

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

ՀԱՄԱՌՈՏ ՇԱՐԱԴՐՎՈՒՄ Է ՌՈՒՍԱՍՏԱՆԻ ԴԱՇՆՈՒԹՅԱՆ ՎՆԻՒՆՏԻ

“ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ” ՌԵՖԵՐԱՏԻՎ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ
ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆՈՒՄ (ISSN 0233-8440)

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ
РЕФЕРИРУЮТСЯ В РЕФЕРАТИВНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ
ЖУРНАЛЕ “СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА” (ISSN 0233-8440)
ВНИИТПИРОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

BULLETIN

OF NATIONAL UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION OF ARMENIA
IS ABSTRACTED IN THE INFORMATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY
ABSTRACTS JOURNAL OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE (ISSN 0233-8440)
OF VNIINTPI OF RUSSIAN FEDERATION



Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանի Տեղեկագիրը,

ՀՀ ԲՈՂ-ի որոշմամբ, ընդգրկվել է ատենախոսությունների հիմնական

*արդյունքների և դրույթների հրատարակման համար ընդունելի պարբերական գիտական
հրատարակությունների ցուցակում՝ դոկտորական և թեկնածուական ատենախոսությունների համար:*

*Известия Национального университета архитектуры и строительства Армении по решению ВАК
РА включены в перечень периодических научных изданий, принятых для публикаций основных
результатов и положений докторских и кандидатских
диссертаций.*

*The Bulletin of National University of Architecture and Construction of Armenia , by the decision SCC
of RA, has been included to the list of periodic scientific publications accepted for publishing the main
results and the provisions of doctoral and candidate dissertations*

ՀՏԴ 550.34.016

***Ջոն Կոստիկի Կարապետյան¹, Հովհաննես Յուրայի Հայրապետյան¹,**

Դոկտրես Աղասու Մխիթարյան¹

ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվ. Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտ,

ք. Գյումրի, jon_iges@mail.ru

**ԲԱՐՁՐԱՀԱՐԿ ԿԱՐԿԱՍԱՑԻՆ ՇԵՆՔԻ ԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ
ԲՆԱՊԱՅՄԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ**

Խնդիր է դրված բնապայման փորձարկումների (գործիքային գրանցումների) միջոցով ուսումնասիրել Երևան քաղաքում շահագործվող տիպարային 538 սերիայի բարձրահարկ շենքի դինամիկ պարամետրերը: Կատարվել է գործիքային գրանցումների սպեկտրային վերլուծություն, և ստացված տվյալները համեմատվել են գործող ՀՀՇՆ II - 2.02-2006 նորմատիվային փաստաթղթերում բերված համապատասխան տվյալների հետ: Բացահայտվել են ստացված փաստացի արժեքների զգալի տարբերություններ նորմատիվային արժեքից:

***Առանցքային բառեր.** միկրոսեյսմեր, Ֆուրյեի սպեկտր, սպեկտրային վերլուծություն, դինամիկական բնութագրեր, տատանումների պարբերություն:*

Ներածություն

Շենքերի և կառույցների դինամիկ պարամետրերի ուսումնասիրությունը բնապայման փորձարկումների միջոցով կարևոր գիտակիրառական խնդիր է, քանի որ այն առնչվում է հազարավոր մարդկանց կյանքի և նյութական բարիքների պահպանության հետ: Բացի այդ, խնդիրն արդիական է հատկապես Հայաստանում՝ հաշվի առնելով տարածքի բարձր սեյսմիկությունը: Այս պարագայում շենքերի և կառույցների ախտորոշման, տեխնիկական վիճակի պարբերաբար գնահատման գործում անհրաժեշտ են այնպիսի մեթոդական մոտեցումներ, որոնք հնարավորություն կտան, անկախ երկրաշարժի տեղի ունենալու պրոցեսից, հետազոտել շենքի տեխնիկական վիճակը, բացահայտել շենքի կոնստրուկցիաների աշխատանքի առանձնահատկությունները և գնահատել շենքի կոնստրուկտիվ ամբողջականությունը:

Ներկայումս այս խնդիրը միանշանակորեն հնարավոր է լուծել միկրոսեյսմների գրանցման (չափման) միջոցով: Այդ նպատակով խնդիր է դրվել բնապայման փորձարկումների (միկրոսեյսմերի) արդյունքների հիման վրա ուսումնասիրել տարբեր կոնստրուկտիվ համակարգի շենքերի և կառուցվածքների փաստացի վարքի դինամիկական պարամետրերը, առանձնահատկությունները, գործիքային չափումների եղանակով ստանալ տարբեր կոնստրուկտիվ համակարգի շենքերի և կառուցվածքների հիմնական փաստացի դինամիկական բնութագրերը (ազատ տատանումների հաճախություններն ու ձևերը, տատանումների մարման բնութագրերը):

Մասնավորապես, սույն աշխատանքում խնդիր է դրվել բնապայման փորձարկումներով ուսումնասիրել Երևան քաղաքում շահագործվող տիպարային 538 սերիայի («Բաղալյանական») բնակելի 15 հարկանի շենքը, միկրոսեյսմների չափումների սպեկտրային վերլուծությունից ստանալ դրանց հիմնական փաստացի դինամիկական բնութագրերը, հետազոտել ըստ կոնստրուկտիվ տարբերի ազատ տատանումների ամպլիտուդների գազաթնակետային արժեքների բաշխումը, բացահայտել շենքի և գրունտի համատեղ աշխատանքի առանձնահատկությունները, ինչպես նաև համեմատել փաստացի և նորմատիվային արժեքները:

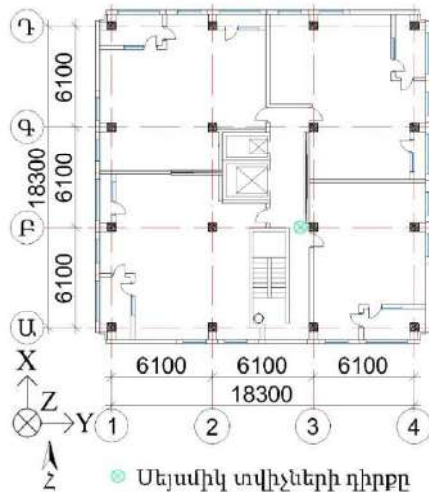
Հայաստանում շենքերի և կառուցվածքների դինամիկ պարամետրերի ուսումնասիրման փորձարարական հետազոտություններ իրականացրել են ինժեներային սեյսմաբանության և սեյսմակայուն շինարարության հեղինակավոր գիտնականներ Բ.Կ. Կարապետյանի [1], Է.Ն. Խաչիյանի [2, 3] և ուրիշների կողմից [4]:

Հայտնի է, որ Երևան քաղաքում լայն տարածում են գտել «Բաղայանական» շենքերը: Դրանք տիպարային 538 սերիայի բարձրահարկ շենքեր են՝ նախագծված ինժեներ-ճարտարապետ Ռ. Բաղայանի կողմից 1970-ական թթ.: Շենքերն ունեն ինքնատիպ կոնստրուկտիվ համակարգ, և այդ տիպի շենքերի կառուցումը սկզբում իրականացվել է Երևան քաղաքում, իսկ Հայաստանից դուրս սահմանափակ քանակով՝ նաև Ռուսաստանում, Սոլդովայում Ուզբեկստանում [5]:

Փորձարկված տիպարային 538 սերիայի շենքը գտնվում է Րաֆֆու փ. թ. 89 հասցեում (նկ. 1ա), նախագծված է 7 բալանոց սեյսմիկության գոտու համար (ըստ նախկինում գործող նորմերի) և կառուցվել է 1983 թ. բազալտե գրունտների վրա: Շենքը հատակագծում քառակուսի տեսք ունեցող 18,3×18,3 մ² չափերով (նկ. 1բ), մեկ մուտքանի, նկուղային և վերգետնյա 15 հարկերով 45,8 մ բարձրությամբ կառույց է:



ա)



բ)

Նկ. 1. Շենքի ա) ընդհանուր տեսքը և բ) տիպարային հարկի սխեմատիկ հատակագիծը

Ըստ կոնստրուկտիվ լուծումների՝ այն հավաքովի-միաձույլ տարածական համակարգով երկաթբետոնե կարկասային շենք է՝ պատրաստված գործարանային շրջանակներից: Հիմքերը կետային են՝ հավաքովի երկաթբետոնից: Կանգնակները և պարզունակները հավաքովի երկաթբետոնից են, ունեն 500x500 մմ² և 500x570 մմ² չափեր: Ծածկի սալերը լուծված են երկաթբետոնե կլորանցքավոր պանելների կիրառմամբ: Աստիճանավանդակը հավաքովի երկաթբետոնե տարրերից է բաղկացած: Ներքին միջնորմային պատերն իրականացված են սնամեջ խարամաբետոնե բլոկների շարվածքով: Տանիքը հարթ է՝ կազմակերպված ներքին ջրահեռացմամբ, պատված է փաթեթոցային ջրամեկուսիչ ծածկույթով:

Կառուցվածքի և հիմնատակի գրունտների դինամիկ բնութագրերի ուսումնասիրության համար՝ շենքերի յուրաքանչյուր մուտքի ամեն հարկերում, ինչպես նաև դրանից դուրս, շրջակա տարածքում հիմնատակի գրունտի վրա կատարվել են միկրոսեյսմերի չափումներ (նկ. 2ա):



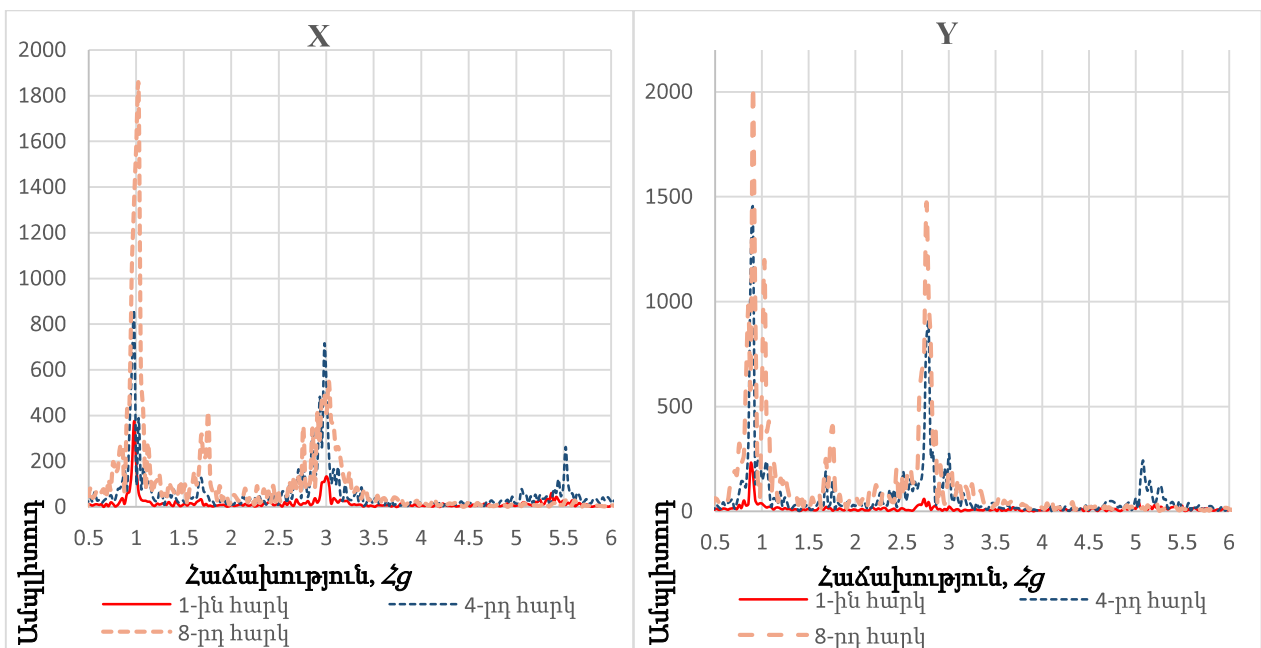
ա)

բ)

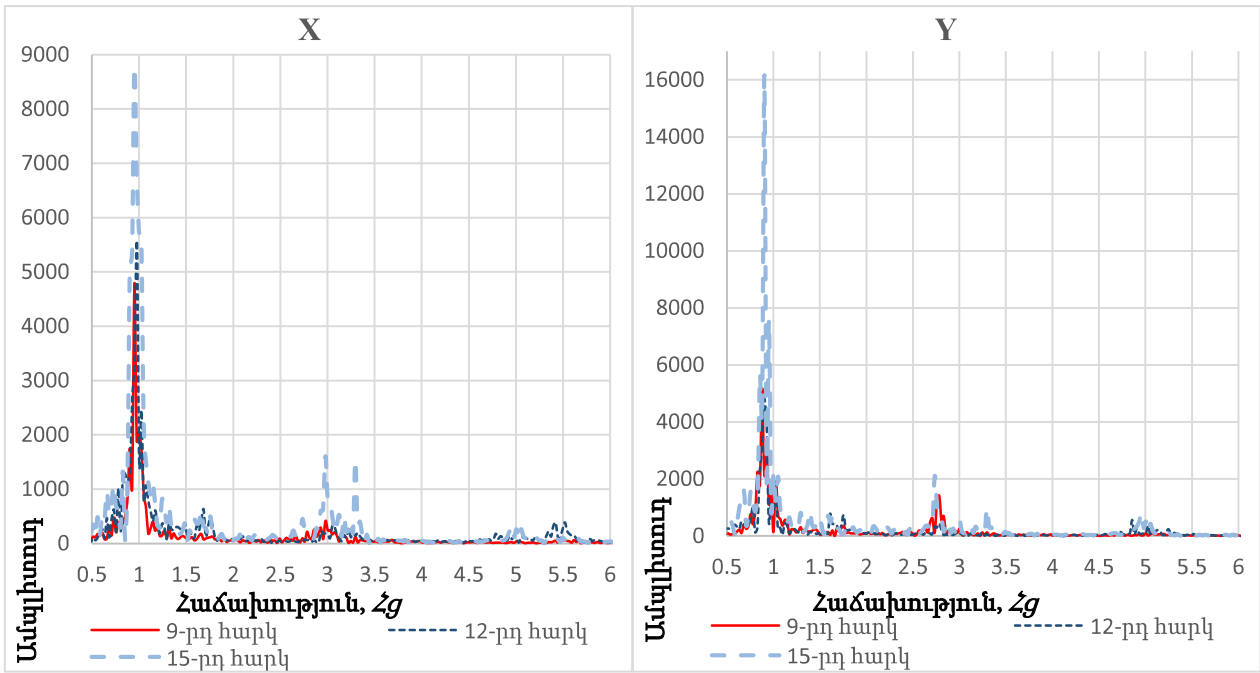
Նկ. 2. ա) Մեսյամիկ տվիչների տեղադրությունը շենքում, բ) լոգեր

Միկրոսեյամերի չափումները կատարվել են երեք սեյամիկ ընդունիչներից բաղկացած շարժական սեյամակայանի միջոցով՝ CM-3 սեյամիկ տվիչներ (երկու հորիզոնական (H) – N-S, E-W և մեկ ուղղաձիգ բաղադրիչ (V) - Z), 8 մուտքով գրանցող սարք (լոգեր) (նկ. 2բ)՝ արտադրված ԵԻՄԻ-ի կողմից, հագեցած անլար ցանցով, որն ապահովում է կապը դյուրակիր համակարգչի հետ [6]: Օգտագործելով հատուկ մշակված ծրագիր՝ այդ սարքով հնարավորություն է ընձեռվում առցանց դիտելու գրանցումները, որոնք ցուցադրվում են համակարգչի մոնիտորի վրա: Գրանցման հաճախությունը մեկ վայրկյանում 200 նմուշ է: Այս մեթոդի առավելություններն են՝ պարզությունը, արդյունավետությունը, մատչելիությունը և աշխատանքի ցածր գնային արժեքը:

Գործիքային գրանցումներից ստացված տվյալների հիման վրա կատարվել է սպեկտրային վերլուծություն, կառուցվել են Ֆուրյեի սպեկտրները (նկ. 3 և նկ. 4), որի արդյունքում որոշվել են դինամիկ բնութագրերը: Շենքի և դրա հիմնաստակի գրունտի դինամիկ բնութագրերի փաստացի արժեքները X, Y և Z ուղղություններով ներկայացված են աղյուսակում:



Նկ. 3. Շենքի 1-8 հարկերի X և Y բաղադրիչների Ֆուրյեի սպեկտրների համադրությունը



Նկ. 4. Շենքի 9-15 հարկերի X և Y բաղադրիչների Տոբյեի սպեկտրների համադրությունը

Վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ շենքի Տոբյեի սպեկտրներում ի հայտ են գալիս 4 տիպի տարբեր տոնի հաճախություններ: X-ի ուղղությամբ ըստ հարկերի գերակշռող տատանումների հիմնական տոնի հաճախությունները վատ արտահայտված գազաթնակետերով գտնվում են 0,95...0,98 Հg տիրույթում, տատանման 2-րդ և 3-րդ տոնի հաճախությունները ստացվել են մոտ 1,68 Հg և 3 Հg, որոնք ըստ հարկերի սպեկտրներում հստակ ընդգծվում են, բացառությամբ 13-րդ հարկի հատվածում, որտեղ գրեթե չեն նշմարվում: Իսկ 4-րդ տոնի հաճախությունները՝ 5,37...5,57 Հg, ըստ հարկերի սպեկտրներում հստակ ընդգծվում են, բացառությամբ բարձրության կեսի և վերին հատվածներում, որտեղ գրեթե չեն նշմարվում:

Y-ի ուղղությամբ ըստ հարկերի տատանումների հիմնական տոնի գերակշռող հաճախությունները վատ արտահայտված գազաթնակետերով գտնվում են 0,88...0,9 Հg տիրույթում, տատանման 2-րդ և 3-րդ տոնի հաճախությունները ստացվել են մոտ 1,69 Հg և 2,75 Հg, որոնք ըստ հարկերի սպեկտրներում հստակ ընդգծվում են, նույնպես բացառությամբ 13-րդ հարկի հատվածում, որտեղ գրեթե չեն նշմարվում: Իսկ 4-րդ տոնի հաճախությունները՝ 4,96...5,1 Հg, որոնք ըստ հարկերի սպեկտրներում հստակ ընդգծվում են, նույնպես բացառությամբ բարձրության կեսի և վերին հատվածներում, որտեղ գրեթե չեն նշմարվում:

Աղյուսակ

Ուսումնասիրված շենքի և հիմնատակի գրունտի փաստացի դինամիկական բնութագրերը

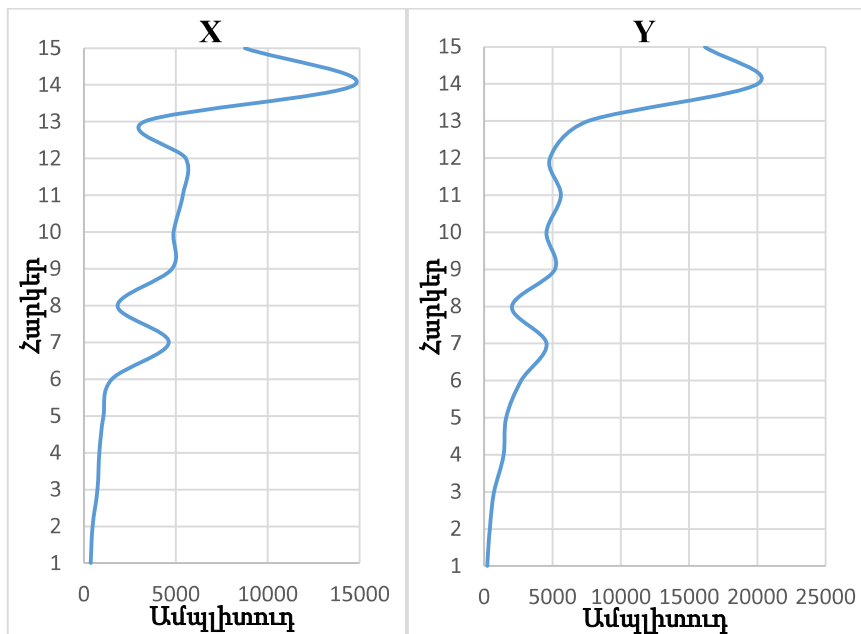
Հարկ	X			Y			Z		
	Հաճախ., Հg	Ամպլիտ.	Պարբ., վ	Հաճախ., Հg	Ամպլիտ.	Պարբ., վ	Հաճախ., Հg	Ամպլիտ.	Պարբ., վ
գրունտ	16,604	1387	0,0602	16,604	1094	0,060	16,604	374,52	0,060
1	0,977	375,39	1,0235	0,879	227,66	1,138	5,347	120,59	0,187
2	0,952	470,99	1,0504	0,879	407,91	1,138	5,323	92,3	0,188
3	0,952	740,88	1,0504	0,879	731,48	1,138	5,323	156,49	0,188
4	0,977	843,96	1,0235	0,903	1430	1,107	5,298	103,6	0,189

5	0,977	1064	1,0235	0,903	1610	1,107	5,347	221,18	0,187
6	0,952	1516	1,0504	0,903	2718	1,107	5,347	204,2	0,187
7	0,952	4620	1,0504	0,903	4564	1,107	5,396	328,14	0,185
8	1,026	1832	0,9747	0,903	2026	1,107	5,396	379,76	0,185
9	0,952	4792	1,0504	0,879	5179	1,138	5,347	213,37	0,187
10	0,952	4879	1,0504	0,903	4569	1,107	5,298	501,7	0,189
11	0,977	5385	1,0235	0,879	5611	1,138	5,03	716	0,199
12	0,977	5546	1,0235	0,903	4817	1,107	5,298	617,9	0,189
13	0,952	3302	1,0504	0,879	7640	1,138	5,421	401,41	0,184
14	0,952	14740	1,0504	0,879	20020	1,138	5,25	945,47	0,190
15	0,952	8761	1,0504	0,903	16170	1,107	5,347	921,3	0,187
միջին	0,965	-	1,036	0,892	-	1,122	5,318	-	0,188

Շենքի չափումների տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ սեփական տատանումների պարբերությունների մեծությունները կազմում են. X-ի ուղղությամբ՝ միջինացված արժեքը 1,036 *վ* (հաճախությունը՝ 0,965 *Հց*), Y-ի ուղղությամբ՝ միջինացված արժեքը 1,122 *վ* (հաճախությունը՝ 0,892 *Հց*), Z-ի ուղղությամբ՝ միջինացված արժեքը 0,188 *վ* (հաճախությունը՝ 5,318 *Հց*):

Շենքի սեփական տատանումների հիմնական տոնի լրգարիթմական դեկրեմենտի միջին արժեքը X-ի ուղղությամբ կազմում է 0,198, Y-ի ուղղությամբ՝ 0,20, իսկ Z-ի ուղղությամբ՝ 0,045:

Հետազոտվել է ազատ տատանումների ամպլիտուդների գագաթնակետային արժեքների բաշխումն ըստ հարկերի (նկ. 5): X և Y ուղղություններով 14-րդ հարկում ամպլիտուդները շատ ավելի մեծ են ստացվել, քան մնացած հարկերում:



Նկ. 5. Շենքի ազատ տատանումների ամպլիտուդների գագաթնակետային արժեքների բաշխման էպյուրներն ըստ հարկերի

Գրունտի գերակշռող պարբերության արժեքը ստացվել է 0,060 *վ* (հաճախությունը՝ 16,604 Հց) բոլոր բաղադրիչների ուղղությամբ: Մարման լոգարիթմական դեկրեմենտը X-ի ուղղությամբ 0,007 է ստացվել, իսկ Y-ի և Z-ի ուղղությամբ՝ 0,006:

Համաձայն նորմատիվային փաստաթղթերի [7]՝ երկաթբետոնե շրջանակային հիմնակմախքով շենքերի համար հորիզոնական տատանումների առաջին ձևի T_1 պարբերության հաշվարկային մեծությունը՝

$$T_1 = 0,085n, \quad (1)$$

ուսումնասիրված շենքի համար կազմում է $0,085 \times 15 = 1,275$ *վ*:

Եզրակացություն

Ստացված արդյունքների համաձայն, շենքի սեփական տատանումների պարբերությունների փաստացի արժեքները երկայնական ուղղությամբ (Y) 8%-ով ավել են, քան լայնական ուղղությամբ (X): Շենքի Ֆուրյեի սպեկտրներում ի հայտ են գալիս 4 տիպի տարբեր տոնի հաճախություններ: Տատանումների 3-րդ տոնի հաճախությունները մոտ 3 անգամ ավելի մեծ են, քան հիմնական տոնինը, իսկ 4-րդ տոնի հաճախությունները մոտ՝ 5,6 անգամ:

Շենքի հիմնատակի գրունտի միկրոտատանումների գերակշռող պարբերության արժեքը X, Y և Z ուղղություններով կազմել է 0,06 *վ*՝ վառ արտահայտված գազաթնակետերով: Ստացված արդյունքները համեմատելով՝ ստացվում է, որ շենքի սեփական տատանումների պարբերությունները 17...19 անգամ ավելի մեծ են, քան գրունտի միկրոտատանումների գերակշռող պարբերությունը: ՀՀՇՆ II - 2.02-2006 նորմատիվային փաստաթղթերում առկա փորձարարական բանաձևով հաշվարկվել են ուսումնասիրված շենքի T_1 պարբերության արժեքները [7]: Համեմատելով շենքի տատանման պարբերության փաստացի արժեքները նորմատիվային արժեքի հետ՝ ստացվել է, որ պարբերությունների փաստացի արժեքները չեն գերազանցում նորմատիվային արժեքը: Նորմատիվային արժեքը լայնական ուղղությամբ (X) պարբերությունների փաստացի արժեքները գերազանցում է 19 %-ով, իսկ երկայնական ուղղությամբ (Y)՝ 12 %-ով:

Բացահայտվել է, որ համեմատաբար ցածր հարկերում (մինչև 6 հարկը) շենքը տատանվում է տատանումների առաջին ձևին համապատասխան (ըստ ՀՀՇՆ II - 2.02-2006), իսկ բարձր հարկերում առաջ են գալիս տատանման այլ ձևեր, որոնք կարիք ունեն հետագա մեկնաբանման: Առաջարկվում է ԵԻՄԻ-ի կողմից մշակված նոր սերնդի ախտորոշիչ համակարգի միջոցով իրականացնել առավել լայնածավալ հետազոտություններ, նպատակաուղղված շենքերի օպերատիվ տեխնիկական վիճակի հետազննության և համապատասխանաբար փաստագրման բնապայման փորձարկումների (գործիքային դիտարկումների) միջոցով:

***Джон Костикович Карапетян¹, Ованнес Юраевич Айрапетян¹,**

Долорес Агасиевна Мхитарян¹

Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА, Гюмри,

jon_iges@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОТНОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Поставлена задача: с помощью натуральных испытаний (приборных записей) изучить динамические параметры высотного здания типовой серии 538, эксплуатируемого в г. Ереване. Осуществлен спектральный анализ инструментальных записей, а полученные результаты сопоставлены с

соответствующими данными, представленными в действующих нормативных документах СНРА II - 2.02-2006. Были выявлены существенные различия полученной фактической стоимости от нормативного значения.

Ключевые слова: микросейсмь, спектр Фурье, спектральный анализ, динамические характеристики, период колебаний.

***Jon Karapetyan¹, Hovhannes Hayrapetyan¹, Dolores Mkhitarian¹**

*Institute of Geophysics and Engineering Seismology named after A. Nazarov NAS RA, Gyumri,
jon_iges@mail.ru*

DETERMINATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HIGH-RISE FRAMED BUILDING USING FIELD TESTS

The problem is to examine the dynamic parameters of a high-rise building of the typical series 538, operated in Yerevan, using field tests (instrumental records). A spectral analysis of instrumental records has been performed and the obtained data have been compared with the corresponding data presented in the current standard documents BC RA II - 2.02-2006. Significant differences in the received actual values have been revealed from the normative value.

Keywords: Microtremors, Fourier transform, spectral analysis, dynamic characteristics, period of vibration.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. **Карпетян Б.К.** Колебание сооружений возведенных в Армении.— Ереван: Изд-во «Айастан», 1967. — 170 с.
2. **Хачиян Э.Е.** Сейсмические воздействия на высотные здания и сооружения.— Ереван 1973. — 327 с.
3. **Хачиян Э.Е.** Сейсмические воздействия и прогноз поведения сооружений.— Ереван: Изд-во «Гитутюн» НАН РА, 2015.— 555 с.
4. **Хачиян Э.Е., Гороян Т.А. Мелкумян М.Г.** Экспериментальные значения динамических характеристик крупнопанельных и каркасных зданий и диафрагм жесткости // Строительство и архитектура, Москва, 1983.— Сер. 1359, вып. 2.— С. 29-33.
5. «Ով ով է. Հայեր», կենս. հանրագիտարան, հատոր Ա.— Երևան, Հայկ. հանրագիտ. հրատ., 2005.— 728 էջ:
6. **Karapetyan J., Hayrapetyan H., Mkhitarian D.** Studying The Behavior of The Framed Residential Buildings Located in The City of Yerevan // Bulletin of National Agrarian University of Armenia, Yerevan. — 2018. — 4 (64). — P. 43–48.
7. ՀՀՇՆ II-2.02–2006 Սեյսմակայուն շինարարություն. Նախագծման նորմեր, ՀՀ Քաղաքաշինության նախարարություն. — Երևան, 2006. — 54 էջ:

REFERENCES

1. **Karapetyan B.K.** Kolebaniye sooruzheniy vozvedyennykh v Armenii [Vibrations of Structures Erected in Armenia]. — Yerevan: Hayastan, 1967. — 170 p. (in Russian)
2. **Khachiyani E.Y.** Seismicheskiye vozdeystiya na vysotnyye zdaniya i sooruzheniya [Seismic Effects on High-rise Buildings and Structures]. — Yerevan: Hayastan, 1973. — 327 p. (in Russian)
3. **Khachiyani E.Y.** Seismicheskiye vozdeystiya i prognoz povedeniya sooruzheniy, [Seismic Effects and Prognosis of Structures Behavior]. — Yerevan, Hayastan, 2015. — 555 p. (in Russian)