

UDC 711
IRSTI 67.07.11
REVIEW ARTICLE

STUDY ON THE IMPACT OF DEFORMATIONS OF MULTI-STOREY BUILDINGS IN ALMATY

A.N. Amangeldi^{1,*} , A.N. Magzum² ,
T.P. Pentayev³ , D.N. Suleymenova⁴ 

¹Al-Farabi Kazakh National university, 050040, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *The article provides an assessment of the stability of buildings and structures in the city of Almaty under the influence of frequent earthquakes. Studying this process is not only interesting from a scientific point of view but also has great practical significance for ensuring the safety and stability of buildings in the city. The aim of the work is to investigate the condition of buildings in Almaty in terms of seismic safety characteristics. The research tasks include studying the types of buildings common in the city of Almaty and conducting stability calculations for buildings. This article selects the main and most common type of buildings and structures in each district of the city of Almaty as the research object. The calculations of the level of buildings' stability to seismic vibrations in different areas of the city, information on the estimated seismic resistance level of most buildings, and the calculation of their possible stability indicators are provided. The results show that the stability of buildings and structures in the city depends on reducing seismic activity from bottom to top based on their location (on the map). According to the calculation conclusions, it is necessary to increase the number of design organizations responsible for construction quality and use different building structures and construction methods in different parts of the city. Problems related to building deformation are relevant everywhere. Studying this process in Almaty will contribute to the global knowledge base and help create new technical solutions for safe construction.*

Keywords: *Seismicity, safety, earthquake, deformations, building.*

***Corresponding author**





Ademi Amangeldi, e-mail: ademamurr@gmail.com

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.3-04>

Received 10 February 2024; Revised 10 March 2024; Accepted 21 May 2024

ӨОЖ 711
FTAMP 67.07.11
ШОЛУ МАҚАЛАСЫ

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ КӨПҚАБАТТЫ ҚҰРЫЛЫСТЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАНУ ҮДЕРІСІН ЗЕРТТЕУ

Ә.Н. Амангелді^{1,*} , А.Н. Мағзум² ,
Т.П. Пентаев³ , Д.Н. Сулейменова⁴ 

¹Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, 050040, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада жиі болып тұратын жер сілкіністері әсерінен Алматы қаласындағы ғимараттар мен құрылыстардың сейсмикалық тербелістерге тұрақтылығына баға берілген. Бұл процесті зерттеу ғылыми тұрғыдан ғана қызықты емес, сонымен қатар қаладағы ғимараттардың қауіпсіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін үлкен практикалық мәнге ие. Жұмыстың мақсаты – Алматы қаласындағы ғимараттардың күйін сейсмикалық қауіпсіздігі сипаттамалары бойынша зерттеу. Зерттеудің міндеттері: Алматы қаласындағы кең тараған құрылыстар түрін зерттеу және ғимараттар тұрақтылығына есептеулер жүргізу. Берілген мақалада зерттеу нысаны ретінде Алматы қаласының әр ауданындағы ғимараттар мен құрылыстардың негізгі және кең тараған түрі таңдалды. Қаланың әр түрлі аудандарындағы ғимараттардың сейсмикалық тербелістерге тұрақтылық деңгейінің есептеулері, құрылыстардың көп бөлігінің жобалық сейсмотұрақтылық деңгейі туралы мәліметтер келтіріліп, олардың мүмкін болатын тұрақтылық көрсеткіштері есептелген. Нәтижелер көрсеткендей қаланың ғимараттары мен құрылыстарының тұрақтылығы олардың орналасқан жеріне (карта бойынша) төменнен жоғары бағытта сейсмикалық белсенділіктің төмендеуіне байланысты болады. Есептеулер қорытындыларына сәйкес, құрылыс сапасы үшін жауапты жобалау ұйымдарының санын көбейтілу және қаланың түрлі бөліктеріндегі ғимараттар салу үшін түрлі құрылымын және тәсіл пайдалану қажет. Ғимараттардың деформациясымен байланысты мәселелер барлық жерде өзекті. Алматыда бұл процесті зерттеу жаһандық білім қорына үлес қосады және қауіпсіз сонымен қатар тұрақты ғимараттарды салу үшін жаңа техникалық шешімдерді жасауға көмектеседі.

Түйін сөздер: сейсмикалық қауіпсіздік, жер сілкінісі, деформация, құрылыс.

*Автор-корреспондент





Әдемі Амангелді, e-mail: ademamurr@gmail.com

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.3-04>

Алынды 10 ақпан 2024; Қайта қаралды 10 наурыз 2024; Қабылданды 21 мамыр 2024

УДК 711
МРНТИ 67.07.11
ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В ГОРОДЕ АЛМАТЫ

Ә.Н. Амангелді^{1,*} , А.Н. Мағзум² 
Т.П. Пентаев³ , Д.Н. Сулейменова⁴ 

¹Казахский Национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Алматы, Казахстан

Аннотация. В данной статье дана оценка устойчивости зданий и сооружений города Алматы под воздействием частых землетрясений. Исследование этого процесса не только интересно с научной точки зрения, но и имеет большое практическое значение для обеспечения безопасности и устойчивости зданий в городе. Цель работы – исследование состояния зданий г. Алматы по характеристикам сейсмической безопасности. Задачи исследования: изучить типы зданий, распространенные в городе Алматы, и провести расчеты устойчивости зданий. В данной статье в качестве объекта исследования выбран основной и распространенный тип зданий и сооружений в каждом районе города Алматы. Приведены расчеты уровня устойчивости зданий к сейсмическим колебаниям в различных районах города, сведения о расчетном уровне сейсмостойкости большинства зданий и рассчитаны их возможные показатели устойчивости. Результаты показывают, что устойчивость зданий и сооружений города зависит от снижения сейсмической активности снизу-вверх от их расположения (на карте). По выводам расчетов необходимо увеличить количество проектных организаций, ответственных за качество строительства, и использовать разные конструкции и способы возведения зданий в разных частях города. Проблемы, связанные с деформацией зданий, актуальны повсеместно. Исследование этого процесса в Алматы внесет вклад в глобальную базу знаний и поможет создать новые технические решения для строительства безопасных и устойчивых зданий.

Ключевые слова: сейсмичность, безопасность, землетрясение, деформации, строительство.

*Автор-корреспондент
Әдемі Амангелді, e-mail: ademamurr@gmail.com

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.3-04>

Поступило 10 февраля 2024 г.; Пересмотрено 10 марта 2024 г.; Принято 21 мая 2024 г.

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС/ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 КІРІСПЕ

Құрылыстардың жүргізілуі және тұрақты кеңею жағдайында ғимараттардың сейсмотұрақтылығын әрқашан да ойластырып отыру қажет, себебі жер сілкінісі кезінде халықтың өміріне қатер туындауы құрылысты монтаждаудың бастапқы кезеңіне байланысты. Уақыттың жүктемесіне, ұдайы өзгеріске ұшыратын климаттық жағдайларға және табиғи апаттардың салдарына төтеп бере алмайтын ғимараттан жаман ештеңе жоқ. Сондықтан да Алматы қаласындағы көпқабатты үйлердің деформациялану процесін зерттеу жергілікті инженерлер мен құрылыс мамандары үшін өзекті мәселеге айналып отыр.

Қалада кең тараған ғимараттар мен құрылыстарды сараптау және олардың сейсмикалық тербелістерге тұрақтылығын өлшеу әдістері қолданылған. Берілген мақалада қаланың әр түрлі аудандарындағы ғимараттардың сейсмикалық тербелістерге тұрақтылық деңгейінің есептеулері, құрылыстардың көп бөлігінің жобалық сейсмотұрақтылық деңгейі туралы мәліметтер келтіріліп, олардың мүмкін болатын тұрақтылық көрсеткіштері есептелген. Алматы қаласында сейсмикалық тербелістерге түрлі бөліктеріндегі ғимараттар мен құрылыстардың тұрақтылық деңгейіне есептеулер жүргізіліп бағаланған. Нәтижелер көрсеткендей қаланың ғимараттары мен құрылыстарының тұрақтылығы олардың орналасқан жеріне (карта бойынша) төменнен жоғары бағытта сейсмикалық белсенділіктің төмендеуіне байланысты болады. Есептеулер қорытындыларына сәйкес, құрылыс сапасы үшін жауапты жобалау ұйымдарының санын көбейтілу және қаланың түрлі бөліктеріндегі ғимараттар салу үшін түрлі құрылымын және тәсіл пайдалану қажет.

Қазіргі уақытта ықтимал қауіпті табиғи апаттардың қауіпі ерекше байқалады. Климат пен табиғи процестердің өзгеруіне байланысты адамдар өздеріне төнетін ықтимал қауіптерден хабардар болуы керек. Егер планетаның басқа бөліктерінде адамдарға дауыл, торнадо, цунами және басқа да табиғи апаттар қауіп төнсе, Алматыда ең өзекті мәселе жиі жер сілкінісі болды және болып қала береді (**Kozylbaev, 2003**). Алматы қаласы қашанда инновациялық дамудың орталығы және тұрақты инфрақұрылымды дамытатын орын болды. Тұрақты кеңейту және салу жағдайында ғимараттардың сейсмикалық төзімділігін әрқашан ескерген жөн, өйткені жер сілкінісі кезінде халықтың өміріне қауіп төнуі құрылыстарды салуды бастау кезінде негіз болып табылады. Жер сілкінісі кезінде ғимараттар мен құрылыстардың арасында қауіпсіз болу үшін азаматтар сейсмикалық аймақтағы құрылыс жағдайлары туралы көбірек білуі керек.

Мақсат – Алматы қаласындағы көпқабатты ғимараттардың жағдайын сейсмикалық қауіпсіздік туындап қалған жағдайда деформациялану бойынша зерттеу.

Зерттеу мақсаттары:

- Алматы қаласында кең таралған құрылыс түрлерін зерттеу;
- Ғимараттардың орнықтылық есептерін жүргізу;
- Қаланың ғимараттары мен құрылыстарының кең тараған түрлерін талдау, олардың сейсмикалық тербелістерге төзімділігін өлшеу әдісі қолданылды.

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Ғимараттардың мақсаты бойынша азаматтық (тұрғын, қоғамдық, әкімшілік), өнеркәсіптік, ауылшаруашылық деп бөлетін қолданыстағы жіктелуіне қарамастан, 1960–1980 жж. көпқабатты үйлердің көпфункционалды түрі кең тарады. «Көпқабатты үйлер» көп функционалды кешендер ретінде құрыла бастады, оларға тұрғын үйлермен қатар адам қызметінің әртүрлі салаларына жауапты мекемелер, ұйымдар мен кәсіпорындар: билік органдары, банк құрылымдары, сауда, ойын-сауық және спорт орталықтары, қоғамдық тамақтану орындары және т.б. мекемелер кіре алады. Күннен күнге мыңдаған адамдар осы кешендердің аумағында тұра бастады, бұл олардың ауқымы мен тұтас қалалардың инфрақұрылымындағы маңызды рөлінің дәлелі болды (**Valkov, 2015**).

Алуан түрлі құрылыстар және олардың тұрғызылуының шарттары түрлі әдістерге негізделген геодезиялық өлшемдердің орындалуын қажет етеді. Қазіргі таңда ғимараттар деформациясын бақылау инженерлік-геодезиялық жұмыстар тәжірибесінде түбегейлі орын алады. Табиғи немесе техногенді әсерлерден болған деформацияларды алдын алу жағдайларын қалыптастыру өте маңызды. Осы талаптарды қамтамасыз ету үшін соңғы ғылым мен техниканың жетістіктеріне негізделген арнайы әдістер мен өлшеу құралдары жетілдірілуде (**Borantayeva et al., 2016**).

Қазіргі уақытта төтенше жағдайлардың туындауының алдын алуы бойынша инженерлік-техникалық іс-шаралар кешенін таңдауды негіздеу мақсатында ғимараттар мен құрылыстардың техникалық жағдайын бақылау мәселесі ерекше маңызға ие. Сонымен қатар, жүк көтергіш құрылымдардың техникалық жағдайын бақылау жүйелі болуы керек және сандық критерийлер негізінде ағымдағы өзгерістерді бағалауға мүмкіндік беруі керек, яғни нақты беріктіктің, қаттылықтың және нормативтік талаптары бар құрылымдық элементтердің тұрақтылық сәйкестігін анықтау процедураларына негізделеді (**Suleymenova et al., 2020**).

Зерттеу нысаны ретінде Алматы қаласының әр ауданындағы ғимараттар мен құрылыстардың негізгі және кең тараған түрі таңдалды. Бұл құрылымдардың типологиясы құрылымдық айырмашылықтардан тұрды. Ғимараттар жобалық сапасы, өңдеу сапасы, материалдардың сапасы және сейсмикалық төзімділіктің (PLUS) болжанған (жобалық) деңгейін ескере отырып, олардың сапа деңгейіне сәйкес жіктеледі. Геодезисттер мен құрылысшылар 3 сапа деңгейін пайдаланады: Q1: төмен; Qm: орташа; Qh: жоғары (**Vilchik, 2008**).

Бұл топырақтың тығыздығы, игеру аймағының сейсмикалық белсенділігі, топырақтың қасиеттері мен жер асты суларына жақындығы, сондай-ақ аймақтың метеорологиялық ерекшеліктері сияқты факторларға байланысты болашақ құрылыстарды жобалау кезінде жіктеудің ең қолайлы түрі.

Q1 деңгейі Қазақстан Республикасының басым бөлігінде және Алматы қаласында негізгі деңгей болып табылады және құрылымдардың жасы мен құрылыс құрылымын ескере отырып, құрылыстардың жалпы санының 60-65% құрайды. Шкалада пайдалану сенімділігі дәрежесі бойынша «датчик объектілері» және басқа аспектілер келесі үш дәрежеге бөлінеді:

Бірінші дәреже дәлелденген/сенімді (жақсы зерттелген жаппай өндірілген ғимараттар және басқа да стандартты аспектілер, соның ішінде макросейсмикалық шкаланың алдыңғы буындарында қолданылғандар).

Екінші дәреже эксперименттік/салыстырмалы түрде сенімді (сенсорлық объектілер ретінде қабылданады және стандартты болуға ұмтылады).

Үшінші дәреже күмәнді (сенсорлық объектілер ретінде әлі бекітілмеген, тексерілген, бірақ жеткілікті түрде тексерілмеген) (**Izenberg, 2007**).

«Сенсорлық объектілер» шкаласы – сейсмикалық белсенділікке барынша төзімді құрылымдардың классификациясы, әдетте, бірінші қатарға құрылыс құрылымы негізінен аймақта кең таралған құрылымдар жатады. Сонымен, 3-дәреже деректері белгілі бір аумақта құрылыстың белгілі бір түрінің басымдылығының көрсеткіші болып табылады.

Қазіргі геодезиялық аспаптардағы деформацияларды, әсіресе қауіпті, техникалық күрделі және бірегей объектілерді жоғары дәлдікпен бақылауда электронды деңгейден бастап, инклинометрлерді қолдануға дейін электронды көлбеу өлшегіштердің рөлі мен мақсаты үнемі өсіп келеді. Мәліметтерді ұзақ уақыт бойы автоматты түрде жазу және оны айтарлықтай қашықтыққа жіберу мүмкіндігінің пайда болуы цифрлық инклинометрияның дамуына ықпал етті.

Жоғары дәлдіктегі инклинометрлердің жұмысы келесі негізгі принциптерге негізделген:

- оптикалық-электрондық (сұйықтық) принципі (Lucas Schaevitz - AccuStar II, Leica Geosystems - NIVEL200);
- маятник принципі (Taylor Hobson – TALYLEVEL 4);

- электронды (конденсатор) принципі (TESA - NIVELTRONIC, Wyler AG - Zerotronic, Zeromatic);

- гироскопиялық принцип (ауырлық үдеуін пайдалану) (DMT GmbH – ROTLEVEL) (Hiller & Bernd, 2017).

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Құрылымдардың сейсмикалық белсенділікке төзімділігінің сенімділігін көрсететін коэффициент KR қарқындылығының мәндері (баллдары) келесі формула (1) бойынша анықталады:

$$KR = n \cdot k_1 + m \cdot k_2 + l \cdot k_3 / 0,8 \cdot N \quad (1)$$

мұндағы N – қарқындылықты тағайындау кезінде қолданылатын әсерлердің/мүмкіндіктердің жалпы саны, n – 1-ші дәрежедегі әсерлердің/мүмкіндіктердің саны, m – 2-ші дәрежелі әсерлер/белгілер саны, l – 3-дәрежелі әсерлер/белгілер саны, $k_1=0,8$, $k_2=0,5$, $k_3=0,2$ – I тағайындау үшін қолданылатын әсерлердің салмағы/маңыздылығының ішінара коэффициенттері (Nikolayev, 2019).

Осы есептеулерге сәйкес алынған мәндер кесте түрінде жасалынды. Есептің осы түрінің нәтижелері бойынша қала аудандарының әрқайсысында түрі басым болатын құрылымдар зерттеу объектілері болды. Бұл айырмашылықтар қаладағы әр блоктың құрылысындағы айырмашылықтан да, Алматы қаласының аймақтарының геологиялық қасиеттерінен де туындайды.

Есептеулерден (1-кесте) көрініп тұрғандай, қаланың Түрксіб ауданында ғимараттардың негізгі бөлігі кірпішпен толтырылған темірбетон қаңқалардан тұрады (Building regulations II, 2000), ол, осы аймақтың сейсмикалық белсенділігін ескере отырып, минималды тұрақтылық пен максималды осалдыққа ие.

1-кесте

Алматы қаласы Түрксіб ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Түрксіб ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі -d				
A	B	C	D	E	F		1	2	3	4	5
			●								●
Құрылыс түрі						Кірпішпен толтырылған темірбетон қаңқасы (ASD7)					

Жетісу ауданы бойынша есептеу нәтижелеріне сүйене отырып (2-кесте) кірпішпен толтырылған темірбетонды қаңқасы басым құрылымдар (ASD – бұл ғимаратты жобалау кезінде ескерілетін жүктеме деңгейі, егер бар болса) индекс болып табылады, олар келесіге бөлінеді: минус жүктемесі бар индекс – жоғарғы қабаттардағы жүктеме, минуссыз индекспен – төменгі қабаттардағы және іргетастағы жүктеме), максималды зақымдану дәрежесі және осалдықтың орташа класы бар, бұл әдетте қабылданбайды.

2-кесте

Алматы қаласы Жетісу ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Жетісу ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі -d				
A	B	C	D	E	F		1	2	3	4	5
		●	○								●
Құрылыс түрі						Кірпішпен толтырылған темірбетон қаңқасы (ASD)					

Қаланың Әуезов ауданында сейсмикалық белсенділіктің шамадан тыс жоғарылауы кезінде құрылымдардың зақымдануының ықтимал қолайсыз деңгейі (3-кесте), осалдық пен зақымдану бойынша орташадан төмен.

3-кесте

Алматы қаласы Әуезов ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Әуезов ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі -d				
A	B	C	D	E	F		1	2	3	4	5
			•	○					•		
Құрылыс түрі						Орташа деңгейлі темірбетон қаңқасы (ASD)					

Алматы қаласының Алмалы ауданында (4-кесте) осалдықтың орташа класы байқалады, бірақ темірбетонды қаңқалық құрылымдардың негізгі санына зақым келген жағдайда айтарлықтай жоғары дәрежедегі зақымдану күтіледі (**Building regulations II, 2000**).

4-кесте

Алматы қаласы Алмалы ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Алмалы ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі -d				
A	B	C	D	E	F		1	2	3	4	5
	○	•							•		
Құрылыс түрі						Кірпішпен толтырылған темірбетон қаңқасы					

Есептеулер бойынша сейсмикалық белсенділік жағдайында қаланың ең қауіпсіз аймағы осалдық пен зақымдану аз байқалатын Бостандық ауданы болды (5-кесте). 1-суретте Бостандық ауданында орналасқан 5 қабатты тұрғын үй мысалы көрсетілген.

5-кесте

Алматы қаласы Бостандық ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Бостандық ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі -d				
A	B	C	D	E	F		1	2	3	4	5
	•	○					•				
Құрылыс түрі						Орташа деңгейлі темірбетон қаңқасы (ASD)					



1-сурет – Алматы қ. Сәтпаев көшесіндегі тұрғын үй (автор материалы).

Қаланың Медеу ауданы (6-кесте), сондай-ақ қаланың салыстырмалы түрде тұрақты үстіртінде орналасқан, қауіпсіз осалдық класына ие, ол бірге жобалық жүктемелердің орташа деңгейімен (ЖҚК) құрылымдардың тұтастығына кепілдік бере алады.

6-кесте

Алматы қаласы Медеу ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Медеу ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі - d				
A	B	C	D	E	Ф		1	2	3	4	5
	●	○						●			
Құрылыс түрі						ASD деңгейі орташа темірбетон қаңқасы					

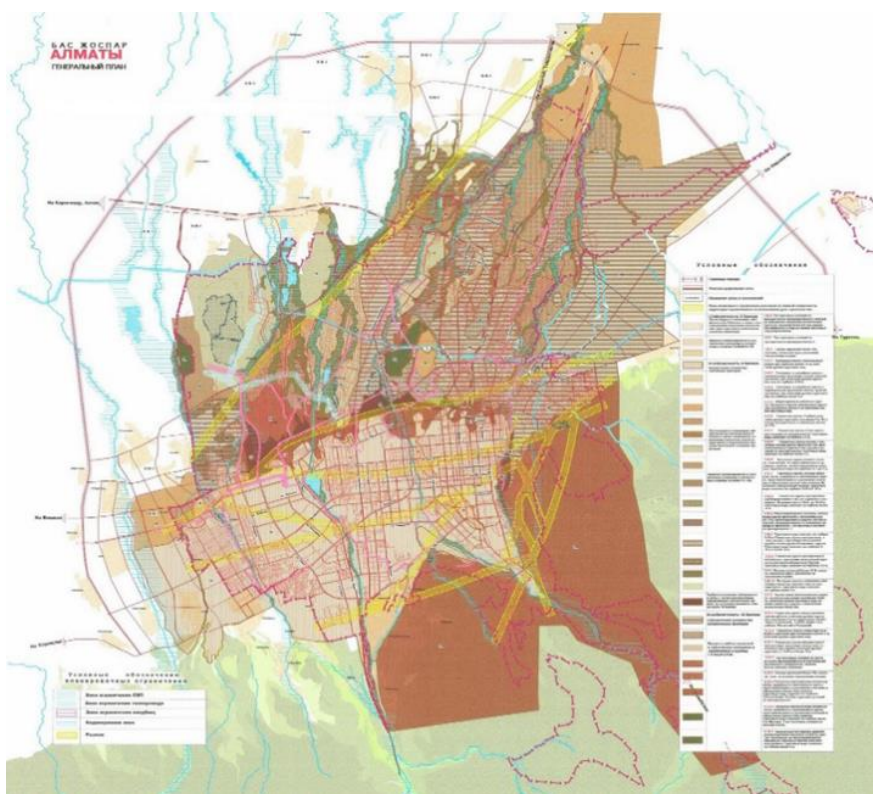
Алматы қаласының Наурызбай ауданы (**7-кесте**) осалдықтың салыстырмалы түрде қауіпсіз деңгейіне ие, бірақ ықтимал зақымдану дәрежесі жоғары, оны оның етегінде қала облысы орналасқан таулы аймақтарға жақындығымен сипаттауға болады. Қорытындылай келе, құрылыстардың сейсмикалық белсенділікке төзімділігі солтүстіктен оңтүстікке қарай жылжыған сайын төмендейді деп айта аламыз.

7-кесте

Алматы қаласы Наурызбай ауданы бойынша ғимараттардың тұрақтылығын есептеу нәтижелері

Осалдық класы						Наурызбай ауданы	Ықтимал зақымдану дәрежесі - d				
A	B	C	D	E	Ф		1	2	3	4	5
	●									●	
Құрылыс түрі						Минималды ASD деңгейі бар темірбетон қаңқасы					

Қаланың төменгі аудандарында белсенділік пен құлау қаупі жоғары аудандарға қарағанда әлдеқайда жоғары. Мұны қаланың **2 суретте** сейсмикалық аудандастыру картасымен түсіндіруге болады, оған сәйкес қарқындылығы 9, 8, 7, 6, 5 және одан төмен жер сілкінісі аймақтары анықталған.



2-сурет – Алматы қаласының сейсмикалық аудандастыру картасы (Сейсмология институты құрастырған).

Жетісу Алатауы, Іле ойысы, Күнгеі Алатауы, Іле Алатауының кейбір аудандары және Алматы қаласы 9 балдық аймаққа жатқызылған. Кешенді сейсмикалық микроаймақтандыру схемасы бойынша қаланың өзінде сейсмикалық 9 және 10 баллдық екі аймақ анықталды. 9 балдық ауданға Райымбек батыр даңғылының оңтүстігіндегі Кіші және Үлкен Алматы өзендерінің (Малайя және Үлкен Алматы) аллювий конустарының аумағы кіреді. Шығысында және оңтүстігінде бұл аумақ аласа қайраңдармен (төменгі тау етегі сатысы) шектелген, батысында бұл аумақ Қарғалы және Ақсай өзендерінің аллювий конустарымен біріктіріледі. 10 балдық сейсмикалық – аудан қаланың бүкіл аумағын Райымбек даңғылының солтүстігінде қаланың орталық бөлігінде – өзеннің шығысында Кіші Алматы (Малая Алматинка) алып жатыр.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Жиі жер сілкінісі жағдайында ғимараттардың тұрақтылығының есептеу деректерін, сондай-ақ осы саладағы құрылысқа инновациялық көзқарасты зерделей отырып, келесі ұсыныстар жасалды:

1. Алматы қаласындағы ғимараттар мен құрылыстарды салу шарттарына нақтырақ тоқталу үшін құрылыс саласындағы сараптамалық ұйымдардың функционалдығын кеңейту қажет (**Building regulations II, 2000**).

2. Аймақтың сейсмикалық белсенділігін зерттеуге құқығы бар ұйымдардың қаржылық базасы мен санын көбейту керек (**Wilson & Clough, 1999**).

3. Сонымен қатар, жер сілкінісіне төзімді құрылыстарды салумен ұзақ уақыт айналысатын шетелдік ұйымдармен іс-қимылдар мен тәжірибе алмасуды жақсарту қажет (**ASCE, 2000**).

4. Құрылыс сапасын жақсарту үшін сараптамалық ұйымдар мен қауіпсіздік техникасы бойынша инженерлердің тексерулерінің сапасы мен жиілігін арттыру.

5. Қала картасындағы географиялық орнына байланысты әртүрлі құрылыс құрылымдарын қолдану (**St. Petersburg, 2008**).

Құрылыс материалдарын дұрыс таңдау – ғимараттарды жер сілкінісіне төзімді етудің негізгі факторларының бірі. Заманауи технологиялар мен инновациялық материалдарды пайдалану ғимараттардың беріктігін айтарлықтай арттырады. Мысалы, стеклопластик, темірбетонды және басқа да берік материалдарды пайдалану ғимараттарды жер сілкінісіне төзімді етеді. Осыған қоса маңызды аспект ретінде ғимарат іргетасының жобалануы болып табылады. Іргетас жер сілкінісі кезінде пайда болатын күштерге төтеп бере алатындай берік және тұрақты болуы керек. Жаңа технологиялар мен әдістерді қолдану жер сілкінісі күштерін тиімді сіңіре алатын іргетастарды жасауға мүмкіндік береді. Тағы бір маңызды аспект – жер сілкінісі қауіпін басқару жүйесі. Алматы қаласында ықтимал жер сілкіністерін бақылау және ескертудің тиімді жүйесі болуы керек. Мұндай жүйе тұрғындарды ескертуге және жер сілкінісі болмай тұрып қауіпсіз жерлерге көшіруге мүмкіндік береді, бұл көптеген адамдардың өмірін сақтап қалады. Сондай-ақ халық арасында ағарту, түсіндіру жұмыстарын жүргізу маңызды. Алматы қаласының тұрғындары жер сілкінісі кезінде өзін қалай ұстау керектігін, дұрыс эвакуациялауды және қауіпсіз жерлерде болуды білуі керек. Бұл дүрбеленді азайтуға және эвакуацияның тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Сондай-ақ құрылыс процестеріне қойылатын талаптарды жақсарту:

Барлық құрылыс материалдары, конструкциялары және жобалау схемалары ең аз сейсмикалық жүктемелерді қамтамасыз етуі керек.

Жобалау кезінде симметриялық құрылымдық схемаларды қабылдау және құрылымдық қаттылық пен массалардың біркелкі таралуына қол жеткізу ұсынылады (**TC., 2005**).

Жүк көтергіш құрылымдардың элементтерінің бірдей беріктігі талабын сақтау керек, сонымен қатар оның жүк көтергіштігі таусылғанға дейін құрылымның бұзылуына әкелуі мүмкін әлсіз түйіндер мен элементтерден аулақ болу керек (**Bozorgnia & Bertero, 2004**).

Құрастырылған ғимараттарда арматураланған құрама элементтерді пайдалану арқылы құрылымдардың біртектілігі мен беріктігін қамтамасыз ету үшін максималды күштер аймағынан тыс түйіспелерді орналастыру ұсынылады (Reiterman, 2010).

Ғимараттардың сейсмикалық төзімділігіне ғарыштық жоспарлау схемаларын, олардың пішіні мен өлшемдерін таңдау үлкен әсер етеді. Күшті жер сілкіністерінің салдарын талдау құрылымдар үшін ең жақсы жоспар нысандары шеңбер, тіктөртбұрыш, шаршы және ұқсас пішіндер екенін көрсетеді. Мұндай ғимараттарда бұралу тербелісі іс жүзінде жойылады. Егер құрылыс жоспарында күрделі пішіндерді жасау қажет болса, онда жер сілкінісі кезінде олардың әрқайсысының дербес жұмысын қамтамасыз ету үшін оны бүкіл биіктігі бойынша қарапайым пішінді жеке жабық бөліктерге кесу керек. Бұған температуралық немесе шөгінділермен біріктіруге болатын антисейсмикалық тігістерді орнату арқылы қол жеткізіледі (Vamvatsikos & Cornell, 2002).

Көпқабатты ғимараттарда едендер мен жабындардың беріктігін қамтамасыз ету қажет – алдын ала дайындалғандарда – плиталар арасындағы түйіспелерді тығыздау арқылы. Қабырғалық панельдер арасындағы түйіспелер сонымен қатар бүйірлік жиектердің кілттелген бетін орнату арқылы жасалады (Wysession & Stein, 2002).

Құрылымның массасы сейсмикалық жүктемелердің шамасына үлкен әсер етеді. Сондықтан құрылымдардың салмағын, сәйкесінше сейсмикалық күштерді барынша азайтуға ұмтылу қажет. Бұған жеңіл конструкцияларды қолдану, ауыр техниканы жылжыту және төменгі қабаттарда материалдарды сақтау арқылы қол жеткізіледі.

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Инженерлік-геологиялық қазбаларды, ұнғымалар мен шұңқырларды бұрғылау, терең белгілерді орнату және басқа да шаралар сияқты дәстүрлі әдістерді қолданып геотехникалық мониторинг жүргізу тығыз қалалық жерлерде қиындай түсті.

Құрылыс жұмыстарын қауіпсіз жүргізу және құрылыс процесінде учаскенің инженерлік-геологиялық жағдайындағы ықтимал өзгерістер және жаңа құрылыстың әсер ету аймағына жататын ғимараттардың құрылыстарының жай-күйі туралы ақпарат алу үшін ғимараттың жұмысын бұзбай немесе құрылыс жұмыстарын жүргізбестен жұмыс істей алатын және сенімді ақпарат бере алатын осындай зерттеу әдістерін пайдалану өте орынды.

Қазіргі уақытта көпқабатты нысандарды бақылауға арналған жабдықтар мен әдістердің кең ауқымы бар. Сондықтан жабдықтың нақты түрлерін мен сипаттамаларын таңдау ғимараттың сәулеттік-құрылымдық жобасына, физикалық және компьютерлік модельдеу нәтижелеріне, сондай-ақ геотехникалық іздестіру материалдарын талдауға және құрылыстың геологиялық-геофизикалық жағдайына негізделуі керек.

Алматы қаласының әртүрлі аудандарындағы құрылыстардың тұрақтылық деңгейлерін есептеу нәтижелеріне сүйенсек, аудандардың ішінде ең осал Түрксіб ауданы және ғимараттардың зақымдану дәрежесі жоғары екені анық. Себебі бұл аумақта ескі ғимараттар мен құрылыстар басым. Ең аз осалдық пен залал Бостандық ауданында байқалады. Арнайы сейсмикалық қорғаныс шараларынсыз жасалған темірбетон қаңқасынан жасалған ғимараттар 7 баллдық интенсивті жер сілкіністері кезінде қатты зақымданады, ал қарқындылығы 8 балл болса, көптеген құрылымдар қирады, жеке құрылымдардың опырылуы жиі байқалады. 9 баллдық жер сілкінісі кезінде қираулар мен қираулар кең таралған. Сейсмикалық 7, 8 және 9 баллдық жер сілкінісі қаупі бар аймақтарда сейсмикалық оқшаулау жүйелерін пайдалану арқылы сейсмикалық жүктемені 1,5-4 есе азайтады сонда алаңның жағдайы және құрылыс құрылымдары, бұл қолданыстағы ғимараттардың сейсмикалық төзімділігін 1-2 баллға арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, Алматы қаласындағы көпқабатты үйлердің деформациялану процесін зерттеу қазіргі құрылыс процесінің құрамдас бөлігі болып табылады деп сеніммен айта аламыз. Бұл терең білім мен белгілі бір дағдыларды талап ететін міндет, бірақ онсыз ғимараттардың қауіпсіздігі мен ұзақ мерзімділігіне кепілдік беру мүмкін емес.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Kozylbaev M.K.** (2003) Almaty. Encyclopedia [Almaty. Encyclopedia]. Pp. 265-266. (In Kaz.).
2. **Vilchik N.P.** (2008) Arhitektura zdaniy. Uchebnik. [Architecture of buildings. Textbook]. Pp. 230-24 (In Russ.).
3. **Izenberg Y.M.** (2007) Seysmo izolyatsiya vysokikh zdaniy//Seysmo stoykoye stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy. [Seismic insulation of high buildings//Seismic construction. Security of buildings]. Pp.41-434 (In Russ.).
4. **Building regulations II-7-81** (2000) Stroitel'stvo v seysmicheskikh rayonakh [Construction in seismic regions]. Moscow: Gosstroy Rossii. Pp. 318 (In Russ.).
5. **Nikolayev I.I.** (2009) Rukovodstvo po proyektirovaniyu seysmostoykikh zdaniy i sooruzheniy [Guidelines for the Design of Earthquake-Resistant Buildings and Structures]. Moscow. Pp.71 (In Russ.).
6. **St. Petersburg** (2008). Osnovy teorii seysmostoykosti i seysmostoykogo stroitel'stva zdaniy i sooruzheniy [Fundamentals of the theory of seismic resistance and earthquake-resistant construction of buildings and structures]. Pp.176 (In Russ.).
7. **Korchinskii I.L.** (2012) Osnovy proyektirovaniya zdaniy v seysmicheskikh rayonakh [Basics of designing buildings in seismic regions]. Moscow. (In Russ.).
8. **ASCE.** (2000). Pre-standard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA-356) (Report No. FEMA 356). Reston, VA: American Society of Civil Engineers prepared for the Federal Emergency Management Agency.
9. **TC.** (2005). Earthquake Damage Evaluation Data for California (ATC-13) (Report). Redwood, CA: AppliedTechnology-Council.
10. **Bozorgnia, Y, Bertero, V,** «Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering», CRC Press, 2004.
11. **Wilson, E. and Clough, R.,** presented at the US Fifth National Conference on Computational Mechanics, August. 4-6, 1999, "Early Finite Element Studies at Berkeley".
12. **Illustrated Essays by Robert Reiterman,** CUREE, 2010, 12 p.
13. **Vamvatsikos D., Cornell C.A.** (2002). Incremental dynamic analysis. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 31(3): 491–514.
14. **Michael Wysession, Seth Stein** (2002), Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure 1st ed.
15. **Valkov B.A.** (2015) Geodezicheskiye nablyudeniya za protsessom deformirovaniya vysotnykh sooruzheniy s ispolzovaniyem tekhnologii nazemnogo lazernogo skanirovaniya. [Geodetic observations of the process of deformation of high-rise structures using ground laser scanning technology]. (In Russ.).
16. **Hiller, Bernd.** (Diss. work, 2017 p.144) Razrabotka i issledovaniye avtomatizirovannoy sistemy geodezicheskogo monitoringa deformatsiy inzhenernykh sooruzheniy na osnove vysokotochnoy tsifrovoy inklinometrii i takheometrii. [Development and research of an automated system for geodetic deformation monitoring of engineering structures based on high-precision digital inclinometry and tacheometry]. (In Russ.).
17. **Suleymenova D.N., Igenderlina M.B., Satbergenova A.K., Pentayev T.P.** (Mining magazine of Kazakhstan. 2020 №5. pp.16-21.) Sovremennyye geodezicheskiye sredstva i metody nablyudeniya za izmeneniyem prostranstvennykh parametrov zdaniy. [Modern geodetic tools and methods for observing changes in the spatial parameters of buildings]. (In Russ.).
18. **Borantayeva A.E., Birimzhanov A.T., Zhangulova G.K.** (2016) Gimarrattar men kurylystardy inzhenerlik kauipsizdikti kamtamasyz etudin geodeziyalyk rezervin tekhnologiyalyk zhetildiru [Technological advancement of geodetic backup of the buildings and constructions engineering security]. (In Kaz.).