ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՀՈՎՀԱՆՆԵՍ ՅՈՒՐԱՅԻ ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՏԱՐԲԵՐ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՏԻՎ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՇԵՆՔԵՐԻ ԴԻՆԱՄԻԿ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ՝ ԲՆԱՊԱՅՄԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄՆԵՐՈՎ

Ե.23.01 - «Շինարարական կոնստրուկցիաներ, շենքեր, կառույցներ, շինարարական նյութեր և շինարարական մեխանիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

АЙРАПЕТЯН ОГАНЕС ЮРАЕВИЧ

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ НАТУРНЫМИ ИСПЫТАНИЯМИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания, сооружения, строительные материалы и строительная механика»

ЕРЕВАН 2020

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ա. Նազարովի անվան Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝ երկրաբ. գիտ. թեկնածու
Ջ.Կ. Կարապետյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
Տ.Լ. Դադայան,
տեխն. գիտ. թեկնածու
Վ.Գ. Արզումանյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2020թ. օգոստոսի 4-ին ժամը 13^{00}-ին Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանին կից գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի 030 «Շինարարություն» մասնագիտական խորհրդի նիստում: Հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան 105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի գիտական գրադարանում: Հասցեն՝ 0079, ք. Երևան, Մառի փող. 17/1:

Սեղմագիրն առաքված է 2020թ. հունիսի 24-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր **Է.Հ. Խաչատրյան**

Тема диссертации утверждена в Институте геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Назарова НАН РА.

Научный руководитель: кандидат геологических наук
Карапетян Дж.К.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Дадаян Т.Л.
кандидат технических наук
Арзуманян В.Г.

Ведущая организация: Институт механики НАН РА

Защита состоится 4-го августа 2020г. в 13^{00} часов на заседании специализированного совета 030 «Строительство» ВАК РА, действующего при Национальном университете архитектуры и строительства Армении.
Адрес: 0009, г. Ереван, ул. Теряна, 105.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НУАСА по адресу: 0079, г. Ереван, ул. Марра 17/1.

Автореферат разослан 24-го июня 2020г.

Ученый секретарь специализированного совета:
доктор технических наук, профессор **Хачатрян Э.А.**

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Թեմայի արդիականությունը: Տարբեր կոնստրուկտիվ համակարգերի շենքերի և կառուցվածքների բնապայման փորձարկումները կարևոր գիտակիրառական խնդիր է: Այն ունի հսկայական սոցիալ-տնտեսական նշանակություն, քանի որ առնչվում է հազարավոր մարդկանց կյանքի, նյութական բարիքների պահպանության հետ:

Խնդիրն արդիական է հատկապես Հայաստանում, հաշվի առնելով տարածաշրջանի բարձր սեյսմիկությունը, սեյսմիկ վտանգը, որտեղ շենքերի գործիքային (փորձարարական) ուսումնասիրությունները մեծ նշանակություն ունեն դրանց անվտանգ շահագործման տեսանկյունից:

Ներկայումս Հայաստանի Հանրապետությունում կան շենքեր, որոնք նախկինում ուսումնասիրված են եղել բնապայման փորձարկումներով, սակայն բավականին երկար ժամանակ դրանց վրա նմանատիպ հետազոտություններ չեն իրականացվել: Ուստի հույժ կարևոր է իրականացնել շենքերի բնապայման փորձարկումներ, հետազոտել և որոշել շենքերի դինամիկ բնութագրերը, դրանց առանձնահատկություններն և օրինաչափությունները, համեմատել նախկինում ստացված տվյալները և անել համապատասխան եզրակացություններ ու առաջարկություններ:

Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները: Նպատակ է դրվել բնապայման փորձարկումների միջոցով հետազոտել տարբեր կոնստրուկտիվ համակարգի շենքերի փաստացի դինամիկական բնութագրերը և բացահայտել դրանց առանձնահատկությունները: Նշված նպատակին հասնելու համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- իրականացնել միկրոսեյսմերի գործիքային չափումներ շենքերի և դրանց հիմնատակի գրունտների առանձին հատվածների վրա՝ միաժամանակ գրանցելով երեք բաղադրիչները (երկու հորիզոնական X, Y և մեկ ուղղաձիգ Z),
- կատարել գործիքային չափումների սպեկտրային բաղադրակազմի վերլուծություն, որոշել շենքերի փաստացի դինամիկական բնութագրերը (ազատ տատանումների հաճախություններն ու պարբերությունները, ամպլիտուդները, տատանումների մարման դեկրեմենտները),
- ուսումնասիրել տարբեր կոնստրուկտիվ համակարգերի շենքերի վարքի առանձնահատկությունները,
- բացահայտել շենքի և գրունտի համատեղ աշխատանքի առանձնահատկությունները, իրականացնել համեմատություններ տարբեր գրունտային պայմաններում նույն տիպի շենքերի փաստացի դինամիկական բնութագրերի միջև,
- կատարել շենքերի փաստացի դինամիկ բնութագրերի և նախկինում ստացված տվյալների համեմատական վերլուծություն,

- համեմատել շենքերի սեփական տատանումների պարբերությունների փաստացի և նորմերում բերված հաշվարկային արժեքները:

Կիրառված մեթոդները:

Աշխատանքում, որպես հետազոտման մեթոդ, ընտրվել է շենքերի համար ընդունված 0,6…20 Հց հաճախական տիրույթով միկրոսեյսմերի օգտագործման մեթոդը, որի հիմնական պարամետրերն են ամպլիտուդահաճախային բնութագրերը: Տվյալ տեսանկյունից միկրոսեյսմերի սպեկտրային բաղադրակազմի վերլուծության մեթոդը կիրառվում է ինժեներային սեյսմաբանության, սեյսմակայուն շինարարության և երկրաֆիզիկայի տարբեր խնդիրներ լուծման ժամանակ: Այս մեթոդի առավելություններն են՝ արդյունա-վետությունը, մատչելիությունը և աշխատանքի ցածր գնային արժեքը:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

- Բացահայտվել է, որ շենքերի շահագործմանը զուգընթաց՝ դրանց փաստացի պարբերությունների նոր արժեքները, ընդհանուր առմամբ, աճել են հին չափման արժեքներից 3…24%-ով:
- Ստացվել են շենքերի փաստացի պարբերությունների արժեքների և՛ համընկնումներ, և՛ զգալի տարբերություններ նորմերում բերված հաշվարկային արժեքներից՝ մինչև 50%:
- Բացահայտվել են բազմահարկ շենքերի ստորին և վերին հարկերում տատանումների ամպլիտուդների (փորձարարական եղանակով ստացված) էպյուրների տարբեր օրինաչափություններ:
- Հին և նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմի վերլուծության արդյունքում բացահայտվել է, որ նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմում ավելի հստակ են արտահայտված գերակշռող գագաթնակետերը:
- Բացահայտվել է, որ ուսումնասիրված 3 հարկանի շենքում կցակառույցի առկայությունը փոխում է շենքի դինամիկ բնութագրերը, մասնավորապես, տատանման գերակշռող պարբերության արժեքը նշված հատվածում ստացվել է ավելի փոքր, քան շենքի մյուս հատվածներում:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը:

Դրված խնդիրների համակողմանի լուծումը հնարավորություն է տալիս ստեղծել շենքերի անձնագրավորման համապատասխան տվյալների շտեմարան, որը կիրառելի է շենքերի հետագա անձնագրավորման և սեյսմակայուն շինարարության նախագծային նորմերի լրամշակման ու արդիականացման համար: Ստացված արդյունքները կարող են հիմք հանդիսանալ շենքերի էքսպրես եղանակով տեխնիկական վիճակի գործիքային հետազննության համար:

Պաշտպանվող հիմնական դրույթները

- Ստացվել է, որ բազմահարկ շենքերում ստորին և վերին հարկերում առաջ են գալիս տատանման տարբեր օրինաչափություններ:
- Համեմատական վերլուծության արդյունքում ստացվել են շենքերի պարբերությունների փաստացի արժեքների շեղումներ հին արժեքներից:
- Բացահայտված են շենքերի փաստացի պարբերությունների արժեքների ինչպես համընկնումներ, այնպես էլ զգալի տարբերություններ նորմերում բերված հաշվարկային արժեքներից:
- Բացահայտված են առանձնահատկություններ հին և նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմում, վերջիններիս սպեկտրային բաղադրակազմում հստակ են արտահայտված գերակշռող գագաթնակետերը:
- Բացահայտված է շենքում կցակառույցի առկայության ազդեցությունը շենքի դինամիկ բնութագրերի վրա, որը փոխում է շենքի տատանումների պարբերությունը այդ հատվածում:

Աշխատանքի փորձահավաստիությունը և հրապարակումները: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են՝

- «Սեյսմիկ ուժգնության սանդղակի կատարելագործման խնդիրները» 1-ին Միջազգային գիտական դպրոց-սեմինարում (Գյումրի 2016 թ.),
- «Երկրաֆիզիկայի, ինժեներային սեյսմաբանության և սեյսմակայուն շինարարության արդի խնդիրները» Երիտասարդ գիտնական-ների 3-րդ և 4-րդ միջազգային գիտաժողովներում (Ծաղկաձոր 2017 թ., 2018 թ.),
- «Սպիտակի երկրաշարժ, 30 տարի անց. Փորձ և հեռանկարներ» միջազգային գիտաժողովում (Երևան 2018 թ.):

Ատենախոսության արդյունքները տպագրվել են տեղական և միջազգային գրախոսվող ամսագրերում: Ատենախոսության թեմայով հրատարակված է թվով 6 գիտական հոդված:

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է նախաբանից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից, գրականության ցանկից և հավելվածից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը 139 էջ է, պարունակում է 34 գծապատկեր, 4 աղյուսակ, 115 անուն գրականության ցանկ և հավելված (26 էջ):

Երախտագիտություն.

Հեղինակը խորին երախտագիտությունն է հայտնում իր գիտական ղեկավար ՀՀ ԳԱԱ ԵԻՍԻ տնօրեն, երկրաբ. գիտությունների թեկնածու Ջ.Կ. Կարապետյանին խնդրի դրվածքի, բազմակողմանի աջակցության և տեխնիկայով ապահովման համար: Հեղինակն իր խորին շնորհակալական խոսքն է հայտնում տեխն. գիտությունների թեկնածու Դ.Ա. Մխիթարյանին

արժեքավոր խորհուրդների և ուղղորդելու համար: Հեղինակն իր երախտագիտությունն է հայտնում ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, տեխն. գիտությունների դոկտոր Բ.Կ. Կարապետյանին, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ, ֆիզ.-մաթ. գիտությունների դոկտոր Ս.Մ. Հովհաննիսյանին, ՀՀ ԳԱԱ ԵԻՍԻ փոխտնօրեն, ֆիզ.-մաթ. գիտությունների թեկնածու Կ.Ա. Կարապետյանին, գիտական քարտուղար, ֆիզ.-մաթ. գիտությունների թեկնածու Վ.Գ. Գրիգորյանին, Գ.Ա. Մկրտչյանին խորհուրդների և դիտողությունների համար: Հետազոտություն-ների տեխնիկական մասով աջակցության համար հեղինակը շնորհակալություն է հայտնում Ս.Ռ. Շահպարոնյանին և Ա.Ս. Գասպարյանին:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

<u>Նախաբանը</u> ներկայացնում է աշխատանքի արդիականությունը, գիտական նպատակն ու խնդիրները, հետազոտության մեթոդը, գիտական նորույթը, գործնական նշանակությունը, պաշտպանության ներկայացված դրույթները, հետազոտության արդյունքների փորձահավաստիությունը և ատենախոսության հրապարակումները, ինչպես նաև աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը:

<u>Առաջին գլխում</u> կատարվել է սեյսմակայունության տեսության համառոտ պատմական ակնարկ: Բերված են սեյսմիկ ազդեցությունների գնահատման սեյսմակայունության տեսությունների զարգացման փուլերը և արդի վիճակը: Շենքերի և կառույցների սեյսմակայունության ուսումնասիրման հիմնարար տեսական և փորձարարական հետազոտություններ իրականացրել են սեյսմակայունության տեսության հիմնադիրներ Ֆ. Օմորին, Ն. Մոնոնոբեն, Մ. Բիոն, Կ.Ս. Զավրիևը, Ա.Գ. Նազարովը, Ս.Վ. Մեդվեդևը, Ի.Լ. Կորչինսկին, ինչպես նաև ինժեներային սեյսմաբանության և սեյսմակայուն շինարարության բարձրակարգ դպրոցի շարունակող գիտնականներ Բ.Կ. Կարապետյանը, Է.Ե. Խաչիյանը, Ս.Ս. Դարբինյանը, Շ.Գ. Նապետվարիձեն, Ջ. Հաուզները, Դ. Հադսոնը և շատ ուրիշներ:

Նկարագրվել են շենքերի հաշվարկային սխեմաները և տատանման ձևերը, քանի որ ուսումնասիրությունների արդյունքում առընչվում ենք նաև շենքերի փաստացի տատանման ձևերի հետ: Անդրադարձ է կատարվել շենքերի տեխնիկական վիճակի հետազննության և խոցելիության գնահատման եղանակներին, ինչպես հայրենական և եվրոպական նորմատիվային փաստաթղթերի մեթոդական ցուցումների միջոցով իրականացվող, այնպես էլ բնապայման փորձարկումներով միջոցով միկրոսեյսմիկ ախտորոշման մեթոդիկան:

Նշվել են սեյսմիկ ազդեցությունները գրանցող գործիքները, որոնցով որոշվում են դրանց քանակական պարամետրերը: Նկարագրվել են գրունտի գերակշռող պարբերությունների և շենքերի սեփական տատանումների դինամիկական բնութագրերի որոշման եղանակները, անդրադարձ է կատարվել

այդ բնագավառում գիտնականների կողմից կատարված բնապայման փորձարկումներին, ինչպես նաև գործող նորմերով հաշվարկվող դինամիկական բնութագրերին:

<u>Երկրորդ գլխում</u> մանրամասն ուսումնասիրվել են շենքերի դինամիկ բնութագրերի հետազոտությունների փորձարարական եղանակները, որի արդյունքում ընտրվել է միկրոտատանումների կիրառման եղանակը և գնահատվել է վերջինիս գերադասելի և թերի կողմերը, ինչպես նաև կիրառման հնարավորությունները շենքերի վարքի ուսումնասիրության ոլորտներում: Ուսումնասիրվել և վերլուծվել են նշված բնագավառում՝ Յու.Նակամուրայի, Մ. Մուչիարելիի, Ֆ.Ն. Յուդախինի, Ն.Կ.Կապուտյանի, Ա.Ֆ. Եմանովի, Գ.Ի.Անոսովի կողմից կատարված բնապայման փորձարկումները, չափման եղանակները, ստացված արդյունքները: Ինչպես նաև Բ.Կ.Կարապետյանի, Է.Ե.Խաչիյանի և այլ գիտնականների աշխատանքները, ովքեր բնապայման փորձարկումների միջոցով հետազոտություններ են իրականացրել Հայաստանում բնակելի, հասարակական և արդյունաբերական շենքերի և կառուցվածքների վրա, որոնք էլ հիմք են հանդիսացել ատենախոսությունում դրված խնդիրների առավել լիարժեք լուծման համար:

Վերլուծելով այդ աշխատանքները՝ կարելի է եզրակացնել, որ միկրոսեյսմերի չափումներով շենքերի և գրունտների դինամիկական պարամետրերը ուսումնասիրելու համար բնապայման փորձարկումները հանդիսանում են փորձահավանության արժանացած և հուսալի եղանակ: Այդ պատճառով մեր աշխատանքներում դրված խնդիրները լուծելու համար կիրառվել է միկրոսեյսմերի չափումները Հայաստանում շահագործվող շենքերի հետազոտությունների համար:

Բերված է նաև միկրոտատանումների հորիզոնական և ուղղաձիգ սպեկտրների հարաբերությունների H/V սպեկտրների որոշման Նակամուրայի մեթոդը, որը կիրառական նշանակություն ունի շենքերի խոցելիության որոշման գործում: Մեր աշխատանքներում սպեկտրային վերլուծության ժամանակ փորձ է կատարվել նաև կառուցել ուսումնասիրված շենքերի H/V սպեկտրները: Սակայն շենքերի խոցելիության գնահատման նպատակով այս մեթոդի կիրառումը կիրականացվի մեր հետագա հետազոտություններում:

Նկարագրվել է մեր փորձարկումներում կիրառված միկրոտատանումների գրանցման սեյսմաչափական համակարգը, որը համապատասխանում է դրված ինժեներասեյսմաբանական խնդիրների լուծման համար: Մեր աշխատանքներում բնապայման փորձարկումների եղանակով միկրոսեյսմերի չափումները կատարվել են երեք ընդունիչներից բաղկացած շարժական սեյսմակայանի միջոցով՝ CM3-OC սեյսմիկ տվիչներ (երկու հորիզոնական (H) – N-S, E-W և մեկ ուղղաձիգ բաղադրիչ (V) - Z), 8 մուտքով գրանցող սարք (լոգեր)՝ արտադրված ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվ. Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի կողմից, որը անլար ցանցով տվյալները հաղորդում է դյուրակիր համակարգիչ: Լոգերի միջոցով հնարավորություն է ընձեռվում առցանց դիտել

գրանցումները, որոնք ցուցադրվում են համակարգչի մոնիտորի վրա՝ օգտագործելով հատուկ մշակված ծրագիր: Գրանցման հաճախականությունը մեկ վայրկյանում 200 նմուշ է:

Աշխատանքում, որպես հետազոտման մեթոդ, ընտրվել է շենքերի և կառուցվածքների վիճակի ուսումնասիրության 0,6...20 Հց հաճախական տիրույթով միկրոսեյսմերի օգտագործման մեթոդը: Այս մեթոդի ուսումնասիրվող հիմնական պարամետրերն են համարվում ամպլիտուդահաճախային բնութագրերը:

Տվյալ տեսանկյունից միկրոսեյսմերի սպեկտրային բաղադրակազմի վերլուծության մեթոդը բավականին հաջողված է և այն կիրառվել է ինժեներային սեյսմաբանության, սեյսմակայուն շինարարության և երկրաֆիզիկայի տարբեր խնդիրներ լուծելու ժամանակ: Այս մեթոդի առավելություններն են՝ պարզությունը, արդյունավետությունը, մատչելիությունը և աշխատանքի ցածր գնային արժեքը:

Կիրառված եղանակի արդյունավետությունը գնահատելու համար, ընտրվել է մեկ շենք, որի վրա բազմակի անգամ իրականացվել են չափումներ, վերլուծվել և համապատասխանաբար ստուգվել: Այնուհետև ընտրված շենքերի և դրանց հիմնատակերի գրունտների դինամիկ բնութագրերի ուսումնասիրության համար շենքերի յուրաքանչյուր սեկցիայի ամեն հարկերում, ինչպես նաև դրանցից դուրս, շրջակա տարածքում հիմնատակերի գրունտների վրա, կատարվել են գործիքային գրանցումներ՝ միկրոսեյսմերի չափումներ: Յուրաքանչյուր կետում չափումն իրականացվել է 5 ր տևողությամբ:

Բացի այդ շատ կարևոր է կիրառված եղանակի ճիշտ օգտագործումը, մասնավորապես, անհրաժեշտ է միկրոտատանումների գործիքային չափումների ժամանակ խուսափել տրանսպորտային միջոցների երթևեկության ազդեցությունից և այլ մշտական աղբյուրների ազդեցությունից, որոնք առաջացնում են գրունտի և շենքերի խանգարող տատանումներ: Հետևաբար, չափումները կատարվում են գիշերային ժամերին, որպեսզի գրունտի և շենքերի տատանումներն առաջացած լինեն միայն բնական միկրոսեյսմերից:

Աշխատանքում միկրոսեյսմերի սպեկտրային բաղադրակազմը որոշվել է հարմոնիկ վերլուծության մեթոդների միջոցով ֆունկցիայի սպեկտրի որոնման ճանապարհով: Այդ նպատակով վերլուծվում է միկրոսեյսմերի գրանցումներից ստացված կորը, որը ընտրվում է հատուկ ընդգրկույթով, մաքրված աղմուկից, և ներմուծվում է «Mathcad» համակարգչային ծրագիր:

«Mathcad» համակարգչային հանրահաշվի համակարգում ներմուծված միկրոսեյսմերի գրանցման տվյալները մշակվում և վերլուծվում են Ֆուրյեի շարքի միջոցով, որը ներկայացվում է պարբերական սինուսոիդային տատանումների գումարի տեսքով.

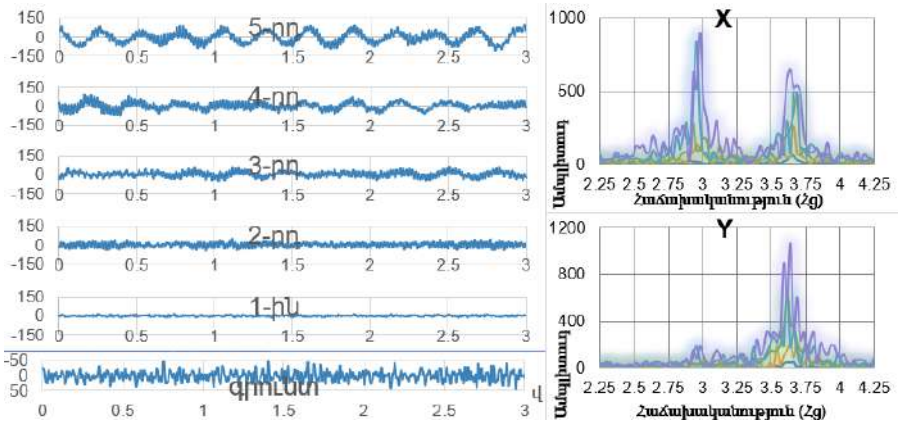
$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}(a_k \cos kx + b_k \sin kx) \ , \qquad (1)$$

որտեղ a_0-ն, a_k-ն և b_k-ն Ֆուրյեի ֆունկցիայի գործակիցներն են: Այդ գործակիցների միջոցով ստացվում է համապատասխան հարմոնիկի ամպլիտուդը հետևյալ բանաձևով.

$$r_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad : \qquad (2)$$

Այնուհետև ամեն մի հետազոտվող կետի համար կառուցվում են Ֆուրյեի սպեկտրները և որոշվում շենքերի դինամիկական բնութագրերը:

<u>Երրորդ գլխում</u> կատարված բնապայման փորձարկումների միջոցով ուսումնասիրվել են տարբեր կոնստրուկտիվ համակարգի շենքերը, մշակվել և վերլուծվել են միկրոսեյսմերի չափումներից ստացված գրանցումների սպեկտրները (Նկ.1):



ա) բ)

Նկ. 1. ա) X բաղադրիչի ուղղությամբ №4 շենքի և հիմնատակի գրունտի միկրոսեյսմերի գրանցումներ՝ ըստ հարկերի, բ) շենքի բոլոր հարկերի X և Y բաղադրիչների Ֆուրյեի սպեկտրների համադրությունը

Հետազոտության օբյեկտ են հանդիսանում Երևան քաղաքում շահագործվող թվով 15 բնակելի շենքերը՝ տարբեր տիպերի, կառուցված տարբեր գրունտների վրա: Շենքերի ընտրությունը կատարվել է ելնելով մի քանի հանգամանքից:

Կան շենքեր, որոնք նախկինում բնապայման փորձարկումներով ուսումնասիրված են եղել, սակայն բավականին երկար ժամանակ (մոտ 50 տարի) նմանատիպ հետազոտություններ չեն իրականացվել: Ուստի շատ կարևոր է նաև ստուգել այդ շենքերի փաստացի վիճակը՝ համեմատելով նախկինում ստացված տվյալների հետ: Աշխատանքում փորձարկված շենքերի ցուցակում կան թվով 6

այդպիսի շենքեր, որոնք նախկինում ուսումնասիրվել են ակադեմիկոսներ Բ.Կ. Կարապետյանի և Է.Ե. Խաչիյանի աշխատանքներում:

Երկրորդ խումբը Հայաստանում լայն տարածում գտած տարբեր տիպարային սերիաների շենքերն են: Ընտրված շենքերի ցուցակում կա նաև մի շենք, որը անհատական նախագծով նորակառույց է՝ նախագծված համաձայն ներկայումս գործող սեյսմիկ նորմերի պահանջների: Հետաքրքրություն է առաջացել ուսումնասիրել այս շենքը՝ համեմատելու համար նորակառույցի և հին շենքերի դինամիկ վարքի առանձնահատկությունները:

Ներկայացվել են շենքերի հիմնական պարամետրերը, լուսանկարները, հիմնատակի գրունտների տեսակները (Աղյուսակ 1): Բոլոր շենքերի համար բերվել են դրանց սխեմատիկ գծագրերը, որտեղ նշված են հետազոտվող օբյեկտի համապատասխանաբար այն կետերը, որտեղ տեղադրվել են սեյսմիկ սարքերը և կատարվել գործիքային չափումներ:

Շենքերի սխեմատիկ գծագրերը կատարվել են՝ հիմք ընդունելով գիտական աշխատություններում առկա նախկինում փորձարկված շենքերի սխեմատիկ գծագրերը և «Հայաստանի ազգային արխիվ» ՊՈԱԿ-ում առկա շենքերի նախագծային փաթեթների ծավալահատակագծային լուծումների գծագրերը, ինչպես նաև կատարվել են չափագրման աշխատանքներ:

Աղյուսակ 1

Փորձարկված բնակելի շենքերի հիմնական բնութագրերը և դրանց հիմնատակի գրունտները

Շենքի №-ը	Շենքի հասցեն, կառուցման թիվ	Շենքի տիպն ու կոնստրուկտիվ լուծումները	Չափերը հատակագծում, մ (սեկցիաներ)	Բարձր., մ (հարկեր)	Հիմնատակի գրունտները
1	Շիրակի 20, 1967թ.	3 հարկանի քարե կրող պատերով շենք՝ անհատական նախագծով	56,0 × 12,0 (4)	10,3 (3)	կոպճախառն
2	Արտաշիսյան 43, 1963թ.	5 հարկանի քարե կրող պատերով շենք՝ անհատական նախագծով	50,4 × 12,0 (3)	15,4 (5)	կոպճախառն
3	Աճառյան 26, 1974թ.	5 հարկանի կոմպլեքս կոնստրուկցիայի շենք՝ 1Ա-450 տիպարային սերիայի	52,6 × 12,2 (3)	15,5 (5)	տուֆեր
4	Շերամի 31, 1973թ.	5 հարկանի կոմպլեքս կոնստրուկցիայի շենք՝ 1Ա-450 տիպարային սերիայի	37,3 × 12,2 (2)	15,5 (5)	բազալտներ
5	Հերացու 22, 1969թ.	7 հարկանի կոմպլեքս կոնստրուկցիայի շենք՝ տիպարային նախագծով	50,4 × 14,8 (3)	21,2 (7)	գլաքարա-կոպճային գոյացումներ ավազային լցանյութով
6	Կիևյան 2, 1965թ.	7 հարկանի կարկասային համակարգի շենք՝ ոչ լրիվ կարկասով և քարե շարվածքով	19,5 × 11,7 (1)	25,2 (7)	բազալտներ

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

7	Բաբաջանյան 39, 1984թ.	9 հարկանի խոշորապանել շենք՝ 1Ա-451ԿՊ տիպարային սերիայի	37,4 × 14,2 (2)	29,2 (9)	բազալտներ
8	Անդրանիկի 138, 1984թ.	9 հարկանի խոշորապանել շենք՝ 129 տիպարային սերիայի	46,8 × 11,4 (3)	27,6 (9)	բազալտներ
9	Շարուրի 24/3, 1976թ.	9 հարկանի կարկասապանելային շենք՝ 111 տիպարային սերիայի	18,0 × 18,0 (1)	29,0 (9)	կոպճախառն
10	Բաբաջանյան 23/1, 1984թ.	9 հարկանի կարկասապանելային շենք՝ 111 տիպարային սերիայի	18,0 × 18,0 (1)	28,8 (9)	բազալտներ
11	Անդրանիկի 56, 1983թ.	9 հարկանի կարկասապանելային շենք՝ 111 տիպարային սերիայի	38,0 × 11,8 (2)	27,7 (9)	բազալտներ
12	Դեմիրճյան 31, 1968թ.	9 հարկանի կարկասային շենք՝ պանելային պատերով	39,0 × 12,0 (2)	35,25 (10)	բազալտե խոշորաբեկոր ապարներ
13	Սարյան 31, 1970թ.	11 հարկանի կարկասային շենք՝ պանելային պատերով	32,0 × 15,0 (2)	34,2 (11)	խճաքարի պարունակու-թյամբ ավազակավ (60%) և տուֆ (40%)
14	Ռաֆֆու 89, 1983թ.	15 հարկանի հավաքովի-միաձույլ տարածական համակարգով շենք՝ 538 տիպարային սերիայի (հեղինակ՝ Բաղալյան)	18,3 × 18,3 (1)	45,8 (15)	բազալտներ
15	Պ.Սևակի 8/1, 2015թ.	16 հարկանի միաձույլ շրջանակակապային շենք՝ անհատական նախագծով	59,0 × 16,2 (3)	55,2 (16)	բազալտներ

Կատարված հետազոտությունների արդյունքում որոշվել են այդ շենքերի և դրանց հիմնատակի գրունտների փաստացի դինամիկական բնութագրերը՝ շենքերի սեփական տատանումների և գրունտների գերակշռող հաճախություն-ների, պարբերությունների և մարման լոգարիթմական դեկրեմենտի արժեքները՝ ըստ X, Y, Z բաղադրիչների:

<u>Չորրորդ գլխում</u> ուսումնասիրվել է միկրոտատանումների գործիքային չափումների սպեկտրային բաղադրակազմը և բացահայտվել են օրինաչափությունները: Ընդհանուր առմամբ, ուսումնասիրված շենքերի համար ձեռք բերված արդյունքների համաձայն շենքերի սեփական տատանումների պարբերությունների փաստացի արժեքները երկայնական ուղղությամբ (Y) ավել են ստացվել, քան լայնական ուղղությամբ (X), բացառությամբ, կոմպլեքս կոնստրուկցիայի 1Ա-450, խոշորապանել 1Ա-451 ԿՊ, երկու մուտքանի կարկասապանելային 111 տիպարային սերիաների և միաձույլ շրջանակակապային շենքերինը:

Հարկ է նշել, որ №1 շենքի 1-ին և 2-րդ սեկցիաների հատման մասում առկա են տարբեր եզրաչափերով կցակառույցներ (բնակիչների կողմից կառուցված), որոնք էլ հենց ազդում են շենքի սեփական տատանման վրա և ստացվում են զանազան գերակշռող պարբերություններ, քանի որ բեռնվածքները

հավասարաչափ չեն բաշխված շենքի երկարությամբ: Իսկ վերջին մուտքում գերակշռող հաճախությունը ամենավառ արտահայտվածն է՝ համեմատած մյուս մուտքերի. նշենք նաև, որ վերջին երկու սեկցիաներում կցակառույցներ առկա չեն:

Աղյուսակ 2

Փորձարկված բնակելի շենքերի չափված սեփական տատանումների պարբերությունները, նրանց հին փորձարարական արժեքները և նորմերում բերված համապատասխան հաշվարկային մեծությունները

Շենքի №-ը	Շենքի տիպն ու կոնստրուկտիվ լուծումները	Չափված սեփ. տատան. պարբ.			Հին փորձ. պարբ., վ և % փոփոխ.		Նորմ. տատան.պարբ. T_1, վ	
		T_X, վ	T_Y, վ	T_Z, վ	$T_x^{հին}$, վ	$T_y^{հին}$, վ	% փոփ. X	% փոփ. Y
1	3 հարկանի քարե կրող պատերով շենք՝ անհատական նախագծով	0,159 0,136 0,161 0,160	0,179 0,18 0,178 0,171	0,10 0,102 0,093 0,096	0,154 3...4,5% 12%	0,154 11...17%	0,165 3% 17,5%	4...9%
2	5 հարկանի քարե կրող պատերով շենք՝ անհատական նախագծով	0,309 0,27 0,272	0,285 0,287 0,286	0,089 0,086 0,087	0,25 23,5% 8...9%	0,25 14...15%	0,275 12,5 % =	3,5...4,5%
3	5 հարկանի կոմպլեքս կոնստրուկցիայի շենք՝ 1А-450 տիպարային սերիայի	0,294 0,309 0,299	0,306 0,308 0,307	0,12 0,12 0,12	-	-	0,275 7...9% 12,5%	11...12%
4	5 հարկանի կոմպլեքս կոնստրուկցիայի շենք՝ 1А-450 տիպարային սերիայի	0,336 0,339	0,275 0,275	0,093 0,092	-	-	0,275 22...23%	=
5	7 հարկանի կոմպլեքս կոնստրուկցիայի շենք՝ տիպարային նախագծով	0,363 0,36 0,36	0,434 0,431 0,432	0,435 0,412 0,417	0,34 6...7%	0,39 11%	0,385 6...6,5%	12...13%
6	7 հարկանի կարկասային համակարգի շենք՝ ոչ լրիվ կարկասով և քարե շարվածքով	0,415	0,395	0,115	0,357 16 %	0,357 11%	-	
7	9 հարկանի խոշորապանել շենք՝ 1А-451КП տիպարային սերիայի	0,446 0,453	0,433 0,432	0,121 0,121	-	-	0,45 =	4%
8	9 հարկանի խոշորապանել շենք՝ 129 տիպարային սերիայի	0,462 0,47 0,475	0,61 0,611 0,599	0,61 0,475 0,555	-	-	0,405 14...17%	50%
9	9 հարկանի կարկասապանելային շենք՝ 111 տիպարային սերիայի	0,509	0,584	0,554	-	-	0,54 6%	8%
10	9 հարկանի կարկասապանելային շենք՝ 111 տիպարային սերիայի	0,53	0,669	0,602	-	-	0,54 =	24%
11	9 հարկանի կարկասապանելային շենք՝ 111 տիպարային սերիայի	0,62 0,617	0,533 0,532	0,589 0,57	-	-	0,54 14...15%	=
12	9 հարկանի կարկասային շենք՝ պանելային պատերով	0,738	0,863	0,15	0,68 8,5%	0,80 8%	0,765 3,5%	13%
13	11 հարկանի կարկասային շենք՝ պանելային պատերով	0,762 0,763	0,971 0,973	0,147 0,144	0,73 4,5%	0,94 3,5%	0,935 18,5%	4%
14	15 հարկանի հավաքովի-միաձույլ տարածական համակարգով շենք՝ 538 տիպարային սերիայի (հեղինակ՝ Բաղալյան)	1,036	1,122	0,188	-	-	1,275 19%	12%
15	16 հարկանի միաձույլ շրջանակակապային շենք՝ անհատական նախագծով	0,835 0,863 0,8	0,743 0,741 0,741	0,729 0,745 0,745	-	-	0,72 11...20%	3%

Կատարվել է շենքերի դինամիկ պարամետրերի ժամանակային վերլուծություն, համեմատվել են փաստացի և նորմերում բերված հաշվարկային արժեքները: Աղյուսակ 2-ում բերված են փորձարկված բնակելի շենքերի չափված սեփական տատանումների պարբերությունները, նրանց հին փորձարարական արժեքները և նորմերում բերված հաշվարկային հաշվարկային մեծությունները, ինչպես նաև ստացված տարբերությունները %-ներով:

Այն շենքերը, որոնց պարբերությունների արժեքները չեն գերազանցում հին չափումների արժեքների 10 %-ը, ապա ըստ «ГОСТ 31937-2011» 6.2.5 կետի պայմանների հաջորդ չափումներն այս շենքի վրա անցկացվում են երկու տարուց: Տվյալ դեպքում՝ ուսումնասիրված №12 և №13 շենքերը:

Իսկ այն շենքերը, որոնց պարբերությունների արժեքը գերազանցում է հին չափման արժեքների ավելի քան 10 %-ը, ապա այդ նույն կետի պայմաններով, նման շենքի տեխնիկական վիճակը ենթակա է պարտադիր արտապլանային հետազննման: Տվյալ դեպքում՝ ուսումնասիրված №1, №2, №5 և №6 շենքերը: Շենքերի անվտանգ շահագործումը, և, հետևաբար, բնակիչների անվտանգությունը ապահովելը սեյսմակայունության կարևորագույն խնդիրներից մեկն է:

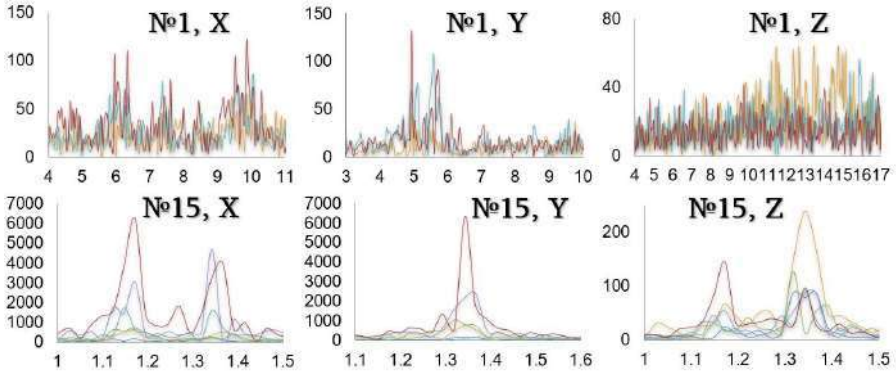
Ստացված փորձարարական արժեքները համեմատվել են գործող «ՀՀՇՆ II - 2.02-2006» նորմատիվային փաստաթղթերում բերված շենքերի համար հորիզոնական տատանումների առաջին ձևի T_1 պարբերության հաշվարկային մեծությունների հետ: №8 շենքի համար Y-ի ուղղությամբ գերակշռող պարբերությունների փաստացի արժեքները մոտավորապես 50 %-ով է ավել ստացվում նորմերում բերված հաշվարկային արժեքից, ինչը վկայում է շենքի ոչ կոշտ լինելու մասին՝ որպես խոշորապանել շենք:

Շենքերի համար ստացված արդյունքները համեմատվել են գրունտի միկրոտատանումների գերակշռող պարբերության արժեքների հետ: Ուսումնասիրված որոշ շենքերի մոտ, որոնք կառուցված են բազալտե և տուֆե գրունտների վրա՝ ռեզոնանսային երևույթ տեղի չի ունենա, իսկ այլ տիպի գրունտների դեպքում գրունտի տատանումների հիմնական տոնի պարբերությունների արժեքները համընկնում են շենքի տատանումների պարբերությունների արժեքների հետ X և Y ուղղություններով, որոնք կարելի է դիտարկել որպես գրունտի վրա շենքի տատանումներից փոխանցվող հակադարձ ազդեցություն:

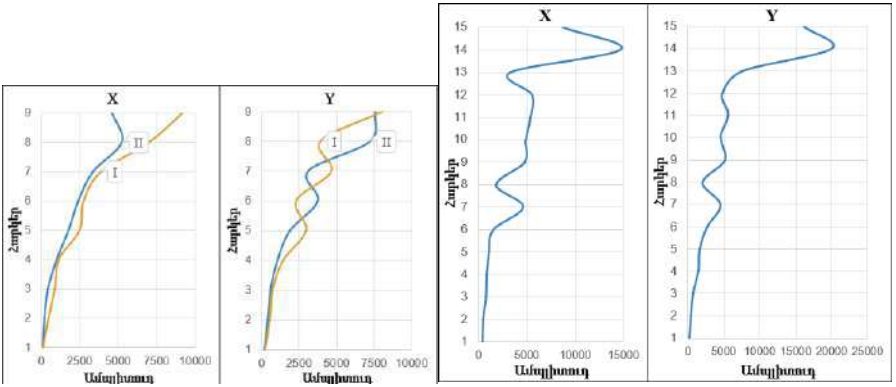
Բացահայտվել են շենքերի և դրանց հիմնատակերի գրունտների համատեղ աշխատանքի առանձնահատկությունները: Ստացվել է, որ բազալտե գրունտների դեպքում տիպարային 111 սերիայի շենքի սեփական տատանումների պարբերությունների միջինացված արժեքները ավելի մեծ են, քան միևնույն ծավալահատակագծային լուծումներ ունեցող կոպճախառն գրունտների վրա կառուցված շենքի արժեքները:

Նկատվել են օրինաչափություններ հին և նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմում: Ստացվել է, որ ի տարբերություն հին շենքերի՝ նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմում գերակշռող գագաթնակետերը հստակ են

արտահայտված (Նկ.2)։ Դա կարող է պայմանավորված լինել նրանով, որ ժամանակի ընթացքում շենքի կոնստրուկցիայում առաջանում են միկրոճաքեր, թերություններ և շենքը սկսում է փոխել իր տատանման օրինաչափությունը և նոր գերակշռող հաճախություններ են ի հայտ գալիս, որոնք ավելի փոքր են, քան սկզբնական արժեքը։



Նկ. 2. Հին և նոր շենքերի X, Y և Z բաղադրիչների Ֆուրյեի սպեկտրների համեմատությունը



Նկ. 3. №9, №10 և №14 շենքերի էպյուրները

Հետազոտվել է ազատ տատանումների ամպլիտուդների գագաթնակետային արժեքների բաշխումն ըստ հարկերի (Նկ.3)։ Եթե շենքը տատանվում է որպես մեկ միասնություն, ապա դիմադրելու հնարավորությունները բարձր են, քանի որ բեռնվածքները հավասարաչափ են բաշխված։ Եթե շենքի մի մասը տատանվում է մեկ օրենքի համաձայն, իսկ մյուս մասը՝ այլ, ապա տատանումների համապատասխան պատկերում հայտնվում է

այսպես կոչված համատարածության խզում: Դա, հավանաբար, շենքի թույլ հատվածն է, և այդտեղ կան թաքնված թերություններ:

Այսպիսով, իմանալով թերությունների ճշգրիտ տեղայնացումը, այնուհետև կարելի է օգտագործել սովորական մեխանիկական գործիքներ, ինչն էլ թույլ կտա պարզել, թե ինչ է տեղի ունենում շենքի կոնստրուկցիայում և արդյոք հնարավոր է վերացնել հնարավոր վտանգի աղբյուրը: Եվ այս խնդիրները լուծելով՝ ստացվում է տնտեսել բավականին մեծ ժամանակ, աշխատուժ և միջոցներ:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Պարզաբանվել է, որ ուսումնասիրված քարե կրող պատերով կոնստրուկտիվ համակարգով շենքում կցակառույցի պատճառով դրա կոնստրուկտիվ ամբողջականությունը խախտված է, և այն չի աշխատում որպես ընդհանուր միասնություն: Իսկ տիպարային 1A-450 սերիայի շենքերի դեպքում՝ կոնստրուկտիվ լուծումների թերության պատճառով շենքերն ունեն համատարածության խզում և այսպիսի վարքագծի դեպքում ժամանակի ընթացքում շենքերի կոնստրուկցիաներում առաջանում են ճաքեր, որոնք էլ թուլացնում են շենքերը:
2. Ստացվել է, որ միևնույն ծավալահատակագծային լուծումներով տիպարային 111 սերիայի շենքերի համար բազալտե գրունտների դեպքում շենքի սեփական տատանումների պարբերությունների միջինացված արժեքը ավելի մեծ է, քան կոպճախառն գրունտների վրա կառուցված շենքինը: Այս փաստը կարիք ունի հետագա մեկնաբանման՝ այլ գրունտային պայմաններում կառուցված տիպարային 111 սերիայի շենքերի փաստացի դինամիկական բնութագրերի հայտնաբերման ու վերլուծության ժամանակ:
3. Ուսումնասիրված նորակառույց, միաձույլ երկաթբետոնե շենքի սպեկտրային վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ X-ի ուղղությամբ 1-ին և 3-րդ եզրային սեկցիաներում շենքն ունի երկու գերակշռող հաճախություններ, իսկ 2-րդ շարքային սեկցիայում, ինչպես նաև Y-ի ուղղությամբ բոլոր սեկցիաներում չի նկատվում դա: Դրա պատճառն է հանդիսանում շենքի բարձակային (կոնսոլային) մասերի վրա առկա շարվածքը, որն ավելացնում է շենքի կոշտությունը, և եզրային սեկցիաներում այդ բարձակների ընդհանուր մակերեսն շատ ավելի մեծ է, քան շարքային սեկցիայում:
4. Հետազոտվել է ազատ տատանումների ամպլիտուդների գագաթնակետային արժեքների բաշխումն ըստ հարկերի: Բնապայման փորձարկումներով ստացված տատանումների ամլիտուդների էպյուրների տեսքը բազմահարկ շենքերի ստորին և վերին հարկերում էապես տարբերվում է: Վերլուծության արդյունքում ստացված նոր օրինաչափությունները կարիք ունեն հետագա մեկնաբանման:
5. Համեմատական վերլուծության արդյունքում այն շենքերը, որոնք նախկինում հետազոտված են եղել, և դրանց սեփական տատանումների

պարբերությունները աճել են ավելի քան 10 %-ով, ապա ըստ «ГОСТ 31937-2011» 6.2.5 կետի պայմանների նման շենքերի տեխնիկական վիճակը ենթակա է պարտադիր արտապլանային հետազննման, մասնավորապես, հետազոտված 3 և 5 հարկանի քարե կրող պատերով և 7 հարկանի շենքերը:

6. Փորձարկված շենքերի համար ստացված փաստացի պարբերության արժեքները համեմատվել են գործող «ՀՀՇՆ II-6.02-2006» նորմատիվային փաստաթղթերում բերված համապատասխան տվյալների հետ: Բացահայտվել է, որ որոշ շենքերի համար ստացված փաստացի արժեքները համընկել են նորմերում բերված հաշվարկային արժեքների հետ, իսկ մնացած շենքերի դեպքում՝ զգալի տարբերություններ են ստացվել (օրինակ՝ 129 սերիայի 9 հարկանի խոշորապանել շենքում մինչև 50% է ստացվել):
7. Բացահայտվել են որոշակի առանձնահատկություններ հին և նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմում: Ի տարբերություն հին շենքերի՝ նոր շենքերի սպեկտրային բաղադրակազմում հստակ երևում են գերակշռող գագաթնակետերը: Հին շենքերում Ֆուրյեի սպեկտրների ուղղաձիգ բաղադրիչի (Z) ուղղությամբ չկան վառ արտահայտված գագաթնակետեր, և գագաթնակետերի ընդգրկույթը բավականին լայն է, իսկ նոր շենքերում հստակ արտահայտվում են հիմնական տոնի գերակշռող հաճախությունները:

Ընդհանուր առմամբ ստացված արդյունքներն ունեն գիտակիրառական նշանակություն և կարող են հաշվի առնվել քաղաքաշինության նորմերում, մասնավորապես, «ՀՀՇՆ II-6.02-2006» նորմատիվային փաստաթղթի համապատասխան կետերի կատարելագործման գործում: Առաջարկվում է ԵԻՍԻ-ի կողմից մշակված նոր սերնդի ախտորոշիչ համակարգի միջոցով իրականացնել առավել լայնածավալ հետազոտություններ, նպատակաուղղված շենքերի օպերատիվ տեխնիկական վիճակի հետազննության և համապատասխանաբար փաստագրման բնապայման փորձարկումների միջոցով:

Ատենախոսության թեմայով հրատարակված աշխատանքներ

1. Карапетян Дж. К., Мхитарян Д.А., Айрапетян О.Ю. Инструментальное обследование зданий и сооружений в натурных условиях и оценка их технического состояния. Геолого-геофизические исследования глубинного строения Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: современные вызовы и методы исследований / Под ред. Заалишвили В. Б. – Владикавказ: ГФИ ВНЦ РАН, 2017. – С. 442-452.

2. Айрапетян О.Ю. Экспериментальное исследование динамических характеристик семиэтажного жилого каркасного здания на основе микросейсмических колебаний. Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сборник статей VI Всероссийской молодёжной геологической конференции, Уфа, 2018, С. 189-193.

3. Հայրապետյան Հ.Յու. Հիմնատակի միևնույն տեսակի գրունտի վրա կառուցված տարբեր սերիաների տիպային խոշորապանել բնակելի շենքերի դինամիկ բնութագրերի ուսումնասիրումը բնապայման փորձարկումների եղանակով // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրաբեր. – Երևան. – 2018, 15 (3), էջ 430-435:

4. Karapetyan J., Hayrapetyan H., Mkhitaryan D. Studying The Behavior of The Framed Residential Buildings Located in The City of Yerevan // Bulletin of National Agrarian University of Armenia. – 4 (64). – Yerevan. – 2018. – Pp. 43–48.

5. Карапетян Дж. К., Айрапетян О. Ю., Мхитарян Д. А. Анализ динамических характеристик здания комплексной конструкции с помощью мобильной сейсмостанции нового поколения // Геология и геофизика Юга России. 2019. Том 9 № 1. С. 110-121.

6. Կարապետյան Ջ.Կ., Հայրապետյան Հ.Յու., Մխիթարյան Դ.Ա. Բարձրահարկ կարկասային շենքի դինամիկական բնութագրերի որոշումը բնապայման փորձարկումների միջոցով // ՃՇՀԱՀ Տեղեկագիր. – Երևան. – 2019. – N2 /63. – էջ 3-10:

Айрапетян Оганес Юраевич

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ НАТУРНЫМИ ИСПЫТАНИЯМИ

Резюме

В диссертационной работе рассмотрены вопросы методики и результатов исследований динамических характеристик зданий различных конструктивных систем натурными испытаниями.

Изучение поведения зданий и сооружений в натурных условиях является важной задачей научно-исследовательского и прикладного характера, в частности, для мониторинга их технического состояния и паспортизации, что является актуальным особенно на территории Армении, учитывая активную сейсмичность региона.

В работе исследованы динамические характеристики зданий различных конструктивных систем с целью выявления их особенностей по данным натурных испытаний.

Использованная нами методика изучения поведения зданий проведена с помощью мобильной сейсмостанции, состоящей из трех приемников – сейсмодатчиков СМ-3 (два горизонтальных (H) – N-S, E-W, один вертикальный компонент (V) - Z), общего блока преобразования, управления и регистрации производства ИГИС НАН РА.

На каждом этаже и во всех секциях исследованных зданий, а также на грунте основания проводились измерения микросейсм. Определялись периоды колебаний зданий и для грунтов в поперечном T_X, в продольном T_Y, и вертикальном T_Z направлениях. Преимущества способа в том, что он прост и может быть использован для массовых испытаний в различных периодах эксплуатации сооружения.

Измерения были произведены в ночное время для того, чтобы колебания грунта и зданий были вызваны только естественными микросейсмами.

Объектом исследования явились 15 жилых зданий города Еревана, различных типов, возведенных на разных грунтах основания. В частности, исследованы здания, которые экспериментальным путем ранее изучены учеными Б.К. Карапетяном и Э.Е. Хачияном, но для которых в течение достаточно большого времени (около 50 лет) подобных испытаний не проводились. Поэтому очень важно проверить фактическое состояние зданий, сравнить их динамические характеристики и данные полученных от ранее проведенных работ. Во второй группе исследованы здания разных типовых серии, которые широко распространены в Армении. Исследовано также высотное здание, индивидуально спроектированное с учетом требований действующих сейсмических нормативов.

Для каждой исследуемой точки построены спектры Фурье. Выполнен спектральный анализ по полученным экспериментальным данным инструментальной записи. Были определены динамические характеристики этих зданий и их грунтов:

значения преобладающих периодов и частот колебаний зданий и грунтов в X, Y и Z направлениях, а также значения логарифмического декремента затухания.

Выявлены закономерности по изучении спектрального состава инструментальных записей микросейсм. Результаты исследования показывают, что в рассмотренных зданиях с каменными несущими стенами, их конструктивная целостность, как единая целая нарушена.

Выявлены особенности совместной работы зданий и грунтов. Для базальтовых пород значения преобладающего периода колебаний грунта в трех направлениях существенно различаются от периодов собственных колебаний зданий, и в спектрах Фурье имеются ярко выраженные преобладающие пики. В случаи дисперсных грунтов в спектре Фурье от микроколебаний грунта имеются пики с небольшими амплитудами. Значения периодов основного тона колебания таких грунтов совпадают с значениями периодов колебаний зданий в X и Y направлениях, которые можно рассматривать как обратное воздействие на грунт, передаваемое от колебаний здания. В этом проявляются особенности совместной работы здания и грунта.

Преобладающие периоды, полученные для исследуемых зданий, сопоставлены с соответствующими данными нормативов «СНРА II-2.02-2006». Установлено, что фактические значения, полученные для некоторых из исследованных зданий, почти совпадали с расчетными значениями, приведенными в нормах, в то время как для других зданий были получены различия до 50 %.

Выявлены закономерности изменения динамических характеристик в зависимости от длительности эксплуатации здания. Фактические значения периодов собственных колебаний зданий по сравнению с ранее полученными значениями у разных зданий возросли от 3% до 24%. Для зданий, значение периодов которых превышает более чем на 10%, по условиям пункта 6.2.5 «ГОСТ 31937-2011», техническое состояние таких зданий подлежит обязательному внеплановому обследованию.

Исследовано распределение пиковых значений амплитуд свободных колебаний по этажам. В результате для высотных зданий в нижних и верхних этажах вид построенных эпюр существенно отличается. Закономерности, полученные в результате анализа выполненных исследований, требуют дополнительных обоснований.

Полученные в диссертационной работе результаты имеют научно-прикладное значение и должны быть учтены в нормативном документе «СНРА II-6.02-2006».

Hovhannes Yu. Hayrapetyan

METHODOLOGY AND RESULTS OF EXPLORING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE BUILDINGS OF DIFFERENT STRUCTURAL SYSTEMS USING FIELD TESTS

Summary

The thesis addresses the study of the dynamic characteristics of the buildings of different structural systems using field tests.

Studying the behavior of buildings and structures in the field tests is an important task for scientific research and applied purposes, particularly, for monitoring their technical condition and certification. Because of the high seismicity of the region, this issue is relevant especially in Armenia, where the instrumental study of the buildings is of great importance from the point of view of their safe operation.

The aim of the thesis is to investigate the actual dynamic characteristics of the buildings of different structural systems and reveal their features using field tests.

Our experiments have been carried out by using a mobile seismic station, which is consists of three receivers — seismic sensors SM-3 (two horizontal (H) — N-S, E-W and one vertical component (V) — Z), 8 input logger, powered by IGES NAS RA.

Microtremors have been measured on each floor and in all sections of the buildings, and on the soils of their bases. Then the periods of the vibration of the buildings and their soils have been determined in both the transverse T_X and the longitudinal T_Y, and the vertical T_Z directions. The advantages of this method are that it is simple and can be used for mass testing in various stages of operation of the structure.

The measurements have been made at night so that the vibrations of the soil and the buildings have been caused only by natural microtremors.

The object of the research was 15 residential buildings of different types, erected on various foundation soils in the city of Yerevan. There are buildings that have been previously studied experimentally by scientists B.K. Karapetyan and E.Y. Khachiyan, but for a fairly long time (about 50 years), such tests have not been carried out. Therefore, it is very important to check the actual condition of these buildings, to compare their dynamic characteristics and data obtained from previous work. The second group of buildings is different typical series buildings, which are widespread in Armenia. The list of selected buildings also includes a newly-erected high-rise individually designed building.

For each investigated point, Fourier spectra have been constructed. Spectral analysis has been performed based on the obtained experimental data from instrumental recordings. As a result of the research, the actual dynamic characteristics of these buildings and their soils have been determined, particularly, the values of the dominant periods and frequencies of vibrations of the buildings and soils in the X, Y and Z directions, as well as the values of the logarithmic attenuation decrement.

The spectral composition of instrumental records of microtremors has been studied and regularities have been revealed. The research results show that in studied buildings with stone load-bearing walls, structural integrity is broken and does not work as a whole.

The features of the joint work of the buildings and soils are revealed. For basaltic soils, the values of the dominant period of soil vibrations in three directions differ significantly from the periods of free vibrations of the buildings, and in the Fourier spectra, they have pronounced dominant peaks. And in the case of dispersed soils, there are many peaks with small amplitudes in the Fourier spectrum of micro-vibrations of the soil. The values of the periods of the first tone of the vibration of such soils coincide with the values of the periods of vibration of buildings in X and Y directions, which can be considered as the inverse effect on the soil, transmitted from the vibrations of the building.

The actual values of the dominant periods which have been obtained for the buildings under study, have been compared with the relevant data, presented in the current regulatory documents “CNRA II-2.02–2006”. It was found that the actual values which have been obtained for some studied buildings almost coincided with the calculated values given in the norms, while for other buildings differences are up to 50%.

The patterns of changes in dynamic characteristics depend on the duration of operation of the building are revealed. The actual values of dominant periods of free vibrations of the buildings, compared to the old values in different buildings have been increased from 3% to 24%. The dominant periods of those buildings, which exceed the value of the old measurement by more than 10%, according to the conditions of paragraph 6.2.5 of “GOST 31937-2011”, the technical condition of such a building is subject to mandatory unscheduled inspection.

The distribution of the peak values of the amplitudes of free vibrations of the buildings according to the floors is investigated. As a result, for high-rise buildings in the lower and upper floors, the form of the constructed diagrams differs significantly. The new patterns which have been obtained as a result of the analysis require further interpretation.

In general, the results that have been obtained have scientific and applied importance and can be taken into account in the regulatory document “CNRA II-6.02–2006”.