

**Baş redaktor**tex. üzrə f.d. **Qarayev A.N.** –AzİMETİ**Baş redaktorun müavini**tex. üzrə f.d. **Yusifov N.R.** –AzİMETİ**Məsul katib**iqt. üzrə f.d. **Şirinova N.S.** -AzİMETİ**Redaksiya heyəti**t.e.d., prof. **Seyfullayev X.Q.** -AzİMETİmem.dok. **Abdullayeva N.C.** -AzMİUm.d.,prof. **Əbdülrəhimov R.H.** –AzMİUt.e.d.,prof. **Hacıyev M.Ə.** –AzMİUm.d.,prof. **Nağıyev N.H.** –AzMİUtex. üzrə f.d. **Eminov Y.M.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Əmrahov A.T.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Həbibov F.H.** – AzİMETİiqt. üzrə f.d. **Nuriyev E.S.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Poluxov İ.X.** – FHNtex. üzrə f.d. **Rzayev R.A.** – AzİMETİ**MÜNDƏRİCAT****Габитов Ф.Г., Шокбаров Е.М., Габитова Л.Ф.***Об использовании утилизированных  
резиновых металлокордных отходов для  
сейсмозащиты сооружений.....6***Əliyev V.M.***Çoxmərtəbəli hündür binalarda autriqker (outrigger)  
struktur sisteminin tətbiqinin araşdırılması.....21***Cəbrayilova G.X.***Əyilən dəmir-beton elementlərin  
qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında  
sərbəst rəqslərinin yeni baxışlarla öyrənilməsi.....26***Rzayev R., Oxotnikov V., Əliyev V., İsgəndərova A.,  
Səhbətov E.***Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiə qurğulu  
binaların tikinti praktikasında tətbiqinə dair  
təvsiyələr.....34***Təsisçi :****AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI  
DÖVLƏT ŞƏHƏRSALMA VƏ  
ARXİTEKTURA KOMİTƏSİ****AZƏRBAYCAN****İNŞAAT VƏ MEMARLIQ  
ELMİ-TƏDQIQAT İNSTİTUTU****Hüquqi ünvanı :****Az 0014, Bakı ş.  
M.Füzuli küç. 65****Əlaqə telefonları:****(012) 597 51 46 əlavə (205)****E-mail:****[azimeti\\_elmikatib@mail.ru](mailto:azimeti_elmikatib@mail.ru)  
[azimeti@arxkom.gov.az](mailto:azimeti@arxkom.gov.az)****Kompüter dizaynı:****Həsənova E.T.**

## 60 yaşın mübarək Nizami Rasim oğlu Yusifov!



N.R.Yusifov 19.08.1959-cu ildə Qax rayonunun Qax-Gürcü kəndində müəllim ailəsində anadan olmuşdur. 1976-cı ildə Bakı şəhəri 225 saylı orta məktəbi bitirmişdir.

N.Yusifov orta təhsilini başa vurduqdan sonra 1976-cı ildə əmək fəaliyyətinə “Azərdövlətkəndtikintilayihə” institutunda korrektor vəzifəsində başlamışdır. 1977-ci ildə Azərbaycan İnşaat Mühəndisləri İnstitutuna daxil olmuş və 1982-ci ildə institutun inşaat fakültəsini “mülki və sənaye tikinti” ixtisası üzrə bitirmişdir.

N.Yusifov AzİMİ-də təhsilini başa vurduqdan sonra təyinatla “Xəzərdəniznefttikinti” trestinin 7 saylı Tikinti Quraşdırma İdarəsində əmək fəaliyyətinə başlamışdır.

1982-1984-cü illərdə Ordu Sıralarında xidmət etmiş və hərbi xidməti bitirdikdən sonra əmək fəaliyyətini davam etdirmiş və 1984-1985-ci illərdə Meşəağacsənaye Nazirliyinin Təmir-Tikinti İdarəsində təhlükəsizlik texnikası üzrə mühəndis vəzifəsində çalışmışdır.

N.Yusifov 1985-ci ildə Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ-na mühəndis vəzifəsinə işə qəbul olunmuş və bilavasitə tikintidə elmi problemlərin təhlil və tədqiqatı ilə məşğul olmuşdur.

N.Yusifov 1988-1992-ci illərdə Moskva şəhərində Ümumittifaq İnşaat Mühəndisləri İnstitutunun aspiranturasında təhsil almışdır.

1993-cü ildə “Kimya sənayesinin obyektlərində orta və güclü aqressiv mühitlərdə istifadə olunan polimerbeton inşaat konstruksiyalarının çatadavamlılığı” mövzusunda müdafiə etmiş və Ali Attestasiya Komissiyasının qərarına əsasən texnika üzrə fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsinə layiq görülmüşdür.

Nizami Yusifova Azərbaycan Respublikası AAK-ın 10.01.1996-cı il qərarı ilə “ inşaat konstruksiyaları, binalar və qurğular “ ixtisası üzrə “baş elmi işçi” (dosent) elmi adı verilmişdir.

N.Yusifov institutda işləyi illərdə bir çox bina və qurğuların gücləndirilməsi, bərpası və yenidənqurulması üzrə yerinə yetirilmiş elmi işlərdə elmi yenilikləri müvəffəqiyyətlə tətbiq etmişdir:

AMEA-nın qəzalı vəziyyətdə olan Kimya Problemləri institutunun inzibati binasının, Bakı şəhərində və respublikanın digər rayonlarında yerləşən bir çox məktəb binalarının, o cümlədən Bakı şəhəri 132 və 134 sayılı tam orta məktəblərin fasadlarının yenidənqurulması ilə əlaqədar yükdaşıyan konstruksiyalarının texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi, “İçərişəhər Dövlət Qoruğu” ərazisində yerləşən binaların istinad divarlarının və Qala divarlarının bərpası və yenidənqurulması üçün təkliflər işləmiş və təkliflər tətbiq olunmuşdur. H. Əliyev Sarayında, Azərbaycan Dövlət Musiqili Komediya Teatrında yenidənqurma işlərinin aparılması ilə əlaqədar binanın yükdaşıyan konstruksiyalarının mühəndis müayinəsi və texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi kimi elmi işlər yerinə yetirmişdir. Bakı və respublikanın digər şəhərlərindəki Beynəlxalq Hava limanlarının perron sahəsində və təyyarə dayanacaqlarında örtük konstruksiyalarının yükötürmə qabiliyyətinin hesablanması aparılmışdır.

AzİMETİ-də mühəndis kimi əmək fəaliyyətinə başlayan N.Yusifov işlədiyi illərdə laboratoriya müdiri vəzifəsinə qədər yüksəlmişdir.

2004-cü ildən hal-hazır qədər “İnşaat materialları və konstruksiyaları” laboratoriyasının müdiri vəzifəsində çalışan və elmi işlər üzrə direktor müavini vəzifəsini də icra edən Nizami Rasim oğlu özünü bacarıqlı, yüksək idarəetmə qabiliyyətinə malik, peşəkar mütəxəssis kimi göstərmişdir.

N.Yusifov 20 ildən çoxdur ki, institutun Elmi Şurasının üzvü və elmi-praktiki jurnalın redaktor müavini.

**Hörmətli Nizami müəllim!**

**Jurnalın redaksiya heyəti və institutun kollektivi Sizi yubileyiniz münasibətilə təbrik edir və Sizə həyatınızda və işinizdə uğurlar arzulayır.**

**65 лет ГАБИБОВУ ФАХРАДДИНУ ГАСАН оглы**

Фахраддин Гасан оглы Габибов известный специалист в области исследования физико-химической механики глинистых грунтов, фундаментов и грунтовых сооружений в сложных грунтовых условиях, опасных природно-техногенных явлений и методов борьбы с ними, геоэкологии и инженерной экологии.

Фахраддин Гасан оглы Габибов родился 3 ноября 1955 года в г.Баку.

Ф.Г.Габибов в 1977 году окончил Азербайджанский инженерно-строительный институт по специальности “гидротехническое строительство”. Еще в студенческие годы начал заниматься научно-исследовательской работой. Неоднократный лауреат республиканских, закавказских и всесоюзных конкурсов, награжден медалью “За лучшую студенческую научную работу” Минвуза СССР. После окончания вуза с 1977 г. по 1985 г. работал в Азербайджанском научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации младшим научным сотрудником. С 1981 г. по 1982 г. находился на научной стажировке в Москве во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидрогеологии и инженерной геологии, где получил квалификацию грунтоведа-исследователя.

В 1989 г. Ф.Г.Габибов окончил Азербайджанский институт технического творчества и патентоведения по специальности “методология технического творчества”.

В Азербайджанском НИИ Строительства и Архитектуры Ф.Г.Габибов работает с 1985 года. По служебной карьере прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией оснований, фундаменов и механики грунтов. Под его руководством и непосредственном участии разработаны новые методы исследования глинистых грунтов, разработаны и внедрены оригинальные методы подготовки и возведения фундаментов и гидротехнических сооружений на структурно-неустойчивых грунтах, новые инновации по сейсмоизоляции фундаментов. Ф.Г.Габибовым разработаны оригинальные сооружения по защите от оползней, селей, лавин и других природно-техногенных опасных явлений.

Ф.Г.Габибов принимал активное участие при проектировании плотин Виляшчайского и Тахтакорпунского гидроузлов, Каневской и Днестровской ГАЭС, комплекса высотных зданий "Бакинские огни", реконструкции Самур-Апшеронского канала и многих других объектов.

Ф.Г.Габибовым разработаны и внедрены на различных крупных объектах Азербайджана, Украины и Ирана методы оценки и управления рисками при ЧС, вызванных авариями и катастрофами различного природно-техногенного характера.

20 лет Ф.Г.Габибов по совместительству занимался преподавательской работой на кафедре ЧС и безопасности жизнедеятельности Азербайджанского архитектурно-строительного университета, где читал лекции по "Инженерной экологии", "Инженерным методам защиты окружающей среды", "Мониторингу и моделированию экосистем при ЧС", "Системному анализу и моделированию при ЧС" и "Геоинформационным системы" бакалаврам и магистрам, является руководителем дипломных работ бакалавров и диссертационных работ магистров и докторантов.

Ф.Г.Габибов автор более 820 опубликованных научных работ и изобретений. Его монографии "Исследование объемных деформаций структурно-неустойчивых глинистых грунтов" (1998), "Проблемы регулирования свойств структурно-неустойчивых глинистых грунтов в основаниях сооружений" (1999), "Управление научно-техническими инновациями" (2003), "Методы исследования свойств глинистых грунтов" (2004, совместно с Л.И.Кульчицким), "Исследование закономерностей изменения свойств лессовых суглинков при изменяющемся влажностном режиме" (2004, совместно с Л.И.Кульчицким), "Теория и практика улучшения свойств структурно-неустойчивых глинистых грунтов при решении геотехнических и инженерно-геоэкологических проблем" (2011), "Геомеханика. Геотехника. Избранные труды" (2016), "Геоэкология. Гидротехника. Избранные труды" (2016) нашли признание среди ведущих специалистов и ученых.

Под руководством и непосредственном участии Ф.Г.Габибова разработаны национальные строительные нормы Азербайджанской Республики "Грунтовые основания зданий и сооружений", "Свайные фундаменты" и "Гидротехнические сооружения. Основные положения".

Ф.Г.Габибов лауреат премии Сов. Министров СССР, академик Российской академии естественных наук, академик Международной академии экологии и природопользования (г. Москва), академик Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности (г. СПб), является почетным доктором наук АзНИИСА и членом-корреспондентом Международной академии наук Н&Е (Innsbruck, Austria).

Он удостоен медали им.Н.М.Герсеванова РОМГГиФ, медали им. академика Челомея федерации космонавтики СССР, 6 золотых, 3 серебряных и 2 бронзовых медалей ВДНХ СССР и Всероссийского Выставочного Центра, награжден более 20 орденами и медалями СССР, Российской Федерации и различных общественных организаций. По инициативе российских специалистов и ученых имя инженера Ф.Г.Габибова было присвоено одной звезде в созвездии Ворона.

Ф.Г.Габибов является членом РОМГГиФ и ISSMGE, Международной ассоциации по гесинтетикам (IGS), Российской ассоциации по сейсмостойкому строительству и инженерной защите от стихийных бедствий, Комиссии по сейсмостойкому строительству СНГ и Союза архитекторов Азербайджана. Ф.Г.Габибов является членом редколлегий 4 научных журналов, издаваемых в Азербайджане, Российской Федерации и Украине.

Ф.Г.Габибов больше 25-ти лет является членом Ученого Совета АзНИИСА

*Уважаемый Фахрaddin Гасанович.*

**Ред.коллегия журнала и сотрудники института поздравляет Вас с юбилеем! Желает Вам здоровье и больших успехов в работе.**

УДК 624.042

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УТИЛИЗИРОВАННЫХ РЕЗИНОВЫХ  
МЕТАЛЛОКОРДНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ СЕЙСМОЗАЩИТЫ СООРУЖЕНИЙ**

к.т.н. **Габиров Ф.Г.** *Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры,*  
к.т.н. **Шокбаров Е.М.,** *Казахский НИИ Строительства и Архитектуры,*  
*E-mail: eshokbarov@kazniisa.kz*

**Габирова Л.Ф.** инженер, Компания «HALLIBURTON», США, E-mail: [leyli17@yahoo.com](mailto:leyli17@yahoo.com)

**QURĞULARIN SEYSMİK DAYANIQLIĞI ÜÇÜN UTİLLƏŞDİRİLMİŞ REZİNLİ  
METALKORDLU TULLANTILARIN İSTİFADƏSİ BARƏSİNDƏ**

tex.üzrə f.d. **Həbibov F.H.** *Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu,*  
tex.üzrə f.d. **Şokbarov Y.M.** *Qazaxstan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu,*  
**Həbibova L.F.** mühəndis, «HALLIBURTON» kompaniyası, ABŞ

**ON THE USE OF RECYCLED RUBBER METAL CORD WASTE  
FOR SEISMIC PROTECTION OF STRUCTURES**

Ph.D. **Gabirov F.G.** *Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture,*  
Ph.D. **Shokbarov E.M.** *Kazakh Scientific Research Institute of Construction and Architecture*  
**Habibova L.F.** engineer, HALLIBURTON Company, USA, E-mail: [leyli17@yahoo.com](mailto:leyli17@yahoo.com)

**Аннотация:** В статье приведены многочисленные конструкции сейсмостойких фундаментов, которые разработаны авторами и другими инженерами за последние более чем 30 лет, в которых использованы утилизированные металлокордные покрышки. Приводятся конструкции динамических гасителей динамических колебаний, в которых емкости для сыпучих наполнителей выполнены из утилизированных покрышек. Утилизированные покрышки также эффективно используются при создании сейсмозащитных экранов, а также армирующих элементов и сейсмоизоляционных слоев сейсмостойких грунтовых плотин. Во всех вышеуказанных технических решениях сейсмостойкость зданий и сооружений достигается за счет уникальных геометрических и физико-химико-механических свойств утилизированных резиновых покрышек с металлическим кордом.

**Ключевые слова:** фундамент, экран, грунтовая плотина, покрышка, амортизатор, армирующий элемент, сейсмостойкая конструкция, гаситель колебаний.

**Xülasə:** Məqalədə çoxsaylı seysmik dayanıqlı bünövrələrin və amortizatorların konstruksiyaları təhlil olunub, harada ki, metalkordlu təkərlər istifadə olunub. Seysmik rəqslərin dinamik söndürücülərin konstruksiyaları göstərilib, hansılarda səpilən doldurucular üçün tutumlar istifadə olunmuş təkərlərdən hazırlanıb. Utilləşdirilmiş avtomobil təkərləri həm də seysmik mühafizəli ekranların, seysmik dayanıqlı qrunut bəndlərinin armatur elementlərinin və seysmikizolyasiyalı qatlarının hazırlanmasında səmərəli istifadə olunurlar. Bütün yuxarıda göstərilən texniki həllərdə bina və qurğuların seysmik dayanıqlığı utilləşdirilmiş armaturlu rezindən olan təkərlərin unikal həndəsi və fiziki-mexanik xüsusiyyətlərinin hesabına nail olunur.

**Açar çözlər:** bünövrə, ekran, qrunut bənd, təkər, amartizator, elementi, seysmik dayanıqlı konstrukstya, rəqslərin söndürücüsü.

**Summary:** The article presents numerous structures of earthquake-resistant foundations that have been developed by the authors and other engineers over the past more than 30 years, in which recycled metal-cord tires are used. The designs of dynamic dampers of dynamic vibrations, in which the containers for bulk fillers are made of recycled tires, are presented. Recycled tires are also effectively used in the creation of earthquake shields, as well as reinforcing elements and seismic insulation layers of earthquake-resistant ground dams. In all the above-mentioned technical solutions, the earthquake resistance of buildings and structures is achieved due to the unique geometric and physico-chemical-mechanical properties of recycled rubber tires with a metal cord.

**Key words:** foundation, screen, ground dam, tire, shock absorber, reinforcing element, earthquake-resistant structure, vibration dampener.

## 1. Введение

В настоящее время весьма актуальной является проблема повторного использования разнообразных промышленных и бытовых отходов при конструировании различных конструкций инженерной защиты сооружений от опасных сейсмических воздействий. Такой подход позволяет решать не только инженерные проблемы сейсмоопасных районах, но и насущные инженерно-экологические задачи.

Основным, наиболее массовым видом отходов общественного потребления являются утилизированные автомобильные покрышки. В мире на производство автомобильных покрышек расходуется половина производимых синтетических и натуральных каучуков (более 15 млн. тонн в год) и в конечном итоге все производимые покрышки через определенное время попадают в отходы. Время эксплуатации автомобильных шин меньше, чем время эксплуатации большинства резиновых изделий.

Объем образования утилизированных автомобильных покрышек огромен, например в США их образуется до 18 млн. тонн, в Японии 750 тыс. тонн в год.

В мире применяют различные технологии по переработке утилизированных автомобильных покрышек. В этих технологиях предусмотрено исследование утилизированных автомобильных покрышек для получения энергии путем сжигания, измельчения покрышек для получения резиновой крошки, порошка и регенерата.

Доля утилизированных покрышек с металлокордом в настоящее время превышает 50% от их общего количества.

Целые утилизированные покрышки используются при устройстве искусственных рифов, служащих местом обитания рыб и устриц. Морская вода при этом не загрязняется.

Утилизированные покрышки также используются при укреплении склонов от эрозионных процессов. Имеется много изобретений, в которых целые и распиленные утилизированные покрышки используются при конструировании различных гидротехнических, дорожных и природоохранных сооружений.

Очень интересны разработки, связанные с использованием утилизированных покрышек при проектировании сейсмозащиты сооружений и территорий. В этих случаях используются трудно перерабатываемые утилизированные покрышки с металлокордом.

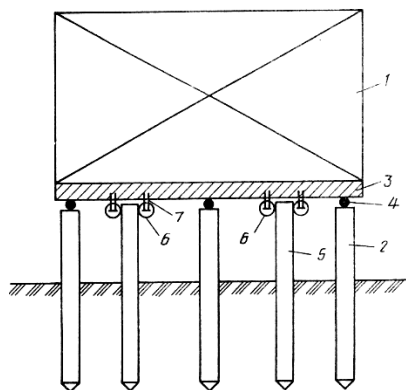
В мегагородах утилизированные покрышки составляют значительную часть отходов. Полигоны на которых их содержат занимают большие площади. В связи с этим рациональное использование утилизированных металлокордных покрышек позволяет решить одну из актуальных экологических проблем мегагородов.

## 2. Первые известные конструкции фундаментов, выполненных с использованием утилизированных покрышек, с вибро- и сейсмоизоляционными характеристиками

Первые конструкции сейсмо- и вибростойких фундаментов из утилизированных покрышек были разработаны более 30 лет назад в Азербайджанском научно-исследовательском институте строительства и архитектуры инженером Ф.Г.Габировым.

Конструкция сейсмостойкого фундамента (1989 г.) для зданий 1 жесткой конструкционной схемы, состоящей из основных свай 2, объединенных поверху высоким ростверком 3 с помощью шарниров 4 и дополнительных свай 5, выполняющих роль упругих ограничителей колебани (см. рис.1). Оголовки свай располагаются в полости жестко прикрепленных одной из торцевых сторон к нижней части ростверка утилизированных металлокордных покрышек 6.

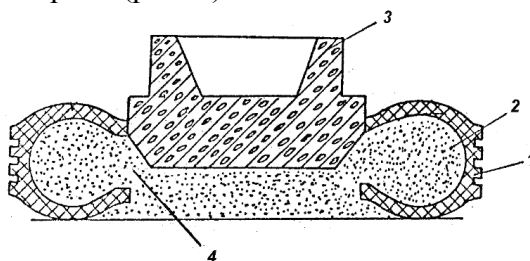
При попадании конструкции здания в зону резонансных колебаний возрастает амплитуда и в работу включаются дополнительные сваи 5. Конструкция за короткий промежуток времени, за счет наличия прочных резиноармированных стаканов 6 и отсутствия зазора между элементами ограничителей, амортизационно меняет свою жесткость и автоматически выходит из резонансного режима.



*Рис.1. Сейсмостойкий фундамент*

Амортизационный выход из резонансного режима, а также дополнительное упругое сопротивление горизонтальному перемещению конструкции не только предупреждает развитие недопустимых деформаций в основных связях, но и предотвращает возможность возникновения ударных воздействий в конструкциях ограничителей [1].

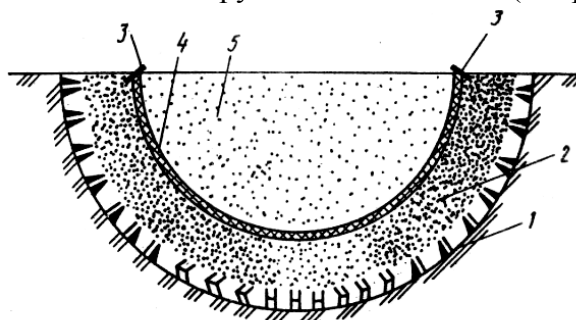
Конструкция виброисолированного фундамента с использованием утилизированных покрышек (1992 г.) включает заполненную сыпучим материалом 2 оболочку 1 и башмак 3, размещенный в оболочке с зазором относительно ее боковых стенок и частично заглубленный в сыпучий материал (рис. 2).



*Рис.2. Виброизолированный фундамент*

Боковая поверхность башмака в зоне его заглубления в сыпучий материал выполнена скошенной под углом, не превышающим угла внутреннего трения сыпучего материала. Оболочка 1 выполнена из утилизированной покрышки, имеющей на внутренней поверхности щель 4, причем диаметр башмака 3 равен внутреннему диаметру оболочки 1 [2]. Передаваемая от башмака 3 нагрузка, благодаря его скошенной боковой поверхности, через сыпучий материал 2 передается на фланцы и на боковую поверхность оболочки – покрышки 1. За счет этого значительно повышается несущая способность фундамента, а также достигается демпферное гашение динамических нагрузок.

В способе возведения арочного фундамента (1989 г.) в траншею 1 с полукруглой поверхностью устанавливается кондуктор 2, выполненный из распиленной пополам утилизированной покрышки от большегрузных автомобилей (см. рис.3).



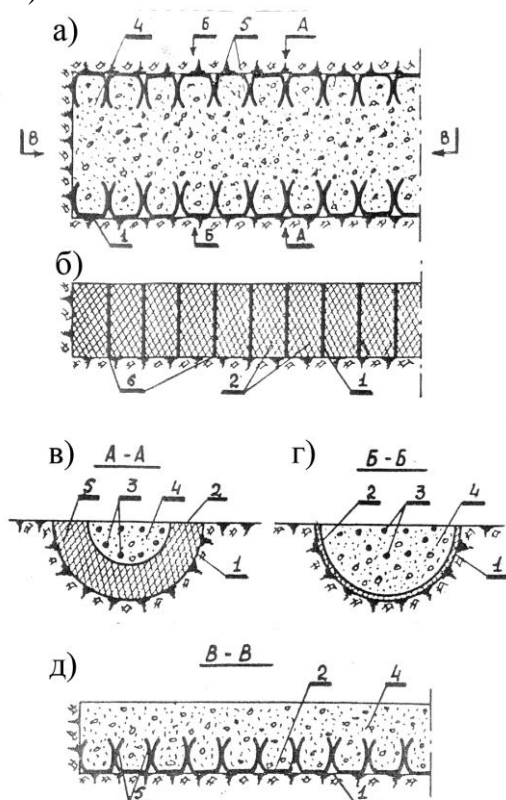
*Рис.3. Арочный фундамент*



Сверху кондуктор 2 покрывается гибким полотнищем 4, выполненным из протекторной обрезки утилизированной покрышки. Полотнище 4 закрепляется на упорах 3, роль которых выполняют концы кондуктора 2. Грунт 5 обратно засыпается на гибкое полотнище 4 с уплотнением, а образовавшаяся полость внутри кондуктора 2 заполняется бетоном.

Эффективность указанного способа заключается в удешевлении и упрощении производства работ путем выполнения несъемного кондуктора из отходов, специфические свойства которых также обеспечивают гидроизоляцию и сейсмоизоляцию арочного фундамента [3].

Монолитный ленточный фундамент повышенной гибкости (1992 г.) состоит из укладываемых в предварительно подготовленную полуцилиндрическую траншею 1 утилизированных покрышек 2, разрезанных пополам, в которые установлена арматура 3 и заливается бетон 4 (см. рис. 4).



**Рис.4.** Ленточный фундамент повышенной гибкости:

а) вид сверху; б) вид с боку; в) разрез А-А; г) разрез Б-Б; д) разрез В-В

Боковины 5 полупокрышек образуют разрезы 6 в теле фундамента, которые заполнены прокладками из резиноармированного упругого материала.

Полученный ленточный фундамент обладает повышенной упругой гибкостью при любых видах осадки или набухания основания и сейсмических воздействиях. Также достигается гидроизоляция фундамента.

Контактное взаимодействие фундамента с полукруглой поверхностью с упругим основанием можно описать двумя наиболее употребляемыми моделями Э.Винклера и В.З.Власова. Пусть известно дифференциальное уравнение для описания деформирования упругой системы

$$DL_1 w = L_2 F, \quad (1)$$

где  $D$  – параметр жесткости;  $L_1$  и  $L_2$  – линейные дифференциальные операторы, вид которых определяется принимаемой теорией расчета упругой системы;  $w(\alpha_1, \alpha_2)$  – компонента перемещения срединной поверхности или нейтральной оси;  $F(\alpha_1, \alpha_2)$  – внешняя нагрузка;  $\alpha_1, \alpha_2$  – безмерные координаты.

При взаимодействии системы с упругим основанием внешняя нагрузка  $F$  в  $i$ -й области контакта  $\Omega$  определяется формулой

$$F = Q - \bar{p}, \quad (2)$$

где  $Q$  – заданная внешняя нагрузка;  $\bar{p}$  – реактивная нагрузка в  $i$ -ой области  $\Omega_i$ , выражение для которой зависит от модели основания

$$\bar{p} = L_3 w; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad (3)$$

$N$  – число областей контакта, вне зоны контакты  $F = Q$ .

Для упругих оснований, описываемых моделями Э.Винклера и В.З.Власова, соответственно имеем

$$\bar{p} = C_i w_l, \quad (4)$$

$$L_3 = C_{1i} - C_{2i} \frac{\partial^2}{\partial \alpha_i^2}. \quad (5)$$

Здесь  $C_{ki}$  – коэффициент постели упругого основания.

Общие решение уравнения (1) ищем в виде

$$w = w_1 + w_2, \quad (6)$$

где  $w_1$  – известное решение однородного уравнения,

$$DL_1 w_1 = 0 \quad (7)$$

для свободной от нагрузки упругой системы, а  $w_2$  – решение неоднородного уравнения,

$$DL_1 w_2 = L_1 F, \quad (8)$$

определяемое характером нагружения системы и моделью для описания контактного взаимодействия.

В 1992 г. В.Г.Соколовым и И.В.Соколовым был предложен амортизатор сейсмических воздействий (см. рис.5), включающий упругий элемент, выполненный из утилизированной автопокрышки 1, заполненной упругим наполнителем 2 (резиновая крошка, каучук и другие упругие материалы, связанные клеем), закрепленной на ободе колеса [5].

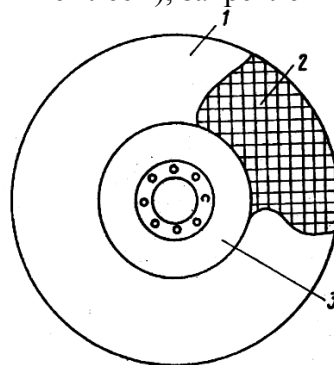


Рис.5. Амортизатор сейсмических воздействий (а.с. СССР №1728387)

В 1992 г. А.И.Коваленко и др. предложили конструкцию сейсмостойкого фундамента (рис.6) содержащего верхний 1 и нижний 2 опорных пояса, опорный скользящий элемент и упругий ограничитель перемещений 4.

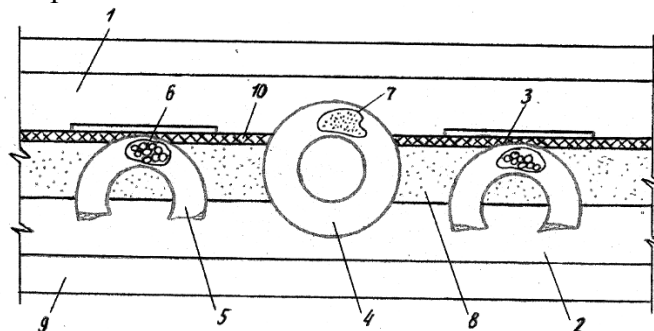


Рис.6. Сейсмостойкий фундамент, продольный разрез (а.с. СССР №1760020)

Фундамент снабжен упругими амортизаторами 5 из половинчатых утилизированных автопокрышек, заполненных галькой 6. Опорный скользящий элемент 3 снабжен стальными пластинками, опирающимися на упругие амортизаторы 5. Упругие ограничители перемещений 4 выполнены из утилизированных покрышек, заполненных промытой в отработанном техническом масле галькой 7. Зазор между поясами заполнен раствором 8. Нижний опорный пояс может быть расположен на цокольном фундаменте 9 из бутобетонной кладки. Деформационная щель под верхним опорным поясом 2 заполнена прокладками 10 «туфобетонным изолятором» [6].

А.В.Черкунова др. в 1990 г. предложили конструкцию сейсмостойкого здания (см. рис.7), содержащего нижний этаж 1, фундаментную 2 и опорную 3 плиты, установленные с зазором, в котором размещено сейсмоизолирующее устройство. Плита 2 установлена на грунтовое основание 5. Сейсмоизолирующее устройство выполнено из утилизированных покрышек 4 с наполнителем 6, установленных рядами друг к другу, соединенных по длине каждого ряда посредством стяжек 7 и между собой в смежных рядах посредством горизонтальных соединительных элементов 8, 9 и 10. В качестве наполнителя используются обрезки утилизированных покрышек в виде бортовых колец и протекторных частей [7].

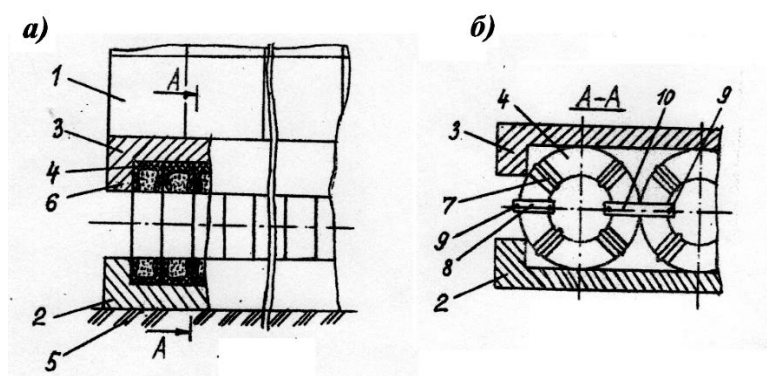


Рис.7. Сейсмостойкое здание (а.с. СССР №1761930): а – общий вид; б – сечение А-А

### 3. Дальнейшее развитие конструкций сейсмостойких фундаментов и устройств с использованием утилизированных покрышек

Ю.И.Безруков и О.Ю.Безруков в 1994 г. предложили конструкцию фундамента (рис.8) для сейсмостойкого здания 1, включающего верхний 2 и нижний 3 элементы, разделенные горизонтальным швом, заполненным сыпучим материалом 4, который помещен с уплотнением в емкости из одинаковых утилизированных покрышек 5, имеющих вырезы на внутренне стороне, края которых скреплены кольцевым бандажем 6. Покрышки 5 помещены в стакан 7 фундамента с зазором, который заполнен сыпучим материалом без уплотнения. Такое конструктивное решение позволяет вязко погасить сейсмические силы, вернуть здание в исходное положение по окончании землетрясения и исключить жесткое соударение отдельных элементов конструкций [8].

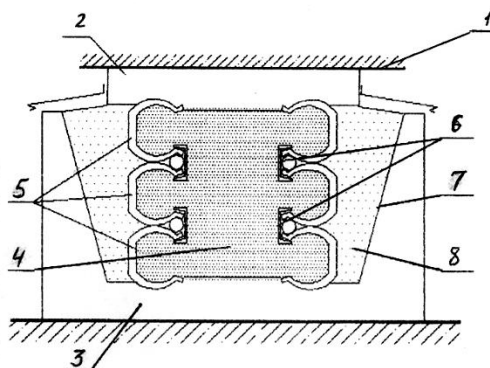
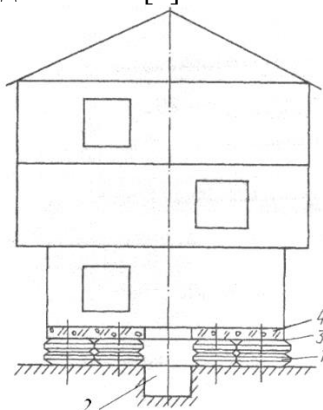


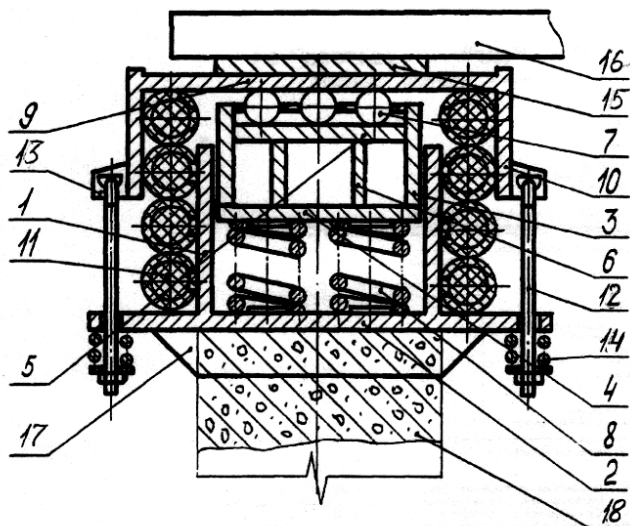
Рис.8. Фрагмент сейсмостойкого фундамента (патент РФ №2119012)

М.Е.Семыкин в 2000 г. сконструировал сейсмостойкий фундамент (рис.9), содержащий монолитную плиту 4, уложенную на утилизированные автомобильные или тракторные утилизированные покрышки 1, заполненные грунтом на 50-80%, на которые в один или два ряда уложен слой линолеума или рубероида 3. Если требуется устройство подполья 2, то в указанной зоне покрышки не укладываются [9].



**Рис.9.** Фундамент здания, вид спереди в разрезе при устройстве подвального помещения и условный силуэт трехэтажного построенного здания

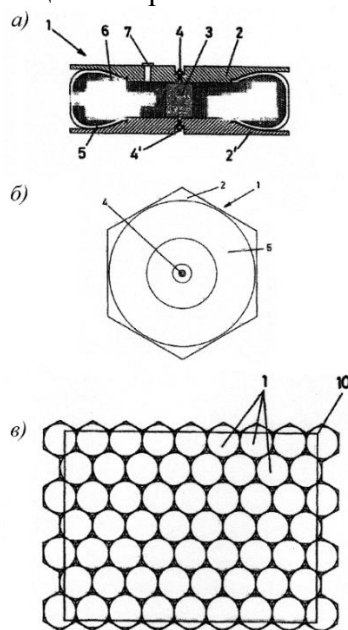
В.М.Левагин в 2002 г. предложил противоударное сейсмическое устройство (рис.10), которое содержит цилиндр, прикрепленный к опорному фланцу 2. В цилиндре установлен поршень 3, имеющий нижнюю 4 и верхнюю 5 заглушки из толстой листовой стали. Внутри поршень 3 усилен ребрами жесткости 6 из стальных плотин. Верхняя заглушка 5 расположена в полости поршня 3 ниже его верхнего края, а по периметру и в центре заглушки 5 размещены стальные шары 7. Глубина расположения заглушки 5 относительно верхнего края поршня 3 составляет, например,  $\frac{3}{4}$  диаметра шаров 7. Между нижней заглушкой 4 поршня 3 и опорным фланцем 2 установлены пружины 8, смазанные графитовой мастикой, а пространство между ними заполнено синтетическим материалом, например, пенополиуретаном или густой незамерзающей смазкой (техническим вазелином). На шарах 7 установлен опорный фланец 9, к которому прикреплен цилиндр 10, имеющий диаметр, больший диаметра цилиндра 1. Устройство содержит дополнительные демпфирующие элементы снаружи цилиндра 1 на его опорном фланце 2 могут быть размещены установленные в вертикальный ряд утилизированные покрышки 11, наружный диаметр которых не превышает внутренний диаметр верхнего цилиндра 10. Полости утилизированных покрышек 11 заполнены пенополиуретаном.



**Рис.10.** Противоударное сейсмическое устройство (патент РФ №2217559)

Для соединения устройства в единую конструкцию цилиндр 10 кинематически связан с опорным фланцем 2 посредством стальных тяг 12, имеющих шарнирное соединение с цилиндром 10 через косынки 13 и с натяжным пружинным устройством 14 на опорном фланце 2. На опорном фланце 9 размещается опорная подушка 15 несущей конструкции 16. Опорный фланец 2 устройства приваривается к закладному элементу 17 сваи или фундамента 18 [10].

Испанские инженеры В.Сигнес Орова С.Сигнес Орова в 2000 г. сконструировали модульное антисейсмическое защитное устройство для зданий и сооружений (рис.11), которое устанавливается между грунтовым основанием и фундаментом. Оно состоит из множества модулей 1, лежащих в одной и той же плоскости в соприкосновении друг с другом, каждый из которых состоит из двух идентичных деталей из жесткого пластика 2 и 2', соединенных сайлент-блоком 3, который удерживается двумя крепежными элементами 4 и 4'. Перед сборкой модуля там устанавливается утилизированная автопокрышка 5. Образованная полость через отверстие 7 заполняют гранулированными пластиковыми элементами 6, способными перемещаться при сейсмических воздействиях [11].

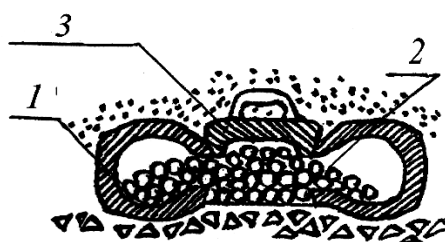


**Рис.11.** Модульное антисейсмическое защитное устройство: а – вертикальный диаметральный разрез отдельного модуля; б – отдельный модуль, вид сверху; в – установленное на грунтовое основание модульное устройство с установленным на нем фундаментной плитой

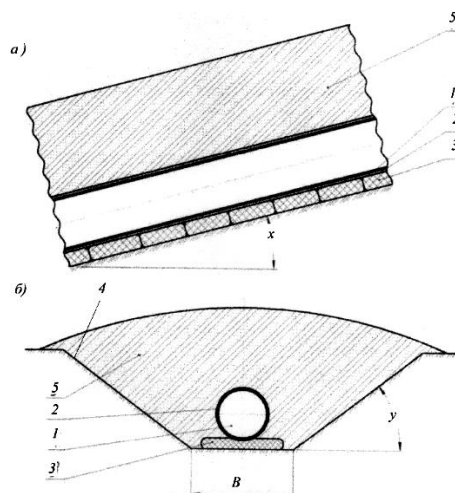
Как можно увидеть на рис.11б и 11в множество модулей 1 расположены на одной плоскости, лежащей на земле под зданием, а шестиугольные пластмассовые детали 2 и 2' способствуют плотной подгонке смежных модулей друг к другу. На полученную таким образом упруго-демпферную поверхность можно установить фундаментные плиты 8.

Утилизированные автопокрышки 1 (см. рис.12), наполовину заполненные упругими гранулами 2 и закрытые сверху резиновой заглушкой 3, предохраняющее воздушную полость автопокрышки от проникновения туда песка песчаной линзы, располагаемой под защищаемым сооружением, являются демпферным элементом и способствуют сейсмоизоляции конструкции сейсмостойкого здания, предложенного С.К.Саркисовым и др. [12].

В способе прокладки трубопроводов в сейсмических районах, предложенном Ф.М.Мустафиным и др. [13], в случаях прокладки трубопровода 1 (см. рис.13) на склоновых участках с уклоном более 5° упругопластические элементы (непрессованные стекловолокнистые или пенопропиленовые, поролоновые и другие упругопластические материалы) укладывают только под трубопровод в полости утилизированных покрышек 3.



*Рис.12. Отдельный сейсмоизоляционный элемент из утилизированной покрышки в конструкции сейсмостойкого здания (патент РФ №2388887)*



*Рис.13. Трубопровод с сейсмоизоляцией, при его прокладке на склоне (патент РФ №2447348): а - продольный разрез; б- поперечный разрез*

При этом для исключения повреждений стенок трубы и изоляции трубы от крупнозернистого грунта засыпки 5 дополнительно предусматривается устанавливать в зонах сейсмоизоляции на внешнюю поверхность трубопровода стальной лист 2. Далее производят засыпку траншеи 4 щебнем 5. Величины ширины дна траншеи  $B$ , угла наклона дна траншеи  $x$  и угла откосов боковых стенок траншеи  $y$  определяются в зависимости от геометрических и прочностных характеристик трубопроводов и конкретных условий их прокладки.

#### **4. Конструкция круглого монолитного фундамента с несъемной опалубкой из утилизированных покрышек**

В строительстве зданий широкое применение находят монолитные железобетонные фундаменты под колонны. Эти фундаменты в плане в основном имеют квадратную и прямоугольную форму. Фундаменты, имеющие в плане круглую форму на практике применяются редко. Так как это связано с трудностями изготовления круглой в плане опалубки.

В Азербайджанском НИИ строительства и архитектуры разработана конструкция круглого монолитного фундамента под колонны.

Несъемная опалубка (см.рис.14) для бетонирования ступенчатых круглых фундаментов под колонны состоит из утилизированных металлокордных покрышек 1 и 2 башмачной части и утилизированной металлокордной покрышки 3 подколонника 5. Блоки, выполненные из утилизированных покрышек различного диаметра, фиксируются при помощи штырей 4, которые установлены на поверхности нижележащей покрышки через  $120^\circ$  по окружности на линии соприкосновения с вышележащей покрышкой [14].

В полость образованной опалубки устанавливается и фиксируется арматура. Сверху опалубки крепят пустотообразователь 5, после этого полость опалубки заполняется

бетонной смесью. Когда бетон затвердевает пустотообразователь 5 снимается и фундамент готов для дальнейшего монтажа конструкций.

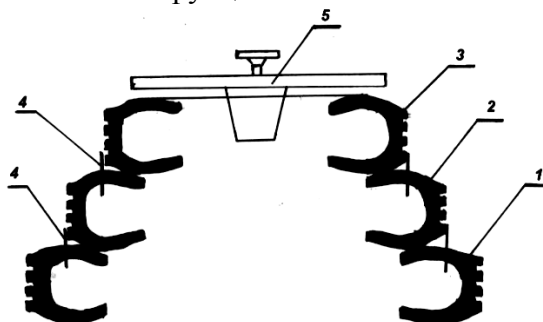


Рис.14. Несъемная опалубка круглого монолитного фундамента

При подборе утилизированных покрышек площадь, занимаемая самой нижней покрышкой, которая формирует нижнюю ступень фундамента, должна соответствовать расчетному условию:

$$F_{н.п.} \geq F_p = \frac{N_{II}}{H_{cp} (R^H - \gamma_{cp} H)}, \quad (9)$$

где  $F_{н.п.}$  – площадь занимаемая нижней покрышкой;  $F_p$  – расчетная площадь подошвы фундамента;  $R^H$  – нормальное давление на грунт основания;  $N_{II}$  – приведенная продольная расчетная сила;  $\gamma_{cp}$  – средний объемный вес грунта;  $H$  – глубина заложения фундамента от поверхности пола.

Несъемные опалубочные блоки из утилизированных покрышек в готовом фундаменте выполняют роль гидроизоляции и сейсмоизоляции.

Особенно хочется отметить то техническое свойство, которое приобретает круглый фундамент мелкого заложения, которое заключается в том, что использование утилизированной резиновой металлокордной автопокрышки в нижней секции предложенной оболочки позволяет получить круглую контурную контактную прослойку, которая позволяет позитивно трансформировать контактные давления по подошве фундамента. В фундаменте естественным образом появляется кольцевая штраба, заполненная упруго-сжимаемым материалом (армированной резиной). Сжимаемость этого материала (вставки) при начальном давлении определяется по формуле предложенной П.П.Заболотным и В.Л.Яструбенецким [15]:

$$S = \frac{(1 - \nu_0^2) P_{1кр} \sqrt{A'}}{1,128 E_0}, \quad (10)$$

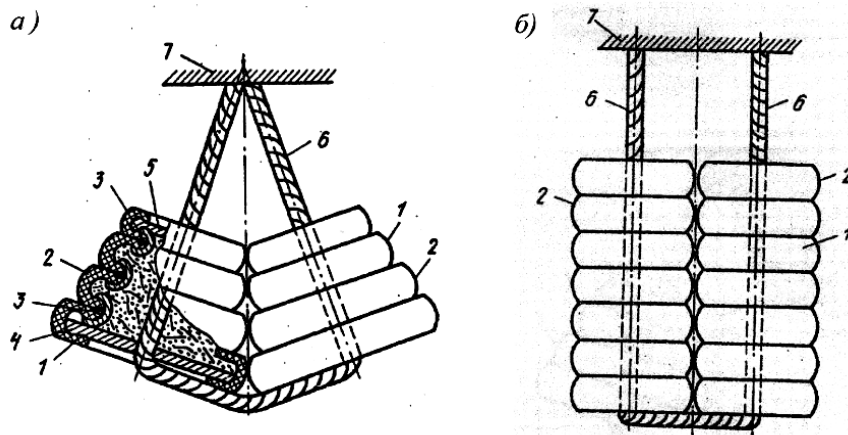
где  $S$  – сжимаемость легкодеформируемого резиноталлического контактного материала (в нашем случае армированной резины бокового фланца утилизированной покрышки);  $\nu_0$  – коэффициент Пуассона;  $P_{1кр}$  – начальное критическое давление на грунт основания;  $A'$  – площадь подошвы фундамента за вычетом площади штраб, заполненных армированной резиной;  $E_0$  – модуль общей деформации грунта основания.

### 5. Конструкции динамических гасителей с использованием утилизированных покрышек

Утилизированные покрышки используются Ю.П.Бусаровым и В.Б.Черкуновым в качестве упругих сильфонов динамического гасителя колебаний [16]. Данное устройство (рис.15) содержит массу в виде заполненных сыпучей средой и гибкими стержнями упругих сильфонов 1 усеченной конической (рис.15а) или цилиндрической (рис.15б) формы, контактирующих между собой выпуклыми частями гофр 2, с усилительными кольцами 3, установленными во впадинах гофр 2 и расположенных в

основаниях сифонов 1 дисков 4 и 5 с центральными отверстиями, и трос 6, пропущенный через последние.

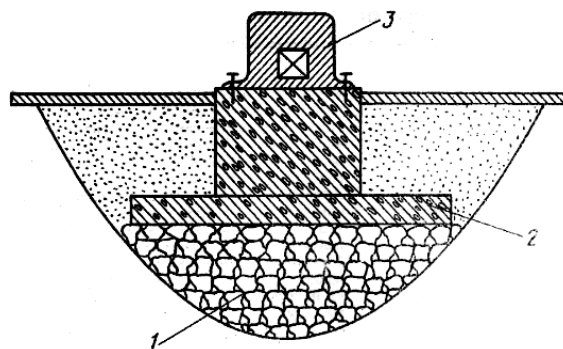
Частота собственных колебаний гасителя подбирается близкой к частоте колебаний сооружения 7. Гаситель, испытывая колебания в режиме антирезонанса, подавляет сейсмические колебания сооружения.



**Рис.15.** Динамический гаситель колебаний сооружений при сейсмических воздействиях (а.с. СССР №1413328): а – сифоны в виде усеченного конуса; б– сифоны цилиндрической формы

#### 6. Конструкции экранов для гашения сейсмических волн с использованием утилизированных покрышек

В 1988 г. инженеры Ф.Г.Габибов и А.В.Туркия предложил конструкцию экрана (см. рис.16) для снижения сейсмических воздействий, который выполнен в виде демпфирующей подушки 1, размещенной в котловине под фундаментной плитой 2, взрывной установки 3. Демпфирующая подушка состоит из горизонтальных рядов резиноармированных П-образных элементов, образованных при разрезке утилизированных автопокрышек на восемь секторов [17].



**Рис.16.** Экран под взрывной установкой, вертикальный разрез (а.с. СССР №1550960)

Ф.Г.Габибов также предложил экран для гашения сейсмических волн в грунте, созданный из пачек утилизированных покрышек, уложенных вокруг защищаемых сооружений, в глубокие траншеи или ряды скважин [18].

Также можно отметить конструкцию экрана для защиты сооружений от сейсмических колебаний, предложенный Ж.Б.Байнатовым, которая выполнена в виде скважин, пробуренных глубиной не менее двойной высоты фундамента, расположенных в шахматном порядке вдоль двух замкнутых линий, равноудаленных от фундамента сооружения. При этом дальние скважины выполнены более глубокими, чем скважины ближние к сооружению и заполнены стопками утилизированных автопокрышек. Ближние к сооружению скважины заполнены утилизированными



пластиковыми бутылками с закрытыми крышками. Сверху скважины заполнены слоем грунта 50-60 см [19].

#### 7. Сейсмостойкие плотины, в конструкциях которых использованы утилизированные покрышки

Утилизированные металлокордные покрышки автомобилей эффективно используются в качестве армирующих элементов сейсмостойких грунтовых плотин.

Сейсмостойкая грунтовая плотина, разработанная Ф.Г. Габибовым и др. в 2010 г. (см. рис.17) включает упорные призмы 1 из песчано-гравийной смеси, ядро 2 из глинистого грунта и антисейсмические армирующие пояса (элементы) 3, укладываемые в упорных призмах горизонтально в виде ячеек заполненных дренажным материалом 4. Пояса 3 состоят из поперечных железобетонных балок 5, располагаемых у откоса плотины, поперечных железобетонных балок 6, располагаемых в теле плотины. Замыкающие ячейки армирующего элемента выполнены из утилизированных металлокордных покрышек 7, которые соединены между собой арматурной связью в виде трубчатых элементов с анкерами, фиксируемыми на внутренней поверхности покрышек от большегрузных автомобилей. Арматурная связь между покрышками смежных ячеек и балками 6 выполнена из трубчатых элементов, монолитно закрепленных и проходящих насквозь поперек балок 6, причем арматурные элементы закрепляются анкерами на внутренних поверхностях крайних покрышек смежных ячеек пояса [20].

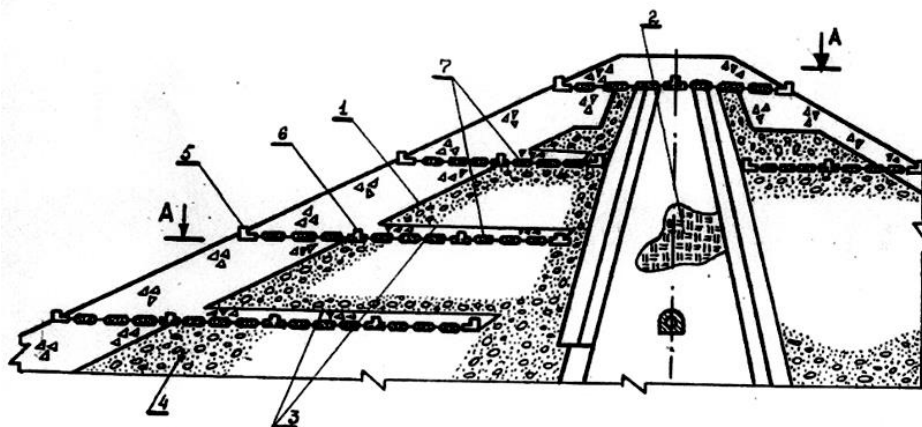
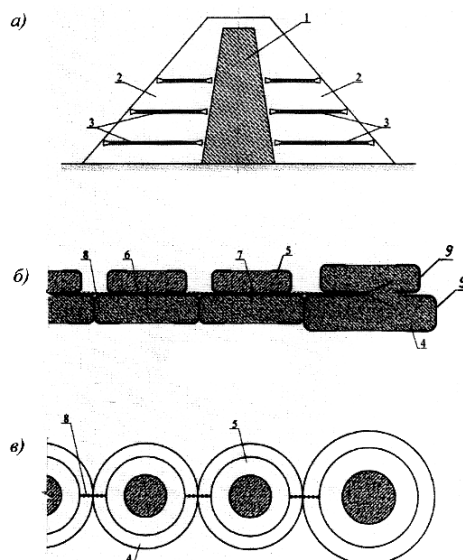


Рис.17. Сейсмостойкая грунтовая плотина, поперечный разрез  
(патент Азербайджана № i 2013 0038)

При воздействии на плотину сейсмических сил армирующие элементы воспринимают на себя избыточные растягивающие усилия за счет сцепления с грунтом плотины. Деформируемость грунта ограничивается и регулируется за счет упругих покрышек и железобетонных балок в армирующих элементах, которые при помощи трубчатых соединений работает как одна целая система.

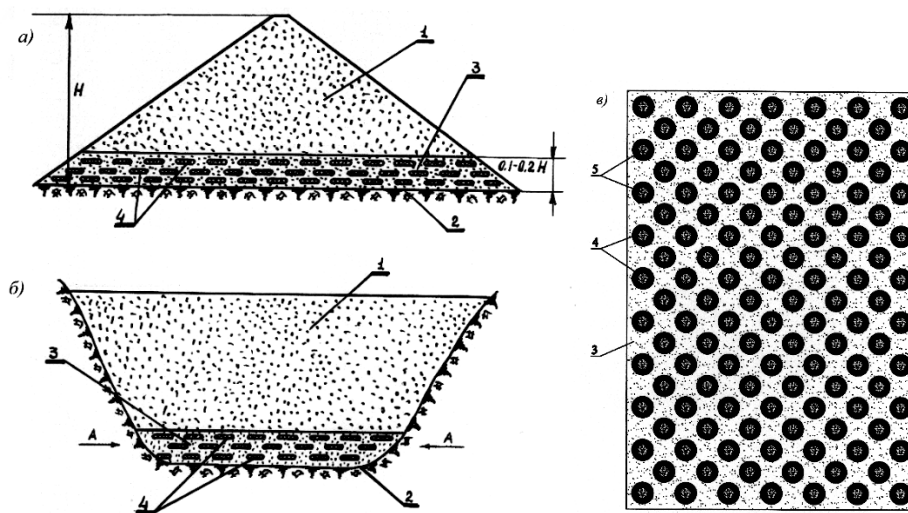
Е.М.Шокбаровым, Ф.Г.Габибовым и Л.Ф.Габибовой разработали конструкцию сейсмостойкой грунтовой плотины [21] и технологию изготовления ее армирующих элементов [22]. В плотине (рис.18) с ядром 1, боковыми призмами 2 и армирующими элементами 3, каждый из которых состоит из бетонных блоков, выполненных из соосно спаренных бетонных блинов. При этом блины большего диаметра 4 расположены ниже блинов меньшего диаметра 5. В бетонных блоках образованы каналы 6 и размещены металлические закладные детали 7. Через каналы 6 проходят гладкие стальные стержни 8, приваренные к закладным деталям 7. Каналы 6 образуются благодаря покрытию поверхности стержней 8 до бетонирования блоков антикоррозионным смоляным составом, исключая сцепление стержней 8 с бетоном блоков после твердения бетона.



**Рис.18.** Плотина из местных грунтовых материалов с армирующими элементами:  
 а – поперечный разрез; б – фрагмент армирующего элемента, продольный разрез;  
 в – фрагмент армирующего элемента, вид сверху

Боковая поверхность бетонных блоков имеет резиноармированное покрытие 9, образованное из двух утилизированных металлокордных покрышек разного диаметра, которые при изготовлении блоков используются как несъемная опалубка. При сложных деформациях, вызванных сейсмическими силами, армирующие элементы препятствуют образованию внутренних поверхностей скольжения, способствуя сохранению заданной устойчивости грунтовой плотины.

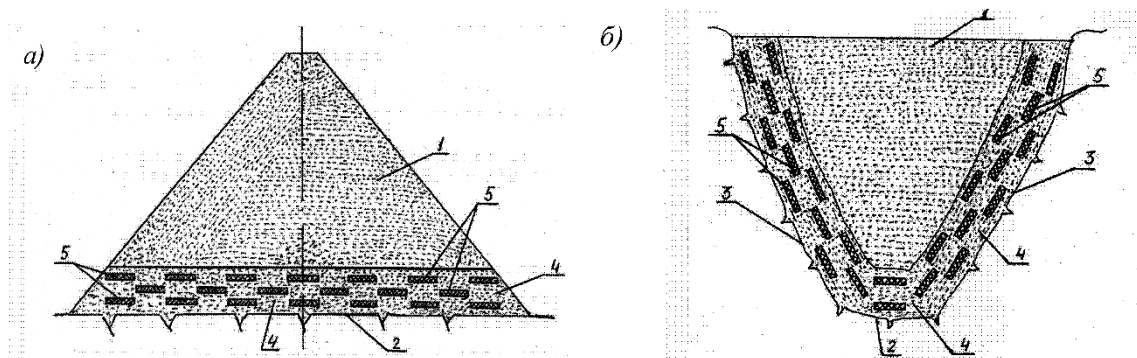
Ф.Г.Габиров и др. разработали конструкции сейсмостойких грунтовых плотин, возводимых в широких створах [23] и узких створах [24]. Сейсмостойкая плотина, возводимая в широких створах (см. рис.19), состоит из верхней основной части 1 тела плотины и расположенного между основной частью тела плотины и основанием 2 сейсмоизолирующего слоя (экрана) 3, который сформирован путем установки в нем включений в виде однотипных утилизированных металлокордных покрышек 4, полости которых заполнены гумбрином 5.



**Рис.19.**

Сейсмостойкая грунтовая плотина, возводимая в широких створах:  
 а – поперечный разрез; б – продольный разрез; в – сечение А-А

Сейсмостойкая плотина, возводимая в узких створах (см. рис.20), состоит из основной части 1 тела плотины и расположенного по всему контакту плотины с основанием 2 и бортами 3 створа сейсмоизолирующего слоя (экрана) 4, который сформирован путем установки в этом слое включений в виде металлокордных покрышек 5, полости которых заполнены гумбрином.



**Рис.20.** Сейсмостойкая грунтовая плотина, возводимая в узких створах:  
а – поперечный разрез; б – поперечный разрез

Гумбрин является отходом технологии очистки технических масел. Этот отход в больших количествах накапливается в полигонах нефтеперерабатывающих предприятий.

Динамическая жесткость полученного сейсмоизолирующего экрана в обеих вышеуказанных конструкциях плотин как минимум на 70% ниже динамической жесткости местного кондиционного грунта, используемого при укладке основной части грунтовой плотины. Кроме этого металлокордные утилизированные покрышки сейсмоизолирующего экрана придают ему дополнительные демпфирующие свойства. Дисперсное расположение включений в сейсмоизоляционных экранах позволяют достигнуть дифракционного ослабления сейсмической волны.

#### Выводы:

1. На многочисленных примерах различных известных конструкций фундаментов и амортизаторов сооружений с использованием утилизированных металлокордных покрышек показана их реальная эффективность, связанная с повышенной сейсмо-, виброгасительной и демпферной способностью. Данная эффективность заложена в специфических геометрических и механических характеристиках отслуживших свой срок покрышек.
2. Отмечена возможность использования утилизированных покрышек для конструирования динамических гасителей сейсмических колебаний.
3. Приводятся реальные примеры использования утилизированных покрышек при создании сейсмозащитных экранов территорий, на которых расположены ответственные сооружения.
4. Показана эффективность использования утилизированных покрышек от большегрузных автомобилей при конструировании армирующих элементов и сейсмоизоляционных слоев грунтовых слоев грунтовых плотин.
5. Уникальные геометрические и физико-химико-механические свойства утилизированных металлокордных покрышек, а также их пестрый размерный сортамент, создает для инженеров и конструкторов широкие возможности для проектирования и создания новых инноваций в области сейсмозащиты сооружений.

## Литература

1. Габибов Ф.Г. Сейсмостойкий фундамент. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1486573, 1989.
2. Габибов Ф.Г. Фундамент. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1730364, 1992,
3. Габибов Ф.Г., Туркия А.В. Способ возведения арочного фундамента. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1735498, 1992.
4. Габибов Ф.Г., Туркия А.В., Кулиев Д.А. Фундамент. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1744200, 1992.
5. Заболотный П.П., Яструбенецкий В.Л. Фундаменты с легкодеформируемыми вставками. «Промышленное строительство и инженерные сооружения», №2, 1990, с.32-33.
6. Соколов В.Г., Соколов И.В. Амортизатор сейсмических воздействий. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1728387, 1992.
7. Коваленко А.И., Алексеев В.Н., Акимов Е.А. Сейсмостойкий фундамент. Авторское свидетельство СССР №1760020, 1992.
8. Черкунова А.В., Черкунова В.Б., Черкунов Б.В. Сейсмостойкое здание. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1761930, 1992.
9. Безруков Ю.И., Безруков О.Ю. Фундамент для сейсмостойкого здания. Патент РФ на изобретение №2119012, 1998.
10. Семькин М.Е. Фундамент. Патент РФ на изобретение №2184189, 2002.
11. Левагин В.М. Противоударное сейсмическое устройство. Патент РФ на изобретение №2217559, 2003.
12. Сигне Орова В., Сигне Орова С. Модульное антисейсмическое защитное устройство для использования в зданиях и аналогичных сооружениях. Патент РФ на изобретение №2250308, 2004.
13. Саркисов С.К., Ефимов А.В., Зайцев И.Д. Сейсмостойкое здание. Патент РФ на изобретение №2388887, 2010.
14. Мустафин Ф.М. и др. Способ прокладки трубопроводов в сейсмических районах. Патент РФ на изобретение №2447348, 2011.
15. Габибов Ф.Г. Опалубка для бетонирования ступенчатых фундаментов под колонны. Патент Азербайджанской Республики на изобретение № i 2012 0058, 2012.
16. Заболотный П.П., Яструбенецкий В.Л. Фундаменты с легкодеформируемыми вставками. «Промышленное строительство и инженерные сооружения», №2, 1990, с.32-33.
17. Бусаров Ю.П., Черкунов В.Б. Динамический гаситель колебаний. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1413328, 1988.
18. Габибов Ф.Г., Туркия А.В. Экран для снижения сейсмических воздействий взрыва от стационарной взрывной установки. Авторское свидетельство СССР на изобретение №1550960, 1988.
19. Габибов Ф.Г. Экран для гашения сейсмических волн в грунте. Информационный листок АзНИИТИ, №87, Баку, 1992, 4 с.
20. Байнатов Ж.Б. Экран для защиты фундаментов зданий и сооружений от сейсмоколебаний грунта. Патент Республики Казахстан на изобретение №20744, 2003.
21. Габибов Ф.Г. Сейсмостойкая плотина. Патент Азербайджанской Республики на изобретение №i 2013 0038, 2010.
22. Шокбаров Е.М., Габибов Ф.Г., Габибова Л.Ф. Плотина из местных материалов. Патент Республики Казахстан на изобретение №33971, 2019.
23. Шокбаров Е.М., Габибов Ф.Г., Габибова Л.Ф. Способ изготовления бетонных блоков армирующих элементов плотины из местных материалов. Патент Республики Казахстан на изобретение №33961, 2019.
24. Габибов Ф.Г. и др. Сейсмостойкая грунтовая плотина, возводимая в широких створах. Патент РФ на изобретение №2556896, 2015.
25. Габибов Ф.Г. и др. Сейсмостойкая грунтовая плотина, возводимая в узких створах. Патент Российской Федерации на изобретение №2558280, 2015.

UOT 699.84

**ÇOXMƏRTƏBƏLİ HÜNDÜR BİNALARDA AUTRIQGER (OUTRIGGER)  
STRUKTUR SİSTEMİNİN TƏTBİQİNİN ARAŞDIRILMASI***elmi işçi Əliyev V.M. Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu***ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ  
АУТРИГГЕР В МНОГОЭТАЖНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ***научный сотрудник Алиев В.М. Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры***INVESTIGATION OF THE APPLICATION OF OUTRIGGER  
STRUCTURAL SYSTEM IN MULTI-STOREY HIGH BUILDINGS***researcher Aliyev V.M. Azerbaijan Scientific-Research Institute of Construction and Architecture*

**Xülasə:** Məqalə çoxmərtəbəli hündür binaların zəlzələ və külək (üfüqi) yüklərinə qarşı dayanıqlılığını artıran Autriqger (Outrigger) struktur sisteminin növlərinin və dünya ölkələrində tətbiqinin araşdırılmasına həsr edilir. Autriqger (Outrigger) struktur sistemi digər struktur sistemlərindən, 40 mərtəbədən çox olan binalarda sərtliyin artırılmasında effektiv olmasıyla fərqlənir.

**Acar sözlər:** Çoxmərtəbəli hündür binalar, Autriqger (Outrigger), struktur, üfüqi yüklər, sərtlik, seysmika, əyilmə, müqavimət.

**Аннотация:** Статья посвящена изучению типов структурной системы Outrigger и ее применению в других странах мира, повышающей устойчивость высотных зданий к землетрясениям и ветровым (горизонтальным) нагрузкам. Конструктивная система Outrigger отличается от других конструктивных систем тем, что эффективно увеличивает жесткость в зданиях с более чем 40 этажами.

**Ключевые слова:** Многоэтажные высотные зданий, Аутриггер, структура, горизонтальные нагрузки, твердость, сеймика, сгибание, сопротивление.

**Summary:** The article is devoted to the study of the types of Outrigger structural system and its application in countries around the world, which increases the resistance of high-rise buildings to earthquake and wind (horizontal) loads. The Outrigger structural system differs from other structural systems in that it is effective in increasing stiffness in buildings with more than 40 floors.

**Keywords:** Multi-storey tall buildings, Outrigger, structure, lateral loads, stiffness, seismic, deflection, resistance.

Dünya miqyasında çoxmərtəbəli hündür binaların tikintisi sürətlə artır və çoxmərtəbəli hündür binalar texniki yeniliklərin, irəliləyişlərin simvoluna çevrilmişdir. Hal hazırda sürətlə artan şəhərləşmə səbəbiylə çoxmərtəbəli hündür binalar ofis və yaşayış binaları üçün daha əlverişli bir seçim halına gəlmişdir. Çoxmərtəbəli hündür binalar, yaşayış, ofis və əsasən kommersiya istifadəsi üçün layihələndirilir. Çoxmərtəbəli hündür binaların vacibliyi ilk növbədə şəhər əhalisinin sürətlə artması, işgüzar fəaliyyətlərin bir-birinə mümkün qədər yaxın olması və yerləşmə sahələrinin məhdud olması tələbinə əsaslanır.

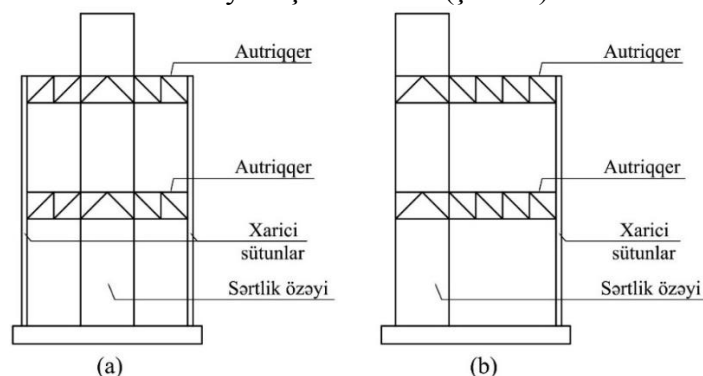
Keçmişdə binaların yükdaşıyan konstruksiyalarının (struktur elementlərinin) ilk növbədə ağırlıq yüklərini daşıyaçaqları qəbul edilirdi. Ancaq bu gün konstruktiv sistemlərdəki inkişafın və yüksək möhkəmlikli materialların sayəsində binaların çəkisi azaldıldı və öz növbəsində binaların incəliyi artırıldı və bu da böyük ölçüdə külək və zəlzələ kimi üfüqi yüklərin nəzərə alınmasını zəruri etmişdir. Xüsusilə çoxmərtəbəli hündür binalar üçün incəlik və elastiklik artdıqca külək və zəlzələ nəticəsində yaranan üfüqi yüklərdən ciddi şəkildə təsirlənir. Beləliklə, binaların hündürlüyündən asılı olaraq üfüqi yüklərə müqavimət göstərmək üçün müvafiq struktur sistemlərini müəyyənləşdirmək vacib hal almışdı. Hal hazırda hündür binaların tikintisində üfüqi müqaviməti təmin etmək üçün istifadə edilə bilən bir çox struktur sistemləri mövcuddur. Müasir dövrdə hündür binalar əsasən aşağıdakı struktur sistemlərindən istifadə edilərək layihələndirilir:

**Daxili yükdaşıyan sistem:** Üfüqi yüklərə qarşı müqavimət göstərən struktur sisteminin əsas hissəsi binanın daxilində yerləşdikdə, daxili struktur sistemi kimi tanınır; 1- Sərt çərçivə; 2- Gücləndirilmiş çərçivə; 3- Pərdə divarlar, Şarnir çərçivə; 4- Pərdə divarlar, Ferma sistemi; 5- Autriqger (Outriqger) sistemi:

**Xarici yükdaşıyan sistem:** Üfüqi yüklərə qarşı müqavimət göstərən struktur sisteminin əsas hissəsi binanın perimetri boyu yerləşirsə, xarici struktur sistemi kimi tanınır; 1- Boru çərçivə; 2- Boru içində boru sistemi; 3- Gücləndirilmiş boru sistemi; 4- Birləşdirilmiş boru sistemi; 5- Çarpaz şəbəkəli sistem; 6- Fəza şəbəkə ferması; 7- Super çərçivə; 8- Xarici qoruyuculu sistem:

Hündür binalarda autriqger struktur sisteminin istifadəsi yeni bir anlayış deyil. Əslində, hündür binalarda 50 ildən artıqdır ki, autriqger struktur sistemi uğurla istifadə olunur. Autriqgerli binaların ilk nümunələri müasir seysmik layihələndirmə təcrübələrinin hələ başlanğıc mərhələsində olduğu bir dövrdə meydana gəlmişdi və bu səbəbdən yalnız külək yüklərinin təsirləri üçün istifadə olunan bir sxem idi. Seysmiki qüvvələrə müqavimət göstərmək və əlavə qüvvə paylanmasını təmin etmək üçün autriqgerdən istifadə etmək son bir neçə onillikdə sürətlə inkişaf etmişdir. Autriqger sisteminin ən erkən sənədləşdirilmiş istifadələrindən biri, Kanadanın Montreal şəhərində yerləşən “Tour de la Bourse” binasında olmuşdur. Bu 47 mərtəbəli dəmir-beton bina 1964-ci ildə tikilib və istifadəyə verilmişdir.

Hündür mərtəbəli binaların tikintisində autriqger ideyası, üfüqi yüklərə müqavimət göstərmək üçün binanın ətraf və daxili konstruktiv elementlərini bütöv olaraq birləşdirməkdir. Autriqger struktur sistemi binanın hündürlüyü boyu bir və daha çox səviyyələrdə yerləşdirilmiş, bir və ya iki mərtəbə hündürlüyündə autriqger (sərt üfüqi elementlər) ilə xarici sütunlara birləşdirilmiş sərtlik özəyindən ibarətdir. Sərtlik özəyi, binanın hər bir tərəfinə autriqger ilə genişləndirilmiş olaraq mərkəzləşdirilmiş şəkildə və ya binanın sütunlarına autriqger ilə birləşdirilmiş şəkildə binanın bir tərəfində yerləşdirilə bilər (şəkil 1).



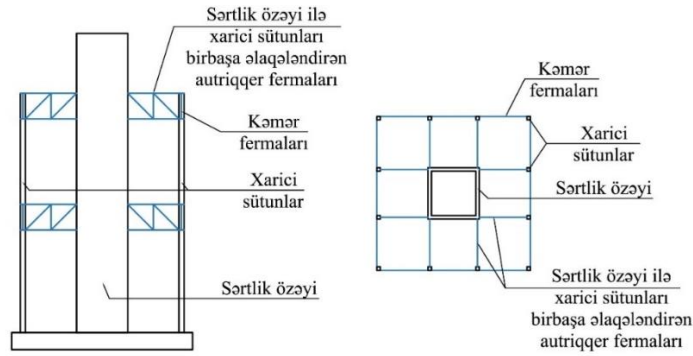
**Şəkil 1.** (a) Mərkəzi özəkli autriqger sistemi: (b) Kənar özəkli autriqger sistemi:

Autriqger struktur sistemi sərtlik özəyinə bağlanmasına əsasən iki növə ayrılır.

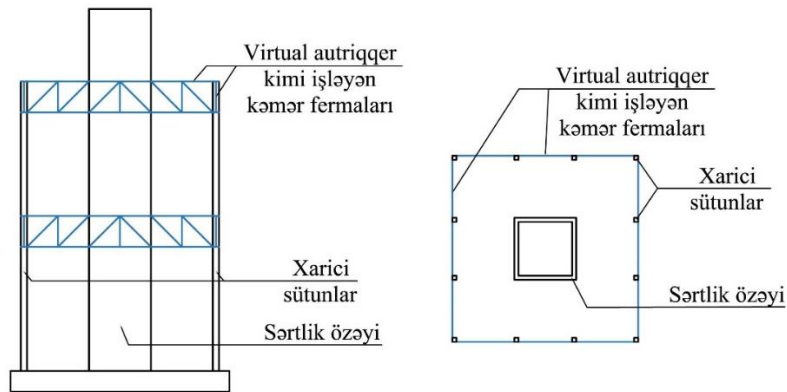
Konvensiya (ənənəvi) autriqger sistemi; Virtual autriqger sistemi:

Konvensial autriqger sistemində autriqger fermaları və ya tirləri birbaşa sərtlik özək divarlarına və ya möhkəmləndirilmiş çərçivələrə və özəyin xaricində yerləşən sütunlara birləşdirilir. Sərtlik özəyinə və özəyin xaricindəki sütunlara birləşdirilmiş autriqger fermaları, sərtlik özəyin fırlanmasını məhdudlaşdırır və özəkdəki aşma momentinin bir hissəsini xarici sütunlarda şaquli qüvvəyə çevirir (şəkil 2).

Virtual autriqger sistemində sərtlik özəyindəki aşma momentinin xarici sütunlara ötürülməsi sərtlik özəyi ilə sütunlar arasında birbaşa əlaqə olmadan əldə edilir. Beləki virtual autriqger aşma momentini öz səviyyəsində yerləşən çox sərt və möhkəm olan döşmə tavaları (üfüqi diafraqmalar) vasitəsilə sərtlik özəyindən xarici sütunlara və kəmərlərinə şaquli qüvvə olaraq ötürür. Həmçinin, döşmə tavaları vasitəsilə kəmərlərinə ötürülən aşma momentini, kəmərləri birləşdirdiyi xarici sütunlara şaquli qüvvə olaraq ötürür (şəkil 3).

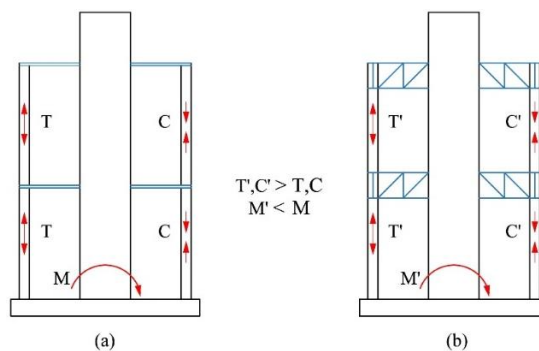


Şəkil 2. Konvensional (ənənəvi) outriqqer sistemi:



Şəkil 3. Virtual outriqqer sistemi:

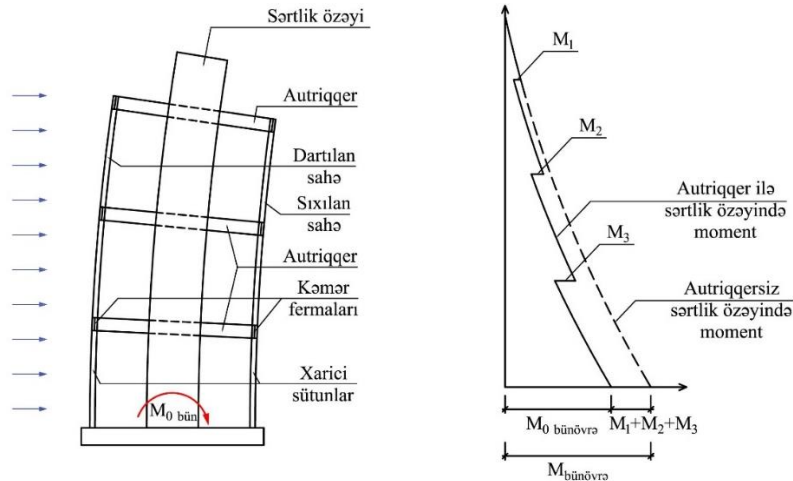
Sistemin əsas struktur reaksiyası olduqca sadədir. Outriqqer, sərtlik özəyini xarici sütunlara birləşdirən sərt bir qol rolunu oynadığından, sərtlik özəyi outriqqer səviyyəsində üfüqi yüklərin təsiri altında yana əyilməyə çalışarkən xarici sütunlarda dartılma, sıxılma gərginlik yaradır və momentin əksinə hərəkət edir. Outriqqer şəbəkəsi sərtlik özəyindəki qüvvələri outriqqerin uclarındakı xarici sütunlara ötürür və bununla birlikdə strukturun birgə fəaliyyətini tam təmin etmək üçün perimetr boyu yerləşən sütunlar outriqqer səviyyələrində kəmər fermaları vasitəsilə birləşdirilir (şəkil 4).



Şəkil 4. Adi sərtlik özəkli çərçivə sistemi  
(a) ilə outriqqerli sərtlik özəkli sistemin (b) müqayisəsi

Burada: T, T', C, C' sütunlardakı qüvvələr, M, M' isə bünövrə momentləridir.

Sərtlik özəyi şaquli bir konsol kimi əyildikdə outriqqer şəbəkəsi sayəsində üfüqi yüklərin təsir etdiyi səthdə yerləşən sütunlarda gərginliyin artması və üfüqi yüklərin təsir etmədiyi səthdə yerləşən sütunlarda sıxılmanın yaranması ilə dayanıqlılığın təmin edilməsində strukturun bütün üzvləri iştirak edir. Outriqqer struktur sistemi birləşdirdiyi xarici sütunlar və sərtlik özəyinin birgə işləri əsasında aşırma qüvvələrinin bünövrəyə səmərəli şəkildə paylanmasına kömək edir (şəkil 5).



**Şəkil 5.** *Adi sərtlik özəkli çərçivə sistemi ilə autriqerli sərtlik özəkli sistem arasındakı moment diaqramının müqayisəsi.*

Autriqerlərin  $M_1$ ,  $M_2$  və  $M_3$  məhdudlaşdırıcı momentlərini yaratmaq üçün kifayət qədər sərt olduğunu qəbul etsək, bünövrədəki  $M_{\text{bünövrə}}$  momenti azalacaq.

$$M_{\text{bünövrə}} = M_0 \text{ bünövrə} + M_1 + M_2 + M_3 \quad (1)$$

Düstur (1) aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$M_0 \text{ bünövrə} = M_{\text{bünövrə}} - \sum M_i \quad (2)$$

Burada:  $M_i$  autriqerlərin  $i$  sayda məhdudlaşdırıcı momentləridir: [1, 5].

#### **Autriqer sisteminin üstünlükləri:**

- Araşdırmalar göstərir ki autriqer sistemləri gücləndirilmiş polad çərçivəli sərtlik özəyi olan binalarda quraşdırma işləri daha asan başa gəlir. Buna baxmayaraq beton və ya kompozit konstruksiyaların istənilən birləşməsində də yaradıla bilər.
- Sərtlik özəyinin fırlanmasını məhdudlaşdırır və özəkdəki aşma momentinin bir hissəsini sütunlarda şaquli qüvvəyə çevirir. Autriqer struktur sistemi birləşdirdiyi xarici sütunlar və sərtlik özəyinin birgə işləri əsasında aşırma qüvvələrinin bünövrəyə səmərəli şəkildə paylanmasına kömək edir, sütun və bünövrə boyunca qaldırma qüvvələrinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına nail olunur.
- Sərtlik özəyi ətrafında, xarici çərçivə, sərt çərçivə tipli əlaqələrə ehtiyac olmadan "sadə" tir və sütun çərçivəsindən ibarət ola bilər və nəticədə qənaət yaranır.
- Özək və boru sistemlərində ağırlıq yükü daşıyan sütunları üfüqi yükə dayanıqlı sistemə səmərəli bir şəkildə daxil edərək əhəmiyyətli dərəcədə qənaətə gətirib çıxara bilər.

**Autriqer sisteminin çatışmazlıqları:** Autriqer sistemlərinin istifadəsindəki ən əhəmiyyətli çatışmazlıq, onların yerləşdiyi mərtəbələrdə istismar sahələrini məhdudlaşdırması və montaj prosesində ciddi əmək sərf olunmasıdır. Bu çatışmazlıqlar bəzi yanaşmalarla minimuma endirilə bilər.

- Sistemin texniki mərtəbələrlə eyni səviyyələrə uyğunlaşdıraraq verilməsilə.
- Təkrarlanan tikinti prosesi və konstruksiyaların ölçülərinin azalması nəticəsində tikinti prosesinin sürətlənməsilə.

Konvensial (ənənəvi) autriqer sistemi istismar sahələrini məhdudlaşdırmasına və quraşdırılma prosesində ciddi əmək sərf olunmasına baxmayaraq çoxmərtəbəli hündür binaların sərtliyinin artırılmasında qərarlı olduğu üçün öz mövqeyini qoruyub saxlamaqdadır.

Dünya miqyasında bir sıra tanınmış binalar, üfüqi yüklərə effektiv bir şəkildə müqavimət göstərməkdə və binaların komfortunu təmin etməkdə effektivliyini sübut etmiş autriqer struktur sistemə sahibdir. Aşağıdakı cədvəldə autriqer struktur sistemi tətbiq edilməklə inşa edilmiş dünya miqyasında məşhur binalardan birneçəsi cədvəl 1-də verilmişdir.



Cədvəl 1

Bina	Şəhər	Hündürlük və mərtəbələrin sayı
Bürc Xəlifə	Dubay	828 (160)
Taybey 101	Taybey	509 (101)
Şanxay Beynəlxalq Ticarət Mərkəzi	Şanxay	492 (101)
Beynəlxalq Ticarət Mərkəzi	Honkonq	483 (118)
Petronas əkiz qüllələr	Kuala Lumpur	452 (88)
Nangin Qrinlənd Maliyyə Mərkəzi	Nangin	450 (89)
Tramp Beynəlxalq Hotel & Tower	Çikaqo	423 (96)
Dubay Qülləsi	Doha	438 (90)
Plaza Rakyat Ofis binası	Malaziya	382 (79)
Aston Apartmantları yaşayış binası	Sidney	90 (30)

### NƏTİCƏLƏR

1. Autriqker sistemləri polad, beton və ya kompozit konstruksiyaların istənilən birləşməsində yaradıla bilər.
2. Mərtəbələrinin sayı 40 mərtəbədən çox olan binalarda autriqker struktur sistemləri üfüqi yüklərə qarşı dayanıqlığı artıraraq çoxmərtəbəli hündür binaların inşasına imkan yaradır.
3. Düzbucaqlı və boru tipli sərtlik özəkli sistemlərdə əhəmiyyətli dərəcədə ağırlıq yükü daşıyan özək ətrafı sütunları üfüqi yükə dayanıqlı sistemə səmərəli şəkildə daxil edərək həm dayanıqlığın artırılmasına, həm də iqtisadi cəhətdən qənaətə gətirib çıxara bilər.

### İstifadə olunan ədəbiyyat

1. Ю.И. Немчинов - Сейсмостойкость высотных зданий и сооружений. 2015–175-182 с.
2. Ajinkya Prashant Gadkari, N. G. Gore. Review on Behaviour of Outrigger Structural System in High-Rise Building. © 2016 IJEDR | Volume 4, Issue 2 | ISSN: 2321-9939.
3. N. G. Gore, Miss Purva Mhatre. Outrigger Structural System – A Review and Comparison of the Structural System. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 64 Number 1 – October 2018.
4. R. Shankar Nair, Belt Trusses and Basements as “Virtual” Outriggers for Tall Buildings. ENGINEERING JOURNAL / FOURTH QUARTER / 1998
5. Goman W.M. Ho. THE EVOLUTION OF OUTRIGGERS SYSTEM IN TALL BUILDINGS. Article in International Journal of High-Rise Buildings. March 2016

UOT 520.172;242.001.57

**ƏYİLƏN DƏMİR-BETON ELEMENTLƏRİN QEYRİ-XƏTTİ DEFORMASIYA MODELİ  
ƏSASINDA SƏRBƏST RƏQSLƏRİNİN YENİ BAXIŞLARLA ÖYRƏNİLMƏSİ**

*tex.üzrə f.d., dos. Cəbraylova G.X. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*

**ИССЛЕДОВАНИЯ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРОВАННОЙ МОДЕЛИ  
С НОВЫМИ ВЗГЛЯДАМИ НА ПРЕДЕЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ**

*к. т. н. Джебраилова Г.Х. Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства.*

**RESEARCH OF FREE OSCILLATIONS OF BENDING REINFORCED  
CONCRETE ELEMENTS BASED ON NONLINEAR-DEFORMED  
MODEL WITH NEW LOOKS AT LIMIT STATES**

*PhD, assoc. prof. Dzhebrailova G.Kh. Azerbaijan University of Architecture and Construction*

**Анотация:** В работе дается методика определения частот и форм свободных колебаний на основе нелинейно-деформированной модели, которые дали возможность учесть основные деформационные характеристики бетона: ползучесть и длительная прочность бетона, а также нарастание прочности арматуры после предела текучести арматуры.

Как показывают результаты численных примеров, учет основных деформационных характеристик бетона и арматуры значительно увеличивает величину частоты свободных колебаний.

Рекомендуются в практических расчетах следует исходить из предложенной методики исследования.

**Ключевые слова:** нелинейно-деформированной модель, свободные колебание, жесткость изгибаемых элементов при изгибе, методика расчета.

**Xülasə:** İşdə əyilən dəmir-beton elementlərin qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında sərbəst rəqslərin tezlik və formalarının beton və armaturun real deformasiya xarakteristikaları: betonun sürüklənmə və uzunmüddətli möhkəmliyini və armaturun axıcılıq həddindən sonra möhkəmlənməsini nəzərə alınmaqla təyin olunma metodikası işlənmişdir.

Yerinə yetirilmiş ədədi misalların nəticələri əsasında yuxarıda göstərilən materialların real xassələrinin nəzərə alınması sərbəst rəqslərin tezliklərini əhəmiyyətli dərəcədə artırır ki, bunların da layihələndirilmədə nəzərə alınması tövsiyə olunur.

**Açar sözlər:** qeyri-xətti deformasiya modeli, sərbəst rəqslər, əyilmədə sərtlik, hesablama metodikası.

**Summary:** The paper provides a method for determining the frequencies and forms of free oscillations based on a nonlinear- deformed model, which made it possible to take into account the main deformation characteristics of concrete: creep and long-term strength of concrete, as well as an increase in the strength of reinforcement after the yield strength of reinforcement. As the results of numerical examples, taking into account the main deformation characteristics of concrete and reinforcement significantly increases the value of the frequency of free oscillations. It is recommended to take into account in practical calculations, the proposed research methodology.

**Key words:** nonlinear-deformed model, free oscillations, bending stiffness, calculation method.

Dəmir-beton konstruksiyaları, onların tətbiq sahələrindən asılı olaraq statik və dinamik yüklərin təsirlərinə məruz qalırlar. Dinamik yüklər müxtəlifdir, lakin onların təsirini nəzərə alıqda, sərbəst rəqslərin dinamik xarakteristikaları olan sərbəst rəqslərin tezliyi və formaları əvvəlcədən təyin olunmalıdır.

Dəmir-beton elementlərin müasir nəzəriyyə əsasında həddi hallarında sərbəst rəqsləri təyin olunduqda, dəmir-beton konstruksiyaların unifakasiya qaydaları, «Avrokod-2»-nin Avropa birliyinin komissiyası, 1984 (bax: Commission of the European Communities, Eurokod-2. Common Unified Rules for Concrete Structures, 1984) tərəfindən təklif və tələblər əsasında yerinə yetirilməlidir.

Məlumdur ki, dəmir-beton konstruksiyalar AzDTN 2.16-1 normativ sənədi ilə həddi-hallara hesablandıqda, dəmir-beton elementlərin gərginlikli-deformasiya hallarının daqılma mərhələsi həddi hal kimi qəbul olunmuşdur və hesablamalar plastik oynaq modeli əsasında həyata keçirilmişdir. Bu model «Avrokod-2»-nin tələb və qaydalarına aşağıdakı səbəblərdən cavab vermir:

- 1) Müstəvi kəsiklər fərziyyəindən imtina olunmuşdur və nəticədə mexanikanın fundamental qaydaları pozulmuşdur.
- 2) Materialların ( beton və armaturun) hal diaqramlarında plastik deformasiyaları ifadə edən axıcılıq meydançalarının uzunluğu sonsuz qəbul olunaraq materialların möhkəmlik şərtləri düzgün qəbul olunmamışdır.
- 3) Beton və armaturun real möhkəmlik və deformasiya xarakteristikaları nəzərə alınmamışdır və onların dəmir-beton konstruksiyalarının möhkəmliyinin yoxlanmasında nəzərə alınması mümkün olmaması, «Avrokod-2»-yə müvafiq dəmir-beton nəzəriyyəsini yaratmaq və inkişaf etdirmətin qarşısını alır.

Dəmir-beton elementlərin həddi hallarına yeni baxışlarla və ümumiləşdirilmiş möhkəmlik şərtlərini tərtib etməklə dəmir-beton nəzəriyyəsinin inkişafının mümkün olduğu[1] işində verilmişdir.

Yuxarıda şərh olunmuş plastik-oynaq modelinin fundamental səhv olduğunu «Avrokod-2»-nin tələb və qaydalarını ödəmədiyini riyazi olaraq statiki məsələlərində sübut olunmuşdur. Əyilən dəmir-beton elementlərin qeyri-xətti deformasiya modelini dinamika məsələlərin həllərinə tətbiq etməklə məsələnin qoyuluşunun dəqiqləşdirilməsilə işin elmi yeniliyi və praktik əhəmiyyəti olduğu riyazi olaraq göstərir.

#### İşin məzmunu.

Deformasiyaya uğrayan bərk cism mexanikəsindən məlum olan diferensial asılılıqlardan istifadə edərək əyilən elementlərin sərbəst rəqslərinin əsas diferensial tənliklərinə baxılır. Materiallar müqavimətindən məlum olan əyilmiş oxun diferensial tənliyi aşağıdakı kimi qəbul olunur:

$$D \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = M(x)$$

Bu tənliyi iki dəfə diferensiallayıb Dalanber prinsipinə əsasən inersiya güvvələrini məsələnin həllinə daxil etsək, alınır:

$$D \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + M \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = q(x, t) \quad (1)$$

Burada D- dəmir-beton elementlərin əyilmədə sərtliyidir və materialların fiziki xassələri nəzərə alınmaqla məlum düsturla təyin olunur:

$$D = \frac{M(x)y}{\varepsilon_{b,max}}$$

M- əyilən elementin gərginlikli halından asılı olaraq mexanikanın qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında məsələnin üç: statika, deformasiya və fiziki tərəfini birləşdirməklə təyin olunan əyici momentin qiymətidir.

M- əyilən elementin vahid uzunluğunun kütləsidir:

$$M = \frac{\gamma_b A}{g} \quad (2)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, (1) differensial tənliyin həlli məlumdur və onun ifadəsi texniki ədəbiyyatlarda verilmişdir.[2]

Əsas (1) differensial tənliyin sağ tərəfi  $q(x, t) = 0$  olarsa, inersiya güvvələrindən əyilən elementlərin sərbəst rəqslərinin tənliyi alınır:

$$D \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + M \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0$$

və yaxud:

$$\frac{D}{M} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = q(x, t) \quad (3)$$

Bu tənliyin həllini dəyişənlərə ayırmaqla aşağıdakı sıra şəklində qəbul olunur:

$$W = \sum_m T_m(t) W_m(x) \quad (4)$$

Beləliklə, (4) həllini (3) tənliyinə yazmaqla, sərbəst rəqslərin zamana görə dəyişməsinə təyin etmək üçün aşağıdakı tənlik alınır:

$$\ddot{T}_m(t) + \omega_m^2 T_m(t) = 0$$

Buradan sərbəst rəqslərin zamana görə harmonik qanunla dəyişdiyi tapılır:

$$T_m(t) = B_m \sin \omega t$$

Burada  $\omega_m^2$ - sərbəst rəqslərin kvadratıdır və onu hesablamaq üçün əyilən elementlərin sərbəst rəqslərinin fundamental differensial tənliyi aşağıdakı kimi alınır:

$$w^{IV} - \omega^2 \frac{M}{D} W = 0 \quad (5)$$

$W = B_m X_m(x)$  şəkilində tapılır.

Əyilən elementlərin dayaqlar üzərində oturma şərtlərindən sərbəst rəqslərin forması  $X_m(x)$  funksiyası təyin olunur. Bu funksiyanın qiyməti texniki ədəbiyyatlarda geniş müzakirə olunub, onun formaları [2] işlərində verilmişdir.

Əyilən element (tir) kənar dayaqlar üzərində oynaqlı oturduğu halda

$$X_m(x) = \sin \lambda_m x, \quad \lambda_m = \frac{m\pi}{l}$$

və konsol tirlər üçün isə

$$X_m(x) = \sin \lambda_m x - sh \lambda_m x - \alpha_m (\cos \lambda_m x - ch \lambda_m x)$$

$$\alpha_m = \frac{\sin \lambda_m l - sh \lambda_m l}{\cos \lambda_m l - ch \lambda_m l}; \quad \lambda_m = \frac{2m-1}{2l} \cdot \pi$$

$$\lambda_1 = \frac{1,8751}{l}; \quad \lambda_2 = \frac{4,6971}{l}; \quad \lambda_3 = \frac{7,8548}{l}; \quad \lambda_4 = \frac{10,9955}{l}$$

$$\lambda_1 = 1,3622; \quad \lambda_2 = 0,9818; \quad \lambda_3 = 1,0008; \quad \lambda_4 = 0,9999$$

Rəqslərin norma funksiyaları cəsvəl şəklində [2] işində ətraflı təhlil olunmuşdur.

Baxılan halda (5) differensial tənliyin həlli aşağıdakı şəklində alınır:

$$w = \sum_m B_m \sin \omega t \cdot X_m(x) \quad (6)$$

Bu həlli sərbəst rəqslərin tezlik tənliyi (5)-də yazdıqdan sonra, bir sıra riyazi əməliyyatlar aparmaqla aşağıdakı düstur əldə olunur:

$$\left( \lambda_m^4 - \frac{M}{D} \omega_m^2 \right) B_m = 0$$

$B_m \neq 0$  olmaq şərtilə, sərbəst rəqslərin tezliyi təyin olunur.

$$\omega_m^2 = \frac{D}{M} \lambda_m^4 \quad (7)$$

Yuxarıda təqdim olunan hesablama metodikası bütün texniki ədəbiyyatlarda verilmişdir və əyilmədə sərtlik D heç bir əsaslanma olmadan (2) düsturu ilə beton və armaturun real hal diaqramları nəzərə alınmadan hesablanmışdır.

Məsələnin həllində yenilik ondan ibarətdir ki, əyilmədə sərtlik qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında mexanika məsələlərinin həllində məsələnin statika, deformasiya və fiziki tərəfləri araşdırılaraq, daxili qüvvə  $M(x)$  gərginlikli haldan asılı olaraq təyin olunur.

Statika tərəfi:

$$M(x) = \int_{A_b} \sigma_b b y dy + \sigma_s A_s (h_0 - y) + \sigma_s A_s (y - a')$$

$$\int_{A_b} \sigma_b b dy + \sigma_s A_s - \sigma_s A_s = 0$$

b) Həndəsi tərəf: Müstəvi kısıqlar fərziyyəsi əsasında deformasiyalar arasında əlaqələr yaradılır.

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{b2} \frac{y}{y_0}$$

c) Fiziki tərəf: beton və armaturun deformasiya və möhkəmlik xarakteristikaları araşdırılaraq,  $\sigma - \varepsilon$  əlaqələrin aşağıdakı kimi yaradılmışdır [1].

Beton üçün

$$0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1} \quad \text{olduqda} \quad \sigma_b = \varepsilon_b \cdot E_b$$

$$\varepsilon_{b1} < \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2} \quad \text{olduqda} \quad \sigma_b = R_b \left[ \left( 1 - \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b1}} \right) + \frac{R_{bl}}{R_b} \left( 1 - \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b1}} \right) \right]$$

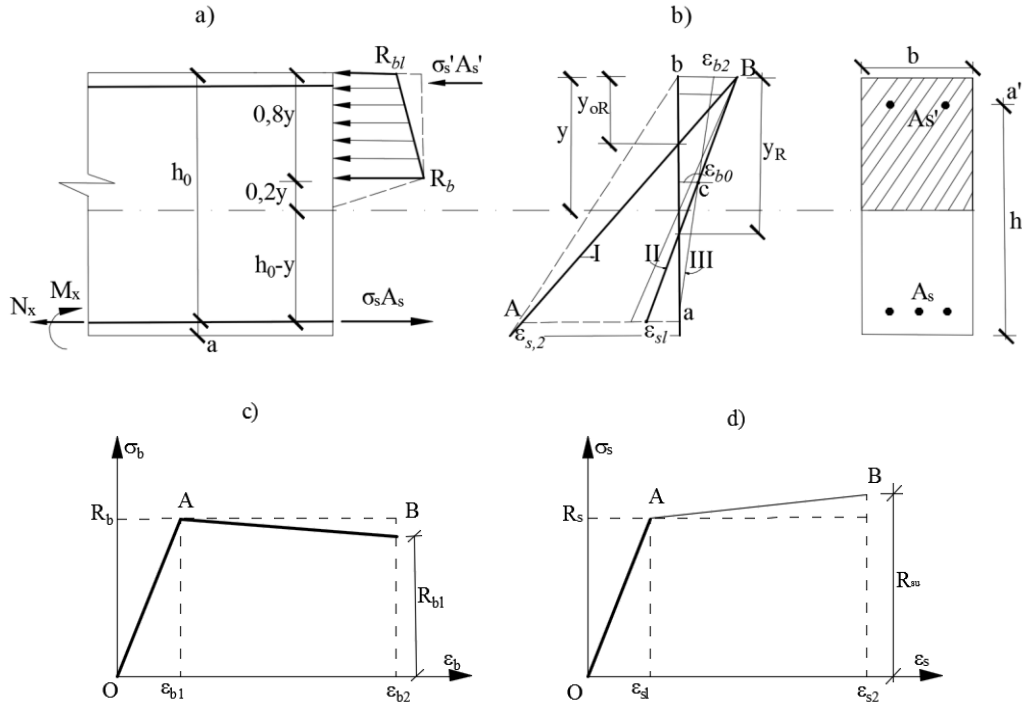
Armatur üçün

$$0 \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s1} \quad \text{olduqda} \quad \sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s$$

$$\varepsilon_{s1} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s2} \quad \text{olduqda} \quad \sigma_s = R_s \left[ \left( 1 - \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{s2} - \varepsilon_{s1}} \right) + \frac{R_{su}}{R_s} \left( 1 - \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{s2} - \varepsilon_{s1}} \right) \right]$$

Məsələnin üç tərəfini ödəyən daxili qüvvələrin (əyici momentin) qiymətini təyin etmək üçün əyilmədə hesablamə sxemi və materialların iki xətlə hal diaqramlarının ümumiləşdirilmiş formalar aşağıdakı şəkil-1-də verilmişdir:

### Əyilən elementlərin hesablamə metodikasının işlənməsi üçün əsas parametrlər



Şəkil 1. Əyilən elementlərin hesablamə sxemi

Əyilən elementlərdə məsələnin həllinin üç tərəfinin ümumiləşdirilməsi nəticəsində aşağıdakı həl alınır:

$$M = \frac{R_b b y^2}{2} \left( 1 - \frac{1}{3} k_0^2 \right) - \frac{R_b b y^2}{3} \cdot (1 - \gamma_{bl}) \left( 1 + \frac{1}{2} k_0 \right) (1 - k_0) + \sigma_s A_s (h_0 - y) + \sigma'_s A'_s (y - a');$$

$$R_b b y \left( 1 - \frac{1}{2} k_0 \right) - \frac{1}{2} R_b b y \cdot (1 - \gamma_{bl}) (1 - k_0) - \sigma_s A_s + \sigma'_s A'_s = 0$$

Burada işarə olunmuşdur:

$$\gamma_{bl} = \frac{R_{bl}}{R_b}; k_0 = \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{bmax}}$$

$R_{bl}$ -betonun uzunmüddətli möhkəmliyidir.

Əyilən elementlərin sərtliyini (2) düsturu ilə hesabladıqdan sonra aşağıdakı yeni ümumiləşmiş ifadəsi alınır.

$$D = E_b \left[ \frac{by^3}{3} \left( 1 - \frac{1}{3} k_0^2 \right) - \frac{1}{3} by^3 (1 - \gamma_{bl}) \left( 1 + \frac{1}{2} k_0 \right) (1 - k_0) + \right. \\ \left. + n_R A_s y (h_0 - y) + n_{RC} \dot{A}_s y (y - \dot{a}) \right]$$

Sərtliyin bu ifadəsini AzDTN 2.16-1-ə uyğun əyilməyə sərtliyin qiyməti kimi aşağıdakı əlverişli hala salınır:

$$D = E_b K_b \dot{I}_{xb} + K_s E_s \dot{I}_{xs} \quad (8)$$

Burada işarə olunmuşdur:

$$\dot{I}_{x,b} = \frac{by^3}{3}; \quad k_b = 1,5 \left( 1 - \frac{1}{3} k_0^2 \right) - (1 - \gamma_{bl}) \left( 1 + \frac{1}{2} k_0 \right) (1 - k_0); \\ \dot{I}_{x,s} = A_s (h_0 - y)^2 + \dot{A}_s \dot{K}_s (y - \dot{a})^2; \quad K_s = \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_s k_0}; \quad \dot{K}_s = \frac{\dot{\varepsilon}_s}{\varepsilon_s}$$

Beləlikdə, əyilmədə sərtliyin ifadəsində ilk dəfə olaraq betonun sürüklənmə və elastik-plastik deformasiyaları ( $k_0 = 0,15 \div 1,0$ ), betonun uzunmüddətli möhkəmliyi ( $\gamma_{bl} = 1 \div 0,85$ ) nəzərə alınmışdır və əyilən elementlərin sərbəst rəqslərinin öyrənilməsində elmi yenilikdir.

Armaturlarda  $\sigma_s$  və  $\dot{\sigma}_s$  gərginliklərini isə bu armaturlarda betonda gərginlik vəziyyətlərindən asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b2} \frac{h_0 - y}{y}; \quad \dot{\varepsilon}_s = \varepsilon_{b2} \frac{y - \dot{a}}{y}$$

Bu deformasiyalara müvafiq armaturun hal diaqramından (və ya onun analitik ifadəsindən) gərginliklər hesablanır.

Hesablamalarda aşağıdakı hallar mümkündür:

a) Əgər  $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sl}$  və  $k_0 = 0,2$  olarsa, gərginlik elastiklik həddi daxilində

$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s$  düsturu ilə (Huq qanunu) təyin olunur. Onda

$$D = E_b \dot{I}_{x,red}$$

$\dot{I}_{x,red}$  - çevirilmiş kəsiyin neytral oxa nəzərən inersiya momentidir.

$$\dot{I}_{x,red} = \frac{by^3}{3} + n A_s (h_0 - y)^2 + n \dot{A}_s (y - \dot{a})^2$$

Qeyd etmək lazımdır ki, texniki ədəbiyyatlarda və tikinti normativ sənədlərdə  $\dot{I}_{x,red}$  çevrilmiş kəsiyin ağırlıq mərkəzindən keçən oxa nəzərən təyin olunduğu qəbul edilmişdir ki, bu da səhv yaxınlaşmadır.

a) əgər  $\varepsilon_s > \varepsilon_{sl}$  olduqda  $k_0 \neq 1$  olur. Onda elementin əyilmədə sərtliyi betonun sürüklənməsi və uzunmüddətli möhkəmliyindən, həmçinin armaturun axıcılıq həddindən sonra möhkəmlənməsindən asılıdır.

Sərtliyin qiyməti sıxılan zonanın hündürlüyündən asılı olduğundan, bu qiymət aşağıdakı statikanın müvazinət tənliyindən hesablanır.

1)  $k_0 = 1$  olduqda və  $\varepsilon_s < \varepsilon_{sl}$  olan hallarda sıxılan zonanın nisbi hündürlüyü aşağıdakı kvadrat tənliyi həll etməklə təyin olunur:

$$\xi^2 + 2(-n\dot{\mu}_s + n\mu_s)\xi - 2(n\mu_s + n\dot{\mu}_s\delta) = 0$$

2)  $\varepsilon_s > \varepsilon_{sl}$  olduqda və  $k_0 \neq 1$  olarsa, onda  $\xi$  aşağıdakı tənlikdən hesablanır:

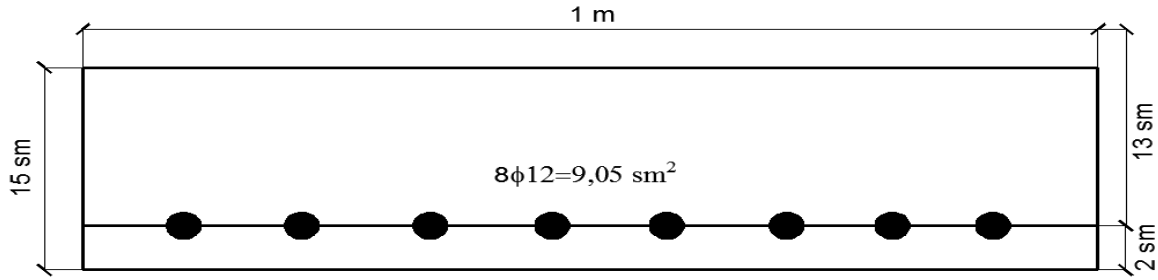
$$\xi = \frac{n_R \mu_s + n_{RC} \dot{\mu}_s}{1 - k_0 - 0,5(1 - \gamma_{bl})(1 - k_0)}$$

Sərbəst rəqslərin tezliyinin kvadratı isə aşağıdakı yeni düsturla hesablanır:

$$\omega_m^2 = \frac{1}{M} (E_b K_b \dot{I}_{b,x} + E_s K_s \dot{I}_{x,s}) \lambda_m^4$$

**Misal.** Binanın adi monolit qabırqalı örtük tavaşının sərbəst rəqslərinin tezliyin təyin olunması tələb olunur. Örtüyün həndəsi ölçüləri sxemdə verilmişdir. B20 və

A 400 ( $R_b = 11,5 \text{ Mpa}$ ,  $E_b = 27 \cdot 10^3 \text{ Mpa}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ Mpa}$ ,  $R_s = 365 \text{ Mpa}$ )



Şəkil. Örtüyün hesablaması sxemi.

Təklif olunan metodikaya görə monolit qabırğalı örtükdən ayrılmış eni 1 m olan kəsilməz zolağın əyilmədə sərtliyi aşağıdakı kimi hesablanır:

a) Elastik həddi daxilində buraxıla bilən gərgiliklər üsulu ilə əyilmədə sərtlik:

$$D_0 = E_b \dot{I}_{x,red};$$

$$\dot{I}_{x,red} = \frac{by^3}{3} + nA_s(h_0 - y)^2$$

Burada  $n = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{2,7 \cdot 10^4} = 7,4$ ;  $\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0}$ ;  $\mu_s = \frac{9,05}{100 \cdot 13} = 0,00696$

y- beton kəsiyin sıxılan zonasının hündürlüyüdür və aşağıdakı kvadrat tənliyi həll etməklə təyin olunur:

$$\xi^2 + 2n\mu_s \xi - 2n\mu_s = 0 \quad \text{və ya}$$

$$\xi^2 + 0,103 \xi - 0,103 = 0 \quad ; \text{buradan}$$

$$\xi = -0,0501 + \sqrt{0,0501^2 + 0,103} = 0,274$$

$$y = \xi \cdot h_0 = 0,274 \cdot 13 = 3,56 \text{ sm}$$

$$\dot{I}_{x,red} = \frac{100 \cdot 3,56^3}{3} + 7,4 \cdot 9,05(13 - 3,56)^2 = 1504 + 5968 = 7472 \text{ sm}^4$$

$$D_0 = E_b \cdot \dot{I}_{x,red} = 2,7 \cdot 10^4(100) \cdot 7472 = 20174 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2$$

İstismar müddətində yük sabit qalmaqla betonun sürüklənməsi və uzun müddətli möhkəmlik nəzərə alınaraq tavanın əyilmədə sərtliyi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$D_p = E_b(K_b \dot{I}_{x,b} + nK_s \dot{I}_{x,s})$$

Burada

$$K_b = 1,5 \left(1 - \frac{1}{3} k_0^2\right) - (1 - \gamma_{bl})(1 + 0,5k_0)(1 - k_0) =$$

$$= 1,5 \left(1 - \frac{1}{3} \cdot 0,2^2\right) - (1 - 0,85)(1 + 0,1)(1 - 0,2) = 1,35$$

Betonun sürüklənməsindən sonra sıxılan zonanın nisbi hündürlüyü aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\xi = \frac{n_R \mu_s}{1 - k_0 - (1 - \gamma_{bl})(1 - k_0) \cdot 0,5}$$

$$n_R = \frac{R_s}{R_b} = \frac{365}{11,5} = 31,74; \quad \mu_s = 0,00696; \quad k_0 = 0,2; \quad \gamma_{bl} = 0,85$$

$$\xi = \frac{31,74 \cdot 0,00696}{1 - 0,2 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,15} = \frac{0,221}{0,74} = 0,300 > 0,2$$

$$y = \xi h_0 = 0,300 \cdot 13 = 3,9 \text{ sm}$$

Armaturada yaranan deformasiya  $\varepsilon_s$  aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b2} \cdot \frac{h_0 - y}{y} = 0,0035 \cdot \frac{13 - 3,9}{3,9} = 0,0082$$

$$K_s = \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_s \cdot K_0} = \frac{0,00175}{0,0082 \cdot 0,2} = 1,067$$

$$K_b \cdot \dot{I}_{x,b} = 1,35 \frac{100 \cdot 3,9^3}{3} = 2669 \text{ sm}^4$$

$$K_s \dot{I}_{x,s} = K_s A_s (h_0 - y)^2 = 1,067 \cdot 9,05 (13 - 3,9)^2 = 799 \text{ sm}^4$$

$$D_p = E_b (2669 + 7,4 \cdot 799) = 0,2 \cdot 2,7 \cdot 8586 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2 = 0,2 \cdot 23187 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2$$

$$D_p = 4637 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2$$

Əyilən elementlərin sərbəst rəqslərinin kvadratı aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\omega_{0m}^2 = 20174 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2 \frac{\lambda_m^4}{M}$$

Sürüklənmə və betonun uzunmüddətli möhkəmliyi, armaturun axıcılıq həddindən sonrakı deformasiyalar nəzərə alındıqda əyilən elementin həddi halda sərbəst rəqslərinin aşağıdakı qiyməti alır.

$$\omega_{pm}^2 = \frac{4637 \cdot 10^6}{M} \text{ N} \cdot \text{sm}^2 \cdot \lambda_m^4$$

Plastik deformasiyalar nəzərə alınmaqla sərbəst rəqslərin tezliklərinin kvadratının nisbəti:

$$\frac{\omega_{pm}^2}{\omega_{0m}^2} = \frac{4637}{20174} = 0,23, \text{ sərbəst rəqslərin tezlikləri isə } \frac{\omega_{pm}}{\omega_{0m}} = 0,48 \text{ dəfə azalır.}$$

Məsələn  $k_0$ -in və  $\gamma_{bl}$  -in digər qiymətlərində də sıxılan zonanın hündürlüyü

$\xi$  –dən asılı həll edilsə, betonun sürüklənməsi və armaturda plastik deformasiyalar əyilən elementin sərbəst rəqslərinin tezliklərinin xeyli dərəcədə artmasına səbəb olur.

Sıxılan zonanın hündürlüyü artdıqca betonun sürüklənməsinin və armaturun plastik deformasiyalarının böyüməsi məsələnin həllinə çox böyük təsir edir. Məsələn, həddi-halda  $\xi = \xi_R$  olduqda sərbəst rəqslərin tezliyinə göstərilən xarakteristikaların təsirinə baxılır.

$$\frac{n_R \mu_s}{1 - K_0 - \frac{1}{2}(1 - \gamma_{bl})(1 - K_0)} = \xi_R \text{ olması üçün armaturlanma əmsalı hesablanır}$$

$$\mu_s = \frac{1}{n_R} \xi_R \left[ 1 - K_0 - \frac{1}{2}(1 - \gamma_{bl})(1 - K_0) \right] = \frac{1}{31,74} \cdot 0,667 \cdot 0,74 = 0,016$$

$$A_s = b h_0 \mu_s = 100 \cdot 13 \cdot 0,016 = 20,2 \text{ sm}^2$$

Elastiklik həddi daxilində verilən parametrlər üçün sıxılan zonanın hündürlüyü

$$\xi^2 + 2 \cdot 7,4 \cdot 0,016 \xi - 0,2368 = 0$$

$$\xi = -0,1184 + \sqrt{0,014 + 0,2368} = 0,5 - 0,118 = 0,383$$

$$y = 0,383 \cdot 13 = 4,98 \text{ sm}$$

$$\dot{I}_{x,b} = \frac{100 \cdot 4,98^3}{3} + 7,4 \cdot 20,2 \cdot (13 - 4,98)^2 = 4117 + 9615 = 13732 \text{ sm}^4$$

$$D_0 = E_b \dot{I}_{x,b} = 2,7 \cdot 10^6 \cdot 13732 = 37076 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2$$

həddi halda  $\xi = \xi_R$  olduğundan sıxılan zonanın hündürlüyü

$$y_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,667 \cdot 13 = 8,67 \text{ olduğundan } \varepsilon_{sl} = \varepsilon_s \text{ olur.}$$

$$K_s = \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_s K_0} = \frac{1}{K_0} = 5;$$

$$D_p = E_b \left[ K_b \frac{b y_R^3}{3} + K_s n A_s (h_0 - y_R)^2 \right] =$$

$$= 0,2 \cdot 2,7 \cdot 10^4 (100) \left[ 1,35 \frac{100 \cdot 8,67^3}{3} + 5 \cdot 7,4 \cdot 20,2 (13 - 8,67)^2 \right] =$$

$$= 0,2 \cdot 2,7 \cdot 10^4 (100) (29327 + 14013) = 23404 \cdot 10^6 \cdot \text{Nsm}^2$$

Beləliklə betonun və armaturun plastik xarakteristikaları nəzərə alındıqda sərbəst rəqslərin kvadratları aşağıdakı kimi dəyişir

$$\omega_{0m}^2 = 37076 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{sm}^2 \text{ və } \omega_{pm}^2 = 23404 \cdot 10^6 \text{ Nsm}^2$$

olduğundan  $\frac{\omega_{pm}^2}{\omega_{0m}^2} = \frac{D_p}{D_0} = \frac{23404}{37076} = 0,63$  və  $\frac{\omega_p}{\omega_0} = \sqrt{0,63} = 0,79$  dəfə azalır.

Beləliklə əyilən dəmir-beton elementin sərbəst rəqslərinin təyin olunma metodikası gərginlikli hallardan ( $K_0$  və  $\gamma_{bl}$  –dən) asılı olaraq Avrokodlarla eyniləşdirilir.



**Nəticələr.**

1. Dəmir-beton konstruksiyaların dinamika məsələlərinin həllərində mexanikanın qeyri-xətti deformasiya modelindən istifadə etmək lazımdır, əks halda plastik-oynaq modeli böyük xətalara alınmasına gətirir.
2. Əylən elementlərin sərtliyi real gərginlikli halda qeyri-xətti deformasiya modelindən istifadə olunduqda alınmış nəticələr plastik oynaq modelinin nəticələrindən 0,79 dəfəyə qədər fərqlənir. Ona görə də dəmir-beton konstruksiyaların dinamikasında da qeyri-xətti deformasiya modelindən istifadə etməklə hesablamaları «Avrokod-2»-yə uyğunlaşdırmaq lazımdır.
3. Qeyri-xətti deformasiya modelinə məsələnin fundamental həllərinin alınmasına, yəni betonun sürüklənməsinin, uzunmüddətli möhkəmliyinin və armaturun axıcılıq həddindən sonra möhkəmlənməsini nəzərə alan metodika kimi baxmaq lazımdır.

**Ədəbiyyatlar.**

1. Сейфуллаев Х.К. Усовершенствование приложения нелинейной деформационной модели к расчету изгибаемых железобетонных элементов по новому понятию о предельных состояний. «Строительная механика и расчет сооружений» №1, 2020, стр. 52-61.
2. Гонткевич В.С. Собственные колебания пластинок и оболочек. Справочное пособие, Киев, 1964, 288 стр.
3. Биби Э.В, Нараянан Р.С. Руководство для проектировщиков к Еврокод-2. Москва, МГСУ, 2013, 292 стр.

UOT 69984

**REZİN METAL DAYAQ YASTIQLI SEYSMOMÜDAFİƏ QURĞULU BİNALARIN  
TİKİNTİ PRAKTİKASINDA TƏTBİQİNƏ AİD TÖVSIYƏLƏR**

*tex.üçrə f.d, dosent R.A.Rzayev, böyük elmi işçi V.A.Oxotnikov,  
elmi işçilər: V.M.Əliyev, A.A.İskəndərova, aparıcı mühəndis E.V.Söhbətov  
Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ*

**РЕКОМЕНДАЦИИ по ВНЕДРЕНИЮ в СТРОИТЕЛЬНУЮ ПРАКТИКУ  
РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОПОРНОГО  
СЕЙСМОЗАЩИЩЕННОГО УСТРОЙСТВО**

*k.t.n, доц. P.A.Pzayev, стр.научный сотрудник В.А.Охотников,  
н.сотрудники: В.М.Алиев, А.А.Искендерова, ведущий инженер Е.В.Сохбатов  
Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры*

**RECOMMENDATIONS ON RUBBER-METAL SUPPORTING SEISMIC PROTECTION  
DEVICE APPLICATION IN CONSTRUCTION PRACTICE**

*PhD. R.Rzayev, researchers: V.Okhotnikov, V.Aliyev, A.Iskenderova, E.Sohbetov  
Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture*

**Xülasə:** Təvsiyələr rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurgusunun tikinti praktikasına tətbiq olunmasına həsr olunmuşdur. Təkmilləşdirilmiş rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurgusunun binalarda tətbiqi zəlzələ zamanı binaya ötüülən zəlzələ yükünün qiymətini intensivlikdən asılı olaraq 2-4 dəfə azaldar, seysmik qüvvəni təhlükəsiz səviyyəyə endirir, binanın smeta dəyərini azaltmağa imkan verir. Təvsiyələrdə rezin metal dayaq yastığının hesablanmasına, hazırlanmasına, quraşdırılmasına, istismarına aid tələb və göstərişlər verilmişdir.

**Açar sözlər:** rezin, metal, hərəkətli element, seysmik, dayaq yastığı, deformasiya diaqramı, bərpaedici qüvvə, sürtünmə, diyirlənmə, enerjiudma əmsalı, qeyri-elastiki müqavimət əmsalı, dissipativ qüvvə.

**Аннотация:** Данная рекомендация посвящена вопросам внедрения в строительную практику резинометаллического опорного сейсмозащитного устройства. Применение усовершенствованной конструкции резинометаллического опорного сейсмозащитного устройства в строительстве зданий уменьшает значение сейсмической нагрузки в зависимости от интенсивности воздействия в 2-4 раза до безопасного уровня снижает общую сметную стоимость здания. В рекомендации даны требования и указания по расчету изготовлению, монтажу, эксплуатации резинометаллической опорной подушки.

**Ключевые слова:** резина, металл, подвижный элемент, сейсмика, опорная подушка, диаграмма деформирования, восстанавливающая сила, трение, качение, коэффициент поглощенной энергии, коэффициент неупругого сопротивления, диссипативная сила.

**Abstract:** This recommendation is devoted to the application of a rubber-metal support seismic protection device into the construction practice. The application of an upgraded design of a rubber-metal supporting seismic protection device in building construction, reduces the value of the seismic load by 2-4 times to a safe level depending on the intensity of the impact and decreases the total estimated cost of the building. The recommendation provides requirements and instructions for the calculation, manufacture, installation, operation of the rubber-metal support cushion.

**Key words:** rubber, metal, moving element, seismicity, support cushion, deformation diagram, restoring force, friction, rolling, absorbed energy coefficient, inelastic resistance coefficient, dissipative force.

Respublikamız yüksəkintensivlikli zəlzələ ərazisində yerləşir. Son illərdə bu ərazidə seysmik aktivliyin artması ilə əlaqədar bir sıra həyati vacib bina və qurğuların zəlzələdən müdafiəsinin aktiv seysmomüdafə tədbirləri vasitəsilə təmin etmək zəruriyyəti meydana çıxır və bu respublikamızda zəlzələyə davamlılığın mərkəzi problemlərindən birini təşkil edir. Bununla əlaqədar son illərdə ölkəmizdə yeni aktiv seysmomüdafə qurğularının işlənilməsi, bu qurğulu

binaların layihələndirilməsi və eksperimental tikintilərdə tətbiq olunması istiqamətində elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır. Seysmomüdafə qurğularının binalarda tətbiq olunması zəlzələ zamanı binanın yükdaşıyan konstruksiyalarına ötürülən hesabi zəlzələ yüklərini təhlükəsiz səviyyəyə azaltmağa onlarda yaranan seysmik təsirin enerjisinin böyük miqdarda udulmasına şərait yaradır, tikilən binalarda antiseysmik tədbirlərin, material, əmək tutumunun sərfini, vəsaitinin azaldılmasını təmin edir və ən əsas yüksək intensivlikli zəlzələlərdə binanın etibarlı təhlükəsiz işini təmin edir.

Bu tövsiyələr əsasən rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurğulu binaların hesablanmasına, layihələndirilməsinə, konstruksiyalandırılmasına, quraşdırılmasına və istismarına aiddir.

Tövsiyələr 2018-2020-ci illərdə Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ-nin “Zəlzələyədavamlı bina və qurğular” laboratoriyasında aparılan nəzəri və eksperimental natura sınaqlarının nəticələri əsasında qüvvədə olan normativ sənəd AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti” normativ sənədinə uyğun işlənmişdir.

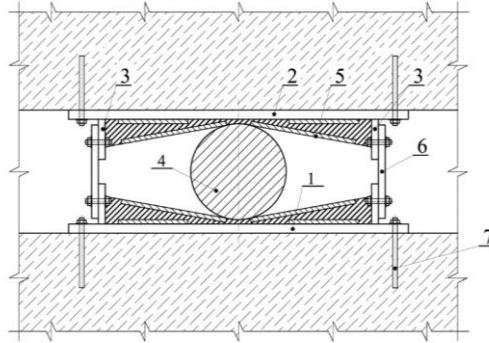
Tövsiyələr işlənilərkən dünya ölkələrində bina və qurğuların seysmik müdafiəsində tətbiq olunan qurğular üzərində aparılan elmi -tədqiqat işlərinin nəticələrindən də istifadə olunmuşdur.

Tövsiyələrə dair tətbiq və iradları AZİMETİ-yə, bu ünvana göndərməyiniz xahiş olunur.

## 1. ÜMUMİ MÜDDƏALAR

- 1.1. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların tikintisində tətbiq olunması üçün işlənən tövsiyələr qüvvədə olan normativ sənəd AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti” bölmələrinin inkişafı məqsədi ilə işlənmiş və yüksək intensivlikli zəlzələ ərazilərində rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların hesablanması, layihələndirilməsi və tikilməsi üçün yayımlanmışdır.
- 1.2. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu əsasən sərt və eləcə də çevik konstruktiv sxemli binaların layihələndirilməsində və tikilməsində tətbiq olunur:
  - 1-5 mərtəbəli divarları kərpic və daşdan olan binalarda,
  - 1-9 mərtəbəli iripanelli binalarda,
  - 1-7 mərtəbəli dəmir-beton karkas binalarda.
- 1.3. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu aşağıdakı məqsədlərlə tikinti praktikasına tətbiq olunur:
  - zəlzələ yüklərinin binanın yerüstü konstruksiyalarına təhlükəsiz səviyyəyə endirmək;
  - binanın yerüstü hissəsində antiseysmik tədbirlər həcmiinin məhdudlaşdırmaq;
  - inşaat sənayesi müəssələrinin istehsal etdiyi tipləşdirilmiş konstruksiyalarının və məmulatlarının tətbiq sahəsinin genişləndirmək;
  - yüksək intensivlikli zəlzələ rayonlarında binanın mərtəbə hündürlüyünü artırmaq.
- 1.4. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların tikintisi Azərbaycan Respublikası Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin razılığı ilə binanın layihə həllinin texniki-iqtisadi səmərəliliyinin ənənəvi həlli ilə müqayisəsi əsasında və bu tövsiyənin bölmələrinə uyğun Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun iştirakı və rəyi ilə aparıla bilər.
- 1.5. Bir qayda olaraq rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun tikinti praktikasında tətbiqi binanın yerüstü konstruksiyalara ötürülən hesabi zəlzələ yükünün intensivliyini 1 bal, yəni zəlzələ yükünün üfqi qiymətini iki dəfə azaldır. Binanın konstruktiv smeta dəyərinin 3% azalması əldə olunur.
- 1.6. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunu birinci növbədə 8, 9 bal hesabi seysmiklikli tikinti meydançalarında binaların tikintisində tətbiq etmək məqsədəuyğundur.
- 1.7. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaları seysmik xüsusiyyətlərinə görə I, II, III və IV qrup əsaslı (AzDTN 2.3-1, cədvəl 1) tikinti meydançalarında yerləşdirmək mümkündür. Binaların özüllərinin qeyri-bərabər çökməsi, şişməsi mümkünlüyü hallarında qrupları möhkəmləndirmək üçün əlavə tədbirlərin qəbul edilməsi vacibdir.

- 1.8.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların layihə həlləri işlənərkən yerüstü konstruksiyaların tipləşdirilmiş layihə həllərindən istifadəsi məqsədəuyğundur. Bu zaman binanın yerüstü konstruksiyalarının həlləri bir qayda olaraq dəyişdirilmir, rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurğusunun elementləri bu tövsiyələrə uyğun bina altında özüllər ilə birgə tikinti meydançasının hesabi seysmikliyinə uyğun hesablanır və layihələndirilir.
- 1.9.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların həcmi plan həlləri və konstruktiv xüsusiyyəti seçilərkən konstruktiv elementlərin simmetrik sxemlə yerləşməsinə, kütlələrin sərtliklərin və xüsusilə eninə divarların addımlarının bərabər paylanmasına xüsusi diqqət yetirmək vacibdir.
- 1.10.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun binanın kürsü hissəsində və yaxud zirzəmi mərtəbəsində yerləşdirmək vacibdir.
- 1.11.** Rezin metal dayaq yastığı müəyyən məsafədən bir qoyulmuş, aşağı-1 yuxarı-2 polad dayaq lövhələrdən, 3-polad divarlardan, 4-fərqsiz tarazılıq vəziyyətinə malik polad kürədən və 5-maili səthli rezin metal yastıqdan ibarətdir (şəkil 1). Dayağın 2-divarları dayaq məhdudlaşdırıcı funksiyasını yerinə yetirir. Dayağın quraşdırılması və nəql olunması üçün 6-polad lövhələrdən istifadə olunur. Dayaq polad lövhələri binanın özül konstruksiyasına və yerüstü hissələrinə anker boltları vasitəsi ilə sərt bərkidilir. Zəlzələ zamanı binanın yerüstü hissəsi bünövrə konstruksiyasına nəzərən üfqi yerdəyişmələr alır, zəlzələ enerjisinin müəyyən hissəsi hərəkət enerjisinə çevrilir. Hərəkətli elementin maili yerləşdirilmiş rezin metal dayaq yastığı üzərinə çıxması pillələrlə binanın ilkin tarazılıq vəziyyətinə qaytarmağa çalışan qeyri-xətli elastiki bərpaedici qüvvələr yaradır.



**Şəkil 1.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu

1-aşağı dayaq lövhəsi; 2-yuxarı dayaq lövhəsi; 3- kənar divar lövhəsi;

4-hərəkətli element; 5-rezin metal hissə; 6- müvəqqəti bərkitmə elementi; 7-anker boltları.

- 1.12.** Rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurğusu üzərində binalarda bərpaedici qüvvə nəzəri olaraq sistemin yerdəyişməsindən asılı olaraq aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$P(y) = \frac{Q \cdot f_d}{R} + \frac{Q (Y - f_s \cdot 2R)}{(H + y \operatorname{tg} \alpha)} \quad (1.1)$$

burada,

Q- seysmomüdafə qurğusuna düşən şaquli yüküdür,

$f_d$ - diyirlənmə-sürtünmə əmsalındır, qiyməti poladın yumşaq polad üzrə diyirlənməsi zamanı  $f_d=0,005$  sm qəbul olunur,

R – hərəkətli elementin, kürənin diametridir,

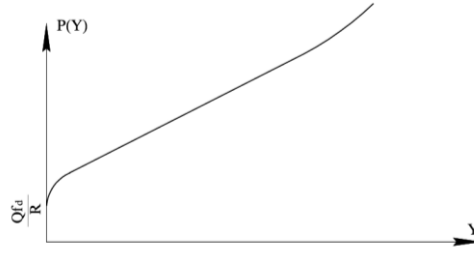
$f_s$  – poladın polad üzrə sürtünmə əmsalındır, qiyməti  $f_s=0,15-0,25$  intervalında qəbul olunur,

H- rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurğusunun aşağı və yuxarı kəmərləri arasındakı məsafədir,

$\alpha$  – rezin metal yastığın mailik bucağıdır,

y – üfqi yerdəyişmədir.

Rezin metal dayaq yastığı seysmomüdafə qurğusunun 1.1 düsturu ilə qurulmuş nəzəri deformasiya diaqramı, şəkil 2-də göstərilmişdir.

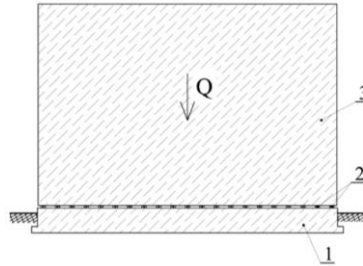


**Şəkil 2.** Rezin metal dayaq seysmomüdafə qurğusu üzərində binanın nəzəri deformasiya diaqramı

- 1.13. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun etibarlı işini təmin etmək üçün bütün mühəndis-kommunikasiya xətlərinin çəvik hissələr və yaxud xüsusi qərarlaşdırıcılarla (kompensatorlarla) təhciz olunması zəruridir.
- 1.14. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların birində mühəndis seysmometrik stansiyasının yerləşdirilməsi məqsəduyğundur. Stansiyanın quraşdırılma sxemi AZİMETİ ilə razılaşdırılır.
- 1.15. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binalarda (tələb olunan hallarda) sərt məhdudlaşdırıcılar nəzərdə tutulmalıdır. Bu məhdudlaşdırıcılar yerüstü hissəyə təsir edən maksimum zəlzələ yüklərinə hesablanıb layihələndirilməlidir.

## 2. REZİN METAL DAYAQ YASTIQLI SEYSMOMÜDAFİƏ QURĞULU BİNALARIN HESABLANMASI

- 2.1. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların hesablanmasının xüsusiyyətləri binaya ötürülən zəlzələ yüklərinin hesabi qiymətlərinin təhlükəsiz səviyyəyə endirilməsidir. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə sistemli bina özülündən (1), rezin metal dayaq yastıqlı qurğudan (2) və binanın yerüstü hissəsindən ibarət (3) hərəkətli mexanizmdir (şək.3).

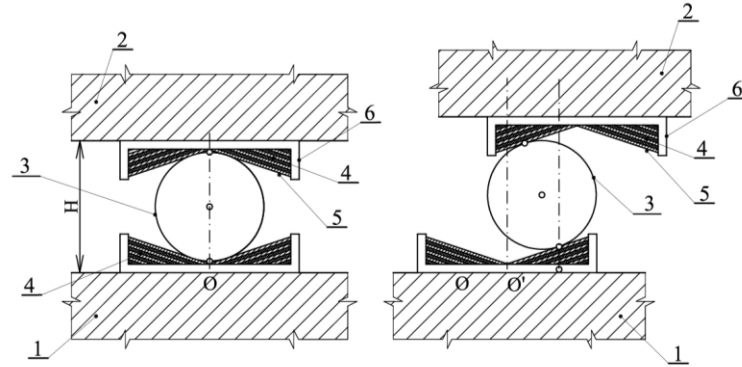


**Şəkil 3.** Rezin metal dayaq yastığı üzərində binanın hesablama modeli.

1-bünövrə konstruksiyası; 2- rezin metal dayaq yastığı; 3- binanın yerüstü hissəsi.

Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binalar zəlzələ zamanı aşağıdakı qaydada işləyir (şəkil 4). Yuxarı kəməri (2) binanın yerüstü hissəsindən ötürülən şaquli yükləri hərəkətli element (3) vasitəsilə aşağı (1) kəmərinə ötürür. Əsasın zəif rəqslərində və külək yüklərində “bina-rezin metal dayaq yastığı mexanizmi” adı vəziyyətdə işləyir. Güclü zəlzələ təkanlar zamanı binanın yerüstü hissəsinin (2) kəməri yeraltı hissənin (1) kəmərinə nəzərən üfqi yerdəyişmə alır. Bu zaman (4) rezin metal dayaq yastığında dəyişən elastiki-plastiki deformasiya müəyyən miqdarda zəlzələ enerjisinin udulmasına səbəb olur. Bundan əlavə (4) rezin metal dayaq yastığının (5) maili səthində yaranan qüvvələr (3) polad hərəkətli elementə təsir edərək sistemi əvvəlki tarazlıq vəziyyətinə qaytarmağa çalışan bərpəedic qüvvələr yaradır. Zəlzələ təsiri dayandıqdan sonra binanın ağırlıq qüvvəsi (3) hərəkətli elementinə təsir edərək qurğunu əvvəlki tarazlıq vəziyyətinə qaytarır. Yuxarı kəmərin aşağı kəməre nəzərən böyük yerdəyişməsi (1) və (2) elementlərinə sərt bərkidilmiş (4) rezin metal yastığın (6) polad lövhəsi ilə məhdudlaşdırılır. Şaquli zəlzələ yüklərinin təsiri zamanı

enerjisinin udulması hərəkətli elementin yerdəyişməsi zamanı rezin metal yastıqda yaranan elastiki-plastiki deformasiya hesabına baş verir.



**Şəkil 4.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğusunun üfqi yük təsirindən hərəkəti  
1-şağı kəmər; 2- yuxarı kəmər; 3- hərəkətli element; 4- rezin metal dayaq yastığı;  
5- rezin metal dayaq yastığının maili səthi; 6- polad məhdudlaşdırıcı lövhə.

- 2.2.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğulu binaların zəlzələ yüklərinə hesablanması qüvvədə olan AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti” normativ sənədinin 2.2.a bəndinə spektral üsulla və 2.2.b bəndinə uyğun dinamik hesablamə metodu ilə həyata keçirilir. Spektral üsulla (2.2a bəndinə uyğun) rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğusunun konstruktiv elementlərinin ölçüləri və binanın yerüstü hissəsi ilkin layihələndirilir. Rezin metal dayaq yastıqlı binanın AzDTN 2.3-1 normativ sənədin 2.2.b bəndinə uyğun dinamik hesablanması məcburidir. Binanın özül konstruksiyaları (rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğusunun yuxarı kəmərindən aşağı səviyyə) tikinti meydançasının hesabı seysmikliyənə uyğun aparılmalıdır. Binanın yerüstü hissəsi isə endirilmiş zəlzələ qüvvəsinə hesablanmalıdır. Bünövrə konstruksiyasının rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğusunun işləmə rejimində maksimal yerdəyişmədən yaranan eksentrisitetlə tətbiq olunan yüklərin təsirinə möhkəmliyə və dayanıqlılığa yoxlanılmalıdır.
- 2.3.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğusunun elementləri şaquli zəlzələ yüklərinin təsirinə hesablanmalıdırlar. 7-8 balda şaquli zəlzələ yüklərinin qiyməti şaquli statiki yükün 15%, 9 balda isə 30% götürülür. Şaquli zəlzələ yükünün istiqaməti (yuxarı və yaxud aşağı) baxılan elementin gərginlik halının sərfəsiz halı üçün seçilir.
- 2.4.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfə qurğulu binaların qüvvədə olan normativ sənədin (AzDTN 2.3-1-in) 2.2.a, 2.5 bəndinə uyğun seçilmiş istiqamətdə  $i$  sərbəst rəqs formasına uyğun  $k$  nöqtəsində üfqi zəlzələ yükü  $S_{ik}$  aşağıdakı düsturla hesablanır

$$S_{ik} = \kappa_1 \kappa_2 \kappa_3 S_{0 ik} \quad (2.1)$$

burada,

$\kappa_1$ - bina və qurğuların məsuliyyətlik dərəcəsinə nəzərə alan əmsaldır, qiyməti 4-cü cədvəldən qəbul olunur;

$\kappa_2$ - bina və qurğularda buraxıla bilən zədələnməni nəzərə alan əmsaldır qiyməti cədvəl 5-dən qəbul olunur;

$\kappa_3$ - binaların mərtəbə sayını nəzərə alan əmsaldır, qiyməti  $1,0 < \kappa_3 \leq 1,5$  intervalında qəbul edilir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\kappa_3 = 1 + 0,02 (n-5) \quad (2.2)$$

burada,

$n$  – mərtəbələr sayıdır;

$S_{0 ik}$  –  $i$  sərbəst rəqs formasında  $k$  nöqtəsində bina və qurğunun elastiki deformasiyası halı üçün təyin olunmuş zəlzələ yükünün qiymətidir.

$$S_{0 ik} = \kappa_\varphi Q_\kappa A_0 \beta_i \eta_{ik} \quad (2.3)$$

burada,

$k_{\phi}$  - konstruksiyaların enerjilyayma xüsusiyyətini nəzərə alan əmsaldır, qiyməti cədv.6-dan qəbul olunur;

$Q_k$  – binanın  $k$  nöqtəsinə aid olan çəkisidir;

$A_0$  – hesabi seysmik əmsaldır, qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$A_0 = k_q \cdot a_0 \quad (2.4)$$

$a_0$  – normativ seysmik əmsal olub, qiyməti 7, 8, 9, 10 ballıq ərazilər üçün uyğun olaraq 0,125; 0,25; 0,5 və 1,0 qəbul edilir;

$k_q$  – qrunnt şərait əmsalıdır, qiyməti I, II, III, IV sinif qruntlar üçün cədvəl 1-dən uyğun olaraq 0,6; 1; 1,2 və 1,6 qəbul edilir;

$\beta_i$  –  $i$  sərbəst rəqs formasına uyğun qurğunun dinamik əmsalıdır, qiyməti AzDTN 2.3-1-in 2.6 bəndinə uyğun təyin olunur;

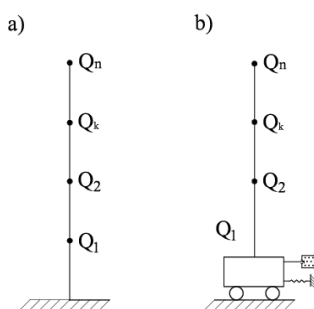
$\eta_{ik}$  -  $i$  forması üzrə məxsusi rəqslər zamanı bina və qurğuların deformasiyaya uğraması formasından və yüklərin yerləşmə yerindən asılı olan əmsaldır, qiyməti AzDTN 2.3-1-in 2.7-2.8 bəndlərinə uyğun qəbul olunur.

## 2.5. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiə qurğulu binalar konsol sxemlə eninə və uzununa istiqamətdə iki mərhələdə hesablanırlar:

*I mərhələ*, binanın adi halı, yəni rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiə qurğusu olmayan halda;

*II mərhələ*, binanın rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiə qurğusunun işə düşməsi,

II mərhələdə böyük yerdəyişmələrdə dayaq məhdudlaşdırıcının işinin nəzərə alınması I mərhələ hesablamalar üçün əsasla sərt birləşdirilmiş bir və ya çoxkütləli konsol tir dinamik hesablamaya qəbul olunur, II mərhələ üçün isə birinci kütlə səviyyəsində qeyri-xətti rəbi-təyə və sürtünməyə malik çoxkütləli dinamik modelin qəbul edilməsi tövsiyə olunur (şəkl. 5).



**Şəkil 5.** Rezin metal dayaq yastıqlı binanın dinamik hesablamaya sxemi  
a) I mərhələ, b) II mərhələ

## 2.6. Zəlzələ qüvvəsinin endirmə əmsalı $k_e$ rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiə qurğulu binanın yerüstü hissəsində yaranan ümumi kəsici qüvvənin, (II mərhələ hesablamalardan alınan nəticə) seysmomüdafiə qurğusuz binada yaranan ümumi kəsici qüvvəyə (I mərhələ) nisbəti kimi təyin olunur.

$$K_c = \frac{\sum_{k=1}^n S_{1k}}{\sqrt{\sum_{i=1}^3 \left[ \sum_{k=1}^n S_{ik} \right]^2}} \quad (2.5)$$

burada,

$S_{1k}$  - rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiə qurğulu binada yaranan kəsici zəlzələ yüklərinin cəmidir;

$\sqrt{\sum_{i=1}^3 \left( \sum_{k=1}^n S_{ik} \right)^2}$  - seysmomüdfiə qurğusu olmayan halda 3 rəqs forması nəzərə alınmaqla kəşici

zəlzələ qüvvələrinin cəmidir,

$n$  – topa kütlələrin sayıdır,

$K_e$ - əmsalının təyininə  $S_{ik}$  -nin (2.1) düsturunda qurğuların zədələnmə dərəcəsini nəzərə alan  $k_2$  əmsalının qiyməti vahidə bərabər götürülür  $k_2=1$ .

**2.7.** I mərhələ hesablamada zəlzələ yükünün bir toplananı nəzərə alındıqda  $\eta_{ik}$  əmsalı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\eta_{ik} = \frac{\chi_i(\chi_k) \sum_{j=1}^n Q_j \chi_j(\chi_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j \chi_j^2(\chi_j)} \quad (2.6)$$

burada,

$\chi_i(\chi_k)$  və  $\chi_i(\chi_j)$ - binanın  $i$  sərbəst rəqs formasına uyğun baxılan  $k$  və bütün  $j$  nöqtələrində konsol sxemdə topa kütlələrin yerləşdiyi nöqtələrdə yerdəyişmələridir.

**2.8.** 5 və daha az mərtəbə hündürlüklü binaların hesablanmasında, kütlələrin hündürlük boyu nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişməyən və sərbəst rəqslərinin periodunun əsas tonu  $T \leq 0,4$  saniyədən az olduqda ancaq birinci rəqs formasını nəzərə almağa icazə verilir və rəqslərin forma əmsalı  $\eta_{ik}$  sadə düsturla hesablanabilir

$$\eta_{ik} = \frac{\chi_k \sum_{j=1}^n Q_j \chi_j}{\sum_{j=1}^n Q_j \chi_j^2} \quad (2.7)$$

burada,

$\chi_k$  və  $\chi_j$  - $k$  və  $j$  nöqtələrində yerləşmiş kütlələrin özülün (rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğusundan) yuxarı səviyyəsindən olan məsafələridir. Bu halda,  $K_e$  əmsalı 2.5 düsturun əvəzinə aşağıdakı düsturla təyin olunur.

$$K_e = \frac{\sum_{k=1}^n S_{1k}}{\sum_{k=1}^n S_{ik}} \quad (2.8)$$

$S_{ik}$  -nin hesablamasında  $k_2 = 1$  qəbul olunur.

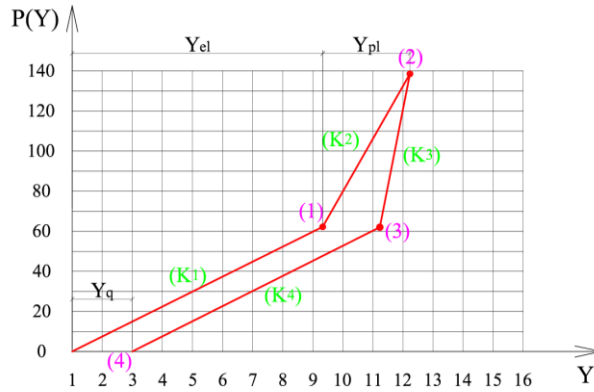
**2.9.**  $K_e$  əmsalının qiyməti təyin edildikdən sonra üfqi zəlzələ yükünün endirilmiş qiymətinə (II mərhələ) binanın yerüstü konstruksiyaları hesablanmalıdırlar. Endirilmiş zəlzələ yükünün qiymətini təyin edərkən 2.3 düsturunda hesabi seysmik əmsalın  $A_0$ -ın qiyməti  $K_e A_0$  ilə əvəz olunmalıdır. 2.5, 2.8 düsturları vasitəsilə  $K_e$ -nin təyin olunmuş qiyməti 0,5-dən az (hesabi seysmikliyi 1 bal endirilməsi) götürülür.  $K_e > 0,5$  olan hallarda rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğusunun tətbiq olunması səmərə vermədiyindən məqsədəuyğun sayılmır. II mərhələ hesablamalarda endirilmiş zəlzələ yüklərinin qiymətlərinin hesablanmasında  $k_2$  əmsalının qiyməti AzDTN 2.3-1-in 5 sayılı cədvəlinə müvafiq qəbul edilir.

**2.10.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğulu binaların real zəlzələ akseleroqramlarına hesablanması seysmomüdfiə qurğusunun konstruktiv elementlərində və düyünlərində qeyri-elastiki-plastiki deformasiyaların yaranmasını nəzərə almaqla aparılır. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğulu binaların dinamik hesablamada sxemlərində binanın yerüstü hissəsinin konstruksiyalarında qeyri-elastiki deformasiyaların yaranması nəzərə alınmır.

**2.11.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğulu binaların ümumiləşmiş deformasiya diaqramları eksperimental tədqiqatlardan alınmış əyrixətli diaqramları müəyyən dəqiqliklə



aproksimasiya edən düzxətli xarakterik sahələrdən ibarət sınıq xətti diaqram qəbul edilir. Diaqram aşağıdakı 4 xarakterik sahələrdən ibarətdir (şəkil 6):- elastiki yükləmə sahəsi (0-1); -elastiki-plastiki yükləmə sahəsi (1-2);- elastiki yükədən azad olunma sahəsi (2-3); -plastiki yükədən azad olunma sahəsi (3-4).



Şəkil 6. Rezin metal dayaq yastıqlı binanın ümümləşdirilm deformasiya diaqramı

2.12. Ümümləşmiş deformasiya diaqramlarının əsas xarakteristikaları: – elastiki sahə (0-1) sətlik əmsal  $K_1^n$ ; – elastiki-plastiki sahə (1-2) sətlik əmsal  $K_2^n$ ; – boşalma sahəsi (2-3) sətlik əmsal  $K_3^n$ ; – boşalma sahəsi sətlik əmsal  $K_4^n$ ; – üfqi həddi elastiki  $Y_{el}$ , plastiki  $Y_{pl}$  və qalıq yerdəyişmə  $Y_q$ . Ümümləşmiş deformasiya diaqramları aşağıdakı tənliklərlə ifadə olunur:

$$K_1^n = K_1^1 \quad (2.9)$$

$$K_2^n = K_2^1 \quad (2.10)$$

$$K_3^n = K_3^1 \quad (2.11)$$

$$K_4^n = K_4^1 \quad (2.12)$$

burada,

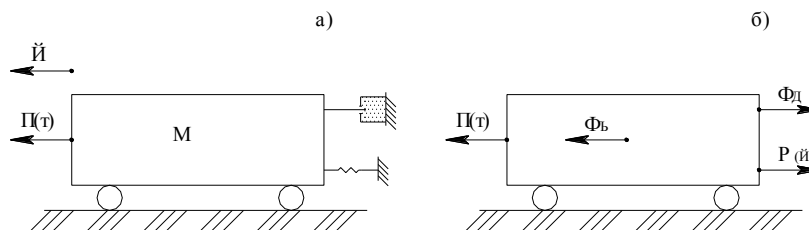
$K_1^1, K_2^1, K_3^1, K_4^1$  – sistemin birinci yükləmə yarımsiklində sətlik əmsallarıdır;

$K_1^n, K_2^n, K_3^n, K_4^n$  – sistemin  $n$ -ci yükləmə yarımsiklində sətlik əmsallarıdır.

2.13. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğulu binanın layihələndirilməsində seysmiki reaksiyalarının tədqiqində bir kütləli dinamik model qəbul edilir. Dinamik hesabi modeldə aşağıdakı fərziyələr qəbul olunur:

- “bina-rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə sisteminin” yerüstü hissəsi mütləq sərt cism kimi qəbul olunur;
- “bina-rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə sisteminin” şaquli oxa nəzərən dönməsi nəzərə alınmır;
- bir komponentli zəlzələ təsirində sistemin irəliləmə hərəkətinə baxılır;
- seysmiki təsirin şaquli toplananı nəzərə alınmır.

2.14. “Bina-rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğusunun” dinamik hesablama modeli bir sərbəstlik dərəcəsinə malik qeyri-xətti elastiki rabitə istiqamətində rəqs edən bir kütləli ossilyator qəbul edilir (şəkil 7).



Şəkil 7. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdfiə qurğusu üzərində binaların hesablama modeli.  
a) dinamik model; b) tarazlaşan qüvvələr

M kütləsinə dörd qüvvə təsir edir: xarici  $P(t)$ , inersiya  $F_i$ , dissipativ  $F_d$  və bərpaedici  $R(t)$  qüvvələri.

Sistemə təsir edən qüvvələrin istənilən anda dinamik tarazılığı təmin edən hərəkət tənliyi

$$F_i + F_d + R(t) = P(t) \quad (2.13)$$

$F_i$  – inersiya qüvvəsidir. Bu qüvvə kütlənin nisbi təcilə hasilinə bərabərdir

$$F_i = -M \ddot{Y}(t) \quad (2.14)$$

$F_d$  – dissipativ qüvvədir və şəkil dəyişdirilmiş Foyqt nəzəriyyəsinə görə təyin olunur, tezlikdən asılı olmayan sürtünməni nəzərə alır

$$F_d = \gamma \sqrt{MC(Y)} G(t) \quad (2.15)$$

$\gamma$  – qeyri-elastiki müqavimət əmsalıdır və  $\gamma = \varphi/2\pi$  düsturla təyin olunur,

$\varphi$  – enerjiudma əmsalıdır, qiyməti rezin metal dayaq yastığı üzərində aparılmış natura sınaqlarından alınmış «yükləmə», «boşalma» diaqramlarından təyin olunmuşdur,  $\varphi = 0,3-0,43$ ;  $\gamma = 0,05-0,07$ ; hesablamalarda  $\varphi = 0,37$ ,  $\gamma = 0,06$  qəbul olunması tövsiyyə olunur.

$C(Y)$  – rezin metal dayaq seysmomüdafie qurğusunun sərbəstlik funksiyasıdır və onun qiyməti  $Y$  yerdəyişməsindən asılıdır;

$G$  – kütlənin nisbi sürətidir,

$P(t)$  – zəlzələ yüküdür (xarici təsir)

$$P(t) = -M \ddot{Y}_0(t) \quad (2.16)$$

$R(t)$  – bərpaedici qüvvədir.

Qüvvələrin ifadələrini (2.13) düsturunda yerinə qoysaq sistemin hərəkətinin differensial tənliyini alırıq:

$$M \ddot{Y}(t) + \gamma \sqrt{MC(Y)} G(t) + R(t) = -M \ddot{Y}_0(t) \quad (2.17)$$

Sistemin deformativ xüsusiyyətlərini xarakterizə edən «üfqü qüvvə-yerdəyişmə» asılılığı diaqramla ifadə olunur (bənd 2.11, 2.12).

“Bina-rezin metal dayaq yastığı” sisteminin müxtəlif yerdəyişmələrində bərpaedici  $R(t)$  qüvvəsi aşağıdakı qaydada dəyişir:

1. (n) - yarımitsiklində elastiki yükləmə (0-1) sahəsi

$$R_1^{(n)}(t) = K_1^{(n)} Y_1^{(n)}(t) \quad (2.18)$$

2. (n) - yarımitsiklində elastiki-plastiki yükləmə (1-2) sahəsi

$$R_2^{(n)}(t) = K_1^{(n)} Y_1^{(n)}(t) + K_2^{(n)} (Y_2^{(n)}(t) - Y_1^{(n)}(t)) \quad (2.19)$$

3. (n) - yarımitsiklində yükədən azad olunma (2-3) sahəsi

$$R_3^{(n)}(t) = K_1^{(n)} Y_1^{(n)}(t) + K_2^{(n)} (Y_2^{(n)}(t) - Y_1^{(n)}(t)) + K_3^{(n)} (Y_3^{(n)}(t) - Y_2^{(n)}(t)) \quad (2.20)$$

4. (n) - yarımitsiklində yükədən azad olunma (3-4) sahəsi

$$R_4^{(n)}(t) = K_1^{(n)} Y_1^{(n)}(t) + K_2^{(n)} (Y_2^{(n)}(t) - Y_1^{(n)}(t)) + K_3^{(n)} (Y_3^{(n)}(t) - Y_2^{(n)}(t)) + K_4^{(n)} (Y_4^{(n)}(t) - Y_3^{(n)}(t)) \quad (2.21)$$

$R(t)$ -nin müxtəlif yerdəyişmə sahələri üzrə ifadələrini (2.17) düsturunda yerinə qoysaq “Bina-rezin metal dayaq” sisteminin hərəkətini diaqramın sahələri üzrə ifadə edən differensial tənliklər alırıq.

1. (n) - yarımitsiklində elastiki yükləmə (0-1) sahəsi

$$M \ddot{Y}_1^{(n)} + \gamma \sqrt{MK_1^{(n)}} G_1(t)^{(n)} + K_1^{(n)} Y_1^{(n)}(t) = -M \ddot{Y}_0^{(n)}(t) \quad (2.22)$$

2. (n) - yarımitsiklində elastiki-plastiki yükləmə (1-2) sahəsi

$$M \ddot{Y}_2^{(n)}(t) + \gamma \sqrt{MK_2^{(n)}} Y_2^{(n)}(t) + K_2^{(n)} Y_2^{(n)}(t) = -M \ddot{Y}_0(t) - K_2^{(n)} Y_1^{(n)}(t) + K_2^{(n)} Y_1^{(n)}(t) \quad (2.23)$$

3. (n) - yarımitsiklində yükədən azad olunma (2-3) sahəsi

$$M \ddot{Y}_3^{(n)}(t) + \gamma \sqrt{MK_3^{(n)}} G_3(t)^{(n)} + K_3^{(n)} Y_3^{(n)}(t) = -M \ddot{Y}_0(t) - K_1^{(n)} Y_1^{(n)}(t) - K_2^{(n)} (Y_2^{(n)}(t) - Y_1^{(n)}(t)) + K_3^{(n)} Y_2^{(n)}(t) \quad (2.24)$$

4. (n) - yarımitsikldə yükədən azad olunma (3-4) sahəsi

$$M\ddot{Y}_4^{(n)}(t) + \gamma \sqrt{MK_4^{(n)}} G_4(t)^{(n)} + K_4^{(n)} Y_4^{(n)}(t) = -M\ddot{Y}_0(t) - K_1^{(n)} Y(1)^{(n)} - K_2^{(n)} (Y(2)^{(n)} - Y(1)^{(n)}) + K_3^{(n)} (Y(3)^{(n)} - Y(2)^{(n)}) + K_4^{(n)} Y(3)^{(n)} \quad (2.25)$$

Defferensial tənliklər diaqramının sahələri üzrə həll edilərkən bir sahədən digər sahəyə keçid şərtləri:

1. (0-1) sahəsindən (1-2) sahəsinə (1 nöqtəsi)

$$Y^{(n)}(t) = Y(1) \quad (2.26)$$

2. (1-2) sahəsindən (2-3) sahəsinə (2 nöqtəsi) sistemin sürəti 0-a bərabərdir

$$\dot{Y}^{(n)}(t) = 0 \quad (2.27)$$

3. (2-3) sahəsində (3-4) sahəsinə (nöqtə 3)

$$Y^{(n)}(t) = Y(3) \quad (2.28)$$

4. (3-4) sahəsindən (0-1) sahəsinə (nöqtə 4) sistemin bərpəedici qüvvəsi 0-a bərabər olur, yəni

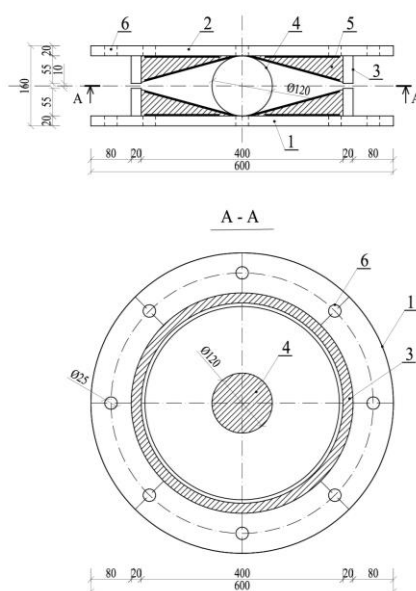
$$R^{(n)}(t) = 0 \quad (2.29)$$

Differensial tənliklərin həlli zamanı bütün şərtlər hər hesablama addımında yoxlanılmalıdır.

(2.27) şərti (0-1) sahəsində ödənilərsə (1-2) sahəsi buraxılaraq, hesablama avtomatik olaraq (2-3) sahəsinə keçir.

### 3. REZİN METAL DAYAQ YASTIQLI SEYSMOMÜDAFİƏ QURĞULU BİNALARIN KONSTRUKTİV XÜSUSİYYƏTLƏRİ

3.1. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binaların layihələndirilməsində konstruktiv antiseymiki tədbirlər qüvvədə olan normativ sənəd AzDTN 2.3-1-in tələblərinə uyğun endirilmiş zəlzələ yüklərinin təsirinə aparılmalıdır. Bu halda konstruktiv tədbirlər hesabı seysmikliyin 1 bala endirilməsinə cavab verməlidir. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun konstruksiyası şəkil 8-də verilmişdir.



Şəkil 8. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun konstruksiyası.

1,2 – aşağı və yuxarı dayaq lövhələri; 3 – divar; 4 – hərəkətli element kürə;

5-rezin metal dayaq yastığı; 6 -anker boltlarını bərkitmək üçün dəlik.

3.2. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğulu binalar eninə və uzununa oxlara nəzərən simmetrik layihələndirilməlidir.

3.3. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu binanın oxları üzrə 2,0-3,0 m addımdan artıq olmamaqla yerləşdirilməsi tövsiyə olunur. Xarici və daxili divarların birləşmə yerlərində, binanın küncələrində dayaqaların yerləşdirilməsi vacibdir.

- 3.4. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun metal elementləri, lövhələr AzDTN 2.18-1 “Polad konstruksiyalar” layihələndirilmə normalarının DÜİST 27772, QOST 19903-74, hərəkətli elementlər isə QOST 8732-78 standartlarına uyğun yerinə yetirilməlidir.
- 3.5. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun aşağı və yuxarı kəmərləri B-20 sinifindən az olmayan monolit dəmir-betondan yerinə yetirilən kəmərlərə bərkidilir.
- 3.6. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu 8, 9, 10 ballıq zəlzələ əraziərində tətbiq olunması məqsədəuyğundur.
- 3.7. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu yuxarı hissəsi ilə aşağı hissəsi arasındakı məsafə 10 mm-dən az qəbul olunmamalıdır.
- 3.8. Üfüqi yerdəyişmələrin sərt məhdudlaşdırıcı rolunu oynayan polad divar elementin qalınlığı hesabla müəyyən olunmalıdır.
- 3.9. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun hərəkətli elementində polad kürələrdən istifadə edilməlidir.
- 3.10. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu üçün rezin məmulat QOST 73.38-ə uyğun texniki lövhələrdən və ya rulonlardan hazırlana bilər. İstifadə olunan texniki rezinlərin ölçüləri cədvəl 4.1-də verilmişdir.

**Rezin metal dayaq yastıqda istifadə olunan texniki rezinlər** Cədvəl 4.1.

Rezin məmulatı	Uzunluğu, mm	Eni, mm	Qalınlığı, mm
Lövhə	250-1000	250-800	2-60
Rulon	500-10000	200-1750	05-50

- 3.11. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusu üçün istifadə olunan rezinlərin möhkəmlik həddləri cədvəl 4.2-də göstərilmişdir.
- İstiyədavamlı texniki rezin istismar göstəricilərini atmosfer şəraitində -35-dən +90°S-yə qədər saxlayır.
- Şaxtayadavamlı texniki rezin istismar göstəricilərini atmosfer şəraitində -45-dən +50°S-yə qədər saxlayır.

**Rezin metal yastıqda istifadə olunan rezinlərin möhkəmlik həddləri** Cədvəl 4.2.

Rezinin tipi	Yumşaq bərklikli, MPa	Orta bərklikli, MPa	Yüksək bərklikli, MPa
İstiyədavamlı	40	45	60
Şaxtayadavamlı	40	50	65

- 3.12. Texniki rezinin 5 növü mövcuddur: - yağlı mühitə davamlı; - istiyədavamlı; - şaxtayadavamlı; - turşu qələvi mühitinə davamlı; - qida sənayesində işlədilər. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunda istiyədavamlı, şaxtayadavamlı texniki rezinlərdən istifadə olunmalıdır.
- 3.13. Rezin metal dayaq yastıqlı üçün istifadə olunan texniki rezinlər ətraf mühitin temperaturunu -5-dən +30°S dərəcəyə qədər olan tutqunlaşdırılmış otaqlarda saxlanılmalıdır. Rezin məmulatların üzərinə benzin, yağ və digər dağıdıcı maddələrin düşməsinə yol verilməməlidir.
- 3.14. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunda istifadə olunan polad elementlər AzDTN 2.18-1 “Polad konstruksiyalar” layihələndirmə normalarının tələblərinə uyğun seçilməlidir. Rezin metal yastıqda istifadə olunan polad DÜİST 27772 standartı üzrə qəbul edilməlidir.
- 3.15. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunda istifadə olunan vərəq və enlizolaqlı universal polad yaymaların normativ və hesablama müqavimətləri cədvəl 4.3-də verilmişdir.

**Rezin metal dayaq yastığında istifadə olunan vərəq, enlizolaqlı yaymaların dartılma, sıxılma və əzilmədə normativ və hesabi müqavimətləri** Cədvəl 4.3.

ГОСТ 27772 standartı üzrə polad	Yaymanın qalınlığı, mm	Yaymanın normativ müqaviməti, N/mm <sup>2</sup>		Yaymanın hesabi müqaviməti, N/mm <sup>2</sup>	
		$R_{yn}$	$R_{un}$	$R_y$	$R_u$
C235	2-dən 8-dək	235	360	230 / 225	350 / 345
C245	2-dən 20-dək	245	370	240 / 235	360 / 350
	20-dən 30-dək	235	370	230 / 225	360 / 350
C255	2-dən 20-dək	245	370	240 / 235	360 / 350
	20-dən 40-dək	235	370	230 / 225	360 / 350
C285	2-dən 10-dək	275	390	270 / 260	380 / 370
	10-dən 20-dək	265	380	260 / 250	370 / 360
C345	2-dən 20-dək	325	470	320 / 310	460 / 450
	20-dən 40-dək	305	460	300 / 290	450 / 440
	40-dən 80-dək	285	450	280 / 270	440 / 430
	80-dən 100-dək	265	430	260 / 250	420 / 410
C345K	4-dən 10-dək	345	470	335 / 330	460 / 450
C375	2-dən 20-dək	355	490	345 / 340	480 / 465
	20-dən 40-dək	335	480	325 / 320	470 / 455
C390	4-dən 50-dək	390	540	380 / 370	525 / 515
C440	4-dən 30-dək	440	590	430 / 420	575 / 560
	30-dən 50-dək	410	570	400 / 390	555 / 540
C590 C590K	10-dən 40-dək	590	685	575 / 560	670 / 650

**3.16.** Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafiyə qurğusunun hərəkətli hissəsinin əzilməyə, diametral sıxılmaya hesablama müqavimətlərinin qiymətləri cədvəl 4.4-də verilmişdir.

**Rezin metal dayaq yastığının hərəkətli hissələrində yaymaların kəllə səthinin əzilməyə, silindrik oynaqlarda yerli əzilməyə, diyircəklərin diametral sıxılmaya hesablama müqavimətləri** Cədvəl 4.4.

Müvəqqəti müqavimət, N/mm <sup>2</sup>	Hesablama müqaviməti, N/mm <sup>2</sup>		
	əzilməyə		diyircəklərin diametral sıxılmaya (məhdud hərəkətli konstruksiyalarda sərbəst toxunmada) $R_{cd}$
	kəllə səthində (hamarlanıb uyğunlaşdırma olduqda) $R_p$	silindrik oynaqlarda (sapfalarda) kip toxunma olduqda yerli əzilməyə $R_{lp}$	
360	351 / 343	176 / 171	9 / 9
370	361 / 352	180 / 176	9 / 9
380	371 / 362	185 / 181	9 / 9
390	380 / 371	190 / 185	10 / 10
400	390 / 381	195 / 190	10 / 10
430	420 / 409	210 / 204	10 / 10
440	429 / 419	215 / 209	11 / 11
450	439 / 428	220 / 214	11 / 11
460	449 / 438	224 / 219	11 / 11
470	459 / 448	229 / 224	11 / 11
480	468 / 457	234 / 228	12 / 12
490	478 / 467	239 / 233	12 / 12
510	498 / 486	249 / 243	12 / 12
540	527 / 514	263 / 257	13 / 13
570	556 / 543	278 / 271	14 / 14
590	576 / 562	288 / 281	14 / 14

#### 4. REZİN METAL DAYAQ YASTIQLI SEYSMOMÜDAFİƏ QURĞUSUNUN HAZIRLANMASINA VƏ QURAŞDIRILMASINA AİD GÖSTƏRİŞLƏR

- 4.1. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusunun bütün elementləri inşaat sənaye müəssisələrində zavod şəraitində yerinə yetirilməsi tövsiyə olunur. Bu zaman dayaq elementlərinin yüksək dəqiqliklə, keyfiyyətli düzəldilməsi vacibdir.
- 4.2. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusunun polad elementlərinin üz səthləri cızıqsız olmalı və hamar güzgü səthə malikdir.
- 4.3. Rezin metal dayaq yastıqlı olmalıdır. Bu səthlərin cilalanması vacibdir. seysmomüdafie qurğusunun polad və dəmir-beton elementlərinin antikorroziya mühafizəsi onların metallaşdırılması və lak-boya tərkiblərlə boyanması yolu ilə qüvvədə olan SNiP II-28-73\* «Защита строительных конструкций от коррозии» normativ sənədinin başlıqlarının tələbi və layihənin göstərişlərinə uyğun həyata keçirilir.
- 4.4. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğulu binaların layihərində tikinti zamanı hərəkətli elementlərin hər hansı hərəkətini məhdudlaşdıran müvəqqəti mühafizə elementlərin nəzərdə tutulması vacibdir. Hər hansı hərəkətə qarşı qoyulmuş mühafizə elementlərinin sökülməsi layihə təşkilatının icazəsi və onun nümayəndəsinin iştirakı ilə həyata keçirilməlidir.
- 4.5. Tikinti quraşdırma işləri aparılan zaman rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusunun elementlərinin layihə vəziyyətinə, dəqiq quraşdırılmasına xüsusi diqqət vermək lazımdır. İşin yerinə yetirilməsi göstərişlərini layihənin izahat və rəqəsinə daxil etmək vacibdir.
- 4.6. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusunun üst və alt kəmərlərinin üfqiyyəti nivelir və ya tarazla (bazası 30 sm-dən az olmayan) həyata keçirilməlidir. Səthlərin üfqiyyətinin xətası 1 mm-dən artıq olmamalıdır.
- 4.7. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusunun hissələrinin quraşdırılması layihəyə ciddi əməl etməklə, bütün təmas sahələrinin sıx birləşməsinə təmin etməklə yerinə yetirilməsi vacibdir. Quraşdırılmanın dəqiqliyinin yoxlanılması üç (3) dəfə təkrar olunmalıdır.
- 4.8. Bütün işlərin yerinə yetirilməsi layihənin müəllifinin və sifarişçinin nümayəndəsinin texniki nəzarəti əsasında yerinə yetirilməlidir. Yerinə yetirilmiş işlər barəsində uyğun aktlar və müəllif nəzarəti jurnallarında qeydlər yerinə yetirilməsi vacibdir.
- 4.9. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusu elementlərinin yaxınlığında, onlar yerləşən yükdaşıyan konstruksiyalarda sanitar, texniki, elektrotexniki kommunikasiya xətlərinin yerləşdirilməsi qəti qadağandır.
- 4.10. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğulu binaların mühəndisi kommunikasiya xətlərində zəlzələ zamanı seysmomüdafie qurğusunun maksimal yerdəyişməsinə təmin edən xüsusi kompensatorların (qərarlaşdırıcıların) qoyulması vacibdir.
- 4.11. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğulu binaların lift şaxtaları və pilləkən qəfəsələri binanın yerüstü hissəsində yerləşdirilməlidir. Memarlıq və digər baxımdan bu hal mümkün olmadıqda, bu konstruksiyaların rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğusu səviyyəsində yerdəyişməsinə təmin edən konstruktiv tədbirlər həyata keçirilməlidir.

#### 5. REZİN METAL DAYAQ YASTIQLI SEYSMOMÜDAFİƏ QURĞULU BİNALARIN İSTİSMARINA DAİR GÖSTƏRİŞLƏR

- 5.1. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğulu binaların istismarının xüsusiyyəti dayaq elementlərinin dəqiq nəzarətindən və ona kənar şəxslərin yaxınlaşmamasını təmin etməkdən ibarətdir.
- 5.2. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafie qurğulu binalar istismara təhvil verilmədən layihə təşkilatının nümayəndəsi iştirakı vacibdir. Binanı qəbul edənlər rezin metal dayaq

yastıqlı seysmomüdafə qurğusu elementlərinin layihə tələblərinə cavab verməsinə əmin olmalı və qəbul aktında uyğun qeydlər aparılmalıdırlar.

- 5.3. Aşkar olunmuş qüsurlar binanın istismarından qabaq aradan qaldırılmalıdır. Qüsurları aşkar etmək məqsədi ilə xüsusi yoxlanılma aparılma yerləri: – rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun hərəkətli elementlərinin vəziyyəti; –rezin metal dayaq yastıqlarının dayaqda düzgün yerləşməsi; – rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusuna kənar şəxslərin müdaxiləsinə imkan verilməməsi.
- 5.4. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun elementlərinin texniki vəziyyətinin komissiya tərəfindən hər iki ildən bir və həmçinin baş vermiş yeraltı təkanlardan sonra layihə təşkilatının nümayəndəsinin iştirakı ilə yoxlanılması və təyin olunmuş defekt və qüsurların aktlara və jurnallara qeyd olunması vacibdir.
- 5.5. Tikinti quraşdırma işləri zamanı rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun hərəkətli elementinin arasına suvağın, boyanın və digər əşyalarının düşməsinin imkanlarının qarşısı alınmalıdır.
- 5.6. Zirzəmi, yarımzirzəmi mərtəbələrdə bütün yenidənqurma işləri, yeni əlavə kommunikasiyaların çəkilməsi, onların yerinin dəyişdirilməsi layihə təşkilatının icazəsindən sonra aparılmalıdır.
- 5.7. Rezin metal dayaq yastıqlı seysmomüdafə qurğusunun elementlərinin suvanması, boyanması ancaq layihə təşkilatının nümayəndəsinin iştirakı ilə aparılmalıdır.

### ***Elmi-texniki məqalənin hazırlanma qaydaları***

Elmi-texniki məqalə elmin aşağıdakı istiqamətlərinə uyğun olaraq elmi yenilikləri əks etdirməklə hazırlanmalıdır:

1. Memarlıq və şəhərsalma.
2. Zəlzələyədavamlı tikintilər.
3. İnşaat konstruksiyaları, bina və qurğular.
4. Geotexnika və inşaatın ekologiyası.
5. İnşaat materialları.
6. İnşaatın təşkili və idarə olunması.
7. Tikinti norma və qaydalarının təkmilləşdirilməsi.
8. Tikinti praktikasında beynəlxalq və respublika yenilikləri.

Elmi məqalələr azərbaycan, rus və ingilis dillərində həcmi 3 səhifədən az, 8 səhifədən çox olmamaqla formatı: A4, faylın formatı: MS Word və ya RTF; Times New Romanda 12 şriftlə, 1 intervalla yığılmalıdır; vərəqin kənarları: yuxarı və aşağı tərəflər-2 sm, sol tərəf-1,5 sm, sağ tərəf-3 sm. Əgər məqalədə şəkillər olarsa, şəkillər mətnə uyğun olaraq elektron şəkildə 1 dyümdə 300 pikseldən ( və ya 300 dpi ) az olmayaraq **jpeg, tiff** və ya **eps** formatında yerləşdirilməlidir.

Şəkillər şəkilsiz yazı və sıralama ilə müşayiət olunmalıdır .

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı AAK-ın tələblərinə uyğun tərtib olunmalıdır.

Fiziki qiymətlərin ölçüləri və parametrləri СИ sistemi ilə verilməlidir.

Məqalələr aşağıdakı ardıcılıqla yığılmalıdır: vərəqin solunda yuxarıda UOT; 1 intervaldan sonra məqalənin adı 12 keql adı şriftlə, qara; 1 interval, müəllifin (-lərin) adı, atasının adı, soyadı 12 keql şriftlə kursiv, qara; 1 interval, təşkilatın tam adı, şəhər 12 keql şriftlə, kursiv; 2 interval, məqalənin mətni.

Yuxarıdakı tələblərə uyğun olmayan məqalələr qəbul olunmur.

Məsul katibin elektron ünvanı: **e-mail: [azimeti\\_elmikatib@mail.ru](mailto:azimeti_elmikatib@mail.ru);**  
**[azimeti@arxkom.gov.az](mailto:azimeti@arxkom.gov.az)**

tel. (012) 596 37 60 (əlavə 205)

### ***Правила подготовки научно-технической статьи***

Принимаются оригинальные статьи по широкой тематике архитектуры, градостроительства, строительных конструкций, сейсмостойкого строительства, геотехники водоснабжения и канализации, совершенствования строительных норм и правил, организации строительного производства и строительной экологии.

Статьи принимаются в печатном и электронном виде, объемом от 3-8 страниц текста, набранного на компьютере и напечатанного шрифтом 12-го кегля с одиночным интервалом). Поля: слева, сверху и снизу - 2см, справа- 1 см.

Статьи принимаются на азербайджанском, или английском, или русском языках.

В начале статьи в левом углу указывается УДК.

Статьи сопровождаются аннотациями (до 100-150) слов на азербайджанском, английском и русском языках, а также списком ключевых слов (5-10 слов) на азербайджанском, английском и русском языках.

Название статьи, фамилия и инициалы автора (авторов), даются на азербайджанском, английском и русском языках. Фамилия (и) автора (ов) сопровождаются должностью, местом работы и электронным адресом. Структура статьи должна по возможности включать введение, методику исследования, характеристику объекта исследования, результаты и выводы (заключение).

Электронная почта ответственного секретаря: **e-mail: [azimeti\\_elmikatib@mail.ru](mailto:azimeti_elmikatib@mail.ru);**  
**[azimeti@arxkom.gov.az](mailto:azimeti@arxkom.gov.az)**

tel. (012) 596 37 60 (əlavə 205)