

*Əlyazması hüququnda*

**HƏSƏN EBRAHİM OĞLU DABBAGHASADOLLAHİ POOR**

**METAL ÇOXMƏRTƏBƏLİ BİNALARDA DƏMİR-BETON**  
**DİAFRAQMALARIN İŞİNİN TƏDQIQI**

İxtisas: 3305.03- “İnşaat konstruksiyaları, bina və qurğular”

**Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq**  
**üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın**

**AVTOREFERATI**

**BAKI-2018**

## **İş Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetində yerinə yetirilmişdir**

**Elmi rəhbər:                   Texnika üzrə elmlər doktoru, professor**  
**Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev**

### **Rəsmi opponetlər:**

**Texnika üzrə elmlər doktoru, dosent Haqverdiyeva Tahirə Axı qızı**  
(AzMİU-nun dosenti, dissertasiya şurasının üzvü)

**Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Rzayev Rövşən Ağarza oğlu**  
(Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat institutunun  
“Zəlzələyədavamlı bina və qurğular” laboratoriyasının müdiri)

**Aparıcı təşkilat:** FHN-nin Tikintidə Təhlükəsizliyə Nəzarət Dövlət Agentliyinin “Azərdövlətlayihə” Dövlət Baş Layihə İnstitutunun texniki şöbəsi.

Dissertasiya işinin Müdafiəsi “14” “Dekabr” 2018-ci il tarixdə saat 14<sup>00</sup>-da Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən **D 02.042** Dissertasiya Şurasının İclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az-1073, Bakı A.Sultanova küç. 11, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, II tədris korpusu, otaq 104

Dissertasiya ilə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “12” “Noyabr” 2018-ci il tarixdə göndərilmişdir.

**D 02.042 dissertasiya şurasının**  
**elmi katibi, f.-r.ü.f.d, dosent :**

**A.M.İsayev**

## DİSSERTASIYA İŞİNİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Böyük şəhərlərdə inşaat üçün uyğun sahələrin azalması və qiymətlərinin getdikcə artması, binaların hündürlüyünün artmasına səbəb olmuşdur. Bundan əlavə insanların yaşayış sahələrinə olan ehtiyacını təmin edə bilmək üçün də daha hündür binaların tikilməsi lazımdır. Çoxmərtəbəli metal binalarda dəmirbeton diafraqmalardan istifadə olunması yüksək mərtəbəli binaların dağıdıcı zəlzələlərin təsirinə hesablanmasından alınmışdır və tədqiqatlar göstərmişdir ki, dəmirbeton diafraqmaların tətbiqi zəlzələ və külək yüklərinin təsiri zamanı binanın ümumi davranışına ciddi təsir göstərir.

Metal çoxmərtəbəli binaların sərtlikliyinin artırılmasının əsasən və rəşional konstruktiv həllərindən biri bu binalarda şaquli sərtlik dəmir-beton diafraqmalarının tətbiq olunmasıdır. Sərtlik diafraqması binanın bünövrəsindən dam örtüyünə qədər kəsilməz betonlanan bütöv dəmir-beton divardır. Son zamanlar belə damir-beton diafraqmalardan metal çoxmərtəbəli binaların inşasında geniş istifadə olunur. Külək və ya zəlzələnin təsiri nəticəsində binalara təsir edən üfüqi qüvvələrdən binalarda yaranan daxili gərginliklər müxtəlif üsullarla azaldıla bilir. Zəlzələnin binalara təsiri, onların məruz qaldıqları digər qüvvələrin təsirlərindən tamamilə fərqlidir. Zəlzələnin təsirinin özəlliyi bundan ibarətdir ki, zəlzələdən yarammış qüvvələr digər təsir edən qüvvələrdən daha kəskin və mürəkkəbdirlər. Binaların zəlzəyə hesablanması bu günkü təsəvvürlərə görə dəqiq olmayan ilkin bəşit hesablama üsulları ilə aparılırdı. Son 40 ildə baş vermiş zəlzələlərini, onların binalara təsirinin öyrənilməsi, çoxsaylı laborator tədqiqatlar zəlzələ zamanı binalara ötürülən yüklərin daha dəqiq təyin olunma metodlarının işlənməsinə şərait yaratmışdır. Bu metodlar əsasında çərçivə, çərçivə-rabitə sistemlərinin təybiq olunmasını təmin etmişdir.

Çoxmərtəbəli metal binalarda dəmir-beton diafraqmaların reaksiyasının həqiqətə uyğun tədqiq olunması qaçılmaz bir məsələ kimi mühəndislər qarşısında durur. Həmin diafraqmaların hesabı sxemləri modelləşdirilərkən zəlzələ yüklərinin dəqiq təyin olunması, betonun və armaturun qeyri xətti işi, çatların yaranması və s. bu kimi faktorlar diqqətə alınmalıdır. Dəmirbeton diafraqmaların planda yerləşdirilməsi də sonda binada formalaşan gərginlikli deformasiya halına ciddi təsir etdiyindən bütün yuxarıda sadalanan faktorlar da nəzərə alınmaqla metal çoxmərtəbəli binalarda dəmirbeton diafraqmaların tədqiq olunması müasir inşaat

konstruksiyaları nəzəriyyəsinin aktual problemlərindən biri olduğunu göstərir.

**İşin məqsədi.** İşin məqsədləri aşağıdakılardan ibarətdir:

Metal çoxmərtəbəli binalarda dəmir-beton diafraqmalarının rəqslərə qarşı reaksiyasının öyrənilməsi.

Zəlzələnin müxtəlif akseleroqramlarının tətbiqi ilə mərtəbələrin deformasiyalarının tədqiqi.

Zəlzələnin müxtəlif akseleroqramlarının tətbiqi ilə binanın üfüqi zəlzələ qüvvələrindən yerdəyişmələrinin tədqiqi.

Binanın gərginlik vəziyyətinin tədqiqi.

**Dissertasiya işinin praktiki əhəmiyyəti.** Dissertasiya işində metal çoxmərtəbəli binalarda dəmir-beton diafraqmalarının tətbiqi ilə qeyri xətti qoyuluşda gərginlikli deformasiya halının öyrənilməsi üçün işlənmiş ədədi həll metodikası praktik mühəndislərə bu tip məsələlərin araşdırılmasının yardımçı ola bildiyi üçün mühüm praktiki əhəmiyyətə malikdir. İşlənmiş həll metodikası dəmirbeton diafraqmaların planda yerləşməsindən asılı olaraq onun zəlzələ yüklərinə reaksiyalarını müəyyən etməyə imkan yaratdığından dayanıqlı və iqtisadi baxımdan səmərəli layihələrin hazırlanmasına şərait yaradır. Bundan başqa işlənmiş həll metodikası mövcud binaların zəlzələyə davamlılığını artırmaq üçün mühəndis tədbirlərinin alınmasına da şərait yaradır ki, bu da mühüm praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Dissertasiya işində işlənmiş praktik hesablama üsulu, həlli mürəkkəb olan məsələlərin mövcud layihələndirmə normalarının tələb etdiyi amilləri nəzərə alaraq rabitəli çərçivələri geniş tətbiq etməyə imkanlar yaradır.

**Dissertasiya işinin elmi yenilikləri** aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Mövcud binaların zəlzələyə davamlılığını artırmaq məqsədilə gücləndirmə mexanizmi işlənmişdir;
2. Ədədi eksperimentlər əsasında isbatlanmışdır ki, yüksək mərtəbəli metal binaların zəlzələ və külək yüklərinə dayanıqlılığını təmin etmək məqsədilə onların diafraqmalarının dəmirbetondan götürülməsi məqsədəuyğundur;
3. Dissertasiya işində inkişaf etmiş ölkələrin normaları və müvafiq proqram təminatları əsasında zəlzələ yüklərinin təyini metodikası işlənmişdir;
4. Konstruksiyaların qeyri xətti analizini aparən proqram təminatları əsasında dəmirbeton diafraqmalı yüksək mərtəbəli metal binaların dinamik analizinin aparılma metodikası işlənmişdir;
5. İşlənmiş metodikanın tətbiqi ilə ədədi eksperimentlər nəticəsində isbatlanmışdır ki, dəmirbeton diafraqmanın planda yerləşməsinin binanın

ümumi davranışına ciddi təsiri var və layihələndirilmə prosesində bu müvafiq analiz nəticəsində müəyyən olunmalıdır.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyaları kafedrasının seminarlarında (2011-2018), İnşaatda innovasiyalar Ukrayna – Azərbaycan beynəlxalq konfransında məruzə edilmiş və bəyənilmişdir.

**Alınmış nəticələrin doğruluğu** ilk növbədə yüksək mərtəbəli binaların hesablanmasında istifadə olunan və bütün inkişaf etmiş ölkələrin normativ sənədləri ilə tövsiyə olunmuş fərziyyələr əsasında müvafiq proqram təminatlarının tətbiqi ilə aparılması ilə isbatlanmışdır. Bundan başqa dissertasiya işində təklif olunmuş həll metodikası xüsusi hallarda digər təşkilat və müəlliflərin nəticələri ilə üst-üstə düşməsi ilə isbatlanmışdır. Buna görə də alınmış nəticələrin doğruluğu şübhə doğurmur.

**İşin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, üç fəsil, nəticə və istifadə olunmuş 102 sayda ədəbiyyatların siyahısından ibarətdir. İş 153 səhifədə çap olunmuş kompüter mətnindən ibarətdir, dissertasiyada 45 sxem, 66 grafik və 5 cədvəl vardır.

## **İŞİN ÜMUMİ MƏZMUNU**

Girişdə dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti, disserterasiya işinin məqsədi, alınmış nəticələrin dürüstlüyü və s. əsaslandırılmışdır.

**I fəsil** çoxmərtəbəli binaların hesablanmasının nəzəri əsasları və onların tədqiqat metodlarının təhlilinə həsr olunub. Zəlzələ zonalarında yerləşən tikililərin üfüqi qüvvələrə qarşı dayanıqlı davranışının əhəmiyyəti hər bir ölkənin gələcəyi və davamlı inkişafı üçün həyati məsələlərdən biridir. Yüksək mərtəbəli binalarda sərtlik və ağırlıq mərkəzləri üst-üstə düşən hallar üçün layihələndirilmələrdə kifayət qədər praktik təcrübələr əldə olunsada ağırlıq və sərtlik mərkəzləri üst-üstə düşməyən hallarda yüksək mərtəbəli binaların layihələndirilməsində kifayət qədər həll olunmalı məsələlər vardır. Tarixi abidələrin analizi göstərir ki, hətta çox əvvəllər belə layihələndirmə ilə məşğul olanlar ağırlıq və sərtlik mərkəzlərinin üst-üstə düşməsinin önəmli olduğunu bildirdilər. Son illərdə, şəhərlərin inkişafı və dünyada tikinti işlərinin artması ilə zəlzələ məsələsinə diqqətin artırılmasının vacibliyi və çoxmərtəbəli binalarda külək yüklərinin təyininə ciddi yanaşmanın vacib olduğu göstərilmişdir. Üfüqi qüvvələrin cilovlanması məqsədilə hərəsinin özünə məxsus özəlliyi olan müxtəlif üfüqi yükdaşıyıcı sistemlərdən istifadə olunur. Üfüqi qüvvələrə qarşı yüksək mərtəbəli binaların dayanıqlığı bina üçün seçilən hesabi sxemdən,

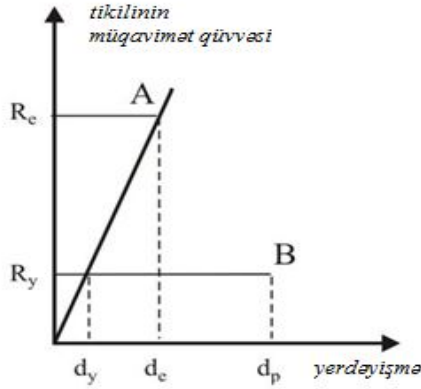
kütlə mərkəzinə nəzərən əsas yüklərin yerləşməsindən və binanın planının formasından ciddi asılıdır. Bundan başqa, yüksək mərtəbəli binaların üfqi qüvvələrə qarşı dayanıqlı davranışı binanın planda ölçülərindən, üfqi yüklərin təsirindən binada yaranan yerdəyişmələrin qiymətindən və s. bu kimi parametrlərdən ciddi asılı olur. Bütün bu tip konstruksiyaların təhlili nəticəsində belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, çoxmərtəbəli metal binalarda dəmirbeton diafraqmaların tətbiqi məqsədəuyğundur.

**Diafraqmalarda müxtəlif qaydalara əsasən iş şəraiti əmsalı:** 1908-ci ildə İtaliyanın Mesina şəhərində olmuş zəlzələdən sonra bir qrup mühəndisə binaların dağılma səbəblərini araşdırmaq tapşırıldı. Həmin qrup, araşdırdıqdan sonra belə nəticəyə gəldi ki, zəlzələ zamanı binaların aşmasına səbəb bu zaman yaranan üfqi qüvvələrdir və həmin araşdırmalara əsasən zəlzələ qüvvələrinin aşağıdakı kimi təyin olunması təklif olundu

$$V = C \cdot W \quad (1)$$

Bu tənlidə  $V$  - zəlzələnin gücü,  $W$  - binanın çəkisi,  $C$  - isə zəlzələnin qüvvəsi əmsalıdır. Zəlzələ zonalarında inşa olunan binaların analizi və baş vermiş zəlzələlərin təsirinin öyrənilməsi istiqamətində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, zəlzələ yüklərinə materialların elastik-plastik işi, qrunut şəraiti, binanın dinamik xarakteristikaları və s. bu kimi amillər güclü təsir göstərir. Aparılmış tədqiqatlar əsasında zəlzələ yükünün təyini düsturu saxlanılmaqla yuxarıda sadalanan amilləri nəzərə almaqla müxtəlif ölkələrin inşaat normalarına əlavə olaraq plastik təsirləri nəzərə alan  $k$  və ya  $R$  əmsalları da daxil edilmişdir. Mövcud tikililərin əksəriyyəti güclü zəlzələlər zamanı elastik-plastik mərhələdə çalışmaq məcburiyyətində qalır. Buna görə də elastiklik modeli əsasında aparılmış hesablama metodikaları zəlzələlər zamanı binanın real işini xarakterizə edə bilmir, bu səbəbdən də bütün binaların, o cümlədən də yüksək mərtəbəli binaların zəlzələ yüklərinə hesablanması qeyri xətti modellər əsasında aparılmalıdır.

Ümumiyyətlə, hansı bir tikilinin dağıdıcı zəlzələnin təsirinə məruz qaldığı anda müqaviməti, axma müqavimətindən böyük olarsa onun davranışı elastik, əks halda onun davranışı qeyri-elastik olacaqdır. Şək.1-ə əsasən  $R_e \geq R_y$  olduqda yerdəyişmə  $A$  nöqtəsində  $d_e$  -yə və  $R_e < R_y$  halında yerdəyişmə  $B$  nöqtəsində  $d_p$  -yə bərabər olacaqdır. Burada  $R_e$  və  $R_y$  uyğun olaraq tikilinin müqaviməti və həddi müqavimətidir.



Şək. 1. Reaksiya qüvvəsi – yerdəyişmə diaqramı

Deməli, binanın müqavimətinin yetərli olmaması zəlzələlər zamanı binada elastik-plastik deformasiyaların yaranmasına səbəb olur. Buna görə də plastiklik əmsalı binanın müqavimətinin funksiyası olur

$$\mu = F(R_y) \quad (2)$$

Adətən (2) bərabərliyi əvəzinə hesablamalarda bunun tərsi olan aşağıdakı bərabərlikdən istifadə olunur:

$$R_y = g(\mu) \quad (3)$$

(3) bərabərliyi ümumi halda bütün təsirlər nəzərə alınmaqla aşağıdakı kimi yazılır:

$$R_y = g(\mu, T, \xi, H_s, E) \quad (4)$$

Burada  $T$  - binanın deformasiyası,  $\xi$  - rəqslərin sönmə əmsalı,  $H_s$  - histerezis əyrisinin növünü nəzərə alan indeks və  $E$  - zəlzələnin ballıqını nəzərə alan əmsaldır. Müqavimət və plastiklik ilə əlaqənin təyin edilməsi son neçə on illikdə tədqiqatçıların daima diqqətini çəkmiş və (4) tənliyini dəqiq təyin etmək mümkün olmasa da NiyuMarkı (Newmark) bu tənliklə əlaqədar mövqə bildirmiş birinci tədqiqatçı kimi tanımaq olar. Ondan sonra, Rahnama, Kravinkler, Vidiç, Fişinger, Ridel, Hidalqo, Kruz, Nasar, Li, Miranda, Mohraz və Fajfar da bu sahədə daimi və ətraflı araşdırma aparmışlar.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində iş şəraiti əmsalı adlandırılan və aşağıdakı kimi təyin olunan əmsall daxil edildi:

$$R = \frac{R_e}{R_y} \quad (5)$$

Kravinkler və əməkdaşları Ridel və Miranda sübut etmişlər ki, zəlzələnin güclü olması iş şəraiti əmsalına hiss olunacaq dərəcədə təsir etmir. Eləcə də, Rahnama və Kravinkler də sübut etmişlər ki, azalan histerezis prosesi binanın iş şəraitinə daha güclü təsir göstərir zəlzələnin tezlik mahiyyətinə nisbət çox həssasdır, lakin sabit histirik davranışlı tikililərdə bu həssaslıq daha azdır.

Zəlzələyədavamlı binaların layihələndirilməsi zamanı onlar üç kateqoriyaya bölünürlər, zəif, orta və güclü zəlzələlərə davamlı konstruksiyalar. Güclü zəlzələlər zamanı zədələnmiş binaların bərpa olunması deyil insan sağlamlığı önəmli məsələ kimi qarşıya qoyulur.

Güclü zəlzələlər zamanı binanın elastik davranışını nəzərə alan layihələndirilmələr iqtisadi baxımdan əlverişli deyildir. Buna görə də son zamanların tədqiqatlarına əsasən bu tip zəlzələlər zamanı binanın elastik-plastik işi də nəzərə alınmaqla layihələndirilməsi əsas məsələ kimi qarşıya qoyulur və bu da yüksək mərtəbəli binaların mövcud hesablama komplekslərinin tətbiqi ilə qeyri xətti hesablama metodikalarının yaradılmasını tələb edir. Odur ki, güclü zəlzələlər zamanı binanın elastik-plastik davranışını özündə əks etdirə bilən həll metodikaları tətbiq olunmadan binanın zəlzələ zamanı davranışını müəyyənləşdirmək mümkün olmur.

Layihələndirmələr zamanı qarşıya qoyulan əsas məqsədlərdən biri də ondan ibarət di ki, zəlzələ qüvvələrinin binaya təsiri minimuma endirilsin. Bunun üçün inkişaf etmiş ölkələrin inşaat normalarında aşağıdakı (6) bərabərliyi ilə təyin olunan əmsal daxil edilmişdir..

$$V = \frac{V_e}{R} \quad (6)$$

Burada  $V$  - zəlzələ qüvvəsi və  $V_e$  - zəlzələnin elastiki qüvvəsidir. Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki,  $R$  əmsalının qiyməti 0,1-dən 0,3-ə qədər dəyişir.

**İkinci fəsil** zəlzələlər zamanı binaların qeyri-xətti dinamik analizi, binanın seysmik və qeyri-xətti analiz metodları, qeyri-xətti dinamik analizi və zamana görə həll addımının seçilməsi, akseleroqrafların miqyas edilmələri, binaların refleks parametrləri, binanın və qrunzun qarşılıqlı reaksiyalarının tədqiqinə həsr olunmuşdur. Kompüter texnologiyalarının sürətli inkişafı çoxlu sayda mürəkkəb mühəndis məsələlərini həll etməyə imkan yaradır. Məhz müasir kompüter texnologiyalarının tətbiqi mürəkkəb binaların zəlzələ yüklərinin təsirindən müxtəlif istiqamətlərdə



yerdəyişmələrinin təyin olunması və innovativ metodların bu tip məsələlərin həllinə tətbiqi üçün imkanlar yaratdı.

Analiz metodlarında materialların davranışı və elementlərin modelləşdirmə metodu üzrə bir sıra fərziyyələr qəbul olunmaqla sistem kompüter proqramlarından yararlanmaqla analiz edilir. Natural eksperimental tədqiqatların aparılması böyük maliyyə tələb etdiyindən məsələlər kompüter modelləşdirilməsi əsasında həll olunur. Bu zaman qəbul olunmuş modelin mövcud modelə ekvivalentliyi real nəticələrin əldə olunmasına gətirib çıxarır. Ona görə də bu tip hesablamalar aparılarkən qəbul olunmuş modellərlə real obyekt arasındakı fərq minimuma endirilməlidir.

Bu fəsildə həmçinin binaların zəlzələ yüklərinə hesablanmasında istifadə olunan ədədi metodikalar, bu sahədə dərc olunmuş məqalə və monoqrafiyaların təhliləri əsasında belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, qeyri xətti modellər əsasında aparılan tədqiqatlarda qəbul olunan ilkin hipotezlər fərqlənə bildiyindən yekun analiz zamanı ən azı iki metodla binalar hesablanmadan yekun qərar verilməməlidir.

Analizin əsas nəticələri kimi o da göstərilmişdir ki, binaların zəlzələ yüklərinə hesablanmasında ən dəqiq nəticələr qeyri xətti modellərə əsaslanan dinamik hesablamə metodları əsasında alınır, başqa sözlə zəlzələ qüvvələrinin zamana görə dəyişmə qanunauyğunluqları da hesablamalarda diqqətə alınmalıdır.

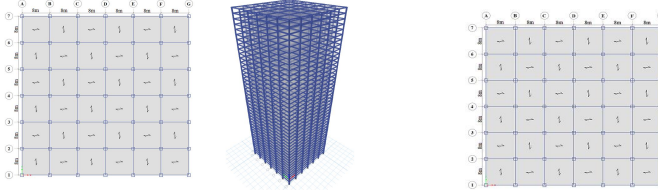
**Üçüncü fəsil** qeyri xətti dinamik analizə əsasən, diafraqmaların planda yerləşdirilməsinin müxtəlif variantları üçün hesablamə metodikası işlənmişdir. İşlənmiş metodika binaların yükünün təyin olunması, beton sərfini, dəmirbeton diafraqmaların işini, polad sütunların birləşmə növlərini və s. nəzərə almağa imkan verir.

Bu fəsildə həmçinin işlənmiş metodika əsasında 42 mərtəbəli və 138.6 metr hündürlükdə hündürmərtəbəli dəmirbeton diafraqmalı metal binanın planda diafraqmanın yerləşməsinin müxtəlif variantları üçün ədədi eksperimentlər aparılmışdır. Bu eksperimentdə əsas məqsəd diafraqmanın ən əlverişli yerləşməni yerini tapmaqdır. Qeyd edək ki, bu tədqiqatlar ETABS2015 proqramında və qeyri-xətti dinamik analiz metodu ilə zəlzələnin 3 fərqli akseleqramının tətbiqi ilə aparılmışdır.

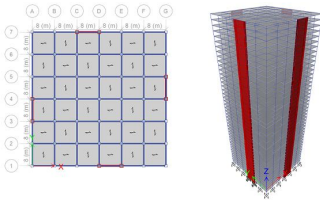
Tədqiqatın davamında, dəmir-beton Diafraqmanın hündürmərtəbəli polad binaya tikili effektinin tədqiqi üçün binadan bir hissə məhdud elementli Abaqus proqramında analiz edilir. Diafraqmanın davranışının tədqiqi və müqayisəsi üçün planında onun yerləşməni verini dəyişdirməklə aşağıdakı göstəricilərə malik yeddi model ETABS proqramı ilə

modelləşdirilib.

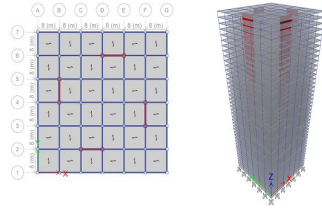
Hündürlüyü 3.3 metr olmaqla mərtəbələrin sayı 42 olaraq bir birinə perpendikular 8 metrlik 6 girişlə, yüksək seysmik olan bölgə və dördüncü növlü qrunt. Dizaynın planı şək.2-də göstərilmişdir.



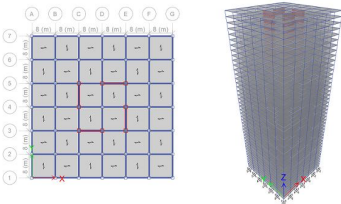
Şək.2. Etabs programında tədqiq olunan hissə Şək.3. Birinci modelin planı



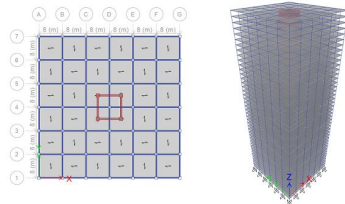
Şək. 4. İkinci model



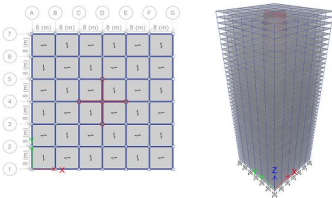
Şək. 5. Üçüncü model



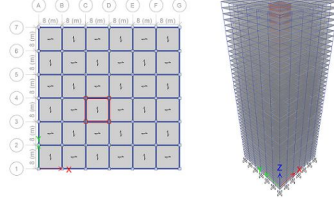
Şək. 6. Dördüncü model



Şək. 7. Beşinci model



Şək. 8. Altıncı model



Şək. 9. Yeddinci model

Zəlzələ yükləri təyin olunarkən bu gün qevvədə olan ABŞ-ın AISC-LRFD normalarə əsas götürülmüşdür.

Üfiqi zəlzələ qüvvələri

$$V = C \cdot W$$

kimi təyin olunur, burada

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

Burada  $A$  - zəlzələ zonasını nəzərə alan əmsal,  $B$  - binanın refleks əmsalı,  $I$ : binanın əhəmiyyəti əmsalı  $R$  - binanın iş şəraiti əmsalıdır və mövcud normativ sənədlərə əsasən  $V$  kəmiyyətinin qiyməti  $V_{\min} = 0,12 \cdot A \cdot I \cdot W$  qiymətindən az ola bilməz

Rəqslərin periodu  $T$  binanın növündən və hündürlüyündən asılı olaraq aşağıdakı kimi qəbul olunur:

Polad sərt qutu sistemli binalar üçün qutuarası ayrıclar qutuların hərəkətlərinə maneçilik yaratmadıqda:

$$T = 0,08 \cdot H^{0,75}$$

Qutuarası ayrıclar qutuların hərəkətlərinə maneçilik yaratmadıqda:

$$T = 0,8 \cdot 0,08 \cdot H^{0,75}$$

Digər hallarda  $T = 0,05 \cdot H^{0,75}$ .

Burada  $H$  - binanın hündürlüyüdür.

Hesablamalar zamanı  $A=0,35$  g və  $R=7,5$  qəbul olunmuşdur..

Qruntun qəbul olunmuş növünə əsasən digər parametrlər

$$T_0 = 0,15, \quad T_s = 1, \quad S_0 = 1,1, \quad S_0 = 1,1, \quad S = 1,75$$

Binanın əhəmiyyət əmsalı da onun təyinatını nəzərə alaraq  $I = 1$  qəbul olunmuşdur.

Binanın hündürlüyünün  $3,3 \cdot 42 = 138,6$  m olduğunu nəzərə alaraq tezliyin əsas periodu  $T = 0,05 \cdot H^{0,75} = 0,05138,6^{0,75} = 2,02$  qəbul olunmuşdur.

İnşaat normalarına əsasən hesablanmış qiymətdən 1,25 dəfə çox götürülür, yəni sonrakı hesablamalarda  $T = 1,25 \cdot 2,02 = 2,525$  götürülür

Binanın qruntun hərəkətinə reaksiyasını bildiren onun növünü nəzərə alaraq refleks əmsalını hesablamq üçün həmin qaydaya əsasən  $B = B_1 \cdot N$  bərabərliyindən istifadə olunur. Bu bərabərlikdə  $B_1$  - spektr forması əmsalı,  $N$  - isə spekterə düzəliş əmsalıdır.

Qaydalara əsasən bu əmsallar aşağıdakı bərabərliklərə əsasən təyin olunurlar:

$$0 < T < T_0 \quad \Rightarrow \quad B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1)(T / T_0)$$

$$T_0 < T < T_s \quad \Rightarrow \quad B_1 = S + 1$$

$$T_s < T \quad \Rightarrow \quad B_1 = (S + 1)(T_s / T)$$

Qorxulu zəlzələlər üçün:

$$T < T_s \quad \Rightarrow \quad N = 1$$

$$T_s < T < 4\text{sec} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{0.7}{4 - T_s}(T - T_s) + 1$$

$$4\text{sec} < T \quad \Rightarrow \quad N = 1.7$$

$$T_s = 1 < T = 2.525 \quad \Rightarrow \quad B_1 = (S + 1)(T_s / T) \Rightarrow B_1 = 1.08926$$

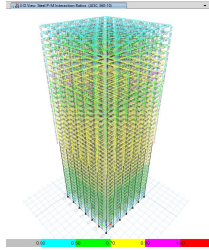
$$T_s = 1 < T = 2.525 < 4\text{sec} \Rightarrow N = \frac{0.7}{4 - 1}(2.525 - 1) + 1 = 1.35575$$

$$B = B_1 N \quad B = 1.09 \times 1.36 = 1.47677$$

$$\text{Beləliklə, hesablamalar zamanı } C = \frac{0,35 \cdot 1,47677 \cdot 1}{7,5} = 0,0689 \text{ və}$$

$K = 2$  götürülür.

Spektr dinamik analiz müetodu ilə tikili dizaynlandıqdan sonra modelin optimallaşdırılması aparılır.



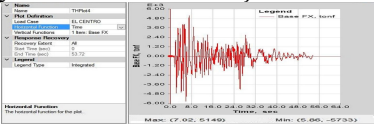
Şək.10.

Binanın zəlzələyə hesablanması zamanı aşağıdakı cədvəldə verilmiş zəlzələlərin akseleqramlarından istifadə olunmuşdur.

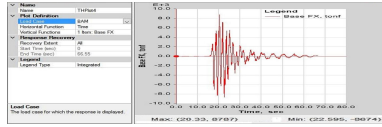
Qeydlər	İllər	PGA	Balla
İmperial Dərəsi(El Centro)	1940	0.31	7
Kobe	1995	0.59	6.8
Bam	2003	0.81	6.6

Bu modeldə istifadə olunmuş polad ST52, beton üçün  $f_c = 210 \text{kg/sm}^2$  Aparılmış hesablamalar nəticəsində məsələn, dördüncü model üçün zəlzələ qüvvələrinin maksimum olduğu diaqramlar aşağıdakı şəkillərdə verilmişdir. Şək.11-də El Centro zəlzələsi üzrə kəsici qüvvənin zamana

görə dəyişməsi verilmişdir. Göründüyü kimi kəsicici qüvvəsinin maksimum qiyməti 7.02-ci saniyədə 5150 ton və minimum miqdarı isə 5.86-cı saniyədə -5733 ton olmuşdur.

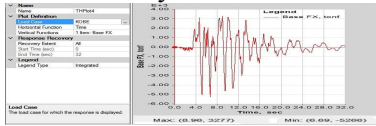


Şək.11. El Centro



Şək.12. BAM.

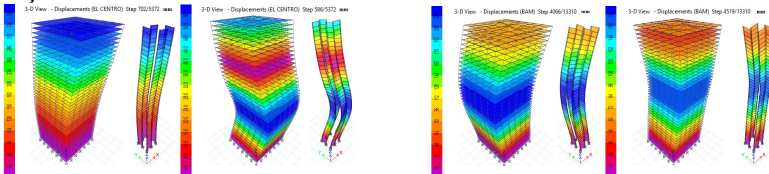
BAM zəlzələsinə aid nəticələr şək.12-də verilib və bu zəlzələ zamanı üfqi qüvvənin maksimum qiyməti 20.33-cü saniyədə 8788 ton və minimum qiyməti isə 22.59-cı saniyədə -8674 ton olmuşdur.



Şək.13.KOBE.

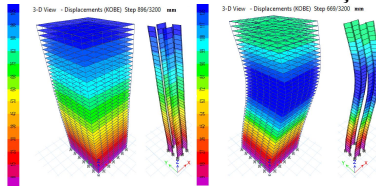
Nəhayət KOBE zəlzələsi zamanı, şək.13 üfqi qüvvəsinin maksimum qiyməti 8.96-cı saniyədə 3278 ton və minimum miqdarı isə 6.69-cu saniyədə -5266 ton olmuşdur.

Baxılan zəlzələlər üzrə binaların deformasiyası aşağıdakı şəkillərdə verilmişdir.



Şək.14. El Centro.

Şək.15. BAM.



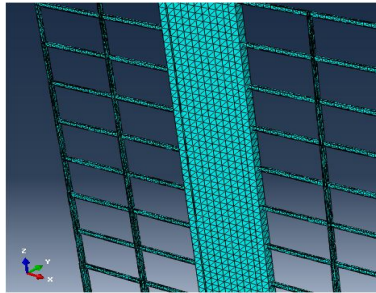
Şək.16.KOBE.

Şək.14-də El Centro zəlzələsi zamanı 7.02-cü və .86-cü saniyələrdə , şək.15-də BAM zəlzələsi zamanı 20.33-cü və 22.59-cü saniyədə və şək.16-də KOBE zəlzələsi zamanı 8.96-cü və 6.69-cü saniyədə dördüncü modelin üç ölçülü deformasiyaları təsvir olunmuşdur.

Hesablamalar əsasən dördüncü modelin tətbiqi zamanı 42-ci mərtəbədə üfqi yerdəyişmə 1.12 metr alınmışdır.

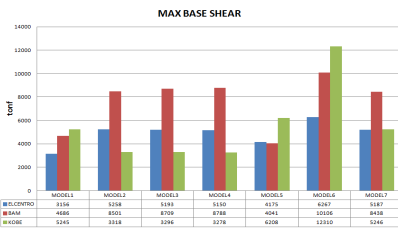
Abaqus programında analizin nəticələri göstərmişdir ki, çərçivə sistemində binanın maksimal üfqi yerdəyişməsi 139 santimetr olduğu halda diafraqmalı binada bu kəmiyyət 106 santimetr miqdarında alınır.

Bundan başqa diafraqmasız binada formalaşan maksimal gərginliyin qiyməti  $153,7 MPa$  alındığı halda dəmirbeton diafraqmalı sistem üçün bu gərginliyin qiyməti  $57,0 MPa$  alınmışdır ki, bu da diafraqmaların təkə yerdəyişmələri deyil, həm də gərginlikləri azaltdığını göstərir.

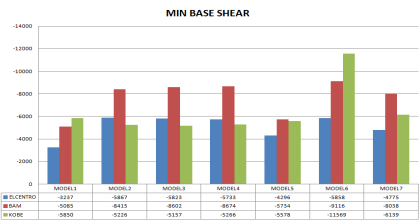


Şək.17. Binanın ABAQUS sistemində analiz olunan hissəsi.

Aparılmış hesablamalar nəticəsində maksimum, şək.18 və minimum, şək.19 kəsici qüvvələrin zəlzələlər üzrə qiymətləri aşağıdakı diaqramlarda verilmişdir



Şək.18. maksimal qüvvələr.



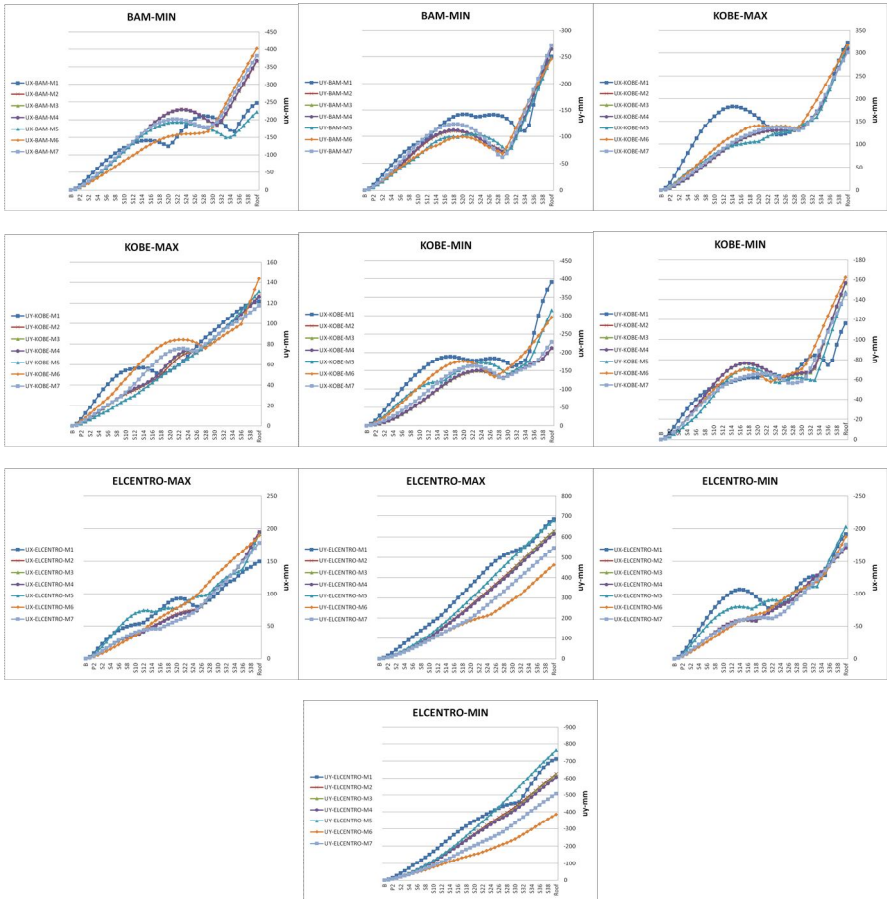
Şək.19. Minimal qüvvələr.

Digər nəticələr aşağıdakı şək.20 və şək.21-də verilmişdir. Aparılmış ədədi eksperimentlərin yekunu olaraq belə nəticəyə gəlinmişdir ki,



Şək.20. Baxılan yeddi modelin mərtəbələr üzrə kəsicü qüvvələri.

- bütün akseleroqraflarda diafraqmaya malik modellərdə mərtəbələrin kəsicü qüvvəsinin minimum miqdarı beşinci modeldə alınır.
- bütün akseleroqraflarda mərtəbələrin kəsicü qüvvəsinin maksimum miqdarı altıncı modeldə alınır.
- Sütunların diafraqmalara qovuşması binan sərtliyini xeyli artırır və müvafiq üfiq yerdəyişmələrin azalmasına səbəb olur.
- Baxılan misalda diafraqmanın 29-cu mərtəbədən sonra davam etdirilməsi onun yerdəyişməsinin artmasına səbəb olduğu meydana çıxmışdır.
- Baxılan misal beşinci və yeddinci modellərin zəlzələ baxımından əlverişli modellər olduğunu göstərmişdir.



Şəx.21. Baxılan yeddi modelin mərtəbələr üzrə üfiqi yerdəyişmələri.

## ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Yüksək mərtəbəli metal binaların zəlzələyə davamlılığının artırılması dəmirbeton diafraqmaları tətbiqi ilə həyata keçirilməsi məqsədə uyğundur.
2. Diafraqmaların planda yerləşdirilməsi zəlzələyə davamlılıq baxımından önəmli rol oynayır və mərkəzdə yerləşdirilmiş diafraqmaları mərkəzdə olan binaların zəlzələyə davamlılığı daha yüksək olur.
3. Ədədi eksperimentlərlə isbatlanmışdır ki, mərkəzdə yerləşən diafraqmaların künclərində sütunların da olması vacibdir və həm gərginliklərin, həm də üfiqi yerdəyişmələrin azalmasına gətirib çıxarır.



4. Sərtlik diafraqmalarının binanın sonuna qədər aparılması yerdəyişmələrin artmasına səbəb olur və hər bir konkret hal üçün diafraqmaların davam etdiriləcəyi optimal hündürlüyün müəyyən olunması məqsədə uyğundur.
5. Diaframaların divarlarının uzunluğunun binanın plandakı ölçüləri ilə uyğunlaşdırılması vacibdir.
6. Yüksək mərtəbəli binaların zəlzələ yüklərinə hesablanması zamanı dəqiq nəticələr ancaq qeyri xətti dinamik modellər əsasında alınabilir və real layihələndirilmələrdə bu diqqətə alınmalıdır.
7. Mövcud binaların zəlzələyə davamlılığının artırılmasına əlavə diafraqmalar yaradaraq onun davranışını qeyri xətti modellər əsasında analiz etməklə nail olmaq olar.

**Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı məqalələrdə çap olunmuşdur**

1. Hajiyev Mukhlis Ahmad oğlu., Hasan Dabbaghasadollahi Poor. Investigation of behaviors of concrete shear wall in high-rise steel buildings // International Journal of Engineering & Technology, №7 (3.2) 2018-ci il, səh., 135-140.
2. Hasan Dabbaghasadollahi Poor. Исследование поведения бетонной стены-диафрагмы в высотных стальных зданиях, Журнал "Вестник" КазГаса, №1, Казахстан, Алматы, 2018, s.114-129.
3. Hasan Dabbaghasadollahi Poor. Diafraqmalarda müxtəlif qaydalara əsasən iş şəraiti əmsalı. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi AzMİU "Ekologiya və Su təsərrüfatı" Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, №1, Bakı, 2017, s. 56-61
4. Hasan Dabbaghasadollahi Poor. Polad sütunla dəmir-beton diafraqmaların birləşdirilməsi və işgillərin tədqiqi. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi AzMİU "ELMİ ƏSƏRLƏR" jurnalı, №1, Bakı ş.,2017, s. 6-12.
5. Hasan Dabbaghasadollahi Poor. Modeling and studying of the shear wall and flexural frame performance. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi AzMİU "ELMİ ƏSƏRLƏR" jurnalı, №1, Bakı,2012, s. 55-59.
6. Hasan Dabbaghasadollahi Poor. Parametric seismic performance evaluation of tall buildings steel moments resisting frames and shear walls. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi AzMİU "ELMİ ƏSƏRLƏR" jurnalı, №2, Bakı,2010, s. 101-106.

# **ГАСАН ДАББАГАСАДУЛЛАХИ ПУР ИБРАГИМ**

## **Исследование работы железобетонной диафрагмы в высотных металлических конструкциях.**

### **РЕЗЮМЕ**

Работа посвящено к изучению поведения высотных металлических зданий с железобетонными диафрагмами в физически нелинейной постановке, т.е. с применением нелинейных диаграмм деформирования материалов. В работе изучено влияние размещения железобетонных диафрагм в плане здания и доказано, что это сильно влияет на отклик здания при динамических нагрузках. Правильное размещение диафрагм одновременно уменьшает максимальные горизонтальные перемещения здания и позволяет уменьшить максимальные напряжения в стальном каркасе. В результате проведенного анализа установлено, что железобетонные диафрагмы должны располагаться в центре здание и должен учитывать размеры здания в плане.

### **HASAN DABBAGHASADOLLAHİ POOR EBRAHİM**

## **Investigation of behaviors of concrete shear wall in high-rise steel buildings**

### **SUMMARY**

This study focuses on an analytical study on reinforced steel structures with concrete shear wall. The structures studied was analyzed using nonlinear time history method and the effect of installing concrete shear walls in the structural plan on the target point displacement. By comparing the roofs' displacement diagrams in different structures with different layout of the shear wall in the plan, it is concluded that in order to achieve the proper result in the design of the structures, the shear walls must be located in the middle of the plan in form of CORE and enclosed with structural columns. Location for a shear wall and how it is placed reduces the lateral displacement of the structure significantly and also the absorption of a larger contribution from the lateral force.

---

---

*Кабыз форматы 60x84 1/16,  
Чап вяряги: 1.6  
Сифарши № 95. Тираж 100.*

---

---

***AzMiU***

***“Nəşriyyat – Poliqrafiya Mərkəzi”***

*тел.: (012) 539 07 17*

***E-mail: azmiu-npm@mail.ru***

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

---

*На правах рукописи*

**ГАСАН ДАББАГАСАДУЛЛАХИ ПУР ИБРАГИМ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ  
ДИАФРАГМЫ В ВЫСОТНЫХ СТАЛЬНЫХ ЗДАНИЯХ**

*СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 3305.03- “Строительные конструкции, здания  
и сооружения”*

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени доктора  
философии по технике**

**БАКУ-2018**