

Մ. Մ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ՍՈՂՔԻ ՏՆՍՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ

Հոգւածում տրվում է 1947—1965 թվականներին Հայաստանում սոցիալական տնտեսության զարգացման համառոտ շարադրանքը:

Ժամանակակից մեխանիկայի հիմնական խնդիրներից մեկը հանդիսանում է, այսպես կոչված, «իդեալական» մարմինների հատկությունների ընդլայնումն ու հարստացումը, նոր ֆիզիկական հիպոթեզների ներմուծման միջոցով: Հուլի օրենքը այն մասին, որ առաձգական մարմնի մեջ դեֆորմացիաները և լարումները ուղիղ «ամենատանի» են միմյանց, հաստատումն մաթեմատիկական հիմքի վրա դրեց իդեալական առաձգական մարմնի հասկացությունը և դրանով իսկ հնարավոր դարձրեց ստեղծելու ձևափոխվող միջավայրի մեխանիկայի այն ճյուղը, որը ներկայումս անվանում են առաձգականության տնտեսություն:

Սակայն, ինչպես հայտնի է, Հուլի օրենքին ենթակա առաձգական մարմիններն ունեն այն հատկությունը, որ նրանց վրա հետք չի մնում նախկին բեռնավորումներից: Այդպիսի մարմիններում դեֆորմացիաները կախված են միայն տվյալ մոմենտում մարմնի վրա ազդող ուժերից և կախված չեն այն բեռնավորումներից, որոնք անցյալում նրա վրա կիրառվել են: Փորձառական տեղյակներով հաստատված է, որ շատ նյութեր որոշ մեծություն ունեցող ուժերի կարճատև ազդեցության տակ ենթարկվում են Հուլի օրենքին:

Եթե այդ նյութերը գտնվում են երկարատև բեռնավորման տակ, որը սովորաբար լինում է կյանքում, ապա Հուլի օրենքը նրանց համար տեղի չունի: Երկարատև բեռնավորման դեպքում

այդպիսի նյութերը ընդունակ են ժամանակի ընթացքում դեֆորմացիայի ենթարկվելու՝ նրանց վրա ազդող արտաքին անփոփոխ ուժերի ազդեցության տակ: Դրա համար էլ ասում են, որ նյութը հոսում է բեռի տակ, կամ ունի սողքի հատկություն:

Այսպիսով, այն լարումները, որոնք տվյալ մարմնի վրա կարճատև ազդման դեպքում առաջացնում են միայն հակադարձելի առաձգական դեֆորմացիաներ, երկարատև ներգործության դեպքում առաջացնում են ժամանակի ընթացքում աճող անհակադարձելի դեֆորմացիաներ, որոնք կոչվում են սողքի դեֆորմացիաներ, իսկ ինքը երևույթը՝ սողքի երևույթ:

Սողքի տեսության հիմնական խնդիրը կարելի է ձևակերպել այսպես՝ տված է կամայական մարմին, որի նյութն ունի սողքի հատկություն, հայտնի են նրա վրա ազդող արտաքին ուժերը, կամ նրա մակերևույթի կետերի տեղափոխությունները: Պետք է գտնել մարմնի մեջ լարումների և դեֆորմացիաների փոփոխումը, կախված կոորդինատներից և ժամանակից: Հարցի այսպիսի դրվածքը անխուսափելիորեն պահանջում է, որպեսզի տվյալ մարմնի նյութի համար փորձերից հայտնի լինեն սողքը բնորոշող որոշակի պարամետրեր և ֆունկցիաներ: Ահա հենց սողքի տեսությունն է, որ ցույց է տալիս, թե ինչպիսի ֆիզիկա-մեխանիկական պարամետրեր ու ֆունկցիաներ են անհրաժեշտ սողքի խնդիրները մաթեմատիկական ֆիզիկայի մեթոդներով լուծելու համար:

Նյութերի սողքի հատկությունը էապես ազդում է բեռնավորման տակ գտնվող կառուցվածքների և մեքենաների մասերի ամրության ու կայունության վրա: Ժամանակակից տեխնիկայում՝ նավաշինության, ինքնաթիռաշինության, հրթիռաշինության, տուրբինաշինության և քաղաքացիական ու հիդրոտեխնիկական շինարարության գործում լայն կերպով կիրառվում են սողքի հատկություն ունեցող նյութերը (մետաղներ, բետոն, պլաստմասսա, բնափայտ և այլն): Դրա համար էլ արդի տեխնիկայում առաջնակարգ նշանակություն ունի կառուցվածքների և մեքենաների մասերի հաշվառքը, սողքի հաշվառմամբ:

Սողքի տեսության առաջին աշխատանքները կապված են Մաքսվելի, Բոլլցմանի, Վոլտերի անունների հետ: Նրանք են տվել սողքի տեսության հիմունքները: Սողքի տեսությունը, հատկապես, բուռն կերպով զարգանում է վերջին երկու տասնամյակում: Այդ ժամանակամիջոցում Սովետական Միության մեջ և արտասահմանում կատարվել են զգալի քանակությամբ հետազոտություններ:

նվիրված ինչպես նյութերի սողքի հատկությունների փորձառական ուսումնասիրությանը, նույնպես և կառուցվածքների ժամանակից կախված լարվածային և դեֆորմացիոն վիճակի որոշման տեսական մեթոդներին:

Հայաստանում սողքի տեսությանը առաջին անգամ սկսում է զբաղվել Ն. Խ. Հարությունյանը: 1945 թ., սովետական բանակից զորացրվելուց հետո, նա աշխատանքի է անցնում Հայաստանի գիտությունների ակադեմիայի մաթեմատիկայի և մեխանիկայի սեկտորում: 1947 թ. լույս է տեսնում նրա առաջին աշխատանքը՝ նվիրված բետոնյա կառուցվածքներում լարումների և դեֆորմացիաների որոշմանը, երբ հաշվի են առնվում նյութի սողքը և կրժկումը: Սողքի տեսական հետազոտությունների հիման վրա, 1949 թվականից ՀՍՍՀ ԳԱ շինանյութերի և կառուցվածքների ինստիտուտում սկսվում են բետոնի սողքի փորձառական ուսումնասիրությունները: Սողքի տեսության հարցերով սկսում են զբաղվել նաև նրանի պետական համալսարանի և պոլիտեխնիկական ինստիտուտի մի շարք դասախոսներ: 1955 թվականին ՀՍՍՀ ԳԱ մաթեմատիկայի և մեխանիկայի սեկտորի բազայի վրա կազմակերպվում է մաթեմատիկայի և մեխանիկայի ինստիտուտը, որտեղ ստեղծվում է սողքի և ամրության լաբորատորիա: Այդ լաբորատորիայի վարիչ է նշանակվում ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Ն. Խ. Հարությունյանը:

Այժմ լաբորատորիան հագեցված է ժամանակակից տեխնիկայով և սողքի ուսումնասիրության ասպարեզում համարվում է Սովետական Միության առաջնակարգ լաբորատորիաներից մեկը: Այստեղ կատարվում են բետոնի, բնահողի և ապակեպլաստիկների սողքի հատկությունների բազմակողմանի ուսումնասիրություններ: Ներկայումս Հայաստանում սողքի թե տեսական և թե փորձառական հետազոտությունները հիմնականում կատարվում են Հայկական ՍՍՀ ԳԱ մաթեմատիկայի և մեխանիկայի ինստիտուտում:

Հայաստանում սողքի տեսության զարգացման ասպարեզում մեծ աւանդ են ներդրել Հայկական ՍՍՀ գիտությունների ակադեմիայի ակադեմիկոս, պրոֆեսոր Ն. Խ. Հարությունյանը, նրա աշակերտները և հետևորդները՝ Բ. Լ. Աբրահամյանը, Թ. Տ. Առաքելյանը, Գ. Ս. Գրիգորյանը, Մ. Ա. Զադոյանը, Վ. Մ. Իվանյանը, Կ. Ս. Կարապետյանը, Ռ. Մ. Կիրակոսյանը, Ռ. Ա. Կոտիկյանը, Մ. Մ. Մանուկյանը, Ս. Ռ. Մեսչյանը, Վ. Ս. Սարգսյանը, Ա. Մ. Սիմոնյանը, Ա. Ս. Սողոյանը, Կ. Ս. Զոբանյանը և ուրիշներ: Հայաս-

տանի մեխանիկների հետազոտությունները ընդհանուր ճանաչում են գտել ոչ միայն մեզ մոտ՝ Սովետական Միությունում այլև արտասահմանում:

Այդ հետազոտություններում մշակված է սողքի նոր տեսություն: Այնտեղ դիտարկվում են սողքի տեսության ընդհանուր հավասարումները, որոնցում հաշվի են առնվում նյութի հիմնական հատկությունները, այն է՝ ժառանգականությունը և ծերացումը¹: Այս տեսությունը տեխնիկական գրականության մեջ ստացել է առաձգա-սողքային մարմնի տեսություն անունը կամ հաճախ այն անվանում են Մասլով-Հարությունյանի սողքի տեսություն: Այս տեսության հիմնական դրույթները շարադրված են Ն. Խ. Հարությունյանի 1947—1949 թվականներին կատարած աշխատանքներում, որոնք հետագայում ընդհանրացվել են նրա «Սողքի տեսության մի քանի հարցերը» հայտնի մենագրության մեջ, որը լույս է տեսել 1952 թվականին, Մոսկվայում:

Մենագրության մեջ ցույց է տրվում, որ Բոլցցման-Վոլտերի առաձգական ժառանգականության տեսությունը, ինչպես նաև Մաքսվել-Թոմսոնի ընդհանրացրած հավասարումը, որոնցից օգտվում են շատ հետազոտողներ, չեն կարող ճիշտ նկարագրել մի շարք նյութերի, ինչպես օրինակ, բետոնի, պլաստմասսայի, բնահողի, փայտի լարվածային վիճակը տվյալ մոմենտներում: Նրանք չեն կարող հաշվի առնել մարմնի մեջ անցյալում տեղի ունեցած դեֆորմացիաների ազդեցությունը՝ տվյալ մոմենտում որոշվող դեֆորմացիաների վրա, այսինքն, այն դեֆորմացիաների, որոնք տեղի են ունեցել, սկսած մարմնի և նրա նյութի պատրաստման պրոցեսից մինչև տվյալ մոմենտը:

Ն. Խ. Հարությունյանը, մշակելով բազմաթիվ փորձնական հետազոտությունների տվյալներ, հանգեց այն եզրակացության, որ սողքի հավասարումները կազմելիս, բացի դեֆորմացիաների ժառանգականությունից, պետք է հաշվի առնել նաև մարմնի նյութի «ծերացման» պրոցեսը, այսինքն, նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում: Մաթեմատիկորեն այս հավասարումները, ի տարբերություն Բոլցցման

¹ «Ժառանգություն» և «ծերացում» տերմինները սողքի տեսության մեջ շատ լավ բնորոշում են սողքի երևույթի ֆիզիկական էությունը: Ժառանգականությունը բնորոշում է անցյալում նյութի վրա կիրառված բեռի ազդեցությունը, իսկ ծերացումը՝ ժամանակի ընթացքում նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների փոփոխությունը:

վոլտերի և Ռաբոտնովի հավասարումների, ինվարիանտ չեն ժամանակի հաշվման սկզբի նկատմամբ և բացի այդ, սողքի շափերը, որոնց միջոցով արտահայտվում են այս ինտեգրալ հավասարումների կորիզները, կախված են ոչ միայն իրենց արգումենտների տարբերությունից, այլ նաև նյութի հասակը բնորոշող արգումենտից: Այս հանգամանքը շափազանց կարևոր է, նա հնարավորություն է տալիս նկարագրելու մարմնի առաձգա-սողքային լարվածային վիճակը, միաժամանակ հաշվի առնելով նյութի թե ժառանգականությունը և թե ծերացումը: Այսպիսով, գոյություն ունեցող փորձնական արդյունքների հիման վրա, առաջին անգամ առաջադրվեց և տեսականորեն ձևակերպվեց նյութի ծերացման պրոբլեմը:

Ն. Խ. Հարությունյանի մենագրությունը թարգմանված և հրատարակված է Ֆրանսիայում, Անգլիայում և Չինական Ժողովրդական Հանրապետությունում: Մենագրության առանձին գլուխն էր թարգմանված ու հրատարակված են Գերմանիայում, Լեհաստանում և Ռումինիայում:

Չնայած Ն. Խ. Հարությունյանի մենագրությունը լույս է տեսել սրանից ավելի քան տասը տարի առաջ, սակայն մինչև օրս էլ չի կորցրել իր թարմությունն ու ակտուալությունը: Այս մասին են վկայում սողքի տեսության ժամանակակից բազմաթիվ հետազոտություններում նրա լայն օգտագործումը, ինչպես նաև այն, որ մենագրությունը վերջին անգամ թարգմանվել և հրատարակվել է 1966 թ., Անգլիայում:

Նյութերի սողքի նկարագրման համար գոյություն ունեն շատ տեսություններ, բայց, ինչպես նշում են սովետական և արտասահմանյան մի շարք գիտնականներ, Ն. Խ. Հարությունյանի տեսությունը՝ բնտոնի, պլաստմասսայի, բնափայտի և բնահողի համար, գոյություն ունեցող տեսություններից ամենակատարյալն է:

ՀՍՍՀ ԳԱ մաթեմատիկայի և մեխանիկայի ինստիտուտի սողքի և ամրության լաբորատորիայում, ինչպես և Սովետական Միության սողքի ուսումնասիրության բազմաթիվ այլ լաբորատորիաներում կատարված փորձառական հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ առաձգա-սողքային մարմնի տեսության արդյունքները բավականաչափ համընկնում են փորձառական տվյալների հետ: Բացի դրանից առաձգա-սողքային մարմնի տեսությունը կիրառվել է Սովետական Միության մի շարք հիդրոտեխնիկական կառույց-

ներում, բետոնի կառուցվածքները հաշվարկելիս, և արդյունքները դրական են եղել:

Առաձգա-սողքային մարմնի տեսության հարցերի ուսումնասիրությունը հանգեցնում է Վոլտերի երկրորդ սեռի գծային և ոչ գծային ինտեգրալ կամ ինտեգրո-դիֆերենցիալ հավասարումների հետազոտմանը:

Այդ հավասարումների ինտեգրման համար Հայաստանի գիտնականների կողմից մշակված են մեթոդներ, լուծված են գործնական բնույթի բազմաթիվ խնդիրներ, ընդ որում այդ լուծումները հասցված են մինչև հաշվային բանաձևերի և աղյուսակների:

Հայաստանում սողքի տեսության հետազոտությունները կատարվել են հիմնականում հետևյալ ուղղություններով՝

1. Ժառանգականության գծային տեսություն՝ նյութի ծերացման հաշվառմամբ.

2. Ժառանգականության ոչ գծային տեսություն՝ նյութի ծերացման հաշվառմամբ.

3. Սողքի տեսության կոնտակտային հարցեր.

4. Քաղանթների և սալերի տեսություն՝ նյութի սողքի հաշվառմամբ.

5. Սողքի տեսության փորձառական հետազոտություններ:

Հատուկ հետաքրքրություն են ներկայացնում Հայաստանի մեխանիկների աշխատանքները՝ սողքի տեսության կոնտակտային խնդիրների լուծման ասպարեզում: Այս ուղղությամբ առաջին անգամ ստացված է ոչ գծային սողքի կոնտակտային խնդիրների լուծումը:

ՍՈՂՔԻ ԳՄԱՅԻՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Վերջին տարիների ընթացքում Հայաստանում կատարվել են փորձառական և տեսական բազմաթիվ հետազոտություններ՝ նվիրված առաձգա-սողքային մարմնի գծային տեսությանը: Լուծվել են բազմաթիվ կոնկրետ խնդիրներ: Այստեղ կնշենք հայ գիտնականների կատարած աշխատանքներից միայն կարևորները:

1. Ուսումնասիրված են ուղղանկյուն և կլոր բետոնե բլոկների ջերմային լարումները, երբ հաշվի են առնվում նյութի սողքը և

² Սողքի տեսությունը կոչվում է գծային, եթե լարումների և սողքի դեֆորմացիաների միջև գոյություն ունի գծային կապ:

բլուկի հիմնահատակի հետ միացման հարթության վրա գործող կապակցող ուժերը:

2. Հետազոտված է առաձգական միջավայրում գտնվող բետոնե գլանային խողովակի սողքի խնդիրը՝ ոչ ստացիոնար ջերմային փոփոխությունների, բետոնի կծկման և ներքին ճնշման ազդեցության տակ: Այնուհետև դիտարկված են բետոնե բլուկների և սալերի ջերմային լարումների վերաբերյալ սողքի մի քանի խնդիրներ:

3. Գծային սողքի տեսության հիման վրա ուսումնասիրված են ծավող երկաթբետոնե հեծանի լարումները և դեֆորմացիան, երբ բետոնի սեղմված գոտին աշխատում է լրիվ, իսկ ձգման գոտին՝ մասնակիորեն: Խնդիրը լուծելու համար նախապես մշակված է հեծանի շեղոք առանցքը գտնելու մեթոդ:

4. Ուսումնասիրված են կողմնային մակերևույթներով իրար հետ զոդված բաղադրյալ ձողերի ոլորման և ծռման խնդիրները, երբ սահքի մոդուլը և սողքի չափը ձողի նյութերի համար տարբեր են: Այս հարցին նվիրված աշխատանքներում ընդհանրացված են շոշափող լարումների ցիրկուլացիայի բերդտի բանաձևը և ոլորման դեպքում ձողի կոշտության բանաձևը: Դիտարկված են մի շարք կոնկրետ խնդիրներ: Որոշված են ոլորման անկյան փոփոխությունը և շոշափող լարումների վերաբաշխումը, կախված ժամանակից:

5. Ստացված են բետոնի և պլաստմասսայի սողքի տեսության վարիացիոն հավասարումները: Այս հավասարումները օգտագործված են պրիզմայաձև բաղադրյալ ձողերի կաշկանդված ոլորման խնդրում, երբ նյութը ունի սողքի հատկություն:

6. Դիտարկված են անհամասեռ մարմինների սողքի մի քանի խնդիրներ, դրանցից՝ սալերի լարվածային վիճակի ուսումնասիրությունը բարձր ջերմաստիճանում, երբ առաձգականության մոդուլը և սողքի չափը կախված են ժամանակից:

ՍՈՂՔԻ ՈՉ ԳԾԱՅԻՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Մինչև վերջին ժամանակներս կառուցվածքների և մեքենաների մասերի ամրության ու կայունության խնդիրները դիտարկելիս մեծ մասամբ օգտագործվում էր սողքի գծային տեսությունը: Բայց փորձառական հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ բարձր լարումների դեպքում սողքի դեֆորմացիաների և լարումների միջև գոյություն ունեցող կապը ոչ գծային է: Այդ պատճառով սողքի խնդիրների լուծման ժամանակ անհրաժեշտություն դգացվեց

կիրառելու սողքի ոչ գծային տեսությունը: Սակայն պետք է նշել, որ սողքի ոչ գծային տեսությունը դեռևս, համեմատաբար, քիչ է զարգացած:

Նյութի ծերացման հաշվառմամբ ժառանգականության ոչ գծային տեսությունը առաջին անգամ առաջադրել է Ն. Խ. Հարությունյանը, որը շարադրված է նրա մենագրության մեջ: Այստեղ քննարկվում են ոչ գծային սողքի ընդհանուր հավասարումները, երբ հաշվի են առնվում նյութի ժառանգականությունը և ծերացումը:

Ոչ գծային սողքի տեսությունը, հատկապես, բևեռնի, փայտի, բնահողի համար ստացել է իր հետագա զարգացումը Հայաստանի մեխանիկների աշխատանքներում:

Ծերացման հաշվառումով ոչ գծային ժառանգականության տեսության խնդիրների լուծումը բերվում է Վոլտերի երկրորդ սեռի ոչ գծային ինտեգրալ կամ ինտեգրո-դիֆերենցիալ հավասարումների հետազոտմանը: Տրված է այս հավասարումների լուծման մեթոդը: Մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ նշված հավասարումների լուծումը բերվում է ռեկուրենտ գծային ինտեգրալ կամ ինտեգրո-դիֆերենցիալ հավասարումների սիստեմի լուծմանը: Այստեղ, որպես առաջին կարգի մոտավորություն, վերցվում է գծային սողքի համապատասխան խնդրի լուծումը: Սա զգալիորեն արագացնում է հաջորդական մոտավորությունների զուգամիտությունը և հնարավորություն է տալիս ստանալու ոչ գծային սողքի մի շարք կոնկրետ խնդիրների լուծումը: Տրված է այս լուծման մեթոդի հետազոտությունը՝ սողքի թե աստիճանային օրենքի և թե կամավոր ոչ գծային օրենքի դեպքում:

Ինտեգրալ հավասարումների լուծումը ներկայացված է աստիճանային շարքի տեսքով և ապացուցված է, որ այդ շարքը բացարձակ հավասարաչափ զուգամետ է քննարկվող ինտերվալում:

Հայաստանի մեխանիկների աշխատանքներում ուսումնասիրված են պրիզմայաձև ձողերի և փոփոխական տրամագիծ ունեցող լիսենների ոլորման խնդիրները, երբ հաշվի են առնվում նյութի ոչ գծային սողքը և ակնթարթային դեֆորմացիայի մոդուլի փոփոխականությունը: Տրված է բարակապատ պրիզմայաձև ձողի ոլորման խնդրի լուծումը, երբ ձողը կազմված է մեկ կամ մի քանի տարբեր նյութերից: Քննարկված է ուժեղացնող բարակ ծածկույթ ունեցող բաղադրյալ պրիզմայաձև ձողի ոլորման խնդիրը: Նման խնդիր դիտարկված է նաև փոփոխական տրամագիծ ունեցող լիսենների

համար: Հետազոտության մեջ տրված է բրեդտի շոշափող լարումների թեորեմի ընդհանրացումը:

Հայաստանի մեխանիկների աշխատանքներում տրված է նաև առանցքա-սիմետրիկ բեռի տակ գտնվող պլատման մարմնի ոլորման մի քանի խնդիրների ճշգրիտ լուծումը վերջավոր տեսքով, երբ դեֆորմացիաների արագությունների և լարումների միջև գոյություն ունի աստիճանային կապ:

Հետազոտված են ճառագայթման ենթարկված էլեմենտների ոչ գծային սողքի մի քանի խնդիրներ, որոնք են՝ երկկողմանի ճառագայթման ենթարկված հեծանի սողքը, զուտ ծռման ժամանակ, սիմետրիկ ճառագայթված գլանային խողովակի սողքը, ներքին ճնշման տակ և անհամասեռ կոնական ձողի սողքը, ոլորման դեպքում: Այդ խնդիրների լուծումը բերվում է խառը տիպի ինտեգրալ հավասարումների, որոնք պարունակում են Ֆրեդհոլմի և Վոլտերի կորիզներ: Այդ հավասարումների լուծումը տրվում է սովորական դոգման շարքերի կամ նեյմանի օպերատորային շարքի միջոցով:

Դիտարկված են նաև գլանային խողովակի և գնդային անոթի ջերմային խնդիրները, երբ նյութերն ունեն ոչ գծային սողքի հատկություն: Այս խնդիրների լուծման համար օգտագործվում են հաջորդական «ճշգրտումների» և փոքր պարամետրի մեթոդները:

ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԿՈՆՏԱԿՏԱՑԻՆ ԽԵՒԻՐՆԵՐԸ³

Սողքի տեսության կոնտակտային խնդիրներին նվիրված աշխատանքներ շատ քիչ կան, շնայած այդպիսի խնդիրներ հաճախ են պատահում տեխնիկայում և դրանց լուծումը ունի շատ կարևոր նշանակություն: Սա բացատրվում է նրանով, որ սողքի տեսության կոնտակտային խնդիրների լուծումը կապված է մասթեմատիկական մեծ դժվարությունների հետ:

Սողքի տեսության կոնտակտային խնդիրներին նվիրված աշխատանքների զգալի մասը կատարված է սողքի գծային տեսության հիման վրա:

Սողքի ոչ գծային տեսության կոնտակտային խնդիրները առաջին անգամ լուծվել են Հայաստանի գիտնականների կողմից 1959 թվականին: Ոչ գծային սողքի հարթ կոնտակտային խնդրի լուծումը

³ Կոնտակտային կոչվում են այն խնդիրները, որոնց մեջ ուսումնասիրվում են իրար հաված մարմինների մակերևույթներում առաջացած լարումները և դեֆորմացիաները:

բերվել է իրար հետ կապակցված երկու ինտեգրալ հավասարումների լուծմանը: Դրանցից առաջինը իրենից ներկայացնում է Վոլտերի երկրորդ սեռի ինտեգրալ հավասարում, իսկ երկրորդը՝ Ֆրեդհոլմի առաջին սեռի ինտեգրալ հավասարում: Ստացված են այս հավասարումների լուծումները: Որպես կիրառություն, քննարկված է հարթ հիմք ունեցող կարծր շտամպի ճնշումը կիսահարթության վրա:

Այնուհետև ստացված է չհաստատված սողքի տեսության հարթ կոնտակտային խնդրի լուծումը, երբ լարումների ու սողքի դեֆորմացիաների միջև գոյություն ունի աստիճանային կապ և հաշվի են առնվում շփման ուժերը: Անհրաժեշտ է նշել, որ հավուշ մարմինների միջև շփման ուժերի գոյությունը զգալի չափով դժվարացնում է խնդրի լուծումը:

Առաջադրված ոչ գծային հարթ կոնտակտային խնդիրը շփման ուժերի հաշվառումով՝ բերվել է երկու ինտեգրալ հավասարումների համատեղ լուծմանը:

Ստացված են այս հավասարումների լուծումները: Դիտարկված է թվային օրինակ:

ԹԱՂԱՆՔՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՈՂՔԻ ՀԱՇՎԱՌՄԱՄԸ

Հայաստանի մեխանիկների կողմից հետազոտվել է սողքի հետևանքով բարակապատ կամայական տեսքի անմոմենտ երկաթբետոնե թաղանթներում արմատուրայի և բետոնի միջև առաջացած ճիգերի վերաբաշխումը, ինչպես նաև սողքի ազդեցությունը թաղանթի միջին մակերևույթի տեղափոխումների և դեֆորմացիաների վրա, երբ առաձգական ճիգերի բաշխումը նախապես հայտնի է: Խնդրի լուծումը բերվում է երկրորդ կարգի երկու դիֆերենցիալ հավասարումների սխառեմի ինտեգրմանը: Ցույց է տրվում, որ այդ հավասարումների լուծումները հնարավոր է ներկայացնել զուգամիտվող աստիճանային շարքերի տեսքով:

Դիտարկվում են նաև օրթոտրոպ շերտերից բաղկացած մոմենտային թաղանթների լարվածային և դեֆորմացիոն վիճակները՝ գծային սողքի պայմաններում: Նույն պայմաններում դիտարկվում են նաև Կարմանի իմաստով ճկուն միաշերտ և բազմաշերտ թաղանթների ամրության և կայունության հարցերը:

Հայաստանի մեխանիկների աշխատանքներում թաղանթների անմոմենտ տեսության հիման վրա դիտարկված է մի շարք թա-

շանթները կվազիստատիկ հավասարակշռությունը՝ նյութի ոչ գծային սողքի պայմաններում:

Պլաստիկական ժառանգականության տեսության շրջանակներում թաղանթների սողքի խնդիրը բերվում է առաձգականության տեսությունը համապատասխան ոչ գծային խնդրին:

Հոսունության և ծերացման տեսությունների հիման վրա ստացված է պտտման թաղանթների ռելաքսացիոն խնդրի լուծումը: Շոշափող լարումների ինտենսիվությունը մաքսիմում շոշափող լարումով փոխադրինելու միջոցով տրվում է կոնական և գլանային կամայական թաղանթների չկայունացված սողքի խնդրի լուծումը՝ սողքի տարբեր տեսություններով: Ցույց է տրվում, որ ապակեպլաստիկ սողքը կարելի է նկարագրել անիզոտրոպ գծային ժառանգականության հավասարումներով:

ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱՌԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ինչպես նշվեց վերևում, Հայկական ՍՍՀ մաթեմատիկայի և մեխանիկայի ինստիտուտի սողքի և ամրության լաբորատորիայում արդեն երկար տարիներ է, ինչ կատարվում են նյութերի (բետոն, բնահող և պլաստմասսաներ) սողքի հատկությունների ուսումնասիրություններ:

Այս լաբորատորիայում բետոնի սողքի ուսումնասիրության հիմնական ուղղություններն են՝ բետոնի սողքի, սեղմման, ձգման և ոլորման դեպքերը: Երկար տարիների ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տվել Կ. Ս. Կարապետյանին պարզելու բետոնի սողքի հիմնական օրինաչափությունները, կախված մի շարք կարևոր գործոններից, ինչպիսիք են՝ լարման լիցքությունը, բետոնի հասակը, նմուշի չափերը, միջավայրի խոնավությունը և այլն:

Սողքի դեֆորմացիաների և լարումների միջև եղած կապի ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տալիս գտնելու բետոնի գծային և ոչ գծային սողքի հիմնական օրինաչափությունները և բացատրելու այն բարդ երևույթները, որոնցով պայմանավորված են այդ օրինաչափությունները:

Այնուհետև հետազոտությունները ցույց են տվել, որ նմուշի չափերի ազդեցությունը սողքի վրա սեղմման դեպքում էական է, իսկ ձգման դեպքում՝ աննշան:

Այս ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տվել առաջարկելու ընդհանրացված հիպոթեզ՝ բետոնի սողքի մեխանիզմի վերաբերյալ:

Մեծ աշխատանք է կատարված բետոնի անիզոտրոպիայի հատկությունների փորձառական հետազոտությունների ասպարեզում: Այս աշխատանքները առաջին անգամ կատարվել են Հայաստանում:

ՀՍՍՀ ԳԱ մաթեմատիկայի և մեխանիկայի ինստիտուտի նյութերի սողքի և ամրության լաբորատորիայում Ս. Ռ. Մեսչյանի կողմից կատարվել և այժմ էլ կատարվում են աշխատանքներ՝ կավային բնահողերի սողքի ուսումնասիրման ուղղությամբ: Մեսչյանը ուսումնասիրել է հետևյալ երեք հիմնական հարցերը.

1. Զորով հագեցված և չհագեցված կավային բնահողերի սողքը միաշափ խտացման դեպքում.

2. Բարդ լարվածային վիճակում բնահողերի ձևի փոփոխման սողքը պարզ սահքի դեպքում.

3. Բնահողերի հարատև ամրությունը:

Կավային բնահողերի դեֆորմատիվ հատկությունների ուսումնասիրության ընթացքում պարզված է, որ նրանց համար կիրառելի է մարմնի առաձգա-սողքային տեսությունը:

Պարզված են կավային բնահողերի կմախքի սողքի բնորոշ առանձնահատկությունները, ժամանակի ընթացքում հաստատուն և փոփոխական բեռնվածքի դեպքում: Կմախքի սողքի հիմնական պարամետրերը որոշելու համար մշակված է պարզ, գործնական եղանակ:

Որոշված են սահքի համար սողքի հիմնական օրինաչափությունները, բնահողի բարդ լարվածային վիճակի դեպքում՝ նրա «ծերացման» հաշվառմամբ:

Որոշված է պլաստիկ կավային բնահողերի ամրության փոփոխման բնույթը՝ կախված բեռնվածքի ազդման հարատևությունից:

Նրեանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտում կատարվում են բնափայտի սողքի փորձառական հետազոտություններ: Ուսումնասիրված է բնափայտի լարումների և սողքի դեֆորմացիաների միջև եղած կապը: Ցույց է տրված, որ խոնավության աճման դեպքում, բնափայտի սողքի չափը արագ աճում է: Փորձառական հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ առաձգա-սողքային մարմնի տեսությունը կարելի է կիրառել նաև բնափայտի սողքը ուսումնասիրելիս, երբ բնափայտի խոնավությունը փոփոխվում է:

Սողքի տեսության ուղղությամբ Հայաստանում կատարված աշխատանքների մի մասը թարգմանվել է արտասահմանյան լեզու-

ներով և տպագրվել արտասահմանյան գիտական պարբերական-ներում:

Բերված համառոտ ակնարկից հետևում է, որ սողթի տեսությունը Հայաստանում բուռն կերպով զարգանում է: Նշված կարճ ժամանակամիջոցում կատարվել են զգալի քանակությամբ հետազոտություններ՝ նվիրված սողթի տեսության ժամանակակից հարցերին: Լուծվել են տեսական և պրակտիկ նշանակություն ունեցող մի շարք խնդիրներ, ընդ որում, այդ խնդիրների մի զգալի մասը առաջին անգամ լուծվել է Երևանում:

Այժմ, իրավամբ, կարելի է արտահայտվել, որ սողթի տեսության ուսումնասիրության ասպարեզում Երևանը հանդիսանում է Սովետական Միության կենտրոններից մեկը:

Սա սողթի տեսության ասպարեզում Հայաստանի մեխանիկ-ների կատարած աշխատանքների վերլուծման առաջին փորձն է և պարզ է, որ զերծ չի կարող լինել թերություններից:

М. М. МАНУКЯН

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ В АРМЕНИИ

Резюме

В статье дается краткий обзор развития теории ползучести в Армянской ССР на протяжении 1947—1965 гг.

В современной технике и строительном деле широко применяются материалы, обладающие свойством ползучести.

Как известно, ползучесть существенно влияет на прочность, устойчивость и динамику деталей машин и конструкций.

Большой вклад в развитие теории ползучести сделан Н. Х. Арутюняном, его учениками и последователями. Исследования армянских механиков получили признание как у нас в Советском Союзе, так и за его пределами. В них разработана новая теория ползучести для сложного напряженного состояния, где рассматриваются общие уравнения теории ползучести, учитывающие основные свойства материала, его старение и наследственность. В технической литературе эта теория по-

лучила название теории упруго-ползучего тела или теории ползучести Маслова-Арутюняна.

За последнее десятилетие в советской и зарубежной литературе появилось немало исследований, посвященных как экспериментальному, так и теоретическому изучению теории ползучести. Экспериментальные исследования показывают, что теория упруго-ползучего тела применима в широком диапазоне изменений напряжений для таких материалов, как бетон, пластмасса, дерево, связные грунты и др.

Изучение вопросов теории упруго-ползучего тела привело к исследованию некоторых линейных и нелинейных интегральных или интегро-дифференциальных уравнений Вольтера второго рода. Решение их связано с большими математическими трудностями. Армянскими учеными разработаны методы решения многочисленных практически важных задач, причем эти решения доведены до расчетных формул и таблиц.

Исследования по теории ползучести в Армении проводились в основном по следующим направлениям:

- 1) линейная теория наследственности с учетом старения материала;
- 2) нелинейная теория наследственности с учетом старения материала;
- 3) контактная задача теории ползучести;
- 4) теория оболочек и пластин с учетом ползучести материалов;
- 5) экспериментальные исследования по теории ползучести (бетон, пластмасса, железобетон, грунты и др.).

Особый интерес представляют исследования контактных задач теории ползучести. В этой области впервые получены решения плоской контактной задачи нелинейной теории ползучести в различных постановках.

Работы по теории ползучести, выполненные в Армении, переведены на многие иностранные языки и изданы в зарубежных периодических журналах.

Ч Р Ц Ч У Ь П П Р З П Ь Ь

1. Абрамян Б. Л., О температурных напряжениях в прямоугольном бетонном блоке. Изв. АН Арм. ССР, серия физ-мат., естеств. и техн. наук, том 7, № 3, 1954.

2. Александрян Р. А., Арутюнян Н. Х., Манукян М. М., Кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля в условиях неустановившейся ползучести. ПММ, т. 22, вып. 6, 1958.
3. Александрян Р. А., Арутюнян Н. Х., Манукян М. М., Релаксационная задача об изгибе призматического стержня. Изв. АН СССР, механика и машиностроение, № 1, 1959.
4. Арутюнян Н. Х., Напряжения и деформации в бетонных массивах с учетом ползучести бетона. ДАН Арм. ССР, т. 7, № 5, 1947.
5. Арутюнян Н. Х., Напряжения и деформации в бетонных массивах с учетом ползучести и усадки. Труды 4-й Всесоюзной конференции по бетонным и железобетонным конструкциям. Часть 2, 1949.
6. Арутюнян Н. Х., К исследованию статически неопределимых систем с опорами, смещающимися во времени. ПММ, т. 13, вып. 5, 1949.
7. Арутюнян Н. Х., Теория упругого напряженного состояния бетона с учетом ползучести, т. 13, вып. 6, 1949.
8. Арутюнян Н. Х., Некоторые задачи теории расчета железобетонных конструкций с учетом ползучести и усадки бетона. Труды Ереванского политехнического института, № 4, 1950.
9. Арутюнян Н. Х., Некоторые вопросы теории ползучести. ДАН Арм. ССР, т. 14, № 3, 1951.
10. Арутюнян Н. Х., Затухание напряжений в железобетонных элементах с предварительно натянутой арматурой под влиянием ползучести и усадки бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат., естеств. и техн. наук, т. 4, № 5, 1951.
11. Арутюнян Н. Х., Некоторые вопросы теории ползучести. Гостехиздат, Москва, 1952.
12. Арутюнян Н. Х., Некоторые вопросы теории ползучести. ПММ, т. 16, вып. 3, 1952.
13. Арутюнян Н. Х. и Чобанян К. С., О кручении призматических стержней, составленных из различных материалов, с учетом ползучести. ДАН Арм. ССР, т. 21, № 1, 1955.
14. Арутюнян Н. Х. и Абрамян Б. Л., О температурных напряжениях и прямоугольных бетонных блоках. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат., естеств. и техн. наук, том 8, № 4, 1955.
15. Арутюнян Н. Х. и Чобанян К. С., О кручении призматических стержней, составленных из различных материалов, с учетом ползучести. Изв. АН СССР. ОТН, № 6, 1956.
16. Арутюнян Н. Х. и Чобанян К. С., Изгиб призматических стержней, составленных из различных материалов, с учетом ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат., естеств. и техн. наук, № 5, 1957.
17. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., Ползучесть цилиндрических труб, составленных из различных материалов. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат., естеств. и техн. наук, № 6, 1957.
18. Arutyunyan N. Kh. Applications de la théorie du fluage. Eyrolles editeur, Paris, 1957.

19. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., Ползучесть сферического сосуда. ДАН Арм. ССР, т. 27, № 4, 1958.
20. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., Напряженное состояние в сжатых железобетонных элементах в условиях неустановившейся ползучести и усадки бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 11, № 6, 1958.
21. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., Кручение тонкостенных стержней открытого профиля в условиях неустановившейся ползучести. Известия АН СССР, Механика и машиностроение, № 6, 1959.
22. Арутюнян Н. Х., Плоская контактная задача теории ползучести. ПММ, т. 23, № 5, 1959.
23. Arutyunyan N. Kh. The plane contact problem of the theory of creep. J. Appl. Math. Mech. (Preview of № 5, vol. 23, 1959 (PMM) Pergamon Press, New York.
24. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., Кручение круглых стержней переменного диаметра в условиях неустановившейся ползучести. «Проблемы механики сплошной среды», Изв. АН СССР, Москва, 1961.
25. Arutyunyan N. Kh. and Manukyan M. M., Torsion of circular rods of varying diameter under conditions of unsteady creep. Problems of continuum mechanics. Pergamon Press, of New York, 1961.
26. Арутюнян Н. Х., и Манукян М. М., Кручение тела вращения в условиях установившейся ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 14, № 4, 1961.
27. Арутюнян Н. Х., Некоторые вопросы теории ползучести (на китайском языке). Пекинское издательство (КНР), 1961.
28. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., О вдавливании жесткого клина в полуплоскость, в условиях установившейся ползучести. ПММ, т. 26, № 1, 1962.
29. Arutyunyan N. Kh. and Manukyan M. M., On the indentation of a rigid wedge into a half plane under the conditions of steady creep. Journ. Appl. Math. and Mech. (Preview of PMM) Pergamon Press, New York, vol., 26, №. 1, 1962.
30. Арутюнян Н. Х. и Манукян М. М., Контактная задача теории ползучести с учетом сил трения, ПММ, т. 27, № 5, 1963.
31. Arutyunyan N. Kh. and Manukyan M. M., The contact problem in the theory of creep with frictional forces taken into account. J. Appl. Math. and Mech. (Preview of PMM) Pergamon Press, New York, vol. 27, № 5, 1244—1254, 1963.
32. Arutyunyan N. Kh. and Manukyan M. M., The contact problem of the theory of creep, considering friction forces. Proceedings of the Conference on thermal loading and creep. 1964.
33. Arutyunyan N. Kh. Some problems in the theory of creep. Pergamon Press, Oxford, 1966, 1—285.
34. Григорян Г. С., К расчету безмоментных тонких железобетонных оболочек произвольного очертания с учетом ползучести бетона. Известия АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 10, № 4, 1957.

35. Григорян Г. С., К расчету слоистых ортотропных оболочек с учетом ползучести материала. Ереванский политехнический институт. Юбилейный сборник трудов. Ереван, 1960.
36. Григорян Г. С., К расчету прочности, жесткости и устойчивости гибких оболочек и стержней в условиях ползучести материала. Ползучесть строительных материалов и конструкций. Сборник трудов под редакцией А. Р. Ржаницина. Стройиздат, М., 1964.
37. Григорян Г. С., О больших прогибах и устойчивости железобетонных пологих гибких оболочек с учетом ползучести бетона. Труды 15-й Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластин. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1964.
38. Григорян Г. С., К расчету устойчивости в ограниченном интервале времени пологих, гибких оболочек в условиях ползучести при конечных начальных и конечных постоянно действующих возмущениях. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 3, 1965.
39. Grigorian G. S. On strength and stability of flexible shells and thin-walled bars in creep. Proc. of the IASS Symposium Warsaw, September 2—5, 1963. Amsterdam, North Holland Publ. Co., 1964.
40. Задоян М. А., Напряженное состояние цилиндрической трубы в упругой среде с учетом ползучести материала. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат., естеств. и техн. наук, т. 9, № 9, 1956.
41. Задоян М. А., Термонапряженное состояние бетонных блоков с учетом ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 10, 5, 1957.
42. Задоян М. А., Температурные напряжения в бесконечных бетонных плитах с учетом ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 11, № 1, 1958.
43. Задоян М. А., О вариационных уравнениях теории ползучести. ДАН Арм. ССР, т. 26, № 5, 1958.
44. Задоян М. А., Об одном вариационном уравнении нелинейной теории ползучести. ДАН Арм. ССР, т. 27, № 5, 1958.
45. Задоян М. А., Ползучесть призматических составных стержней при стесненном кручении. Изв. АН СССР, ОТН, механика и машиностроение, № 1, 1959.
46. Задоян М. А., О ползучести бетонной плиты при воздействии гамма-излучения. ДАН Арм. ССР, т. 30, № 5, 1960.
47. Задоян М. А., О ползучести цилиндрической трубы при высоких температурах. ДАН Арм. ССР, т. 31, № 4, 1960.
48. Задоян М. А., О задаче ползучести облученного стержня. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 14, № 4, 1961.
49. Задоян М. А., О ползучести бетонной плиты при высоких температурах. Изв. АН СССР, ОТН, механика и машиностроение, № 4, 1961.
50. Задоян М. А., О задаче ползучести толстостенной цилиндрической трубы, подверженной внутреннему давлению и нейтронному облучению. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 16, № 4, 1963.

51. Задоян М. А., Ползучесть при кручении круглого конического стержня, материал которого обладает свойством нестационарной неоднородности. ДАН Арм. ССР, т. 36, № 3, 1963.
52. Карапетян К. С., О ползучести туфобетона. Изв. АН Арм. ССР, т. 5, № 4, 1952.
53. Карапетян К. С., Ползучесть бетона при высоких напряжениях. Изв. АН Арм. ССР, т. 6, № 2, 1953.
54. Карапетян К. С., Влияние размеров образца на усадку и ползучесть бетона. Изв. АН Арм. ССР, т. 9, № 1, 1956.
55. Карапетян К. С., Об одном существенном факторе в прочностных и деформативных свойствах бетона. Доклады АН Арм. ССР, т. 24, № 4, 1957.
56. Карапетян К. С., Влияние анизотропии на ползучесть бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 10, № 6, 1957.
57. Карапетян К. С., Влияние фактора времени на прочность и деформативность бетона на литойной пемзе и некоторые другие свойства. Сборник статей «Гидротехнический бетон на литойной пемзе». Изд. АН Арм. ССР, 1958.
58. Карапетян К. С., Симонов М. З., Матузов Т. Г., Применение высокопрочных мелкозернистых бетонов для предварительно-напряженных конструкций. Бетон и железобетон, № 5, 1958.
59. Карапетян К. С., Симонов М. З. и Матузов Т. Г., О некоторых свойствах высокопрочных мелкозернистых, обычных и легких бетонов в предварительно напряженном железобетоне. Труды объединенной научной сессии институтов строймат. и сооруж. закавказских республик, Баку, 1958.
60. Карапетян К. С., Влияние старения бетона, на зависимость между напряжениями и деформациями ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 12, № 4, 1959.
61. Карапетян К. С., и Симонов М. З., Усадка и ползучесть легких бетонов в предварительно напряженных конструкциях. Бетон и железобетон, № 10, 1960.
62. Карапетян К. С., Ползучесть бетона при кручении. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 15, № 6, 1962.
63. Карапетян К. С., Влияние масштабного фактора на ползучесть бетона при сжатии и растяжении. Доклады АН Арм. ССР, т. 38, № 3, 1964.
64. Карапетян К. С. и Котикян Р. А., Влияние масштабного фактора на усадку бетона в зависимости от влажности среды. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 17, № 2, 1964.
65. Карапетян К. С., Ползучесть бетона при кручении. Сборник трудов «Ползучесть строительных материалов и конструкций», Стройиздат, М., 1964.
66. Карапетян К. С., Влияние анизотропии на ползучесть бетона при сжатии и растяжении в зависимости от величины напряжения. Доклады АН Арм. ССР, т. 39, № 1, 1964.

67. Карапетян К. С., Влияние анизотропии на ползучесть бетона при сжатии и растяжении в зависимости от масштабного фактора. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 17, № 4, 1964.
68. Карапетян К. С. и Котикян Р. А., Об основном уравнении ползучести теории упруго-ползучего тела. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 17, № 5, 1964.
69. Карапетян К. С., Влияние длительного сжатия на прочность и деформативность бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 17, № 6, 1964.
70. Карапетян К. С., Влияние анизотропии на ползучесть бетона в зависимости от влажности среды. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 2, 1965.
71. Карапетян К. С., Влияние влажности среды на ползучесть бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 3, 1965.
72. Карапетян К. С., Влияние анизотропии на ползучесть бетона в зависимости от продолжительности вибрации бетонной смеси. ДАН Арм. ССР, т. 11, № 4, 1965.
73. Карапетян К. С. Влияние анизотропии на ползучесть бетона в зависимости от высоты опытного образца. Доклады АН Арм. ССР, т. 10, № 5, 1965.
74. Карапетян К. С., Влияние анизотропии на прочность и ползучесть бетона в зависимости от расхода цемента. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 5, 1965.
75. Киракосян Р. М., Квазистатическая задача тонкой безмоментной оболочки нулевой гауссовой кривизны в условиях нелинейной ползучести материала. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 15, № 2, 1962.
76. Киракосян Р. М., Релаксационная задача безмоментных оболочек вращения. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 15, № 3, 1962.
77. Киракосян Р. М., Неустановившаяся ползучесть конической безмоментной оболочки вращения. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 15, № 4, 1962.
78. Киракосян Р. М., О ползучести сферической безмоментной оболочки. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 16, № 1, 1963.
79. Киракосян Р. М., Рівновага безмоментних оболонок обертання в умовах нелінійної ползучесті матеріалу. Прикладна механіка, т. 9, в. 2, 1963.
80. Киракосян Р. М., Об одной задаче нелинейно-ползучей конической оболочки вращения. ДАН Арм. ССР, т. 37, 3, 1963.
81. Приведение задачи о ползучести оболочки к эквивалентной нелинейно-упругой задаче. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 16, № 5, 1963.
82. Киракосян Р. М., Ползучесть цилиндрической оболочки произвольного поперечного сечения, нагруженной нормальным внутренним давлением. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 16, № 6, 1963.
83. Киракосян Р. М., О ползучести слоя стеклопластика при двухосном растяжении. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 1, 1965.

84. Киракосян Р. М., Об одном приближенном методе решения задач безмоментной ползучести оболочек в рамках теории старения. Изв. АН Арм. ССР., серия физ.-мат. наук, т. 18, № 5, 1965.
85. Манукян М. М., Напряженное состояние в сжатых железобетонных элементах с учетом нелинейной ползучести бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 1, 1954.
86. Манукян М. М., Усадочные напряжения в симметрично армированных железобетонных элементах с учетом нелинейной ползучести бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 3, 1954.
87. Манукян М. М., Определение напряжений в некоторых железобетонных элементах с учетом ползучести и изменения модуля мгновенной деформации бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 6, 1954.
88. Манукян М. М., Термонапряженное состояние в круглых бетонных блоках с учетом ползучести бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 1, 1956.
89. Манукян М. М., Деформация и напряжения в изгибаемой железобетонной балке с учетом ползучести сжатой и, частично, растянутой зоны бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 9, 1956.
90. Манукян М. М., Изгиб железобетонной балки с учетом установившейся ползучести только сжатой зоны бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 4, 1957.
91. Манукян М. М., Температурные напряжения от экзотермии цемента в блоках типа плиты, с учетом ползучести бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 2, 1958.
92. Манукян М. М., Изгиб железобетонной балки с учетом неустановившейся ползучести только сжатой зоны бетона. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 2, 1960.
93. Манукян М. М., Кручение составных валов переменного сечения в условиях установившейся ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 1, 1961.
94. Манукян М. М., Установившаяся ползучесть скручиваемого конического стержня. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 2, 1961.
95. Манукян М. М., Кручение призматического стержня прямоугольного сечения в условиях неустановившейся ползучести. ДАН Арм. ССР, № 2, 1961.
96. Манукян М. М. и Саркисян В. С. Кручение призматических стержней, составленных из различных материалов, с учетом нелинейной ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 3, 1963.
97. Манукян М. М., О вдавливании жесткого клина в полуплоскость в условиях неустановившейся ползучести. ДАН Арм. ССР, № 2, 1963.
98. Манукян М. М., Кручение призматического стержня с тонким усиливающим покрытием в условиях нелинейной ползучести. ДАН Арм. ССР, № 4, 1963.
99. Манукян М. М., Кручение составного вала переменного диаметра в условиях нелинейной ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 5, 1963.

100. Манукян М. М., Контактная задача теории неустановившейся ползучести с учетом сил трения. Изв. АН Арм. ССР, № 6, 1963.
101. Манукян М. М., Решение плоской контактной задачи теории ползучести при наличии двух участков контакта. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 5, 1965.
102. Месчян С. Р., К вопросу о ползучести связанных грунтов. Изв. АН Арм. ССР, т. 7, № 6, 1954.
103. Месчян С. Р., К вопросу об описании ползучести связанных грунтов нарушенной структуры. ДАН Арм. ССР, т. 21, № 2, 1955.
104. Месчян С. Р. К вопросу о влиянии продолжительности нагружения на ползучесть связанных грунтов нарушенной структуры. ДАН Арм. ССР, т. 23, № 1, 1956.
105. Месчян С. Р., К вопросу экспериментального определения упругих характеристик связанных грунтов при сжатии. ДАН Арм. ССР, т. 23, № 3, 1956.
106. Месчян С. Р., Экспериментальное исследование зависимости между напряжениями и деформациями ползучести связанных грунтов. ДАН Арм. ССР, т. 24, № 2, 1957.
107. Месчян С. Р., К вопросу о законе наложения для деформации ползучести связанных грунтов при сжатии. ДАН Арм. ССР, т. 25, № 4, 1957.
108. Месчян С. Р., О методике экспериментального исследования ползучести скелета связанных грунтов. ДАН Арм. ССР, т. 26, № 4, 1957.
109. Месчян С. Р., О ползучести связанного грунта при сжатии в условиях невозможности бокового расширения. Изв. АН Арм. ССР, т. 11, № 4, 1958.
110. Месчян С. Р., О влиянии скорости загрузки на деформативные свойства связанных грунтов. Изв. АН Арм. ССР, т. 6, 12, № 4, 1959.
111. Месчян С. Р., Исследование деформативных свойств связанных грунтов при сдвиге. ДАН Арм. ССР, т. 28, № 5, 1959.
112. Месчян С. Р., Исследование влияния высоты образца на деформативные свойства связанных водонасыщенных грунтов. Изв. АН Арм. ССР, т. 12, № 3, 1959.
113. Месчян С. Р., Влияние уплотняющей нагрузки на деформативные свойства глинистых грунтов при сдвиге. ДАН Арм. ССР, т. 31, № 4, 1960.
114. Месчян С. Р., К вопросу о перераспределении напряжений между скелетом и поровой водой глинистого грунта. Изв. АН Арм. ССР, т. 14, № 1, 1961.
115. Месчян С. Р., О влиянии длительности испытания на сопротивление грунтов сдвигу. ДАН Арм. ССР, т. 32, № 1, 1961.
116. Месчян С. Р., О влиянии плотности и структурной прочности грунта на зависимость между напряжениями и деформациями. Изв. АН Арм. ССР, т. 14, № 5, 1961.
117. Месчян С. Р., К вопросу о длительном сопротивлении глинистых грунтов сдвигу. Изв. АН Арм. ССР, т. 15, № 2, 1962.

118. Месчян С. Р. и Ахназарян Н. Г., Об одном факторе, влияющем на уплотнение глинистого грунта. Изв. АН Арм. ССР, т. 15, № 3, 1962.
119. Месчян С. Р., Кольцевой прибор для изучения ползучести и длительного сопротивления сдвигу глинистых грунтов методом кручения. Изв. АН Арм. ССР, т. 15, № 5, 1962.
120. Месчян С. Р., Об исследовании ползучести глинистых грунтов. В кн.: «Исследование физико-математических свойств горных пород». Изд. АН СССР, М., 1962.
121. Месчян С. Р., Экспериментальное изучение закономерностей деформации ползучести глинистого грунта. Изв. АН Арм. ССР, т. 16, № 1, 1963.
122. Месчян С. Р., Ползучесть материалов. (На армянском языке). Айпетрат, Ереван, 1963.
123. Месчян С. Р., Исследование влияния образца и зоны сдвига на сопротивление грунта сдвигу. ДАН Арм. ССР, т. 39, № 1, 1964.
124. Месчян С. Р. и Маркарян Э. М., Изучение ползучести водонасыщенного грунта. Изв. АН Арм. ССР, т. 17, № 4, 1964.
125. Месчян С. Р., Методика определения характеристик ползучести скелета глинистых грунтов применительно к условиям одномерного уплотнения. Изв. АН Арм. ССР, т. 17, № 3, 1964.
126. Месчян С. Р., Исследование ползучести глинистых грунтов при сдвиге. Изв. АН Арм. ССР, т. 17, № 6, 1964.
127. Месчян С. Р., О длительном сопротивлении сдвигу глинистых грунтов. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 3, 1965.
128. Месчян С. Р., Исследование закономерностей мгновенных деформаций глинистых грунтов при сдвиге. Изв. АН Арм. ССР, № 1, 1965.
129. Месчян С. Р., Исследование закономерностей мгновенных деформаций глинистых грунтов при одномерном уплотнении. Изв. АН Арм. ССР, № 2, 1965.
130. Саркисян В. С., Кручение многослойных призматических стержней прямоугольного поперечного сечения с учетом линейной ползучести. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 12, № 4, 1959.
131. Симонян А. М., Экспериментальное исследование высокотемпературной ползучести и влияние ее на механические свойства горячекатанной стали. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 2, 1965.
132. Симонян А. М., Температурная задача цилиндрических труб в условиях пластической наследственности. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 18, № 4, 1965.
133. Согоян А. С., О некоторых характеристиках древесины тополя. Изв. АН Арм. ССР, серия техн. наук, т. 10, № 3, 1957.
134. Согоян А. С., О некоторых закономерностях ползучести древесины. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, т. 11, № 2, 1958.
135. Согоян А. С., Влияние наклона волокон древесины тополя на деформацию ползучести при сжатии. Изв. АН Арм. ССР, серия техн. наук, т. 12, № 6, 1959.

136. Согоян А. С., Исследование напряженного состояния древесинной шпренгельной балки с учетом ползучести древесины. Изв. АН Арм. ССР, серия техн. наук, т. 17, № 2, 1965.
137. Аракелян Т. Т., Расчет балок на сплошном грунтовом основании. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 3, 1953.
138. Аракелян Т. Т., Изгиб бесконечной балки на сплошном грунтовом основании. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 3, 1956.
139. Аракелян Т. Т., Расчет неразрезных балок со смещающимися во времени опорами. Юбилейный сборник научных трудов Ереванского политехнического института им. К. Маркса, 1960.
140. Аракелян Т. Т., Деформация неразрезных балок на оседающих опорах. Изв. АН Арм. ССР, серия физ.-мат. наук, № 6.