Երևանի Պոլիտեխնիկական Ինստիտուտ՝ Կարլ Մարքսի անվան

ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

—▲—

Эриванский Политехнический Институт им. Карла Маркса

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ՊԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ԵՐԵՎԱՆ 1936 ЭРИВАНЬ

:691

Երևանի Պոլիտեխնիկական Ինստիտուտ՝ Կարլ Մարքսի անվան

082
Ե-81
ՄՍՄԻՔՎՍՄ է 1981 թ.

ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

—Ա—

Эриванский Политехнический Институт им. Карла Маркса

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

4012 430
Ա 17122

ՊԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ԵՐԵՎԱՆ 1936 ЭРИВАНЬ

Պատ. խմբագիր՝ Հ. Բաբաջանյան
Տեխ. խմբագիր՝ Գ. Զենյան
Լեզվ. խմբագիր՝ Հ. Պետրոսյան
Սրբագրիչ՝ Ս. Շահբազյան

Գլավլիտ 2006. Պատվեր 95. Հրատ. 3598. Տիրաժ 1000.

Հանձնված է արտադրության 10 փետրվարի 1936.
Ստորագրված է տպագրության 28 փետրվարի 1936.

Պետհրատի տպարան, Երևան, II Դումայի, 4.

Ինժ. Դ. ՀԱԿՈԲՋԱՆՅԱՆ

Մեքենայագիտ. յեվ մեխանիզաց. ամբիոնի վարիչ

ՈՌԻ ՅԵՎ ՋՐԱՅԻՆ ՇՈԳՈՒ ԽԱՌՆՈՒՐԴՈՎ ԲԱՆՈՂ ՇԱՐԺԻՉՆԵՐ

Ժամանակակից շոգեմեքենան և շոգետուրբինը կապված են շոգեկաթսայի հետ, որ ծառայում է շոգի պատրաստելու համար և որի մեջ վառելիքի արտադրած ջերմության մի զգալի մասը՝ 20%—25%-ն անոգուտ կորչում է, բաց թողնվելով մեծ մասամբ՝ ծխանից դեպի մթնոլորտը, առանց մասնակցելու մեքենայի մեջ տեղի ունեցող աշխատանքային պրոցեսին։

Սակայն այդորինակ ջերմային կորուստները կարելի յե կանխել, եթե գուտ ջրային շոգու փոխարեն իբրև յեռանդակիր նյութ կիրառենք ոդի և ջրային շոգու խառնուրդը, որով հնարավոր կլինի վորոշ չափով բարձրացնել մեքենայի ջերմային արդյունավետ գործողության գործակիցը։

Ոդի և ջրային շոգու այս խառնուրդը պատրաստվում է մի հատուկ կաթսայի մեջ, ուր համապատասխան ճնշման տակ մտցվում են տեղծված ոդ և վառելիք (հեղուկ, պինդ կամ գազային վիճակում)։ Կաթսայի մեջ տեղի յե ունենում այրում անփոփոխ ճնշման տակ, և այրման գազերի մեջ շարունակ ջուր և սրսկվում՝ տաքացրած մինչև շոգիացման աստիճան և ավելի բարձր, նոսր, փոշիացրած վիճակում. փոշիացումը տեղի յե ունենում անփոփոխ ճնշման տակ (շնորհիվ այրման գազերի բարձր բարեխառնության) և նույնիսկ գերատաքացվում է մինչև ցանկացած ջերմաստիճանը։ Այսպիսով կաթսայի մեջ ստացվում է ոդի և շոգու մի խառնուրդ, ավելի ճիշտ ասած՝ այրման գազերի և ջրային շոգու խառնուրդ, վորոշ ճնշման տակ, վորն իբրև յեռանդակիր նյութ տարվելով մխոցավոր շոգեմեքենայի կամ տուրբինի մեջ՝ կարողանում է նրանց բանեցնել և ջերմային էներգիան վերածել մեխանիկական աշխատանքի։

Այսպիսի խառնուրդով բանող մեքենաները, գուտ ջրային շոգիով բանող շոգեմեքենաներից և շոգետուրբիններից զանազանելու համար, կարելի յե անվանել ոդաշոգեմեքենա և ոդաշոգետուրբին, ինչպես և կաթսան պետք է անվանել ոդաշոգեկաթսա (նկար 1)։

Այս խառնուրդով կարող են բանել սովորական բացփուք շոգեմեքենան (առանց կոնդենսացիայի), ինչպես և սովորական շոգետուրբինը (նույնպես առանց կոնդենսացիայի)՝ ամենևին պետք չունենալով վորևե էական փոփոխություն մտցնելու իրանց կառուցվածքի

մեջ։ Այնպես վոր կարելի յե ասել՝ ոդաշոգեմեքենան և ոդաշոգետուրբինը նույն կառուցվածքն ունեն, ինչ վոր սովորական բացվուք շոգեմեքենան և շոգետուրբինը, միայն այն տարբերությամբ, վոր առաջինները անհրաժեշտ է ունենալ մի կոմպրեսոր, վորը ոդաշոգեկաթսային պետք է տա այրման համար անհրաժեշտ ոդը՝ սեղմված վիճակում, պահանջված ճնշման տակ, և վորն այրումից հետո խառնվելով ջրային շոգուն—վերջինիս հետ միասին պիտի մասնակցի աշխատանքային պրոցեսին մեքենայի մեջ։

Այդ կոմպրեսորը, վոր ոդաշոգեմեքենայի կամ ոդաշոգետուրբինի անհրաժեշտ մասն է կազմում, պետք է բանի կամ մեքենայի գլխավոր լիսեռից և կամ անմիջապես մխոցակոթից։

Նմանապես և ոդաշոգեկաթսան, իբրև ոդաշոգեմեքենայի կամ ոդաշոգետուրբինի անհրաժեշտ մաս, պետք է անմիջականորեն կցված լինի յուր մեքենային՝ ստանալով շատ ավելի փոքր ծավալ, քան նույն կարողության սովորական տիպի շոգեկաթսաները։

Նկար 1-ում ցույց է տրված այդպիսի ոդաշոգեկաթսայի սքեման, վորի հնոցի մեջ մտցվում է սեղմված ոդ՝ պատշաճ ճնշման, բացացրի միջոցով սրսկվում է նավթը և այրվում անփոփոխ ճնշման տակ։ այրված գազերը, բարձր բարեխառնությամբ, անցնում են դեպի շոգեցման կամարը, ուր նրանց մեջ սրսկիչների միջոցով ջուր է սրսկվում փոշիացած վիճակում, և այդ ջուրն անմիջապես շոգիանում է անփոփոխ ճնշման տակ, և ստացված շոգին՝ դերատաքացած և այրված գազերի հետ խառն՝ տարվում է խողովակով դեպի ոդաշոգեմեքենան կամ ոդաշոգետուրբինը։ Շոգու դերատաքացման աստիճանը կախում ունի, ինարկի, վառելիքի, ոդի և սրսկվող ջրի քանակությունից։

Ստորև իբրև օրինակ բերված հաշվումները կատարված են միտցավոր ոդաշոգեմեքենայի համար, և նրանց նպատակն է պարզել այդպիսի մեքենայի աշխատանքային պայմանները։

Այս հաշվումներին իբրև հիմք ընդունված են հետևյալ տվյալները.

1. Մի վայրկյանում ծախսվող վառելիքի քանակությունը=0,1 kg/sek նավթ 10000 Cal/kg ջերմատվությամբ։

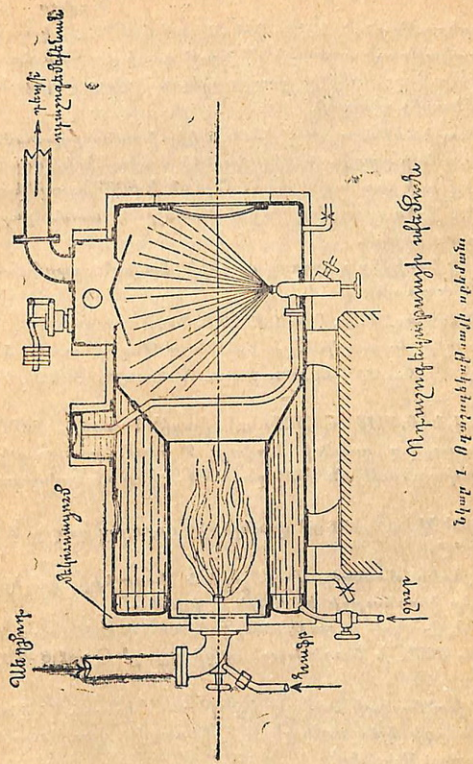
2. 0,1 kg/sek նավթի լիովին այրման համար ծախսվող ոդի քանակությունն ընդունված է =1,8 kg/sek ոդ, այսինքն՝ վառելիքի 18-ապատիկը։

3. Ցուրաքանչյուր վայրկյան սրսկվող ջրի քանակությունը =1,1 kg/sek ջուր, վոր պետք է խակուն շոգիանա (ընդունելով, վոր 1 kg նավթ այրելով կարելի յե ստանալ 10—12 kg շոգի կամ միջին հաշվով 11 kg շոգի)։

4. Կաթսայի մեջ պահվող ճնշումը = 7 ատմ. (բացարձակ)։

5. Շոգու գերատաքացման աստիճանը = 500° C։ Այս ջերմաստիճանը պիտի լինի շոգիացման կամերում։

6. Կաթսայի մեջ տրվող ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը = 80° C։



7. Հնոցի մեջ տրվող սեղմողի սկզբնական ջերմաստիճանը = 120° C։

Հիմնվելով վերոհիշյալի վրա՝ 0,1 kg հավթի այրումից ստացվող ջերմությունը՝ 1000 Cal կծախսվի հետևյալ կերպ.

1,8 kg սեղմոդը 500°C կլանում է 0,24(500—120). 1,8=164,16 Cal
1,1 kg ջրային շոգին՝ 7 ատմ. բացարձակ ճնշման և 500°C
գերտաքացումով, ընդունելով ջրի սկզբնական ջերմաստիճանը 120°C, կկլանի՝ . . . 1,1 (831,5—80) = 827,15 Cal

Գումար 991,15 Cal

Տարբերությունը՝ 1000—991,31 = 8,69 Cal/sek, կարող է կաղմել կորուստը—կաթսայի պատերի միջոցով դեպի դուրս և ճառագայթման միջոցով։ Այս կորուստները փոքրացնելու համար կաթսան շրջապատվում է մեկուսիչ շերտով։

Կաթսայի մեջ ստացվող յեռանդակիր խառնուրդի ծավալը կկազմվի երբև գումար բաղկացուցիչ մասերի ծավալների, վորոնք են՝
V_1 = 1,8 kg ոդի ծավալը 7 ատմ. ճնշման և 500°C բարեխառնության.
V_2 = 1,1 kg ջրից ստացվող շոգու ծավալը 7 ատմ. բաց. և 500°C գերտաքացած.
V_3 = 0,1 kg նավթից գոյացող գազերի ծավալն այրման ժամանակ՝ նույն պայմաններում։

V^1. 70000 = 1,8. R. T = 1,8. 29,3. 773,

վորտեղից կստացվի V_1 — 0,5823 m^3 (ոդ՝ 7 ատմ., 500°C)։ Ըստ աղյուսակի (Табл. для водян. пара, Кноблаух, Райш, и т. д.) ունենք՝

V_2 = 1,1. 0,5158 = 0,5674 m^3 (շոգի՝ 7 ատմ., 500°C)։ 0,1 kg նավթից ստացվող գազերի ծավալը 7 ատմ. բացարձակ ճնշման և 500°C բարեխառնության տակ ընդունում ենք մոտավորապես = 0,051 m^3։

Ուրեմն՝ V_3 = 0,051 m^3 վառելիքից գոյացող գազեր 7 ատմ. ճնշման և 500°C։

Այս յերեք մասերից (ոդ, շոգի և վառելիքի գազեր) գոյացող յեռանդակիր խառնուրդի ծավալը՝ V կլինի—

V = V_1 + V_2 + V_3 = 0,5823 + 0,5674 + 0,051 = 1,2 m^3/sek (7 ատմ. բաց., 500°C)։ Նույն խառնուրդի կշիռը՝ G = 1,8 + 1,1 + 0,1 = = 3 kg։

1 kg խառնուրդի ծավալը կլինի՝ v = V : 3 = 1,2 : 3 = 0,4 m^3։

Խառնուրդի կոնստանտը՝ R_m կստացվի խառնուրդի վիճակային հավասարությունից՝

0,4. 70000 = R_m . 773,

վորտեղից R_m = 36,22, վոր կարելի յե համարել բավարար ճշտության։

Յեթե 1,3 m^3 խառնուրդը՝ 7 ատմ. բաց. ճնշման և 500°C բարեխառնության, մացվելով մխոցավոր մեքենայի գլանի մեջ՝ հնարավո-

թությունն ստանա ընդարձակվելու ըստ ադիաբատի մինչև 2 ատմ. բաց. ճնշման, ապա ադիաբատային ընդարձակումից հետո նրա ընդունած ծավալը՝ V_e կարելի է վորոշել հետևյալ հավասարությունից՝

$$V^k\ 70000 = V_e^{\ k}\ 20000.$$

Աստիճանացույցը՝ K այս խառնուրդի համար ընդունում ենք =1,37։ Ուրեմն կարելի է գրել՝

$$1{,}2^{1{,}37}.\ 70000 = V_e^{\ 1{,}37}.\ 20000,$$

վորտեղից $V_e = 3m^3$։

Ընդարձակման վերջում խառնուրդի բարեխառնությունը կլինի՝

$$3.\ 20000 = 36{,}22\ (273^0 + t) \times 3.$$

$$t = 279^0C.$$

Նկար 2-ը ներկայացնում է դիագրամն այդ խառնուրդի կատարած աշխատանքի, վոր տեղի չէ ունենում ոդաշոգմեքենայի գլանի մեջ։ Դիագրամից երևում է, վոր աշխատած խառնուրդի արտածումը, յենթադրվում է, թե տեղի չէ ունենում 1,1 ատմ. ճնշման տակ։

1,2 m^3 յեռանդակիր խառնուրդի կատարած աշխատանքը մեքենայի մեջ՝ բաղկացած է հետևյալ մասերից.—

1. Լցման ընթացքում կատարվող աշխատանք (դրական)—

$$1{,}2.\ 59000 = 70800\ \text{kgm}.$$

2. Ադիաբատային ընդարձակման ընթացքում կատարվող դրական աշխատանք՝

$$3.\ 36{,}22.\frac{1}{1{,}37-1}(773-552) - 1{,}8.\ 11000 = 3.\ 98.221 - 19800 = 45171\ \text{kgm}.$$

3. Սեղմման ժամանակ կատարվող բացասական աշխատանք, վոր ստացվում է հավասար 5150 kgm։

Այսպիսով 1,2 m^3 խառնուրդը՝ 7 ատմ. բաց. ճնշումով՝ մեքենայի գլանի մեջ կատարում է մի աշխատանք, վոր հավասար է՝

$$70800 + 45174 - 5150 = 110824\ \text{kgm}.$$

Յեթե աշխատանքի մեծությունը վորոշելու լինենք նկ. 2 դիագրամից, ապա կստացվի համարյա նույնը, շատ փոքր տարբերությամբ։

Յեթե 1,2 m^3 խառնուրդը գործադրելու լինենք յուրաքանչյուր վայրկյան, ապա ստացվող աշխատանքը 110824 $^{kgm}/_{sek}$ կկազմի մեքենայի կարողությունը, վորն արտահայտելով ձիաուժերով, կլինի՝

$$110824 : 75 = 1477{,}3\ \text{ձիաուժ},$$

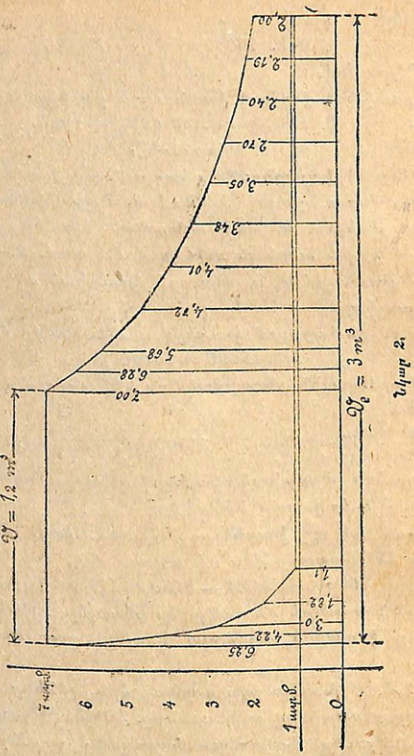
վորը կլինի ոդաշոգմեքենայի ինդիկատորային կարողությունը։

1 ձիաուժ ինդիկատորային կարողության վրա 1 ժամում ծախսվող վառելիքի (նավթի) քանակը կլինի՝

$$\frac{0{,}1.\ 3600}{1477{,}3} = 0{,}243\ \text{kg}/1\ \text{ձիաուժժամ}$$

Ջերմային արդյունավետ գործողության գործակիցն ըստ ինդիկատորային կարողության կստացվի՝

$$\eta_{th} = \frac{110824}{1000.427} \cong 0,26,$$ այսինքն մոտ 26%։



Ընդունելով մեքենայի մեխանիկական արդյունավետ գործողության գործակիցը մինչև հաշվով՝ հավասար 091՝ մեքենայի լիսեռի վրա ստացվող ոգտավետ կարողությունը կլինի՝

$$1477,3 \cdot 0,91 = 1344,34$$ ձիաուժ։

Այս վերջինից եվ 540 ձիաուժ կարողություն պետք է ծախսվի կոմպրեսորի վրա, որը յուրաքանչյուր ժամ պիտի մատակարարի

$\frac{1,8.\ 3600}{1,2} = 5400$ m³ ոդ 1 ատմ. ճնշման և 20° սկզբնական բարեխառնության։

Կոմպրեսորի վրա ծախսվող կարողությունը կարելի է հաշվել հետևյալ կերպ։ Նկատի ունենալով, որ յուրաքանչյուր վայրկյան պետք է սեղմվի 1,8 kg ոդ մինչև 7,4 ատմ. ճնշման, որի ժամանակ ոդի ջերմաստիճանը բարձրանում է 20°-ից մինչև մոտավորապես 228°C, կոմպրեսորի աշխատանքն այս պայմանների համար կվորոշվի՝

$$L = 427.\ 1,8.\ C_v\ (228° - 20°)$$
$$= 427.\ 1,8.\ 0,243.\ 208$$
$$= 427.\ 91,1 = 38900\ \text{kgm/sek},$$

որը վերածելով ձիաուժերի, կլինի՝

$$38900 : 75 = 518,7 \text{ ձիաուժ։}$$

Ընդունելով միաստիճանի կոմպրեսորի համար արդյունավետ գործողության գործակիցը = 0,82, նրա վրա ծախսվող կարողությունը կստացվի՝

$$518,7 : 0,82 \cong 633 \text{ ձիաուժ։}$$

Սակայն 7—8 ատմ. սեղմման համար գերադասելի է կիրառել երկաստիճան կոմպրեսոր, որ տալիս է առնվազն 15% եներգիայի խնայողություն, որով և յերկաստիճան կոմպրեսորի վրա կծախսվի՝

$$633 - 0,15.\ 633 \cong 540 \text{ ձիաուժ։}$$

Մնացորդը՝ 1344 — 540 804 ձիաուժը կլինի ողաշոգեմեքենայի եֆեկտիվ կարողությունը, որի վերաբերմամբ ջերմային արդ. գործ. գործակիցը կստացվի 0,14, այսինքն՝ 14%, որ դգալի չափով ավելի բարձր է, քան սովորական բացփուք շոգեմեքենայի համապատասխան գործակիցը։ Այս կլինի նաև տնտեսական ա. գ. դ.։

Ջերմության ծախսը, հաշված մեկ եֆեկտիվ ձիաուժաժամի վրա, կստացվի՝

$$\frac{0.1.\ 3600.\ 10000}{804} \cong 4480 \text{ Cal/1 եֆեկտ. ձիաուժաժամ։}$$

Մինչդեռ բացփուք շոգեմեքենայի մոտ ջերմության ծախսը կազմում է 7000 cal/եֆ. ձիաուժաժամ, ըստ այսմ և ջերմային գործակիցը 0,9 կամ 9%։

Վառելիքի ծախսը 1 եֆեկտիվ ձիաուժաժամի համար կլինի՝

$$\frac{360}{804} \cong 0,448 \text{ kg/եֆ. ձիաուժաժամ։}$$

Իբրև վառելիք այս դեպքում նկատի չի առնված նավթը։

Ցեռանդակիր խառնուրդի բաշխումն ողաշոգեմեքենայի մոտ տեղի չի ունենալու նույն կերպով, ինչպես որ շոգու բաշխումը շոգեմեքենայի մոտ։

Ողաշոգեմեքենայի կանոնավորումը նույնպես կարող է տեղի ունենալ նույն սկզբունքով, ինչպես ընդունված է այլ տեսակի շարժիչների մոտ, այն է՝ յուռնգակիր խառնուրդի քանակի փոփոխելով։ Այս դեպքում իհարկե կանոնավորումը պետք է ոգի թե ոդի, թե վառելիքի և թե սրսկվող ջրի քանակությունների վրա՝ փոփոխելով նրանց այնպես, որ պահպանվի պատշաճ հարաբերությունը (պրոպորցիա) նրանց միջև։

Ողաշոգեմեքենան աշխատանքի վստահելիության տեսակետից պահպանում է այն բոլոր առավելությունները, որ ունի շոգեմեքենան, և միաժամանակ ունի նաև այնպիսի առավելություններ, որ հատուկ են ներքին այրման շարժիչներին։

Ողաշոգեմեքենայի առավել կողմերից կարելի է նշել հետևյալները.—

1. Ընթացքի դցելու համար պահանջում է քիչ ժամանակ։

2. Գրավում է համեմատաբար փոքր տեղ ողաշոգեկաթսայի հետ միասին։

3. Աշխատանքի մեջ նույնքան վստահելի է և հարմարվող, ինչպես շոգեմեքենան, և թույլ է տալիս պատուտաթվի փոփոխում լայն սահմաններում, մի բան, որ չի կարելի ասել ներքին այրեցման շարժիչների նկատմամբ։

4. Ջերմային գործակիցն ավելի բարձր է, քան սովորական բացփոք շոգեմեքենայինը։

5. Մեքենայի ներսում չի տիրում այնպիսի բարձր բարեխառնություն, որ դժվարացնի յուղումը և առհասարակ մեքենայի սպասարկումը։ Այս հանգամանքը կարևոր նշանակություն ունի նաև այն տեսակետից, որ մեքենայի կառուցման համար չի պահանջվում հատուկ մատերիալ, որ թանդ է նստում։

Շնորհիվ վերոհիշյալ հատկությունների՝ ողաշոգեմեքենան շատ հարմար է դուրս գալիս տրանսպորտում գործածելու համար, մանավանդ յերկաթուղիների վրա։ Այս ասպարիզում նա, ունենալով ավելի բարձր ջերմային գործակից, կարող է տալ վառելիքի մեծ խնայողություն։

Ողաշոգեկաթսայից կարող է անվել, ինչպես ասացինք, նաև ողաշոգետուրբինը, որ հավանորեն կբանի ավելի բարձր գործակցով։ Այսպիսով վորոշ չափով լուծված կլինի ջերմային տուրբինի պրոբլեմը։

Ողաշոգեկաթսան յուր կառուցվածքով և աշխատելու յեղանակով հնարավորություն է տալիս իբրև եներգիայի աղբյուր կիրառելու նաև նոր նյութեր, վորոնք մինչև այժմ այդպիսի նպատակով դեռևս

գործնական կիրառություն չունեն. սրանցից ևս հնարավոր կլինի պատրաստել աշխատանքային խառնուրդներ, որոնք կարող են տալ ավելի բարձր եֆեկտ։

Սրանով, կարելի չե ասել, բացվում և մի նոր ուղի ջերմային շարժիչների հետագա զարգացման համար։

Д. Г. АКОПДЖАНЯН.
Зав. кафедрой машиновед. и механизации.

ДВИГАТЕЛИ РАБОТАЮЩИЕ СМЕСЬЮ ВОЗДУХА И ВОДЯНОГО ПАРА.

Вышеназванная рабочая смесь изготовляется в так называемом воздушно-паровом котле (черт. 1), состоящем из водяного пространства, цилиндрической топки и камеры парообразования. Сжатый воздух для горения подается в топку из компрессора под соответственным давлением.

Газы горения дают часть своей теплоты через стенки топки содержащейся в котле воде, находящейся под надлежащим давлением, подогревают ее до температуры кипения и уходят в камеру парообразования. В этой последней посредством распылителей впрыскивается в горячие газы горения, в тонко распыленном виде, подогретая в котле вода, которая придя в соприкосновение с горячими газами, моментально превращается в перегретый пар. Таким образом в камере парообразования получается смесь воздуха (точнее газов горения) и водяного пара. Эта смесь вводится в поршневую машину или турбину и приводит их в движение.

Машины, работающие подобной смесью, автор называет воздушно-паровой машиной и возд.-пар. турбиною.

По расчету экономической к. п. д. воздушно-паровой машины (поршневой) получается равным 0,14, т. е. 14%, а расход тепла на одну лош. силу в час (полезную) равен 4480 кал., следовательно на много благоприятнее, чем у паровой машины работающей без охлаждения.

По мнению автора воздушно-паровой котел с воздушно-паровой машиной могут найти успешное применение на железно-дорожных локомотивах и дать значительную экономию топлива, т. к. возд.-пар. машина сохраняет все преимущества обыкновенной паровой машины относительно надежности работы и приспособляемости к условиям тяги, имея притом более высокий тепловой к. п. д., чем паровая машина, работающая на паровозе без охлаждения.

Պրոֆ. ԱԼԵՔՍԱՆԴՐ ՀԱԿՈԲՅԱՆ

Ցեսակոն Մեխանիկայի ամբիոնի վարիչ

ՆԵՐՔԻՆ ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԲԱՇԽՈՒՄՆ ԱՆԸՆԴՀԱՏ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

1. Այս աշխատության մեջ նոր արդյունքներ չկան։ Նոր է միայն յեղանակը, որը հենց հարմար յեղանակ լինելով՝ հերքում է այն կարծիքը, թե վեկտորական հաշիվը ոգտակար է մեխանիկայի վրչ բոլոր բաժիններում։

Ահա այդպիսի կարծիքներից մեկը[1]).

«Նյուտերի դիմադրության մեջ մեծ ոգուտ չի ստացվի, յեթե կորդինատների կամ կոմպոնենտների փոխարեն հաշվումները կատարվեն հենց վեկտորներով, — մի բան, որ մեխանիկայի մնացած մասերում ոգտակար է»։

2. Անընդհատ միջավայրում ներքին լարումների հատկություններն արտածելու համար միշտ ոգտվում են հետևյալ թեորեմից.

Յերբ սխտեմը գտնվում է հավասարակշռության մեջ, ապա

(I) արտաքին ուժերի գլխավոր վեկտորը հավասար է 0,

(II) այդ ուժերի գլխավոր մոմենտը հավասար է 0։

Սովորաբար (I)-ը կիրառում են ելեմենտար տետրաեդրին[2]),[3]),[4]) որոի գագաթներից մեկում 3 գծային անկյունները ուղիղ են, իսկ (II)-ը կիրառում են ելեմենտար ուղղանկյուն պարալելեպիպեդին[2]), կամ գնդին[3]) և կամ մի ծավալի, որը կարող է սահմանափակված լինել որևե կամավոր մակերևույթով[4])։

Վերջի դեպքում հարկ է լինում դիմել ինտեգրալ հաշվի բանաձևերին և մակերևույթային ինտեգրալները ձևափոխել ծավալային ինտեգրալների։

Բոլոր այս արտածումները միանգամայն անառարկելի յեն մաթեմատիկական ճշտության տեսակետից։ Բայց բնականաբար հարց

---

1) Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik Bd. III, zehnte Auflage, Leipzig—Berlin, *յեր. 16*։ «Un der Festigkeitslehre wird nicht viel damit gewonnen, wenn man an stelle von koordinaten oder komponenten mit den gerichteten Grössen selbst rechnet, was in den meisten übrigen Teilen der Mechanik von Vorteil ist.»

2) *Որինակ՝* E. Sarrau, Notions sur la théorie de l'élasticité, Paris, G.—Villars, 1899, *յեր. 8—11*։

3) P. Painlevé et Ch. Platrier, Cours de Mécanique, Paris, G.—Villars, 1929, *յեր. 187*։

4) *Որինակ՝* M. Lagally Vorlesungen über Vector — Rechnung, Leipzig, 1928, *յեր. 255—256*։

և ծագում, թե ինչն և ստիպում, վոր բացի տետրաեդրից դիտարկվի նաև պարալելիպեդը, կամ գունդը և կամ վորևե ծավալ՝ սահմանափակված մի կամավոր մակերևույթով։

Այս հարցն և ակնարկում Ֆյոպպլը[1]) ասելով, թե դատողությունների սահմանափակումը միայն տետրաեդրի դիտարկությամբ՝ դժվարություններ առաջ կբերի։

Այս զեկուցման նպատակն է ցույց տալ, թե վորքան հեշտ կերպով են վորոշվում ներքին լարումների հատկությունները միմիայն մի կամավոր ելեմենտար տետրաեդրի դիտարկությամբ, յեթե պատշաճ կերպով կիրառվում է վեկտորական ալգեբրան։ Հարևանցիորեն հիշված է այստեղ մի ինվարիանտ առնչության մասին, վորին ուրիշ տեղ չեմ պատահել։

3. Նշանակումներ։ Վեկտորները նշանակվում են մեկ կամ յերկու տառով, վորոնց վրա դրված են գծիկներ. օրինակ՝ $\bar{a}$, $\overline{OC}$—վեկտորներ են, վորոնց չափերն են a, $OC \cdot \bar{a} \cdot \bar{b}$ և $\bar{a} \times \bar{b}$ ցույց են տալիս $\bar{a}$, $\bar{b}$ վեկտորների սկալար և վեկտորական արտադրյալները.

$a.b \times c \equiv \bar{a}\,\bar{b}\,\bar{c}$ նշանակում է $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ վեկտորների խառն արտադրյալը. ինչպես հայտնի է

$$\bar{a}\,\bar{b}\,\bar{c} = \bar{b}\,\bar{c}\,\bar{a} = \bar{c}\,\bar{a}\,\bar{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

4. Վորպեսզի հետագայում դատողության ընթացքը չընդհատվի և թերություններ չստացվեն, մեզ հարկավոր է ապացուցել մի լեմմա այն մասին, վոր ելեմենտար լարումները կարելի յե վերածել մի հատվածի [§ 5]։ Պետք է նաև արտածել մի ֆորմուլ, վորով վորոշվում են կամավոր տետրաեդրի յերեք կողմերի մակերեսները չորրորդ կողմի մակերեսի միջոցով։

Թող O, A_1, A_2, A_3-ը լինեն մի կամավոր տետրաեդրի գագաթները։

Ընդունենք $\overline{OA_k} = \bar{r}_k$ և նշանակենք S_k-ով այն կողմը, վորը դտնվում է A_k-ի դիմաց։ Թող $\bar{n}_k$-ն լինի մի միավոր վեկտոր, վոր ուղղահայաց է S_k-ին. թող σ_k-ն լինի S_k-ի վեկտորական մակերեսը։ S, σ, n-ով նշանակվում է համապատասխանաբար այն կողմը, վոր դտնվում է O-ի դիմաց, նրա վեկտորային մակերեսը և S-ին ուղղահայաց միավոր վեկտորը։

---

1) Föppl, loc. cit, յեր. 15 «...Man kann diese Bedingungen für das Tetraeder ableiten, indem man Momentengleichungen anschreibt. Wir wollen aber dazu einen bequemeren Weg wählen, indem wir an Stelle des Tetraeders ein unenidlich kleines Parallelepiped betrachten».

$$\left.\begin{array}{l} 2\bar{\sigma}_k = \bar{r}_l \times \bar{r}_m = 2\bar{n}_k \sigma_k, \\ klm = 123,\ 231,\ 312 \\ \bar{\sigma} = \bar{n}\sigma \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Յուրաքանչյուր փակ բազմանիստի բոլոր նիստերի վեկտորային մակերեսների գումարը հավասար է 0-ի։

Հետևաբար

$$\bar{n}_1\sigma_1 + \bar{n}_2\sigma_2 + \bar{n}_3\sigma_3 + \bar{n}\sigma = 0 \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Վերցնենք $\bar{N}_1$, $\bar{N}_2$, $\bar{N}_3$ *վեկտորների մի նոր յեռյակ, որ փոխադարձ է* $\bar{n}_1$, $\bar{n}_2$, $\bar{n}_3$ *յեռյակին։ Համաձայն փոխադարձ սիստեմների սահմանման*[1]*, ունենք*

$$\bar{N}_k = \frac{\bar{r}_l \times \bar{r}_m}{\bar{n}_k\ \bar{n}_l\ \bar{n}_m}, \quad klm = 123,\ 231,\ 312: \quad \ldots \quad (4)$$

$$\bar{N}_k . \bar{n}_k = 1, \quad \bar{N}_k . \bar{n}_l = \bar{N}_k\ \bar{n}_m = 0 \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

(4)-ի մեջ $\bar{n}_l$ *և* $\bar{n}_m$*-ի փոխարեն դնենք նրանց արտահայտությունները (2)-ից. կստանանք*

$$\bar{N}_k = \frac{2\bar{r}_k\ \sigma_k}{v}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

վորտեղ $v = \bar{r}_k\ \bar{r}_l\ \bar{r}_m$ *ցույց է տալիս ծավալն այն պարալելեպիպեդի, վորը կառուցված է* $\bar{r}_1$, $\bar{r}_2$, $\bar{r}_3$ *կողերի վրա։*

Սկալյորեն բազմապատկելով (3)-ը $\bar{N}_k$*-ով և նկատի առնելով (5), ստանում ենք հետևյալ ֆորմուլը՝*

$$\sigma_k = -\sigma\bar{n} . \bar{N}_k \qquad k = 1,\ 2,\ 3, \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

վորն արտահայտում է σ_k*-ն* σ*-ի միջոցով։*

5. Ուսումնասիրենք անընդհատ միջավայրում տարած Π *հարթության վրա գտնվող հարևան կետերի լարումները։ Սրա համար վերցնենք* Π*-ի շատ փոքր* P *մասը, վորն ունի* ω *մակերեսը։ Թող* C *և* A *համապատասխանորեն լինեն* P*-ի իներցիայի կենտրոնը և մի վորևե կետը, իսկ* $\bar{T}_c$ *և* $\bar{T}$*—լարումներն այդ կետերում.* $\overline{CA} = \bar{r}$.

Ընդունելով, որ լարումը կետի անընդհատ ֆունկցիա յե, $\bar{T} = \bar{f}(\bar{r})$*, կարող ենք* T *վերածել շարքի, և վորովհետև* P*-ի գծային չափերը շատ փոքր են, այդ շարքից կպահենք միայն յերկու անդամ. այսպիսով կստանանք՝*

$$\bar{T} = \bar{T}_c + \psi\bar{r}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

---

[1]) *Որինակ՝* M. Lagally l. c., *յեր. 37։*

վորտեղ $\psi\bar{r}$-ը $\bar{r}$-ի գծային վեկտորական ֆունկցիա է. (8)-ից հետևվում է, վոր P-ի մակերեսի dω էլեմենտի վրա ազդող ուժը կլինի՝

$$\bar{T}d\omega = \bar{T}_c d\omega + \psi\bar{r}d\omega. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8')$$

Այժմ հեշտ է ապացուցել հետևյալ լեմման. —

(9) Զորևէ շատ փոքր մակերեսի վրա ազդող $\bar{T}d\omega$ ուժերի սիստեմը կարելի է բերել $\bar{T}_c\omega$ համազորի, վորի կիրառման կետն իներցիայի C կենտրոնն է։

Իսկապես այս ուժերի գլխավոր մոմենտը C-ի նկատմամբ և նրանց գլխավոր վեկտորը կլինեն՝

$$\bar{M}_c = \int \bar{r} \times \bar{T}d\omega, \qquad \bar{F} = \int \bar{T}d\omega$$

կամ ըստ (8')-ի

$$\bar{M}_c = (\int \bar{r}d\omega) \times \bar{T}_c + \int \bar{r} \times (\psi\bar{r})d\omega$$

$$\bar{F} = \int \bar{T}_c d\omega + \psi(\int \bar{r}d\omega).$$

Ըստ իներցիայի կենտրոնի հատկության $\int \bar{r}d\omega = O$, հետևաբար

$$\left.\begin{aligned} \bar{M}_c &= \int \bar{r} \times (\psi\bar{r})d\omega \\ \bar{F} &= \bar{T}_c\omega \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

(10)-ից հետևում է, վոր եթե $\bar{r}$-ն առաջին կարգի անվերջ փոքր մեծություն է, $\bar{M}_c$-ն 4-րդ կարգի անվերջ փոքրից ավելի ցածր չի լինի։ Մինչդեռ հանրածանոթ ֆորմուլը[1])

$$\bar{M}_A - \bar{M}_c = \overline{AC} \times \bar{F} = -\bar{r} \times \bar{T} = -\bar{r} \times \bar{T}_c\omega,$$

ցույց է տալիս, վոր $\bar{T}d\omega$ ուժերի գլխավոր մոմենտը P մասի վորևէ A կետի նկատմամբ 3-րդ կարգի փոքրություններից ավելի ցածր չէ։

Այս պատճառով մենք իրավունք ունենք, արհամարհելով 4-րդ կարգի մեծությունները, ընդունել $\bar{M}_c = O$. իսկ այդ նշանակում է, վոր $Td\omega$ ուժերը բերվում են $\bar{T}d\omega$ համազորի, վորն ազդում է P մասի իներցիայի կենտրոնում։

6. Անցնելով ներքին լարումների հատկությունների վորոշման՝ յերևակայենք, թե անընդհատ մի ջավայրում վերցրել ենք մի կամավոր տետրաեդր՝ $OA_1A_2A_3$, վորի կողերը ներկայացնում են առաջին կարգի անվերջ փոքր մեծություններ։

T_k, $\bar{T}$ թող լինեն լարումները S_k, S նիստերի C_k, C իներցիայի

---

1) Որինակ՝ G. Bouligand, Précis de Mécanique rationnelle, Paris Vuibert, 1925, t I, էջ. 5.

կենտրոններում, k ‖ 1, 2, 3։ Համաձայն (9) լեմմայի՝ այս նիստերի վրա ազդող մակերևույթային ուժերի սիստեմը բերվում է $\overline{T}_k\sigma_k$, $\overline{T}\sigma$ համազորների, որոնք համապատասխանաբար կիրառված են C_k, C կետերում։

Վորովհետև տետրաեդրի ծավալը ներկայացնում է 3-րդ կարգի մեծություն, ապա տետրաեդրի վրա ազդող ծավալային ուժերի գլխավոր վեկտորը կներկայացնի 3-րդ կարգի մեծությունից վոչ ցածր մի մեծություն։ Այդ պատճառով էլ նա կարող է անտես առնվել՝ համեմատած 2-րդ կարգի մեծությունների հետ, ինչպես են $\overline{T}_k\sigma_k$, $\overline{T}\sigma$։

Յենթադրելով, վոր տետրաեդրը հավասարակշռության մեջ է, և կիրառելով (I) — կասանանք

$$\overline{T}_1\sigma_1 + \overline{T}_2\sigma_2 + \overline{T}_3\sigma_3 + \overline{T}\sigma = 0:$$

Տեղադրելով σ_k-ի փոխարեն նրա նշանակությունը (7)-ից և կըրճատելով σ-ով, տեսնում ենք, վոր

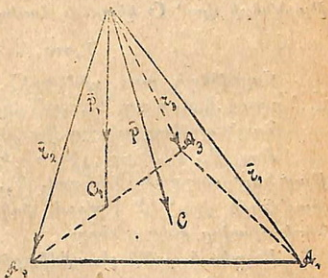
$$\overline{T} = \overline{n}\,.\,\Sigma\overline{N}_k\,\overline{T}_k,\ k=1,\ 2,\ 3: \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Նշանակենք $\Sigma\overline{N}_k\,\overline{T}_k$ դիրքը δ-ով. այն ժամանակ

$$\overline{P} = \overline{n}\,.\,\delta: \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

7. Վորպեսզի (II)-ն ավելի հարմար կերպով կիրառվի տետրաեդրին, իրրև մոմենտների կենտրոն ընդունենք նրա O գագաթ։ Դնելով $\overline{CC_1} \equiv \overline{r}_k$, $\overline{CC} \equiv$

$$\left.\begin{aligned} \overline{\delta}_k &= \frac{\overline{r}_l + \overline{r}_m}{\ }, \quad klm = \\ &\quad 123,\ 231,\ 312 \\ \overline{\rho} &= \frac{\overline{r}_1 + \overline{r}_2 + \overline{r}_3}{3} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (13)$$



Գ.ծ. 1

Վորովհետև մակերևային ուժերը, վորոնք ազդում են S_k, S նիստերի վրա, բերվում են ըստ (9)-ի $\overline{T}_k\sigma_k$, $\overline{T}\sigma$ համազորների, վորոնք կիրառված են C_k, C կետերում, ուստի այդ ուժերի գլխավոր մոմենտը O-ի նկատմամբ կլինի՝

$$\overline{M}_0 = \overline{\rho}_1 \times \overline{T}_1\sigma_1 + \overline{\rho}_2 \times \overline{T}_2\sigma_2 + \overline{\rho}_3 \times \overline{T}_3\sigma_3 + \overline{\rho} \times \overline{T}\sigma \quad . \quad . \quad (14)$$

Ինչպես տեսնում ենք, այս մոմենտը 3-րդ կարգի փոքր մեծություն է. իսկ ծավալային ուժերի գլխավոր մոմենտը մեծ մա-

սամբ ավելի բարձր կարգի յե։ Յերբ այս տեղի յե ունենում, ապա (II)-ը կտա $\overline{M}_0 = 0$։

Տեղադրելով այս հավասարության մեջ $\overline{\rho}_k$, $\overline{\rho}$-ի փոխարեն նրանց արտահայտությունները (13)—կստանանք

$$\overline{r}_1 \times \overline{T}_1 \sigma_1 + \overline{r}_2 \times \overline{T}_2 \sigma_2 + \overline{r}_3 \times \overline{T}_3 \sigma_3 = 0,$$

կամ թե (6)-ի հիման վրա՝

$$\overline{N}_1 \times \overline{T}_1 + \overline{N}_2 \times \overline{T}_2 + \overline{N}_3 \times \overline{T}_3 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

(15)-ը ցույց է տալիս, որ δ դիադը սիմետրիկ է[1]։

Այս դիադի սիմետրիկ լինելը հաստատելու համար է, որ դիտարկության են առնում սովորաբար պարալելեպիպեդի հավասարակշռությունը, կամ գնդինը և այլն։ Վերը բերած արտածումը համոզում է մեզ, որ այդ միջոցին դիմելու վոչ մի կարիք չկա։

8. Ներքին լարումների հատկություններից մի քանիսը δ դիադի ինվարիանտների արտահայտություններն են։

Այս հատկություններից ամենաեականները — այն է՝ գլխավոր ուղղությունների գոյությունը և Cauchy-ի թեորեմը—անմիջականորեն բղխում են սիմետրիկ դիադների սահմանումից։ $\overline{n}_1$ և $\overline{n}_2$ թող լինեն O կետով անցկացրած P_1 և P_2 հարթությունների նորմալների միավոր վեկտորները։ $\overline{T}_1$ և $\overline{T}_2$ թող լինեն լարումներն այդ հարթությունների վրա՝ O կետում։ Համաձայն (12)-ի

$$\overline{T}_1 = \overline{n}_1 . \delta, \quad \overline{T}_2 = \overline{n}_2 . \delta$$

Վորովհետև ըստ սիմետրիկ դիադների հատկության ունենք $\overline{n}_1 . \delta . \overline{n}_2 = \overline{n}_2 . \delta . \overline{n}_1$, ապա $\overline{T}_1 . \overline{n}_2 = \overline{T}_2 . \overline{n}_1$. հենց այս է Cauchy-ի թեորեմը։

Նույն սիմետրիականությունից բղխում է մի թեորեմ ևս։

Թող P_1, P_2, P_3-ը լինեն յերեք իրար ուղղահայաց հարթություններ՝ տարված O կետով. $\overline{T}_1$, $\overline{T}_2$, $\overline{T}_3$—լարումներն այդ հարթությունների վրա՝ O կետում, իսկ $\overline{n}_1$, $\overline{n}_2$, $\overline{n}_3$—P_1, P_2, P_3-ի նորմալների միավոր վեկտորները։

Ինչպես հայտնի յե, սիմետրիկ դիադներում կլինի

$$\overline{n}_1 . \delta \overline{n}_1 \times + \overline{n}_2 . \delta \overline{n}_2 \times + \overline{n}_3 . \delta \times \overline{n}_3 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Բայց յերբ $\overline{n}_k . \delta = \overline{T}_k$, ապա $\overline{n}_k . \delta \times \overline{n}_k = \overline{T}_k \times \overline{n}_k$. ուստի (16)-ը կտա

$$\overline{T}_1 \times \overline{n}_1 + \overline{T}_2 \times \overline{n}_2 + \overline{T}_3 \times \overline{n}_3 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16')$$

Վորպեսզի պարզվի (16′)-ի նշանակությունը, լարումներից յու-

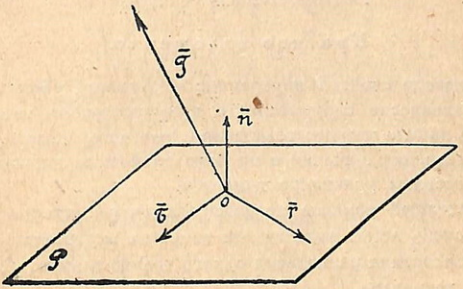
---

1) M. Lagally, l. c. յեր. 194—195։

բաքանչյուրը վերածենք նորմալ և տանգենցիալ (T) բաղադրիչների, կստանանք

$$\overline{T}_k \times \overline{n}_k = \overline{T} \times_k \overline{n}_k \equiv \overline{\Gamma}_k,$$

ընդ որում $\overline{T}_k \times \overline{n}_k$—տանգենցիալ լարումն է, դարձված P_k հարթության վրա 90°-ով (ըստ ձախ ձեռքի կանոնի),



Գծ. 2

Այսպիսով (16′)-ը տալիս է՝

$$\overline{\Gamma}_1 + \overline{\Gamma}_2 + \overline{\Gamma}_3 = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Այստեղից հետևում է ամենից առաջ, որ $\overline{\Gamma}_1, \overline{\Gamma}_2, \overline{\Gamma}_3$ կոպլանար են։

(17)-ի մի ուրիշ հետևողությունն էլ այն է, որ որևէ զույգ ուղղահայաց հարթությունների համար, (P_1, P_2), (P_1', P_2'), որոնք ունեն ընդհանուր հատման գիծ (OL), միշտ $\overline{\Gamma}_1 + \overline{\Gamma}_2 = \text{const}$։ Իսկապես ըստ (17)-ի P_1, P_2, P_3 իրար ուղղահայաց հարթությունների համար ունենք $\overline{\Gamma}_1 + \overline{\Gamma}_2 + \overline{\Gamma}_3 = 0$, իսկ P_1', P_2', P_3 իրար ուղղահայաց հարթությունների համար՝ $\overline{\Gamma}_1' + \overline{\Gamma}_2' + \overline{\Gamma}_3' = 0$։

Իրար հետ համեմատելով՝ կստանանք

$$\overline{\Gamma}_1' + \overline{\Gamma}_2' = \overline{\Gamma}_1 + \overline{\Gamma}_2 = -\overline{\Gamma}_3 = \text{const}.$$

Վերջապես (17)-ից կարելի է դուրս բերել մի հետևանք ևս, որ բխում է նույնպես Cauchy-ի թեորեմից՝

Եթե O կետով անցնող յերեք իրար ուղղահայաց հարթություններից մեկը զլխավորն է, ապա մյուս յերկու հարթությունների վրա լարումներն O կետում նրան զուգահեռ են։ Այս զեկուցման նպատակը չէ տալ ստացված (12) և (16′) բանաձևերի բոլոր կիրառումները։

Проф. АЛ-ДР АКОПЯН
Зав. кафедрой теорет. механики

"О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В НЕПРЕРЫВНОЙ СРЕДЕ"

Краткое изложение.

При выводе свойств внутренних напряжений обычно рассматривают равновесие элементарного прямоугольного тетраедра и еще какого нибудь второго тела (прямоугольного параллелепипеда, шара или тела, ограниченного произвольной поверхностью), к которому применяют уравнение моментов.

В настоящей заметке показывается, что векторная алгебра позволяет очень легко вывести все свойства внутрениих напряжений из рассмотрения равновесия одного только элементарного произвольного тетраедра.

ԻՆԺ. ՀԱԿՈԲ ԽԱԼՓԱԽՉՅԱՆ

ՑԵՄԵՆՏԻ ԿԾԿՈՒՄԸ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՅԵՎ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅԱՆ ՆԵՐՔՈ

Ցեմենտների կծկումը*) դասվում է այն յերևույթների շարքը, վորոնք աննպաստ ազդեցություն են թողնում բետոնային կառուցվածքների նորմալ աշխատանքի վրա։ Այս պատճառով միանգամայն հասկանալի է, թե ինչու, մանավանդ վերջին ժամանակներս, մեծ ուշադրությամբ ուսումնասիրվում է այդ յերևույթը։

Կծկման յերևույթը, չնայած մի շարք ընդարձակ աշխատությունների (պրոֆ. Gary, Otto Graff, Ռոշ և ուրիշները), շնորհիվ նրա բարդության, դեռևս լրիվ ուսումնասիրված չէ։

Ցեմենտների կծկման վրա ազդում են մի շարք ֆակտորներ. նպատակահարմար է այդ ֆակտորները բաժանել յերկու խմբի.

1. Ներքին կարգի ֆակտորներ, վորոնք պայմանավորված են նմուշի բաղադրությամբ և նրա պատրաստման յեղանակով (կապակցող նյութեր, լցանյութեր, այլ խառնուրդներ, ջրի քանակությունը, բետոնի խտությունը և այլն)։

2. Արտաքին ֆակտորներ, վորոնք պայմանավորված են շրջապատող միջավայրի վիճակով (ջերմաստիճան, խոնավություն)։

Մեր հետազոտության նպատակն էր՝ ա) տեղական պորտլանդ ցեմենտների և պուցոլանային պորտլանդ ցեմենտի նմուշների կծկման համեմատական ուսումնասիրությունը, բ) ցեմենտի նմուշների կծկման վրա յերկու ֆակտորների՝ ջրապարունակության և ջերմաստիճանի միատեղ ազդեցությունը։

Ուսումնասիրության է յենթարկվել ցեմենտի յերեք տեսակ՝

1. Կասպիի գործարանի պորտլանդ ցեմենտը (Վրաստան), վոր իր հատկություններով մոտիկ է «00» մարկային։

2. Դավալուի գործարանի 1933 թվի նոյեմբերին արտադրած պորտլանդ ցեմենտը, վորը դեռևս վորոշակի մարկա չուներ։

3. Պուցոլանային ցեմենտ՝ պատրաստված Դավալուի ցեմենտի և Անու պեմզայի մանրունքի հավասար քանակությունների խառնուրդից։

Ցուրաքանչյուր ցեմենտից պատրաստված են յեղել 10 սանտիմետր յերկարության և 2,25×2,25 см² կտրվածքով պրիզմական նմուշներ, վորոնց գծային դեֆորմացիան չափվել է Բաուշինգերի գործիքի միջոցով 0,005 մմ ճշտությամբ։

*) Կծկում—усадка.

Աղյուսակ № 1

Չոր ոդում պահված Կասպիի ցեմենտի նմուշների կծկումը՝ %-ներով

Խառնք.	Ժամկետ / №№ նմուշ.	7 որ	1 ամ.	2 ամ.	3 ամ.	4 ամ.	5 ամ.	6 ամ.	7 ամ.	9 ամ.	10 ամ.	11 ամ.	12 ամ.	13 ամ.
Նորմալ շաղախ	1	—0,124	—0,299	—0,386	—0,424	—0,475	—0,510	—0,545	—0,562	—0,617	—0,610	—0,608	—0,600	—0,600
»	2	—0,146	—0,287	—0,358	—0,400	—0,435	—0,468	—0,510	—0,530	—0,600	—0,600	—0,578	—0,563	—0,570
30%	3	—0,152	—0,281	—0,349	—0,375	—0,410	—0,450	—0,483	—0,518	—0,567	—0,555	—0,550	—0,538	—0,540
30%	4	—0,160	—0,287	—0,343	—0,375	—0,414	—0,463	—0,497	—0,497	—0,496	—0,513	—0,507	—0,513	—0,520

Աղյուսակ № 2

Ջրում պահված Կասպիի ցեմենտի նմուշների կծկումը՝ %-ներով

Խառնքյուն	Ժամկետ / №№ նմուշ.	7 որ	1 ամ.	2 ամ.	3 ամ.	4 ամ.	5 ամ.	6 ամ.	9 ամ.	10 ամ.	11 ամ.	13 ամ.	15 ամ.
Նորմալ շաղախ.	5	+0,018	+0,056	+0,055	0,068	0,079	0,094	0,096	0,122	0,129	0,138	0,162	0,178
»	6	0,018	0,057	0,072	0,069	0,081	0,083	0,090	0,117	0,124	0,125	0,152	0,160
30%	7	0,006	0,009	0,031	0,028	0,042	0,051	0,051	0,086	0,095	0,104	0,120	0,120

Աղյուսակ № 3

Չոր ոդում պահված Դավալուի ցեմենթի նմուշների կծկումը՝ %-ներով

Խառնուրդներ	Ժամկետ / №№ նմուշ.	7 որ	1 ամ.	2 ամ.	3 ամ.	4 ամ.	5 ամ.	6 ամ.	7 ամ.	9 ամ.	10 ամ.
Նորմալ շաղախ	1′	—0,112	—0,178	—0,203	—0,213	—0,216	—0.200	—0,183	—0,176	—0,138	—0,142
»	2′	—0,119	—0,193	—0,231	—0,248	—0,249	—0,243	—0,232	—0,233	—0,215	—0,223
»	3′	—0,132	—0,203	—0,232	—0,232	—0,266	—0,254	—0,248	—0,251	—0,226	—0,230

Աղյուսակ № 4

Ջրում պահված Դավալուի ցեմենթի նմուշների կծկումը՝ %-ներով.

	Ժամկետ / №№ նմուշ.	7 որ	1 ամ.	2 ամ.	3 ամ.	4 ամ.	6 ամ.	7 ամ.	8 ամ.	9 ամ.	10 ամ.	11 ամ.
	4′	0,064	0,107	0,119	0,142	—	0,156	0,191	0,200	0,209	0,206	—
	5′	0,048	0,090	0,120	0,118	—	0,172	0,178	0,190	0,194	0,200	0,196
	6′	0,050	0,091	0,119	0,126	—	0,169	0,170	0,188	0,190	0,192	0,197
30%	7′	0,035	0,086	0,120	0,126	0,155	—	0.161	0,205	0,225	0,251	0,258
	8′	0,027	0,061	0,090	0,098	0,112	—	0,160	0,184	0,188	0,198	0,209

Աղյուսակ № 5

Ձավ պրամ պահված պրցելանային ցեմենտի նմուշների կծկումը՝ %-ներով.

ժամկետ / №№ նմուշ	7 որ.	1 ամ.	2 ամ.	4 ամ.	5 ամ.	6 ամ.	7 ամ.	8 ամ.
1″	—0,153	—0,274	—0,290	—0,307	—0,302	—0,304	—0,290	—0,292
2″	—0,157	—0,286	—0,298	—0,316	—0,315	—0,310	—0,302	—0,304
3″	—0,181	—0,282	—0,290	—0,304	—0,301	—0,299	—0,294	—0,298

Աղյուսակ № 6

Ջրում պահված պրցելանային ցեմենտի նմուշների կծկումը %-ներով.

ժամկետ / №№ նմուշ.	7 որ	1 ամ.	3 ամ.	4 ամ.	5 ամ.	6 ամ.	8 ամ.	10 ամ.
4″	0,002	0,003	0,026	0,032	0,033	0,150	0,052	0,050
5″	0,003	0,008	0,017	0,026	0,029	0,038	0,038	0,030
6″	0,002	0,017	0,031	0,034	0,052	0,050	0,056	0,057

Նմուշները պատրաստված են յեղել նորմալ խտություն ունեցող ցեմենտի շաղախից և ջրի այլ խառնուրդ ունեցող շաղախից ու պահվել են տարբեր պայմաններում, այն է՝

1. սենյակի բաց ոդում,

2. ջրի մեջ խորասուզված (պատրաստվելուց յերեք որ հետո),

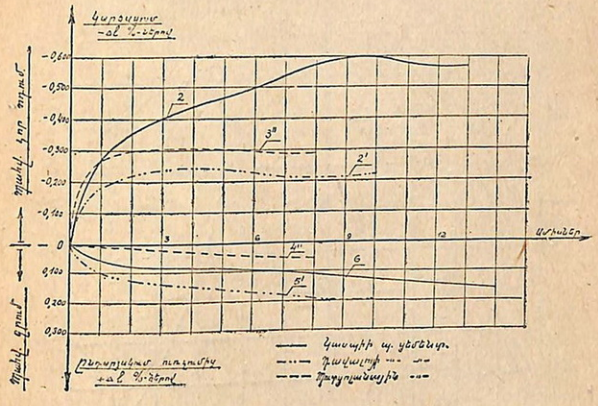
3. Ծծմբական թթու պարունակող եքսիկատորում։

Եքսիկատորում պահելու նպատակն եր՝ արագացնել նմուշները չորացնելու ընթացքը։

15 ամսվա ընթացքում իմ կողմից վերոշված նմուշների կծկման արդյունքները բերված են 1—6 աղյուսակներում, վերոնց հիման վրա կառուցված են կորերը։

Ստացված արդյունքներից կարելի է յեզրակացնել.

1. Չոր ոդում պահված յերեք տիպի ցեմենտներից առավելագույն կծկման և յենթարկվել Կասպիի ցեմենտը, տալով 0,61% կծկում, ապա պուցոլանային ցեմենտը՝ 0,31% կծկում, և վերջապես Դավալուլի ցեմենտը՝ 0,24% կծկում։



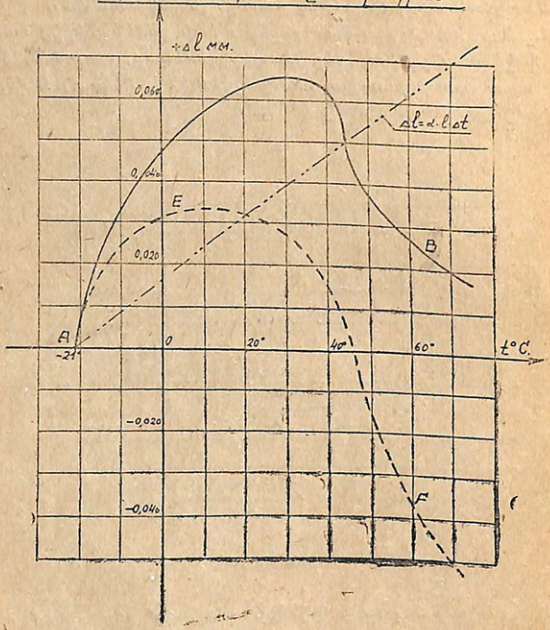
Գծագիր 1.

2. Պուցոլանային խառնուրդների դեպքում չոր ոդում պահված նմուշի կծկումը, մաքուր ցեմենտի կծկման հետ համեմատած, տալիս է 25—30% ավելացում։

3. Կծկման մեծությունը մեծ չափով կախված է միջավայրի ջերմաստիճանից, վորը պարզ յերևում է № 1 գծագրում, ուր ձմեռը պատրաստված նմուշների կծկման արագ աճման ժամանակը յեղել է յերեք ամիս (նմուշ 2), մինչդեռ գարնանը և ամռանը պատրաստված նմուշների (Դավալուլի և պուցոլանային պ. ցեմենտներից պատրաստված նմուշները № 2' և 3'')կծկման արագ աճման ժամանակը յեղել է մեկ ամիս։ Այս տատանումների պատճառը յեղել է սենյակի ջերմաս-

ճանի մեծ փոփոխումը՝ ձմեռը + 7°C մինչև + 14°C, իսկ ամառը +20°C մինչև 35°C։

Նմուշ N1-ի /կասպիի ցեմենտ/ յերկարության փոփոխումը ոդում տաքացնելու դեպքում



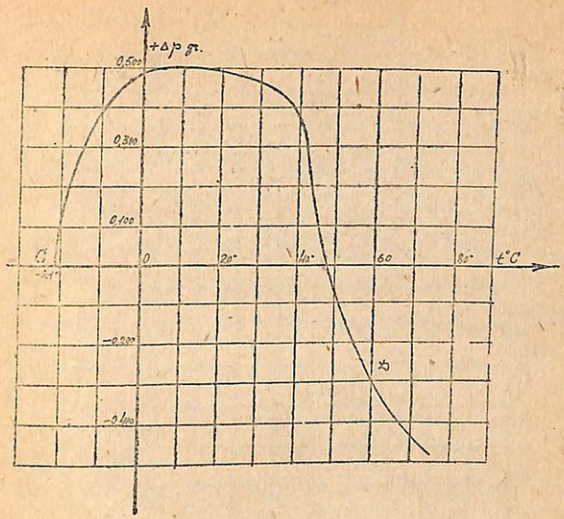
Գծագիր 2

4. Ջրում պահված նմուշները յենթարկվել են անընդհատ յերկարացման, ըստ վորում տարբեր ցեմենտների յերկարացումը յեղել է՝

Կասպիի պորտլանդ ցեմենտ	. .	0,17 % (միջին)
Պուցոլանային » »	. .	0,05 % »
Դավալուի » »	. .	0,20 % »

Սրանից հետևում է, վոր պուցոլանային խառնուրդներն զգալիորեն փոքրացնում են ջրում պահված ցեմենտի նմուշի ուռչումը։

Նմուշ N 1-ի զրահապրունակության փոփոխումը։



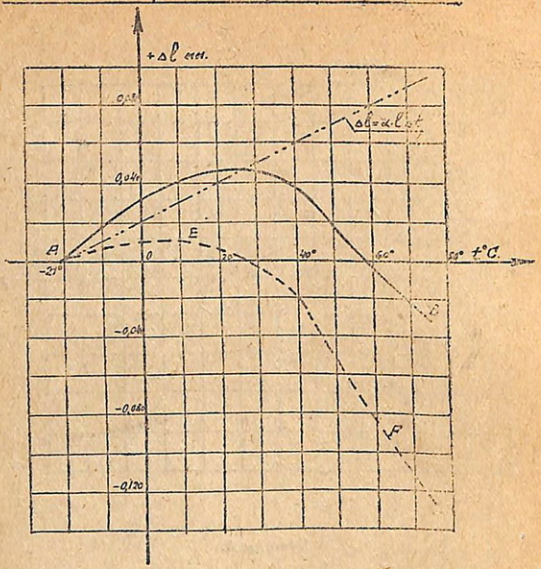
Գծագիր 3.

5. Ոդում պահված նմուշների կծկման կորն ունի շատ թույլ արտահայտված մաքսիմում, որը կարելի է բացատրել նմուշում պարունակվող ջրի քանակության տատանումով—շրջապատի ջերմաստիճանի փոփոխման հետ կապված։

Այս բացատրությունը հիմնավորելու համար կատարված են հետևյալ փորձերը։

Զոր ոդում պահված ցեմենտի նմուշները յենթարկվել են ջերմաստիճանի փոփոխման (—21°C մինչև +75°C) այնպես, որ ոդի մուտքը թերմոստատում միանգամայն ազատ է յեղել։ Յուրաքանչյուր նմուշը վեց ժամ տևողությամբ պահվել է միևնույն ջերմաստիճանում, որը նմուշի փոքր չափումների և ցեմենտի լավ ջերմահաղորդունակության շնորհիվ կարելի է ընդունել միանգամայն բավական՝ նմուշի բոլոր մասերում միևնույն ջերմաստիճանն ստանալու համար։

Նմուշ №1-ի / դավադրի սեմենտի յերկարության փոփոխումը որում ստացվելու դեպքում



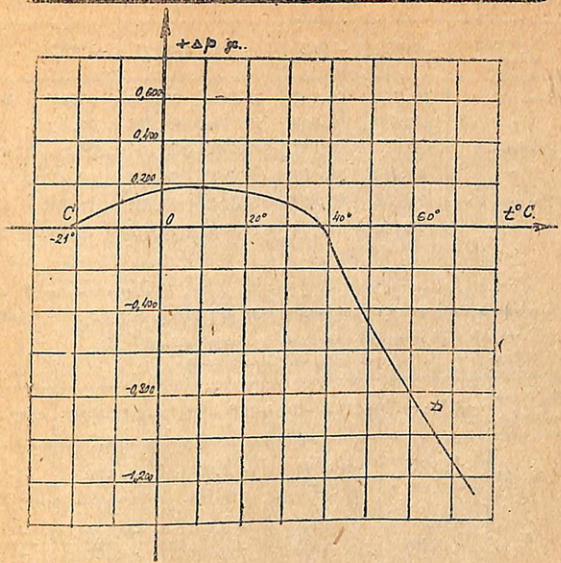
Գծագիր 4.

Հետո կատարվել են նմուշի գծային դեֆորմացիայի չափումները, վորից հետո նմուշը կշռվել է։

Վորոհետև յերկարության չափումը կատարվում էր սենյակի ջերմաստիճանի պայմաններում (t=14 C), ապա ջերմության ցրման շնորհիվ նմուշի ջերմաստիճանի անկումը կանխելու համար, նախ քան չափումը, նմուշը արագ փաթաթվում էր սովորական թղթով, իսկ չափման ժամանակամիջոցը, շնորհիվ ձեռք բերված փորձառության, հնարավոր յեղավ հասցնել մինչև 10—15 վարկյանի։

Այս կանխիկ միջոցառումների շնորհիվ կարելի յե համոզված ասել, վոր ստացված թվերը համապատասխանում են նմուշի մատնանշված ջերմաստիճանին։

Նմուշ №1-ի ջերմաչափականության փոփոխումը։



Գծագիր 5.

Փորձերից ստացվել են՝ ա) նմուշի գծային դեֆորմացիաները, սկսած —21°C մինչև +75°C, և բ) նմուշի մեջ ջրի պարունակության փոփոխումը՝ բարեխառնության մատնանշված ինտերվալում։

Արդյունքները բերված են 7—9 աղյուսակներում։ Այս տվյալ-

Աղյուսակ № 7

Նմուշների յերկարությունները (միլիմետր-ցերով) — ոդի տարբեր ջերմաստիճանի դեպքում.

Նմուշ-համար	Ցեմենտի տեսակը	—21°C	—1°C	+19,6°C	+38°C	+50°C	+75°C
1	Գասպի	96.413	96,459	96,476	96,477	96,450	96,430
2	»	96,084	96,116	96,136	96,138	96,128	96,117
1′	Դավալուի	98,506	98,536	98,553	98,547	98,523	98,475
2′	»	96 714	96,744	96,761	96,755	96,743	96.715
1″	Գուցլան	97,201	97,224	97,238	97,225	97,208	97,150
2″	«	96,959	96,986	96,933	96,980	96,963	96,905

Աղյուսակ № 8

Նմուշների կշիռները (գրամներով)—ոգի տարբեր ջերմաստիճանի դեպքում

Նմուշ. համար	Ցեմենտի տեսակը	—21°C	—1°C	+19,6°C	+38°C	+50°C	+75°C
1	Կասպիի	95,264	95,748	95,712	95,695	95,190	94,795
2	»	92,405	92,809	92,770	92,793	92,468	92,110
1′	Դավալուի	100,855	101,025	100,982	100,887	100,389	99,577
2′	»	98,345	98,589	98,545	98,475	97,973	97,193
1″	Պուցոլան	74,555	74,823	74,754	74,637	74,293	73,560
2′	»	73,770	74,172	74,095	73,970	73,502	72,865

Աղյուսակ № 9

Ոգում պահված նմուշների յուրաքանչյուր յուր կշռի աճումը տարացնելուց

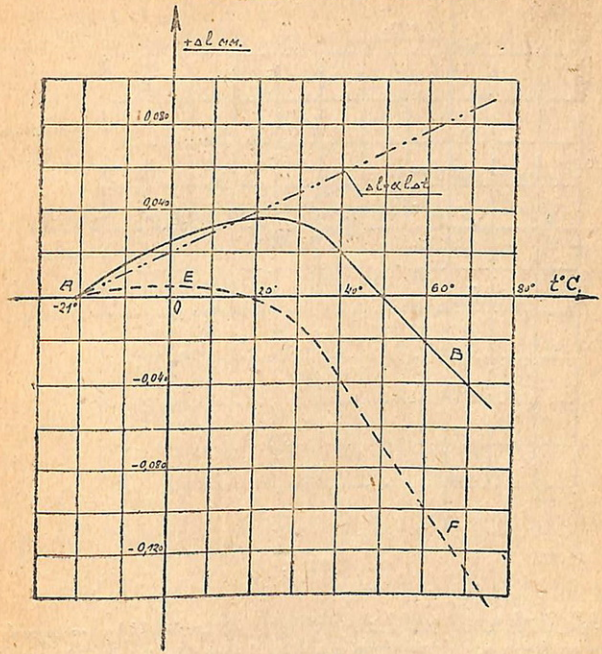
Վերևի թվերը—ջերմաստիճանի աճումը՝ մմ-ով
Ներքևի » —կշռի աճումը՝ գրամներով.

Նմուշ. համար	Ցեմենտի տեսակը	—21°—1°	—21°—+19,6	—21°—+38°	—21°—+50°	—21°—+75°
1	Կասպիի	+0,046 / +0,484	+0,063 / +0,448	+0,064 / +0,431	+0,037 / +0,074	+0,017 / —0,479
2	»	+0,032 / +0,404	+0,052 / +0,365	+0,054 / +0,388	+0,042 / +0,063	+0,033 / —0,295
1′	Դավալուի	+0,030 / +0,170	+0,047 / +0,127	+0,041 / +0,032	+0,017 / —0,466	—0,031 / —1,278
2′	»	+0,030 / +0,244	+0,047 / +0,200	+0,041 / +0,130	+0,029 / —0,362	+0,001 / —1,152
1″	Պուցոլան.	+0,023 / +0,268	+0,037 / +0,199	+0,024 / +0,082	+0,007 / —0,262	—0,051 / —0,995
2″	»	+0,027 / +0,402	+0,034 / +0,325	+0,021 / +0,200	—0,004 / —0,268	—0,054 / —0,905

Նրերի հիման վրա կառուցված են ջերմության շնորհիվ նմուշի դեֆորմացիայի և խոնավության կորստի կապակցությունն արտահայտող կորերը։

AB կորերը ներկայացնում են դեֆորմացիայի փոփոխումը՝ ջերմաստիճանից կախված։ CD կորերը ներկայացնում են խոնավության կորուստը՝ ջերմաստիճանից կախված (տես 2—7 գծագրերը)։

Նուշ N1"-ի (պրուտոլ. սեմենտիկ) երկարության փոփոխումը որոշում տաքացնելու դեպքում



Գծ. 6.

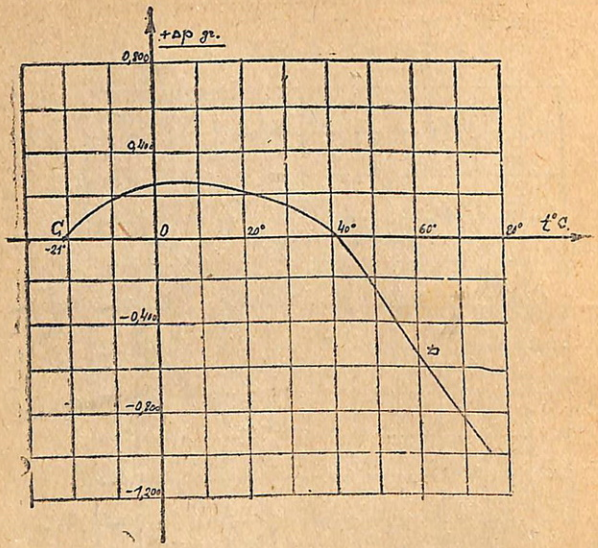
AB կորն ունի պարզ արտահայտվող մաքսիմում, վորը պետք է վերագրել այն բանին, վոր ջերմաստիճանի շնորհիվ նմուշն ընդարձակվում է և ջրի պարունակությունը պակասում։ Ջերմաստիճանի շնորհիվ տեղի ունեցող ընդարձակումը, ինչպես հայտնի է, կատարվում է գծային որենքով և վորոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\Delta l = \alpha l \, \Delta t, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (I)$$

ուր α-ն գծային ընդարձակման գործակիցն է, վորը տարբեր յեմենտների համար տարբեր է։

α-ի մինչև արժեքն ըստ պրոֆ. Զալիգերի «Ցերկաթ բետոն» գաղընթացի, բետոնների համար կարելի է ընդունել 10^{-6}։

Նմուշ №1-ի ջրապարունակության փոփոխումը



Գծ. 7.

AB կորի որդինատներից հանելով (1) բանաձևից ստացած համապատասխան որդինատները, ստանում ենք կետեր, վորոնցով տարված նոր կոր գիծն արտահայտում է կծկման կախումը նմուշի ջրապարունակման փոփոխությունից, վորը տեղի չի ունենում տաքացման ժամանակ։

CD և EF կորերի ակնբախ նմանությունը ցույց է տալիս, վոր ջերմաստիճանի փոփոխման դեպքում ցեմենտի կծկման վրա ազդող յերկրորդ գործոնը պայմանավորվում է հենց նմուշի ջրի կորուստով։ Այս յերևույթն ընդհանուր է ցեմենտի բոլոր տեսակների համար։

Յուրաքանչյուր ցեմենտի համար գոյություն ունի վորոշակի ջերմաստիճան, վորի դեպքում ստացվում է մաքսիմալ կծկում։

Իմ կողմից փորձարկված ցեմենտների համար ստացված են հետևյալ միջին արժեքները՝

Կասպիի պորտլանդ ցեմենտ . . . . . 31°C,
Դավալուի » » . . . . . 26°C,
Պուցոլանային պորտլանդ ցեմենտ . . . 22°C։

Այստեղից հետևում է, որ պուցոլանային հավելույթները նվազեցնում են առավելագույն կծկման համապատասխանող ջերմաստիճանը։

Նման փորձեր կատարվել են նաև ջրում պահված նմուշների նկատմամբ, որոնց արդյունքները տրված են 10, 11 և 12 աղյուսակներում։

Աղյուսակ 10

Ջրում պահված ճմռուցների յերկարությունները (մմ)—ջրի տարբեր ջերմաստիճանի դեպքում.

Նմուշն. համար.	Ցեմենտի տեսակը	10°C	24°C	39°C	60°C
5	Կասպիի	96,979	96,990	97,001	97,015
6	»	96,892	96,910	96,934	96,960
4′	Դավալուի	99,116	99,145	99,170	99,190
5′	»	98,497	98,526	98,552	98,575
6′	»	98,812	98,839	98,866	98,890
4″	Պուցոլանային	97,522	97,536	97,550	97,555
5″	»	96,982	96,995	97,006	97,020
6″	»	96,970	96,980	96,992	97,005

Աղյուսակ 11

Ջրում պահված ճմռուցների կշիռները (գր) ջրի տարբեր ջերմաստիճանի դեպքում

Նմուշն. համար.	Ցեմենտի տեսակը	10°C	24°C	39°C	60°C
5	Կասպիի	64,580	64,660	64,870	65,080
6	»	62,490	62,590	62,580	62,710
4′	Դավալուի	65,730	65,790	65,870	66,100
5′	»	66,020	66,020	66,020	66,200
6′	»	67,020	67,190	67,100	67,350
4″	Պուցոլանային	45,000	45,080	45,170	45,600
5″	»	45,740	45,800	45,850	46,290
6″	»	45,090	45,260	45,270	45,760

Աղյուսակ 12

Ջրում պահված նմուշների յերկարության յեվ կշռի աճումը՝ տարացնելուց.

Վերևի թվերը—յերկարության աճումը (մմ).
Ներքևի » —կշռի աճումը (գր).

Նմուշ. համար.	Ցեմենտի տեսակը	+10°— +24°C	+10°— +39°C	+10°— +60°C
5	Կասպիի	+0,011 / +0,080	+0,022 / +0,290	+0,036 / +0,500
6	»	+0,018 / +0,100	+0,042 / +0,090	+0,068 / +0,220
4′	Դավալուի	+0,029 / +0,060	+0,054 / +0,140	+0,074 / +0,370
5′	»	+0,029 / 0	+0,055 / 0	+0,078 / +0,180
6′	»	+0,027 / +0,170	+0,054 / +0,080	+0,078 / +0,330
4″	Պուցոլանային	+0,014 / +0,080	+0,020 / +0,170	+0,033 / +0,600
5″	»	+0,013 / +0,060	+0.024 / +0,110	+0,038 / +0,550
6″	»	+0,010 / +0,170	+0,022 / +0.180	+0,035 / +0,670

Արդյունքները ցույց են տալիս, ինչպես և պետք եր սպասել, վոր նմուշները ջրում տաքացնելիս +10°C մինչև +60°C չեն յենթարկվում ջրապարունակման գործոնի ազդեցության՝ իրանց լայնացման ժամանակ, վորովհետև ջրում պահվելիս ջուր չեն կորցնում. ընդհակառակը, տաքացվելիս հագենում են ջրով, ավելացնելով իրենց քաշը, վորը յերևում է № 9 գծագրից։

Հավանական է, վոր ջուրը փոխարինում է նմուշի ծակոտիներում յեղած ոդին։

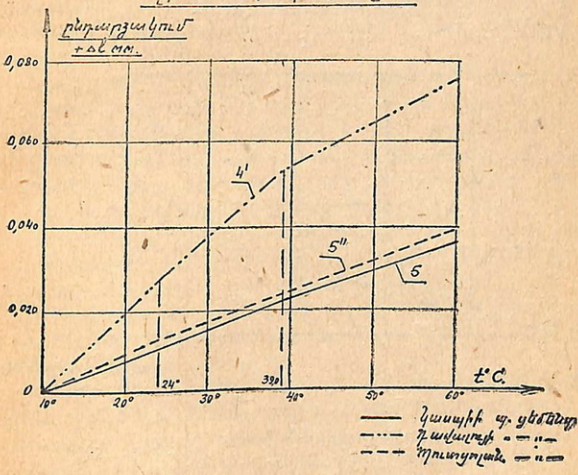
Համար 12 աղյուսակի հիման վրա կառուցված կորերը պարզորոշ ցույց են տալիս լայնացման ուղղագիծ որենքը (փորձերի ճշտության սահմաններում) նմուշները ջրում տաքացնելու դեպքում, ընդորում ստացված գործակիցները բավականին մոտ են բետոնների ջերմային ընդարձակման գործակիցներին (9.10^{-6}--11.10^{-6}). այսպես՝

Կասպիի պ. ցեմենտի համար . . $\alpha = 7,6 . 10^{-6}$,

Դավալուի » » . . $\alpha = 4{,}9 \cdot 10^{-6}$,

Պուցոլանային » » . . $\alpha = 7{,}8 \cdot 10^{-6}$:

Անկասկած, այս մեծությունների տարբերությունը պայմանավորված է ցեմենտների տեսակներով:



Գծ. 8.

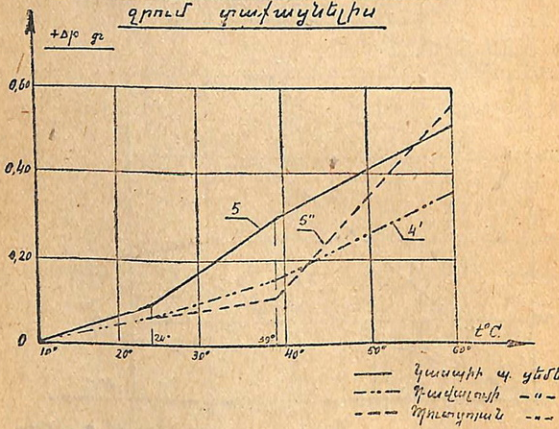
Այսպիսով ջրում տաքացված ցեմենտի նմուշների գծային փոփոխումը լիովին պայմանավորվում է միայն նրանց ջերմային ընդարձակմամբ:

Համեմատելով կծկման յերկու գործոնները (ջերմային և խոնավության), մենք տեսնում ենք, որ նմուշի ջերմության փոփոխման դեպքում նրա ջրապարունակման գործոնը խոշոր դեր է խաղում, այն ինչ մինչև հիմա այդ չեր նկատված և նկատի չի առնված:

Ընդհանրապես բետոնային ճարտարապետական կառուցվածքների հաշվումների ժամանակ նկատի չե առնվում միայն բետոնի ջերմային ընդարձակումը ջերմաստիճանների փոփոխման դեպքում, մինչդեռ ջրապարունակման գործոնը կարող է վոչ միայն նվազեցնել այդ

ընդարձակման չափը, այլ և առաջացնել հակառակ նշանի դեֆորմացիա (գծագ. 4 և 6)։

Այդ սոխպում է մեզ վերանայել մինչև հիմա կիրարկվող ջերմային հաշվումների սկզբունքները, մացնելով նրանց մեջ ջրապարունակման գործոնի ազդեցությունը։



Գծ. 9.

Վերջացնելով հաճելի պարտք եմ համարում հայտնել խորին շնորհակալություն պրոֆ. Դ. Խ. Զավրյանին՝ սվյալ թեմայի առաջադրման համար, և պրոֆ. Լ. Ա. Բոտինյանին՝ նրա ցուցաբերած հետաքրքրության և տված խորհուրդների համար։

Инж. А. ХАЛПАХЧЯН.

УСАДКА ЦЕМЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

РЕЗЮМЕ

1. В работе было изучено явление усадки трех цементов: Каспийского (ССР Грузия), Давалинского и Пуццоланового, приготовленного из Давалинского п. цемента и Анийской пемзы, взятых в равных пропорциях.

Определены абсолютные величины усадок цементного камня при хранении на воздухе и в воде (табл. 1—6). Выяснено, что прибавление к Давалинскому портланд цементу пуццоланической добавки повышает усадку при воздушном хранении на 25—30%, а при хранении в воде уменьшает усадку почти в четыре раза.

2. В работе исследовано явление усадки цемента при совместном действии двух факторов: температуры и водосодержания.

3. Колебание влажности при постоянной температуре окружающей среди вызывает заметное колебание усадки.

4. Установлено значительное влияние фактора водосодержания на величину усадки при колебании температуры образца, что до сих пор никем не отмечалось.

5. Полученные результаты заставляют, наряду с дальнейшими экспериментальными исследованиями, поставить вопрос о пересмотре способа расчета температурных деформаций не массивных инженерных и гражданских сооружений из бетонов, вводя в расчет до сих пор не учитываемый фактор водосодержания, при помощи определения для каждого сорта цемента критической температуры, соответствующей максимальному расширению цемента при изменении температуры.

Лаборатория Испытаний Материалов
Эриванского Политехн. Института
IV—1935 г.

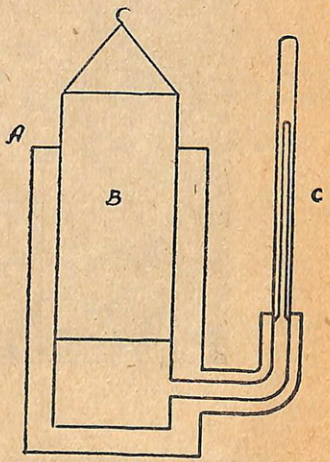
Инж. Р. С. АКОПЯН

УПРУГИЕ СВОЙСТВА ПЕМЗОВОГО БЕТОНА

Вместе с изучением механической прочности и прочих свойств пемзового бетона*), в 1931 г. нами были также поставлены опыты по определению упругих свойств этого материала.

Опыты в указанном направлении были ограничены изучением деформаций лишь одного состава (1 : 3 : 5) пемзового бетона, при возрасте образцов в два месяца.

Определение деформаций производилось при двух видах работы материала — при простом сжатии и при изгибе. Самые же измерения производились сконструированным нами для этой цели специальным прибором и параллельно-микроскопом.



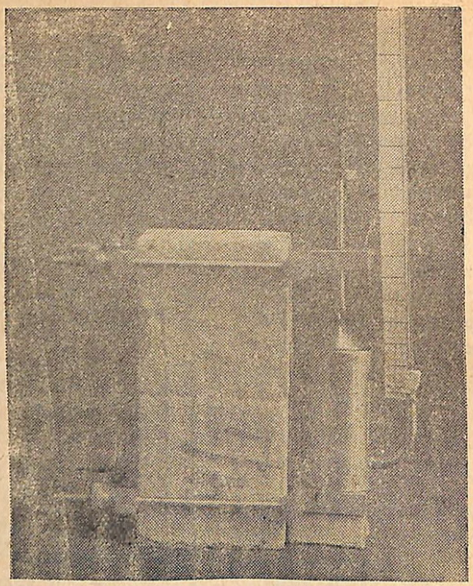
Черт. 1.

ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

Сконструированный АИС'ом прибор для измерения деформаций, состоит из медного полого цилиндра А (см. черт. № 1) с плотно входящим в него поршнем В и вертикально установленной стеклянной капилярной трубки С, которая своим нижним концом сообщается к нижней части цилиндра. Внутренний диаметр цилиндра—24,5 мм. диаметр стеклянной трубки—0,55 мм. Следовательно отношение площадей сечений цилиндра и трубки с небольшой погрешностью составляет 2.000.

*) См. нашу работу „Теплые бетоны с применением пемзы и туфовой мелочи" помещенную в Сборнике № 1 Научно-Исслед. Трудов Н. И. С'а Упол. НКТП Армении 1934 г.

Нижняя часть цилиндра (т. е. пространство под поршнем) заполнялась во время опытов подкрашенной водой, которая проходила также в стеклянную трубку.



Фото

Описанный прибор прикреплялся на выступающей части одного из двух хомутов (нижнего), которые устанавливались на пемзобетонном образце размерами 7,07x7,07x14 см. на расстоянии 10 см. друг от друга (см. фотоснимок).

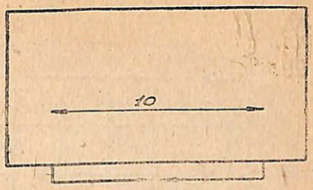
Конец поршня В прикреплялся к выступу верхнего хомута. При сжатии образца поршень, опускаясь в цилиндре А, вытеснял из него воду в стеклянную трубку.

Поднятие столбика воды в трубке, таким образом, давало увеличенную в 2000 раз величину деформации образца.

При измерениях с помощью микроскопа, на одной грани об-

разца на расстоянии 10 см. друг от друга прикреплялись два куска тонкой проволоки как показано на черт. № 2.

Заостренные концы проволок устанавливались приблизительно на расстоянии 1—15 мм. Деформации определялись измерением указанного расстояния при разных стадиях загружения образца.



Черт. 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

1. Деформации пемзобетонных образцов размерами 7,07x7,07x x14 см. в возрасте 60 дней при сжатии.

(Измерения производились описанным выше прибором).

Образец № 1. Табл. I.

№№	Сжимающая сила в кг.	Показания прибора в см.	Действительн. величины деформаций в см.	Примечание
1	500	6,4	0,00320	Рабочая высота образца=10 см.
2	600	8,2	0,00410	
3	700	10,1	0,00505	Площадь сечения =50 см².
4	800	11,6	0,00580	
5	900	13,4	0,00670	

Образец № 2. Табл. II.

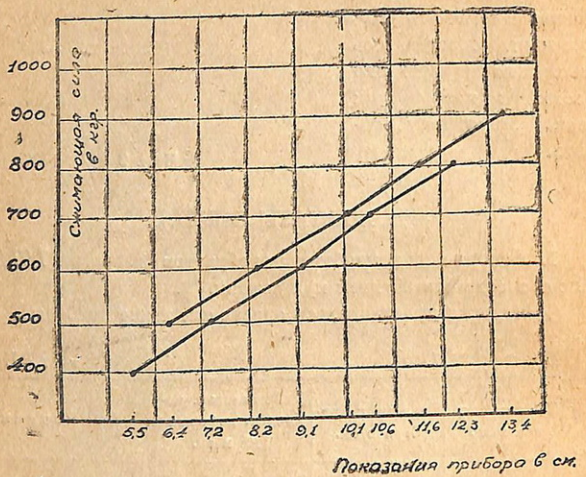
1	400	5,5	0,00275	
2	500	7,2	0,00360	
3	600	9,1	0,00455	
4	700	10,6	0,00530	
5	800	12,3	0,00615	

Если полученные результаты изобразить графически, т. е. по оси абецисс отложить в некотором масштабе величины деформаций, а по оси ординат—соответствующие значения сжимающей

Դիտական աշխատանք. ժողովածու

силы, то зависимость между деформациями и силой выразится в обоих случаях приблизительно прямой линией (см. черт. № 3).

Следовательно модуль упругости пемзового бетона в изучен-



Черт. 3.

ных пределах изменения силы, является почти постоянной величиной.

Величина его по полученным результатам от испытания первого образца составляет

$$E_1 = \frac{h}{F}\,\frac{P_2 - P_1}{e_2 - e_1} = \frac{10}{50}\,\frac{(900 - 500)}{(0{,}0067 - 0{,}0032)} = 23.000 \text{ кг/см}^2$$

По данным испытаниям 2-го образца

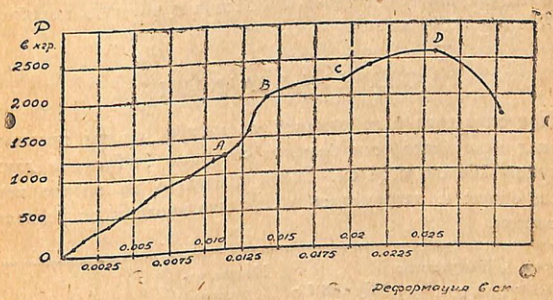
$$E_2 = \frac{10}{50}\,\frac{800 - 400}{0{,}00615 - 0{,}00275} = 23.500 \text{ кг/см}^2$$

Образец № 3. Табл. III.

(Измерения производились микроскопом)

№№	Сжимающая сила кг.	Деформации в см.	№№	Сжимающая сила кг.	Деформации в см.	Примечание
1	100	0,0007	10	1200	0,01050	Возраст об разца—60 дн.
2	200	0,0014	11	1400	0,01220	
3	300	0,0023	12	1600	0,01300	
4	400	0,0032	13	1800	0,01330	
5	500	0,0041	14	2000	0,01430	
6	600	0,0049	15	2200	0,01940	
7	700	0,0056	16	2400	0,02130	
8	800	0,0065	17	2600	0,02570	
9	1000	0,00890	18	2650	разрушение	

Опыты с образцом № 3 были продолжены до его разрушения, что дало возможность выявить полную картину деформаций пемзового бетона (см. черт. № 4).



Черт. 4.

Из графика видно, что прямолинейная зависимость между деформациями и сжимающей силой в пемзовом бетоне, соблюдается лишь в определенных пределах. Этот предел, т. е. предел пропорциональности, судя по графику приблизительно определяется силою 1250 кг. и соответствующей деформацией 0,01125 см., или,

безотносительно к размерам образца, напряжением 25 кг/см² и относительной деформацией 0,001125.

После предела пропорциональности наблюдается резкое повышение кривой, т. е. уменьшение роста деформаций при увеличении силы. Это явление продолжается до точки В, отвечающей напряжению 40 кг/см². От точки В до точки С наблюдается обратная картина; деформация растут весьма быстро, при сравнительно небольших приращениях сжимающей силы (материал течет). При дальнейшем возрастании силы материал снова работает нормально, т. е. деформации растут по тому же закону, что и до точки А (любопытно, что точка С находится на продолжении прямой ОА). В точке Д происходит разрушение.

Из предыдущего видно, что в конструкциях выполняемых из пемзового бетона допускаемые напряжения, для необходимой надежности, следует брать не более 25 кг/см²., т. е. не более предела пропорциональности. В этих же пределах отношение напряжений к деформациям, т. е. модуль упругости.

$$E_3 = \frac{25}{0{,}001125} = 22.200 \text{ кг/см}^2.$$

Таким образом по данным опытов над тремя образцами величина модуля упругости пемзового бетона при сжатии колеблется от 22.200 до 23.500 кг/см².

ОПЫТЫ НАД БАЛКАМИ

При определении деформаций от изгиба, опыты производились над пемзобетонными балками сечением 7x7 см. и длиною (расчетной) 100 см. и 54 см. Балки ставились на вполне неподвижные опоры и нагружались в середине пролета, сосредоточенным грузом.

Сосред. сила в середине пролета в кг P	Напряжение $R = \frac{M}{W}$ в кг/см²	Прогиб f в см.	Модуль упругости $E = \frac{Pl^3}{48If}$	Примечание
10	5,5	0,026	40,000	Пролет балки 100 см.
30	14,2	0,130	24,000	Собственный вес балки
44	20,4	разрушение		5 кг.

Испытание балки № 2.

P	R	F	E	Примечание
20	5	0,009	36,330	Пролет—54 см.
30	7,4	0,02	24,600	Вес балки 2,5 кг.

Значения модуля упругости определенные из опытов на изгиб колеблются в довольно широких пределах: от 24.000 до 40000 кг/см². Большие значения модуля получились как видно из таблиц при сравнительно слабом загружении балок, при более сильных нагрузках (когда максимальное напряжение составляет около 10 кг/см.²) значение модуля приближаются ранее найденным (при сжатии). Таким образом при обычно допускаемых напряжениях (10—20 кг/см.²) величина модуля упругости пемзового бетона колеблется в пределах от 22.200 до 24.600 кг/см.², а в среднем равна 23.400 кг/см.². Для упрощения расчетов эта величина может быть принята кругло

$$E = 25.000 \text{ кг/см.}^2$$

т. е. приблизительно в 5,5 раза меньше принятого в нормах значения модуля упругости обычного бетона.

Отсюда следует, что при расчете армированных конструкций из пемзового бетона, отношение модулей упругости железа и бетона n должно быть принято разным приблизительно 80.

Ռ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆ

ԽՈՐՀՐԴԱՅԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲՆԱԿԱՆ ՔԱՐԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ՅԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

I. ՅԵՐԵՎԱՆՈՒՄ ԳՈՐԾԱԳՐՎՈՂ, ՏՈՒՖԵՐԸ ՅԵՎ ԲԱԶԱԼՏՆԵՐԸ

Յերևանի շրջակայքի շինարարական քարերը մեծ քանակությամբ գործագրվում են քաղաքի, ինչպես նաև շրջանի գյուղերի շինարարության ասպարիզում։ Ոչ միայն վորպես պատի շարվածքի քար, այլև վորպես արհեստական ավազ, խիճ և այլն։

Չնայած նրանց լայն գործածության՝ մինչև այժմ մեզ մոտ այդ նյութերի շին. հատկությունների սիստեմատիկ ուսումնասիրությունը չի կատարված։

Պոլիտեխնիկ ինստիտուտի շինարարական նյութերի տեխնոլոգիական լաբորատորիան ճարտ. Ա. Մանանդյանի ղեկավարությամբ ձեռնարկել է Հայաստանի քարային շինանյութերի հատկությունների ուսումնասիրությանը՝ այդ հատկությունների հետ կապված գործնական կիրառման նպատակահարմար ձևերը պարզելու համար։

Առաջին հերթին ուսումնասիրության են յենթարկված Յերևանի շրջապատի արդեն կիրառվող շին-նյութերի հատկությունները, վորի հետ զուգընթացաբար ուսումնասիրված են նաև Հայաստանի մի քանի շրջանների գունավոր շինարարական քարերի հատկությունները (վորոնք մինչև այժմ կիրառություն չեն ունեցել) և կիրառման ձևերը։

ՏՈՒՖԵՐ

ՆԿԱՐԱԳՐԱԿԱՆ ԱԿՆԱՐԿ*)

Յերևանի շրջանի արևելյան և հյուսիս-արևելյան մասը ներկայացնում է հրաբխային ոջախների մի ցանց՝ հարուստ բնական-շինարարական նյութերով, վորոնք գլխավորապես տիրապետում են տուֆերը, անդեզիտո-բազալտները, բազալտը, պեմզայի ավազները, տրասը, դիատոմիտը, գիպսը և այլն։ Դրանցից ամենաշատ տարածվածը տուֆերն են, վորոնք շնորհիվ իրենց տեղագրական պայմանների բաժանվում են մի քանի վայրերի։

*) Տուֆերը բռնած տարածության, շերտերի հաստության և պաշարի մասին տվյալները միայն արտաքին դիտողությունների արդյունք են և ոչ հետախուզության։

1. Զրվեժ գյուղի տուֆի մասսան գտնվում է Ցերևան քաղաքից ութ կիլոմետր դեպի արևելք։ Տարածվում է Զրվեժ գյուղից—679 կետից—շարունակվում մոտ կես կիլոմետր արևելք, թեքվում հյուսիս և ուղիղ գծով հասնում մինչև Թեղիրաբաղ գյուղ։ Արևմուտքից սահմանափակվում է. Թեղիրաբաղ—644 կետի արևելյան կողմից—643.9 կետը, շարունակվում է դեպի հարավ մոտ մեկ և կես կիլոմետր (տես քարտեզ) մինչև Զրվեժ ձորի վերջին սահանքը։ Բռնում է տասից մինչև տասնմեկ քառ. կիլոմետր մակերես, չորսից մինչև յոթը մետր հաստությամբ։

Դրսից, վորոշ տեղերում, ծածկված է հողի բարակ շերտով, կեսից մինչև մեկ մետր հաստությամբ, իսկ մեծ մասամբ ծածկույթ չունի։ Ըստ ուղղաձիգ կարվածքի միջին հաշվով տալիս է հետևյալ պատկերը. վերևից՝ մեկից-յերկու մետր կարմիր տուֆ. յերկրորդ մետրից-վեցերորդ մետր՝ սև տուֆ, և ներքևում վերջանում է սև տեսակի թուլ մոխրատուֆով։

Ճանապարհներ.—Զրվեժ-Նորք միջգյուղային ճանապարհ։ Նորք-Ցերևան խճուղի։ Զրվեժ-Թոխմախ գյուղ—սայլի, և Թոխմախ գյուղ-կայարան—խճուղի։

2. Ավանի տուֆի շերտը ձգվում է Գետառչալի յերկայնությամբ՝ Նորքի ձորից մինչև Ավան գյուղը, ունենալով արևելքից սահմանափակ գիծ Ավան-Նորք Զրքաժանը և արևմուտքից՝ Առինջ-Քանաքեռ-Նորքի ձորի Զրքաժանը։ Գրավում է վեցից-յոթը քառ. կիլոմետր տարածություն, հնգից-ութ մետր հաստությամբ։ Վերևից ծածկված է հողի բարակ շերտով, վորից հետո կարմիր տուֆ մեկից-յերեք (յերբեմն ավելի) մետր, շարունակվում է սև տուֆ և վերջանում սև փուխր տեսակի տուֆով։

Ճանապարհներ.—Ավանի տուֆի քարահանքից—Ցերևանի խճուղի։

3. Առինջ գյուղի տուֆը կազմում է Ավանի քարահանքի շարունակությունը և ունի նույն դասավորությունը։ Փռվում է Առինջ գյուղի հարավային մասում, բռնում է մոտ մեկից-յերկու քառ. կիլոմ. մակերես, չորսից-վեց մետր հաստությամբ։ Ցերևանի հետ կապված է Ավան-Ցերևան և Եյլար-Ցերևան խճուղով։

4. Մնուք գյուղի տուֆը գտնվում է Առինջ գյուղից դեպի հյուսիս։ Քաղաքի հետ կապված է Եյլար-Ցերևան խճուղով։ Անհրաժեշտ և նշել, վոր Ցերևան-Սևան նոր կառուցվող յերկաթուղին անցնում է Առինջի և Մնուքի քարահանքերի մոտից։

5. Թարխանյան քարահանքը գտնվում է Ցերևան քաղաքի հարավային մասում, կայարանի մոտ։ Քարահանքն այժմ չի ոգտագործվում։ Բռնած տարածությունը վերածվել է բնակելի վայրի։

Վերը հիշված տուֆերի ֆիզ.-մեխ. հատկությունների վերաբերումները կատարված են ներքոհիշյալ մեթոդներով.

ա) Սառնակայունություն.—Փորձի համար վերցված են խորանարդներ՝ 7×7×7 սմ մեծությամբ։ Սառեցումը կատարված է պրոֆ. Բելելյուբսկիի հողմահարման գործիքով մինուս 15°-ից մինչև մինուս 21°C սահմաններում։ Յուրաքանչյուր անգամ սառեցման տևողությունը լինել է ութ ժամ, վերից հետո դրվել է պլյուս 12°-ից մինչև պլյուս 15°C ջերմություն ունեցող ջրում՝ վեց ժամ տևողությամբ։

Սառեցման փորձի յենթարկված նմուշները տվել են ճաքվածքներ մեծ մասամբ խորանարդի սիմետրիկ հարթությամբ, և ճաքը սկսվել է անմիջապես կողից կամ կողին մոտիկ տարածությունից։ Ճաքվածք առաջանալուց հետո սառեցումը շարունակվել է մինչև 25 անգամ, բայց ճաքված մասերի անջատում չի նկատվել։ Վերոշ նմուշների վրա նկատված է զգաթների և կողերի մասնակի կլորացում։ Մակերեսային-հարթ քայքայման դեպքեր չեն նկատված։

Աղյուսակի սառնակայունության սյունակում բերված թվերից առաջինը ցույց է տալիս, վոր առաջին ճաքը կամ քայքայումը նկատվել է այդքան անգամ սառեցնելուց հետո, իսկ վերջին թվերը ցույց են տալիս մաքսիմում դիմացկանությունը։

Նույն տուֆերից պատրաստված հին հուշարձանները (Ամանի, Մհուբի, Յերևանի յեկեղեցիները) ունեն 500—1000 տարվա գոյություն. բայց այդ տուֆերի վրա ներկայումս քայքայման հետքեր չեն նկատվում։ Ինքնըստինքյան պարզ է, վոր նշված տուֆերի սառնակայունության դիմացկանությունը պետք է համարել միանգամայն բավարար։

բ) Ջերմանցիկություն.—ԽՍՀՄ-ի գիտահետազոտական լաբորատորիաներում կատարված բազմաթիվ փորձերը ցույց են տվել, վոր լաբորատորիայում կատարված վերոշյալները չոր յեղանակով չեն տալիս այն արդյունքը, ինչ վոր ստացվում է բնական խոնավ վիճակում (շարված.քում)։ Տարբերությունը զգալի չափով մեծ է։ Հիմնվելով պրոֆ. Վ. Պ. Նեկրասովի սկզբունքի վրա*), ըստ նրա կազմած կորի գուրս է բերված (մոտավոր հշտությամբ) փորձի յենթարկված տուֆերի ջերմանցիկության գործնական կոեֆիցիենտը «Λ»-ն շարվածքում (տես գրաֆիկ № 1)։

Ջեռքի տակ ունենալով մի քանի բնական ծակոտկեն նյութերի

* Տես Б. Ф. Вологодский—Новые строит. матер. и их применение, 1935 г.

ջերմանցիկությունն և ծավալային կշռի վերաբերյալ տվյալները, այդ թվերի հիման վրա կազմված է մի նոր կոր և այդ կորի վրա համեմատական ձևով դուրս է բերված տուփերի ջերմանցիկության գործակիցը նոր վիճակում, հաշվի առնելով, որ ծակոտկեն նյութերի ծավալային կշռի մեծացմամբ մեծանում է նաև ջերմանցիկության գործակիցը (տես գրաֆիկ № 2)։

գ) Մաշվողականություն.—Վերցված են 7×7×7 սմ չափի նմուշներ։ Փորձը կատարված է Բեմե-ի մաշեցնող սկավառակի վրա և հաշված է հետևյալ բանաձևով՝ $N = \frac{g}{r}$։ N — մաշումը cm^3-ով, g— մաշման կորուստը գրամներով, և r-ը նյութի ծավալային կշիռը։

Մեր կատարած փորձերի արդյունքներն ամփոփված են առանձին աղյուսակում, որը բերվում է ստորև (տես № 1 աղյուսակ, էջ 61)։

Աղյուսակից պարզ երևում է, որ տուփերի ֆիզ-հատկությունների մեջ միատեսակ են դուրս գալիս նրանց տեսակարար կշիռները և շերտերի դասավորությունն ըստ դույների, որից կարելի չէ յեզրակացնել, որ հիշված վայրերի տուփերն առաջացել են միաժամանակ և ունեն միատեսակ ծագում։

Սև տուփերն առհասարակ թեթև են և ծակոտկեն, մասնավորապես Մոնուրի ու Առինջի (փուլբ) տեսակները և ավելի հեշտ մշակելի են քան կարմիր տուփերը։ Քարահանքերն ոգտագործելիս պետք է նկատի առնել, որ սև տուփերի ներքևի շերտերը (կեսից մինչև մեկ մետր հաստությամբ) ավելի պակաս դիմացկուն են և կրկնակի անգամ ավելի պակաս ծանրություն կարող են կրել իրենց վրա քան վերևի շերտերի տուփերը։

Շնորհիվ տուփերի միջանցիկ ծակոտկենության, նրանց գործածությունը շարվածքում պետք է կատարվի նախապես թրջված վիճակով։ Հակառակ դեպքում տուփը խլում է շաղախից ջուրը և հնարավորություն չի տալիս շաղախին (որպես կապակցող նյութի) սառնալու համապատասխան ամրություն։ Այդ հանգամանքն անպայման պետք է հաշվի առնել ցեմենտի շաղախի և տուփոբետոնների գործածության դեպքում։

Թեթև տուփաբետոններ պատրաստելու դեպքում պետք է անպայման նկատի ունենալ, թե վոր քարահանքի տուփն և գործադրվում, վորովհետև տարբեր վայրերի տուփերի ծավալային կշիռներն աչքի ընկնող չափով տարբերվում են։ Նույն տարբերությունը նկատվում է նույնիսկ միևնույն քարահանքի վերևի և ներքևի շերտերի մեջ։

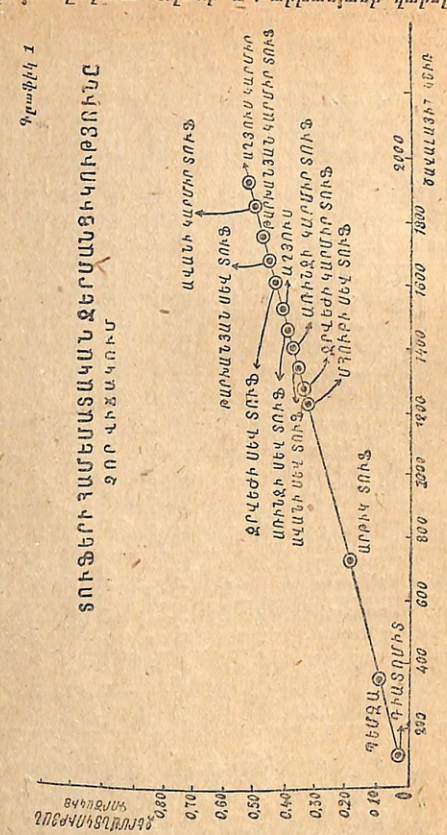
Ծանրություն կրելու ունակության տեսակետից համեմատաբար ավելի բարձր արդյունք են տալիս կարմիր տուփերը։ Նույնը պետք է ասել նրանց սառնակայունության դիմացկունության մասին։

ԵՐԵՎԱՆԻ ՇՐՋԱՆԻ ՏՈՒՖԵՐԸ—ТУФЫ ЭРИВАНСКОГО РАЙОНА

Աղյուսակ 1

Վայրը յեվ տեսակը Наименование и месторождение породы		Տես. կշիռ չոր վիճակում Удел. вес в сух. сост.	Ծավ. կշիռ չոր վիճակում Об'емн. вес в сух. сост.	Ծակոտկենություն % Пористость %	Հիգրոսկոպ. ջուր կշռի % Водопоглащаем. по весу	Ժամանակավոր հնման ընդդիմություն kg/cm² Временное сопротивление на сжатие kg/cm²							Ջերմանցկություն Теплопроводность		Մաղվելիություն 440 պտ. Истирание 440 обор.	Դարժություն (Մոսի) Твердость (по Моосу)	Սառնակայունություն Морозостойкость	Գույնը Цвет
						Ոգալոր դրության. В возд. сух. сост.			Ջրով հագեցված В насыщ. сост.				Չոր վիճակ В сухом. сост.	Բն. խոն. (պատ.) В ест. вл. сост.				
						Միջին Среднее	Մաքսիմ. Максим.	Մինիմ. Миним.	Միջին Среднее	Մաքսիմ. Максим.	Մինիմ. Миним.							
Ջրվեժ Джервеж	Կարմիր տուֆ Туф красный	2,45	1,40	42,85	25,66	176,3	197,0	163,2	129,2	141,2	122,3	0,35	0,51	127,9	2 — 3	12—24		Կարմիր գունավոր, մանր ծակոտկեն տուֆ
	Սև տուֆ Туф черный	2,47	1,51	38,86	19,75	144,0	164,8	126,8	120,0	126,8	109,4	0,39	0,59	127,5		13—17		
Ավան сел. Аван	Կարմիր տուֆ Туф красный	2,47	1,77	29,16	11,78	206,8	228,0	170,2	180,5	201,0	173,0	0,46	0,70	51,3		24 և բարձր		
	Սև տուֆ Туф черный	2,47	1,44	41,40	21,42	162,0	177,2	154,0	126,0	149,0	103,0	0'37	0,55	93,0		12—23		
Արինջ Ариндж	Կարմիր տուֆ Туф красный	2,46	1,46	40,65	20,35	186,5	200,0	166,1	144,0	158,0	137,0	0,37	0,56	96,9		12—25		
	Սև տուֆ Туф черный	2,46	1,50	39,02	17,82	166,7	171,0	163,0	148,1	163,7	126,0	0,38	0,58	104,2		12—18		
	Սև տուֆ «փուխրա»	2,42	1,38	42,9	24,4	44	54,5	37,8	43,3	44,3	42,4	—	—	—		—		
Մհուբ Мгуб	Սև տուֆ Туф черный	2,47	1,34	45,74	26,61	110,6	160,9	77,2	82,7	97,6	58,5	0,34	0,50	175,5		11—13		
Թարխանյան Эривань	Կարմիր տուֆ Туф красный	2,48	1,73	30,24	16,74	197,0	223,0	180,0	164,2	166,0	159,5	0,45	0,68	57		19—25		
	Սև տուֆ Туф черный	2,46	1,68	31,70	14,62	190,0	196,6	184,0	132,8	163,2	104,4	0,48	0,66	94,8		25 և բարձր		

Իրենց դիմացկունությամբ, բեռնվածքի դիմանալու բարձր ունակությամբ, ծակոտկենության և ջրահագեցման փոքր ցուցանիշներով աչքի են ընկնում Ավանի և Թարխանյանի կարմիր տուֆերը։

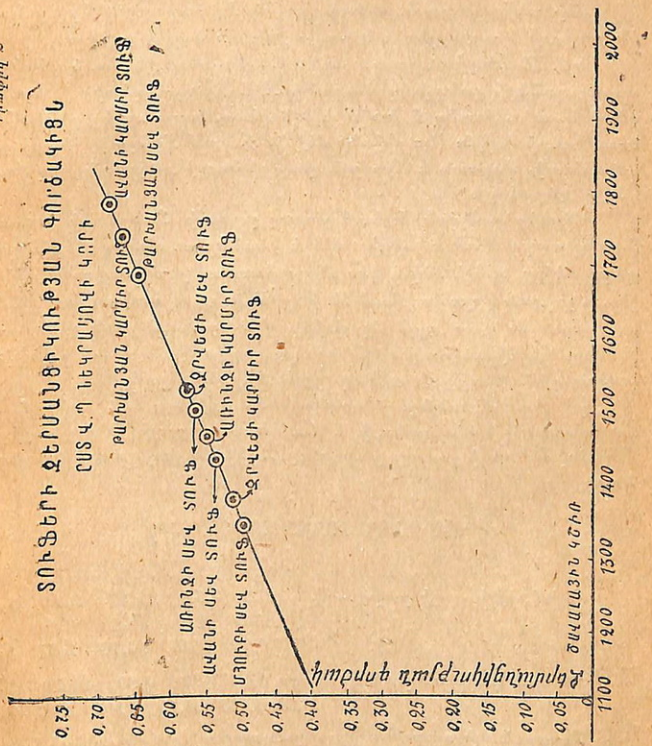


Շնորհիվ իրենց ունեցած այդ հատկությունների, նրանք կարող են զբաղեցնել մեծ դերակատարություն գտնել վոչ միայն պատերի, հիմքերի*) այլև համա-

*) Կարմիր տուֆերը հիմքերի համար գործադրելիս պետք է հիմքի և պատի արանքում ստեղծել անջրանցիկ մի շերտ՝ շենքի պատերը խոնավությունից ազատելու համար։

պատասխան բեռնվածություն ունեցող կոնտրուկտիվ նպատակների համար։

Նկատի ունենալով տուփերի ամրության ստուգումը, գտնում ենք վոր այդ տուփերը կարող են լայն գործադրություն ունենալ իբրև խոշոր հավելուլթ, ըստ իրենց ամրության համարյա բոլոր ճարկանների



բեռոնների մեջ, բաղալտների և այլ պինդ քարերի խճերի փոխարեն։ Ըստ վորում կատացվի զգալի խնայողություն թե խճի պատրաստման, թե փոխադրական ծախքերի և թե կառուցումների թեթևացման ուղղությամբ։

Շնորհիվ արագ մաշվելու հատկության, տուֆերը վոչ մի դեպքում չեն կարող գործադրվել այնպիսի տեղերում, վորտեղ շփումը մեծ է, որինակ՝ մայթերի, աստիճանների համար։

II. ԲԱԶԱԼՏՆԵՐ

Ցերևան քաղաքում գործադրվող անդեզիտորազալտները բռնում են քաղաքի հյուսիսային և հարավ-արևելյան ծայրամասերը։

ա) Անդեզիտորազալտներ.—Հյուսիսային մասի անդեզիտորազալտների զանգվածը տարածվում է Զանգու գետից (I Նրգես) դեպի հյուսիս, հասնում է մինչև 538 կետը, ապա ուղիղ գծով միանում Նորքի ձորին։ Այս շրջանի մեջ են մտնում Զանգուի, Կոնդի գետեզմանոցի, Ժողտան և Արովյան փողոցի ծայրի քարահանքերը (տես վերջի քարտեզը)։

Վերևից ծածկված է հողի բարակ շերտով։ Զանգվածի հաստությունը տարածվում է չորսից մինչև տասներկու մետր։ Վերևի շերտերը մեկից մինչև մեկ և կես մետր հաստությամբ ծակոտկեն են և թույլ. վորքան շարունակվում են ներքև՝ այնքան ծակոտկենությունը պակասում է։ Ըստ այդմ էլ փոխվում է նրանց ճնշման դիմադրությունը։ Վերևի ծակոտկեն տեսակները տալիս են 30—40%-ով ավելի պակաս դիմադրություն cm² վրա քան ներքևի շերտերը։

բ) Բազալտներ.—Հարավ-արևել. շրջանի մեջ մտնում են սուր-վարակիչ հիվանդանոցի և Թոխմախան գյուղի քարահանքերը։ Թոխմախան գյուղի բազալտի պաշարը 7.435.900 խոր. մետրի չափ հասնում։

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ *)

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_2	FeO
Թոխմախան գյուղի բազալտ %	48,98	0,51	19,26	5,04	5,72
	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O
	0,70	2,45	10,90	1,87	3,75
Զանգու գետի անդեզիտորազալտ %	52,92	0,80	20,70	3,19	
	4,28	0,13	4,19	7,48	2,75	4,25

Բազալտների ուսումնասիրության արդյունքներն ամփոփված են № 2-րդ աղյուսակում, եջ 65։

---

*) Թոխմախան գյուղի բազալտի պաշարի և քիմիական անալիզների ուսումնասիրությունները կատարված են Ցերևանի Կիրառ. հանքաբան. ինստ-ի կողմից։

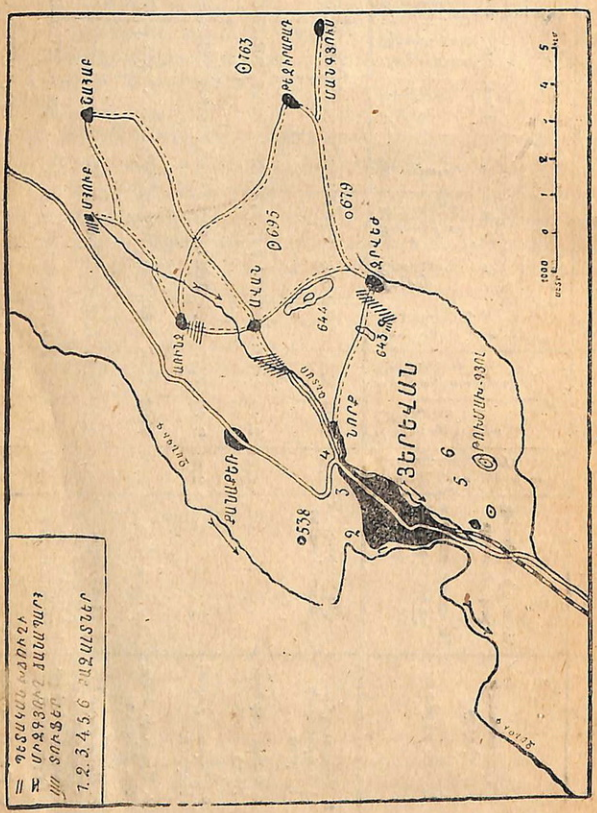
ԵՐԵՎԱՆԻ ԲԱԶԱԼՏՆԵՐԸ — ЭРИВАНСКИЕ БАЗАЛЬТЫ

Աղյուսակ 2

Քարահանքի վայրը Место карьера	Նմուշի անունը և տեսակը Наименование и род образца	Տեսակ. կշիռ չոր վիճակում Удельн. вес в сух. сост.	Ծավալային կշիռ Объемный вес	Ծակոտկենություն % Пористость %	Ջրներծծող. ըստ կշռի % Водопоглащ. по весу	Ժամանակ. ճնշման ընդդիմութ. kg/cm² Временн. сопротивление kg/cm² Չոր վիճակում В сухом сост.			Հագեցած վիճակում В насыщен. сост.			Սառնակայունություն Морозостойкость	Մանրամասնություն Примечания
						Միջին Среднее	Մաքսիմում Максимум	Մինիմում Минимум	Միջին Среднее	Մաքսիմում Максимум	Մինիմում Минимум		
1. Զանգու գետ I հիդրոկայան I Эргес	Անդեզիտոբազալտ Андезитобазальт	2,84	2,69	5,27	1,59	1189,9	1276,5	1026,0	814,1	934,0	785,0	Մինչև 25-ը սառեցումներին դիմացկուն է։ Не разрушились до 25 замораживаний.	Լաբորատորիայում կատարված փորձերի հիման վրա։ Считаются абсолютно морозостойкими материалами.
2. Կոնդի գերեզմ. Конд	» » »	2,84	2,70	4,92	2,84	1152,9	1271,2	1050,0	880,9	962,5	755,0		
3. Ժողովրդական քարահ. Нардом	» » »	2,81	2,60	7,47	3,07	950,7	976,2	928,4	813,4	826,9	800,0		
4. Աբով. փ. Ծայրի Ул. Абовян	» » »	2,84	2,62	7,66	2,62	1007,1	1088,8	938,2	770.6	809,8	721,7		
5. Սուր-վարակիչ հիվանդանոց կամ Թուրքի գերեզմ. Тюрк. кладбище	Վերևի շերտ Верхний слой	2,89	2,61	9,68	4,12	603,8	627,1	577,5	—	—	—		
	Ներքևի շերտ Нижний слой	2,91	2,66	8,59	3,80	1016,1	1115,0	948,3	892,0	957,5	800,0		
6. Թոխմախ. գյուղ Тохмах гел	Բազալտ Базальт	2,88	2,77	3,82	1,39	1404,4	1475,9	1342,0	994,0	1002,0	986,1		

III. Խ. ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՔԱՐԵՐ

Խ. Հայաստանի մի քանի վայրերի շինարարական գունավոր քարերի մեր կատարած ուսումնասիրությունը պետք է համարել սկզբնական քայլ և ընդհանուր բնույթ կրող։ Այդ քարերի շինարարական հատկությունների ուսումնասիրությունը վերջնական համարել չի կարելի։


ՄԱՍԻՍ
ՄՈՒՍԱ
ՇԱՌԱՆ
ՍԱՐԱՆ
ՍԱՍՆՈՒ
ՄԱՍՆՈՒ
ՍՈՍՈՒ
ՍՈՍՈՒ
ՍՈՍ

Նախ, մեր տված տեղեկությունները՝ բռնած մակերեսի, շերտի հաստության և պաշարի մասին, արդյունք են միմիայն արտաքին մակերեսային դիտողության, որը չի տալիս լրիվ պատկեր պաշարի և վորակի մասին։

Ցերկրորդ, փորձի յենթարկված նմուշները վերցված են արտաքին շերտերից, որոնց հատկությունները չեն բնորոշում ամբողջ զանգվածի վորակը։ Արտաքին շերտերը դարերի ընթացքում յենթակա յեն յեղել մեխանիկական և քիմիական հողմահարման, ուստի և ավելի պակաս ցուցանիշներ պետք է տային, քան ներքևի զանգվածները։

Հիշված քարերի առավելություններն այն են, որ ունեն տարբեր տեսակի գույներ և յերանգներ, հեշտ մշակվում և հղկվում են, վորոշ տեսակներն ընդունում են փայլ, իսկ Մեծ Պարնի և Վորդնավ գյուղերի կանաչ տեսակի «տուֆոգենները» պատրաստի ձև ունեն և կարող են գործադրվել առանց կտրելու։

Վերջապես, գունավոր քարերից Շահնազար գյուղի կարմիր «տուֆոլավան» կարելի յե ոգտագործել վոչ միայն վորպես շինարարական քար յերեսվածքի համար, այլև վորպես շինարարական ներկ—շինարարական և այլ նպատակների համար։

Կատարված փորձերի արդյունքները հիմք են տալիս մտածելու այդ բնական-գունավոր քարային շինանյութերն ոգտագործելու մասին։

1. Մ. Քյորփլու գյուղի տուֆոգենների-ի զանգվածը գտնվում է Ալահվերդու շրջանի Մեծ-Քյորփլու գյուղից յերկու կիլոմետր հր. «Աղդաշ» կոչված վայրում, Այդում կայարանից ուղիղ գծով յոթը կմ դեպի հարավ-արևելք։ Ըստ գույների բաժանվում են 2 խմբի։

ա) Կանաչ գույնի մանրահատիկ ստրուկտուրա ունեցող տեսակները (պարունակում են միներալներից՝ հեմատիտ, դաշտային շպատ պոլիսինտետիկ մակլով) ձգվում են «Աղդաշ» վայրից դեպի Դեբետ գետը մոտ յերկու կմ յերկարությամբ, հինգ մետրից ավելի հաստություն ունեցող շերտերով։

Մակերեսից դեպի ներքև մոտ մեկ մետր հաստության շերտերը, վորոնք անմիջականորեն յենթակա յեն յեղել մթնոլորտային տեղումների ազդեցության, հողմահարված են և վերածված մանր կտորների, իսկ ներքևի մասսան, որը չի յենթարկվել մթնոլորտային ազդեցությունների ազդեցության, ամբողջական է և դերծ քայքայումից։ Մոնավորությունն պարունակելու դեպքում ստանում են մուգ-կանաչ գույն, ոգտագործելով՝ բաց-կանաչ։

բ) Սպիտակ-դեղնավուն, մանրահատիկ ստրուկտուրա ունեցող տեսակները (պարունակում են հեմատիտ, դաշտային շպատ (քիչ) և քայքայված նյութեր) «Աղդաշ»-ից ձգվում են դեպի արևելք ուղիղ

ավելի մեծ հաստությամբ։ Խոնավություն պարունակելու դեպքում սառնում են դեղին գույն։

Թե կանաչ և թե սպիտակ-դեղնավուն տեսակները հեշտ մշակվում են և չենթարկվում հղկման (առանց փայլի)։ Վորպեսզի պարզ հաստկացողություն ունենանք այդ քարերի կիրառման և շինարարական հատկությունների մասին, վորպես լեռնվածքի նյութեր անհրաժեշտ է ուշադրության առնել ներքև բերված ֆիզիկո-մեխանիկական հատկությունները, վորոնք տրված են ամփոփ ձևով

Հատկությունները	Սպիտակ-դեղնավուն տեսակ	Կանաչ տեսակ
1. Տեսակար. կշիռ (չոր վիճ.)	2,61	2,31
2. Ծավալային » » »	1,83	1,90
3. Ծակոտկենութ. (ըստ կշռի)	28,88%	17,75
4. Ջուր ծծելու ունակութ. (ըստ կշռի)	16,21%	10,53
5. Հիդրոսկոպիկ խոնավութ.	1,44%	3,72
6. Սառնակայունություն	7	7
7. Կարծրություն (ըստ Մոոսի չկալայի)	1—2	1—2
8. Ժամանակ՝ ճնշման ընդդիմության kg/cm² — ողջը	Միջինը 362,8 մաքսիմ. 393 7, մինիմ. 335.	Միջինը 544,8 մաքսիմ. 607,1, մինիմ. 512
8. Ժամանակ՝ ճնշման ընդդիմության kg/cm² — ջրով հագեց.	Միջինը 318,3 մաքսիմ. 351, մինիմ. 285,7	Միջինը 425,1, մաքսիմ. 449,0, մինիմ. 391,8

Սառնակայունության փորձի ենթարկված նմուշների վրա քայքայումը նկատվել է 7-րդ սառեցումից հետո։ Կանաչ տեսակի նմուշների քայքայումն սկսվել է անկյուններից ու կողերից և տարածվել հարթ մակերեսային բարակ շերտով։ Սպիտակ-դեղին տեսակները, բացի հարթ-մակերեսային քայքայումից, տվել են նաև անջատումներ—ճաքելու հետևանքով։

Աղյուսակից երևում է, վոր վերը հիշված «տուֆոդեղները» մեխանիկական հողմահարման տեսակետից վոչ լրիվ կայուն նյութեր են, ուստի նրանց գործածությունը խոնավ վայրերում և մթնոլորտային տեղումներին անմիջականորեն ենթակա տեղերում (հիմքերում, պատերի դուրս ընկած մասերում և այլն) անթույլատրելի է և վոչ նպատակահարմար։ Մնացած շին-հատկություններով մոտ են տուֆերին։ Իսկ ամրությունը մեկ և կեսից չերկու անգամ ավելի է քան տուֆերինը։

Ցերկաթուղու հետ կապված է Քյորփլու-Այրում կ. և Քյորփլու-Սադախլի կ. միջգյուղային ճանապարհով։

2. Ք. Պարճի գյուղի կանաչ «տուֆոգենեն». — Նալբանդ կայարանից 5 կմ հեռու, Մեծ Պարնի և Ավդիրեզ գյուղերի միջանկյալ տարածությունը՝ մոտ լերկու քառ. կմ մակերեսով, տառներկու մետրից ավելի հաստության շերտերով բռնում և կապտականաչ «տուֆոգենների» զանգվածը։ Մասսան բաղկացած է զուգահեռ շերտերից (ПЛИТНЯК), ուղղաձիգ ձևով դասավորված և յուրաքանչյուր շերտի հաստությունը տատանվում է 10-ից 20 սմ միջև։

Ավդիրեզ գյուղին կից մասսան (բաց կանաչ) փափուկ է, հեշտ ճշակվող և մեխանիկական հողմահարման տեսակետից անկայուն։ Դեպի Մեծ Պարնի ձգվող մուգ կանաչ տեսակներն ունեն միապաղաղ կառուցվածք, կարծր են և պլնդ։ Վերջինս հղման յենթարկվելիս ստանում է հիանալի փայլ՝ մուգ-կանաչ գույնի արտացոլումով։

Վորպես յերեսվածքի քար կարող է փոխարինել մարմարին և գրանիտին։ Այդ յերեսում է ստորև բերված աղյուսակից։

Ծավալային կշիռ չորացրած վիճակում	2,33
Տեսակարար » » »	2,40
Ծակոտկենություն ըստ կշռի	3,00%
Ջուր ծծելու ունակություն ըստ կշռի	1,27%
Սառնակայունութ. մինչև 25-րդ սառեցումը չի քայքայվել*)	
Կարծրություն ըստ Մոոսի սանդղակի (շկալա)	4,5—5,5

Ժամանակավոր ճնշման ընդդիմություն kg/cm² ողաչոր դրությամբ մինիմում 863, մաքսիմում 940, միջինը 901*)։ Բացասական և աչքի ընկնող հատկությունը նրա ճաքվածքներն են։ Վերևի շերտերի քարերը մեծ մասամբ ունեն անկանոն ձևի ճաքեր, վորը հետևանք է յերկրի կեղևի տատանումների։

Յերկաթուղու հետ կապված է Պարնի-Նալբանդ միջգյուղային ճանապարհով, վորտեղ չոր յեղանակներին բեռնատար ավտոները կարող են աշխատել։

3. Վորդնավ գյուղի «տուֆոգենե»-ի զանգվածը գտնվում է Համամլու կայարանից 7 կմ հեռու, Վորդնավ գյուղի մոտ «Կանաչ սալի քարանձաք» վայրում։ Յերկաթուղու հետ կապված է Վորդնավ-Համամլու միջգյուղային ճանապարհով։

«Տուֆոգենը» դասավորված է զուգահեռ շերտերով, հորիզոնական հարթությամբ։ Յուրաքանչյուր շերտի հաստությունը 10—15 սմ է (սալերի ձևով), իսկ ըստ խորության մասսայի հաստությունն ավելի յե 6 մետրից։

---

*) Սառնակայունության և ժամանակավոր ճնշման ընդդիմության փորձի յենթարկված նմուշներն ունեցել են ճաքեր։

Նկատի ունենալով, որ Վորդնավ գյուղի «տուֆոգենը» կարծր է (պարունակում է դաշտային շպատ, կվարց (քիչ), մագնետիտ (քիչ), ունի մաշման մեծ դիմադրություն, քիչ ծակոտկեն է, սառնակայուն, միջհատիկ, դերծ ճաքերից, հղկելիս փայլ է ստանում, դասավորված է զուգահեռ շերտերով և կարելի չէ հեշտությամբ պատրաստել ցանկացած մեծության ու հաստության սալեր, ուստի հարմար է ոգտագործել այդ քարը մայթեր սալահատակելու, սանդուխքների և այլ նման նպատակների համար։

Ֆիզիկո-մեխանիկական հատկությունները

Տեսակարար կշիռ չոր վիճակում	2,65
Ծավալային » » »	2,54
Ծակոտկենություն	4,15%
Ջուր ծծելու ունակութ. ըստ կշռի	1,40%
Հիդրոսկոպիկ խոնավություն	25 (մինչև 25-րդ սառեցումը քայքայում չի նկատվել)
Ժամանակավոր ճնշման ընդդիմութ. kg/cm²	ոդաչոր վիճ. միջ. 1027 ջրով հագեց. » 997։

4. Շահնազար գյուղի «տուֆոլավաներ».— Վարանցովկայի ենթաշրջանի Շահնազար գյուղից դեպի արևմուտք 2 կմ հեռավորությամբ գտնվում է տուֆոլավաների քարահանքը։ Ցերկաթուղու հետ կապված է Վարանցովկա-Ստեփանավան-Ֆոլազերան խճուղով։ Բռնում է մոտ 1,5—2 քառ. կմ մակերես, 10—15 մ հաստությամբ։ Վերևի մասում (բլրի) տարածվում են սպիտակ մանրահատիկ տեսակները 1—3 մ հաստությամբ, դեպի ներքև շարունակվում են՝ վարդագույն-փափուկ, վարդագույն-կարմիր խալերով, կարմիր-փափուկ, մուգվառ-կարմիր (կոշտ) տեսակները։

ա) Սպիտակ հատիկավոր տեսակները հեշտ են մշակվում, հղկելիս ստանում են արհեստական մարմարի տեսք (առանց փայլի)։ Իրենց հատկություններով բավարարում են շինարարական պահանջները՝ որպես պատի և յերեսվածքի քար։

բ) Կարմիր տեսակներից յերեսվածքի համար կարելի չէ ոգտագործել վառ-կարմիր տեսակը, որը հղկելիս ստանում է փայլ, իսկ փափուկ կարմիր տեսակը՝ պատի համար փայլ չի ընդունում։ Կարմիր տեսակների սառնակայունությունը պետք է համարել վոչ բավարար, թեև այդ տեսակից (փափուկ) պատրաստված է Շահնազար գյուղի յեկեղեցին, որն ունի 100—120 տարվա գոյություն, բայց քարերի վրա քայքայման և անջատման դեպքեր չեն նկատված։

Հատկություններ	Սպիտակ հատիկավոր տեսակ	Կարմիր տեսակ
1. Տեսակարար կշիռ չոր	2,51	3,06
2. Ծավալային » »	1,84	1,82
3. Ծակոտկենություն	26,7%	40,55%
4. Ջուր ծծելու ունակութ. (ըստ կշռի)	13,88%	8,39
5. Հիդրոսկոպիկ խոնավություն	1,20%	—
6. Սառնակայունություն	18	6
7. Կարծրություն (ըստ Մոոսի սանդղ.)	3—4	3—4
8. Ժամ. ճնշմ. ընդդիմ. kg/cm² ոդալոր	761,2 (միջինը)	—

5. Շահեցարար գ. կարմիր «տուֆոլավաճ» վորպես ներկ։ *Մուգ կարմիր «տուֆոլավաների» տեսակները բնության մեջ չենթարկվելով քայքայման՝ վերածվում են ներկի։ Նրանք ունեն ամորֆ կազմություն, պարունակում են նկատելի քանակությամբ հեմատիտ-քայքայված վիճակում (շլիֆ № 1 և 2)։ Մտորև բերված քիմիական անալիզից պարզ յերևում է, վոր հիմնականում այդ տեսակները բաղկացած են յերկաթ-սիլիկատից։*

Քիմիական անալիզ*)

SiO_2—*51,52%*, Al_2O_3—*1,87%*, Fe_2O_3—*40,13%*, CaO—*0,75%*, MgO—հետքեր. K_2O, Na_2O, MgO *և խոնավություն—4,74%*։

Լաբորատորիայում կատարված մեր փորձերից պարզվել է, վոր մուգ-կարմիր «տուֆոլավայից» ստացված ներկն իր հատկություններով և վորակով ավելի բարձր է, քան նույն նպատակի համար գործադրվող մյուս ներկերը։

Համեմատության համար բերենք մի քանի պատրաստի ներկերի բաղադրությունը։

Ոխրա	*ներկի փոշու քան.*		*50—60%*	*Ալիֆի քան.*			*40—50%*
Մումիա	»	»	*74—78%*	»	»		*32—36%*
«Տուֆոլավա»	»	»	*40—50%*	»	»		*50—60%*

Մի քառակուսի մ. մակերես ծածկելու համար ծախսվում է

Ոխրայի ներկի փոշի՝ 60—75 գր

«Տուֆոլավա»-յի ներկի փոշի՝ 40—60 գր։

Բերված թվերն այն են ասում, վոր «տուֆոլավայի» ներկի ծած-

---

*) *Քիմիական անալիզը կատարել է Պոլիտեխ. ինստ-ի անալիտիկ քիմիայի դասախոս Բ. Բուդաղյանը։*

կող հատկությունն ավելի բարձր է և տալիս է ներկի խնայողություն 25—30%-ի չափով։

Բարձր ջերմաստիճանի (500°), թթուների, հիմքերի և ծծմաջրածնի ազդեցությունից չի գունաթափվում։

Լույսի և արևի ազդեցությունից նույնպես չի գունաթափվում։ Մումիայի և «տուփոլավայից» պատրաստած ներկով պատած իրերը յերկու և կես ամիս անընդհատ յենթարկվել են փորձի, վորից պարզվել է, վոր մումիայի ներկով պատած իրերը գունաթափվել են (մուգ կարմրից-սև), իսկ «տուփոլավայինը»՝ փոփոխության չեն յենթարկվել։

Իրենց ներկելու հատկությամբ կարմիր քարերի տարբեր շերտերը (ըստ խորության և գույների) տալիս են տարբեր արդյունքներ։

Մակերեսին մոտ գտնված մասասա—մուգ-կարմիր գույնի կոշտ տեսակները տալիս են բարձր վորակի ներկ։ Ներքևի՝ վառ-կարմիր և բաց կարմիր տեսակները, վորոնք մասնակի կամ բոլորովին չեն յենթարկվել հողմահարման, տալիս են համեմատաբար ավելի ցածր վորակի ներկեր։ Սակայն փորձերի արդյունքները ցույց են տվել, վոր քայքայման միջոցով (արհեստական և բնական) բաց-կարմիր տեսակի քարերից նույնպես կարելի յե լավ ներկ ստանալ։

Հաշվի առնելով այն, վոր արհեստական քայքայումը բարձրացնում է ներկի ինքնարժեքը, նպատակահարմար է բնական հողմահարումը։ Դրա համար հիշված տեսակի քարերը պետք է մանրացնել (բունցքի մեծությամբ) և թողնել տեղում մթնոլորտային ազենտների ազդեցության տակ, մինչև նրանց լրիվ քայքայումը։

Ստացված ներկը կարող է գործադրություն գտնել փայտեր, մետաղներ ներկելու համար, վորպես ջրանների և այլն։ Թերևս հնարավոր լինի օգտագործել կարմիր գույնի մատիտներ պատրաստելու համար։

Մշակման տեխնոլոգիան պարզ է և կապված չի մեծ ծախսերի հետ։ Հողմահարման յենթարկված տեսակները պետք է միայն մանրացնել և մաղել 1600 անցք (cm² վրա) ունեցող մաղով։

Ըստ արտաքին-մակերեսային դիտողության բոլոր տեսակի կարմիր քարերի պաշարը հասնում է մոտ 18 հազար խորանարդ մետրի։ Մանրամասն հետախուզությունը, հավանական է, կպարզի, վոր հիշված պաշարը մինիմումն է։

„ՏՈՒՖՈԳԵՆՆԵՐ“ ԵՎ „ՏՈՒՖՈԼԱՎԱՆԵՐ“ — „ТУФОГЕННЫЕ ПОРОДЫ“ и „ТУФОЛАВЫ“

Աղյուսակ 3

Պարարի տեսակը Наименование породы	Վայրը Месторождение породы	Տեսակ. կշիռ չոր դրության Удельн. вес в сух. сост.	Ծավալ. կշիռ չոր դրության Объемный вес в сух. сост.	Ծակոտկենություն % Пористость	Ջուր ծծելու ունակություն ըստ կշռի Водопоглощ. по весу	Հիդրոսկոպիկ խոնավ. Гиброскоп. влаж.	Սառնակայունություն Морозоустойчивость	Կարծրություն ըստ Մոսի սանդղակի Твердость по шкале Мооса	Ժամանակ. ճնշման ընդդիմ. kg/cm² Времен. сопротивл. сжатия kg/cm² Ոդաչոր դրության В воз. сух. сост.			Ջրով հագեց. վիճ. В нас. вод. сост.		
									Միջին Среднее	Մաքսիմում Максимум	Մինիմում Минимум	Միջին Среднее	Մաքսիմում Максимум	Մինիմում Минимум
«Տուֆոգեն» դեղին желт.	Մ. Քյոբիլու գյուղ	2,61	1,83	28,88%	16,21%	1,44%	7	1—2	362,8	335	393,7	318,3	285,7	351
«Туфоген» կանաչ зеленый	Բ. Կորպլու	2,31	1,90	17,75%	10,53%	3,72%	7	1—2	544,8	512	607,1	425,1	391,8	449
» » зеленный » » կանաչ	Մ. Պարնի գյուղ Сел. Б. Парни	2,40	2,33	3,00%	1,27%	—	25	4,5—5,5	901,5	863	940	—	—	—
» » » » » »	Վորդնավ գյուղ Сел. Вортнав	2,65	2,54	4,15%	1,40%	0,39%	25	6—7	1027	1009	1054	952,6	926,2	997,4
» » » » » »	Չիբուխլի (Սևան) Чибухли (Севан)	2,65	2,02	23,77%	6,82%	1,28%	16	3—4	—	—	—	—	—	—
«Туфолава» կարմիր красный	Շահնազար գյուղ	3,06	1,82	40,55%	8,34%	—	6	3—4	—	—	—	—	—	—
«Տուֆոլավա» սպիտակ белый	Сел. Шахназар	2,51	1,84	26,7%	13,88%	1,20%	18	3—4	761,2	711,7	842	—	—	—

РЕЗЮМЕ

С целью выявления технических свойств применяемых в строительстве ССР Армении природных материалов местного происхождения, Лабораторией строительных материалов Эриванского Политехнического Института было предпринято систематическое изучение этих материалов.

В первую очередь изучены строительные камни Эриванского района: туфы и базальты, а также цветные камни некоторых районов Армении, кои в последнее время привлекают внимание наших строителей, для архитектурных целей.

Нами определены следующие свойства изучаемых каменных материалов: удельный вес, об'емный вес, пористость, водопоглощаемость, сопротивление сжатию, изнашиваемость, морозостойкость, теплопроводность и способность принятия полировки причем определение теплепроводности имеет ориентировочный характер и установлено по кривой проф. Некрасова, исходя из об'емных весов этих материалов.

Результаты работ в цыфровых выражениях приведены в трех сводных таблицах.

В I таблице приведены данные, касающиеся туфов Эриванского района, во II таблице—Эриванских базальтов, в III таблице—указанных выше цветных камней.

ՅԱՆԿ

ԻՆԺ. Դ. ՀԱԿՈԲՋԱՆՅԱՆ
Ոդի և ջրային շոգու խառնուրդով բանող շարժիչներ 3
ՊՐՈՖ. ԱԼ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ
Անընդհատ միջավայրում ներքին լարումների բաշխումը 15
ԻՆԺ. Հ. ԽԱԼԻՓԱՊՅԱՆ
Ցեմենտի կծկումը ջերմաստիճանի և խոնավության ներքո . . . 25
ИНЖ. Р. С. АКОПЯН
Упругие свойства пемзового бетона 45
Ռ. ԱՎԱԳՅԱՆ
Սարդարապատի Հայաստանի բնական քարերի մի քանի տեսակները և նրանց հատկությունները 55

ԳԱԱ Հիմնարար Գիտ. Գրադ.
FL0009612

466

Ա II/17122

ԳԻՆԸ 2 Ռ. 50 Կ.

17122