durability of concrete. In the case of using sands made from unsuitable rocks like alteration type which after construction may be influenced once or several times by pressure and temperature, will lose their elastic mode and will change to plastic mode. This type of materials in large structures may be crashed internally under the pressure of structure weight and the structure will be destroyed from this point in which nearly nothing may be done.

Choosing the dimension of materials should also be specified and defined according to the objectives of project; otherwise the project will encounter difficulty in long run.

- Low quality of curing concrete:

One of the other important elements in producing qualified concrete, after choosing mixing design and proper material is suitable curing quality. If after producing concrete, necessary standards are not followed during maintenance period, hydration will not be performed properly and concrete will lose its resistance sooner than normal in front of chemical and atmospheric elements and will begin to deteriorate.

- Performing non-standard framework:

An item that should be paid enough attention during the stage of concrete pouring, is performing proper framework in different parts of the structure, because if the specified standards are not followed, the necessary cover will not be provided on the and exposes them to different chemical and atmospheric elements. We can conclude that proper framework may prevent from the occurrence of these problems.

- Overload on the structure:

Essentially designing for any structure is performed according to the type of its usage. If, anyhow, the load applied to the mentioned structure is more than designing level, it will begin to deteriorate from inside and its maintenance and repair will be difficult and somehow impossible. So before designing structure, we should identify and consider type of application and other factors for applying pressure on the structure.

- So much water and humidity:

When too much water is used during production of concrete, drying will cause empty space and porosity in concrete which may reduce its durability and strength and prepare the condition for chemical factors' attack and decreases its resistance.

- The process of freezing:

According to different conditions, water may penetrate in the concrete which high porosity and exposing to cold weather will cause water in the pores to expand as a result of freezing and make crack in the concrete. In order to prevent this process, we should use additives like pozolans or microsilicas.

-capillarity:

In fact this property in concrete resembles connected vessels in chemistry, because the water required for performing hydration in concrete is about 25% of the consumed cement. Part of additional water is observed in spaces more than 50 angstrom. In fact this water isn't influenced by the gravity forces of solid area. In fact, from the point of view of capillarity in paste, it is preferred to divide the water to two groups: first group, water in spaces more than 50 *nm* (0,05 *micron)* which is also called free water because its discharge doesn't cause any volume change. The second group is the water saved in small capillaries under the influence of capillary actions (5 to 50 *nm*) and its discharge contracts paste [3].

Conclusion:

Considering the studies of this article, we may conclude that concrete cancer is a very dangerous disease caused by internal factors. According to the research, we may say that two factors are effective in the incidence of this illness; first those who are themselves the agents of illness and those who prepare the condition for main agents.

So, if the operation of producing concrete is performed accurately from the beginning, the activity of concrete cancer factors is prevented. This shows that in order to have healthy concrete, we should pay enough attention to all chemical and physical factors.

Ա.Զեյնալի

ԻՆՉ Է ԲԵՏՈՆԻ «ՔԱՂՑԿԵՂԸ» ԵՎ ԻՆՉՊԵՍ Է ԱՅՆ ԱՌԱՋԱՆՈՒՄ

Բետոնի քաղցկեղն առաջանում է ներքին ճնշման հետևանքով և այն բուժելն անհնար է, նույնիսկ եթե հնարավոր է՝ կպահանջվեն մեծ ծախսեր: Այս հիվանդությանը նպաստող գործոնները բաժանվում են երկու խմբերի. 1. իրենք են հիվանդության պատճառ դառնում, 2. ստեղծում են պայմաններ հիվանդության համար:

Առանցքային բառեր. *բետոնի քաղցկեղ, երկաթբետոն և չամրանավորված բետոն, SRB միկրոբային կոռոզիա*

А.Зейнали

ЧТО ТАКОЕ “РАК” БЕТОНА И КАК ОН ВОЗНИКАЕТ

Рак бетона возникает вследствие внутреннего давления и излечиться от него тем или иным образом невозможно, а если и возможно, то с большими затратами. Факторы, способствующие этому заболеванию, делятся на две группы: те которые сами становятся причиной болезни и те, которые создают условия для болезни.

Ключевые слова: *рак бетона, армированный и неармированный бетоны, SRB микробная коррозия*

References

1. **http://hkehtari.blogfa.com**/post-4.aspx.
2. **Mostofinejad Davood.** Reinforced concrete structures. – Isfahan: Arkan-e-Danesh publication, 2010.
3. **Ramezianpoor Ali Akbar.** Advanced concrete technology. - AmirKabir university publication, 2006.
4. **Khanloo Alireza, Irajian Mahmood.** Design and control of concrete mixtures. - Sharif industrial university, 2003.
5. **Taheri R.A., Nouhi A., Hamedi J., Javaherdashti R.** Comparison of corrosion rates of some steels in batch and semi-continuous cultures of sulfate-reducing bacteria// Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental sciences. – 2005. – V.7, N 1.
6. **Stuart R. A.** Microbial attack on ships and their equipment// Lloyd’s Register Technical Association. - Paper No. 4. - Session 1994-95.
7. **Christine C. Gaylarde, Fátima M. Bento, Joan Kelley.** Microbial contamination of stored hydrocarbon fuels and its control // Mini-Review, Rev. Microbiol. - SãoPaulo, 1999. - V.30, N1.

Ահմադ Զեյնալի–Հայաստանի Գիտությունների ազգային ակադեմիա, ուսանող, (*00374)55351817, Ahmadzeinali61@yahoo.com:*
Ахмад Зейнали - *Национальная академия наук Армении, студент,* (*00374)55351817, Ahmadzeinali61@yahoo.com.*
Ahmad Zeinali - *National Academy of Sciences of Armenia, student, (00374)55351817, Ahmadzeinali61@yahoo.com.*

Ներկայացվել է՝ 28.03.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 08.04.2015թ.

ՀՏԴ 627.141.1

ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ

Զ. Ն. Թորոսյան

ԱԽՈՒՐՅԱՆ ԵՎ ՔԱՍԱՂ-ՍԵՎՋՈՒՐ ԳԵՏԵՐԻ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՀԱԿԱՍԵԼԱՎԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱՌԿԱ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԲԱՐԵԼԱՎՄԱՆ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Դաշտային ուսումնասիրությունների հիման վրա տրվել է Ախուրյանի և Քասաղ-Սևջուր գետերի ավազաններում գոյություն ունեցող հակասելավային միջոցառումների առկա վիճակի գնահատականը և բացահայտվել են դրանց թերությունները: Հակասելավային հիդրոտեխնիկական միջոցառումներից այստեղ իրականացված են սելավաթող ջրանցքներ, սելավապահ պատնեշներ, ափապաշտպան հենապատեր, կամուրջներ, արագահոսներ, թունելներ և այլն, որոնք կիսաքանդ են կամ էլ լցված բերվածքներով և մասամբ էլ աշխատում են ոչ շահավետ: Կատարվել են նաև անտառապատման որոշ աշխատանքներ: Առաջարկվում են հակասելավային միջոցառումների տարբերակներ, որոնք կարող են մասամբ կանխել սելավների ազդեցությունը:

Առանցքային բառեր. *հակասելավային միջոցառումներ, սելավապահ և սելավաթող կառուցվածքներ, կամրջային-խողովակային անցումներ, առաջարկություններ*

Դաշտային ուսումնասիրությունների հիման վրա Ախուրյան և Քասաղ-Սևջուր (Մեծամոր) գետերի ավազաններում կատարվել է գոյություն ունեցող հակասելավային և հակահեղեղային միջոցառումների տեխնիկական վիճակի գնահատում և դրանցում տեղ գտած առկա թերությունների բացահայտում:

Ուսումնասիրվող գետավազանները զբաղեցնում են ՀՀ տարածքի 26,8%-ը, որտեղ հաշվվում են շուրջ 140 սելավային հոսքեր և չոր հուներ, որոնք տեղատարափ անձրևներից հետո հեղեղում և բերվածքներով լցնում են բնակավայրերի շենքերն ու փողոցները, հաղորդակցության ուղիները, գյուղատնտեսական հողատարածքները և այլն: Սելավային հոսքերի վտանգի տակ են գտնվում տարածքի մոտ 70 բնակավայրեր: Չնայած էրոզիոն, հեղեղային և սելավային երևույթների զգալի տարածմանը և դրանց պատճառած վնասներին, այստեղ լայն մասշտաբի սելավապաշտպան և հեղեղապաշտպան միջոցառումներ քիչ են իրականացված: Դրանք հիմնականում իրականացվել են նախկին Խորհրդային շրջանում, մեծամասամբ քայքայվել են և շահագործումից դուրս եկել, մասամբ էլ անարդյունավետ են աշխատում: Այստեղ հիմնականում իրականացվել են հունային հիդրոտեխնիկական միջոցառումներ [1]: Առավել սելավավտանգ հուներում կառուցված հունային հակասելավային միջոցառումներից տարածված են սելավաթող ջրանցքները, սելավապահ պատվար - պատնեշները, կամրջային և խողովակային անցումները, արագահոսները, ափապաշտպան հենապատերը և հողաթմբերը, թունելները և

այլն: Դրանք կիսաքանդվ են կամ խցանված և չեն մաքրվում, մասամբ էլ աշխատում են ոչ շահավետ: Կատարվել են նաև անտառապատման որոշ աշխատանքներ, անցկացվել են քիչ քանակությամբ լանջային առուներ, խրամուղիներ և այլն:

Սելավապաշտպան միջոցառումներից համեմատաբար շատ են սելավաթող ջրանցքները: Դաշտային ուսումնասիրությունների արդյունքներն ու առանձին հետազոտողների [2, 3] տվյալները ցույց են տալիս, որ վերևից փակ ցանկացած կառուցվածք, լինի խողովակային անցում, փոքր բացվածքով կամուրջ, թունել կամ դյուկեր, սելավի ժամանակ շուտ լցվում և խցանվում է բերվածքներով: Սելավաթող ջրանցքների, վաքերի, արագահոսների ստորին տեղամասերում ևս թեքությունների անկման պատճառով տեղի է ունենում բերվածքների կուտակում: Բետոնե սելավաթող ջրանցքներ են կառուցվել Արթիկի, Ապարանի, Ծաղկահովիտի, Թալինի, Կամոյի և այլ հեղեղատների վրա, որոնք կամ ամբողջությամբ քանդված (Թալին) կամ լցված են բերվածքներով ու տեղ-տեղ քանդված (Ապարան), կամ էլ կիսալցված են և արդյունավետ չեն աշխատում (Արթիկ, Կամո): Առավել վատ վիճակում են գտնվում Հովունիի և Հովիտի հողային սելավաթող ջրանցքները, Խոր–Խոբի և Ջաջուռի կոլեկտորները և այլն:

Արագածի տարածաշրջանի Ծաղկահովիտ գետի վրա կառուցված 3,1 *կմ* երկարության հողային թմբապատնեշը և 2,5 *կմ* երկարության ու 5x2,5 *մ* հատվածքով բետոնային սելավահեռացնող ջրանցքը լավ վիճակում են:

Սելավատար կառուցվածքների անբավարար աշխատանքի փաստերը շատ են: Օրինակ՝ Արթիկի երկու ձորակների վրա կառուցված խճուղու և երկաթուղու կամուրջները, թունելները և սելավաթող ջրանցքների որոշ հատվածներ կիսով չափ լցված են բերվածքներով: Հառիճի 6,5x1,5*մ* բացվածքով կամուրջը լցված է 1/3-ով: Արթիկի շրջանցիկ ճանապարհի խողովակային անցումները ևս լցված են քարհանքի թափոններով: Անհրաժեշտ է շրջանցիկ ճանապարհից վերև կառուցել պատվարիկներ և հեռացնող ջրանցքներով հեղեղաջրերը լցնել անվտանգ ձորակների մեջ: Հարկավոր է մաքրել բոլոր կամրջային անցումները, թունելները և սելավաթող ջրանցքները:

Գյումրիի միջով անցնող Մայիսյան գետի հունը քաղաքի կենտրոնում 1,4 *կմ*-ի վրա 4x2,8 *մ* հատվածքով վերցված է թունելի (ստորասրահի) մեջ: Հեղեղատար ջրերի կոյուղին միացված է կոլեկտորի հետ, մեծ ելքերի ժամանակ թունելը խցանվում է և կոյուղու դիտահորերը սկսում են շատրվանել ու ողողել քաղաքի փողոցներն ու շենքերի ցածր հարկերը: Մայիսյան գետի հունը Շիրակի ջրանցքից մինչև փակ կոլեկտոր՝ 8,2 *կմ*-ի վրա լցված է սելավային բերվածքներով և կենցաղային աղբով: Հարկավոր է մաքրել գետի հունը և թունելը մինչև գետաբերան: Առաջարկվում է Քեթի գյուղի մոտակայքում կառուցել փոքր չափերի երկու հեղեղակարգավորիչ՝ դրանցից վերև պատվարիկներով պահելով կոշտ բերվածքները:

Ապարանի ձորակի վրա կառուցված բետոնե 1,2 *կմ* երկարության սելավաթող ջրանցքը լրիվ լցված է բերվածքներով, իսկ պատերը որոշ տեղերում քայքայվել են: Անհրաժեշտ է մաքրել և վերանորոգել ջրանցքը՝ վերևներում պահելով կոշտ հոսքը:

Մարալիկի կենտրոնում Սառնաղբյուր գետը վերցված է թունելի մեջ և տեղ-տեղ լցված է կենցաղային աղբով: Սելավավտանգավոր գերեզմանոցի ձորակի վրա Հայաստանի սոցիալական ներդրումների հիմնադրամի կողմից նախատեսվել է կառուցել սելավաթող ջրանցք և թեթև կոնստրուկցիայի 4 կամուրջ:

Թալինի գերեզմանոցի և մարզադաշտի վրա իջնող սելավաթող ջրանցքը լրիվ քայքայվել է: Հարկավոր է հնի տեղում կառուցել նորը՝ վերևում՝ քարհանքի դատարկություններում պահելով սելավային հեղուկ հոսքը և բերվածքները, ինչպես նաև սելավաթող ջրանցք կառուցել քաղաքի կենտրոնով անցնող ձորակի վրա, որի հունը լցված և նեղացրած է կենցաղային աղբով:

Գոյություն ունեցող հաջողակ կառույցներից է Արուճի սելավահեռացնող ջրանցքը, որը պաշտպանում է Արմավիր քաղաքը Արուճի սելավներից՝ քաղաքից ներքև դրանք լցնելով Սելավ-Մաստարա հեղեղատ:

Հացիկի, Լեռնուտի և այլ ձորակների սելավաջրերը Խոր-Խոբի ոչ մեծ հատածքի և 3,4 *կմ* երկարության հողային կոլեկտորով լցվում են Ախուրյան գետ, սակայն մեծ ելքերի ժամանակ Գյումրիի արևելյան հատվածը ջրածածկվում է:

Ավելի վատ է աշխատում Ջաջուռի 20 *կմ* երկարության կոլեկտորը, որում Ջաջուռի, Կամոյի, Կառնուտի և այլ ձորակների ջրերը հավաքվում և լցվում են Կարկաչուն գետ: Սակայն կոլեկտորի թեքությունները փոքր լինելու հետևանքով բերվածքները կուտակվում են, իսկ կոլեկտորի մաքրումն անարդյունավետ է:

Ափապաշտպան հենապատեր կառուցված են Քասաղի վրա՝ Ապարանում, Մայիսյանի վրա՝ Գյումրիում: Որոշ տեղամասերում դրանց հիմքերը խորը չլինելու հետևանքով քանդվել են: Հարկավոր է վերականգնել քանդված հենապատերը և մաքրել հուները:

Սելավ-Մաստարայի հունը Հոկտեմբերյանի ջրանցքից մինչև Մեծամոր վերցված է ափապաշտպան հողաթմբերի մեջ: Մեծ ելքերի անցման ժամանակ ափապաշտպան հողաթմբերը քանդվում են և հեղեղում շրջակա տարածքները՝ բնակավայրերը, այգիները և այլն: Սելավ-Մաստարայի հեղեղներից պաշտպանվելու լավագույն որոշումը, «Հայսեյսմշին և ԿՊ ԳՀԻ»-ի առաջարկությամբ, սելավի տեղափոխումն է Քարակերտի հրաբխային խարամի հանքերի դատարկություններ, որտեղ կարելի է կառուցել 10 *մլն մ*^{3} տարողությամբ երկու հեղեղակարգավորիչ:

Առաջարկվում է Արագածի զանգվածի և այլ լեռնաշղթաների մակերևութային ջրերը հավաքել բնական իջվածքների, փակ գոգավորությունների մեջ կամ ուղղել չինգիլների, քարացրոնների վրա: Մակերևութային ջրերը ներծծվելով երկրի խորքը՝ ոչ միայն կկանխեն էրոզիոն, սելավային երևույթները, այլև կհարստացնեն Արարատյան հարթավայրի ստորերկրյա ջրի պաշարները: Մեկ այլ տարբերակ. Արագածի հյուսիսային լանջերին տարածված մորենային

թմբաշարերի միջև ընկած տարածքները, որոնք լավ ջրամերժ են, զբաղեցրած են ճահիճներով կամ լճակներով, ևս կարելի է օգտագործել որպես ջրամբարի թասեր: Օրինակ՝ Մանթաշի ջրամբարը կառուցված է սառցադաշտային տրոգի հունում: Նախագիծ է կազմվել այդպիսի ջրամբար կառուցել Գեղաձորի հունում:

Ջաջուռի վրա կառուցված հեղեղակարգավորիչը լցված է բերվածքներով: 1990թ.-ից հետո կիսակառույց վիճակում են մնացել Եղվարդի ձորակների վրա նախատեսված երեք հեղեղակարգավորիչները: Ապարանի, Սառնաղբյուրի, Կառնուտի, Բազմաբերդի, Ագարակի, Թալինի, Մարալիկի և այլ ջրամբարներ հեղեղակարգավորիչի դեր են կատարում:

Առաջարկվում է սելավաթող ջրանցքներ կառուցել Նիգավանում, Բենյամինում, Սարալանջում, Լուսագյուղում՝ բարձր նիշերում պահելով կոշտ հոսքը:

«Հայինժնախագիծ» ինստիտուտը նախատեսել է Հովունիի չորս և հարևան ձորակների ջրերը հավաքել և փակ խողովակով լցնել Չերքեզի ձոր՝ վերջինս պաշտպանելով սողանքներից:

Ուսումնասիրվող տարածքում Շիրակի, Հոկտեմբերյանի, Թալինի, Արզնի-Շամիրամի, Ներքին Հրազդանի, Ախուրյանի աջակողմյան, Այգեբացի և այլ ջրանցքների, Ջաջուռ-Հոկտեմբերյան, Գյումրի-Արթիկ երկաթուղու և մի շարք խճուղային ճանապարհների հատման տեղերում կառուցված են բազմաթիվ սելավատար կառույցներ՝ սելավաթող ջրանցքներ, արագահոսներ, դյուկերներ, ջրանցույց և այլն, որոնք տեղ-տեղ լցվում են բերվածքներով և ամեն տարի կատարում մաքրման և վերանորոգման աշխատանքներ:

Նորակառույց հակահեղեղային միջոցառումներից է Ապարանի լանջային առուն, որը 1989թ. կառուցել են Ուզբեկստանի շինարարները:

Սպիտակի երկրաշաժից հետո շենքեր են կառուցվել սելավավտանգ տարածքներում՝ արտաբերման կոների վրա, հունամերձ հարթ վայրերում (Պեմզաշեն, Գյումրի, Արթիկ և այլն): Առաջարկվել է Պեմզաշենում կատարել հունի ուղղում, ափերի ամրացում և հոսքի մի մասը տեղափոխել հարևան անվտանգ վայրեր:

Ոչ մեծ մասշտաբի անտառներ են հիմնել Արթիկի ձորակների շրջանում, Ապարանի հյուսիս-արևելքում, Կապս գյուղից հյուսիս՝ Գյումրիի շրջակայքում: Առաջարկվում է անտառապատել Շիրակի շղթայի հարավային լանջերը:

Սելավների և հեղեղումների դեմ կազմակերպվող պայքարն արդյունավետ դարձնելու համար հակահեղեղային և հակասելավային հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների հետ պետք է լայն կիրառում գտնեն նաև անտառաբարելավման և ագրոտեխնիկական միջոցառումները:

З. Н. Торосян

ТЕКУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ СООРУЖЕНИЙ В БАССЕЙНАХ РЕК АХУРЯН И КАСАХ-СЕВДЖУР

На основании полевых исследований в бассейнах рек Ахурян и Кассах-Севджур, дана оценка текущего состояния противоселевых мероприятий и выявлены их недостатки. В качестве

гидротехнических противоселевых мероприятий здесь сооружены селепропускные каналы, селезадерживающие плотины, берегозащитные стенки, мосты, быстротоки, тоннели и т.д., которые частично полуразрушены, заполнены наносами и частично работают нерентабельно. Осуществлены также некоторые лесопосадочные работы. Предлагаются варианты противоселевых мероприятий, которые могут ослабить или частично предотвратить влияние селей.

Ключевые слова: *противоселевые мероприятия, селезадерживающие и селепропускные сооружения, мосты-трубы, рекомендации*

Z.N.Torosyan

THE CURRENT TECHNICAL STATE OF THE ANTIMUDFLOW STRUCTURES IN THE BASINS OF THE AKHURYAN AND THE KASAGH-SEVJUR RIVERS AND RECOMMENDATIONS ON THEIR IMPROVEMENTS

The current state of anti –mudflow structures in the basins of the rivers Akhuryan and Kasagh-Sevjur has been estimated on the basis of field investigations and several defects have been detected. Among anti-mudflow hydro-engineering structures built here are mudflow discharge canals, water retaining dams, bank-protection walls, bridges, inclined drops, tunnels and others which are partially ruined, filled with alluvium and are partially unprofitable. Tree-planting work has also been realized. Variants of anti-mudflow measures are suggested which may decrease or partially prevent the effect of mudflow.

Keywords: *anti-mudflow measures, mudflow retaining and mudflow-discharge structures, bridge-pipe passages, recommendations*

Գրականություն

1. **Бек-Мармарчев Б.И., Цовян М.В.** Армения // Сели в СССР и меры борьбы с ними. - М.: Наука, 1964. - С. 94-113.
2. **Флейшман С.М.** Сели. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 312с.
3. **Кокошвили Д.Д.** Некоторые вопросы гидрологической характеристики несвязных селей и выбора рациональных типов, дорожных селепропускных сооружений: Автореф. дисс. ... канд.техн.наук. - Тбилиси, 1964. - 22с.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Թորոսյան Զուրաբ Նիկողոսի, տ. գ. թ. *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակ. Ի. Եղիազարովի անվ. Ջրային համակարգերի, ջրային ռեսուրսների, կառավարման և համալիր օգտագործման պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., (+374) 93 548526, ztorosyan@mail.ru:*
Торосян Зураб Никогосович, к.т. н. *(РА, г. Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Водных систем, водных ресурсов, управления и комплексного использования им. акад. Егиазарова, (+374) 93548526, ztorosyan@mail.ru.*
Torosyan Zurab Nikoghos, Doctor of Science (Engineering) *(RA Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of* Water Systems, *Complex Use and Manage of Water Resourses after I.Yegiazarov, senior scientific worker, (+374) 93548526, ztorosyan@mail.ru.*

Ներկայացվել է `25.05.2015 թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 30.05.2015թ.

УДК 624.44:539.376

МЕХАНИКА

И.А.Краснобаев,
И.А.Маяцкая,
А.П.Маяцкая

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ К УПРОЩЕНИЮ ОБОБЩЕННОГО ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

Предлагается методика упрощения обобщенного характеристического уравнения при решении однородной системы линейных дифференциальных уравнений, все элементы которой представляют собой многочлены. Формулы для определения элементов матриц в матричном полиноме не зависят от степени полинома, что является преимуществом при применении численных методов.

***Ключевые слова**: теория матриц, система линейных дифференциальных уравнений, характеристическое уравнение, матричный полином, метод конечных разностей, метод неопределенных коэффициентов*

Под обобщенным характеристическим уравнением понимается равенство нулю определителя однородной системы линейных дифференциальных уравнений, все элементы которого в общем случае представляют собой многочлены, т.е. определителя многочленной матрицы (матричного полинома). Методы сведения такого определителя к алгебраическому полиному хорошо известны [1-6], однако в настоящей работе предлагаются более простые формулы, которые упрощают численное решение.

Рассмотрим метод конечных разностей для решения системы линейных дифференциальных уравнений. Пусть дан определитель:

$$D_n(\lambda) = \left| A_0\lambda^k + A_1\lambda^{k-1} + ... + A_{k-1}\lambda + A_k \right|, \quad (1)$$

где A_i – известные матрицы m порядка; k – степень матричного полинома.

Раскрывая этот определитель, получаем полином n степени ($n \le mk$):

$$D_n(\lambda) = p_0 + p_1\lambda + p_2\lambda^2 + ... + p_{n-1}\lambda^{n-1} + p_n\lambda^n. \quad (2)$$

Коэффициенты этого полинома определим, не раскрывая определитель. Вычислим значения определителя (1) в некоторых точках $\lambda = \lambda_0$; $\lambda = \lambda_1$; …; $\lambda = \lambda_n$ с шагом $h = const$, т.е. $\lambda = \lambda_0$, где $\lambda_{r+1} - \lambda_r = h$. Пусть $D_n(0)$; $D_n(h)$; $D_n(2h)$;…; $D_n(nh)$ – значения определителя в указанных точках. Составим таблицу конечных разностей:

$$
\begin{array}{llll}
D_n(0) & & & \\
 & \Delta^1 D_n(0) & & \\
D_n(h) & & \Delta^2 D_n(0) & \\
 & \Delta^1 D_n(h) & & \ldots \\
D_n(2h) & & \Delta^2 D_n(h) & \\
 & \Delta^1 D_n(2h) & & \ldots \\
D_n(3h) & \ldots & \ldots & \\
\ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\
\ldots & \ldots & \ldots & \\
\ldots & \Delta^1 D_n((n-1)h) & & \\
D_n(nh) & & &
\end{array}
\qquad (4)
$$

Получим формулы для конечных разностей полинома:

$$
\begin{aligned}
\Delta^1 D_n(\lambda) &= p_1\Delta^1(\lambda) + p_2\Delta^1(\lambda^2) + \ldots + p_{n-1}\Delta^1(\lambda^{n-1}) + p_n\Delta^1(\lambda^n), \\
\Delta^2 D_n(\lambda) &= p_2\Delta^2(\lambda^2) + \ldots + p_{n-1}\Delta^2(\lambda^{n-1}) + p_n\Delta^2(\lambda^n), \qquad (5) \\
&\ldots\ \ldots\ \ldots, \\
\Delta^n D_n(\lambda) &= p_n\Delta^n(\lambda^n).
\end{aligned}
$$

Отметим, что $\Delta^k(\lambda^s)$ при $s<k$ и $D_n(0)=p_0$.

Система (5) приводится к виду:

$$
\begin{aligned}
\Delta^1 D_n(0) &= p_1\Delta^1(\lambda)_0 + p_2\Delta^1(\lambda^2)_0 + \ldots + p_{n-1}\Delta^1(\lambda^{n-1})_0 + p_n\Delta^1(\lambda^n)_0, \\
\Delta^2 D_n(0) &= p_2\Delta^2(\lambda^2)_0 + \ldots + p_{n-1}\Delta^2(\lambda^{n-1})_0 + p_n\Delta^2(\lambda^n)_0, \qquad (6) \\
&\ldots\ \ldots\ \ldots, \\
\Delta^n D_n(0) &= p_n\Delta^n(\lambda^n)_0.
\end{aligned}
$$

Данная система дает возможность определить коэффициенты p_m, если известны $\Delta^m(\lambda^s)_0$. Анализируя формулы для $\Delta^1(\lambda^s), \Delta^2(\lambda^s)$ и далее, получаем следующее выражение:

$$
\Delta^m(\lambda^s) = h^s\left[m^s + \sum_{k=1}^{k=m-1}(-1)^k C_m^k (m-k)^s\right], \quad m<s. \qquad (7)
$$

Методом математической индукции можно показать, что формула справедлива при любом $m<s$.

Рассмотрим систему (6) при $n=4$. Подсчитывая коэффициенты при p_m по формуле (7), разделим каждое уравнение соответственно на 1!, 2!, 3!, 4!. Введем обозначения:

$$
hp_1 = x_1;\ h^2 p_2 = x_2;\ h^3 p_3 = x_3;\ h^4 p_4 = x_4; \qquad (8)
$$

$$
\frac{\Delta^1 D_n(0)}{1!} = C_1;\quad \frac{\Delta^2 D_n(0)}{2!} = C_2;\quad \frac{\Delta^3 D_n(0)}{3!} = C_3;\quad \frac{\Delta^4 D_n(0)}{4!} = C_4. \qquad (9)
$$

С учетом данных обозначений система (6) примет вид

$$\begin{matrix} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = C_1 \\ x_2 + 3x_3 + 7x_4 = C_2 \\ x_3 + 6x_4 = C_3 \\ x_4 = C_4 \end{matrix} . \qquad (10)$$

Матрица системы (10) имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 3 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \qquad (11)$$

Выписывая матрицы A при $n = 5,6,...$, можно заметить, что элементы первой строки равны единице, а элементы любой строки, начиная со второй, вычисляются по формуле

$$a_{ms} = a_{m-1,s-1} + m a_{m,s-1}. \qquad (12)$$

Методом математической индукции можно доказать, что эта формула справедлива для элементов матрицы любого порядка.

Решение системы (10) имеет вид

$$X = A^{-1}C, \qquad (13)$$

где X – столбец искомых неизвестных; C– столбец свободных членов, A^{-1}– обратная матрица, которая определяется следующим образом:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 & -6 \\ 0 & 1 & -3 & 11 \\ 0 & 0 & 1 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \qquad (14)$$

Записывая матрицы A^{-1} при $n = 5,6,...$, можно заметить, что элементы любой строки этой матрицы вычисляются по формуле

$$b_{mj} = b_{m-1,j-1} - (j-1) b_{m,j-1}, \qquad (15)$$

причем $b_{0,j-1} = 0$. Методом математической индукции можно доказать, что эта формула справедлива для элементов матрицы любого порядка.

Вводя обозначения (8) и (9) для любого n, можно по формуле (13) найти решение в общем случае. Зная столбец X, получим коэффициенты полинома

$$p_1 = \frac{x_1}{h}; \quad p_2 = \frac{x_2}{h^2}; \quad \ldots; \quad p_n = \frac{x_n}{h^n}. \qquad (16)$$

Рассмотрим метод неопределенных коэффициентов. Пусть $D_n(\lambda_1); D_n(\lambda_2); \ldots; D_n(\lambda_n); D_n(\lambda_{n+1})$ – значения определителя (1) в некоторых точках $\lambda_1 = h$; $\lambda_2 = 2h; ...; \lambda_n = nh$; $\lambda_{n+1} = (n+1)h$, где $h = const$. Найдем коэффициенты полинома (2).

Подставляя эти значения в формулу (2) и учитывая обозначения (8), (9) при любом n, получим систему для определения p_n по формуле (16):

$$\begin{gathered} x_0 + x_1 + x_2 + ... + x_n = D_n(\lambda_1); \\ x_0 + 2x_1 + 2^2 x_2 + ... + 2^n x_n = D_n(\lambda_2); \\ \text{.... .... ;} \\ x_0 + nx_1 + n^2 x_2 + ... + n^n x_n = D_n(\lambda_n); \\ x_0 + (n+1)x_1 + (n+1)^2 x_2 + ... + (n+1)^n x_n = D_n(\lambda_{n+1}). \end{gathered} \tag{17}$$

Запишем матрицу коэффициентов системы (17)

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & ... & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2^2 & ... & 2^{n-1} & 2^n \\ ... & ... & ... & ... & ... & ... \\ ... & ... & ... & ... & ... & ... \\ 1 & n & n^2 & ... & n^{n-1} & n^n \\ 1 & n+1 & (n+1)^2 & ... & (n+1)^{n-1} & (n+1)^n \end{pmatrix}. \tag{18}$$

Зная матрицу (18), можно записать решение системы (17)

$$X = W^{-1} D. \tag{19}$$

Рассмотрим матрицу (18) при $n = 4$

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2^2 & 2^3 \\ 1 & 3 & 3^2 & 3^3 \\ 1 & 4 & 4^2 & 4^3 \end{pmatrix}. \tag{20}$$

Введем матрицу *B*, элементы которой вычисляются по формулам

$$\alpha_{kr} = \begin{cases} (-1)^{k+r} C_{k-1}^{r-1}, & \text{если} \quad k > r \\ 0, & \text{если} \quad k < r \\ 1, & \text{если} \quad k = r \end{cases}. \tag{21}$$

Рассмотрим матрицу (21) при $n = 4$:

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \\ -1 & 3 & -3 & 1 \end{pmatrix}. \tag{22}$$

Тогда $$A_1 = BW = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 3 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 12 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \end{pmatrix}. \qquad (23)$$

Записывая матрицу A_1 при $n = 5,6,\ldots$, можно заметить, что элемент m строки матрицы (23) в $(m-1)!$ раз больше элементов строки матрицы (11). Метод математической индукции подтверждает эту связь для матриц любого порядка.

Проведем преобразования

$$BW = A_1;\ \ A_1^{-1}BW = A_1^{-1}A_1;\ \ (A_1^{-1}B)W = E;\ \ W^{-1}W = E. \qquad (24)$$

И получим обратную матрицу

$$W^{-1} = A_1^{-1}B, \qquad (25)$$

где элементы матрицы A_1^{-1}, определяются по формулам

$$\beta_{mj} = \frac{b_{mj}}{(j-1)!};\quad \beta_{m-1,\,j-1} = \frac{b_{m-1,\,j-1}}{(j-2)!};\quad \beta_{m,\,j-1} = \frac{b_{m,\,j-1}}{(j-2)!}. \qquad (26)$$

В результате получим

$$\beta_{m,\,j} = \frac{\beta_{m-1,\,j-1}}{j-1} - \beta_{m,\,j-1}. \qquad (27)$$

Подставляя (25) в (19), окончательно получим

$$X = \left(A_1^{-1}B\right)D. \qquad (28)$$

Можно сделать следующий вывод: формулы, полученные для определения элементов матриц, не зависят от степени полинома. Элементы этих матриц могут быть заранее абсолютно точно вычислены для полинома любой степени. Степень полинома определяет лишь порядок матриц. В силу простоты формул (12), (15) и (21) этот метод является универсальным.

Ի.Ա.Կրասնոբաեվ,
Ի.Ա.Մայացկայա,
Ա.Պ.Մայացկայա

ԹՎԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ԸՆԴՀԱՆՐԱՑՎԱԾ ԲՆՈՒԹԱԳՐԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԱՐՄԱՆ ՊԱՐԶԵՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Առաջարկվում է ընդհանրացված բնութագրական հավասարման պարզեցման մեթոդիկա համասեռ համակարգի գծային դիֆերենցիալ հավասարում լուծելու ժամանակ, որի բոլոր տարրերը իրենցից ներկայացնում են բազմանդամ: Մատրիցային պոլինոմում մատրիցայի տարրերի որոշման բանաձևերը կախված չեն պոլինոմի աստիճանից, ինչն առավելություն է թվային մեթոդների կիրառման դեպքում:

Առանցքային բառեր. *մատրիցների տեսություն, գծային դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգ, բնութագրական հավասարում, մատրիցային բազմանդամ, վերջավոր տարրերի մեթոդ, անորոշ գործակիցների մեթոդ*

I.A.Krasnobaev,
I.A.Mayatskaya,
A.P.Mayatskaya

APPLICATION OF NUMERICAL METHODS TO A SIMPLIFICATION OF GENERALIZED CHARACTERISTIC EQUATION

A method of simplifying the generalized characteristic equation in solving the homogeneous system of linear differential equations is proposed, all of whose elements are polynomials. Formula for determining the matrix elements in the matrix polynomial not depend on the degree of the polynomial, which is an advantage when using numerical methods.

Keywords*: theory of matrices, the system of linear differential equations, the characteristic equation, polynomial matrix, finite difference method, the method of undetermined coefficients.*

Литература

1. **Амосов А. А, Дубинский Ю. А., Копченова Н. П.** Вычислительные методы для инженеров. – М.: Мир, 1998. – 544 с.
2. **Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.Г.** Численные методы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 624 с.
3. **Волков Е.А.** Численные методы. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
4. **Жидков Е.Н.** Вычислительная математика. – М.: Академия, 2013. – 200 с.
5. **Марчук Г.И.** Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1989. – 608 с.
6. **Каханер Д., Моулер К., Нэш С.** Численные методы и программное обеспечение. – М.: Мир, 1998. – 575 с.

Կրասնոբաև Իգոր Ալեքսեյի, տ.գ.թ. պրոֆ. *(ՌԴ, ք. Ռոստով-Դոն)-ՌՊՇՀ, «Նյութերի դիմադրություն» ամբիոն, 8(903)4880260, e - mail: irina.mayatskaya@mail.ru;* ***Մայացկայա Իրինա Ալեքսանդրի տ.գ.թ. դոց.*** *(ՌԴ, ք. Ռոստով-Դոն)-ՌՊՇՀ, «Նյութերի դիմադրություն» ամբիոն, 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru;* ***Մայացկայա Աննա Պավելի*** *(ՌԴ, ք.Ռոստով-Դոն)-ՌՊՇՀ, «Նյութերի դիմադրություն» ամբիոնի ասպիրանտ, 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru:*
Краснобаев Игорь Алексеевич к.т.н., проф. *(РФ, г. Ростов- на - Дону)- РГСУ, кафедра «Сопротивление материалов», 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru;* ***Маяцкая Ирина Александровна к.т.н., доц.*** *(РФ, г. Ростов–на-Дону)- РГСУ, кафедра «Сопротивление материалов», 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru;* ***Маяцкая Анна Павловна*** *(РФ, г. Ростов–на-Дону) - РГСУ, аспирант кафедры «Техническая механика», 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru..*
Krasnobaev Igor A., doctor of philosophy (PhD) in engineering, professor *(RF, Rostov-on-Don) –Rostov State University of Civil Engineering, Professor of the Department of Strength of Materials, 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru,* ***Mayatskaya Irina A., doctor of philosophy (PhD) in engineering, associate professor*** *(RF, Rostov-on-Don) - Rostov State University of Civil Engineering, associate professor of the Department of Strength of Materials, 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru,* ***Mayatskaya Anna P.*** *(RF, Rostov-on-Don) - postgraduate student, Rotov State University of Civil Engineering, Department of Technical Mechanics, 8(903)4880260, irina.mayatskaya@mail.ru.*

Ներկայացվել է `06.07.2015 թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 13.07.2015 թ.

ՀՏԴ 551.444

ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ

Գ. Մ. Մխիթարյան

ՀՀ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ

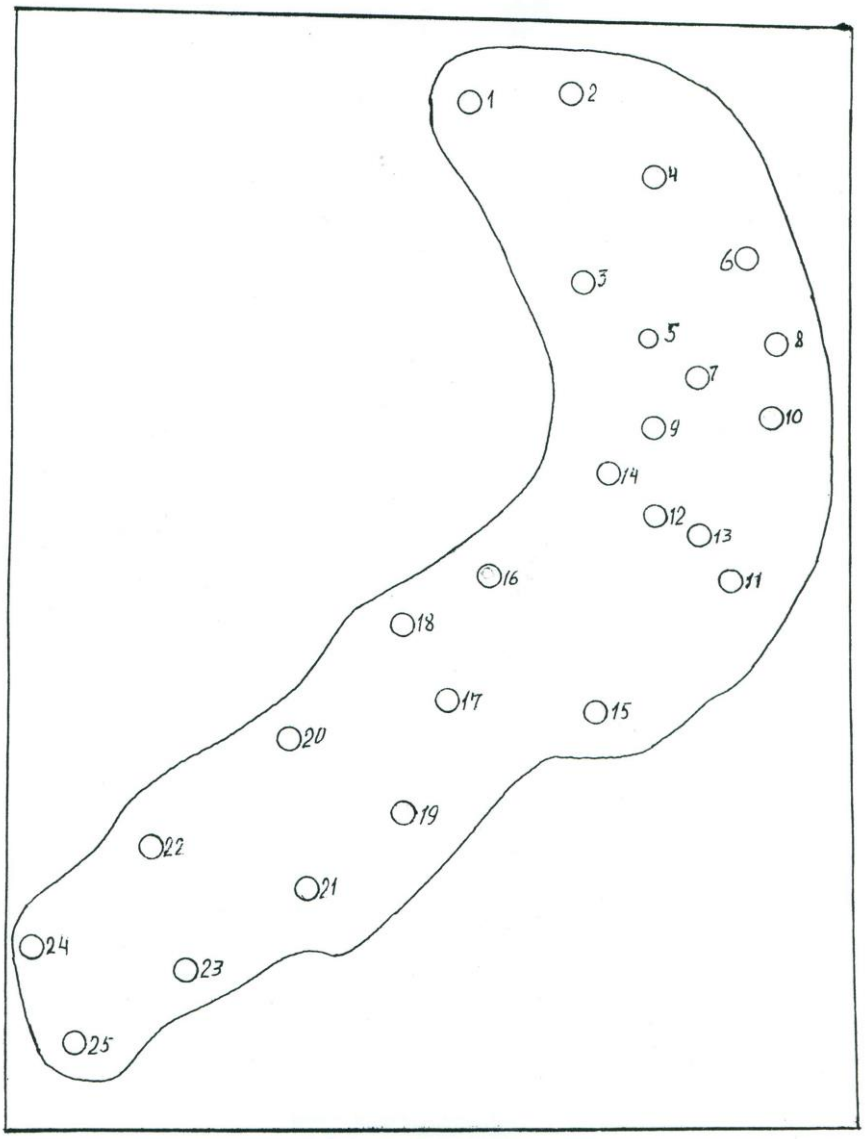
Հանրապետության սակավաջուր շրջանների ջրամատակարարման և ոռոգման ջրապահովվածության բարձրացման նպատակով կատարվում են հետազոտություններ գործող խոշոր ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառների հնարավորության հիմնավորման և շահագործական պաշարների գնահատման համար, որն արդի պայմաններում արդիական է և առաջնահերթ: Աշխատանքի նպատակն է Շիրակի գոգահովտում գործող Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրից լրացուցիչ ջրառի հնարավորության և պաշարի վերագնահատումը:

Առանցքային բառեր. *ստորերկրյա ջրերի հանքավայր, թույլատրելի իջեցում, հորատանցք, ջրառ, շահագործական պաշար*

Արևիկի ջրահոսքը գտնվում է Ջաջուռ գետի ձախ ափում՝ Ախուրյան շրջկենտրոնի և Արևիկ ու Ազատան գյուղերի միջև: Սկսած 20-րդ դարի կեսերից մինչև օրս Արևիկի ջրահոսքի ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի հետազոտությամբ (հիմնականում դաշտային) զբաղվել են շատ կազմակերպություններ, հատկապես «Հայերկրաբանություն»-ը: Կատարվել է հիդրոերկրաբանական հետազոտություններ ջրահոսքից ջրառման հնարավոր ընդլայնման և շահագործական պաշարի հաշվեկշռի համար [1-3]: 1975 թ. կառուցվել և շահագործման է հանձնվել 25 հետախուզական–շահագործական խորքային հորերից կազմված Արևիկի ջրառման ցանցը (նկ. 1): Այն կառուցված է Արևիկի ջրահոսքի վրա, որը ներկայացված է Արագածի զանգվածի և Հոլիատի հրաբուխի անդեզիտոբազալտներով և լճային գլաքարերի նստվածքով: Հոլիատի հրաբխային զանգվածներում ստորերկրյա ջրերի զգալի մասը երկրի մակերևույթ դուրս գալու հնարավորություն չունենալու պատճառով հոսում է ճեղքավոր անդեզիտոբազալտներով, ստեղծելով հզոր ստորերկրյա Արևիկի ջրահոսքը: Ջրատար հորիզոնի հզորությունը տատանվում է 9,5-ից մինչև 20 *մ*:

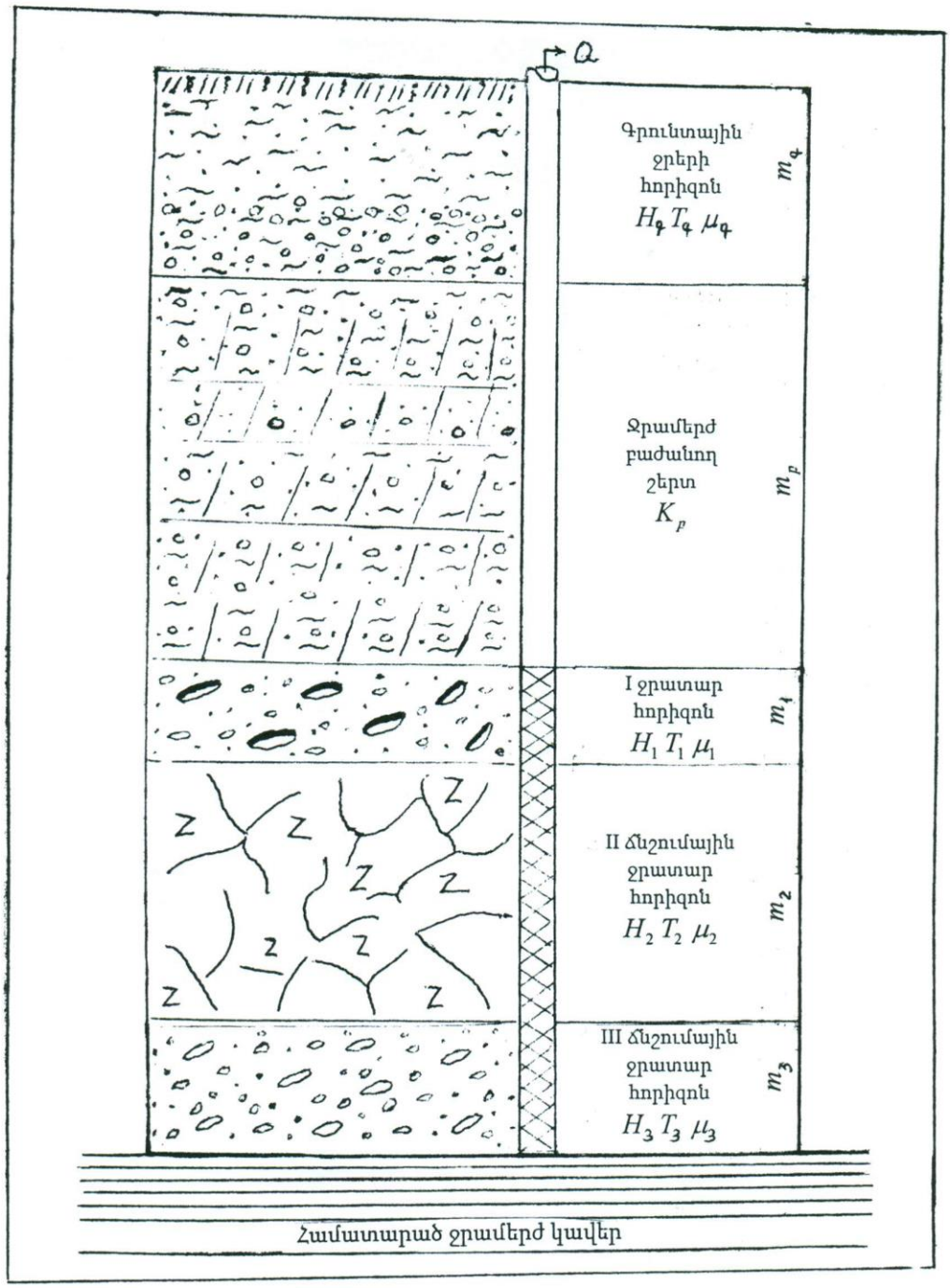
Վերը նշված 25 խորքային հորերը բացահայտել են Արևիկի հանքավայրի ջրաերկրաբանական կտրվածքը, ըստ որի վերևից (հողի մակերեսից) ներքև առանձնանում է մոտ 16 *մ* հզորություն ունեցող ոչ ճնշումային գրունտային ջրերի հորիզոնը, որի ջրով լցված մասի հաստությունը տատանվում է 2…4 *մ* (նկ.2): Ներկայացված է ավազներով, ավազաքարերով և կավավազներով: Սնումը տեղի է ունենում մթնոլորտային տեղումների և ոռոգման ցանցերի ջրերի ներծծման հաշվին: Հորիզոնը թույլ թափանցելի է, ունի 0,10…0,12 ջրատվություն և 50…100 *մ²/օր* ջրահաղորդականության գործակիցներ: Դրանից ներքև,

հանքավայրի հյուսիսային մասում, որպես ջրամերժ շերտ հանդես են գալիս կավաավազները՝ խճաքարերի ներամփոփմամբ, թույլ թափանցելի, և անջուր չոր բազալտները: Հզորությունը տատանվում է 10-ից մինչև 31 *մ,* ֆիլտրացիայի գործակիցը՝0,0010…0,0001 *մ/օր* և ուղղաձիգ ջրատվության գործակիցը՝ 10^{-4}…3.10^{-4} *1/օր*:



Նկ.1. Արևիկի ջրահոսքի վրա ջրառման ցանցի տեղաբաշխման սխեման

Այդ նույն խորքային հորերը մինչև 80 *մ* խորության վրա բացահայտել են հիդրավլիկորեն փոխկապակցված երեք ջրատար հորիզոններ, որոնք գումարվելով կազմում են մեկ միասնական ամբողջություն (նկ. 2):



Նկ. 2. Արևիկի ջրահոսքի երկրաֆիլտրացիայի միջավայրի հաշվարկային սխեման

Առաջին ջրատար հորիզոնը տարածված է հանքավայրի հյուսիսային մասում, ջրամերժ շերտի տակ: Հորիզոնի ջրով լցված մասի հաստությունը տատանվում է 0,5-ից մինչև 7,5 *մ:* Ներկայացված է բեկորազլաքարային նստվածքներով, լցված տարբեր ավազային հատիկներով: Ջրերն առավելապես թույլ ճնշումային են, ունեն 0,2-ից մինչև 1,6 *մ* տեղական ճնշում: Ջրատվության և ջրահաղորդականության գործակիցները տատանվում են, համապատասխանաբար, 0,02...0,03 և 200...700 *մ²/օր* սահմաններում:

Երկրորդ ճնշումային ջրատար հորիզոնը հիմնականում ներկայացված է ճեղքավոր բազալտներով, որոնք բացահայտված են բոլոր խորքային հորերով: Ինչպես նշված է, հորիզոնի հզորությունը տատանվում է 9,5-ից մինչև 20 *մ:* Հորիզոնի ջրատվության գործակիցը տատանվում է 0,003...0,001, իսկ ջրահաղորդականության գործակիցը՝ 400-ից մինչև 1700 *մ²/օր*:

Երրորդ ճնշումային ջրատար հորիզոնը ներկայացված է խճաքարային ավազներով, գլաքարերով և խճաքարերով, բեկորագլաքարային նստվածքներով լցված տարբեր հատիկավոր ավազներով: Հորիզոնի արդյունավետ հզորությունը մոտ 10 *մ* է: Ջրատվության և ջրահաղորդականության գործակիցները տատանվում են, համապատասխանաբար, 0,0003...0,0001 և 600-ից մինչև 1900 *մ²/վ* և ավելին: 2...10 *մ* բարձրությամբ երկրորդ և երրորդ ջրատար հորիզոնների ստորերկրյա ջրերի տեղական ճնշումը հաստատված է հանքավայրի տարածքի ամբողջ մակերեսով: Ներքին համատարած ջրամերժ շերտը ներկայացված է 10,5-ից մինչև 70 *մ* հզորությամբ խիտ լճային կավերով:

Հանքավայրի սնման հիմնական տիրույթները տեղակայված են հյուսիսում և արևելքում, իսկ բեռնաթափումը՝ դեպի հարավ և հարավ-արևմուտք: Հանքավայրի ամենաջրառատ մակերեսը տեղակայված է կենտրոնական մասում՝ թթ. 7, 12, 14, 15-17 հորերի շրջակայքում: Արևիկի հանքավայրի մակերեսը հավասար է 120 *կմ²*, իսկ ջրառման ցանցի հորատանցքերը իրարից տեղաբաշխված են 400...600 *մ* հեռավորության վրա: Հետաքրքիր է, որ 1975 թ. մինչև 1988 թ. դեկտեմբերը ջրառի ծախսը կազմել է 399 *լ/վ,* իսկ երկրաշարժից հետո մինչև օրս ջրառը 320 *լ/վ* է:

Մինչև հանքավայրի շահագործման սկիզբը 25 խորքային հորերից կատարվել է փորձնական ջրառ 557 *լ/վ* գումարային ելքով, երեք օր տևողությամբ: Հորերի ելքերը տատանվել են՝ 10...25 *լ/վ* և 27...35 *լ/վ:* Հորատանցքերում ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցումները տատանվել են 2...5 *մ* և 6...10 *մ:* Ստացված դաշտային տվյալներով հաշվարկվել են հանքավայրի ջրատվության, ջրահաղորդականության և այլ գործակիցների համապատասխան մեծությունները: Դաշտային տվյալների վերլուծության և գնահատման հիման վրա կատարվել է Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի տարածքի երկրաֆիլտրացիոն դաշտի սխեմայացում: Ստացվել է, որ այն համապատասխանում է եռաշերտ միջավայրի՝ երկու ջրատար հորիզոնին (գետնաջրերի և ճնշումային ջրերի) և դրանց բաժանող ջրամերժ շերտին (նկ. 2): Որոշվել է հանքավայրի ստորերկրյա ճնշումային ջրերի մակարդակների թույլատրելի իջեցման մեծությունը: Ընդանրապես լավագույն տարբերակ է համարվում այն, երբ իջեցման մեծությունը համապատասխանում է ստատիկ ճնշման բարձրությանը (ջրատար հորիզոնի առաստաղից ունեցած բնական ճնշման մեծությունը): Այդ դեպքում չեն խախտվի ջրատար հորիզոնի բնական պայմանները [4]: Մեր դեպքում թույլատրելի իջեցման մեծությունն ընդունել ենք 17,5-ից մինչև 19,1 *մ:* Եթե թույլատրելի իջեցման մեծությունը չի բավարարում անհրաժեշտ ջրապահանջի քանակին, ապա թույլատրվում է անցնել ոչ ճնշումային ռեժիմի և այն որոշվում է բնական ճնշման մեծության և ջրատար հորիզոնի հզորության կիսագումարով:

Եզրակացություններ

Ֆոնդային նյութերի և համալիր դաշտային հետազոտությունների արդյունքների վերլուծության հիման վրա կատարվել են.

- Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ջրաերկրաբանական սխեմայացում և անցում երկրաֆիլտրացիոն դաշտի հաշվարկային մոդելին,
- ըստ այդ մոդելի դիտարկված խնդրի լուծումը կիրականացվի եռաշերտ միջավայրում (երկու ջրատար հորիզոն և բաժանող ջրամերժ շերտ),
- առաջարկված հաշվարկային մեթոդով որոշվել է ճնշումային ջրերի մակարդակների թույլատրելի իջեցումների մեծությունները,
- հանքավայրի ստորերկրյա ջրերից լրացուցիչ ջրառի հնարավորության և առկա պաշարի որոշման համար առաջարկվում է մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդի կիրառում, որը կիրականացվի աշխատանքի հաջորդ փուլում:

Г.М. Мхитарян

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ РА И ПУТИ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С целью увеличения водоснабжения и орошения подземными водами малообеспеченных районов РА в настоящее время проводятся исследования действующих месторождений подземных вод для обоснования дополнительного водоотбора и переоценки эксплуатационных запасов, которые являются актуальными и первоочередными. Цель работы - переоценка запасов и возможностей дополнительного водоотбора из Аревикского месторождения подземных вод на основании существующих фондовых материалов и новых полевых данных методом математического моделирования.

Ключевые слова: *месторождение подземных вод, допустимое понижение, скважина, водоотбор, эксплуатационные запасы*

G. M. Mkhitaryan

OPERATIONAL STATUS OF GROUNDWATER DEPOSITS AND WAYS OF RATIONAL USE IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

In order to increase the water supply and groundwater irrigation in the regions of Armenia characterized by water shortage current groundwater basins are studied to support the additional water intake and revaluation reserves. Hence the solution of these tasks are of great importance and urgent. This work aims at solving the above problems for existing "Arevik" groundwater deposits on the basis of the existing stock of materials and new field data by mathematical modeling.

Keywords: *groundwater deposits, operational stocks, allowable reduction, water withdrawal, borehole, mathematical modeling*

Գրականություն

1. Геология Апм.ЦЦП, том VIII, Гидрогеология Ереван: Издательство Апм. ССР, 1974, 287с.
2. Մարտիրոսյան Գ.Գ. «Լենինականի գոգավորության ստորերկրյա ջրերի հիդրոերկրաբանական հետազոտությունները և շահագործական պաշարների հաշվեկշիռը»: Հաշվետվություն «Հայերկրաբանություն» ֆոնդ: Երևան, 1964-1966:
3. Հիդրոերկրաբանական որոնողական աշխատանքներ Արևիկի գործող ջրահոսքից ջրառման հնարավոր ընդլայնման որոշման համար: Հաշվետվություն «Հայերկրաբանություն» ֆոնդ: Առաքելյան Լ.Ս., Համբարձումյան Ս.Վ. և ուրիշներ: Երևան 1989-1990:
4. Штенгелов Р.С. формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод.М.:Недра,1988,152с.
5. Крашин И.И., Пересунько Д.И., Оценка эксплуатационных запасов подземных вод методом моделирования: методическое руководство. М., Недра, 1976, 157 с.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Մխիթարյան Գեորգի Միսակի, տ.գ. թ. *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակ. Եղիազարովի անվ. Ջրային համակարգերի, ջրային ռեսուրսների, կառավարման և համալիր օգտագործման պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., (+374) 10643487, (+374) 94 962001:*

Мхитарян Георгий Мисакович, к.т.н. *(РА, г. Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Водных систем, водных ресурсов, управления и комплексного использования им. акад. Егиазарова, с.н.с., (+374) 10643487, (+374) 94 962001*

Mkhitaryan Georgi Misak, Doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of* Water Systems, *Complex Use and Manage of Water Resourses after I.Yegiazarov, senior scientific researcher, (+374) 10643487, (+374) 94 962001*

Ներկայացվել է՝ 05.05.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 08.05.2015թ.

ՀՏԴ 330.42

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Ժ.Ս. Մխիթարյան

ՑՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ԱԳՐԵԳԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐԸ

Համաթվերի նշանակությունը գնալով աճում է աշխարհում: Յուրաքանչյուր համաթվի հաջողության բանալին դրա մեթոդաբանության հիմնավորվածությունն է: Համաթվերի կառուցման վերջնաքայլը ագրեգացումն է: Ներկայացված են տարբեր անհատական ցուցիչները մեկ բաղադրյալ ցուցիչում ագրեգացնելու մեթոդները[1]: Տրվում են նաև տարբեր կշռման և ագրեգացման մեթոդների միջև փոխառնչությունները և քննարկվում տարբեր իրավիճակներում ագրեգացման տարբեր մեթոդների կիրառության հիմնահարցերը:

Առանցքային բառեր. *ագրեգացում, ցուցիչներ, համաթվեր, ագրեգացման մեթոդ, հավելային ագրեգացում, գծային ագրեգացում*

Գոյություն ունեն բազմաթիվ հասկացություններ, որոնք իրենց բնույթով բազմաչափ են ու համընդգրկուն և դրանք գնահատել որևէ առանձին ցուցիչի օգնությամբ անհնար է: Որպես օրինակ կարող են ծառայել սահմանադրականությունը, մրցունակությունը, տնտեսական ազատությունը, ժողովրդավարությունը և այլն: Նմանատիպ հասկացությունների վերաբերյալ քանակական գնահատական կարելի է ստանալ դրանց կազմի մեջ մտնող միաչափ հասկացությունների գնահատականների համախմբման արդյունքում: Հենց այդ նպատակին է միտված համաթվերի կառուցման վերջնաքայլը՝ ցուցիչների ագրեգացումը, որի մեթոդները ներկայացնելիս հիմնվել ենք միջազգային լավագույն փորձն արտացոլող Տնտեսական համագործակցության և զարգացման կազմակերպության և Եվրոպական հանձնաժողովի հետազոտությունների արդյունքների վրա [1- 4]:

Ցուցիչների ագրեգացման հիմնական մեթոդաբանական մոտեցումներն են՝ ագրեգացման հավելումային, երկրաչափական և բազմաչափանիշային մեթոդները: Այս մեթոդների միջև ընտրություն կատարելիս անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել մի կարևոր հիմնախնդրի՝ **փոխհատուցելիության** վրա: Փոխհատուցելիությունն այնպիսի իրավիճակ է, երբ մի ցուցիչի ցածր արժեքը ծածկվում է մեկ այլ ցուցիչի բարձր արժեքով, այլ կերպ ասած՝ մի ցուցիչի պակասուրդը կարող է փոխհատուցվել մեկ ուրիշի ավելցուկով: Այս երևույթը լիովին բնորոշ է հավելումային ագրեգացմանը, դրանից լիովին զերծ է բազմաչափանիշային մոտեցումը և մասնակիորեն է բնորոշ երկրաչափական ագրեգացմանը:

[1] Սույն աշխատանքը հանդիսանում է «Սահմանադրականության գնահատման հետազոտական ծրագրի» բաղադրամաս, որը նոր գիտահետազոտական ուղղություն է, տեղակայված սահմանադրական տնտեսագիտության տիրույթում, հիմնադրված ԵՊՀ տնտեսագիտության և կառավարման ֆակուլտետում 2014 թ. կեսին, որի վերջնանպատակը սահմանադրական մակարդակի գնահատականի ստացումն է և սահմանադրականության մշտադիտարկման համար անհրաժեշտ հիմքերի նախապատրաստումը:

Պարզաբանենք փոխհատուցելիության հիմնախնդիրը հավելումային և երկրաչափական մեթոդների համար հետևյալ պարզ օրինակով. ենթադրենք, ունենք երկու երկիր և չորս ցուցիչ և կիրառվում է հավասար կշռման մեթոդը: Առաջին երկրի համար ցուցիչների արժեքներն են՝ 21, 1, 1, 1, իսկ երկրորդի համար՝ 6, 6, 6, 6: Հեշտ է նկատել, որ հավելումային ագրեգացման պարագայում երկու երկրներն էլ կստանան հավասար ագրեգացված գնահատականներ (6), իսկ երկրաչափական ագրեգացման պարագայում առաջինի գնահատականը կկազմի 2.1, իսկ երկրորդինը՝ 6: Պետք է նշել նաև, որ անհրաժեշտ է որոշակի համատեղելիության առկայություն ցուցիչների կշռման և ագրեգացման մեթոդների միջև: Այդ կապը ներկայացված է աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Ագրեգացման և կշռման մեթոդների համատեղելիությունը

Կշռման մեթոդներ	**Ագրեգացման մեթոդներ**		
	Գծային[4]	Երկրաչափական[4]	Բազմաչափանիշային
Հավասար կշռում	*Այո*	*Այո*	*Այո*
Գործոնային վերլուծություն / Հիմնական բաղադրիչների վերլուծություն	*Այո*	*Այո*	*Այո*
Կասկածի օգուտի մոտեցում	*Այո*[1]	*Ոչ*[2]	*Ոչ*[2]
Չդիտարկված բաղադրիչների մոդել	*Այո*	*Ոչ*[2]	*Ոչ*[2]
Բյուջեի բաշխման գործընթացներ	*Այո*	*Այո*	*Այո*
Վերլուծական աստիճանակարգային գործընթացներ	*Այո*	*Այո*	*Ոչ*[3]
Միացյալ վերլուծություն	*Այո*	*Այո*	*Ոչ*[3]

1. **Բնականոնացված «նվազագույն-առավելագույն» մեթոդով:**
2. **Կասկածի օգուտի մոտեցումը պահանջում է հավելումային ագրեգացում: Նմանատիպ փաստարկներ են առկա նաև չդիտարկված բաղադրիչների մոդելի հետ կապված:**
3. **Առնվազն բազմաչափանիշային մեթոդներով, որոնք պահանջում են կշիռներ՝ որպես կարևորության գործակիցներ:**
4. **Ինչպես գծային, այնպես էլ երկրաչափական ագրեգացման պարագայում կշիռները փոխզիջումներ են, այլ ոչ թե կարևորության գործակիցներ:**

Նախքան ցուցիչների ագրեգացման մեթոդաբանական մոտեցումների ներկայացումը ենթադրենք, ունենք M հատ երկիր ($c = 1, \dots, M$) ու Q հատ անհատական ցուցիչ ($q = 1, \dots, Q$) և կատարենք հետևյալ նշանակումները.

- CI_c՝ համաթվի (բաղադրյալ ցուցիչի) արժեքը c-րդ երկրի համար,
- I_{qc}՝ q-րդ անհատական ցուցիչի բնականոնացված արժեքը c-րդ երկրի համար,
- w_{qc}՝ q-րդ անհատական ցուցիչի կշիռը c-րդ երկրի համար:

Ագրեգացման **վարկանիշային մեթոդի** համաձայն յուրաքանչյուր երկրի համախմբված վարկանիշը հաշվարկվում է անհատական ցուցիչների վարկանիշերի գումարման միջոցով՝

$$CI_c = \sum_{q=1}^{Q} Rank_{qc}, c = 1, \dots, M: \quad (1)$$

Այս մեթոդը հիմնվում է կարգային տեղեկատվության վրա, պարզ է և զերծ օրինաչափությունից շեղված կետերի ազդեցությունից: Այնուամենայնիվ, դրա թերությունն այն է, որ բացարձակ արժեքների վերաբերյալ տեղեկատվությունը վերանում է:

Ագրեգացման **տվյալ հենանիշից վեր կամ վար լինելու մեթոդը** հիմնվում է տրված հենանիշից վեր կամ վար գտնվող ցուցիչների քանակի վրա՝

$$CI_c = \sum_{q=1}^{Q} sgn\left[\frac{I_{qc}}{I_{EU_q}} - (1+p)\right], c = 1, \dots, M, \quad (2)$$

որտեղ p-ն միջինի շուրջ կամայական շեմն է: Նախորդ մեթոդի նման, այս մեթոդը ևս պարզ է և չի ազդվում օրինաչափությունից շեղված կետերի կողմից: Այնուամենայնիվ, միջակայքային մակարդակի վերաբերյալ տեղեկատվությունը վերանում է: Օրինակ, ենթադրենք, ցուցիչի արժեքն առաջին երկրի համար գերազանցում է միջինը 30 %-ով, իսկ երկրորդ երկրի համար՝ 25%-ով: 20 % շեմի պարագայում երկու երկրներն էլ կստանան «միջինից բարձր» գնահատական՝ չնայած նրան, որ առաջին երկիրն ունի ավելի բարձր գնահատական:

Ագրեգացման հաջորդ, ամենատարածված եղանակը **գծային ագրեգացման մեթոդն** է, որի էությունը բնականոնացված և կշռված անհատական ցուցիչների գումարումն է՝

$$CI_c = \sum_{q=1}^{Q} w_{qc} I_{qc}, \quad (3)$$

որտեղ $\sum_q w_q = 1, 0 \leq w_{qc} \leq 1$, բոլոր $q = 1, \dots, Q$ և $c = 1, \dots, M$ համար:

Վերոնշյալ երեք մեթոդները պատկանում են **ագրեգացման հավելումային մեթոդների** շարքին, քանզի բոլորի պարագայում ագրեգացված վերջնարդյունքը ստացվում է գումարման միջոցով:

Ագրեգացման չորրորդ մեթոդը **երկրաչափական ագրեգացումն** է, որի դեպքում վերջնարդյունքը ստացվում է բազմապատկման միջոցով՝

$$CI_c = \prod_{q=1}^{Q} {x_{qc}}^{w_{qc}}: \quad (4)$$

Ագրեգացման վերջին եղանակը՝ **բազմաչափանիշային մոտեցումն** է, որը կքննարկենք Տեխնոլոգիական ձեռքբերումների համաթվի (ՏՁՀ) օրինակով՝ հինգ երկրների համար (աղ. 2): Բազմաչափանիշային մոտեցումը լիովին զերծ է փոխհատուցելիության հիմնախնդրից և այս մեթոդի կիրառությունը կարող է արդյունավետ լինել այնպիսի դեպքերում, երբ համաթիվը կազմված է լիովին տարբեր չափումներից, օրինակ՝ տնտեսական և բնապահպանական, և ենթադրվում է, որ չափումներից մեկի գծով երկրի բարենպաստ դիրքը չի կարող փոխհատուցել մյուսի գծով անբարենպաստ իրավիճակը:

Աղյուսակ 2

ՏՀՀ ներգործության մատրից

Երկիր	Պատենտեր	Ռոյալթիներ	Համացանց	Տեխնոլոգիական արտահանում	Հեռախոս	Էլեկտրա էներգիա	Դպրոց	Համալսարան
Ֆինլանդիա	187	125,6	200,2	50,7	3,080	4,150	10,0	27,4
ԱՄՆ	289	130,0	179,1	66,2	2,997	4,073	12,0	13,9
Շվեդիա	271	156,6	125,8	59,7	3,096	4,145	11,4	15,3
Ճապոնիա	994	64,6	49,0	80,8	3,003	3,865	9,5	10,0
Կորեա	779	9,8	4,8	66,7	2,972	3,653	10,8	23,2
Կշիռ	*1/8*	*1/8*	*1/8*	*1/8*	*1/8*	*1/8*	*1/8*	*1/8*

Այս մոտեցման համաձայն ագրեգացման գործընթացը բաժանվում է երկու քայլի.

1) անհատական ցուցիչների ողջ բազմության շրջանակներում երկրների զույգային համեմատությունների իրականացում,
2) երկրների վարկանշում:

Առաջին քայլի իրագործման շնորհիվ ստացվում է E մատրիցը $(M\ x\ M)$, որի յուրաքանչյուր $e_{jk}, j \neq k$ տարր j և k երկրների միջև զույգային համեմատությունների արդյունքն է բոլոր Q անհատական ցուցիչների գծով, որը ստացվում է հետևյալ հավասարման միջոցով՝

$$e_{jk} = \sum_{q=1}^{Q} \left(w_q(Pr_{jk}) + \frac{1}{2} w_q(In_{jk}) \right), \quad (5)$$

որտեղ $w_q(Pr_{jk})$ –ն և $w_q(In_{jk})$ –ն անհատական ցուցիչների կշիռներն են, որոնք ցույց են տալիս, համապատասխանաբար, նախընտրելիության և անտարբերության հարաբերությունները: Այլ կերպ ասած՝ j – րդ երկրի միավորը հավասար է այն անհատական ցուցիչների կշիռների գումարին, որոնց գծով այդ երկրիրն ավելի լավ վիճակում է, քան՝ k –րդը, ինչպես նաև այն անհատական ցուցիչների կիսագումարին, որոնց գծով երկու երկրներն էլ գտնվում են հավասար վիճակում, այնպես որ՝ $e_{jk} + e_{kj} = 1$: Այսինքն, հարցը հետևյալն է, թե արդյոք I_q ցուցիչի արժեքն ավելի բարձր է առաջին երկրում, թե մյուսում: Այս պարագայում կշիռները դիտարկվում են որպես «կարևորության» գործակիցներ:

Մեր օրինակում Ֆինլանդիայի և ԱՄՆ-ի զույգի համեմատությունից երևում է, որ Ֆինլանդիան ունի ավելի լավ միավորներ համացանց, հեռախոս, էլեկտրաէներգիա և համալսարան անհատական ցուցիչների գծով: Ուստի, Ֆինլանդիայի միավորը կկազմի $4x1/8 = 0,5$ (քանի որ բոլոր ցուցիչների կշիռները հավասար են $1/8$-ի), իսկ $1 - 0,5 = 0,5$-ը կլինի ԱՄՆ-ի միավորը: Ստացվող մատրիցը ներկայացված է աղ. 3-ում:

Աղյուսակ 3

Երկիր	Ֆինլանդիա	ԱՄՆ	Շվեդիա	Ճապոնիա	Կորեա
Ֆինլանդիա	0	0,500	0,375	0,750	0,625
ԱՄՆ	0,500	0	0,500	0,625	0,625
Շվեդիա	0,625	0,500	0	0,750	0,625
Ճապոնիա	0,250	0,375	0,250	0	0,750
Կորեա	0,375	0,375	0,375	0,250	0

Այժմ անցնենք հաջորդ քայլին՝ երկրների վարկանշմանը: Վերոնշյալ աղյուսակը կազմված է բոլոր $M(M-1)$ զույգային համեմատություններից: Նշանակենք R-ով այլընտրանքների բոլոր $M!$ հնարավոր ամբողջական վարկանիշերի բազմությունը՝

$$R = \{r_s\}, s = 1,2, \dots, M!: \quad (6)$$

Յուրաքանչյուր $r_s -$ի համար հաշվարկվում է համապատասխան φ_s միավորը, որպես $e_{jk} -$երի գումար այլընտրանքների բոլոր $\left(\frac{M}{2}\right)$ հատ j, k զույգերի համար: Այսինքն՝

$$\varphi_s = \sum e_{jk}, j \neq k, s = 1,2, \dots, M!, e_{jk} \in r_s: \quad (7)$$

r^* - վերջնական վարկանիշը կստացվի մաքսիմալացման հետևյալ պայմանի արդյունքում՝

$$r^* \Leftrightarrow \varphi_* = max \sum e_{jk}, e_{jk} \in R: \quad (8)$$

ՏՁՀ օրինակում տեղափոխությունների թիվը կազմում է $5! = 120$, որոնցից առաջին հինգը ներկայացված են աղ. 4-ում: Օրինակ, առաջին վարկանիշի (ԱՄՆ, Շվեդիա, Ֆինլանդիա, Ճապոնիա, Կորեա) միավորը կստացվի հետևյալ կերպ. ներգործության մատրիցի համաձայն ԱՄՆ-ն այլ երկրների հետ համեմատելու արդյունքում ստանում ենք 0,5 Ֆինլանդիայի և Շվեդիայի և 0,625 Ճապոնիայի և Կորեայի հանդեպ (ընդամենը՝ 2,2), Շվեդիայի հետ համեմատության արդյունքում ստանում ենք 0,625 Ֆինլանդիայի և Կորեայի հանդեպ և 0,75՝ Ճապոնիայի (ընդամենը՝ 2), Ֆինլանդիան ստանում է 0,625 Կորեայի հանդեպ և 0,75 ՝ Ճապոնիայի, և վերջապես Ճապոնիան ստանում է 0,75 Կորեայի հանդեպ: Այս վարկանիշի վերջնական միավորը կկազմի՝ $2,25 + 2 + 1 + 1,375 + 0,75 = 6,375$:

Աղյուսակ 4

Վերջնական վարկանիշի արժեքը

ԱՄՆ	Շվեդիա	Ֆինլանդիա	Ճապոնիա	Կորեա	6,375
Շվեդիա	Ֆինլանդիա	ԱՄՆ	Ճապոնիա	Կորեա	6,375
Շվեդիա	ԱՄՆ	Ֆինլանդիա	Ճապոնիա	Կորեա	6,375
Ֆինլանդիա	ԱՄՆ	Շվեդիա	Ճապոնիա	Կորեա	6,125
Ֆինլանդիա	Շվեդիա	ԱՄՆ	Ճապոնիա	Կորեա	6,125
ԱՄՆ	Ֆինլանդիա	Շվեդիա	Ճապոնիա	Կորեա	6,125

Քանի որ տվյալ պարագայում ունենք առավելագույն միավորով երեք վարկանիշեր, ուստի դրանք երեքն էլ կհամարվեն «հաղթող»:

Ж.С. Мхитарян

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АГРЕГИРОВАНИЮ ИНДИКАТОРОВ

Значение индексов в мире постоянно растет. Ключ к успеху любого индекса является обоснованность его методологии. Последним шагом построения индексов является агрегирование. Представлены методы агрегирования различных индивидуальных показателей в один сводный показатель. Кроме того, приведены взаимоотношения между различными методами взвешивания и

обсуждаются вопросы, связанные с применением различных методов агрегирования в различных ситуациях.

Ключевые слова: *агрегирование, индикатор, сводный показатель, метод агрегации, избыточное агрегирование, линейная агрегация*

Zh.S. Mkhitaryan

THE METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE AGGREGATION OF INDICATORS

The significance of composite indicators is rising continuously in the world. The key to a success of composite indicator is the soundness of its methodology. The last step of construction of composite indicators is the aggregation. The methods of aggregation of different individual indicators into one composite indicator are presented. Also, the interrelationships between different weighting and aggregation methods, and the issues related to the application of aggregation methods in different situations are discussed.

Keywords: *aggregation, indicators, composite indicator, aggregation method, surplus aggregation, linear aggregation*

Գրականություն

1. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. - OECD, 2008. – URL: http://www.oecd.org/std/42495745.pdf.
2. **Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S.** Tools for Composite Indicators Building. - European Commission; Joint Research Center, 2005.
3. **Saisana, M., Tarantola, S.** State-of-the-art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development. - European Commission; Joint Research Center, 2002.
4. Design and Use of Composite Indices in Assessments of Climate Change Vulnerability and Resilience. - USAID, July, 2014.

Մխիթարյան Ժիրայր Սամվելի *(ՀՀ ք. Երևան) – Երևանի պետական համալսարան, Տնտեսագիտության և կառավարման ֆակուլտետ, ասպիրանտ, zhirayr.mkhitaryan@yahoo.com, (+374) 91749585:*

Мхитарян Жирайр Самвелович *(РА, г. Ереван) – Ереванский государственный университет, аспирант, факультет Экономики и управления, zhirayr.mkhitaryan@yahoo.com, (+374) 91749585.*

Mkhitaryan Zhirayr Samvel *(RA, Yerevan) – Yerevan State University, Postgraduate student of Faculty of Economics and Management, zhirayr.mkhitaryan@yahoo.com, (+374) 91749585.*

Ներկայացված է՝ 04.06.2015

Ընդունվել է տպագրության՝ 08.062015թ.

ՀՏԴ 631.559

ԵՐԿՐԱԲՆԱՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ս.Մ.Մկրտչյան,
Ռ.Ռ.Մանուկյան

ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀԱՐԹԱՎԱՅՐԻ ՀՈՂԵՐԻ ԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ԵՎ ԲԱՐԵԼԱՎՄԱՆ ՄԻՋՈՑԱՌՈՒՄՆԵՐԸ

Հիդրոմորֆ լանդշաֆտներում տեղի է ունենում աղերի տարբեր աստիճանի կուտակում, ինչի պատճառով ձևավորվում են երեք խմբի հողեր. I-չաղակալված, II-թույլ ու միջակ և III-ուժեղ և շատ ուժեղ աղակալված, որոնց մելիորատիվ լավագույն վիճակ ստեղծելու նպատակով կարևոր միջոցառում է՝ կազմել «ոռոգման-աերացիայի գոտու-գրունտային-դրենաժային ջրեր» համակարգի աղաջրային հաշվեկշիռը և կարգավորել դրա տարրերի չափաբաժինները լվացման և դրենաժների ինտենսիվ աշխատանքի միջոցով, հսկողություն սահմանել ոռոգման, գրունտային և դրենաժային ջրերի հանքայնացումների նկատմամբ հողերի երկրաբնապահպանական լավագույն պայմաններ ապահովելու նպատակով:

Առանցքային բառեր. *հողի աղակալվածություն, գրունտային ջուր, դրենաժ, մշակաբույս, բերք*

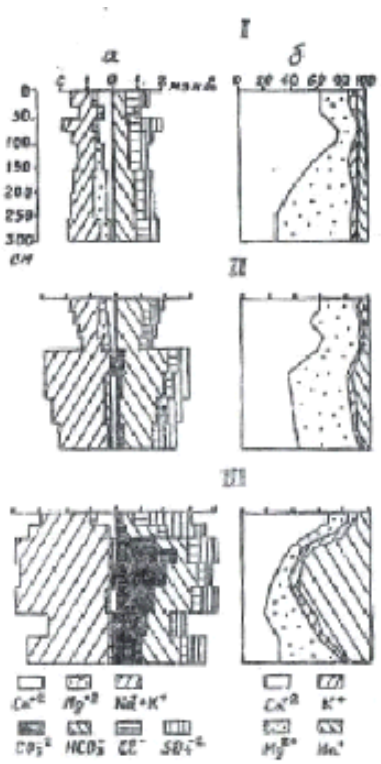
Մշակաբույսի բերքատվության կապը երկրաբնապահպանական խնդիրների հետ

Լեռնային երկիր Հայաստանն աղքատ է հողային ռեսուրսներից, և մեզ համար թանկ է յուրաքանչյուր հողակտորը: Մինչդեռ գյուղատնտեսական մթերքների արտադրության շտեմարան հանդիսացող Արարատյան հարթավայրի ոչ բոլոր հողերն են գտնվում մելիորատիվ վիճակում և ունեն բնապահպանական խնդիրներ:

Հարթավայրի հողաջրաերկրաբանական պայմանները բավականին խայտաբղետ են ըստ աղակալվածության աստիճանի և տեսակի՝ սոդային աղուտ-ալկալիներ, գրունտային ջրերի տեղադիրքի (ԳՋՏ) խորություն և հանքայնացում: Նշված պայմաններում կարևոր դերակատարում ունի Արարատյան հիդրոմորֆ լանդշաֆտի աղաջրային ռեժիմը հարթավայրի շոգ և չոր կլիմայի պայմաններում, ինչն ուղղակիորեն պայմանավորված է Արարատյան գոգահովտի հողագրունտներում ընթացող բնական բարդ գործընթացներով [1-4]:

Այսպես, գոգահովիտը շրջափակված լինելով Արարատի, Արագածի և Գեղամա լեռնաշղթաներով, վերջինների սնման և տեղափոխման մարզերից մակերևութային և ստորգետնյա ջրահոսքերի միջոցով (որոնք շարժման ընթացքում շփվում են լեռնային տարբեր ապարների հետ) բեռնաթափման մարզ՝ գոգահովիտ են տեղափոխվում քիմիական մի շարք տարրեր: Վերջինները ժամանակի ընթացքում տարբեր միացությունների շնորհիվ վերածվում են աղերի, այդ թվում՝ սոդայի [1, 3-6]: Բնականաբար, արմատաբնակ շերտի աղակալում տեղի է ունենում նախ այն տարածքներում, որտեղ ԳՋ-ի հանքայնացումներն անհամեմատ մեծ են: Դրանք են գլխավոր պատճառները, որ հարթավայրի փաստացի ոռոգվող հողատարածքները ներկա դրությամբ գրեթե չեն գերազանցում շուրջ 75 հազ. *հա*, հակառակ, մինչև 2000թ. 92 հազ. *հա*-ի:

Դա հողի բերրիազրկում է՝ մելիորատիվ անբավարար վիճակի պատճառով, իսկ որոնք ե՞ն դրա գլխավոր պատճառները: Հարցի պատասխանը փորձենք տալ դաշտային հետազոտությունների հավաստի տվյալներով, որոնք ստացվել են Հ. Պետրոսյանի անվ. «Հողագիտության, ագրոքիմիայի և մելիորացիայի» (ՀԱՄ) գիտական կենտրոն մասնաճյուղի Երասխահունի փորձամելիորատիվ կայանի տարածքում [2]: Հետազոտություններն իրականացվել են ԳՋՏ-ի խորությունները 3,0...3,2 *մ*-ի դեպքում և ըստ աղակալվածության աստիճանի երեք խումբ հողերի համար (նկ.1).



Նկ.1. Երեք խումբ հողերի աղային պրոֆիլները (ա) և փոխանակային կատիոնների կազմը (բ). I - չաղակալված թույլ և միջին կավավազներ, որտեղից ստացվող մշակաբույսերի բերքն ընդունվել է որպես առավելագույն (100 %), II - թույլ և միջակ աղակալված, առավելապես միջին կավավազներ, բերքի նվազումը՝ 25...50 %, III-ուժեղ աղակալված միջին կավավազներ, առկա է նաև սոդայի պարունակություն, բերքի նվազումը՝ 50...90 %

Հետազոտված հողերի առավել բնորոշ ցուցանիշները հավաստում են (աղյուսակ), որ դրանց աղակալվածության նույնիսկ ոչ մեծ տարբերության դեպքում (1,5...2,5 անգամ) մշակաբույսերի բերքի նվազումը զգալի է՝ մինչև 50 % (խ. II) և 90 % (խ. III): Սակայն հողային միջավայրի միայն համալիր հետազոտությունները կարող են բացահայտել դրա իրական և ամբողջական պատկերը:

Մշակաբույսերի բնականոն զարգացման գործընթացը ոչ միայն ագրոմելիորատիվ և ագրոտեխնիկական միջոցառումներով է պայմանավորված, այլև հողի բերրիության աստիճանով (դրանում պարունակվող հումուսով, օրգանական նյութերով և հանքային սննդատարրերով): Բերրիությունն ուղղակիորեն կախված է հողի արմատաբնակ շերտի

աղակալվածության աստիճանից (կկ.1...3, նկ. 2), մանրացվածության (դիսպերսականության) աստիճանից (կ.4), դրանում պարունակվող անիոնների ու փոխանակային կատիոնների քանակից, առավելապես Na-ի (կ.5), որի մինչև 10%-ի առկայությունը թույլատրելի է (խ. I), 10...20-ը՝ թույլ և միջակ (խ. II) և 20…35%-ը՝ ուժեղ աղակալված (խ. III): Փոխանակային Na-ի 10…20%-ի առկայությունը հողում մշակաբույսերում առաջացնում է զարգացման թույլ, իսկ 20…35%-ը՝ ուժեղ ճնշվածություն, ինչն ի վերջո տալիս է բերքի նվազում: Առավել մեծ վտանգ է ներկայացնում հիդրոկարբոնատ իոնը, որի առկայությունը հողում (III խմբի հողերում այն հասնում է 2*մգ-էկվ* 100*գ* հողում [2,4,7]) հուշում է, որ դրանք ենթակա են քիմիական մելիորացիայի: Na-ի 35% լինելու դեպքում հողը շատ ուժեղ աղակալված է՝ 0,4...0,5% -ից մեծ, իսկ pH-ը՝ 9...11: Այս խմբի հողերում աճում են «իլղուններ» (0,7…1,5 *մ* բարձրությամբ), որոնց արմատաբնակ շերտում է գոյատևում կարմիր որդանը և միայն սեպտեմբերի երկրորդ ու հոկտեմբերի առաջին կեսերում դուրս է գալիս հողի մակերես, առավելապես Արազդայանի տափաստանի Նախիջևանի սահմանին մոտ գտնվող տարածքների շատ ուժեղ աղակալված սոդային աղուտ-ալկալիներում, ինչին ականատես ենք եղել 1964-1971թթ., ինչպես նաև Արմավիրի մարզի շատ ուժեղ աղակալված հողերում:

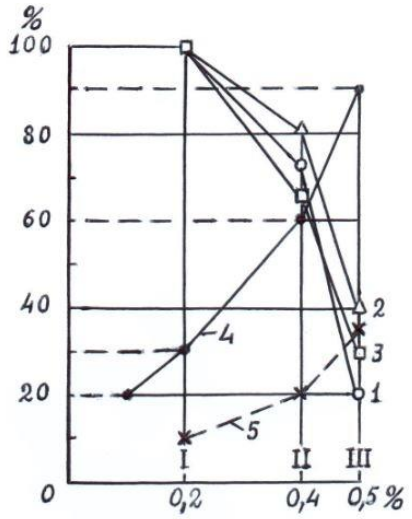
Աղյուսակ

ՀԱԱՀ «Հողագիտության, ագրոքիմիայի և մելիորացիայի գիտական կենտրոն» մասնաճյուղի Երասխահունի փորձամելիորատիվ կայանի երեք խումբ հողերի բնորոշ ցուցանիշները և մշակաբույսերի բերքը

Հողի խումբը	Աղի քանակը, %	pH	Հողի մանրացվածության աստիճանը, %	Փոխանակային Na, %	Մշակաբույսի	
					բերքը, *գ/հա*	նվազումը, %
I	< 0,2	< 8,3	20...30	<10	1. 230 2. 50 3. 150	- - -
II	0,3...0,4	8,5...8,7	30...60	10...20	1. 170 2. 40 3. 100	26 20 33
III	0,3...0,5	8,7...9,2	60...90	20...40	1. 50 2. 20 3. 40	78 60 73

1. - խաղող, 2.-աշնանացան ցորեն, 3.-առվույտ

Հողի աղակալվածության աստիճանը, հետևաբար՝ ազդեցությունը մշակաբույսի բերքատվության վրա, կախված է նաև դրա մեխանիկական կազմից: Եթե թեթև կավավազների դեպքում աղակալվածության թույլատրելի սահմանը 25, իսկ ծանրինը՝ 15, ապա միջին կավերինը՝ 5% է [2]: Այլ խոսքով, հողերի մելիորացման աշխատանքները պահանջում են հաշվի առնել նաև դրանց մեխանիկական կազմը, ինչի շնորհիվ հնարավոր կլինի բարձրացնել ֆինանսատնտեսական հաշվարկների ճշտությունը:



Նկ.2. Խաղողի (կ. 1), աշնանացան ցորենի (կ.2) և առվույտի (կ.3) փոխկապվածությունը երեք (I, II, III) խմբի հողերի աղակալվածության և (կ. 4) մանրացվածության աստիճաններից, փոխանակային Na-ից (կ. 5)

Հողի մելիորատիվ վիճակի բարելավման միջոցառումներ

Հիմնահարցի բարեհաջող լուծման գրավական է գիտագործնական, տեխնիկատնտեսական և ֆինանսական հիմնավորված միջոցառումների իրականացումը: Արարատյան հարթավայրի տարբեր տարածաշրջանների համար այդ միջոցառումները միևնույնը չեն, որովհետև մելիորացիայի ենթակա տարածքների հողաջրաերկրաբանական պայմանները տարբերվում են միմյանցից: Այդ տարբերությունները պայմանավորված են տարածաշրջանների ջրաբանական վիճակով՝ ավտոմորֆ և հիդրոմորֆ ռեժիմներով:

Հարթավայրի շուրջ 130 հազ. *հա* ողջ տարածքի գերակշռող մասը (ավելի քան 100 հազ. *հա*) գտնվում է ավտոմորֆ մելիորատիվ վիճակում, որտեղ ԳՋՏ-ի խորությունները մեծ են 3...3,5 *մ*-ից և միայն 26 հազ. *հա* է հիդրոմորֆ վիճակում (ԳՋՏ= 0...3 *մ*), այդ թվում շուրջ 10 հազ. *հա*՝ չաղակալված, իսկ 16 հազ. *հա*՝ թույլ, միջակ, ուժեղ և շատ ուժեղ (սոդային աղուտ-ալկալի) աղակալված [8]: Հետազոտական աշխատանքները և առաջարկվող բարելավման միջոցառումները վերաբերվում են հարթավայրի միայն հիդրոմորֆ լանդշաֆտին, որտեղ տեղաբաշխված են մելիորացման ենթակա հողատարածքներ: Փորձենք վերծանել և բացահայտել այդ տարածքների ներկա մելիորատիվ վիճակը և տալ համապատասխան միջոցառումներ ըստ վերը շարադրված երեք խումբ հողերի:

Որպես ընդհանուր միջոցառում նշված երեք խումբ գերխոնավ հողերի մելիորատիվ վիճակի բարելավման համար հիդրոտեխնիկական կառույցներից դրենաժային համակարգերն են, որոնք ի զորու են ԳՋՏ-ն իջեցնել մինչև անհրաժեշտ խորության, աերացիայի գոտում ստեղծելով խոնավապաշարի ցանկալի չափաբաժիններ:

1. *Արարատյան հիդրոմորֆ չաղակալված լանդշաֆտ (հ. I):* Այս հողատարածքների մելիորատիվ անբավարար վիճակն ուղղակի պայմանավորված է միայն ԳՋՏ-ի փոքր (0...3*մ*) խորություններով, որովհետև դրանց հանքայնացումները չեն գերազանցում 1*գ/լ*, ինչն էլ

բացառում է հողի աղակալումը: Այստեղ տեղի է ունենում ինտենսիվ գոլորշացում հողի մակերևույթից՝ ի հաշիվ ԳՋ-ի ամենամյա լրացվող պաշարների: Այս տարածքներում մշակաբույսերի ոռոգման նորմերը միշտ գերազանցում են հաշվարկայինին, ինչն էլ ստեղծում է աղաջրային վայրընթաց հոսանքներ, ապահովելով արմատաբնակ շերտի աղազերծում:

Հիդրոմորֆ չաղակալված հողեր (ԳՋ-ի հանքայնացումները փոքր 1*գ/լ*) տեղաբաշխված են մեր հանրապետության նաև մյուս 8 մարզերում ավելի քան 22 հազ. *հա* ընդհանուր մակերեսով [8]: Խնդրի լուծումը պահանջում է ԳՋՏ-ի խորության կարգավորում, ինչը հնարավոր է իրականացնել դրենաժային համակարգերի միջոցով՝ ստեղծելով մշակաբույսերի տարբեր (կարճ, միջին, երկարարմատ) խմբերի համար օպտիմալ խորություններ: Այս տարածքների աղակալման գործընթացն առավելապես պայմանավորված է ոռոգման ջրի հանքայնացման չափաբաժնից, որը պետք է լինի հետևողական հսկողության տակ:

2. *Թույլ և միջակ աղակալված հողեր (հ. II):* Այս հողերում նույնպես ԳՋՏ-ի խորությունները բնական վիճակում տատանվում են 0...3 *մ* - ի սահմաններում, սակայն ՀԱՄ գիտ. կենտրոնի Երասխահունի փորձամելիորատիվ կայանում դրենաժների աշխատանքի միջոցով այն նախապես իջեցվել է մինչև 3...3,2 *մ* [2]: Արարատյան հարթավայրի նմանատիպ հողերում աճեցվում են մշակաբույսեր, հետևաբար կատարվում է որոշակի նորմով ոռոգում: Այդ հանգամանքը թույլ է տալիս իրականացնել հողի աղազերծում՝ մեծացնելով ոռոգման նորմը որոշակի չափաբաժնով, ինչը կոչվում է «ոռոգման լվացող ռեժիմ»: Դաշտային հետազոտություններով ապացուցված է, որ այդ հողերի լրիվ աղազերծման նպատակով ոռոգման լվացող ռեժիմի հավելուրդային լավագույն չափաբաժինը կազմում է 20...30, միջինը՝ 25 *%* [9]:

Այս խմբի հողերի համար ԳՋՏ-ի խորության և հողի թույլ ու միջակ աղակալվածության վերը նշված խնդիրներից զատ կա նաև ԳՋ-ի հանքայնացման հիմնախնդիր (այդ հողերում այն տատանվում է առավելապես 1...2 *գ/լ*-ի սահմաններում [8]), որը ներկրում է երկրորդային աղակալման վտանգ: Նման տարածքներում անհրաժեշտ է իրականացնել լվացման աշխատանքներ անհամեմատ փոքր հանքայնացում ունեցող ջրերով դրենաժի ինտենսիվ աշխատանքի պայմաններում: Դաշտային բազմամյա հետազոտության արդյունքները հավաստում են, որ ԳՋ-ի հանքայնացումները փոքրանում և կազմում են շուրջ 0,8...1,0 *գ/լ* [6]: Նախորդ և այս խմբի մասնակի մելիորացված հողերի դեպքում անհրաժեշտ է իրականացնել ագրոմելիորատիվ և ագրոտեխնիկական աշխատանքներ, իսկ ոռոգման (առավելապես դրենաժային) ջրերի հանքայնացման նկատմամբ սահմանել մշտական հսկողություն, քանզի դրանք տատանվում են 0,8...1,5, առանձին դեպքերում 1,6...1,8 *գ/լ*-ի սահմաններում (Արազդայանի տափաստան): Անհրաժեշտ է որոշել դրենահոսքի ոռոգման նպատակով օգտագործման լավագույն չափաբաժինը, որպեսզի տեղի չունենա հողերի երկրորդային աղակալում [10]:

Այս երկու խմբի և վերջնական բարելավված ոռոգելի հողերի համար կարևորագույն անհրաժեշտություն է հետևողականորեն հսկողություն սահմանել «ոռոգում-աերացիայի գոտիգրունտային-դրենաժային ջրեր» համակարգի աղաջրային հաշվեկշռի չփակվածության աստիճանի վրա, յուրաքանչյուր տարածքի դեպքում որոշելով դրանց հանքայնացման չափաբաժինները և համեմատելով թույլատրելի նորմերի հետ: Վերջիններին գերազանցելու դեպքում, որն առավել հավանական է, իրականացնել հաշվեկշռի տվյալ տարրի կարգավորման համապատասխան միջոցառում:

Դրենաժի աշխատանքի ռեժիմը պետք է ապահովի ԳՋՏ-ի այնպիսի խորություն, որը մշակաբույսի տվյալ խմբի համար կլինի օպտիմալ, այլապես դարձյալ կունենանք բերքի նվազում:

Հողի ագրոտեխնիկական միջոցառման շնորհիվ տեղի է ունենում դրա աղազերծում և ալկալիազերծում, սակայն այդ գործընթացները տարբեր չափով են ազդում մելիորացվածության աստիճանի վրա, կախված հողի ֆիզիկական, քիմիական և ֆիզիկաքիմիական հատկություններից, ինչպես նաև մեխանիկական կազմից [2]: Հետևաբար՝ կարևոր անհրաժեշտություն է բացահայտել հողի այդ հատկանիշները տարբեր աստիճանի մելիորացվածության դեպքում, ինչն ազդում է մշակաբույսերի բերքատվության վրա:

3. *Սոդային աղուտ-ալկալի հողեր (խ. III):* Այս խմբի մեջ են մտնում մասամբ միջակ, բայց առավելապես ուժեղ և շատ ուժեղ սոդային աղուտ-ալկալիներ, որոնց համար հարկադրական անհրաժեշտություն է քիմիական մելիորացիան [1-4]: Այլ խոսքով՝ այս հողերի մելիորատիվ վիճակի բարելավումը բավարար մակարդակով իրականացնելու համար անհրաժեշտ է.

- քիմիական մելիորացիա,
- կապիտալ լվացումներ,
- գյուղատնտեսական իրացում:

Դրենաժային համակարգերի աշխատանքի ռեժիմների, դերի և նշանակության մասին նախ ջրային տնտեսության (1925...1948թթ.), ապա ակադեմիկոս Ի.Վ.Եղիազարովի անվ. «Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի» (ՋՀՀԻ, 1949...2014թթ.), իսկ հողերի քիմիական մելիորացիայի բարեհաջող իրականացման նպատակով՝ Հ. Պետրոսյանի անվ. «Հողագիտության, ագրոքիմիայի և մելիորացիայի գիտական կենտրոն» մասնաճյուղի (1958...2014թթ.) վաստակաշատ գիտնականների տեսական, դաշտային, վեգետացիոն և լաբորատոր բազմամյա հետազոտությունների հավաստի տվյալների վերծանման միջոցով կազմվել և հրատարակվել են «Հրահանգներ», «Կանոններ», «Ձեռնարկներ» և գիտական բազմաթիվ աշխատություններ, որոնք հիմնարար լավագույն ուղեցույցներ և նոր բացահայտումների հիմք կարող են հանդիսանալ հողերի մելիորացայի և ջրային ռեսուրսների բնագավառների ներկա և ապագա հետազոտող մասնագետների համար:

Եզրակացություն: Արարատյան հարթավայրի մշակաբույսերի բերքատվությունն ուղղակիորեն պայմանավորված է գրունտային ջրերի տեղադիրքի խորությունից և հողերի

աղակալվածության և մանրացվածության աստիճաններից, փոխանակային կատիոններից՝ առավելապես Na-ից:

Արարատյան հիդրոմորֆ լանդշաֆտի հողերը բաժանվում են երեք խմբի ըստ մելիորացվածության՝ աղակալվածության աստիճանի: Դրանցից յուրաքանչյուրի համար անհրաժեշտ է իրականացնել միևնույն միջոցառումը (գրունտային ջրերի տեղադիրքի իջեցում) և առանձնակի նշանակություն ունեցող (աղազերծում, քիմիական մելիորացիա)

Ոռոգելի հողերի ագրոտեխնիկական միջոցառումները պետք է իրականացնել՝ հաշվի առնելով աերացիայի գոտու հողագրունտների մեխանիկական կազմը:

Ցանկացած խմբի (այդ թվում՝ չաղակալված) հողերի համար հարկադրական անհրաժեշտություն է կազմել աղերի պարունակության հաշվեկշիռ, որը կթելադրի հետագա միջոցառումների ճիշտ գործընթացներ:

С.М. Мкртчян,
Р.Р. Манукян

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПОЧВ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

Вследствие неблагоприятных почвенно-водногеологических условий гидроморфных ландшафтов наблюдается накопление различной степени солей, в результате чего формируются почвы трех групп: 1) незасоленные, 2) слабо- и средне- и 3) сильно- и очень сильно засоленные. С целью создания благоприятного мелиоративного состояния отмеченных трех групп почв, важным мероприятием является составление водно-солевого баланса системы "оросительные-зоны аэрации-грунтовые-дренажные воды" и регулирование норм ее элементов, посредством промывки почв и интенсивной работы дренажа.

Необходимо осуществить контроль за минерализацией оросительных, грунтовых и дренажных вод, для обеспечения наилучших геологоэкологических условий почв.

Ключевые слова: *засоление почв, грунтовая вода, дренаж, сельскохозяйственная культура, урожай*

S.M.Mkrtchyan
R.R.Manukyan

THE ECOLOGICAL ISSUES AND MEASURES ON IMPROVING ARARAT PLAIN SOILS

In the result of infavourable soil-water-geological conditions of hydromorphic landscapes there is an accumulation of different degree of salt, in the result of which 3 groups of soils are being formed:1) free-salined, 2) poorly-and, medium-and, 3) strongly- and very strong salted. For the purpose of creating favorable reclamations conditions of noted 3 groups of soils, an important event is the compilation of water-salt balance of the system "irrigation- aeration zones-earth-drain water" and norm regulation of its elements, by means of washing soils and intensive drainage work. It is necessary to implement a control of the mineralization of irrigation, earth and drain water, to ensure the best environmental-geological conditions of soils.

Keywords: *soil salinity, ground water, drainage, crop, harvest*

Գրականություն

1. **Ковда В.А., Мкртчян С.М.** Управление водно-солевым режимом почв содовых гидроморфных ландшафтов. – Пущино: АН СССР, 1987. - 39 с.
2. **Манукян Р.Р.** О ~~мелиоративной~~ группировке солонцов-солончаков Араратской равнины и путях их улучшения // Тр.НИИПиА Арм ССР. - Ереван, 1989. - Вып. XXIV. - С.54-59.
3. **Манукян Р.Р.** Особенности водно-солевого режима мелиорированных солонцов-солончаков Араратской равнины в процессе их сельскохозяйственного использования/ Гос. ком. по экономике РА; Арм НИИ науч.- техн.- эконом. исследов. - Ереван, 1991. - 51 с.
4. **Бабаян С.А.** Сельскохозяйственное освоение рассоленных земель Араратской равнины Арм ССР на примере Ерасхаунской ОМС Октемберянского района: Дисс. ... канд. сельхоз. наук; 06.01.03- почвоведение. - Ереван, 1974. - 169 с.
5. **Ковда В.А., Самойлова Е.М.** Некоторые проблемы содового засоления // Тр.Арм НИИПиА. - Ереван, 1971. - Вып.6. - С.17-34.
6. **Мкртчян С.М.** Управление водно-солевым режимом содовых почв: Дисс. ... доктора биол.наук. - М.: МГУ,1991. – С. 62.
7. **Папинян В.А.** Пути освоения и эффективного использования солонцов-солончаков Араратской равнины: Автореф. дисс. ... доктора сельхоз.наук. - Ереван: НАУА, 2013. - 50 с.
8. **Петросян Г.П., Читчян А.И.** Почвы содового засоления Араратской равнины и методы их освоения// Тр. Арм НИИПиА. - Ереван, 1971. - Вып.6. - С.59-77.
9. **Саакян С.В., Манукян Р.Р.** Влияние степени мелиорированности солонцов-солончаков на их водно-физические свойства и урожайность сельскохозяйственных культур// Тр.НИИПиА АрмССР. - Ереван, 1988. - Вып. XXIII. - С. 147-151.
10. ՀՀ ոռոգելի և չորացված հողերի մելիորատիվ վիճակի կադաստր/ ՀՀ ԳՆ, ՋՏՊԿ. - Երևան, 2013. - 204 էջ:

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Մկրտչյան Սերգեյ Միքայելի, կենս. գ.դ., պատվավոր պրոֆ. *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակ.Ի.Եղիազարովի անվ. Ջրային համակարգերի, ջրային ռեսուրսների կառավարման և համալիր օգտագործման պրոբլեմային լաբորատորիա, ավ. գ.ա., (+374) 94233347,* ***Մանուկյան Ռուզաննա Ռուբենի, գյուղ. գ.դ., պրոֆ.*** *(ՀՀ, ք. Երևան) Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան, Ընդհանուր երկրագործության ամբիոնի վարիչ, (+374) 91808385,* ruzmanukyan@mail.ru:

Мкртчян Сергей Микаелович, д-р биол. н., почетный проф. *(РА, г. Ереван) – НУАСА, Проблемная лаборатория водных систем, водных ресурсов, управления и комплексного использования им. акад.И. Егиазарова, с. н. с., (+374) 094233347,* ***Манукян Рузанна Рубеновна, д.с.-х.н., проф.*** *(РА, г. Ереван) –Национальный аграрный университет Армении, заведующая кафедрой Общего земледелия, (+374) 91808385, ruzmanukyan@mail.ru .*

Mkrtchyan Sergey Mikayel, Doctor of Science (Biology), honorary prof. *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of* Water Systems*, Complex Use and Manage of Water Resourses after I.Yegiazarov, senior scientific researcher, (+374) 94233347,* ***Manukyan Ruzanna Ruben, Doctor of Science (Agriculture), prof.*** *(RA, Yerevan) –National agrarian university of Armenia, Head of the Chair of General Agriculture, (+374) 91 808385,* ruzmanukyan@mail.ru.

Ներկայացվել է՝ 23.03.2015
Ընդունվել է տպագրության՝02.04.2015

UDC 666.94

CONSTRUCTION

H.Yousefi Amiri,
D.A. Mkhitaryan

STRENGTH ASSESSMENT OF POLYPROPYLENE CONCRETE UNDER COMPRESSION

The interest in the use of fibers for the reinforcement of composites has increased during the last several years. A combination of high strength, stiffness and thermal resistance favorably characterizes the fiibers. In this study, the results of the Strength properties of Polypropylene fiber reinforced concrete have been presented.The compressive strength, tensile strength of concrete samples made with 12 mm fibers studied. Polypropylene Fiber Reinforced Concrete is an embryonic construction material which can be described as a concrete having high mechanical strength, Stiffness and durability.

***Keywords**: concrete, polypropylene fibers, compressive strength, tensile strength*

Introduction

Concrete and steel were always considered the most important, and the most commonly used structural materials. The development of new high-performance composite materials that are stronger and more durable than conventional materials (e.g., Portland cement concrete, steel, wood, and masonry) is important to the construction industry .The use of concrete in the construction is very old. The first concrete used in history is reported to the Greeks and Romans times. In 1756, John Sweaton, in order to rebuild an important monument (Eddystone Lighthouse), developed the first mortar. "Portland Cement" appeared more less one hundred years later. Its name was given due to the resemblance of the color and quality of the hardened cement to Portland stone.

In the 20th century polymers grows up lot. In the 1990`s production of polymers get bigger amount than the steel products Construction industry is the biggest user of polymeric productions and they use about 25 to 30 percent of the polymers world production. Concrete depend on its cost and the simple using also its high compressive strength is one of the more useful material in the construction industry.

Materials the tests (Preparation of sample)

Superplasticizer used by Name Power plaster-RM Abadgaran companies and The fibers polypropylene fibers were prepared from the company Samples cubic 100 *mm* and Fiber length used, 12 *mm.* The First slump without adding The fibers and Superplasticizer was 7...9 *cm.* The duration of the drying concrete, 7,14 and 28 days.

Use of polypropylene (PP) fibers is efficient in order to overcome these problems,mainly due to excellent properties and low cost [1].

By utilization of Polypropylene fibers in concrete not only optimum utilization of materials is achieved but also the cost reduction is achieved [2]. Adding fibers reduces the slump of concrete. There appears to be less plastic shrinkage and less plastic shrinkage cracking when concrete contains polypropylene fibers [3]. Compressive strength presents the compressive strength results of the concretes [4]. Polymer concrete, known also as resn concrete, is a constructional composite, a variation of concrete, in which traditional binder - cement, has been completely replaced with synthetic resins with a hardening agent and filler: mixture of sand-and-gravel and quartz powder. Binder of polymer concrete is crucial for improved strength in relation to ordinary concrete, and particularly for chemical resistance [5].

Table 1

Physical characteristics of Polypropylene fibers

Specific gravity	0,91 gr/cm^3
Cut length	12 *mm*
Width crossing	Circular
Melting point	250 °*C*
Water absorption	0

Modern construction material - POLYMER CONCRETE

Nowadays, requirements to be met by construction materials include not only strength features, but also chemical resistance, resulting from the increasing contamination of the natural environment, leading to the need to protect and increase durability of building structures. Polymer concrete is an innovative and modern material, which excellently complies with all the strict requirements on durability, chemical resistance, and which, at the same time, offers high mechanical strength.

Polymer concrete, known also as resin concrete, is a constructional composite, a variation of concrete, in which traditional binder - cement, has been completely replaced with synthetic resins with a hardening agent and filler: mixture of sand-and-gravel and quartz powder. Binder of polymer concrete is crucial for improved strength in relation to ordinary concrete, and particularly for chemical resistance. The durability of concrete improves and addition of polypropylene fibers greatly improves the fracture parameters of concrete [2]. Polymer and polymer-cement concretes have greater tensile strength and are less brittle and more susceptible to deformation than cement concretes. They have higher water impermeability and resistance to cold, abrasion, and aggressive liquids and gases [6]. Polymer concrete presents concrete with polymer additive either materials in which polymer is considered to be the unique binder [7]. The cost of maintenance for polymer concretes per year of service life is significantly less than that of concrete with applied barrier coatings [8].

Properties of POLYMER CONCRETE

Using resins instead of traditional binder help us obtain a series of interesting properties such as high chemical resistance to many corrosive chemical substances or high mechanical strength. In case of ordinary concrete, the strength properties of cured cement paste are at least several times lower than the corresponding features of the mother rocks of the aggregate, and the adhesion of binder-and-aggregate is relatively small. The situation is different in case of resin concretes: the tensile strength of hardened resin binder is much higher, and the compressive strength is similar to the strength of the rocks from which the aggregate was obtained. The advantages of polymer concrete are particularly noticeable when comparing its individual properties to traditional B30 class concrete (table 2).

Table 2

Comparison of properties of polymer concrete and traditional B30 class concrete

	Polymer concrete	B30 concrete
Compressive strength Rc , MPa	**80-110**	**30**
Bending tensile strength Rg, MPa	**22-35**	**2-4**
Splitting tensile strength Rr, MPa	**8 -12**	**1,5-2,0**
Abrasion resistance, cm	**0,1-0,2**	**0,6**
Moisture absorption, mm	**0**	**4-8**

Other advantages of polymer concrete should be mentioned as well:

Impervious to liquids, small number of pores, absolute tightness, high frost resistance resulting from non (moisture) absorbing property, good electric insulation,high resistance to corrosive chemical substances, including acids and bases, high resistance to scratches, it does not peel, does not splinter, does not require any maintenance, no erosion, which reduces costs of maintenance and exploitation, it may be applied for any load class, due to properties of polymer concrete, products made of this material are durable and strong, are characterised by higher mechanical resistance to loads than traditional concrete which means that the cross-sectional area for comparable load classes are smaller in case of polymer concrete products thus they are lighter than concrete products which results in easier and quicker installation, due to natural components it is an environment friendly material, debris may be reused aggregate may return to the production process,good adhesion to essential constructional materials (steel, traditional concrete), good ability to dampen vibrations due to resins contained in the material, possibility to obtain very smooth surfaces guaranteeing many practical applications, possibility to design eye-catching, durable colour solutions (according to RAL - colours do not fade for a very long period of time - resistant to UV radiation), resistance to changing weather conditions and atmospheric factors,very short time to achieve installation and usage efficiency, easy drilling and cutting with diamond bits and saw blades, High abrasion resistance (comparable with granite).

Intended use of POLYMER CONCRETE

Due to its properties, polymer concrete is nowadays used in many applications: production of prefabricated products for bridge drainage system (bridge edge beams, bridge kerbs, bridge drainage inlets, gutters), production of prefabricated products for linear drainage systems (channels, linear drainage channels, linear drainage silt boxes) production of industrial tanks, intended for electrolysis of non-ferrous metals,production of catch basins and channels to drain aggressive industrial wastewater, water meter chambers, sewage pump stations, production of storage tanks to store corrosive substances, e.g. acids, bases, Execution of chemical resistant cladding as chemical resistant coats made of laminates or resin composites.

Properties of fresh concrete.

The most important property of fresh concrete is its workability or flowability,because this determines the ease with which it can be placed. It is determined using a slump test,in which a standard truncated metal cone form is filled with fresh concrete (fig. 1, table 3). The mold is then lifted vertically, and the resulting loss in height of the concrete cone, or the slump value, is indicative of the concrete's workability. For very liquid mixes, the flow test is performed, which is similar to theslump test, except that the mean diameter of the cake formed by the fresh concrete (or mortar) is measured [9].

Table 3

Recommended value of slump for various types of construction as per ACI 211.1-91

Type of construction	Range of slump (mm)
Reinforces foundation walls & footings	20-80
Plain footings,substructure wall	20-80
Beams & reinforced walls	20-100
Building columns	20-100
Pavements & slabs	20-80
Mass concrete	20-80

Fig. 1. Concrete slump test with a slump

The Benefits of polymer concrete: better strength, better compressive tensile and bending strength [2], better attenuation, **b**etter durability, better impact and abrasion strength, better weathering resistance, better chemical attack resistance, better resistance against industrial and environmental factors, less water absorption, better physical and chemical properties, better decorative properties.

Polymer and polymer-cement concretes have greater tensile strength and are less brittle and more susceptible to deformation than cement concretes. They have higher water impermeability and resistance to cold, abrasion, and aggressive liquids and gases.Polymer and polymer-cement concretes are used for floors in industrial plants, garages, and hospitals. They are used in the production of high-quality road and airfield pavings and for repairing damaged concrete surfaces and patching cracks.

A composite material that consists essentially of abinding medium, such as a mixture of portland cement and water, within which are embedded particles or fragments of aggregate, usually a combinationof fine and coarse aggregate [9].

Table 4

Aggregate particle size distribution(sand) concrete

Sieve No	The residual weight left on the sieve	The residual percentage left on the sieve	The passing percentage through each sieve
4	50	5,0	95,0
8	95	9,5	85,5
16	79	7,9	77,6
30	215	21,5	56,1
50	350	35,0	21,1
100	140	14,0	7,1

The residual percentage left on the sieve = (the residual soil weight left on each sieve/
The total weight sample*100) • the total weight sample=1000 *gr*
The passing percentage through each sieve= (100- The residual percentage left on the sieve).

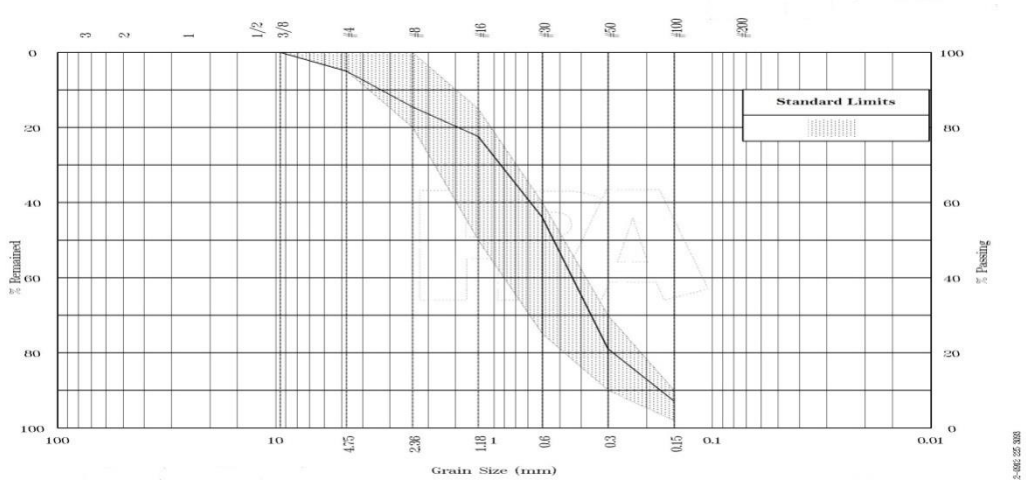


Fig.2

Table 5

Aggregate particle size distribution(Gravel) concrete

Sieve No	The residual weight left on the sieve	The residual percentage left on the sieve	The passing percentage through each sieve
3/4	345	34,5	65,5
3/8	410	41,0	24,5
4	239	23,9	0,6

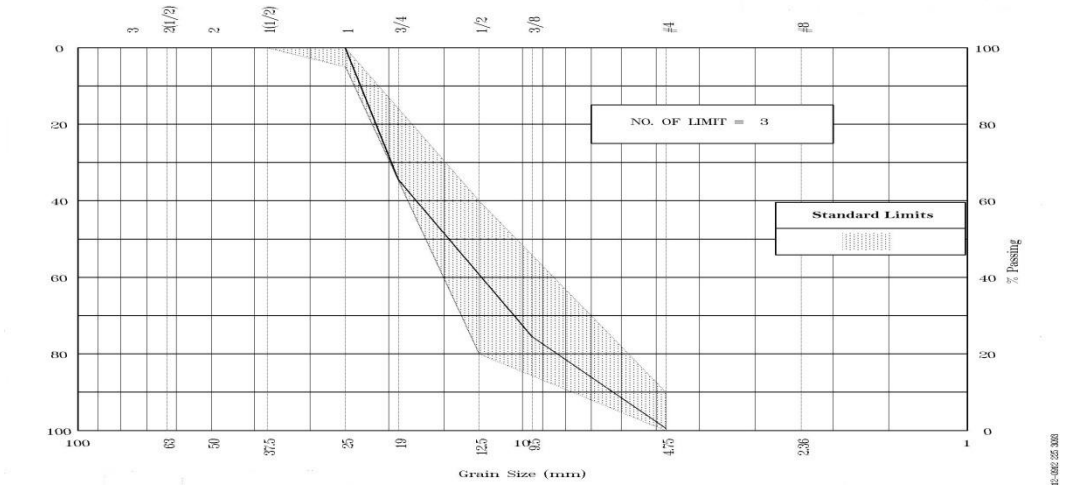


Fig.3

1-non polymer concrete Compressive strength 2- polymer concrete Compressive strength Concrete compressive strength

Table 6

Admixture Concrete, Compressive strength

Sample	Concrete Admixture							Compressive strength, (kg/cm^2)		
	Gravel, *gr*	Sand, *gr*	Cement, *gr*	Water, *cc*	Polymer Solid (P.P), *gr*	Polymer Liquid (St-503), *cc*	Super plasticizer	7 Day	14 Day	28 Day
1	475	717,5	125	280	0	0	7,5	94,80	96,70	127,64
2	736	528,0	894	400	10	5	10,0	146,89	209,81	458,61

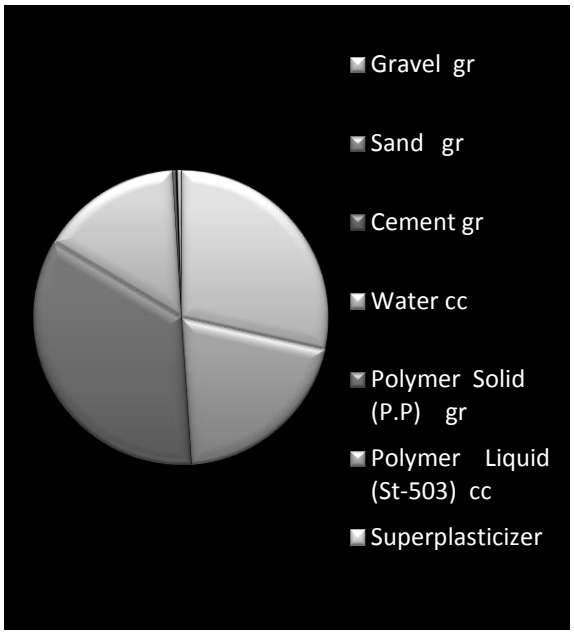


Fig. 4. Compressive strength

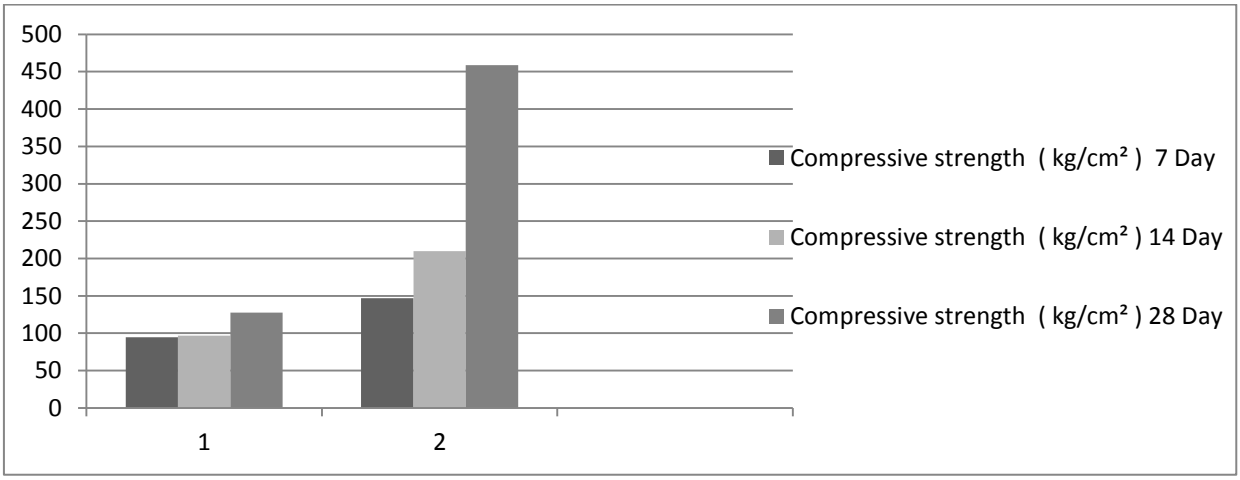


Fig.5.

1- non polymer concrete Tensile strength, 2- polymer concrete Tensile strength

Table 7

Admixture Concrete, Tensile Strength

Sample	Concrete Admixture						Tensile strength, (kg/cm^2)	
	Gravel, *gr*	Sand, *gr*	Cement, *gr*	Water, *cc*	Polymer Solid (P.P), *gr*	Polymer Liquid (St-503), *cc*	7 Day	28 Day
1A	6160	4110	2650	930	0	0	25	34
1B	6160	4110	2650	930	5	2,5	32	37

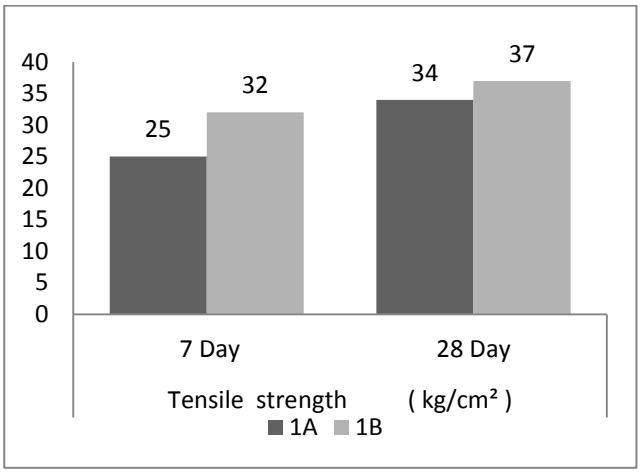


Fig. 6. Tensile strength

Fig. 7. Concrete with fibers

Table 8

Concrete Admixture, Flexural Strength

Sample	Concrete Admixture							Flexural strengt, (kg/cm^2)	
	Gravel, *gr*	Sand, *gr*	Cement, *gr*	Water, *cc*	Polymer Solid (P.P), *gr*	Polymer Liquid (St-503), *cc*	Superplasticizer	7 Day	28 Day
1C	15190	10135	6530	2000	0	0	19,59	47	73
3C	15190	10135	6530	2000	67,5	33,75	19,59	40	67

Fig. 8. Concrete with fibers

CONCLUSIONS:

The high flexibility allows the spanning of substrate cracks and provides waterproofing and protection that cannot be achieved using conventional mortarsor high Tg polymer modified mortars.

Meanwhile adding a little polypropylene to concrete improves its mechanical properties. High tensile strength of this fibers, may improve concrete capacity as time passes and prevents its volume changes.

And also fibers prevent the progression of cracks,resist against their propagation like a bridge. Presence of polypropylene fibers inhibits intrinsic cracking in concrete. Fibers in the matrix increase cohesion and hence the failure is observed to be ductile and gradual for the fiber reinforced deep beams. Adding fibers to concrete mixture decreases slump. Fibers have high special surface, reinforces cement and keeps concrete. Increasing fibers increases compressive strength of concrete. Based on the Experimental Investigations, the following conclusions were drawn.(1) The ompressive strength and tensile strength with fiber tests reveals that , in Comparison with samples without fibers more strength ..(2) The samples with fibers 12 *mm* showed optimum results in Comparison with other samples in this study.(3) Eventually in our Flexural Strength experiment by using that amount of fiber in that mentioned Composition our experiment would not be successful .

Հ. Յուսեֆի Ամիրի,
Դ.Ա.Մխիթարյան

ՃՆՇՄԱՆ ՏԱԿ ԳՏՆՎՈՂ ՊՈԼԻՊՐՈՊԻԼԵՆԱՅԻՆ ԲԵՏՈՆԻ ՈՒԺԱՅԻՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Վերջին տարիներին ողջ աշխարհում աճել է հետաքրքրությունը կոմպոզիտային նյութերի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարելավմանն ուղղված միտվածության նկատմամբ: Մանրաթելերը բնութագրվում են բարձր ամրությամբ և ջերմային դիմադրողականությամբ: Այս ուսումնասիրության մեջ ներկայացվում է սեղմման տակ պոլիպրոպիլենային մանրաթելային ամրանավորմամբ բետոնի ամրության հատկությունը: Ուսումնասիրվել են 12 մմ մանրաթելերով պատրաստված բետոնային նմուշների սեղմման և ձգման առավելագույն ուժերը: Պրոպիլենային մանրաթելով ամրանավորված երկաթբետոնը սաղմնային կառուցվածքով նյութ է, որն իրենից ներկայացնում է բարձր ամրությամբ և երկարակեցությամբ բետոն:

Առանցքային բառեր. *բետոն, պրոպիլենային մանրաթելեր, սեղմման ուժ, առաձգականություն*

Х.Юсефи Амири,
Д.А.Мхитарян

СИЛОВАЯ ОЦЕНКА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОГО БЕТОНА ПОД ДАВЛЕНИЕМ

За последнее время во всем мире возрос интерес к использованию армирующих волокон для улудшения физико-механических свойств композитов. Эти волокна обладают высокой прочностью,

твердостью и термостойкостью. В этом исследовании приведены итоги силового свойства железобетона, армированного полипропиленовым волокном. Исследована предельная сила сжатия и растяжения бетонных образцов, изготовленых из 12 мм волокон. Армированный полипропиленом железобетон - это материал с эмбриональной структурой, представляющий собой как бетон с высокой прочностью и долговечностью.

Ключевые слова: *полипропиленовые волокна, сила сжатия, сопротивление, растяжение*

References

1. Effect of polypropylene fibers on the strength and heat resistance of concrete. – URL: http://ecc.isc.gov.ir.
2. **Madhavi1 T.Ch., Swamy Raju L., Deepak Mathur.** Polypropylene Fiber Reinforced Concrete// International Conference on Advances in Civil Engineering and Chemistry of Innovative Materials (ACECIM'14): International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. Certified Journal. – June 2014. – Vol.4, Special Issue 4. – P.114-119. - URL: www.ijetae.com.
3. **www.concrete construction.net.**
4. Mechanical properties of self-compacting concrete reinforced with polypropylene fibres/ **O. Gencel, C. Ozel, W. Brostow, G. Martı´nez-Barrera**. – URL: www.scielo.br.
5. **Hossein YousefiAmiri, Mkhitaryan D.A.** Services Fiber Reinforced Polymers Masonry Parapets Strengthened with Fiber Reinforced Polymer (FRP)/ Institute of geophysics and engineering seismology NAS RA// Youth scientific council of NAS RA. – Yerevan, 2013. - P.185-192.
6. **Mechanical characterization** of fiber reinforced Polymer Concrete: Programa de Pós-Graduaçãoem Engenharia Mecânica/ Laboratório de Mecânica Teórica e Aplicada – LMTA, Universidade Federal Fluminense – UFF // Mat. Res. - São Carlos, July/Sept. 2005. - Vol.8, N 3. - URL: http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392005000300023.
7. **Hossein YousefiAmiri, Mkhitaryan D.A.** Application of polymers in modern construction/ Institute of geophysics and engineering seismology NAS RA // Proceedings international school-conference of young scientists Mechanics dedicated to the 70th anniversary of foundation of National Academy of sciences of Armenia. -Tsakhkazor, Armenia, 2013. - P.251-255.
8. **Hossein YousefiAmiri, Mkhitaryan D.A.** Polymer Concrete for Structural Restoration and Corrosion Protection of Concrete Support Columns/ Institute of geophysics and engineering seismology NAS RA// Proceedings the first international conference of young scientists dedicated to the 70th anniversary of foundation of National Academy of sciences RA. - Gitutyun publishing hose, 2013. - P. 352-356.
9. **Concrete.** Reprinted from the McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, 10th Edition. – URL: www.columbia.edu.

Մխիթարյան Դոլորես Աղասու *(ՀՀ, Գյումրի) - ՀՀ ԳԱԱ Ա. Նազարովի անվ. Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտ, Գյումրի, ա.գ.ա., (+374) 93896047, (+374) 55110112, dolores.mhitaryan@dex.ru,* ***Հոսսեին Յուսեֆի Ամիրի*** *(ԻԻՀ) - Հայաստանի գիտությունների ազգային ակադեմիա, ասպիրանտ, (+374) 95301256, yousefih29@yahoo.com:*

Мхитарян Долорес Агасиевна *(РА, Гюмри) - Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА, Гюмри, с.н.с, (+374) 93896047, (+374) 55110112, dolores.mhitaryan@dex.ru,* ***Хоссеин Юсефи Амири*** *(ИРИ) - Национальная академия наук РА, аспирант, (+374) 95301256, yousefih29@yahoo.com.*

Mkhitaryan Dolores Aghasi *(RA, Gyumri) - Institute of Geophysics and Engineering Seismology after A. Nazarov of NAS RA, Gyumri, senior researcher, (+374) 93896047, (+374) 55110112, dolores.mhitaryan@dex.ru,* ***Hossein Yousefi Amiri*** *(IRI) - National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, postgraduate student, (+374) 95301256, yousefih29@yahoo.com.*

Ներկայացվել է՝ 03.04.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 18.05.2015թ.

ՀՏԴ 666.9.01

ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
Ն.Վ.Չիլինգարյան,
Ա.Ս.Մեյմարյան,
Հ.Ա.Սարգսյան

ՑԵՄԵՆՏԱՅԻՆ ՔԱՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿՈՌՈԶԻԱՅԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Բետոնե, երկաթբետոնե կառույցների և շինվածքների երկարակեցության բարձրացման խնդիրների ժամանակակից գրականության տվյալների վերլուծությամբ ի հայտ են բերված ֆիզիկաքիմիական այն ագրեսիվ գործոնները, որոնք բետոնի գլխավոր բաղադրիչի՝ ցեմենտային քարի քայքայման հիմնական պատճառն են: Վերլուծության են ենթարկված և բացահայտված յուրաքանչյուր ագրեսիվ միջավայրի ներգործության առանձնահատկությունները: Ցույց են տրված, որ բետոնը և երկաթբետոնը քիմիական կոռոզիա տեսակներից պաշտպանելու համար առավել նպատակահարմար է արհեստականորեն փոխել ցեմենտային կլինկերի միներալային կազմը:

Առանցքային բառեր. *ցեմենտի կլինկեր, միներալային կազմ, կոռոզիա, ագրեսիվ միջավայր, արհեստական քար, երկարակեցություն*

Բետոնե և երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների և կառույցների շահագործման փորձը ցույց է տվել, որ որոշ դեպքերում բետոնը տարբեր հեղուկների և գազերի ագրեսիվ ֆիզիկաքիմիական ներգործման տակ ժամանակի ընթացքում կարող է քայքայման ենթարկվել: Ընդ որում, գազային միջավայրում բետոնի քայքայումը սովորաբար պայմանավորված է խոնավության (ջրի) առկայությամբ: Բետոնի քայքայումը (կոռոզիան) առաջանում է ի հաշիվ դրա ծավալի մեջ ագրեսիվ նյութերի ներթափանցմանը: Այդ երևույթը հատկապես ինտենսիվ է ընթանում ագրեսիվ նյութերի ֆիլտրմամբ բետոնի ճաքերով և ծակոտիներով [1]:

Բետոնի կոռոզիան հիմնականում պայմանավորված է ցեմենտային քարի քայքայմամբ: Ցեմենտային քարը տարասեռ մի համակարգ է, որը բաղկացած է ցեմենտի հիդրատացման ընթացքում առաջացած դոնդողանման ու բյուրեղային նորագոյացումներից և չնչին քանակության որոշ չհիդրատացված կլինկերային հատիկներից: Ընդ որում, ցեմենտի և ջրի փոխազդեցության դեպքում նորագոյացումները հիմնականում ներկայացված են դոնդողանման զանգվածի տեսքով, որը հիմնականում կազմված է կալցիումի հիդրոսիլիկատի նուրբ միկրոբյուրեղային մասնիկներից: Դոնդողանման զանգվածն իր հերթին ճեղքվում է կալցիումի հիդրոսիլիկատի համեմատաբար խոշոր բյուրեղներով: Ցեմենտային քարի այդպիսի «համակցված» կառուցվածքը, որը կտրուկ տարբերվում է մի շարք նյութերի՝ մետաղների, ապակու, գրանիտի և այլնի հատկություններից, պայմանավորում է դրա յուրահատուկ հատկությունները [2]:

Բետոնում ցեմենտային քարը ոչ միայն պետք է ապահովի արհեստական կոմպոզիցիոն քարային նյութի համաձուլվածությունը և ամրությունը, այլ նաև դրա հիման վրա

պատրաստված կոնստրուկցիաների երկարակեցությունը շահագործման տարբեր պայմաններում: Ցեմենտային քարի կայունությունը նախ և առաջ կախված է հետևյալ ֆիզիկաքիմիական գործոններից. միջավայրի ջերմախոնավային ռեժիմի փոփոխությունից՝ պարբերաբար խոնավացումից և չորացումից, սառեցումից և հալեցումից, ինչպես նաև տարբեր բնույթի ագրեսիվ ջրերի ազդեցություններից:

Ցեմենտային քարի ամենահաճախ դիտվող քիմիական կոռոզիան համաձայն Վ.Մ.Մոսկվինի դասակարգման [3], ըստ ներգործության մեխանիզմի տեղի է ունենում երեք ձևով, որոնցից յուրաքանչյուրը շատ դեպքերում առանձին-առանձին չեն դիտվում: Հիմնականում ցեմենտային քարի կոռոզիան ընթանում է երկու տեսակների միաժամանակ ներգործությամբ:

Առաջին տեսակի կոռոզիան պայմանավորված է կալցիումի հիդրոսիլիկատի տարալվացման երևույթով: Այս դեպքում կոռոզիայի աստիճանը կախված է ցեմենտային քարից $Ca(OH)_2$-ի լվացման արագությունից: Բետոնի (ցեմենտային քարի) քայքայման աստիճանը նախ և առաջ կախված է բաց և մազանոթային ծակոտիների ծավալից, ջրի ժամանակավոր կոշտությունից ու այն հանգամանքից, թե բետոնը ճնշումային է թե ոչ: Քանի որ պորտլանդցեմենտի միներալների հիդրատացման ընթացքում բետոններում գոյացող նորագոյացումները քիմիապես կայուն են կալցիումի հիդրոսիլիկատի միայն որոշ կոնցենտրացիաների դեպքում, ապա այդ միացության պարունակության նվազումը բերում է նորագոյացումների մասնակի քայքայմանը և հետևաբար՝ բետոնի ամրության իջեցմանը:

Կալցիումի հիդրօքսիդի կոնցենտրացիայի նվազումը մինչև 1,1*գ/լ* (վերահաշված ըստ CaO-ի) նպաստում է C_2SH_2-ի քայքայմանը մինչև ցածր հիմնայնության CSH(B) տիպի հիդրոսիլիկատների: Ավելի ցածր կոնցենտրացիաների դեպքում (1,08...0,36 *գ/լ*) սկսվում է կալցիումի հիդրոալյումինատների և հիդրոալյումաֆերիտների քայքայումը: Հետևաբար կարելի է եզրակացնել, որ նման կոռոզիայի նկատմամբ ավելի կայուն են ցածրահիմնային հիդրոսիլիկատները, որոնց քայքայումը սկսվում է միայն այն դեպքում, երբ CaO-ի կոնցենտրացիան միջավայրում իջնում է 0,08...0,06 *գ/լ*:

Ցեմենտային քարի 15...30% CaO-ի տարալուծման դեպքում ամրությունը նվազում է մոտավորապես 40...50%-ի չափով: Բետոնի տարալվացումն էապես կախված է ջրում գտնվող $Ca(HCO_3)_2$ և $Mg(HCO_3)_2$ պարունակությունից, որոնք պայմանավորում են ջրի ժամանակավոր կոշտությունը: Ինչքան ցածր է այդ միացությունների կոնցենտրացիան, այնքան ջուրը փափուկ է, իսկ քայքայման աստիճանը՝ մեծ: Ըստ ժամանակավոր կոշտության, ագրեսիվ են համարվում այն ջրերը, որոնցում $Ca(HCO_3)_2$ և $Mg(HCO_3)_2$ կոնցենտրացիաները ցածր են 1,4...0,7 *մգ էկվ/լ*: Բարձր կոնցենտրացիա ունեցող ջուրը կարող է ունենալ նույնիսկ դրական ազդեցություն, քանի որ բիկարբոնատների և հիդրօքսիդի փոխազդեցության դեպքում առաջանում է կալցիումի կամ մագնեզիումի կարբոնատ, որի լուծելիությունը ջրում մոտավորապես 100 անգամ ցածր է, քան $Ca(OH)_2$-ինը.

$$Ca(OH)_2+Ca,Mg(HCO_3)_2 \rightarrow 2(Ca,Mg)CO_3+2H_2O:$$

Առաջացող կարբոնատը նստելով բետոնի ծակոտիների մեջ, բարձրացնում է դրա մակերևույթի խտությունը՝ դարձնելով այն բավականին ջրանթափանց:

Բացի վերը նշված գործոններից, նման կոռոզիայի արագությունը կախված է բետոնի կառույցի վրա ազդող ջրի ճնշումից: Ինչքան բարձր է ճնշումը, այնքան ջուրը խորն է թափանցում բետոնի ծավալի մեջ և մեծ քանակության $Ca(OH)_2$ լուծում:

Թթվային կոռոզիայի երևույթը հիմնականում բացատրվում է պորտլանդցեմենտային քարի բաղադրիչների ակտիվ փոխազդեցությամբ՝ թթուների և թթվային աղերի հետ: Ազատ վիճակում թթուները հանդիպում են քիմիական արդյունաբերության կեղտաջրերում: Թթվային միջավայրը կարող է առաջանա կոնստրուկցիաների մակերեսի վրա կոնդեսացվող խոնավության դեպքում, երբ մթնոլորտը պարունակում է ագրեսիվ նյութեր: Թթուները փոխազդեցության մեջ մտնելով ցեմենտային քարի բաղադրիչների հետ, առաջացնում են կամ շատ հեշտ լուծվող միացություններ, կամ դոնդողանման նոր նյութեր, որոնք ամրություն չունեն: Նման քայքայման ինտենսիվությունը կախված է ագրեսիվ լուծույթի կոնցենտրացիայից և ջերմաստիճանից, ինչպես նաև լուծույթի հոսքի արագությունից: Թթուների բացասական ազդեցությունը սկսվում է ի հայտ գալ արդեն այն ջրերում, որոնց $pH \leq 6$: Այս կոռոզիայի տեսակներին են պատկանում ընդհանուր թթվային, ածխաթթվային և մագնեզիումային կոռոզիաները (բացի այն դեպքերից, երբ ջուրը պարունակում $MgSO_4$):

Առաջին դեպքում քայքայումը բացատրվում է տարբեր հեշտ լուծվող աղերի առաջացումով, որոնք շատ արագ տարալվացվում են բետոնից, օրինակ.

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O, \quad Ca(OH)_2 + 2NaCl \rightarrow CaCl_2 + 2NaOH:$$

Ածխաթթվային կոռոզիայի դեպքում քայքայումը պայմանավորված է հետևյալով. օդում գտնվող ածխաթթու գազը (CO_2) լուծվելով ջրում՝ առաջացնում է ածխաթթու (H_2CO_3), որի ցածր կոնցենտրացիայի դեպքում կոռոզիայի երևույթ չի դիտվում, քանի որ փոխանակման ռեակցիայի ընթացքում առաջանում է կալցիումի կարբոնատ.

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O:$$

Բարձր կոնցենտրացիայի դեպքում ածխաթթվի ավելցուկը, որը համարվում է ագրեսիվ, սկսում է փոխազդել նախկինում առաջացած կարբոնատի հետ՝ առաջացնելով կալցիումի բիկարբոնատ, որը հեշտությամբ լուծվում է և հեռացվում հոսող ջրով.

$$H_2CO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2:$$

Մագնեզիում պարունակող աղերի բարձր կոնցենտրացիայի դեպքում գրունտային և հատկապես ծովային ջրերում, որոնցում $MgCl_2$–ի պարունակությունը հասնում է 3,8 *գ/լ*, կոռոզիայի երևույթը դիտվում է սկսած արդեն դրա 1,5...2,0% պարունակությունից.

$$Ca(OH)_2 + MgCl_2 \rightarrow CaCl_2 + Mg(OH)_2:$$

Ցեմենտային քարի (բետոնի) քայքայման մեկ այլ պատճառն աղային կոռոզիան է՝ հատկապես սուլֆատային աղերի, ինչպես նաև ալկալիական կոռոզիան [4]:

Ալկալիական կոռոզիան ընթանում է երկու ձևով՝ ցեմենտային քարի վրա կոնցենտրիկ ալկալիների լուծույթների և ցեմենտում գտնվող ալկալիների ներգործությամբ: Այն դեպքում, երբ բետոնը հագենում է NaOH, KOH լուծույթներով և հետագայում չորանում, մթնոլորտի ածխաթթու գազի ազդեցությունը բետոնի ծակոտիներում առաջացնում է սոդա և պոտաշ, որոնց բյուրեղացումն ուղեկցվում է ծավալային ընդարձակումով, որը հանգեցնում է ցեմենտային քարի քայքայմանը՝ հատկապես երբ ցեմենտը պարունակում է մեծ քանակության կալցիումի ալյումինատ:

Ալկալիական կոռոզիան տեղի է ունենում ի հաշիվ բետոնի բաղադրիչների միջև ընթացող պրոցեսների: Ցեմենտում մշտապես առկա են տարբեր քանակության ալկալիական միացություններ: Այն դեպքում, երբ բետոնի պատրաստման համար կիրառվում են այնպիսի լուծույթներ, որոնք պարունակում են սիլիկահողի բարձր ռեակցիոնունակ ձևափոխումներ, օրինակ օպալ, կրիստոբոլիտ, օպսիդիան, խաղկեդոն և այլն, որոնք սովորական ջերմաստիճանի պայմաններում մտնելով փոխազդեցության մեջ ցեմենտում գտնվող ալկալիների հետ՝ առաջացնում են այնպիսի միացություններ, որոնք քայքայում են ցեմենտային քարը: Նման ռեակցիաների արդյունքում լցանյութերի հատիկների մակերևույթի վրա գոյանում են սպիտակ գույնի դոնդողանման միացություններ (ալկալիական սիլիկատներ), որոնց հետագա բյուրեղացումը բերում է բետոնի մակերեսի վրա միկրոճաքերի առաջացմանը, ինչպես նաև տեղային փքեցմանը և պլոկմանը: Բետոնի նման քայքայումը կարող է կատարվի շինարարության ավարտից 10...15 տարի հետո: Սուլֆատային կոռոզիան ցեմենտային նյութերի՝ մասնավորապես բետոնի, ամենատարածված քիմիական քայքայման տեսակն է:

Սուլֆատ պարունակող միջավայրում բետոնի կոռոզիայի արագությունը կախված է օգտագործվող ցեմենտի միներալային կազմից՝ ալիտից ($3CaOSiO_2$) և հատկապես ալյումինատային միներալների պարունակությունից: Նշված միներալների սահմանափակ կոնցենտրացիայի դեպքում ցեմենտային քարը, որպես կանոն, բնորոշվում է բարձր սուլֆատակայունությամբ [2, 5]: Հեղուկ ֆազում SO_4^{2-} իոնի բարձր կոնցենտրացիայի դեպքում, դա փոխազդելով Ca^{2+} կատիոնի հետ, նպաստում է գիպսի առաջացմանը.

$$Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow CaSO_4 2H_2O:$$

Գիպսը կուտակվելով ցեմենտային քարի ծակոտիներում և հետագայում բյուրեղանալով՝ առաջացնում է ձգող լարումներ, որն էլ նպաստում է բետոնի դանդաղ քայքայմանը:

Սուլֆատ իոնի ցածր կոնցենտրացիայի դեպքում կոռոզիան բացատրվում է հետևյալով. Նախ՝ սուլֆատային աղերը, օրինակ Na_2SO_4 փոխազդում են $Ca(OH)_2$–ի հետ.

$$Ca(OH)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2NaOH:$$

Ռեակցիայի ընթացքում գոյացող $CaSO_4$-ն ինտենսիվ փոխազդում է ցեմենտային քարի ալյումինատների հետ, առաջացնելով տարբեր ձևի կալցիումի հիդրոսուլֆաալյումինատներ, որոնցից ամենավտանգավորն էտտրենգիտն է.

$$3CaOAl_2O_36H_2O + 3CaSO_4 + 25H_2O \rightarrow 3CaOAl_2O_33CaSO_431H_2O,$$

որի ծավալը մոտավորապես 2,8 անգամ մեծ է փոխազդող միացությունների գումարային ծավալից: Նշված միացությունների բյուրեղների աճը բերում է ներքին լարումների գոյացմանը, որոնց ճնշումը զգալիորեն մեծ է, քան բետոնի ամրությունը, որը հանգեցնում է ոչ միայն ցեմենտային քարի (բետոնի) ինտենսիվ քայքայմանը, այլ նաև պողպատե ամրանների կոռոզիային [6, 7]:

Սուլֆատամագնեզիումական կոռոզիան դիտվում է այն դեպքում, երբ մագնեզիումասուլֆատի կոնցենտրացիան միջավայրում (գրունտային, ծովային ջրերում) գերազանցում է 0,50...0,75 %,

$$Ca(OH)_2 + Mg\,SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 + Mg(OH)_2,$$

$$3CaOAl_2O_36H_2O + 3MgSO_4 + 6H_2O \rightarrow 3(CaSO_42H_2O) + Al(OH)_3 + 3Mg(OH)_2 :$$

Ռեակցիայից հետևում է, որ երբ $MgSO_4$–ը փոխազդում է կալցիումի հիդրօքսիդի, հիդրոսիլիկատների և հիդրոալյումինատների հետ, բացի գիպսից առաջանում է փխրուն, ցածր լուծելիություն ունեցող $Mg(OH)_2$, որն ունի թույլ կապակցող հատկություն [8, 9]:

Ամփոփելով դիտարկված քիմիական կոռոզիայի տեսակները, կարելի է եզրակացնել, որ ցեմենտային քարը (բետոնը) քայքայումից պաշտպանելու գրականության մեջ հայտնի միջոցառումներից են՝ կլինկերի միներալային կազմի փոփոխությունը, կարբոնիզացումը, փուզոլանացումը, ավտոկլավային (ջերմախոնավային) մշակումը, որոնցից ավելի մատչելին և նպատակահարմարն է հնարավոր կերպով արհեստականորեն ուղղորդված փոխել ցեմենտի միներալային կազմը: Այդ նպատակով, նախ և առաջ, հիմնական խնդիրն է համապատասխան քիմիական և միներալային բաղադրության հումքային բաղադրիչների հայթայթումը և դրանց հիման վրա անհրաժեշտ հումքային խառնուրդների մշակումը:

Н.В.Чилингарян,
А.С.Меймарян,
А.А.Саргсян

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Анализом данных современной литературы по вопросам повышения долговечности бетонных, железобетонных конструкций и сооружений установлены те агрессивные физико-химические факторы, которые являются основной причиной разрушения главной составляющей бетона - цементного камня. Выявлены и проанализированы особенности разрушающего воздействия каждого вида агрессивной среды. Показано, что для защиты бетона и железобетона от химических видов коррозии наиболее целесообразным является исскуственное изменение минералогического состава цементного клинкера.

Ключевые слова: *цементный клинкер, минералогический состав, коррозия, агрессивная среда, искусственный камень, долговечность*

N.V. Chilingaryan,
A.S.Meymaryan,
A.A.Sargsyan

FEATURES OF CHEMICAL CORROSION OF CEMENT STONE

By the analysis of modern literature data concerning the problems of concrete, reinforced concrete structures and constructions are set the aggressive physical and chemical factors which are the main causes of concrete and cement stone degradation. The features of the damaging effects of each type of aggressive media have been revealed. Literature data summarization resumed that the artificial change of cement clinker mineral composition is most appropriate to protect the concrete and reinforced concrete from chemical types of corrosion.

Keywords: *cement clinker, mineralogical composition, corrosion, aggressive media, artificial stone, durability*

Գրականություն

1. **Герасименко А.А., Баталов А.К., Бочаров Б.В.и др.** Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2т., Т.2. -М.: Машиностроение, 1987.-784с.
2. **Киреев Ю.И.** Строительные материалы и изделия: Методическое пособие. - Мн., 1998.-62с.
3. **Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Газеев Е.А.** Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. -М.: Стройиздат, 1980.-535с.
4. **Киреев Ю.И**. Строительные материалы и изделия: Методическое пособие. – Мн., 1998.-192с.
5. **Мурадов Э.Г.** Материалы для приготовления бетонной смеси строительного раствора: Учебное пособие для СПТУ. -М.: Вышая школа, 1987.-111с.
6. **Микульский В.Г.** Строительные материалы. - М.: Издательство АСВ, 2000. -536с.
7. **Болдырев А.С., Золотов П.П, Люсов А.Н. и др.** Строительные материалы: Справочник. -М.: Стройиздат, 1989.-567с.
8. **Основин В.Н., Основина Л.Г., Шулянов Л.В.** Строительные материалы и конструкции: Учебное пособие. - Мн., 2000.-270с.
9. **Федосов С.В., Базанов С.М.** Сульфатная коррозия бетона. - М.: Издательство АСВ, 2003.-193с.

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

***Չիլինգարյան Նիկոլայ Վաղինակի**, տ.գ.դ., պրոֆ.* *(ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., Քիմիայի, կապակցող նյութերի և սիլիկատների ամբիոն, ամբիոնի վարիչ, (+374) 10541491, (+374) 94681188, **Մեյմարյան Արմինե Ստեփանի**, **տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, գ.ա., Քիմիայի, կապակցող նյութերի և սիլիկատների ամբիոն, լաբորատորիայի վարիչ, (+374) 10541491, (+374) 93111084, **Սարգսյան Հայկ Արարատի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական նյութերի ամբիոն, ասիստենտ, (+374) 010580156, (+374) 91701101:*

***Чилингарян Николай Вагинакович**, **д.т.н., проф.** (РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академика Ал. Таманяна, с.н.с., кафедра Химии, силикатов и вяжущих материалов, зав. кафедрой, (+374) 10541491, (+374) 094681188; **Меймарян Армине Степановна**, **к.т.н.** (РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. академика Ал. Таманяна, н.с., кафедра Химии, силикатов и вяжущих материалов, зав. лабораторией, (+374) 10541491, (+374) 93111084; **Саргсян Айк Араратович, к.т.н.** (РА, г.Ереван) - НУАСА, кафедра Строительных материалов, ассистент, (+374) 10580156, (+374) 9170110.*

***Chilingaryan Nikolay Vaghinak, doctor of sciences (engineering), professor** (RA,Yerevan) - NUACA, Research Laboratory of Architecture and Building by Academician Al. Tamanyan, senior researcher, Head of Chair of Chemistry, Binding Materials and Silicates, (+374) 10541491, (+374) 94681188; **Meymaryan Armine Stepan**, **doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering,** (RA,Yerevan) - NUACA, Research Laboratory of Architecture and Building by Academician Al. Tamanyan, researcher,Chair of Chemistry, Binding Materials and Silicates, Head of the laboratory, (+374) 10541491, (+374) 943111084, **Sargsyan Hayk Ararat, doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering,** (RA,Yerevan) - NUACA, Chair of building materials, assistant, (+374) 10580156, (+374) 91701101.*

Ներկայացվել է՝ 24.06.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 26.06.2015թ

УДК 666.0.17:543

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Э.Р.Саакян,
А.А.Арзуманян,
А.С.Оганесян

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЛОМИТНОГО СЫРЬЯ АРМЕНИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Подтверждена энергетическая эффективность производства доломитного вяжущего. Исходя из достаточного потенциала эксплуатационных свойств и наличия сырьевой базы, выдвинута идея целесообразности его широкого применения в РА взамен портландцементного и гипсового вяжущих в тех отраслях строительного производства, где функциональные показатели доломитного вяжущего наряду с требуемыми физико-механическими показателями одновременно обеспечивают также декоративность, хорошие акустические и другие характеристики продукции.

Ключевые слова: *магнезиальное вяжушее, каустический доломит, энергосбережение, термодинамический метод, лусадзорский доломит*

В Национальном университете Архитектуры и Строительства Армении разрабатываются строительные материалы нового поколения на основе хорошо забытого цемента Сореля с использованием доломитов РА.

В связи со всевозрастающими требованиями по экологичности, долговечности, экономичности строительных материалов в последние годы для благоустройства зданий все более твердые позиции занимают материалы на основе магнезиальных вяжущих, названные строительными материалами XXI в. Магнезиальные вяжущие – каустический магнезит и каустический доломит основное применение в строительстве нашли в форме различных строительных конструкций с органическими и минеральными наполнителями. Модифицированное специальными минеральными и полимерными добавками магнезиальное вяжущее имеет высокую влагостойкость и приобретает гидравлические свойства [1-4]. На магнезиальных вяжущих российская производственно-строительная компания “Сорель-Эколоджи” производит строительные и декоротивно-отделочные материалы под общим названием “магнолит”: облицовочные стеновые материалы, стеновые пеномагнезиальные пазогребные блоки, теплозвукоизоляционные подстилающие слои под напольные покрытия и материалы для промышленных высокопрочных монолитных полов [5].

На основании опыта устройства и эксплуатации полов на магнезиальном вяжущем делаются выводы об их уникальности и практически идеальной экологической безопасности. В них удачно сочетаются: высокая прочность при ударе, сжатии, изгибе и растяжении, износостойкость, негорючесть, беспыльность, адгезия к бетонным основаниям, антиэлектростатичность, маслобензостойкость, высокая технологичность производства работ, низкая пористость получаемой поверхности, практическая безусадочность и др.

В отличие от гипсовых изделий облицовочный магнезиальный камень “Sorel-Ecology” применяется как для внешней отделки зданий, как и для внутреннего оформления стен, колонн, каминов и других деталей интерьера. Известно использование каустического доломита для

получения кровельного листового волокнистого материала (белый шифер), теплоизоляционных материалов, штукатурки и др. К числу преимуществ магнезиальных цементов можно отнести: отсутствие усадки при твердении, высокая твердость, износостойкость и ударная прочность, долговечность, высокие адгезионные свойства, светлый цвет, высокая пластичность и термостойкость. Магнезиальное вяжущее может заменить также гипс, достаточных запасов которого в Армении нет.

В строительстве для внутренней обшивки стен, перегородок и перекрытий помещений, имеющих относительную влажность воздуха не более 70%, широко применяют сухую гипсовую штукатурку или гипсокартон. Это - листовый отделочный материал, изготовленный из строительного гипса с минеральными или органическими добавками или без них в виде сердечника толщиной 8, 10 и 12 *мм,* облицованного картоном. Применение сухой штукатурки ускоряет производство отделочных работ по сравнению с отштукатуриванием поверхностей мокрым способом, значительно сокращает трудозатраты и расход материалов. Гипсокартон характеризуется хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Ввиду отсутствия сырья и производственных мощностей для строительных нужд в Армению гипсокартон импортируется. Между тем, аналогично гипсокартону материал можно получать на основе доломитового вяжущего. Наши разработки [6] по модификации доломитного вяжущего с целью регулирования сроков схватывания и повышению водостойкости доломитового камня позволяют приблизить технологические параметры схватывания доломита и гипса, а значит использовать оборудование для получения гипсокартона для производства "доломито-картона". Последний от гипосокартона будет отличаться высокой водостойкостью и прочностью.

Сырем для получения магнезиальных вяжущих служат достаточно распространенные в природе карбонатные породы – магнезит и доломит. Эти породы широко используются в производстве огнеупоров, цемента, стекла и керамики. В Армении нет промышленных запасов магнезита, но обнаружены и используются в составах различных силикатных продуктов доломиты. Известно восемь месторождений доломитов, из которых разведаны два месторождения – Лусадзорское и Арзаканское. Перспективным является Лусадзорское месторождение доломитов с огромным запасами *(*~2900 млн т*)* кондиционного сырья, пригодного для производства стекла, огнеупоров для цементной и металлургической промышленности, магнезиальных вяжущих и даже для извлечения металлического магния.

Технология магнезиальных вяжущих малоэнергоемка. Для получения каустического доломита порода обжигается при температуре 650...750 ℃, затем измельчается до порошкообразного состояния. Как известно, портландцементный клинкер обжигается при температуре 1400...1500℃, и энергетические расходы на его производство велики. А между тем, во многих сферах использования портландцемент можно заменить менее энергоемким каустическим доломитом. В этой связи большой интерес представляет оценка энергоэффективности процесса получения магнезиальных вяжущих. С этой целью с привлечением термодинмамического метода [7-9] рассчитывался удельный расход тепла на обжиг вяжущих. Методика оценки состояла в моделировании процесса.

Условное разделение технологического процесса на стадии подогрева материала до температуры разложения и изотермического нагрева позволяет рассчитать расход тепла на нагрев (g) по формуле:

$$g = C_p(T_2 - T_1) = \frac{C_{p1}+C_{p2}}{2}(T_2 - T_1),$$

где C_{p1} и C_{p2} - теплоемкости при температуре $T_1 = 298\ K$ и температуре обжига T_2;

и на изотермическое разложение по уровнению Кирхгофа

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{T0}^{T} \Delta C_p dT.$$

Исходные термодинамические данные приведены в табл. 1

Таблица 1

Исходные термодинамические данные [9]

Соединение	$-\Delta H_{298}^0$, *кДж/моль*	$C_p = f(T)$, Дж/(моль. град)	**Т,** *K*
$CaMg(CO_3)_2$ доломит	2326,30	$156{,}19+80{,}46 \cdot 10^{-3}T - 21{,}59 \cdot 10^5\ T^{-2}$	298...1100
$CaCO_3$ кальцит	1206,88	$104{,}52+21{,}92 \cdot 10^{-3}T - 25{,}94 \cdot 10^5\ T^{-2}$	298...1200
$MgCO_3$ магнезит	1112,94	$77{,}91+57{,}74 \cdot 10^{-3}T - 17{,}41 \cdot 10^5\ T^{-2}$	298...1000
CaO	635,55	$48{,}83+4{,}52 \cdot 10^{-3}T - 6{,}53 \cdot 10^5\ T^{-2}$	298...2000
MgO	601,83	$42{,}59+7{,}28 \cdot 10^{-3}T - 6{,}19 \cdot 10^5\ T^{-2}$	298...2100
CaO_2	393,51	$44{,}14+9{,}04 \cdot 10^{-3}T - 8{,}54 \cdot 10^5\ T^{-2}$	298...2500

В соответствии с данными, полученными ранее [10], расчет ΔH_T^0 реакции разложения доломита производился для реакции $CaMg(CO_2) \rightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2$.

Расчетные и сравнительные показатели обжиговых вяжущих: извести, цементного клинкера, каустического магнезита и каустического доломита приведены в табл. 2 [11,12].

Таблица 2

Удельный расход на обжиг вяжущих

№	**Наименование материалов**	**Данные**	**Температура,** *K*	**Удельный расход тепла,** *кДж/кг*	**Источник**
1.	Воздушная известь	фактические	1373...1523	1780...1790	[11, 12]
		расчетные q + ΔH_T^0	1173	920...1660	-
2.	Каустический магнезит	фактические	1023...1073	1441	[12]
		расчетные q + ΔH_T^0	1000	872...1258	-
3.	Клинкер портландцемента при сухом способе производства	фактические	1673...1773	2900...3750 3150...4190	[12] [11]
		теоретич. ΔH_T^0		1600...1800	[12]
4.	Каустический доломит	расчетные ΔH_T^0	1000	411...743	-

Приведенные показатели свидетельствуют о сравнительно малой энергоемкости технологии каустического магнезита и доломита. Эффективность экономии тепла при обжиге особенно значительна на стадии процесса декарбонизации пород больше, чем два раза по сравнению с известью и еще больше - по сравнению с клинкером цемента. Однако, говоря об экономии тепла при

получении вяжущего, надо иметь ввиду, что в случае обжига доломита тепло расходуется как на само вяжущее, так и на углекислый кальций, который при температуре декарбонизации доломита не разлагается и в данном случае является молекулярно-диспергированным наполнителем в соотношении MgO; $CaCO_3$ примерно 3:7.

Сокращение количества активного вяжущего не может не отразится на его прочностных показателях. В нашем случае активность каустического доломита, затворенного раствором хлористого магния, составила 28,2 *МПа*. Понятно, что при проектировании составов бетонов с различными заполнителями надо ориентироваться на прочности ниже указанной планки. Лусадзорская доломитовая порода по содержанию активного компонента MgO – 28,3% и по красящим оксидам – TiO_2 + Fe_2O_3 – 0,4% считается отличным сырьем для получения каустического доломита. Содержание красящих оксидов в сырьевых материалах белого цемента ограничивается 1,0…1,5 % [13,14]. Обоженный каустический доломит имеет светлый бежевый цвет, а добавлением керамических красителей из него можно получить цветные вяжущие. Энергосберегающая технология вяжущего и достаточный потенциал прочности и эксплуатационной надежности являются безусловным основанием для его более широкого использования в строительстве, в том числе взамен портландцемента и гипса, там, где функциональные показатели доломитового вяжущего наряду с требуемым уровенем физико-механических показателей одновременно обеспечивают также декоративность, акустические и другие характеристики продукции.

Разработка новых видов эффективных строительных материалов-декоративного доломитового цемента, тепло- и звукоизоляционных водостойких бетонов, теплоизоляцонных перлит-доломитовых и целлюлозо-доломитовых материалов и изделий, декоративных напольных бетонов на тяжелых заполнителях, сухих строительных смесей для штукатурки и строительных растворов и их промышленное внедрение – такова программа по использованию доломитового сырья в строительной индустрии Республики Армения.

Է.Ռ.Սահակյան,
Ա.Ա.Արզումանյան,
Ա.Ս.Հովհաննիսյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԴՈԼՈՄԻՏԱՅԻՆ ՀՈՒՄՔԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՅՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Հաստատված է դոլոմիտային կապակցանյութի արտադրության էներգետիկ արդյունավետությունը: Ելնելով շահագործողական հատկանիշների բավարար ներուժից և հումքային բազայի առկայությունից, առաջ է քաշված գաղափար՝ ՀՀ-ում պորտլանդցեմենտային և գիպսային կապակցանյութերի փոխարեն դրա լայն կիրառման նպատակահարմարության վերաբերյալ, այնպիսի շինարարական ոլորտներում, որտեղ դոլոմիտային կապակցանյութի գործառական ցուցանիշները պահանջվող ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի հետ մեկտեղ ապահովվում են նաև արտադրանքի դեկորատիվություն, լավ ակուստիկ և այլ բնութագրեր:

***Առանցքային բառեր**. մագնեզիալ կապակցող, կառուստիկ դոլոմիտ, էներգախնայողություն, թերմոդինամիկ եղանակ, Լուսաձորի դոլոմիտ*

E.R.Sahakyan,
A.A.Arzumanyan,
A.S.Oganessyan

EFFICIENCY OF DOLOMITE RAW USE OF ARMENIA FOR OBTAINING CONSTRUCTION MATERIALS

The energetic effectiveness of dolomite binder production has been confirmed. Based on the sufficient capacity of operational properties and availability of raw materials, the idea the of expediency of its widespread use in RA was put forward instead of Portland cement and gypsum binders in those sectors of construction, where functional indicators of dolomite binder along with the required physical and mechanical properties at the same time provide a decorative, good acoustic and other characteristics of the product.

Keywords: *oxychloride cement, caustic dolomite, energy saving, thermodynamic method, lusadzor dolomite*

Литература

1. **Чумак В.Г.** Новинка, которой более 100 лет // Строительные материалы. – 2003. -N9. - С.10.
2. **Каминскас А.Ю.** Технология строительных материалов на магнезиальном сырье. – Вильнюс: Мокслас, 1987. - 341с.
3. **Крамар Л.Я.** Технологические основы и технология магнезиальных вяжущих материалов: Автореф.дисс. .. д-ра техн.наук. - Челябинск: ЮурГУ, 2007. - 42с.
4. **Зырьянова В.Н.** Водостойкие композиционные магнезиальные вяжущие вещества на основе природного и технологенного сырья: Автореф.дисс. .. д-ра техн.наук. - Томск, 2010.
5. **Друйков С.Ю.** Магнезиальное вяжущее- строительный материал XXI века: Техническая информация. – Режим доступа: www.construction-materials.ru/news.
6. **Саакян Э.Р., Восканян Р.Л.,Восканян А.Л., Карапетян А.К.** Исследования по получению модифицированного каустического доломита с регулируемыми сроками схватывания и водостойкостью// Информационные технологии и управление. - Изд.”Энциклопедия-Армения”, 2009. - март-апрель. - С.28-30.
7. **Бабушкин В.И., Матвеев Г.М.,Мчедлов-Петросян О.П.** Термодинамика силикатов. –М.: Стройиздат, 1986. - 407с.
8. **Дорогокупец П.И., Карпов И.К.** Термодинамика минералов и минеральных равновесий. – Новосибирск: Наука, Сиб.отдел., 1981. -185с.
9. **Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В.,Тимашев В.В.** Физическая химия вяжущих материалов. - М.: Высшая школа, 1989. - 384с.
10. **Саакян Э.Р., Язычян Р.Н., Саркисян М.Х., Восканян Р.Л.** Физико-химическое исследование процесса декарбонизации доломита // Известия ЕГУАС. Спец.вып. – Ереван, 2008. – N 2. - С.82-86.
11. **Волженский А.В.** Минеральные вяжущие вещества. - М.: Стройиздат, 1986. - 464с.

12. **Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашов В.В.** Химическая технология вяжущих материалов. - М.: Высшая школа, 1980. - 472с.
13. **Ведь Е.И., Блудов В.К. и др.** Химия и технология белого цемента на основе доломитов// VI Международный конгресс по химии цемента. - М.: Стройиздат, 1976. - С. 276-278.
14. **Певзнер Э.Д.** Комплексное использование доломитов в промышленности строительных материалов. – Вильнюс, 1960.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Սահակյան Էմմա Ռուբենի, տ.գ.դ., պրոֆ. *(ՀՀ, Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ՋՀՊԼՇինարարական նյութերի և իրերի ու կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի ամբիոն, (+374) 93445758, e.r.sahakyan@gmail.com,* ***Արզումանյան Արտավազդ Ավետիքի, տ. գ. թ.*** *(ՀՀ, Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական նյութերի և իրերի ու կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի ամբիոն, ամբիոնի վարիչ, (+374)93247071, artavazd@inbox.ru,* ***Հովհաննիսյան Արամ Սեդրակի*** *(ՀՀ, Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ՇՆԻԿԱՏ ամբիոնի ասպիրանտ, 043588558, aram-hovhannisyan@mail.com:*

Саакян Эмма Рубеновна, д.т.н., проф. (*РА, Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных конструкций, материалов и изделий, (+374) 93445758, e.r.sahakyan@gmail.com.,* ***Арзуманян Артавазд Аветикович, к.т.н.(****РА, Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных конструкций, материалов и изделий, зав. кафедрой, (+374) 93247071, artavazd@inbox.ru.,* ***Оганесян Арам Седракович (****РА, Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных конструкций, материалов и изделий, аспирант, 043588558, aram-hovhannisyan@mail.com.*

Sahakyan Emme Rouben, Phd., Doctor of Engineering, prof. *(RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Production technology of construction materials and items and structures, (+374) 93445758, e.r.sahakyan@gmail.com,* ***Arzumanyan Artavazd Avetiq, doctor of Philosophy (Phd) in engineering*** *(RA, Yerevan) - NUACA, Head of Chair of Production technology of construction materials and items and structures, (+374) 93247071, artavazd@inbox.ru,* ***Hovhannisyan Aram Sedrak*** *(RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Production technology of construction materials and items and structures, postgraduate stugent, 043588558, aram-hovhannisyan@mail.com.*

Ներկայացվել է՝21.05.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 26.05.2015թ.

ՀՏԴ 620.178.3

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Մ.Գ. Ստակյան,
Վ.Կ. Սողոմոնյան

ԼԻՄԵՌՆԵՐԻ ՀՈԳՆԱԾԱՅԻՆ ԿՈՏՐՎԱԾՔՆԵՐԻ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԱՐԱՏՈՐՈՇՄԱՆ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Դիտարկվում են հոգնածային կոտրվածքների մակերևութային կառուցվածքը և առանձնահատկությունները լարումների կուտակիչներով պողպատյա փորձանմուշներում (d = 20 մմ), որոնք մոդելավորում են լիսեռների աշխատանքային մակերևույթների վրա պարուրագծերի առկայությունը: Քայքայումների տեխնիկական արատորոշում կատարելու նպատակով կոտրվածքների մակերևութային շերտերի միկրոկարծրությունների չափման արդյունքով ստացվել են ռեգրեսիոն հավասարումների համակարգեր, որոնց միջոցով հնարավոր է վերականգնել քայքայումն առաջացրած ցիկլային գերլարումների և երկարակեցությունների արժեքները:

Առանցքային բառեր. *լարումների կուտակիչ, հոգնածային քայքայում,կոտրվածքի մակերևույթ, միկրոկարծրություն, տեխնիկական արատորոշում*

Ճանապարհաշինարարական մեքենաների և տրանսպորտային միջոցների մեքենամասերի կոտրվածքների բնութագրիչ հատկություններն ավելի հաճախ ի հայտ են գալիս ճաքի զարգացման կինետիկայի և կոտրվածքի մակերևույթի կառուցվածքի հետազոտման արդյունքում: Այդ կապակցությամբ հետաքրքրություն են ներկայացնում մեքենամասերի կոտրվածքների կառուցվածքային հատկությունների հետազոտումն ու համակարգումը, որոնք բնորոշ են գծային և բարդ լարվածային վիճակների դեպքում պարբերական բեռնվածության հիմնական տեսակներին [1]: Որպես կանոն, հոգնածային կոտրվածքի գործընթացը զարգանում է բարակ մակերևութային շերտերում, հիմնականում լարման կուտակիչների տեղակայման գոտիներում՝ առանձին կամ համատեղ ազդող վնասակար գործոնների առկայությամբ: Սա թելադրում է բարդ կոտրվածքաբանական հետազոտությունների և միկրոկառուցվածքային չափումների իրականացման անհրաժեշտություն, քանի որ հոգնածային կոտրվածքի կառուցվածքում պարզ արտացոլված են քայքայման գործընթացի բոլոր փուլերը, ճաքերի զարգացման ճակատները, ինչպես նաև կոտրվածքի ենթամակերևութային շերտերի միկրոպլաստիկ դեֆորմացիայի աստիճանը [2]:

Հոգնածային կոտրվածքի գործընթացը և օղակաձև ճաքերի ճակատների զարգացումն ուղեկցվում են կոտրվածքին հարակից մակերևութային շերտերի ֆիզիկամեխանիկական վիճակի փոփոխությամբ, բայց ավելի ցածր աստիճանով, քան մակերևութապլաստիկ դեֆորմացիայի դեպքում: Կոնստրուկցիոն նյութերի քայքայումներն արդի շրջանում ուշադրության կենտրոնում են, քանի որ աշխատանքային արագությունների բարձրացումը,

արտադրողականության աճի ձգտումները, կոնստրուկցիաների աշխատանքը ծայրահեղ պայմաններում և դրա հետ մեկտեղ՝ արտադրության շատ ոլորտներում և տրանսպորտային համակարգում սարքավորումների ինտենսիվ շահագործումը վերջիններիս ծառայության իրական գոյապաշարի սպառման պատճառով հանգեցրել են վթարների և արտադրական խափանումների դեպքերի կտրուկ աճի [3, 4]:

Կոնստրուկցիաների քայքայման պատճառների բացահայտումը՝ դա համալիր ուսումնասիրություն է, որի ընթացքում անհրաժեշտ է իրականացնել բեռնվածության վերլուծություն, ստուգել կրողունակության հաշվարկները, կատարել քայքայումների վիճակագրական գնահատումներ, ուսումնասիրել կոնստրուկցիայում պատասխանատու բաղադրամասերի փոխազդեցությունները, տալ նախագծային, տեխնոլոգիական և շահագործական միջոցառումների համալիր գնահատականը:Շահագործական բնույթի քայքայումներից առանձնանում են հոգնածային կոտրվածքները, որոնք ըստ վերջին տվյալների, կազմում են կոնստրուկցիաների մերժերի մոտ 70 %-ը: Հոգնածային քայքայումը՝ դա փոխկապակցված սուբմիկրոսկոպիկ և միկրոսկոպիկ քայքայումների մի ամբողջական գործընթաց է, որը կոնստրուկցիոն նյութերի միկրոծավալներում ընթանում է որոշակի բնույթով և օրինաչափություններով: Այդ գործընթացի առանձնահատկություններն արտացոլվում են վերջնակոտրվածքի տեսքի և կառուցվածքի վրա, որի վերլուծությունը թույլ կտա վերականգնել հոգնածային քայքայման ողջ ընթացքը [5]:

Հոգնածային վերջնակոտրվածքի վրա կարելի է առանձնացնել հետևյալ տեղամասերը [6].

ա) *նախնական քայքայման օջախ* – որպես կանոն, տեղաբաշխված է աշխատանքային մակերևույթի վրա, ուր գործում են առավելագույն լարումները (լարումների կուտակիչների կամ մակերևութային վնասվածքների հատվածում): Բարձր ցիկլային գերլարումների դեպքում կարող է սկսվել մի քանի հատվածներից կամ հանդես գալ միասնական գոտիով,

բ) *ճաքի զարգացման տեղամաս* – ունի շառավղային ուղղությամբ դասավորված ակոսիկների տեսք, որը փաստորեն ճաքի գոտու հետքն է՝ կապված բեռնվածության ազդման բնույթից և տեսակից, աշխատանքային մակերևույթի եզրագծից (մածուցիկ քայքայում),

գ) *հոգնածային վերջնակոտրվածքի տեղամաս* – մեքենամասի վտանգավոր հատույթի իրական մակերեսի զգալի նվազման հետևանքով շատ կարճ ժամկետումընթացող ստատիկ բնույթի քայքայման արդյունք (փխրուն քայքայում):

Մածուցիկ քայքայման տեղամասին բնորոշ է ակոսային միկրոկառուցվածք, որը ձևավորվում է համաժամանակ ընթացող երկու երևույթներով: Պարբերական բեռնվածության նախնական փուլում դիսլոկացիաների և վականսիաների կուտակման շնորհիվ առաջացած սուբմիկրոսկոպիկ ճաքերի գագաթներին գործող զգալի գերլարումները խթանում են պլաստիկ դեֆորմացված միկրոծավալների աճ, որոնցում դեֆորմացման որոշակի աստիճանից հետո

առաջանում են խզումներ և ակոսային զարգացումներ: Դրա հետ մեկտեղ, փոփոխական բեռնվածության տակ ընթանում է արդեն առաջացած միկրոճաքերի ափերի ինտենսիվ հպակցում և մակերևութային պլաստիկ ամրացում: Որոշ դեպքերում (համատեղ ցիկլային ծռում և ոլորում) ակոսիկների շառավղային աճը փոխում է իր ուղղվածությունը և քայքայման եզրափակիչ փուլում փխրուն քայքայման տեղամասի եզրագծի նկատմամբ շոշափող է դառնում՝ այդ փուլում ոլորող լարումների ազդեցության աճի շնորհիվ: Գումարային արդյունքով ձևավորվում է մածուցիկ քայքայման ողջ տեղամասը՝ շառավղային ակոսիկներով և կիպահղկված մակերևույթով:

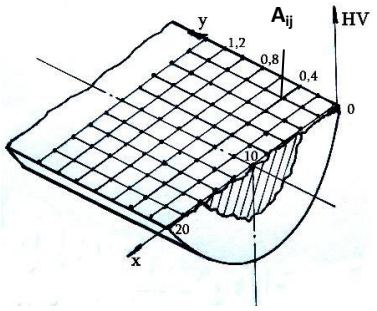
Փխրուն քայքայման տեղամասը ներ- և միջհատիկային քայքայման բնույթ է կրում, որը հոգնածային վերջնաքայքայման արագ և եզրափակիչ գործընթացի արդյունքնէ: Այն սովորաբար կազմում է մեքենամասի երկարակեցության գոյապաշարի մոտ 2 ... 3 %-ը:

Կոնստրուկցիաների քայքայման պատճառների բացահայտման և գնահատման համար կարևոր նշանակություն ունի հոգնածային կոտրվածքի մակերևույթի մանրակրկիտ հետազոտումը, որովհետև դրա կառուցվածքում հստակ ձևավորված և ներկայացված են քայքայման բոլոր փուլերն ու տեղամասերը, որոնց վերլուծության արդյունքով կարելի է վերականգնել քայքայման ողջ ընթացքը, իսկ կոտրվածքի տեսքը ցուցադրում է բեռնվածության ռեժիմների առանձնահատկությունները և կիրառված կոնստրուկցիոն նյութի ճիշտ ընտրության աստիճանը [7]: Նման պայմաններում արդեն իսկ առկա հոգնածային քայքայումների պատճառների գնահատման համար նպատակահարմար է հոգնածային կոտրվածքի քայքայման տեղամասերում համեմատաբար մատչելի՝ HV միկրոկարծրության չափման մեթոդի կիրառումը: Դա ենթադրում է մեքենամասերի առանձին խմբերին բնորոշ հոգնածային քայքայումների դեպքում HV չափումների խմբաքանակի իրականացում, որի ընթացքում բացահայտվում են օրինաչափություններ σցիկլային գերլարումների և N երկարակեցությունների բազմաչափ ֆունկցիաների տեսքով, կախված բեռնվածքի տեսակից և փոփոխման բնույթից, մեքենամասերի նյութից և երկրաչափական պարամետրերից, որոնք էլ արդյունքում դառնում են հոգնածային քայքայման պատճառների գնահատման մաթեմատիկական մոդելներ: HV միկրոկարծրությունների ստանդարտ չափումներ իրականացնելու համար (ГОСТ 9450-78) կոտրվածքների առանցքային հատույթով պատրաստված են կիպահղկվածքներ և օգտագործված է ПМТ-3 մակնիշի գործիքային մանրադիտակ, որի բեռնավորման մեխանիզմն ալմաստային միկրոինդենտորի վրա ճնշում է գործադրում $F = 1$ Ն ուժով: Չափման սխեման ներկայացված է նկ. 1-ում:

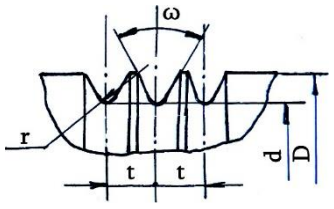
Դիտարկված է V-ձև մակերևութային ակոսների խմբի ($n = 3$) դեպքը, որը նմանակում է լիսեռների աշխատանքային մակերևույթների վրա պարուրակագծի առկայությունը հետևյալ պարամետրերով՝ $d = 20$ *մմ*, $D/d = 1{,}025$, $r/d = 0{,}010$, $\omega = 60°$, $t = 0{,}7$ *մմ* (նկ. 2):

Հայտնի է [8], որ նման սուր մակերևութային լարումների կուտակիչների խմբի դեպքում ($\alpha_\sigma = 2{,}63$), հաշվի առնելով յուրաքանչյուրի ստեղծած լարվածային դաշտի վերադրումը հաջորդների վրա, ամենաածանրաբեռնվածը համարվում է ծայրային ակոսը, որի վտանգավոր հատույթում էլ տեղի ունի հոգնածային վնասվածքների ծագում, միկրոճաքերի զարգացում և վերջնաքայքայում:Փորձանմուշների հոգնածային փորձարկումների արդյունքով (պողպատ 45 նորմալացված վիճակում, համատեղ պտտական ծռում և ոլորում, $\tau/\sigma = 0{,}6$) ստացվել են նշված լարումների կուտակիչներով փորձանմուշների հոգնածային կոտրվածքներ բարձր, միջին և ցածր ցիկլային գերլարումների դեպքում. ա) $\sigma_1 = 255$ *ՄՊա*, $N_1 = 86500$ *ցիկլ*, բ) $\sigma_2 = 216$ *ՄՊա*, $N_2 = 287800$ *ցիկլ*, գ) $\sigma_3 = 177$ *ՄՊա*, $N_3 = 906800$ *ցիկլ*: Տվյալ խմբաքանակի համար $N_G = 5 \cdot 10^6$ *ցիկլերի* բազային թվի դեպքում դիմացկունության միջնարժեքային սահմանն է՝ $\overline{\sigma_{RK}} = 167$ *ՄՊա*:

Հաշվի առնելով y առանցքի նկատմամբ HV-ի բարձր գրադիենտը՝ այդ ուղղությամբ չափումներն իրականացվել են $\Delta y = 0{,}2$ *մմ* քայլով, քանի որ $y = 1{,}0 \ldots 1{,}6$ *մմ* մակարդակում հաստատվում է HV-ի սկզբնական վիճակը: x առանցքում HV-ի փոփոխությունների սահունության ապահովման համար անհրաժեշտ տվյալներն ստացվել են $x = 2$ *մմ* միջակայքով (նկ. 1):



Նկ. 1. Միկրոկարծրությունների չափման հաշվարկային սխեման



Նկ. 2. Փորձանմուշների V-ձև մակերևութային ակոսների խումբը

HV-ի չափումների բաշխման տարատեսակությունը և փոփոխման բնույթը մատնանշում են (x, y) երկչափ տիրույթում դրանց տարբերակված դիտարկման և գնահատման անհրաժեշտությունը, որովհետև x և y առանցքների ուղղությամբ հստակ ձևավորվում են տարբեր գրադիենտներով օժտված միալար նվազող $HV = f_1(y)$ և նվազող-աճող $HV = f_2(x)$ ֆունկցիաներ, որոնց փոփոխման տիրույթները նույնպես տարբեր են: Նման օրինաչափությունների բացահայտումը և դասակարգումը կարևոր նշանակություն ունեն հոգնածային կոտրվածքների տեխնիկական արատորոշման և փորձաքննության գործընթացներում քանակական չափանիշներ կիրառելու համար:

Հոգնածային կոտրվածքների մակերևույթների վրա բացահայտվում են տվյալ սուր մակերևութային լարումների կուտակիչներին (նկ. 2) բնորոշ առանձնահատկությունները, որոնց նախնական որակական գնահատման հատկանիշները հետևյալներն են.

ա) կոտրվածքի մածուցիկ և փխրուն քայքայման տեղամասերի դասավորությունը բարձր գերլարումների դեպքում հստակ արտահայտված երկչափ համաչափություն ունի կոտրվածքի առանցքային կետի նկատմամբ, իսկ միջին և ցածր գերլարումների դեպքում, այլ լարումների կուտակիչների հետ համեմատած [9, 10], փխրուն քայքայման տեղամասի ապակենտրոնացման աստիճանը թույլ է արտահայտված,

բ) նույնիսկ ցածր ցիկլային գերլարումների դեպքում մածուցիկ քայքայման տեղամասն ավելի ինտենսիվ հպակցման է ենթարկված, որի պատճառով ընդգծված փայլուն տեսք ունի,

գ) մածուցիկ և փխրուն քայքայման տեղամասերը նույն մակերևույթում են տեղաբաշխված, ուղղահայաց դիրք են գրավում լիսեռի երկայնական առանցքի նկատմամբ, իսկ այդ տեղամասերից երկրորդն օժտված է որոշակի ուռուցիկությամբ, որը բնորոշ է միայն այդ տիպի լարումների կուտակիչների կոտրվածքներին:

Նշված առանձնահատկությունների հիմնական պատճառը հոգնածային քայքայման ընթացքում հետզհետե աճող իրական լարումներն են, որոնք վերադրվելով սուր մակերևութային լարումների կուտակիչների ստեղծած լարվածային դաշտին, հարուցում են ավելի բարձր մակարդակի հպակցային գործընթացներ, հետևաբար և ամրացման երևույթներ: Այս իրավիճակը հաստատվում է նաև HV միկրոկարծրությունների չափումներով, որոնց արժեքները գերազանցում են այլ տիպի լարումների կուտակիչների դեպքերին [9, 10], ամրացման գրադիենտը բարձր է, իսկ միկրոպլաստիկ դեֆորմացիաների պատճառով ամրացումը տարածվում է կոտրվածքի մակերևութային շերտից մինչև $y = 1{,}6 \dots 1{,}8$ *մմ* խորությամբ:

Ըստ $HV = f_1(y)$, $HV = f_2(x)$ ֆունկցիաների փոփոխման բնույթի, բարձր ցիկլային գերլարումների համար (նկ. 3ա, բ) HV-ի առավելագույն արժեքները հասնում են $HV_{max} = 500 \dots 510$ մակարդակի, որն ամենամեծն է նախկինում դիտարկված լարումների կուտակիչների [9, 10] նկատմամբ: Դա էլ իր հերթին հանգեցնում է $HV = f_1(y)$ ֆունկցիայի փոփոխականությանը $y = 1{,}6 \dots 1{,}8$ *մմ* խորությամբ, որը նույնպես զգալի է մյուսների նկատմամբ: $y > 1{,}8$ *մմ*-ի դեպքում նշված երկու ֆունկցիաները համարյա ուղղագծային են դառնում, իսկ $HV = f_2(x)$-ը՝ կոտրվածքի տրամագծային հարթության նկատմամբ զուգահեռ:

Ցիկլային միջին գերլարումների դեպքում HV_{max}-ի արժեքների նվազման հետ մեկտեղ $HV = f_2(x)$-ի համար որոշակի արտակենտրոնություն է առաջանում ($e_x = 2$ *մմ*), իսկ երկու ֆունկցիաների համար էլ HV-ի փոփոխման բնույթն անփոփոխ է մնում (նկ. 4 ա, բ):

Առավել էական են փոփոխությունները ցիկլային ցածր գերլարումների դեպքում (նկ. 5 ա, բ): Արտակենտրոնության աճի հետ մեկտեղ ($e \approx 5$ *մմ*) զգալի են նաև HV_{max}-ի արժեքների փոփոխությունները մածուցիկ քայքայման տեղամասի տրամագծորեն հակադիր դասավորված ծայրերում ($\Delta HV_{max} \approx 40 \dots 50$), իսկ HV_{max} արժեքները համեմատաբար ցածր են: Մյուս առանձնահատկությունը՝ դա $HV = f_1(y)$ ֆունկցիայի՝ ուղղագծայինին մոտ փոփոխությունն է:

$HV = f_1(y)$, $HV = f_2(x)$ փորձարարական ֆունկցիաների և դրանց գրադիենտների տարաբնույթ փոփոխություններն ընդհանրացնելու և տեխնիկական արատորոշման ընթացակարգերի արդյունավետությունը բարձրացնելու նկատառումներից ելնելով՝ նպատակահարմար է տվյալների մշակման կորագծային կոռելյացիայի մեթոդի կիրառումը [11], որը թույլ կտա արգումենտի փոփոխման ողջ տիրույթում հետազոտվող մեծությունների մաթեմատիկական մոդելները ներկայացնել միասնական դասիֆունկցիայի տեսքով:

Տվյալների նախնական ուսումնասիրությունը հանգեցնում է դիտարկվող մեծությունների միջև աստիճանային ֆունկցիոնալ կապի առկայությանը, որը 4-րդ կարգի հավասարումների ընտրության դեպքում [11]

$$\begin{cases} HV = a_1 y^4 + b_1 y^3 + c_1 y^2 + d_1 y + e_1, \\ HV = a_2 x^4 + b_2 x^3 + c_2 x^2 + d_2 x + e_2 \end{cases} \quad (1)$$

ապահովում է դետերմինացիայի $R^2 = 0{,}944 \ldots 0{,}999$ գործակցի արժեքները:

(1) հավասարումների համակարգերի պարամետրերի որոշման և նկ. 3-5-ի գրաֆիկական կառուցումների համար կիրառվել է Wolfram Mathematica ստանդարտ համակարգչային ծրագիրը (որպես օրինակ, աղյուսակում ներկայացված են նշված ֆունկցիաները №1 փորձանմուշի համար):

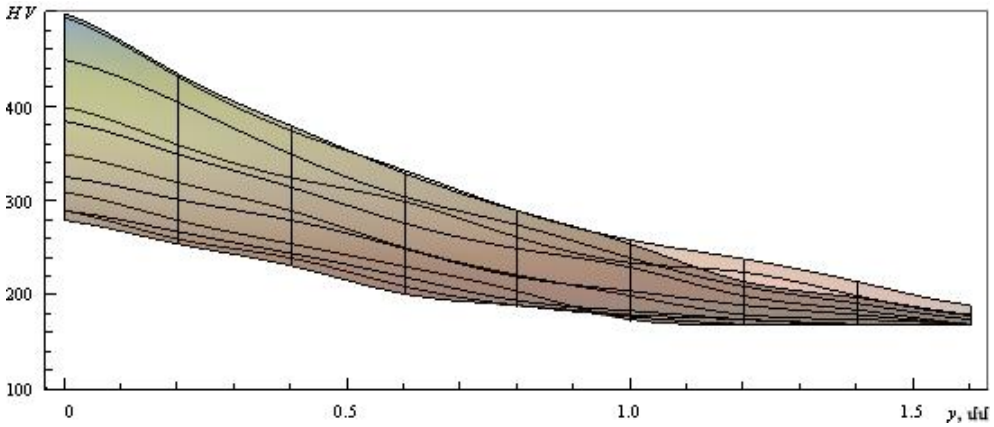
$HV = f_1(y)$, $HV = f_2(x)$ ֆունկցիաները միասնական տեսքով ներկայացնելու նպատակով, որը կարևոր է փորձագիտական գնահատումներ իրականացնելիս, անհրաժեշտ է կատարել հաշվեգրաֆիկական ձևափոխումներ: Քանի որ *(HV, x, y)* կոորդինատային համակարգում այդ փոխուղղահայաց դասավորված կորերն ունեն A_{ij} ընդհանուր հանգուցակետեր (նկ. 1) միևնույն HV կոորդինատներով և ստեղծում են ցանցային մակերևույթ (նկ. 3-5.գ), այն կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$HV = F(x, y) = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{l} \left[f_1(y_i) + f_2(x_j) \right] / 2, \quad (2)$$

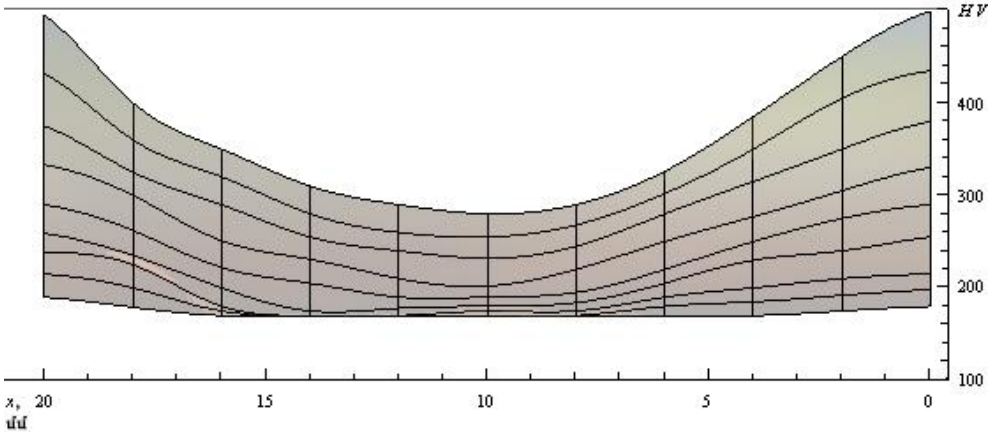
որտեղ $i = \overline{0,k}$, $k = 9$ $(y_0 = 0, \Delta y = 0{,}2$ *սմ*$)$, $j = \overline{0,l}$, $l = 11$ $(x_0 = 0, \Delta x = 2$ *սմ*$)$:

Նշված երեք դեպքերի համար կառուցված $HV = F(x, y)$ մակերևույթները (նկ. 3-5 գ) լիովին բացահայտում են HV-ի փոփոխման առանձնահատկությունները հոգնածային կոտրվածքի մակերևույթի վրա և դրան կից մակերևութային շերտերում, որը հոգնածային քայքայման կինետիկան նկարագրող միկրոծավալների ամրացման գործընթացի քանակական ցուցանիշն է:

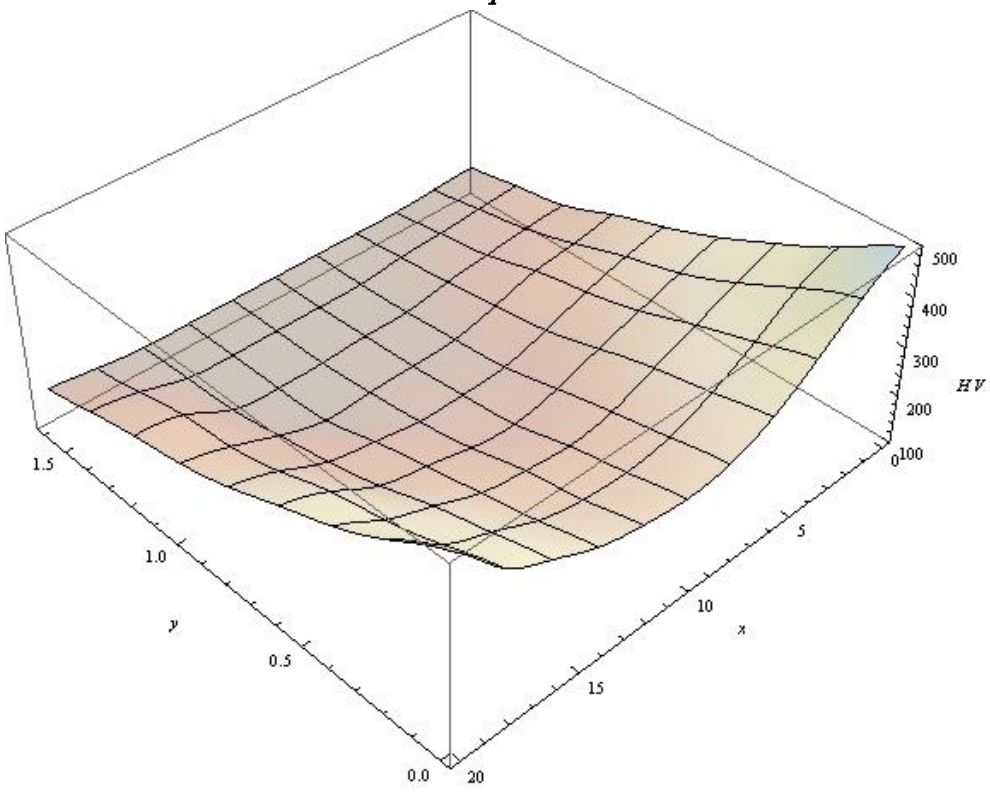
Կատարված հաշվեգրաֆիկական ընթացակարգերը թույլ են տալիս արդյունքների դասակարգման միջոցով մշակել հոգնածային քայքայման տեխնիկական արատորոշման համալիր գնահատման մեթոդ, որը կներառի պատասխանատու մեքենամասերի նյութագիտական, հաշվարկանախագծային, տեխնոլոգիական և շահագործական հիմնական ցուցանիշների և (1), (2) հավասարումների համակարգերի տվյալների բազան, ինչպես նաև ծրագրային փաթեթ:



ա

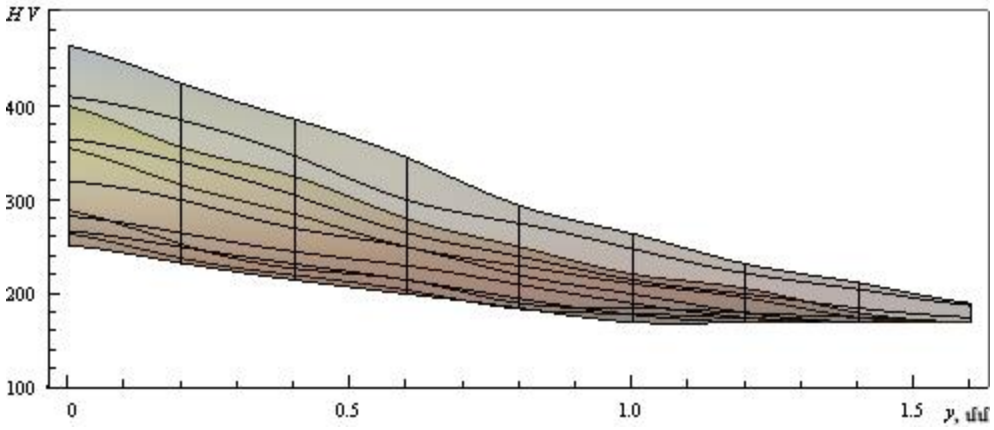


բ

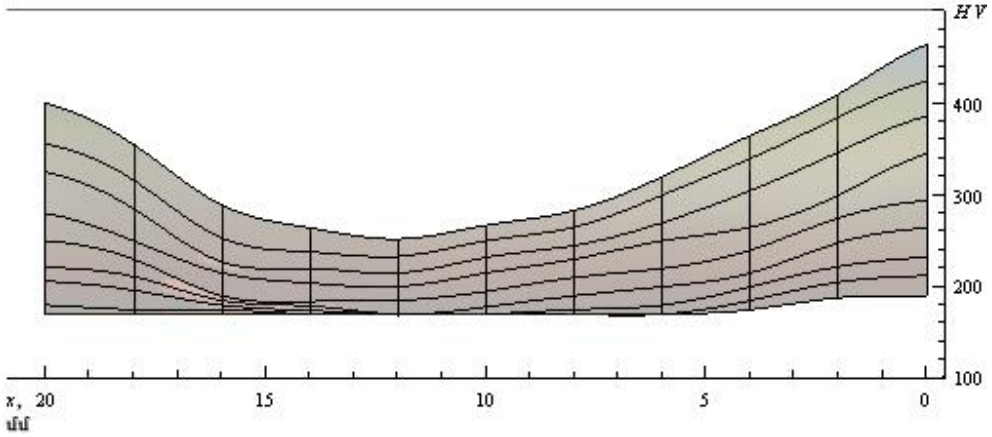


գ

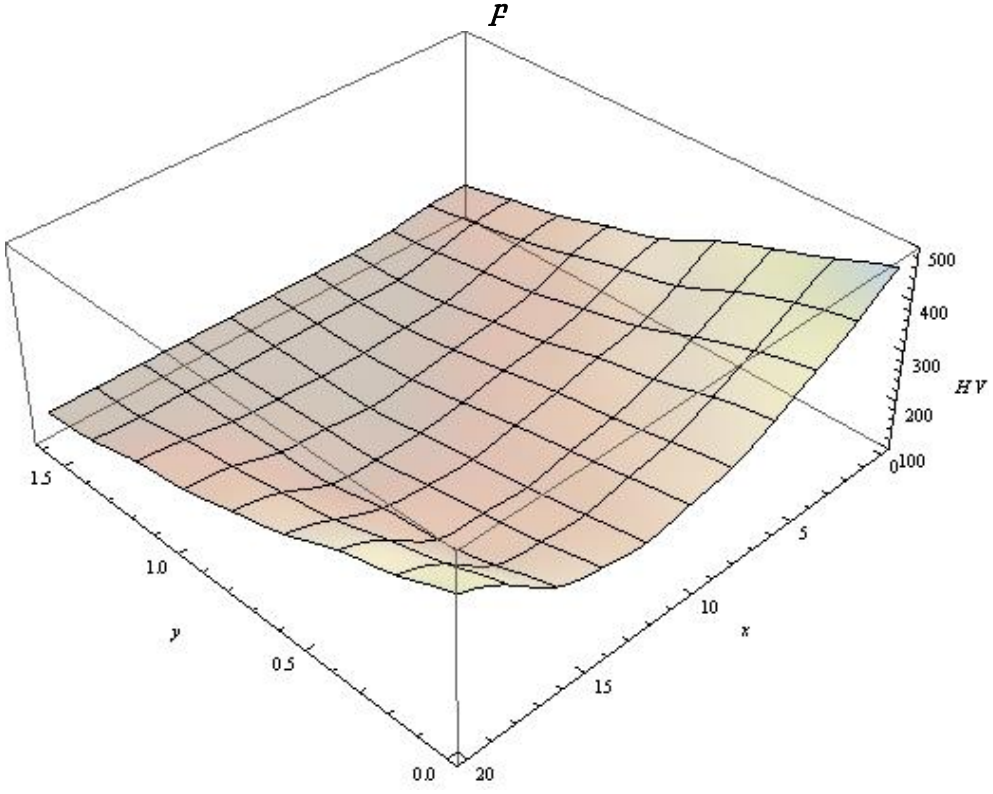
Նկ. 3. № 1 փորձանմուշի համար HV-ի արժեքների բաշխումը. ա – y առանցքով, բ – x առանցքով, գ – HV-ի մակերևույթը



ա

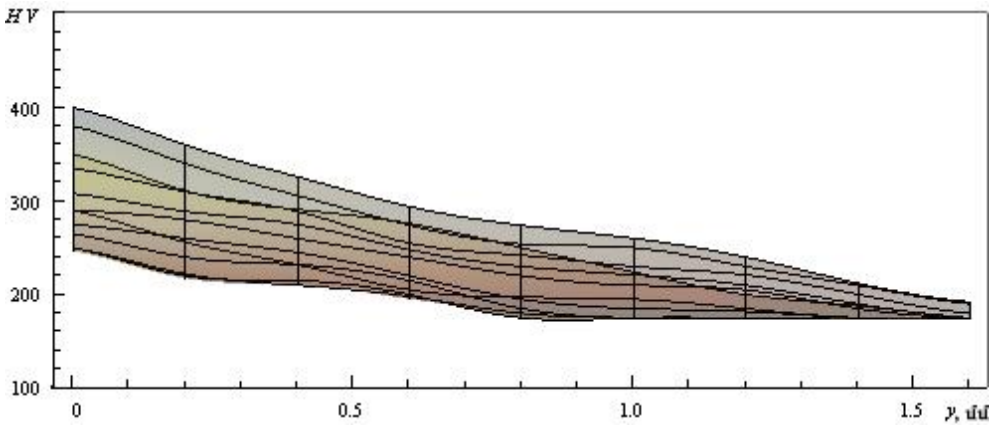


բ

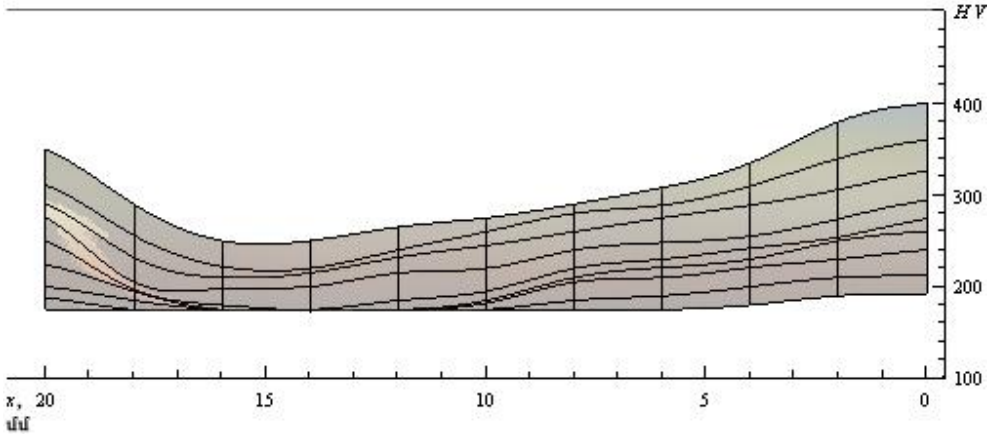


գ

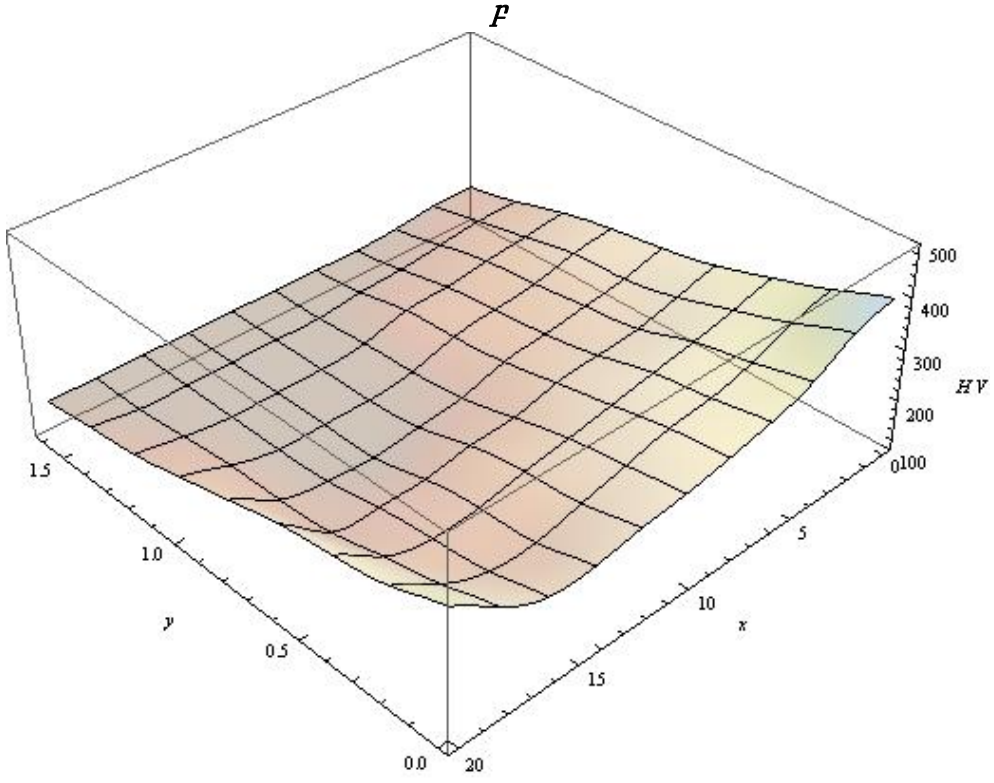
Նկ. 4. № 2 փորձանմուշի համար HV-ի արժեքների բաշխումը. ա – y առանցքով, բ – x առանցքով, գ – HV-ի մակերևույթը



ա



բ



գ

Նկ. 5. № 3 փորձանմուշի համար HV-ի արժեքների բաշխումը. ա – y առանցքով, բ – x առանցքով, գ – HV-ի մակերևույթը

Աղյուսակ

Ռեգրեսիայի հավասարումները № 1 փորձանմուշի համար

Տեղամաս	x_j, *մմ*	$HV = f_1(y)$	R^2
Մածուցիկ քայքայման	0	HV = 0,0446y⁴ - 0,8807y³ + 8,9702y² - 85,938y + 576,94	0,9995
	2	HV = -0,0268y⁴ + 0,5749y³ - 1,5272y² - 49,629y + 501,94	0,9991
	4	HV = -0,0195y⁴ + 0,4435y³ - 1,7299y² - 34,026y + 420,83	0,9989
Փխրուն քայքայման	6	HV = -0,0854y⁴ + 1,9137y³ - 13,017y² + 6,6502y + 329,72	0,9988
	8	HV = -0,0676y⁴ + 1,554y³ - 10,092y² - 0,047y + 298,33	0,9991
	10	HV = -0,0711y⁴ + 1,4169y³ - 7,229y² - 12,217y + 298,33	0,9973
	12	HV = -0,0548y⁴ + 1,2202y³ - 6,7894y² - 13,064y + 307,78	0,9980
	14	HV = 0,0084y⁴ + 0,1079y³ - 0,8414y² - 25,608y + 335,56	0,9987
Մածուցիկ քայքայման	16	HV = -0,067y⁴ + 1,6636y³ - 11,464y² - 4,195y + 363,67	0,9994
	18	HV = -0,0504y⁴ + 0,9332y³ - 4,0974y² - 30,081y + 432,28	0,9974
	20	HV = -0,0591y⁴ + 0,9161y³ - 0,7239y² - 65,699y + 560,28	0,9997
	y_i, *մմ*	$HV = f_2(x)$	R^2
	0	HV = -0,053x⁴ + 1,5287x³ - 6,067x² - 54,285x + 562,58	0,9933
	0,2	HV = -0,1014x⁴ + 2,7168x³ - 17,319x² - 6,0769x + 459,15	0,9952
	0,4	HV = -0,1029x⁴ + 2,7007x³ - 18,142x² + 8,4485x + 386,97	0,9974
	0,6	HV = -0,1075x⁴ + 2,8269x³ - 19,995x² + 21,949x + 323,79	0,9936
	0,8	HV = -0,0929x⁴ + 2,4462x³ - 17,511x² + 20,859x + 284,79	0,9952
	1,0	HV = -0,0606x⁴ + 1,7176x³ - 13,126x² + 18,46x + 246,85	0,9893
	1,2	HV = -0,028x⁴ + 0,9821x³ - 8,5769x² + 16,171x + 205,61	0,9438
	1,4	HV = -0,0012x⁴ + 0,2051x³ - 1,8648x² - 1,3135x + 200,76	0,9696
	1,6	HV = 0,028x⁴ - 0,6177x³ + 5x² - 17,809x + 193,82	0,9812

Տվյալների բազայի և ծրագրային փաթեթի օգնությամբ հնարավոր կլինի ավտոմատացնել արատորոշման գործընթացը և տալ հիմնավորված փորձագիտական եզրակացություն քայքայման պատճառների վերաբերյալ (նյութագիտական և մեխ. մշակման արատներ, հաշվարկային բացթողումներ, չնախատեսված բարձր բեռնվածության ռեժիմներ և այլն):

М.Г. Стакян,
В.К. Согомонян

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ УСТАЛОСТНЫХ ИЗЛОМОВ ВАЛОВ

Рассмотрены поверхностная структура и особенности усталостных изломов стальных образцов ($d = 20$мм) с концентраторами напряжений, моделирующих резьбовые спирали на рабочих поверхностях валов. Для выполнения технической диагностики причин разрушений в результате измерений микротвердостей поверхностных слоев изломов получены системы регрессионных уравнений, с помощью которых возможно восстановление значений циклических перенапряжений и долговечностей, вызвавших разрушение.

Ключевые слова: *концентратор напряжений, усталостное разрушение, поверхность излома, микротвердость, техническая диагностика*

M.G. Stakyan,
V.K. Soghomonyan

THE QUANTITATIVE ESTIMATION OF TECHNICAL DIAGNOSTICS OF FATIGUE FRACTURES OF SHAFTS

The surface structure and the fatigue fracture specifications of steel samples ($d = 20\ mm$) with stress concentrators are considered, which are modelling thread helix on the working surface of shafts. For carrying out technical diagnostics of fracture causes resulted from microhardness measurements of surface layers of fractures the systems of regression equations are obtained, which can be used for recovering the cyclic overstrain and the fatigue life that cause fracture.

Keywords: *stress concentrator, fatigue fracture, fracture surface, microhardness, technical diagnostics*

Գրականություն

1. **Schijve J.** Fatigue crack growth under variable-amplitude loading // Fatigue and fracture, ASM handbook. - 1996. - Vol. 19. - P. 110–133.
2. **Бойцов Г.В.** О взаимосвязи стадии зарождения и кинетики развития усталостного разрушения // Межвуз. сб.: Механика разрушения, надежность и техническая диагностика тонкостенных конструкций.- Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 1996.- С. 9-16.
3. Мехатронная система оценки остаточного ресурса машин и конструкций / **Д.Г. Громаковский, А.В. Дынников** и др. // Тр. Междунар. научн. конф.: ≪Актуальные проблемы развития транспорта России: стратегические, региональные, технические≫ (посвящ. 75-летию РГУПС). – Ростов н/Д: РГУПС, 2004.- С. 126-127.
4. **Schijve J.** The significance of fractography for investigations of fatigue crack growth under variable-amplitude loading // Fatigue Fract Engng Mater Struct.-1999.- N 22.- P. 87–99.
5. Some applications of fractal fracture mechanics to describe the fatigue behaviour of materials / **A. Spagnoli, S. Vantadori** et al // Key Engineering Materials.- 2008.- Vol. 378-379.- P. 355-370.

6. **Սողոմոնյան Վ.Կ., Ստակյան Մ.Գ.** Պրիզմատիկ երիթային միացությունների հոգնածային կոտրվածքաբանության առանձնահատկությունները և տեխնիկական արատորոշման սկզբունքները // ՃՇՀԱՀ Տեղեկագիր.- 2015.- № 1 (45).- Էջ 12-18:
7. **Матвиенко Ю.Г.** Модели и критерии механики разрушения.- М.: Физматлит, 2006.- 328 с.
8. **Заблонский К.И.** Детали машин.- Киев: Высш. шк., 1985.- 518 с.
9. **Согомонян В.К., Стакян М.Г.** Моделирование процесса усталостного разрушения валов при сложном нагружении // Вестник НПУА. Механика, машиноведение, машиностроение. – 2015. – №1. – С. 56-65.
10. **ՍտակյանՄ.Գ.,ՍողոմոնյանՎ.Կ.** «Լիսեռկունդ» միացությունների հոգնածային կոտրվածքներում մակերևութային շերտերի ֆիզիկամեխանիկական վիճակի ուսումնասիրումը//ՃՇՀԱՀ Տեղեկագիր.-2015.-№ 3 (47).- Էջ 53-61:
11. **Айвазян С.А.** Прикладная статистика: справ. - М.: Финансы и статистика, 2006.- 487 с.

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

Ստակյան Միհրան Գրիգորի, տ.գ.դ., պրոֆ. *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակադ. Ալ. Թամանյանի անվ. ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, գ.ա., ՀԱՊՀ, Մեքենագիտության ամբիոն, (+374) 010520348, (+374) 10554362,* ***Սողոմոնյան Վարդան Կարենի*** *(ՀՀ, ք. Երևան) – ՀԱՊՀ Մեքենագիտ. ամբիոն ասպիրանտ, (+374) 10520348, (+374) 91940470:*

Стакян Мигран Григорьевич, д.т.н., проф. *(РА, г. Ереван) – НУАСА, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. акад. Ал. Таманяна, н.с., кафедра Машиноведения НПУА, (+374) 10520348, (+374) 10554362,* ***Согомонян Вардан Каренович*** *(РА, г. Ереван) – аспирант, кафедра Машиноведения НПУА, (+374) 10520348, (+374) 91940470.*

Stakyan Mihran Grigor, Doctor of Science (Engineering), Professor *(RA, Yerevan) – NUACA, Research Laboratory of Architecture and Construction after Acad. Al. Tamanyan, scientific researcher, chair. of Machine Science, NPUA, (+374) 10520348, (+374) 10554362,* ***Soghomonyan Vardan Karen*** *(RA, Yerevan) – postgraduate student, chair of Machine Science, NPUA, (+374) 10520348, (+374) 91940470.*

Ներկայացվել է՝ 06.07.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝ 09.07.2015թ.

ՀՏԴ 656.13.05

ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՅԻՆ ԵՐԹԵՎԵԿՈՒԹՅԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒՄ

Ե.Վ. Վարդանյան,
Ս.Ա. Բուռնուսուզյան,
Վ.Ս. Հայրապետյան

ՎԹԱՐԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՎԱՆԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ներկայացված են ճանապարհատրանսպորտային միասնական համակարգի անխափան աշխատանքի կամ պատահարներ առաջանալու ռիսկերի որոշման հավանական մեթոդները: Ճանապարհային երթևեկության անվտանգության բարձրացման միջոցառումների մշակման համար կատարվել է այդ մեթոդների վերլուծությունը:

Առանցքային բառեր. *հավանականությունների տեսություն, ճանապարհատրանսպորտային պատահար, վթարայնության գործակից, ճանապարհահատված, երթևեկության անվտանգություն*

Հավանական մեթոդներով վթարայնությունը գնահատելիս ավտոմոբիլային ճանապարհը դիտարկվում է որպես առանձին տեղամասերից համակցված մի կառույց, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի երկրաչափական պարամետրերի տարբեր արժեքներ: Այդ մեթոդների էությունն այն է, որ ՃՏՊ մասին վիճակագրական տվյալների վերլուծության հիման վրա բացահայտվում է՝ որքան է ճանապարհահատվածի և պրոֆիլի յուրաքանչյուր տարր օժանդակում ՃՏՊ-ի առաջացման հավանականության աճին՝ չափանմուշային տեղամասերի համեմատ: Եթե ճանապարհի որևիցե տեղամասի համար գումարային ցուցանիշը գերազանցում է որոշակի մեծության, ապա տեղամասը համարվում է՝ վտանգավոր, քիչ վտանգավոր, անվտանգ և այլն:

Հավանական մեթոդներից է վթարայնության գործակիցների մեթոդը: Առաջին անգամ այն կիրառվել է Գերմանիայում ճանապարհների վրա ՃՏՊ առաջացման հավանականությունը գնահատելու նպատակով, երթևեկելի մասի տարբեր լայնական պրոֆիլների դեպքում [1]՝

$$U = U_0 \cdot U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \ , \qquad (1)$$

որտեղ U_0-ն ճանապարհի չափանմուշային տեղամասի վրա վթարայնության գործակիցն է ($U_0 = 1$), U_1-ը՝ երթևեկության գոտիների թիվը և կողնակների վրա ամրացված գոտիների առկայությունը հաշվի առնող գործակիցը ($U_1 = 1...3$), U_2-ը՝ երթևեկության կազմում հեծանվորդների, մոպեդների և հետիոտների առկայությունը հաշվի առնող գործակիցը ($U_2 = 1{,}2...2{,}8$), U_3-ը՝ ճանապարհի երթևեկելի մասի լայնությունը հաշվի առնող գործակիցը ($U_3 = 1{,}0...1{,}5$):

Հետագայում համանման մեթոդներ սկսեցին կիրառվել նաև այլ երկրներում, որոնցում ավելի մանրամասն էին հաշվի առնվում առանձին գործոնների ազդեցությունը: Մեծ

Բրիտանիայում, Նորվեգիայում, Շվեդիայում, ԱՄՆ-ում գործակիցների փոխարեն մտցվեցին բալեր, որոնք հաշվի էին առնում երթևեկության անվտանգությունը՝ կախված երթևեկելի մասի լայնությունից և կողնակից, ճանապարհի տեսանելիությունից, կորերի շառավղից, փոխհատումների առկայությունից, ճանապարհամերձ կառույցներից և այլն: Այսպես, օրինակ, գնահատման շվեդական համակարգն ընդգրկում էր հնարավոր առավելագույն բալերով երեք խումբ.

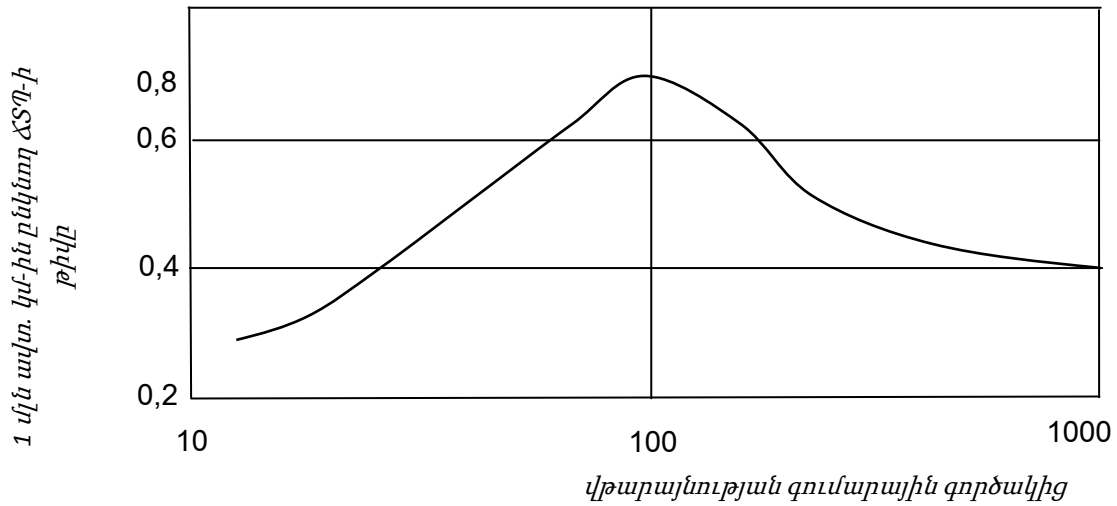
1) ճանապարհի պատվածքի վիճակը և ամրությունը……25,

2) ավտոմոբիլների համար երթևեկության պայմանները (երթևեկելի մասի լայնությունը, հատակագծում կորերի շառավիղները, երկայնական թեքությունները և դրանց երկարությունները, ապահովվող տեսանելիությունը) ……...30,

3) երթևեկության անվտանգության ապահովման աստիճանը……45:

Ռուսաստանում, Հայաստանում և մի շարք այլ երկրներում հավանական մեթոդներից ամենագործնական կիրառություն ստացել է Վ.Ֆ.Բաբկովի կողմից առաջարկված $K_{ը}$ վթարայնության գումարային գործակիցը [1], որը վթարայնության առանձին գործակիցների արտադրյալն է՝ $K_1, K_2, ..., K_n$, որոնցից յուրաքանչյուրը բնութագրում է դիտարկվող տեղամասի վրա պատահարների առաջացման հարաբերական հավանականությունը հատակագծի առանձին տարրերի, երկայնական և լայնական պրոֆիլների, ճանապարհամերձ գոտու, երթևեկության ինտենսիվության և կազմի ազդեցությունից՝ չափանմուշային ճանապարհային պայմանների համեմատ (7,8 *մ* լայնությամբ երթևեկելի մասով երկգոտի ճանապարհի ուղիղ հորիզոնական տեղամաս, ամրացված կողնակներով և հարթ խորդուբորդ ծածկով).

$$K_{ը} = \prod_{i=1}^{n} K_i : \qquad (2)$$



Նկ. ՃՏՊ-ի թվի և վթարայնության գումարային գործակցի կապը

Ամենամեծ վտանգ ներկայացնում են այն տեղամասերը, որտեղ վթարայնության գումարային գործակիցը կազմում է 50...70: $K_գ$ -ի փոքր արժեքի դեպքում գոյություն ունի կայուն կապ 1 *մլն ավտ. կմ*-ին ընկնող Y ՃՏՊ-ի թվի և $K_գ$ -ի միջև [1]՝

$$Y = 34,5 - 0,27K_գ + 0,0097K_գ^2 \ , \qquad (3)$$

սակայն այդ կախվածության գրաֆիկը (նկար) ցույց է տալիս, որ ՃՏՊ-ի թվի առավելագույնից հետո, երբ $K_գ = 80...100$, վթարայնությունը սկսում է նվազել:

Տարվա շրջաններից և կլիմայաեղանակային ազդեցությունից կախված՝ երթևեկության անվտանգության մակարդակի գնահատման համար առաջարկվել է օգտվել վթարայնության սեզոնային գործակիցների գրաֆիկներից [2]: Վթարայնության գնահատման բոլոր այն մեթոդները, որոնք պատկանում են տվյալ խմբին, ունեն հետևյալ թերությունները.

- անհրաժեշտ է լինում ստանալ մեծ քանակի հավանական ցուցանիշների արտադրյալ, որի դեպքում սխալի հավանականությունը մի քանի անգամ մեծանում է,
- պահանջվում է ՃՏՊ-ի մասին մեծ քանակի վիճակագրական տվյալներ ազդող գործոնների փոփոխման վրա լայն ընդգրկույթով ճանապարհների դեպքում, վթարայնության տարբեր անհատական գործակիցների բացահայտման համար, որոնք կախված են այդ գործոններից: Քանի որ այդ գործակիցները որոշվում են ՃՏՊ-ի վիճակագրական տվյալների հիման վրա, ապա այդ մեթոդին հատուկ են վիճակագրական մեթոդների հիմնական թերությունները,
- թույլ է հաշվի առնվում վթարայնության վրա հատակագծի, երկայանական և լայնական պրոֆիլների հարակից տարրերի հնարավոր զուգակցումների ազդեցությունը,
- հաշվի չի առնվում վթարայնության առանձին անհատական գործակիցների փոխկախվածությունը և այլն:

Հավանական մեթոդներին են պատկանում նաև հուսալիության տեսության կամ ռիսկերի տեսության վրա հիմնված մեթոդները [3-7], որոնց միջոցով որոշում են «վարորդ-ավտոմոբիլ-ճանապարհ-շրջակա միջավայր» (ՎԱՃՄ) համակարգի անխափան աշխատանքի հավանականությունը կամ ՃՏՊ-ի առաջանալու հավանականությունը (ռիսկը): «Ավտոմոբիլները ՃՏՊ-ի մեջ ընկնելու ռիսկ» (r_V) հասկացությունը, երթևեկության արագության դեպքում, ճանապարհի երկրաչափական տարրի վտանգավորության որակական բնութագիրն է և ունի հետևյալ արտահայտությունը՝

$$r_V = \frac{n_V}{N_V} \ , \qquad (4)$$

որտեղ n_V –ն V արագության դեպքում ՃՏՊ-ի թիվն է, ճանապարհի երկրաչափական տարրի անկատարելության պատճառով, N_V -ն՝ ավտոմոբիլների ընդհանուր թիվը, որոնք անցել են ճանապարհի տվյալ տեղամասը երթևեկության V արագությամբ [3]:

Ունեցած շատ առավելությունների հետ մեկտեղ, այս մեթոդն ունի հետևյալ թերությունները.

- դժվար է որոշել հետազոտվող ցուցանիշների բաշխման փաստացի օրենքները [3],
- ռիսկի վրա ազդող որոշ պարամետրերի համար, որոնց բաշխման օրենքը նորմալ չէ, շատ դժվար է ստանալ համանման բանաձևեր ՃՏՊ-ի ռիսկի որոշման համար,
- հավանական մոտեցումները ճշգրիտ գործնական արդյունքներ տալիս են միայն այն դեպքում, երբ անորոշությունը կրում է «տեխնոլոգիական» կամ «բնական» բնույթ, և բացակայում է կամ շատ աննշան է մարդկային գործոնի դերը: Այս դեպքում մարդկային գործոնի ազդեցությունը գերակայելի է, հատկապես, ՃՏՊ-ի առաջացման սահմանային իրավիճակներում,
- ՃՏՊ-ի առաջացման ռիսկը հնարավոր է որոշել միայն այն ավտոմոբիլների համար, որոնք շարժվում են հաստատուն արագությամբ, առանց արագացման,
- դժվար է որոշել վարորդների թույլ տված ռիսկը: Այդ ռիսկը, հակառակ [3]-ի, ավելի շատ փոփոխվում է բավական լայն ընդգրկույթում: Հակառակ դեպքում՝ ավտոմոբիլային ճանապարհների բոլոր տեղամասերում պետք է նկատվեր մոտավորապես նույն վթարայնությունը:

Ե.Վ.Վարդանյան,
Ս.Ա.Բուրնուսուզյան,
Վ.Ս.Հայրապետյան

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ

Представлены вероятностные методы определения бесперебойной работы дорожно-транспортной единой системы или рисков возникновения происшествий. Для разрботки мероприятий по повышению безопасности дорожного движения произведен анализ этих методов.
Ключевые слова: *теория вероятностей, дорожно-транспортное происшествие, коэффициент аварийности, отрезок дороги, безопасность движения*

Ye.V. Vardanyan,
S.A. Burnusuzyan,
V. S. Hairapetyan

ANALYSIS OF PROBABILISTIC METHODS FOR ACCIDENT RATE DETERMINATION

Probabilistic methods for determining the uninterrupted work of a shared network or risks of accident occurrence are presented. The analysis of these methods, for the development of the arrangements on improving road traffic safety, have been made.
Keywords*: probability theory, traffic accident, accident rate, the length of road, traffic safety*

Գրականություն

1. **Бабков В.Ф.** Дорожные условия и безопасность движения. - М.: Транспорт, 1993.–272 с.
2. **Васильев А.К.** Пути совершенствования системы обеспечения безопасности дорожного движения // Безопасность дорожного движения на автомобильном транспорте. – М., 1985. - С.3-10.
3. **Столяров В.В.** Дорожные условия и организация движения с использованием теории риска. – Саратов, 1999. – 559 с.
4. **Чванов В.В.** Методы оценки уровней безопасности движения на автомобильных дорогах по показателю риска дорожно-транспортных происшествий//Дороги и мосты: Сборник ст. УП РосдорНИИ. – М.: Верстка, 2004. – С.48-53.
5. **Barnard P.O.** How some Advances in Econometrics might be used in Road Crash Analysis. - Vermont South, Vic.: Australian Road Research Board, 1989. - Series: CR; 87.; Research report ARR ; no. 171.
6. **Conti T.C. Mc. Minimee J.C., Seneviatre P.** Maintenance Skid Correction Program in Utah// Transportation Research Record. – 1990. – N 1410. – P. 32-40.
7. **Bergel R.** Multivarite Modelling of Accident Risk// Paper presented at the international conference “Traffis Safely on Two Continents”. - Lisbon 1997. -127 p.

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

Վարդանյան Եղիազար Վահրամի, տ.գ.դ., դոց. *(ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ռեկտորի առաջին տեղակալ-պրոռեկտոր, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. Ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ա.գ.ա., Շինարարական մեքենաներ և երթևեկության կազմակերպման ամբիոն, (+374) 10642099, (+374) 93914040, vardanyan@ysuac.am,* ***Բուռնուսուզյան Սլավիկ Արտավազդի, տ.գ.թ., պրոֆ.*** *(ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական մեքենաներ և երթևեկության կազմակերպման ամբիոնի վարիչ, (+374) 10544998, (+374) 91459313,* ***Հայրապետյան Վարդգես Սարգսի*** *(ՀՀ ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական մեքենաներ և երթևեկության կազմակերպման ամբիոն, դասախոս, (+374) 10644244: (+374) 95659557:*

Варданян Егиазар Ваграмович, д.т.н., доц. *(РА, г. Ереван)-НУАСА, первый заместитель ректора-проректор, Проблемная лаборатория Архитектуры и строительства им. Академ. Ал. Таманяна, с.н.с., кафедра Строительных машин и организации движения, (+374) 1064299, (+374) 93914040,* vardanyan@ysuac.am. ***Бурнусузян Славик Артаваздович, к.т.н., проф.*** *(РА, г. Ереван)-НУАСА, кафедра Строительных машин и организации движения, заведующий, (+374) 10544998, (+374) 91459313.* ***Айрапетян Вардгес Саркисович*** *(РА, г.Ереван) - НУАСА, кафедра Строительных машин и организации движения, преподаватель, (+374) 10644244, (+374) 95659557.*

Vardanyan Yeghiazar Vahram, doctor of science (engineering), associate prof. *(RA, Yerevan) - NUACA, first deputy rector-vice-rector, Research Laboratory of Architecture and Building by Academician Al. Tamanyan, senior researcher, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374) 1064299, (+374) 93914040,* vardanyan@ysuac.am, ***Burnusuzyan Slavik Artavazd, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering, prof.*** *(RA, Yerevan) - NUACA, Head of chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374) 10544998, (+374) 91459313,* ***Hairapetyan Vardges Sargis*** *(RA, Yerevan) - NUACA, Head of chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, Lecturer, (+374) 10644244; (+374) 95659557.*

Ներկայացվել է՝ 12.05.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության՝15.05.2015թ

ՀՏԴ 626.812:551.495

ՋՐԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ
Հ.Գ. Քելեջյան,
Լ.Ա. Մարգարյան,
Ս.Մ. Մկրտչյան

ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀԱՐԹԱՎԱՅՐԻ ԳԵՏԵՐԻ ՋՐԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ ԸՍՏ ՈՌՈԳՄԱՆ ՋՐԵՐԻ ՈՐԱԿԻ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՉԱՓՈՐՈՇԻՉՆԵՐԻ

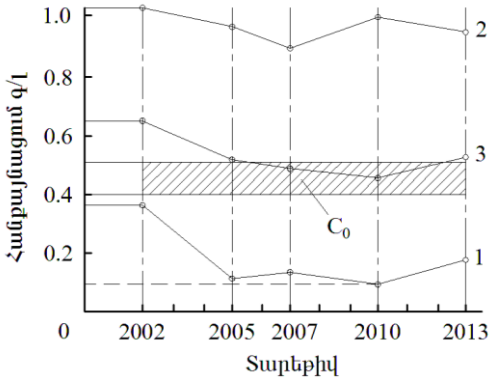
Արարատյան հարթավայրի գերխոնավ ոռոգվող հողերի մելորատիվ վիճակը պայմանավորված է դրանց առավելապես հողաջրաերկրաբանական պայմաններով: Սակայն կարևոր դերակատարում ունի նաև ոռոգման՝ գետերի ջրի որակը, ինչը մանրակրկիտ վերծանվել է միջազգային չափորոշիչներով, օգտագործելով SAR-ի հանրահայտ բանաձևը: Ստացված արդյունքները հավաստում են, որ հարթավայրի գետերի ջրի որակն ըստ այդ չափորոշիչների գրեթե չեն գերազանցում 2-ը, այլ խոսքով՝ դրանք գերազանց որակի են, քանզի փոքր են 3-ից:

Առանցքային բառեր. *գետերի ջուր, ոռոգում, քիմիական տարր, որակ, չափորոշիչ*

Հայաստանը լինելով լեռնային երկիր, աղքատ է հողային ռեսուրսներով: Հանրապետության գյուղատնտեսական մթերքների շուրջ 40%-ը ստացվում է Արարատյան հարթավայրի հողատարածքներից: Վերջինները գտնվում են մելորատիվ տարբեր վիճակում ըստ աղակալվածության աստիճանի, գրունտային ջրերի տեղադիրքի (ԳՋՏ) խորության և հանքայնացման: ԳՋՏ-ի խորություններն ավելի քան 27 *հազ.հա*-ում տատանվում են 0...3 *մ*-ի, առավելապես 2...3 *մ*-ի սահմաններում՝ շուրջ 16 *հազ. հա* [1], ինչն ուղեկցվում է ինտենսիվ գոլորշացումով գետնի մակերևույթից (հողագրունտներն առավելապես կավավազներ և կավեր են) ի հաշիվ ամենամյա լրացվող ստորգետնյա ջրային պաշարների: ԳՋ-ի հանքայնացումները տատանվում են 0,6...0,8-ից մինչև 3 (առավելապես 1...3) *գ/լ*-ի սահմաններում (ավելի քան 21 *հազ.հա* [1]): Նշված երկու բացասական հանգամանքներն ուղեկցվում են հողերի տարբեր աստիճանի աղակալումով, ձևավորելով բերրիազուրկ հողեր, որոնցում բերքի նվազումը կազմում է 10...15-ից մինչև 80...90% [2]: Նշված պայմաններում կարևոր դերակատարում ունի նաև ոռոգման (գետերի և դրենաժների) ջրերի հանքայնացումները, որոնք տատանվում են 0,4...1,8 *գ/լ*-ի սահմաններում:

Ոռոգվող հողերի համար կարևոր գործոն է «ոռոգման-աերացիայի գոտու-գրունտային-դրենաժային ջրեր» համակարգի աղաջրային հաշվեկշիռը, դրա բաղադրիչների չափանիշները, պայմանավորված հետազոտվող տարածաշրջանի բնական պայմաններով: Այլ խոսքով՝ կարևորագույն խնդիր է որոշել այդ հաշվեկշռի շրջապտույտի չփակվածության աստիճանն ըստ հողաջրաերկրաբանական փաստացի տվյալների փոփոխության և ոռոգման ջրերի հանքայնացման չափաբաժինների:

Արարատյան հարթավայրի հողերի տարբեր աստիճանի (չաղակալված, թույլ ու միջակ, ուժեղ և շատ ուժեղ) աղակալվածությունը, ԳՋ-ի կրիտիկական և փաստացի հանքայնացումների տարբեր չափաբաժինները, ոռոգման ջրերի հանքայնացումները տեսական և գործնական դժվարություններ են ստեղծում մշակելու մաթեմատիկական մոդելներ և անհրաժեշտ նորմեր, իրականացնելու միջոցառումներ համապատասխան չափաբաժինների կարգավորման նպատակով: Այդ բնական բարդություններն առավել զգալի են արտահայտվում ոռոգման ջրերի հանքայնացումների թույլատրելի նորմերին (0,4...0,5 *գ/լ*) գերազանցելու պատճառով. ոռոգման համար դրանց օգտագործումից տեղի է ունենում հողերի երկրորդային աղակալում իր բացասական հետևանքներով (հողի մելիորատիվ վիճակի վատթարացում՝ բերրիազրկում, մշակաբույսի բերքի նվազում): Նշված բացասական գործընթացներից խուսափելու նպատակով անհրաժեշտ է եղել մանրազնին վերծանել և գնահատել Արարատյան հարթավայրում ոռոգման համար օգտագործվող գետերի ջրի որակը: Այդ ջրերի հանքայնացման բազմամյա շարժընթացները (Արարատյան հարթավայրի համար միջինացված ըստ 5 գետերի առավելագույն չափաբաժինների, աղ.1) տատանվում են 0,1...1,1, միջինը՝ 0,47...0,64 *գ/լ*-ի սահմաններում (նկ.1):



Նկ.1. Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրի հանքայնացման շարժընթացները 2002...2013թթ. 1- նվազագույն, 2- առավելագույն, 3- միջին չափաբաժինները, C_0 - ոռոգման ջրի միջազգային նորմ

Հարթավայրի գետերի ջրի հանքայնացումների նվազագույն և առավելագույն չափաբաժինների տատանման սահմանները մեծ չեն: Այսպես, եթե 2002թ. տատանումը կազմել է 0,65 *գ/լ*, ապա 2010թ.՝ 0,90 *գ/լ*, իսկ միջին տարեկանները՝ 0,16...0,87 *գ/լ*-ի և դրանց միջինները՝ 0,47...0,64 *գ/լ*-ի սահմաններում (աղ.1): Նկ.1-ից ակնհայտ է, որ հարթավայրի գետերի ջրի հանքայնացման միջին չափաբաժինների 12 տարվա փոփոխությունները նվազող են (աղ.1), ինչը թվում է անհավանական: Մինչդեռ միջազգային փորձը հավաստում է, որ գետերի ջրի ոչ միայն հանքայնացումների, այլև մի շարք քիմիական տարրերի առավելապես ավելացման փաստեր են գրանցված: Այլ խոսքով՝ գետերի ջրի որակի վատթարացում է տեղի ունենում, ինչը բացակայում է հարթավայրի պայմաններում: Դրանց նվազագույն (նկ.1, կ.1) և միջին (կ.3) արժեքները, սկսած 2005թ. գրեթե չեն գերազանցում ոռոգման ջրերի միջազգային թույլատրելի (C_0=0,4...0,5 *գ/լ*) նորմերը, ինչը չի կարելի ասել առավելագույն չափաբաժինների համար (կ.2): Նշված

տարիներին դրանք մեծ տատանումների չեն ենթարկվել՝ 0,02...0,09 *գ/լ*, իսկ առավելագույնները՝ 0,05...0,11 *գ/լ* (կ.2):

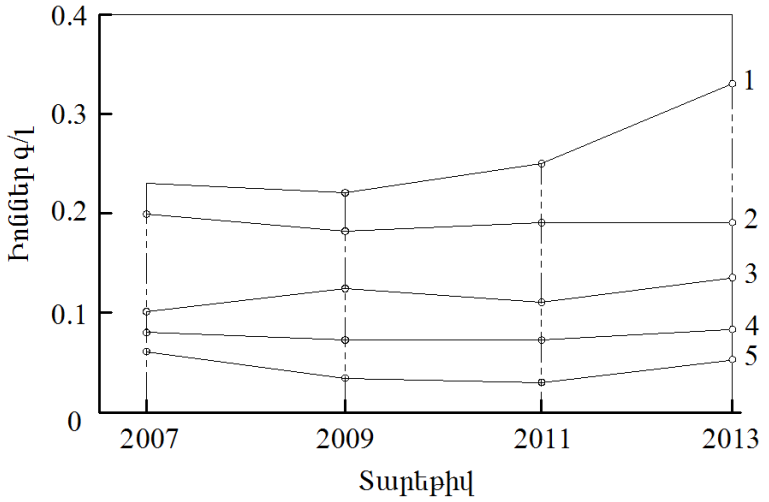
Մշակաբույսերի նորմալ զարգացման համար առավել կարևոր նշանակություն ունի ոռոգման ջրում պարունակվող մի շարք քիմիական տարրերի առկայությունը: Սույն հոդվածում վերծանվել են գետերի ջրի անիոնների (հիդրոկարբոնատ, սուլֆատ, քլորիդ, կկ.1...3) և կատիոնների (նատրիում, մագնեզիում, կկ.4,5) առավելագույն չափաբաժինների շարժընթացները 2007-2013թթ. ժամանակահատվածում (աղ.2, նկ.2): Ըստ այդ տվյալների, անիոնների տատանման սահմաններն անհամեմատ մեծ են՝ 0,10...0,33 (կկ.1...3), քան կատիոններինը՝ 0,03...0,08 (կկ.4,5) *գ/լ*: Սակայն հարկ է նշել, որ բացառությամբ հիդրոկարբոնատների, մյուս չորս տարրերի շարժընթացները (կկ.2...5) 2007-2013թթ. ժամանակահատվածում ենթարկվում են շատ փոքր փոփոխությունների՝ գրեթե հաստատուն են (նկ. 2): Այդ հանգամանքը թույլ է տալիս գետերի ջրերը վստահաբար օգտագործել ոռոգման նպատակով:

Աղյուսակ 1

Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրի հանքայնացման 2002-2013թթ. չափաբաժինները

Հ/Հ	Գետի անվանումը	Հանքայնացում, *գ/լ* տատանման սահմաններն ըստ տարիների					
		2002թ.	2005թ.	2007թ.	2010թ.	2013թ.	2002...2013թթ.
1	Արաքս	0,36...0,61	-	0,17...0,72	0,10...0,79	0,33...0,85	0,10...0,85
2	Սևջուր	0,61...1,01	0,61...0,95	0,39...0,89	0,16...1,00	0,63...0,91	0,16...1,01
3	Հրազդան	0,49...0,70	0,13...0,96	0,17...0,77	0,20...0,80	0,25...0,95	0,13...0,96
4	Քասախ	-	-	0,18...0,67	0,19...0,54	0,25...0,58	0,18...0,67
5	Վեդի	-	0,12...0,47	0,14...0,38	0,15...0,44	0,19..0,47	0,12...0,47
Արարատյան հարթավայր		0,36...1,01	0,12...0,96	0,14...0,89	0,10...1,00	0,19...0,95	0,10...1,01
միջին							
1	Արաքս	0,44	-	0,57	0,60	0,70	0,44...0,70
2	Սևջուր	0,87	0,87	0,73	0,68	0,77	0,68...0,87
3	Հրազդան	0,60	0,50	0,57	0,45	0,58	0,45...0,60
4	Քասախ	-	-	0,34	0,46	0,41	0,34...0,46
5	Վեդի	-	0,17	0,22	0,16	0,20	0,16...0,22
Արարատյան հարթավայր		0,64	0,51	0,49	0,47	0,53	0,47...0,64

Ոռոգման ջրի որակի գնահատման միջազգային չափորոշիչների որոշման բանաձև է ԱՆԲ (SAR)-ը, որում մասնակցում են Na, Ca և Ma կատիոնները: Այդ բանաձևով կատարված Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրի որակի գնահատման արդյունքները բերված են աղ. 2-ի վերջին սյունակում: Ստացված չափաբաժինները տատանվում են 1,54...2,02-ի սահմաններում: Ըստ միջազգային նորմերի, եթե ԱՆԲ-ի արժեքը չի գերազանցում 3-ը, ապա այն համարվում է գերազանց որակի ոռոգման ջուր (Ք.Ս. Սկոֆիլդ, 1935թ.):



Նկ.2. Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրի մի քանի վտանգավոր իոնների առավելագույն չափաբաժինների շարժընթացները (2007-2013թթ.). 1- հիդրոկարբոնատ, 2- սուլֆատ, 3- քլորիդ, 4- նատրիում, 5- մագնեզիում

Աղյուսակ 2

Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրում մի քանի վտանգավոր իոնների առավելագույն չափաբաժինների տատանման սահմանները և միջին արժեքները, գ/լ (2007-2013թթ.)

Տարեթիվ	Ցուցանիշներ					
	Հիդրոկար-բոնատ	Սուլֆատ իոն	Քլորիդ իոն	Նատրիում	Մագնեզիում	ԱՆԲ (SAR)
2007	0,23	0,17...0,23	0,09...0,11	0,08...0,09	0,04...0,09	1,54...1,95
2009	0,19...0,24	0,12...0,24	0,11...0,12	0,07	0,03...0,04	1,62...1,95
2011	0,22...0,28	0,14...0,23	0,11	0,06...0,07	0,03...0,04	1,57...2,02
2013	0,32...0,34	0,14...0,24	0,12...0,14	0,08	0,04...0,06	1,65...1,79
2007-2013	0,19...0,34	0,12...0,24	0,09...0,14	0,06...0,09	0,03...0,09	1,54...2,02
միջին						
2007	0,23	0,20	0,10	0,08	0,06	1,75
2009	0,22	0,18	0,12	0,07	0,03	1,79
2011	0,25	0,19	0,11	0,07	0,03	1,80
2013	0,33	0,19	0,13	0,08	0,05	1,72
2007-2013	0,26	0,19	0,12	0,08	0,04	1,77

Եզրակացություն

Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրերը ոչ մի վտանգ չեն ներկայացնում մշակաբույսերի բնականոն զարգացման համար, քանզի դրանք ունեն քիմիական գերազանց տվյալներ ըստ ոռոգման ջրի որակի գնահատման միջազգային չափորոշիչների: Այլ խոսքով՝ այդ ջրերի օգտագործումը ոռոգման նպատակով հողերի երկրորդային աղակալում, բերրիազրկում և մշակաբույսերի բերքի նվազում չի առաջացնի:

О.Г. Келеджян,
Л.А. Маргарян,
С.М. Мкртчян

ОЦЕНКА РЕЧНЫХ ВОД АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНЫХ ВОД

Мелиоративное состояние переувлажненных орошаемых земель Араратской равнины обусловлено, главным образом, их почвенно-гидрогеологическими условиями. Однако важную роль играет также качество речных оросительных вод, что детально проанализировано по международным критериям, используя общеизвестную формулу SAR. Полученные результаты свидетельствуют, что качество речных вод равнины по этим критериям почти не превышают 2, иными словами, поскольку меньше 3, они отличного качества.
Ключевые слова: *речная вода, орошение, химический элемент, качество, критерии*

H.G.Qelejyan,
L.A.Margaryan,
S.M.Mkrtchyan

EVALUATION OF RIVER WATER OF ARARAT PLAIN ON INTERNATIONAL QUALITY CRITERIA OF IRRIGATION WATER

Reclamation state of waterlogged irrigated lands of the Ararat plain is specified mainly by their soil and hydrogeological conditions. However, an important role is the quality of river irrigating water, which is analyzed in detail by international standards, using the well-known formula SAR. Obtained results argue that the quality of the river water of the plain on these criteria almost do not exceed 2, in other words, as less than 3, they are in excellent quality.
Keywords*: river water, irrigation, chemical element, quality, criteria*

Գրականություն

1. Հայաստանի Հանրապետության չորացված և ոռոգվող հողերի մելիորատիվ վիճակի կադաստր/ ՀՀ ՋՏՊԿ; «Մելիորացիա» ՓԲԸ. - Երևան, 2013. - 207 էջ:
2. **Манукян Р.Р.** О мелиоративной группировке солонцов-солончаков Араратской равнины и путях их улучшения // Тр. НИИПиА Арм ССР. - Ереван,1989. - Вып XXIV. - С.54-59.
3. Ամփոփագիր Հայաստանի Հանրապետության տարածքում 2011թ. մակերևութային ջրերի որակի/ ՀՀ ԲՆ. - Երևան, 2012. - 186 էջ:

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Մկրտչյան Սերգեյ Միքայելի, կեն. գ.դ., պատվավոր պրոֆ. *(ՀՀ ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ,* Ի.Եղիազարովի անվ. Ջրային համակարգերի, ջրային ռեսուրսների կառավարման և համալիր օգտագործման պրոբլեմային լաբորատորիա, *ավ. գ.ա., (+374)94233347,* ***Մարգարյան Լիանա Արմենի, քիմ. գ.թ.*** *(ՀՀ, ք. Երևան) - «Մաքուր էներգիա և ջուր ծրագիր», Ջրավազանային կառավարման պլանավորման մասնագետ, (+374) 91376850,* ***Քելեջյան Հովհաննես Գևորգի, տ.գ.թ.*** *(ՀՀ ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ՀՇՋՀ և ՀԷԿ ամբիոնի ասիստենտ, (+374) 93556698, hovo98@mail.ru:*

Мкртчян Сергей Микаелович, д-р биол. н., почетный проф. *(РА, г. Ереван) – НУАСА, Проблемная лаборатория Водных систем, водных ресурсов, управления и комплексного использования им. акад. Егиазарова, с. н. с., (+374) 94233347,* ***Маргарян Лиана Арменовна, к.хим.н.*** *(РА, г. Ереван) – «Программа чистая энергия и вода», специалист по планированию управления бассейнами, (+374) 91376850,* ***Келеджян Оганнес Геворгович, к.т.н.*** *(РА, г. Ереван) - НУАСА, ассистент кафедры ГСВС и ГЭС, (+374) 93556698, hovo98@mail.ru.*

Mkrtchyan Sergey Mikayel, Doctor of Science (Biology), honorary prof. *(RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of* Water Systems*, Complex Use and Manage of Water Resourses after I.Yegiazarov, senior scientific researcher, (+374) 94233347,* ***Margaryan Liana Armen, Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Chemistry*** *(Yerevan, RA) - «Clean Energy and Water Program», Basin Management Planning Specialist, (+374) 91376850,* ***Kelejyan Hovhannes Gevorg, Doctor of Philosophy (Ph.D) in Technical Sciences*** *(Yerevan, RA) – NUACA, Chair of Hydraulics, Heat and Gas Supply and Ventilation,(+374) 93556698, hovo98@mail.ru.*

Ներկայացվել է `08.07.2015թ.
Ընդունվել է տպագրության 13.07.2015թ.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1. ***Արիստագեսյան Ս.Մ., Մնացականյան Մ.Լ.*** Սյունիքի և Վայոց ձորի մարզերի միջնադարյան ռազմաճարտարապետական կառույցները..... 3
2. ***Բասամ Զ.*** Բնական պայմանների ազդեցությունը Միացյալ Արաբական Էմիրությունների ավանդական քաղաքաշինության և ճարտարապետական ոճերի վրա (շոգ չոր և շոգ խոնավ կլիմայական պայմաններում, Դուբայի օրինակով) 15
3. ***Հարությունյան Է.Պ.*** Հանրակրթական ուսումնական հաստատությունների տարածքային կազմակերպման և ճարտարապետության հիմնախնդիրները 23
4. ***Ռաշիդյան Գ.Հ., Մեսրոպյան Մ.Զ.*** Երևանի դպրոցական շենքերի հնարավոր վերափոխումը և հարմարեցումը նոր պայմաններին..... 28
5. ***Աշչիյանց Է.Պ.*** Աղման ջրատարի դատարկման ընթացքում հեղուկի ոչ ստացիոնար շարժման հիդրավլիկական պարամետրերի հաշվարկը..... 35
6. ***Բարսեղյան Մ.Մ., Բազիկյան Է.Ն., Պապինյան Մ.Գ.*** Բնական սեղմված գազով աշխատող բենզինային շարժիչի ներածման խողովակաշարում օդի զանգվածի կարգավորումը..... 41
7. ***Գևորգյան Ա.Ա.*** Կենսագազի անհատական տեղակայանքի պարամետրերի հաշվարկ..... 46
8. ***Գևորգյան Գ.Ա., Վարդանյան Ս.Վ., Փիրումյան, Ն.Վ., Մեհրաբեկյան Ն.Ռ.*** Մոմենտային լարումների հաշվառմամբ սալերի ընդլայնական ծռման խնդիրների լուծման քառանկյունաձև վերջավոր տարրերի ձևափոխված տարբերակ....., 51
9. ***Զեյնալի Ա.*** Ինչ է բետոնի քաղցկեղը և ինչպես է այն առաջանում..... 66
10. ***Թորոսյան Զ.Ն.*** Ախուրյան և Քասաղ-Սևջուր գետերի ավազանների հակասելավային կառուցվածքների առկա տեխնիկական վիճակը և դրանց բարելավման առաջարկությունները.... 72
11. ***Կրասնոբաեվ Ի.Ա., Մայացկայա Ի.Ա., Մայացկայա Ա.Պ.*** Թվային մեթոդների կիրառությունը ընդհանրացված բնութագրական հավասարման պարզեցման համար..... 77
12. ***Մխիթարյան Գ. Մ.*** ՀՀ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի շահագործական վիճակը և արդյունավետ օգտագործման ուղիները..... 83
13. ***Մխիթարյան Ժ.Ս.*** Յուցիչների ագրեգացման մեթոդաբանական մոտեցումները..... 89
14. ***Մկրտչյան Ս.Մ., Մանուկյան Ռ.Ռ.*** Արարատյան հարթավայրի հողերի բնապահպանական խնդիրները և բարելավման միջոցառումները..... 95
15. ***Յուսեֆի Ամիրի Հ., Մխիթարյան Դ.Ա.*** Ճնշման տակ գտնվող պոլիպրոպիլենային բետոնի ուժային գնահատումը..... 103
16. ***Չիլինգարյան Ն.Վ., Մելմարյան Ա.Ս., Սարգսյան Հ.Ա.*** Ցեմենտային քարի քիմիական կոռոզիայի առանձնահատկությունները..... 112
17. ***Սահակյան Է.Ռ., Արզումանյան Ա.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ս.*** Հայաստանի դոլոմիտային հումքի օգտագործման արդյունավետությունը շինարարական նյութերի ստացման համար..... 119
18. ***Ստակյան Մ.Գ., Սոդոմոնյան Վ.Կ.*** Լիսեռների հոգնածային կոտրվածքների տեխնիկական արատորոշման քանակական գնահատումը..... 125
19. ***Վարդանյան Ե.Վ., Բուռնուսուզյան Ս.Ա.*** Վթարայնության որոշման հավանական մեթոդների վերլուծություն..... 137
20. ***Քելեջյան Հ.Գ., Մարգարյան Լ.Ա., Մկրտչյան Ս.Մ.*** Արարատյան հարթավայրի գետերի ջրերի գնահատում ըստ ոռոգման ջրերի որակի միջազգային չափորոշիչների..... 142

Հեղինակներին**.....** 148

ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ ՀԵՂԻՆԱԿԱՅԻՆ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐԻ ՁԵՎԱԿԵՐՊՄԱՆԸ ՆԵՐԿԱՅԱՑՎՈՂ ՊԱՀԱՆՋՆԵՐ

Հոդվածները կարելի է ներկայացնել *հայերենով, ռուսերենով և անգլերենով* (3-8 էջի սահմաններում):

Էջի ֆորմատը	*A 4 (210 x 297 մմ)*
Էջի աշխատանքային դաշտը	*170x252 մմ*
Լուսանցքները	*վերևից, աջից և ձախից՝ 20 մմ, ներքևից՝ 25 մմ*
Պարբերությունները սկսվում են նոր տողից	*10 մմ ներսից*
Տառաչափը	*11*
Տողերի հեռավորությունը	*1,35*
Տեքստի տառատեսակը	*հայերեն՝ Sylfaen* *ռուսերեն՝ Times New Roman* *անգլերեն՝ Times New Roman*

1. Էջի վերին ձախ անկյունում տրվում է **ՀՏԴ**-ն (http://teacode.com/online/udc/)՝ առնվազն վեցանիշ թվով, իսկ աջ անկյունում՝ հոդվածի բնագավառը՝ գլխատառերով, **bold**:
2. Հաջորդ տողում, աջից, հեղինակի (ների) **Անունը, Հայրանունը, Ազգանունը**:
3. Դրանից մեկ տող ներքև, մեջտեղում, հոդվածի **Վերնագիրը**՝ գլխատառերով, 11 տառաչափով, **bold**:
4. Վերնագրից մեկ տող ներքև, շեղատառերով (*Italic*), գրվում է հոդվածի *համառոտագիրը*, մինչև 50-60 բառ ծավալով, և ***Առանցքային բառեր*** (**Bold,** *Italic,* 5-6 հատ):
5. Մեկ տող ներքև տպվում է հոդվածի հիմնական տեքստը:
6. Տեքստում կարող են լինել նկարներ, աղյուսակներ, գծագրեր: Նկարները և աղյուսակները տեքստում տեղադրվում են այդ մասին նշում կատարելուց հետո՝ նույն կամ հաջորդ էջում: Նկարները և աղյուսակները պետք է ունենան վերնագիր (10pt, **Bold**, *Italic)*: Մեկական նկար և/կամ աղյուսակ պարունակող հոդվածներում դրանք չեն համարակալվում, իսկ մնացած դեպքերում պարտադիր է դրանց միջանցիկ համարակալումը: Աղյուսակի թվային տվյալները չպետք է կրկնեն հոդվածի գրաֆիկական նյութերը:
7. Հոդվածում հանդիպող ֆիզիկական մեծությունների չափայնությունը ներկայացնել **SI** համակարգով, *Italic*-ով:
8. Բանաձևերը և մաթեմատիկական արտահայտությունները տրվում են Microsoft Equation-ով, *Italic,* 11 տառաչափով: Բանաձևերը ներկայացվում են առանձին տողով, մեջտեղում, իսկ հիմնական բանաձևերը համարակալվում են՝ աջ մասում, փակագծի մեջ:
9. Հոդվածում օգտագործված գրական աղբյուրներն, ըստ օգտագործման հերթականության, պետք է ունենան միջանցիկ համարակալում, և տեքստում նշվեն՝ [1], [2], ... տեսքով:
10. Կրկնել 2 - 4 կետերը հոդվածի հիմնական տեքստից տարբերվող լեզուներով՝ **հեղինակ(ներ)ը, անվանումը**, *համառոտագիրը* (аннотация, summary), ***առանցքային բառերը*** (***ключевые слова, keywords***):
11. Հոդվածի վերջում, երկու տող ներքև նշվում է՝ **Գրականություն** արտահայտությունը և ըստ ընդունված ստանդարտի տրվում է գրականության ցանկը:
12. Ցանկից մեկ տող ներքև տրվում է հոդվածի հեղինակ(ներ)-ի մասին տեղեկություններ (հայերեն, անգլերեն, ռուսերեն լեզուներով)՝ **Ա.Ա.Հ., գիտական աստիճան, կոչում,** *կազմակերպության անվանումը, որտեղ աշխատում է, զբաղվեցրած պաշտոնը, հեռախոսահամարները, էլեկտրոնային հասցեն: Ներքևում տրվում է ներկայացման ամսաթիվը և տարեթիվը:*

Ուղեկցող պարտադիր փաստաթղթեր՝

- հոդվածը՝ մեկ օրինակ՝ տպված A4 ֆորմատի թղթի վրա և էլեկտրոնային կրիչով (հոդվածը՝ *.doc ֆորմատով, նկարները՝ *.jpg, *. jpeg ֆորմատով) :

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1. ***Аристагесян С. М., Мнацаканян М. Л.*** Средневековые военно-архитектурные сооружения Сюникского и Вайоц Дзорского марзов..... 3
2. ***Бассам Ч.*** Влияние природных условий на традиционное градостроительство и архитектурные стили в Объединенных Арабских Эмиратах (жаркий сухой и жаркий влажный климат, на примере города Дубай)..... 15
3. ***Арутюнян Э.П.*** Проблемы территориальной организации и архитектуры общеобразовательных учебных заведений 23
4. ***Рашидян Г.Г., Месропян С.З.*** Возможное преобразование и адаптация школьных зданий Еревана к новым условиям..... 28
5. ***Ащиянц Э.П.*** Определение гидравлических параметров нестационарного движения жидкости в процессе опорожнения нагнетательного водовода..... 35
6. ***Барсегян М.С., Базикян Э.Н., Папинян М.Г.*** Способ регулирования массы воздуха в впускном коллекторе бензинового двигателя, работающего на компримированном газе..... 41
7. ***Геворгян А.А.*** Расчет параметров биогазовой индивидуальной установки 46
8. ***Геворкян Г. А., Варданян С. В., Пирумян Н. В., Мехрабекян Н. Р.*** Об одной модификации метода конечных элементов прямоугольных форм для решения задач поперечного изгиба пластин с учетом моментных напряжений..... 51
9. ***Зейнали А.*** Что такое “рак” бетона и как он возникает..... 66
10. ***Торосян З. Н.*** Текущее техническое состояние и рекомендации по улучшению противоселевых сооружений в бассейнах рек Ахурян и Касах-Севджур 72
11. ***Краснобаев И.А., Маяцкая И.А., Маяцкая А.П.*** Применение численных методов к упрощению обобщенного характеристического уравнения 77
12. ***Мхитарян Г.М.*** Эксплуатационное состояние месторождения подземных вод на территории РА и пути их рационального использования 83
13. ***Мхитарян Ж.С.*** Методологические подходы к агрегированию индикаторов..... 89
14. ***Мкртчян С.М., Манукян Р.Р.*** Экологические задачи и мероприятия по улучшению почв Араратской равнины..... 95
15. ***Юсефи Амири Х., Мхитарян Д.А.*** Силовая оценка полипропиленого бетона под давлением 103
16. ***Чилингарян Н.В., Меймарян А.С., Саргсян А.А.***Особенности химической коррозии цементного камня. 112
17. ***Саакян Э.Р., Арзуманян А.А., Оганесян А.С.*** Эффективность использования доломитного сырья Армении для получения строительных материалов..... 119
18. ***Стакян М.Г., Согомонян В.*** Количественная оценка технической диагностики усталостных изломов валов..... 125
19. ***Варданян Е.В., Бурнусузян С.А., Айрапетян В.С.*** Анализ вероятностных методов определения аварийности..... 137
20. ***Келеджян О.Г., Маргарян Л.А., Мкртчян С.М.*** Оценка речных вод Араратской равнины по международным критериям качества оросительных вод..... 142

Авторам 150

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ СТАТЕЙ

Принимаются статьи на *армянском, русском* и *английском* языках (объемом 3-8 страниц).

Параметры страницы

- Формат А4 (210х296 *мм*)
- Рабочее поле 170х252 *мм*
- Поля: слева, справа и сверху - 20 мм, снизу – 25 *мм*
- Абзацный отступ – 10 *мм*
- Интервал межстрочный - 1,35
- Размер шрифта – 11pt
- Рабочие фонты для армянского - *Sylfaen*
  для русского – *Times New Roman*
  для английского - *Times New Roman*

1. На первой строчке в левом углу приводится УДК (www.teacode.com/online/udc/) не менее 6 знаков, в правом углу – раздел, к которому относится статья (прописные, **bold**).
2. Через строчку справа - Имя, Фамилия и Отчество автора (авторов)
3. Через строчку в центре заголовок статьи печатается прописными буквами 11pt, **bold.**
4. Через 1 интервал аннотация не более 50...60 слов, *Italic*. Ключевые слова: 5…6 слов, *Italic*.
5. Через 1 интервал – основной текст статьи.
6. В тексте можно приводить рисунки, таблицы и графики. Таблицы и рисунки должны помещаться после упоминания в тексте на той же или следующей странице. Таблица должна иметь заголовок, а рисунок – подрисуночную надпись (10pt, **Bold**, *Italic)*. Таблицы и рисунки должны иметь порядковый номер, если в статье содержится одна таблица и/или один рисунок, то они не нумеруются. Числовые данные, приводимые в таблице, не должны повторяться в графическом материале.
7. Размерность всех физических величин указывать в системе единиц СИ (*Italic)*.
8. Формулы должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation, 11pt, Italic. Основные формулы печатаются по центру и нумеруются. Нумерация (справа, в скобках) должна быть сквозной по всей статье.
9. Номера ссылок на цитируемый источник в тексте ставятся в квадратных скобках и должны идти строго по порядку.
10. Повторить пункты 2-4 на языках, отличных от языка основного текста: автор(ы), заголовок, аннотация и ключевые слова.
11. В конце статьи через 2 интервала печатается слово **Литература,** затем согласно ГОСТу приводится пронумерованный список цитируемой литературы.
12. Через строчку приводятся сведения об авторе(авторах) (на армянском, русском, английском языках) – И.Ф.О., ученая степень, звание, название организации (учреждения), занимаемая должность, номера телефонов, адрес электронной почты, а также дата представления статьи.

Сопровождающие документы:

- 1 экземпляр статьи, распечатанный на бумаге формата А4, электронная версия статьи (текстовый файл в формате *.doc, рисунки должны находиться в отдельных файлах в формате: *.jpg, *. jpeg)

CONTENTS

1. ***Aristagesyan S.M., Mnatsakanyan M.L.*** The medieval military-architectural buildings of the regions of Syunik and Vayots dzor..... 3
2. ***Bassam Ch.***The effect of weather conditions on the traditional urbanism and architecture style in the United Arab Emirates(regional hot dry and hot humid climate, case study the city of Dubai)..... 15
3. ***Harutyunyan E.P.*** Issues of territorial organization and the architecture of general educational institutions ... 23
4. ***Rashidyan G.H., Mesropyan S.Z.*** Possible transformation and adaptation of school building in Yerevan to the new conditions..... ... 28
5. ***Ashchiyants E.P.*** Defining hydraulic parameters of nonstationary motion of liquid when emptiyng force waterway..... . 35
6. ***Barseghyan M.S., Bazikyan E.N., Papinyan M.G.***Way of regulation of mass of air in an inlet collector of the petrol engine working at compressed gas..... 41
7. ***Gevorgyan A. A.*** Calculation of biogas parameters of individual installation 46
8. ***Gevorgyan G.A., Vardanyan S.V., Pirumyan N.V., Mehrabekyan N.R.***One modification of the method of rectangular shape finite elements for solving the problems of cross bending plate taking into account stress moment..... 51
9. ***Zeinali A.***What is concrete "cancer" and how it is originated..... 66
10. ***Torosyan Z.N.***The current technical state of the antimudflow structures in the basins of the Akhuryan and the Kasagh-Sevjur rivers and recommendations on their improvements..... 72
11. ***Krasnobaev I.A., Mayatskaya I.A., Mayatskaya A.P.*** Application of numerical methods to a simplification of generalized characteristic equation..... 77
12. ***Mkhitaryan G. M.***Operational status of groundwater deposits and ways of rational use in the Republic of Armenia..... 83
13. ***Mkhitaryan Zh.S.***The methodological approaches to the aggregation of indicators..... 89
14. ***Mkrtchyan S.M., Manukyan R.R.*** The ecological issues and measures on improving Ararat plain soils..... 95
15. ***Yousefi Amiri H., Mkhitaryan D.A.*** Strength assessment of polypropylene concrete under compression..... 103
16. ***Chilingaryan N.V., Meymaryan A.S., Sargsyan A.A.*** Features of chemical corrosion of cement stone..... 112
17. ***Sahakyan E.R., Arzumanyan A.A., Hovhanessyan A.S.*** Efficiency of dolomite raw use of Armenia for obtaining construction materials..... 119
18. ***Stakyan M.G., Soghomonyan V.K.***The quantitative estimation of technical diagnostics of fatigue fractures of shafts..... 125
19. ***Vardanyan Ye.V., Burnusuzyan S.A., Hairapetyan V. S.*** Analysis of probabilistic methods for accident rate determination..... 137
20. ***Qelejyan H.G., Margaryan L.A., Mkrtchyan S.M.*** Evaluation of river water of Ararat plain on international quality criteria of irrigation water..... 142

To the authors..... 152

REQUIREMENTS FOR PREPARATION OF AUTHOR'S ORIGINALS OF ARTICLES

Articles can be presented in Armenian, Russian or English (3-8 pages including the text, formulas, tables and drawings).

Requested formatting for papers

Page format	*A 4 (210 x 296 mm)*
Text field	*170 x 252 mm*
Margins	*top, left, right – 20 mm, bottom - 25 mm*
Font size	*11pt*
Line spacing	*1,35*
Font of the text	*Armenia - Sylfaen,*
	Russian - Times New Roman
	English – Times New Roman

1. On the upper left side of the page should be mentioned Universal Decimal classification - not less than 6 digits (UDC) (www.teacode.com/online/udc/), and on the right side – the section of the article (capitalized and boldfaced).
2. Name(s) of author(s) should be written on the next line and directly below it (in brackets)
3. Title of the article should be located one line below (center adjusted, 11 font, boldfaced).
4. Abstract is located one lines below the title of article not more than 50…60 words, and key words are written directly below the abstract (*Italic*) – 5…6 words.
5. The main body of the text is located one lines below the abstract. Paragraphs should begin with an indentation of 10 mm.
6. The article can contains tables, illustrations and drawings. Illustrations and tables should be numbered and located in the text next to where they have been sited. Tables should be headlined, illustrations should be cut-lined (10pt, **Bold**, *Italic)*. The headline of a table should be located above it (10pt, **Bold**, *Italic)*. If the article contains only one table or/and one illustration, numbering is not necessary. Numerical date in tables should not be repeated in graphic materials.
7. The **SI** (*Italic)* system of units of measurement should be used.
8. Formulas should be written in Microsoft Equation (center adjusted, 11pt, *Italic*). Basic formulas should have numbering in brackets (right adjusted)
9. References used in the article should have continuous numbering in square brackets like [1], [2]…
10. Directly one line below the main body of the text the items 2 to 4 should be repeated in the languages which differ from the main one.
11. Two lines below the word **References** must be mentioned and literary sources should be presented according to standard.
12. A line below must be given information about the author (s) (in Armenian, Russian and English) –N.S., degree, title, name of organization (institution), position, phone number, e-mail, and the date when the article is represented.

Accompanying documents

- One example of the article on A4 paper and its electronic version (article in DOC format, illustrations in JPEG).

Պատասխանատու քարտուղար — Նարինե Փիրումյան

Համարի պատասխանատու — Քրիստինա Խաչատրյան

Համակարգչային մակետավորումը — Գրետա Սարգսյան

Խմբագրում, սրբագրում, համակարգչային ձևավորում՝

Նարինե Փիրումյան
Զարուհի Մուրադյան
Գրետա Սարգսյան
Քրիստինա Խաչատրյան
Վիկտորիա Պարտիզպանյան
Նոննա Մեհրաբեկյան
Աստղիկ Մարտիրոսյան
Լուսինե Խաչատրյան

Տպագրության եղանակը՝ ռիզոգրաֆիա:
Թուղթը՝ օֆսեթ, 80 գր:
Ծավալը՝ 19,125 տպագրական մամուլ:
Ստորագրված է տպագրության 08.10.2015 թ.:
Գրանցման վկայական՝ 03Ա 059500:
Պատվեր թիվ 256: Տպաքանակը՝ 101 օրինակ:
Տպագրված է Ճարտարապետության և շինարարության
Հայաստանի ազգային համալսարանի
տպագրության և լրատվության կենտրոնի տպարանում:
Հասցե՝ Երևան, Տերյան 105:
Адрес: Ереван, Теряна 105
Address: 105 Teryan Street, Yerevan

☎ (+374 10) 58 05 41
URL: www.nuaca.am

ISSN 1829-4200

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
RA MINISTRY OF EDUCATION & SCIENCE

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

SCIENTIFIC PAPERS OF
NATIONAL UNIVERSITY OF
ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ, ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ, ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, СТРОИТЕЛЬСТВО

ARCHITECTURE, URBAN PLANNING, CONSTRUCTION

ԵՐԵՎԱՆ ⊙ ЕРЕВАН ⊙ YEREVAN

2015 ՀՏՍՐ ◆ ТОМ ◆ VOLUME III (58)

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ
ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

Յուրի Սաֆարյան (գլխավոր խմբագիր, ճարտ.դ., ՀՀ), Միհրան Ստակյան (գլխավոր խմբագրի տեղակալ, տ.գ.դ., ՀՀ), Նարինե Փիրումյան (պատասխանատու քարտուղար, տ.գթ., ՀՀ), Ռոբերտ Ազոյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Կարո Աղայան (ֆ.մ.գ.դ., ՀՀ), Ալբերտ Ասիրյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Ֆրանչեսկո Առջելի (ճ.դ., ԻՀ), Արկադի Բարխուդարյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Մանուկ Բարսեղյան (ֆ.մ.գթ, ՀՀ), Տիգրան Բարսեղյան (ճ.թ., ՀՀ), Պասկո Դել-Բիանկո (արվ.դ., ԻՀ), Մարիետա Գասպարյան (ճ.դ., ՀՀ), Բեկրիմժան Գլաուդինով (ճ.դ., ՂՀ), Վարդգես Գրիգորյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Սոն Գուոհուա (տ.գ.դ., ՉԺՀ), Հակոբ Գյուլզադյան (տ.գթ., ՀՀ), Գագիկ Գևորգյան (ֆ.մ.գ.դ., ՀՀ), Տիգրան Դադայան (տ.գ.դ., ՀՀ), Սերգեյ Զախարին (տնտ.դ., Ուկրաինա), Էմիլ Խաչատրյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Էդուարդ Խաչիյան (տ.գ.դ., ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս), Լյուդմիլա Խոլոդովա (ճ.դ., ՌԴ), Արմեն Կարապետյան (ֆ.մ.գ.դ., ՀՀ), Բորիս Կարապետյան (տ.գ.դ., ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս), Դարյա Կուբեչկովա (տ.գթ., ՉՀ), Հրավարդ Հակոբյան (արվ.դ., ՀՀ), Պետրոս Համբարձումյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Վալերիկ Հարությունյան (տ.գթ., ՀՀ), Նորայր Հովսեփյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Թեմուր Մարգարյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Վեներա Մարգարյան (տ.գթ., ՀՀ), Միհեր Մարկոսյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Տիգրան Մարտիրոսյան (տնտ.դ., ՀՀ), Զոհրաբ Մելիքյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Սուն Մին (ճ.դ., ՉԺՀ), Սուրեն Միխիթարյան (ֆ.մ.գ.դ., ՀՀ ԳԱԱ թղթ.անդամ), Սայիդ Մուհեմմադի Նահավանդի (ճ.դ., ԻԻՀ), Վալերի Նեֆյոդով (ճ.դ., ՌԴ), Գառնիկ Շահկյան (ճ.դ., ՀՀ), Սամվել Շահինյան (ճ.թ., ՀՀ), Միխայիլ Շուբենկով (ճ.դ., ՌԴ), Նիկոլայ Չիլինգարյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Հովսեփ Պետրոսյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Մանվել Պողոսյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Գարրի Ռաշիդյան (ճ.դ., ՀՀ), Էմմա Սահակյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Նարեկ Սարգսյան (ճ.թ., ՀՀ), Վրույր Սարգսյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Արծրունի Սաֆարյան (տ.գ.դ., ՀՀ), Մարինա Ստակյան (ճ.դ., Ուկրաինա), Եղիազար Վարդանյան (տ.գ.դ., ՀՀ)

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Юрий Сафарян (д.архит., главный редактор, РА), Мигран Стакян (д.т.н., зам. главного редактора, РА), Нарине Пирумян (к.т.н., ответственный секретарь, РА), Роберт Азоян (д.т.н.,РА), Каро Агаян (д.ф.-м.н., РА), Гравард Акопян (д.искусств.,РА), Петрос Амбарцумян (д.т.н., РА), Валерик Арутюнян (к.т.н., РА), Альберт Асирян (д.т.н., РА), Франческо Ауджелли (д.архит., Италия), Манук Барсегян (к.ф.-м.н., РА), Тигран Барсегян (к.архит., РА), Аркадий Бархударян (д.т.н., РА), Егиазар Варданян (д.т.н., РА), Мариетта Гаспарян (д.архит., РА), Гагик Геворкян (д.ф.-м.н., РА), Бекримжан Глаудинов (д.архит., РК), Вардгес Григорян (д.т.н., РА), Акоп Гюльзадян (к.т.н., РА), Сон Гуогуа (д.т.н., КНР), Тигран Дадаян (д.т.н., РА), Паоло Дель-Бианко (д.искусств., Италия), Сергей Захарин (д.экон.н. Украина), Армен Карапетян (д.ф.-м.н., РА), Борис Карапетян (д.т.н., академик НАН РА), Дарья Кубечкова (к.т.н., ЧР), Темур Маркарян (д.т.н.,РА), Венера Маргарян (к.т.н., РА), Мгер Маркосян (д.т.н., РА), Зограб Меликян (д.т.н., РА), Сунь Мин (д.архит., КНР), Саид Мохаммади Нахаванди (д.архит, ИРИ), Тигран Мартиросян (д.экон.н., РА), Сурен Мхитарян (д.ф.-м.н., чл. корр. НАН РА), Валерий Нефёдов (д.архит., РФ), Норайр Овумян (к.т.н., РА), Овсеп Петросян (д.т.н., РА), Манвел Погосян (д.т.н., РА), Гарри Рашидян (д.архит., РА), Эмма Саакян (д.т.н., РА), Вруйр Саргсян (д.т.н., РА), Нарек Саргсян (к.архит., РА), Арцруни Сафарян (д.т.н., РА), Марина Стакян (д.архит., Украина), Эмиль Хачатрян (д.т.н., РА), Эдуард Хачиян (д.т.н., академик НАН РА), Людмила Холодова (д.архит., РФ), Николай Чилингарян (д.т.н., РА), Самвел Шагинян (к.архит., РА), Гарник Шахкян (д.архит., РА), Михаил Шубенков (д.архит., РФ)

S C I E N T I F I C P A P E R S O F
NATIONAL UNIVERSITY OF ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA

EDITORIAL BOARD

Yuri Safaryan (Doctor of science (architecture), Editor-in-chief, RA), Mihran Stakyan (Doctor of science (engineering), Vice editor-in-chief, RA), Narine Pirumyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, Executive secretary, RA), Karo Aghayan (Doctor of science (mechanics), RA), Albert Asiryan (Doctor of science (engineering), RA), Francesco Augelli (Doctor of science (conservation of architecture), Italy), Robert Azoyan (Doctor of sciences (engineering), Arkadi Barkhudaryan (Doctor of science (engineering), RA), Manuk Barseghyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in physics, RA) Tigran Barseghyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Architecture, RA), Nikolay Chilingaryan (Doctor of science (engineering), RA), Tigran Dadayan (Doctor of science (engineering), RA), Paulo Del-Bianco (Doctor of science (art), Italy), Marieta Gasparyan (Doctor of science (architecture), RA), Gagik Gevorgyan (Doctor of science (mechanics), RA), Bekrimzhan Glaudinov (Doctor of science (architecture), RK), Vardges Grigoryan (Doctor of science (engineering), RA), Song Guohua (Doctor of science (engineering), P.R.China), Hakob Gyulzadyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, RA), Petros Hambardzumyan (Doctor of science (engineering), RA) Hravard Hakobyan (Doctor of science (arts), RA), Valeric Harutyunyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, RA), Norayr Hovumyam (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, RA), Armen Karapetyan (Doctor of science (physics), RA), Boris Karapetyan (Doctor of science (engineering), academician of NAS, RA), Emil Khachatryan (Doctor of science (engineering), RA), Eduard Khachiyan (Doctor of science (engineering), academician of NAS, RA), Lyudmila Kholodova (Doctor of science (architecture), RF), Darya Kubechkova (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, CZ), Temur Margaryan (Doctor of science (engineering), RA), Venera Margaryan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Engineering, RA),Tigran Martirosyan (Doctor of science (economics), RA), Mher Markosyan (Doctor of science (engineering), RA), Zohrab Meliqyan (Doctor of science (engineering), RA), Sun Ming (Doctor of science (architecture), P.R.China), Suren Mkhitaryan (Doctor of science (mathematics), corresponding member of NAS, RA), Saeed Mohammadi Nahavandi (Doctor of science (architecture), Iran), Valery Nefedov (Doctor of science (architecture), RF), Hovsep Petrosyan (Doctor of science (engineering), RA), Manvel Poghosyan (Doctor of science (engineering), RA), Garry Rashidyan (Doctor of science (architecture), RA), Artsruni Safaryan (Doctor of science (engineering), RA), Emma Sahakyan (Doctor of science (engineering), RA), Narek Sargsyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Architecture, RA), Vruyr Sargsyan (Doctor of science (engineering), RA), Samvel Shahinyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in Architecture, RA), Garnik Shakhkyan (Doctor of science (architecture), RA), Mikhail Shubenkov (Doctor of science (architecture), RF), Marina Stakyan (Doctor of science (architecture), Ukraine), Yeghiazar Vardanyan (Doctor of science (engineering), RA), Sergey Zakharin (Doctor of science (economics), Ukraine)

Հրատարակվում է ՃՇՀԱՀ Գիտական Խորհրդի որոշմամբ: Հիմնադրվել է 1996թ.: Լույս է տեսնում տարին 4 անգամ:
Издается по решению Ученого Совета НУАСА. Основан в1996г. Выходит 4 раза в год.
Is published by resolution of Academic Council of NUACA. Established in 1996. Published 4 times a year.

© ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, 2015
© Национальный университет архитектуры и строительства Армении, 2015
© National University of Architecture and Construction of Armenia, 2015

ISSN 1829-4200

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
RA MINISTRY OF EDUCATION & SCIENCE

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

SCIENTIFIC PAPERS OF

NATIONAL UNIVERSITY OF
ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ ◆ ТОМ ◆ VOLUME

III (58)

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ, ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ,
ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО,
СТРОИТЕЛЬСТВО

ARCHITECTURE, URBAN PLANNING,
CONSTRUCTION

ԵՐԵՎԱՆ ⊙ ЕРЕВАН ⊙ YEREVAN

2015

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

ՀՀ ԲՈՀ-Ի ՈՐՈՇՄԱՄԲ ԸՆԴԳՐԿՎԵԼ Է ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԸՆԴՈՒՆԵԼԻ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՑՈՒՑԱԿՈՒՄ՝ ԴՈԿՏՈՐԱԿԱՆ ԵՎ ԹԵԿՆԱԾՈՒԱԿԱՆ ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

ՀԱՄԱՌՈՏ ՇԱՐԱԴՐՎՈՒՄ Է ՌՈՒՍԱՍՏԱՆԻ ԴԱՇՆՈՒԹՅԱՆ ՎՆԻԻՆՏՊԻ «ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ» ՌԵՖԵՐԱՏԻՎ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆՈՒՄ (ISSN 0233-8440)

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

ПО РЕШЕНИЮ ВАК РА ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ПЕРИОДИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ, ПРИНЯТЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПОЛОЖЕНИЙ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ

РЕФЕРИРУЕТСЯ В РЕФЕРАТИВНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ “СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА” (ISSN 0233-8440) ВНИИНТПИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

SCIENTIFIC PAPERS OF NATIONAL UNIVERSITY OF ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA

BY THE DECISION OF SUPREME CERTIFYING COMMITTEE OF RA (SCC of RA) HAS BEEN INCLUDED IN THE LIST OF PERIODIC SCIENTIFIC PUBLICATIONS ACCEPTED FOR PUBLISHING THE MAIN RESULTS AND THE PROVISIONS OF DOCTORAL AND CANDIDATE DISSERTATIONS

ARE ABSTRACTED IN THE INFORMATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS JOURNAL OF “CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE” (ISSN 0233-8440) OF VNIINTPI OF RUSSIAN FEDERATION

Շապիկի առաջին էջին
На первой странице обложки
On the front cover

Ոսկեպարի Սուրբ Աստվածածին եկեղեցի, տեսք հյուսիս-արևմուտքից (VI-VIIդ.դ.)
Церковь святой Богородицы в Воскепаре , северо-западный вид (VI-VII в.в.)
St. Astvatsatsin Church (Voskepar), northwest view (XIV century)

Շապիկի վերջին էջին
На последней странице обложки
On the back cover

Ոսկեպարի Սուրբ Աստվածածին եկեղեցի, տեսք հարավ-արևելքից (VI-VIIդ.դ.)
Церковь святой Богородицы в Воскепаре, юго-восточный вид (VI-VII в.в.)
St. Astvatsatsin Church (Voskepar), southeast view (XIV century)