

ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ



ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտի

տնօրեն՝ ֆ.-մ.գ.թ.

Լիլիթ Էսոնի Դաշտոյան

<<12>> դեկտեմբեր 2025թ.

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Սուրեն Աշոտի Մալումյանի «Ածխածնային նանոխողովակներով շաղախի և բետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների հետազոտում» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ, որը ներկայացված է ԵՊ23Պ01- «Շինարարական կոնստրուկցիաներ, շենքեր, կառույցներ, շինարարական նյութեր և շինարարական մեխանիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման:

Թեմայի արդիականությունը: Ցեմենտի՝ որպես կապակցանյութի հիման վրա ստացվող կոմպոզիտները (շաղախներ, բետոններ և այլն), այդ թվում և ամրանավորված տարբեր ծագման կոմպոնենտներով, հանդիսանում են ներկայիս և տեսանելի ապագայի հիմնական և կարևորագույն շինարարական նյութերը:

Տարբեր բնույթի հավելանյութերի և տարրերի կիրառմամբ լավարկված հատկություններով օժտված ցեմենտային հիմքով կոմպոզիտներից պատրաստված ժամանակակից շենք-շինություններին ներկայացվող գործառնական պահանջների բավարարմանը հասնելուն էապես կարող է նպաստել նաև փորձնականորեն հաստատված այնպիսի տվյալների բազայի ստեղծմամբ, որոնք կարող են հնարավորություն ընձեռել ստույգ պատկերացում կազմելու կոմպոզիտների՝ այս կամ այն գործոնով պայմանավորված ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների փոփոխման առանձնահատկությունների վերաբերյալ, այդ թվում և նկատվող շինությունների շահագործման ընթացքում:

Վերջերս իրականացրած տեսական և փորձնական հետազոտությունների միջոցով հիմնավորվում է, որ ցեմենտի հիմքով շինարարական կոմպոզիտների ֆիզիկամեխանիկական,

շահագործելի հատկությունների էական բարելավմանը կարելի է հասնել և նրանց բաղադրությունում տարբեր տեսակի, այդ թվում և ածխածնային հիմքով նանոմասնիկների (միաշերտ և բազմաշերտ գրաֆեններ, նանոխողովակներ և այլն) կիրառմամբ: Հիշատակվածը նոր ուղղություն է ժամանակակից շինարարական նյութագիտության բնագավառում և այդ ուղղությամբ իրականացվող և տեսական, և փորձնական հետազոտությունները խիստ հեռանկարային են:

Պաշտպանության ներկայացվող ատենախոսությունը, հիմնականում, նվիրված է ցեմենտի հիմքով շաղախների և բետոնների ֆիզիկամեխանիկական և էլեկտրական հատկությունների փոփոխման օրինաչափությունների հետազոտմանը՝ կախված նրանց բաղադրակազմում ներառված բազմաշերտ ածխածնային նանոխողովակների տեսակից, կոմպոզիտներում դրանց կոնցենտրացիայից (հաշված կիրառվող ցեմենտի զանգվածից), խողովակների երկարություն/տրամագիծ հարաբերակցության մեծությունից, փորձարկման պահին հետազոտվող օբյեկտների ունեցած հասակից և այլն: Թվարկված հիմնահարցերի լուծմամբ է նաև պայմանավորված ժամանակակից շինարարական նյութագիտության հայտնի բնագավառի հետագա զարգացումը:

Ներքո կատարվում է համառոտ անրադարձ Ս. Մալումյանի կողմից իրականացրած հետազոտությունների արդյունքներին՝ նշելով, մեր կարծիքով, դրանցից առավել կարևոր գիտական և պրակտիկ նշանակություն ունեցողները:

Գրագետ և դուրընթեռնելի հայերենով շարադրված ատենախոսությունը, ներառելով 35 նկար և 15 աղյուսակ, զբաղեցնում է համակարգչային տպագիր 104 էջ ծավալ, բաղկացած է ներածությունից, 3 գլխից, ընդհանուր եզրակացություններից և 146 անուն ցիտված գրականության ցանկից:

Ներածությունում բերվում է իրականացրած հետազոտությունների ոլորտին սերտորեն առնչվող հայտնի տեսական և փորձնական հետազոտությունների արդյունքների համեմատական վերլուծությունը, որի հիման վրա ձևակերպված է ատենախոսության նպատակը: Նկարագրվում են տարբեր տեսակի ածխածնային նանոմասնիկների սինթեզման եղանակները և նշվում դրանց կիրառման նպատակահարմարությունը ցեմենտի՝ որպես կապակցանյութի հիման վրա մշակվող կոմպոզիտային համակարգերում:

Ատենախոսության առաջին գլխում, հիմնականում, ներկայացված են տարբեր արտաքին տրամագծով ու երկարությամբ և տարբեր կոնցենտրացիայով (հաշված ցեմենտի զանգվածից)

Չինական արտադրության TNMO, TNM1 և TMN5 տեսակի բազմաշերտ ածխածնային նանո խողովակներ (ԲԱՆԽ) պարունակող ցեմենտավազային շաղախների ֆիզիկական (միջին խտություն) և մեխանիկական (ամրություն ծռման և սեղմման դեպքերում) հատկությունների ուսումնասիրման արդյունքները: Հաշվի է առնվել նյութի՝ փորձարկումների պահին ունեցած հասակը (7 օր և 28 օր):

Բերվում են նաև փորձնականորեն հաստատված տվյալներ նշված շաղախների տեսակարար էլեկտրական և պիեզո-դիմադրությունների վերաբերյալ: Ղրանք, հայտնի մեթոդների կիրառմամբ, որոշվել են հետազոտվող օբյեկտների ($4 \times 4 \times 16$ սմ չափերով շաղախե պրիզմաներ) 1, 7, 14 և 28 օրական հասակներում՝ կաղապարման փուլում նրանցում տեղադրված 4-ական պղնձե ցանցերի օգնությամբ:

Այստեղ կարելի է նշել փորձնականորեն հաստատված այն կարևոր օրինաչափությունները, որոնք վերաբերում են շաղախների մեխանիկական և ֆիզիկական հատկությունների փոփոխմանը՝ կախված նրանցում կիրառված, վերը հիշատակած տեսակի ԲԱՆԽ-ների երկարություն/տրամագիծ հարաբերակցությունից, դրանց կոնցենտրացիայից և փորձարկումների պահին շաղախների ունեցած հասակից:

Աշխատանքի II գլուխը, հիմնականում, նվիրված է մոտ 80 ՄՊա ամրությամբ ցեմենտային ծանր բետոնի գործող ստանդարտներով որոշված ֆիզիկական (միջին խտություն, բետոնաշաղախի շարժունակություն) և մեխանիկական (բետոնի խորանարդային ամրություն՝ որոշված 7 և 28 օրական հասակներում) հատկությունների փոփոխման օրինաչափությունների հետազոտմանը՝ կախված բաղադրակազմում օգտագործված ԲԱՆԽ-ների տեսակից և բետոնի կազմում դրանց ունեցած կոնցենտրացիայից (0, 0,05, 0,1, 0,15, 0,2%):

Օգտագործվել են Չինական արտադրության TNM2, TNM3 և TNM7 տեսակի ԲԱՆԽ-ներ, որոնք իրարից տարբերվում են ինչպես երկարության և տրամագծի չափերով, այնպես էլ այդ բնութագրիչների հարաբերակցության մեծությամբ:

Ստացված արդյունքներից կարելի է նշել հետևյալ կարևորները.

- ցույց է տված, որ 0,15% կոնցենտրացիայով TNM2 տեսակի ԲԱՆԽ-ներ պարունակող բետոնախառնուրդի շարժունակությունը մոտ 23%-ով պակաս է, քան առանց դրա պատրաստված բետոնախառնուրդինը, և տրված է բացատրություն ուղղակի չափումներով հաստատված այդ երևույթի ի հայտ գալուն,

- կիրառված նանոխողովակների երկարություն/տրամագիծ հարաբերակցության մեծ արժեքների դեպքում բետոնի սեղմման ամրությունն աճում է բետոնի բաղադրությունում դրանց կոնցենտրացիայի աճին զուգահեռ, իսկ փոքր հարաբերակցության դեպքերում՝ նկատվում է բետոնի սեղմման ամրության նվազում հիշյալ կոնցենտրացիայի 0,05% արժեքը գերազանցելիս,
- հաստատված, որ բետոններում օգտագործած ԲԱՆԽ-ները գործնականում մնում են իներտ՝ փոխազդեցության մեջ չեն մտնում օգտագործած ցեմենտի բաղադրատարրերի հետ, այսինքն՝ նրանք միայն ֆիզիկապես են ներառվում բետոնի ցեմենտային մատրիցայում:

Հարկ է նշել, որ թվարկված վերջին՝ գիտական և պրակտիկ նշանակություն ունեցող կարևոր եզրակացությունը լրացուցիչ ճշգրտման կարիք ունի և պահանջում է այդ ուղղությամբ իրականացնել նպատակաուղղված հետազոտություններ:

Ատենախոսության III գլխում բերված են սեղմման ենթարկվող B25 դասի բետոնե $1550 \times 1550 \times 1550$ նմ չափերով խորանարդների լարվածային վիճակի վրա նրանցում ներառված ԲԱՆԽ-ների ունեցած ազդեցության թվային մեթոդներով իրականացրած հետազոտությունների արդյունքները:

Հաշվի են առնվել հետազոտվող օբյեկտներում ԲԱՆԽ-ների կոնցենտրացիան և դրանց չափերը:

Նման խնդիրներ ուսումնասիրելիս, սովորաբար, կիրառվում է վերջավոր տարրերի մեթոդը (ՎՏՄ), որն հնարավորություն է ընձեռում վերլուծել նաև ցեմենտային մատրիցի դեֆորմացվելուն (առաձգականություն և սահքի մոդուլներ) և սեղմման, ձգման, ծոման դեպքերում քայքայվելուն դիմադրելու հատկությունները: Ընդորում ընդունվում է, որ հետազոտվող օբյեկտներն անընդհատ են, և, որ տվյալ դեպքում նյութը կարող է բնութագրվել որպես զանգվածի, կոշտությամբ և այլ պարամետրական հատկությունների անընդհատ բաշխմամբ հոծ կառուցվածք:

Իրականացրած հետազոտություններում ատենախոսության հեղինակը ուսումնասիրվող կառուցվածքի անընդհատ մոդելավորման նպատակով կիրառել է ՎՏՄ-ն "ANSYS" թվային հաշվարկային միջավայրում՝ հիմնվելով նյութի միջին կառուցվածքային հատկանիշները նաև և միկրո մասշտաբներում նկարագրող այսպես կոչված ներկայացուցչական ծավալային տարրի (ՆԾՏ) վրա:

Այստեղ որպես կարևոր արդյունք կարելի է նշել, որ սեղմող ուժի առկայության պայմաններում ուսումնասիրվող օբյեկտների ընդլայնական հատույթի միջին տեղամասում լարումներն առավելապես փոքրանում են համեմատաբար փոքր արտաքին տրամագծով (10 նմ) նանոխողովակների կիրառման դեպքում, իսկ օբյեկտի անկյունային տեղամասերում այդպիսի երևույթ նկատվում է միջին չափի արտաքին տրամագծով (20 նմ) նանոխողովակների կիրառման դեպքում, և, որ նանոխողովակների կոնցենտրացիայի աճին գուրընթաց բետոնի առաձգականության մոդուլը երեք գլխավոր ուղղություններով աճում է:

Ատենախոսությունում ներկայացրած արդյունքների հավաստիությունը հիմնավորվում է նրանով, որ դրանք ստացվել են որակապես նոր ցեմենտային շաղախների և բետոնների պատրաստման ժամանակակից տեխնոլոգիաների կիրառմամբ ստացված փորձանմուշների ստանդարտներին համապատասխանող փորձարկումների իրականացմամբ՝ օգտագործելով արդի սարք-սարքավորումներ, հաշվի առնելով շինարարական նյութագիտության համապատասխան ոլորտներին սերտորեն առնչվող և տեսական, և փորձարարական հետազոտությունների ժամանակակից ձեռքբերումները:

Ատենախոսությունում ներկայացրած հիմնական արդյունքներն իրենց արտացոլումն են գտել հեղինակի հրապարակված 4 գիտական հոդվածներում, որոնցից 1-ը տեղ է գտել Scopus և Web of Science գիտատեղեկատվական շտեմարանում:

Ատենախոսության 22 էջի վրա շարադրած սեղմագրի հիման վրա կարելի է ամբողջական պատկերացում կազմել նրա հեղինակի կողմից իրականացրած բազմաբնույթ հետազոտությունների ծավալի, պաշտպանության ներկայացրած հիմնական արդյունքների գիտական և պրակտիկ նշանակության կարևորության վերաբերյալ: Վերջիններիս մասին նշվեց վերը ըստ ատենախոսության գլուխների:

Ատենախոսության վերաբերյալ կան հետևյալ դիտողություն-ցանկությունները:

- Հեղինակն իրավացիորեն նշում է, որ նանոմասնիկների համասեռ ցրումը շաղախների և բետոնների ցեմենտային մատրիցում պետք է վերահսկել, քանի որ դրանց ոչ համասեռ ցրումը կարող է հանգեցնել ազլումեքացիայի և, հետևաբար, կոմպոզիտներում նանոմասնիկների կիրառման արդյունավետության ոչ ստույգ գնահատման (էջ 48):

Հիշեցման կարգով նշենք, որ նման խնդիրների լուծումը, սովորաբար, իրականացվում է համապատասխան նմուշներից պատրաստված այսպես կոչված շլիֆների՝ մանրադիտակի օգտագործմամբ կատարված ուսումնասիրություններով:

- Նպատակահարմար էր իրականացնել հետազոտվող օբյեկտների պատրաստման համար օգտագործվող ցեմենտի մասնիկների մաղային տարալուծմամբ հետազոտություններ:

Այդպիսի տվյալների համեմատական վերլուծությունը հնարավորություն կընձեռի ավելի հստակեցնել ցեմենտային շաղախների և բետոնների՝ այս կամ այն գործոնով պայմանավորված մեխանիկական հատկությունների փոփոխման մեջ նրանցում ներառված նանոմասնիկների դերը:

- Ատենախոսական աշխատանքում ներկայացված հետազոտությունները և ստացված արդյունքներն անմիջականորեն բնորոշող որոշ տվյալներ (աշխատանքի հիմնական նպատակը և դրան հասնելուն ուղղված լուծված խնդիրները, ստացված արդյունքների գիտական նորույթը և գործնական նշանակությունը և այլն), բացի սեղմագրից, նպատակահարմար կլինեի բերվելին նաև ատենախոսության առաջաբանում, քանի որ այդպիսի մոտեցման դեպքում ավելի ցայտուն կընդգծվեր դրանց հիմնավորվածությունը:

Նշենք, որ գրախոսվող ատենախոսության վերաբերյալ վերը նշված դիտողություն-ցանկությունները չեն կարող էապես ազդել նրա վերաբերյալ ձևավորված բարձր գնահատականի վրա:

Եզրակացություն: Հիմնվելով վերը շարադրածի վրա կարելի է հանգել հետևյալին.

Ս.Ա. Մալումյանի «Ածխածնային նանոխողովակներով շաղախի և բետոնի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների հետազոտում» թեմայով ատենախոսությունը ավարտուն աշխատանք է, պարունակում է գիտական և պրակտիկ նշանակության կարևոր նորույթներ և լիովին բավարարում է ՀՀ-ում գործող գիտական աստիճանաշնորհման կարգի 6-րդ և 7-րդ կետերով թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին:

Ս.Ա. Մալումյանը միանգամայն արժանի է Ե.23.01-«Շինարարական կոնստրուկցիաներ, շենքեր, կառույցներ, շինարարական նյութեր և շինարարական մեխանիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

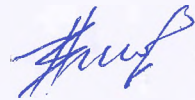
Գտնում ենք, որ այնպիսի հետազոտություններ, որոնք որ սերտորեն կարող են առնչվել գրախոսվող ատենախոսության թեմատիկայ հետ, խիստ նպատակահարմար է զարգացնել Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանի համապատասխան բազային լաբորատորիաներում:

Կարծիքը ձևավորվել է ա.թ. դեկտեմբերի 10-ին կայացած ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի
ինստիտուտի Փորձարարական հետազոտությունների լաբորատորիայի ընդլայնված նիստում:
Նիստին մասնակցել են տ.գ.դ. Կ.Ա. Կարապետյանը, երկրաբան. գ.դ., պրոֆ. Ս.Հ. Հայրոյանը,
ֆ.մ.գ.դ., պրոֆ. Վ.Ն. Հակոբյանը, ֆ.մ.գ.դ. Ա.Վ. Սահակյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Կ.Ս. Սարգսյանը,
տ.գ.թ., դոցենտ Ա. Բաղդասարյանը, տ.գ.թ. Մ.Ս. Թորոսյանը, ճարտարագետներ Ն.Ս.
Մուրադյանը, Ն.Ռ. Զեյնալյանը, Ն.Լ. Մեծատունյանը:

ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտի

Փորձարարական հետազոտությունների

Լաբորատորիայի վարիչ՝



Կ.Ա. Կարապետյան

Կ.Ա. Կարապետյանի ստորագրությունը հաստատում եմ

Մեխանիկայի ինստիտուտի գիտքարտուղար ֆ.մ.գ.թ.



Վ. Գ. Զաքարյան