

A.H. MALKHASYAN

**RANDOM PARAMETRIC VIBRATIONS OF A VISCOELASTIC ROD  
UNDER THE INFLUENCE OF AN AXIAL FORCE**

Random bending vibrations of a viscoelastic rod under the action of a periodic axial force are considered. To take into account the random nature of the viscoelastic properties of the rod material, it is assumed that the relaxation kernel is a Gaussian stationary random function of time. The correlation function and variance of the solution are constructed. The results are presented in the Figures.

**Keywords:** viscoelasticity, heredity, relaxation kernel, correlation function, solution dispersion.

ՀՏԴ 691:622.2

**Լ.Ա. ԴԵՄԻՐՉՅԱՆ, Ա.Վ. ԳԱԼՍՅԱՆ**

**ԱՆՁՐԵՎԱՋՐԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ՇԵՆՔԵՐԻ ԶՐՀՈՐԴԱՆ  
ԽՈՂՈՎԱԿՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ  
(Վանաձոր)**

Ներկայիս գլոբալ կլիմայական անցանկալի փոփոխությունների պատճառով հաճախակի են դարձել հորդառատ անձրևները, որոնք մի քանի ժամվա ընթացքում հեղեղում են խոշոր քաղաքների փողոցներն ու ստորգետնյա հաղորդակցությունները՝ երբեմն ստեղծելով աղետալի իրավիճակներ: Մյուս կողմից՝ հատկապես խոշոր քաղաքներում զգալիորեն աճել է տարեկան միջին ջերմաստիճանը, իսկ տեղումների քանակը նվազել է, ինչը նույնպես կապված է կլիմայի փոփոխության հետ: Եղանակային այս անոմալիաները զգալիորեն խոչընդոտում են քաղաքների բնականոն գործունեությանը, ինչպես նաև էապես դեգրադացիայի են ենթարկում քաղաքների կանաչ տարածքները:

Ներկայացված են շենքերի ջրհորդան խողովակներում անձրևաջրերի կուտակման եղանակները, որոնք կարող են օգտագործվել ինչպես ոռոգման, այնպես էլ տեխնիկական այլ նպատակներով: Սույն լուծումը զգալի զսպիչ դեր կունենա քաղաքային տարածքների հեղեղումները կանխարգելելու հարցում, որն իր հերթին կբարձրացնի սանիտարահիգիենիկ մաքրության մակարդակը:

**Առանցքային բառեր.** ջրհորդան, հեղեղատար, ոռոգում, կոյուղի, ջրատար, կլիմա, սարքավորում, փական:

Աշխարհի շատ բնակավայրերի ջրահեռացման համակարգերի խողովակաշարերը կառուցվել են շուրջ կես դար առաջ և հիմնականում գործում են անբավարար: Տարիների ընթացքում պահպանման, մաքրման, վերանորոգման ու վերակառուցման աշխատանքների ոչ բավարար լինելու հետևանքով ջրահեռացման

խողովակները և դիտահորերը բավականին վնասված են: Այդ իսկ պատճառով ներկայում բավական հաճախադեպ են դեպի համակարգ գրունտային ջրերի, անձրևաջրերի ներհոսքի, ինչպես նաև համակարգից կեղտաջրերի արտահոսքի դեպքերը:

Բնակավայրերի կեղտաջրերի և անձրևաջրերի հեռացման համակարգերի շահագործման ու պահպանման ծառայությունների անտեսման կամ ոչ պատշաճ իրականացման հետևանքով շատ հաճախ պատահում են նշված համակարգերի անցանկալի միացումներ: Հորդառատ անձրևներից խցանվում են ջրահեռացման կամ հեղեղատային համակարգերի խողովակաշարերը, և գերլցվածության պատճառով երկրի մակերես դուրս եկած կեղտաջուրը հեղեղումներ է առաջացնում փողոցներում՝ խոչընդոտելով երթևեկությանը, ստեղծելով հակասանիտարական վիճակ: Նման դեպքեր լինում են հատկապես խոշոր քաղաքներում [1, 2]:

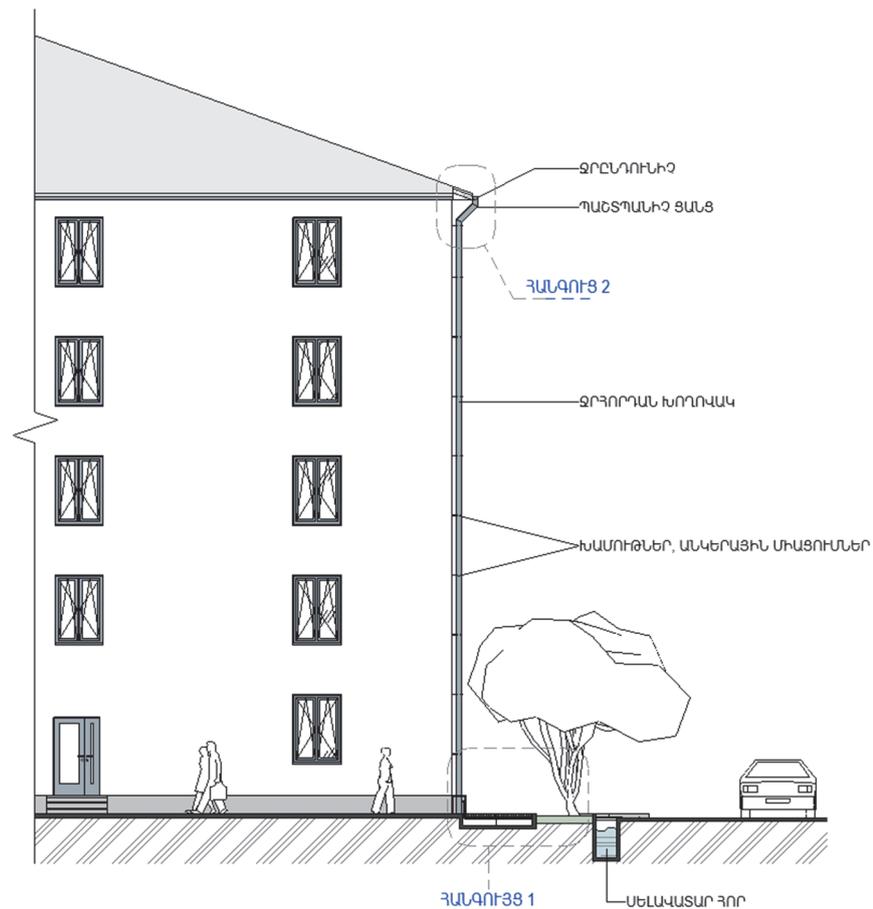
Նույն անմխիթար վիճակում են նաև քաղաքների կանաչ գոտիների ոռոգման համակարգերը: Օրինակ՝ Հայաստանի Հանրապետության մայրաքաղաք Երևանի կիսաանապատային կլիմայի պայմաններում կանաչ գոտիների ոռոգման համար մայրաքաղաքը ջուր է ստանում Կոտայքի և Գեղարքունիքի մարզերից: Ոռոգման ջրի մատակարարումն ապահովում են «Երևան» և «Կոտայք» ջրօգտագործող ընկերությունները: Մայրաքաղաքի ամբողջ ոռոգման համակարգի երկարությունը 400,5կմ է, որից 170կմ-ն է բարվոք վիճակում: Մնացած մասը կամ մաշված է, կամ խցանված, կամ էլ վթարային: 2019-2020 թթ. Իրականացված ոռոգման ցանցի գույքագրումից և վերլուծությունից հետո 2023 թ. Երևանի ներքաղաքային կանաչ տնկարկներում անցկացվել, փոխարինվել է շուրջ 28,5կմ երկարությամբ ոռոգման ջրագիծ [3]:

Վերը նշված գլոբալ խնդիրներին որոշակի լուծում տալու համար մեր կողմից մշակվել և նախագծվել է մի համակարգ, որը հնարավորություն է տալիս կուտակել շենքերի տանիքներին տեղացած անձրևաջուրը և այն օգտագործել ոռոգման ու տեխնիկական նպատակներով:

Դրան հասնելու համար անհրաժեշտ է ներկայիս բազմաբնակարան շենքերի ջրհորդան մետաղական խողովակները փոխարինել միմյանց զոդված պլաստմասսե խողովակներով և ընդհանուր խողովակաշարի ներքևի հատվածում տեղադրել զսպանակային տիպի ճնշումային փականներ ու ծորակ: Տանիքից ջուրը կհավաքվի տանիքի ջրընդունիչների մեջ, այնուհետև կհոսի զոդված պլաստմասսե խողովակների մեջ: Խողովակաշարի ստորին հատվածում տեղադրված ճնշումային զսպանակային փականները ջրի սյան հաշվարկված ճնշման ազդեցության տակ կբացվեն և կհեռացնեն ավելցուկային անձրևաջրերը (մեծ ճնշումային փականը տեղադրված է լինելու խողովակաշարի հատակի մասում,

իսկ փոքր ճնշումային փականը՝ խողովակի ստորին հատավածի կողքից): Եթե ընդունենք, որ հինգհարկանի շենքի բարձրությունը կազմում է 15մ, ապա ճնշումային փականները պետք է աշխատեն 13մ ջրի սյան ճնշման տակ: 2մ ջրի սյան տարբերությունը հարկավոր է ջրի ջերմային ընդարձակման և փականների հնարավոր ոչ ստաբիլ աշխատանքը կոմպենսացնելու համար, որպեսզի հորդառատ անձրևների ժամանակ ավելցուկային ջրերը չթափվեն տանիքի ջրըդունիչների վրայից: Խողովակի ստորին հատավածի կողքից ամրացված փոքր ճնշումային փականը կատարելու է երկու գործառույթ.

1. մեծ ճնշումային փականի խափանման ժամանակ ավտոմատ կերպով փոխարինելու է նրան,
2. փոքր ճնշումային փականի վրա առկա հանգույցը թույլ է տալու, որ այն աշխատի նաև որպես ծորակ (նկ. 1):



Նկ. 1

Այսպիսով, եթե պլաստմասսե խողովակի տրամագիծը վերցնենք 16սմ, իսկ աշխատող բարձրությունը՝ 13մ, ապա նրա մեջ կարող ենք կուտակել 260լ անձրևաջուր: Հաշվի առնելով Երևանի հատկապես փոքր կենտրոնի կառուցապատման խտությունը՝ կարելի է հաշվարկել, թե տանիքների մակերեսների հաշվին որքան անձրևաջուր կարելի է կուտակել ջրհորդաններում: Այդ պահուստը ոչ միայն կմեղմի փողոցների հեղեղումները, այլև երաշտի ժամանակ կօգտագործվի որպես ոռոգման ջուր՝ մայթերի և բակերի կանաչ գոտիները ջրելու համար: Այն կարող է օգտագործվել նաև հրդեհաշիջման, փողոցների լվացման և այլ նպատակներով: Նշենք նաև, որ ոռոգման համար ամենալավ ջուրը համարվում է անձրևաջուրը, քանի որ այն գրեթե չի պարունակում ծանր մետաղներ, քլոր և այլ վնասակար նյութեր, որոնք, ցավոք, առկա են ներկայիս ոռոգման ջրերի մեջ [4]:

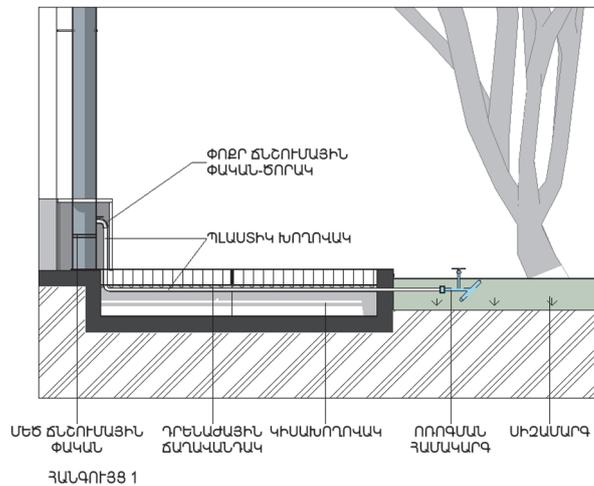
Նոր տիպի ջրհորդանների տեղադրման համար կարևոր պայմաններն են.

1. Պլաստմասսե խողովակները պետք է լինեն բարձր խտության, ամրավորված, կլիմայակայուն, ջերմակայուն, ունենան հուսալի զոդման և եռակցման ունակություն, իսկ դրանց գույնը հնարավոր կլինի ընտրել շենքերին համահունչ:

2. Իրար գոդված խողովակաշարի՝ գետնի հետ հպման մասը պետք է լինի ամուր հիմքի վրա: Զրհորդանները երկրի մակերևույթի նկատմամբ պետք է լինեն խիստ ուղղահայաց դիրքով, շենքի վրա պետք է տեղադրվեն միմյանցից 10-12մ հեռավորության վրա, անկերների և խամութների միջոցով ամրակապվեն յուրաքանչյուր 1.5մ հեռավորությամբ, իսկ հեռավորությունը պատից պետք է լինի առնվազն 10սմ:

3. Հորդառատ անձրևների ժամանակ ճնշումային փականից արտամղված ավելցուկային ջրի հոսքը մայթերի մեջ տեղադրված կիսախողովակներով պետք է հոսի դեպի սիզամարգեր, դրանցից էլ դեպի սելավատարի հոր (մայթերի մեջ տեղադրված ջրատար կիսախողովակները պետք է ծածկված լինեն մետաղական ճաղավանդակներով) (նկ. 2):

4. Ճնշումային փականների հնարավոր խափանումները շտկելու համար փականները պետք է լինեն հեշտ տեղադրելի (հատուկ գործիքների միջոցով), ունենան բաց դիրքով մնալու հնարավորություն, որպեսզի տարվա ցուրտ ամիսներին (նոյեմբեր, դեկտեմբեր, հունվար, փետրվար) միշտ լինեն բաց վիճակում (աղ. 1) [5]: Խողովակները սառցակալումից պաշտպանելու համար իրենց մեջ պետք է ունենան հակասառցային էլեկտրական տաքացուցիչներ:



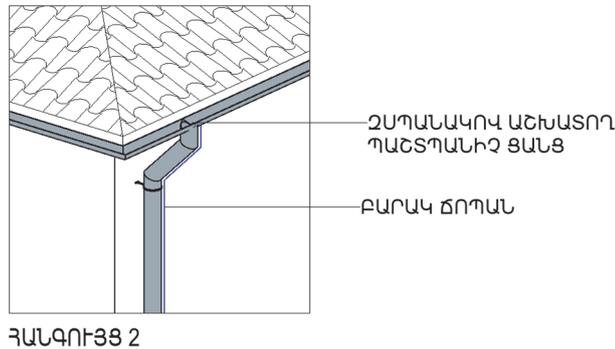
Նկ. 2

Աղյուսակ 1

Օդի ամսական միջին և տարեկան միջին ջերմաստիճանները (°C)<sup>1</sup> ըստ Երևան քաղաքի «Էրեբունի» օդերևութաբանական կայանի տվյալների

հուն.	փետր.	մարտ	ապրիլ	մայիս	հուն.	հուլ.	օգոս.	սեպ.	հոկ.	նոյ.	դեկ.	տարեկան
-3.6	-1,0	5.3	12.5	17.4	21.8	25.8	25.2	20.5	13.3	6.3	-0.2	11.9

5. Ճնշումային փականները և ծորակը խցանումներից պաշտպանելու համար իրենց կառուցվածքում պետք է ունենան ջրի մաքրման ցանց, իսկ ջրհորդան խողովակաշարերը պետք է վերևից ծածկված լինեն մանր ցանցերով, որոնք պետք է պարբերաբար մաքրվեն: Այդ ցանցերը արագ և անվտանգ մաքրելու համար անհրաժեշտ է դրանք տեղադրել ամուր շրջանակի մեջ: Դեպի փողոց նայող կողմի վրա պետք է ամրացնել առնվազն 180° անկյան տակ աշխատող թաթիկավոր զսպանակ, որը պետք է կպած լինի շենքի տանիքին: Այդ ցանցի շրջանակից պետք է ամրացնել ամուր պարան կամ բարակ ճուպան (տեղադրված թաթիկավոր զսպանակի դիմացի փեղկից), որի մյուս ծայրը պետք է կախվի ջրհորդանի ներքևի մասից շուրջ 2մ բարձրության վրա: Ձգելով պարանի ներքևի ծայրից, ցանցի վրայի կուտակված աղբը կթափվի փողոցի կողմը, իսկ թուլացնելով պարանի ձգումը, տեղադրված զսպանակը ցանցի շրջանակը կվերադարձնի նախկին դիրքին (նկ. 3):



Նկ. 3

6. Պլաստմասսե ջրհորդանի ստորին հատվածը (շենքի առաջին հարկի բարձրությամբ) հարվածներից պաշտպանելու և պատշաճ տեսք ունենալու համար կարելի է քողարկել համապատասխան կոնստրուկցիաներով կամ դեկորով:

7. Ջրհորդան խողովակում կուտակված ջրի սյան ճնշումը թույլ կտա կուտակված ջուրը առանց պոմպերի օգտագործման կիրառել կաթիլային, անձրևացման կամ ռետինե խողովակով ուղղակի ոռոգման համար: Դրա համար փոքր ճնշումային փականի ծորակից ամրացված ճկուն խողովակը պետք է անցնի մայթերի մեջ տեղադրված կիսախողովակի միջով և միանա սիզամարգերի ոռոգման համակարգին:

8. Հաշվի առնելով, որ բարձրահարկերի (9 հարկ և ավելի) մթնոլորտային տեղումների ջրատարները հիմնականում գտնվում են շենքի ներսում և, հետևաբար, չեն սառցակալվում, ապա տվյալ մեթոդի կիրառումը բարձրահարկերում էլ ավելի շատ ջրի կուտակման և օգտագործման հնարավորություններ կընձեռի:

9. Ճնշումային զսպանակային փականների ոչ կայուն աշխատանքը բացառելու համար կարելի է դրանք փոխարինել էլեկտրական փականներով, որոնք կբացվեն և կփակվեն համապատասխան տվիչներով տրվող ազդանշանների ներքո:

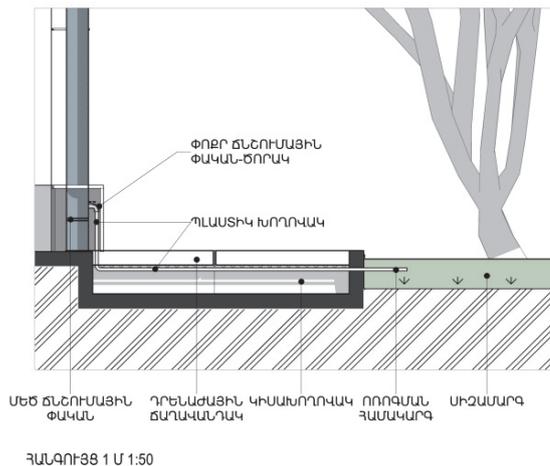
Այժմ տեսականորեն վերլուծենք, թե քաղաքի 5-հարկանի շենքի թեք տանիքի մակերեսից (60x30մ) որքան ջուր կարելի է կուտակել և օգտագործել: Նախ և առաջ դիտարկենք մթնոլորտային տեղումների ամսական և տարեկան միջին քանակները (մմ)<sup>1</sup> ըստ Երևան քաղաքի «Էրեբունի» օդերևութաբանական կայանի տվյալների (աղ. 2) [5]:

Մթնոլորտային տեղումների ամսական և տարեկան միջին քանակը (մմ)՝ ըստ Երևան քաղաքի «Էրեբունի» օդերևութաբանական կայանի տվյալների

հուն.	փետր.	մարտ	ապրիլ	մայիս	հուն.	հուլ.	օգոս.	սեպ.	հոկ.	նոյ.	դեկ.	տարեկան
24	23	32	35	45	23	11	8	12	29	28	21	291

Այսպիսով, 60x30մ շենքի թեք տանիքը կունենա շուրջ 2000մ<sup>2</sup> ջրահավաք մակերես, որի վրա ամենաջրառատ մայիս ամսին ընդհանուր առմամբ կտեղա 2000մ<sup>2</sup> x 45մմ = 90մ<sup>3</sup> անձրևաջուր: Շենքի պարագծով կտեղադրվեն 18 ջրհորդան-խողովակաշարեր, որոնցից յուրաքանչյուրի տարողությունը կկազմի 260 լիտր, իսկ ընդհանուրը կլինի՝ 18 x 260լ = 4.68մ<sup>3</sup>: Հաշվի առնելով, որ տվյալ հաշվարկները կատարված են ամբողջ ամսվա կտրվածքով, իսկ ջրօգտագործումը, հիմնականում ոռոգման համար, իրականացվելու է առնվազն 2-3 օրը մեկ, ապա կարելի է եզրակացնել, որ շենքի տանիքին մայիս ամսվա ընթացքում եկած տեղումների առնվազն 1/2-րդը կօգտագործվի: Չպետք է անտեսել նաև տանիքներից ջրի գոլրշիացման հանգամանքը: Տեղումներով ամենասակավ օգոստոս ամսին ջրհորդաններում կկուտակվի շուրջ 16մ<sup>3</sup> ջուր, որը պետք է օգտագործել հնարավորինս խնայողաբար:

Տեղատարափ անձրևների ժամանակ, երբ 12 ժամվա ընթացքում անձրևը տեղում է 30մմ և ավելի, կախված ջրհորդանների լցվածության մակարդակից, ավտոմատ կերպով կաշխատեն զսպանակային ճնշումային փականները, որոնք ավելցուկային ջուրը խողովակաշարից ելք կանեն դեպի սիզամարգեր, իսկ այնտեղից ջուրը կհոսի դեպի սելավատարի հոր (նկ. 4):



Նկ. 4  
302

Հաշվի առնելով, որ արևի ուղիղ ճառագայթների տակ ջրհորդան-խողովակաշարի ներսում ջուրը կարող է շատ տաքանալ, ոռոգումը անհրաժեշտ կլինի իրականացնել վաղ առավոտից մինչև կեսօր ընկած ժամանակահատվածում: Ջրհորդան-խողովակաշարում կուտակված ջրի գոլորշիացումը նվազեցնելու համար կարելի է նրա մեջ լցնել մի քանի գրամ բուսայուղ, կամ նմանատիպ այլ հեղուկ, որի թաղանթը ջրի մակերեսի վրա կարգելակի գոլորշիացումը [6]:

Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ Երևան քաղաքի շենքերի մայթերին կից սիզամարգերը վեգետացիայի շրջանում (մարտ-հոկտեմբեր) 1 մ<sup>2</sup> մակերեսի վրա տեղումների ընդհանուր քանակից ստանում են շուրջ 195մմ ջուր (կամ 195 լիտր ջուր 1 մ<sup>2</sup> համար), այնինչ օգտագործելով 5-հարկանի 60x30մ չափի շենքի ջրհորդան խողովակաշարերում կուտակված ջուրը, շենքի դիմացի 2 մետր լայնությամբ սիզամարգի ոռոգման համար ցուցանիչը 1մ<sup>2</sup> համար կարող է հասնել մինչև 1625 լիտր ջրի, որ 8.3 անգամ ավելի է: Եթե հաշվի առնենք ջրի գոլորշիացումը, բնական և տեխնիկական կորուստները, ցուցանիչը կարող է իջնել մոտավորապես 40%-ով, սակայն այդ դեպքում էլ ցուցանիչը կլինի խիստ գոհացուցիչ՝ շուրջ 1000 լիտր ջուր 1մ<sup>2</sup> համար. այն դեպքում, երբ ըստ գրական տվյալների՝ փարթամ անտառների և կանաչ տարածքների լավ աճի համար անհրաժեշտ են մոտավորապես 400մմ տարեկան տեղումներ և օդի տարեկան կտրվածքով բարենպաստ ջերմաստիճան:

Համադրելով վերոնշյալ տվյալները և ցուցանիշները՝ կարող ենք փաստել, որ այս տեխնոլոգիաներով անձրևաջրերի կուտակումը և ոռոգում իրականացնելը էապես կնպաստեն խոշոր քաղաքների սիզամարգերի և այլ կանաչ գոտիների բարգավաճմանը, որը անչափ կարևոր է ներկայիս ուրբանիզացիայի և կլիմայի գլոբալ տաքացման պայմաններում:

Խոշոր քաղաքներում տանիքներին տեղացած անձրևաջրերի պահեստավորման այս եղանակի օգտագործումը էապես կնպաստի նաև հեղեղումների նվազեցմանը և կանխարգելմանը:

Քաղաքներում հեղեղումների նվազեցմանը և կանխարգելմանն ուղղված հարցերին և խնդրներին կանրադառնանք հետագա աշխատանքներում:

**Եզրակացություն:** Վերը նկարագրված մեթոդներով ջրհորդաններում անձրևաջրերի կուտակումը ոչ միայն կստեղծի ջրի այդքան անհրաժեշտ պաշարներ, այլև որոշակի դերակատարություն կունենա քաղաքները հեղեղումներից պաշտպանելու հարցում:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. 03.11.2022 թ. N 1692–Լ ՀՀ կառավարության որոշման հավելված
2. Կլիմայի փոփոխությունը, Ոստիմնական ձեռնարկ Հայաստանի Հանրապետության բուհերի ուսանողների համար.  
<http://www.nature-ic.am/Content/announcements/7329/Climate-Change-Tutorila.pdf>:
3. <https://www.yerevan.am/hy/nature-protection/>
4. Ливневая канализация: особенности эксплуатации и содержания,  
<https://www.gkh365.ru/blog/blog3/livnevaya-kanalizatsiya>.
5. Շինարարական կլիմայաբանություն ՀՀՇՆ II-7.01-2011:
6. Проектирование ливневой канализации и выбор материалов,  
<https://drainage.ru/documenti/livnevaya>

Լ.Ա. ДЕМИРЧЯН, А.В. ГАЛСТЯН

### СБОР ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ В ВОДОСТОЧНЫХ ТРУБАХ ЗДАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Из-за нынешних нежелательных глобальных климатических изменений участились ливневые дожди, которые в течение нескольких часов затопляют улицы и подземные коммуникации крупных городов, порой создавая катастрофические ситуации. С другой стороны, особенно в крупных городах, значительно выросла среднегодовая температура и уменьшилось количество осадков, что также связано с изменением климата. Эти погодные аномалии существенно затрудняют нормальную жизнедеятельность городов, а также значительно влияют на деградацию зеленых зон городов.

Представлены способы накопления дождевой воды в водосточных желобах зданий, которую можно использовать как для орошения, так и для технических целей. Данное решение также будет играть довольно сдерживающую роль в предотвращении затопления городских территорий, что, в свою очередь, повысит санитарно-гигиенический уровень.

**Ключевые слова:** водосточный желоб, канализация, орошение, водопровод, климат, оборудование, клапан.

L.A. DEMIRCHYAN, A.V. GALSTYAN

### RAINWATER COLLECTION IN BUILDING DRAINPIPE AND PROSPECTS FOR ITS USE

Due to the current undesirable global climate change, heavy rains have become more frequent, which flood the streets and underground utilities of large cities within a few hours, sometimes creating catastrophic situations. On the other hand, especially in large

cities, the average annual temperature has increased significantly and the amount of precipitation has decreased, which is also associated with climate change. These weather anomalies significantly complicate the normal functioning of cities, and also significantly affect the degradation of green areas of cities.

The article presents methods for accumulating rainwater in building gutters, which can be used for both irrigation and technical purposes. This solution will also play a rather deterrent role in preventing flooding of urban areas, which in turn will improve the sanitary and hygienic level.

**Keywords:** gutter, sewerage, irrigation, water supply, climate, equipment, valve.

ՀՏԴ 672

**Տ.Ա. ԴԵՄԻՐՉՅԱՆ, Ա.Ռ. ԴԵՄԻՐՉՅԱՆ**

**ՎԱՂ ԵՐԿԱԹԻ ԴԱՐՈՒՄ ՁՈՒԼԱԾՈՒ ԵՐԿԱԹՅԱ ԻՐԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ  
ՀՆԱՐԱՎՈՐ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ  
(Վանաձոր)**

Տեսականորեն վերլուծվել են վաղ երկաթի դարում ձուլածո երկաթյա իրերի ստացման հնարավորությունները և դրա համար անհրաժեշտ նյութերն ու գործողությունները: Հատկանշական է, որ երկաթ ձուլելու հետ մեկտեղ՝ հնարավոր էր միաժամանակ ստանալ այնպիսի նյութեր և իրեր, ինչպիսիք են փայտածուխը, կիրը, շաղախող կրանյութը, թրծված աղյուսը, հանքաքարը և խեցեղենը:

**Առանցքային բաներ.** փայտածուխ, երկաթ, կրանյութ, քուրա, պիրոլիզային գազ:

Քարե դարից մինչև մ.թ.ա. 19-րդ դարը մարդկությունը կերակրի պատրաստման, ջեռուցման, խեցեղենի և կրաքարի թրծման, հանքանյութերի բովման, մետաղների և համաձուլվածքների ստացման, ինչպես նաև այլ կարիքների համար օգտագործել է փայտը և փայտածուխը: Թուջի և երկաթի ստացման համար հատկապես կենտրոնական Եվրոպայում 16-րդ դարից սկսած իրականացվեցին զանգվածային անտառահատումներ, որը հանգեցրեց անտառապատ տարածքների գրեթե 50%-ի կրճատմանը: Քարածխի, նավթամթերքների, բնական գազի, էլեկտրաէներգիայի և այլ էներգակիրների օգտագործումը մեծ թափ ստացավ միայն 20-րդ դարից:

Ներկայիս գիտահետազոտական փորձերը, որոնք միտված են վերարտադրելու վաղ երկաթի դարում՝ մեզանից շուրջ 4000 տարի առաջ, ձուլածո երկաթ իրերի ստացման ուսումնասիրմանը, բավարար արդյունքներ չեն ապահովում: Բանն այն է, որ վաղ երկաթի դարաշրջանում երկաթի և այլ մետաղների ձուլման