

Fig. 2. Indirectly reinforced optimal sections of compressed reinforced concrete diaphragms of shells made of "P" elements at eccentricities  $e_0 > e_a$  - I-beams and box sections made of "P" elements.

At the second stage, the strength of the eccentrically compressed element is directly calculated using the known dependences of the norms.

Moreover, the calculated eccentricity is assumed to be no less than random, and the design flexibility is taken into account according to the deformed scheme.

Thus, a universal method for calculating the strength of compressed elements with indirect reinforcement of various kinds of optimal transverse of two "P" shaped sections has been obtained. Within the framework of this method on the basis of a nonlinear deformation model, an algorithm for calculating the strength was developed and estimates of the stress-strain state of eccentrically compressed elements were made.

#### References

1. Gushcha Yu.P. Influence of cross-sectional shapes of elements on strength, crack resistance and deformability [Text] / Yu.P. Gushcha I.Yu. Laricheva., K.T. Sakanov // Concrete and reinforced concrete. 1987. - No. 5 - P.19-20.
2. Vakhnenko P.F. About taking into account the plastic properties of concrete when calculating skew-compressible and skew-bending reinforced concrete elements [Text] / P.F. Vakhnenko, V.N. Condel // Izv. universities. Ser. Construction and architecture. 1989.-No.10.- P.6-9.
3. Karpenko N.I. General models of reinforced concrete mechanics. [Text] N.I. Karpenko. - M.: Stroyizdat, 1996. - 416 p.
4. Rzhantsyn A.R. Composite rods and plates. [Text] / A.P. Rzhantsyn. -M.: Stroyizdat, 1986. -316 p.
5. Razzakov SR, Composite reinforced concrete shells of building coverings in conditions of long-term operation and seismic impacts. [Text] / SR Razzakov-Tashkent.Fan, 2004.-380 p.
6. Razzakov N.S. Zhamoat binolari zallarida yangi tejamkor qobik yopmalar constructive echimlarining tadqiqoti. [Text] / N.S. Razzakov // Modern problems of building structures. Materials of the International Scientific and Technical Conference - Samarkand. 2013.-B. 292-296.

УДК 624.04+07

### АКТИВ СЕЙСМИК ҲИМОЯ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ КЎП ҚАВАТЛИ БИНОЛАРДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАНЛИК ТАҲЛИЛИ ВА УЛАРНИ ҚЎЛЛАШНИНГ МАҚБУЛ ЕЧИМЛАРИ

PhD., к.и.х. А.С. ЮВМИТОВ, М.Б.ХОЛИҚОВ

(ЎЗР ФА М.Т. Ўрозбоев номидаги Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги  
институтини),

С.У. ТОШПЎЛАТОВ (ТАҚУ), Б.О. ЭГАМБЕРДИЕВ (ФарПИ)

**Аннотация:** Ушбу мақолада бино ва иншоотларнинг сейсмик мустаҳкамлигини таъминлаш имконини берувчи мавжуд актив сейсмик ҳимоя қурилмалари ҳамда уларнинг қўлланилиши бўйича дунё миқёсидаги мавжуд манбалар таҳлили келтирилган бўлиб, уларни бино ва иншоотларга қўллаш учун математик моделлари келтирилган.

**Аннотация:** В данной статье проведен анализ существующих устройств активной сейсмозащиты и их применения, обеспечивающих сейсмостойкость зданий и сооружений, также приведены математические модели их применения к зданиям и сооружениям.

**Abstract:** In this article were given analyses of the existing active seismic protection devices and their application, providing earthquake resistance of buildings and structures, and provides mathematical models of their application to buildings and structures.

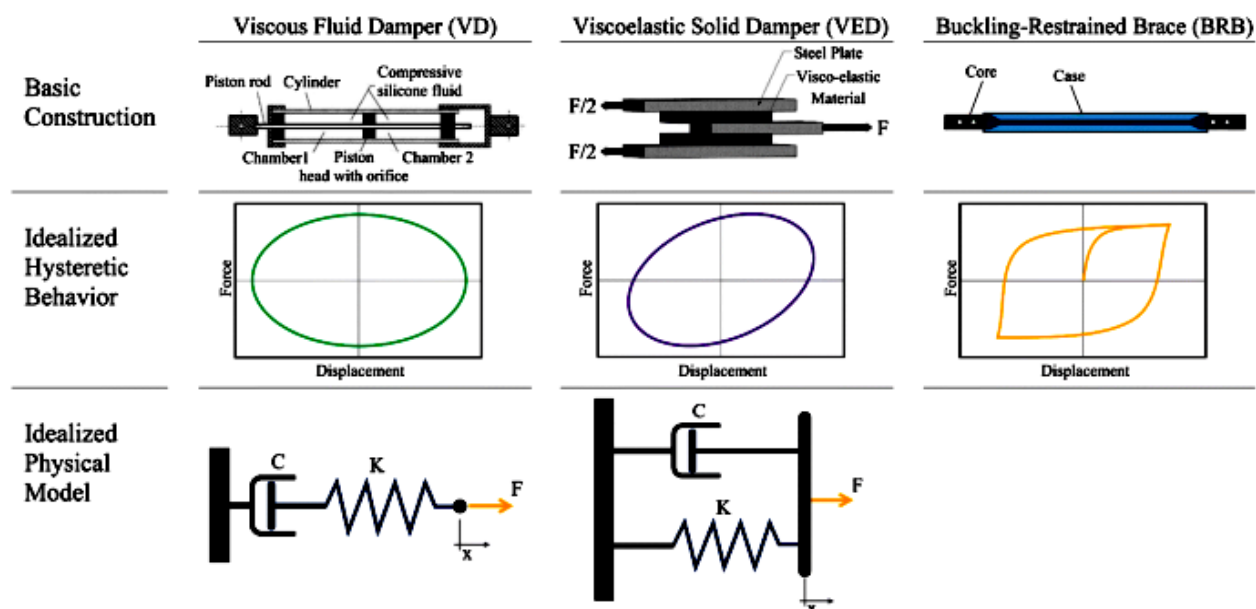
**Калим сўзлар:** Сейсмик таъсирлар, интенсивлик, эластиклик, қовушқоқлик, кўчиш, тезланиш, нисбий кўчиш, демпфер, фазовий бикрлик, сейсмик ҳимоя таянчлари, диссипатив кўрсаткичлар.

**Ключевые слова:** Сейсмические воздействия, интенсивность, упругость, вязкость, перемещение, ускорение, относительное перемещение, демпфер, пространственная жесткость, сейсмоизоляция, диссипативные свойства.

**Key words:** Seismic effects, intensity, elasticity, viscosity, displacement, acceleration, relative displacement, damper, spatial stiffness, seismic isolation, dissipative properties.

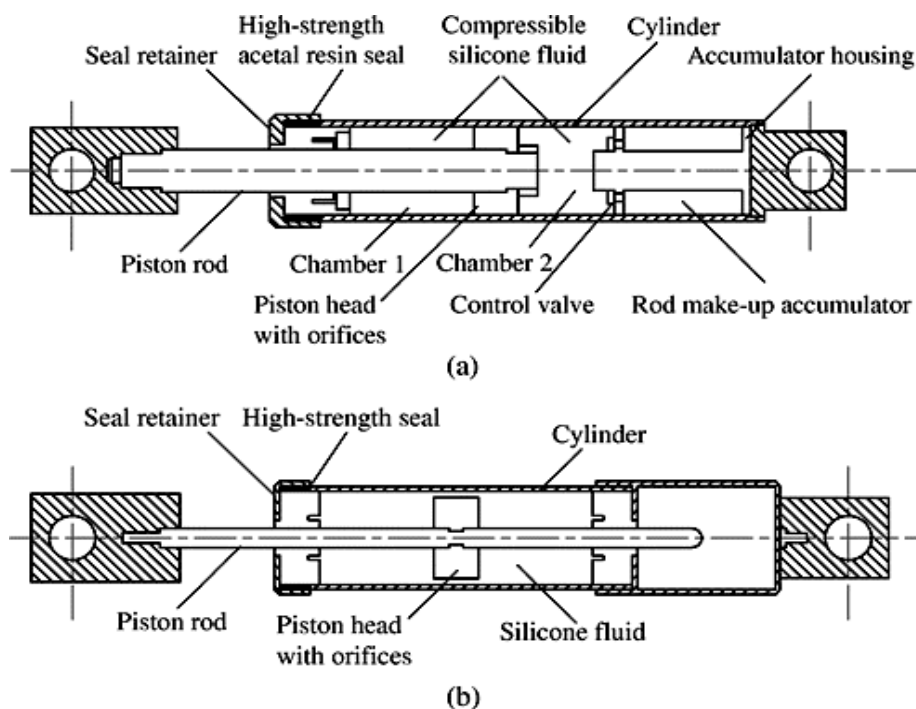
Маълумки бино ва иншоотларни сейсмик таъсирлардан ҳимоялашнинг икки усули мавжуд бўлиб, улар актив ва пассив турларига бўлинади. Сейсмик таъсирлардан ҳимоялаш амалиётда бинонинг пойдевор қисмида ва юқори қаватларда тебранишларнинг динамик сўндиргичлари кўринишида учрайди. Асосан кўп қаватли ва осмонўпар биноларда қаватлар сатҳига ўрнатилган тебранишларнинг динамик сўндиргичлар (демпфер, актуатор, сўндиргич, силжувчи девор, ҳаракатланувчи массали инерцион ҳамда маятник кўринишидаги демпферлар ва б.к.) кенг миқёсда қўлланилади. Бу сўндиргичлар курук, эластик-қовушқоқ, пластик ҳамда аралаш ишқаланишга эга қонуниятлар асосида ишлайдиган гистерезис типдаги қурилмалардан ташкил топади [1-2]. Ривожланган мамлакатлар қурилиш амалиётида асосан фрикцион ва қовушқоқлик қонуниятига эга демпферлар ишлатилади.

Ривожланган давлатлар сейсмик мустаҳкам қурилиш амалиётда кўп қаватли биноларнинг тебранишларини сўндириш мақсадида ишлатиладиган демпфер қурилмаларининг қовушқоқ, қовушқоқ-эластик ҳамда қистириб маҳкамланган эгилувчи боғларнинг гистерезис типининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда физик моделлари қуйида 1-расмда келтирилган [3].

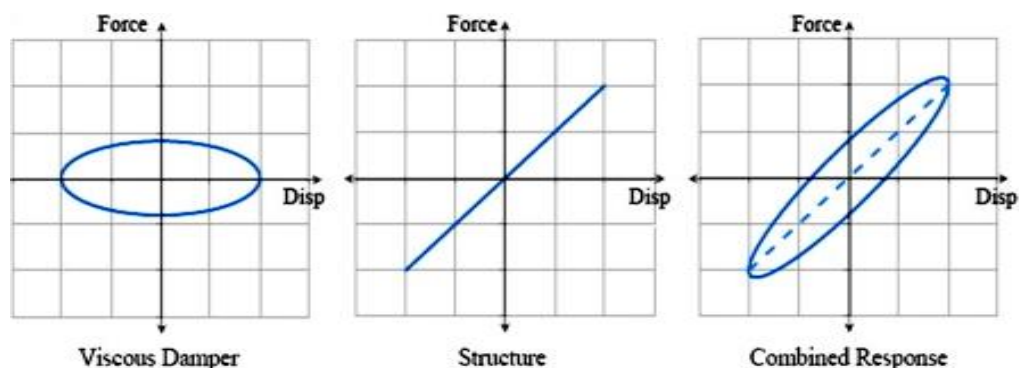


1-расм. Демпфер қурилмаларининг ўзига хослиги ҳамда уларнинг физик-механик моделлари

Қуйида қовушқоқ хусусиятга эга бўлган кўп қаватли бино демпфер қурилмасининг таркиби, умумий кўриниши ҳамда унга таъсир қилувчи куч ва кўчишлар орасидаги боғланишлар 2-3- расмларда келтирилган [4].



2-расм. Икки хил тузилишдаги қовушқоқ хусусиятга эга демпфер қурилмасининг тузилиши: (а) - иккита камерали; (б) - битта камерали.



3-расм. Демпфер қурилмасига таъсир қилувчи куч ва кўчиши орасидаги боғланиш гистерезиси

Қурилиш амалиётида кўп қаватли биноларга ўрнатилган қовушқоқ ишқаланишли демпфер қурилмасининг кўриниши 4-5-расмларда келтирилган. Бунга кўра каркасли конструктив тизимдаги кўп қаватли бинонинг кўндаланг ва бўйлама рамаларига қуйидаги кўринишда қурилма ўрнатилиб, қават ораёпмасининг қуйи қаватга нисбатан кўчишининг ҳисобига демпферда ҳаракат пайдо бўлади. Нисбий кўчишнинг ҳисобига тизимда сўниш вужудга келади.

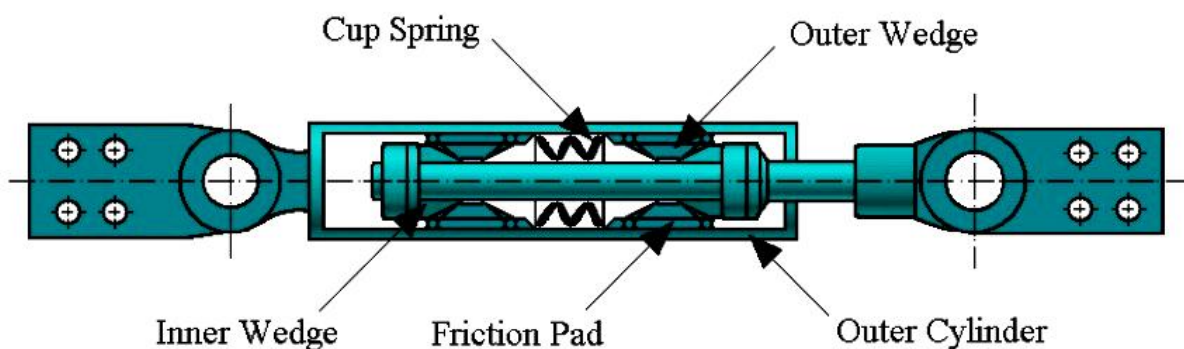


4-расм. Кўп қаватли бинонинг устунларига демпфер қурилмасининг ўрнатилиши

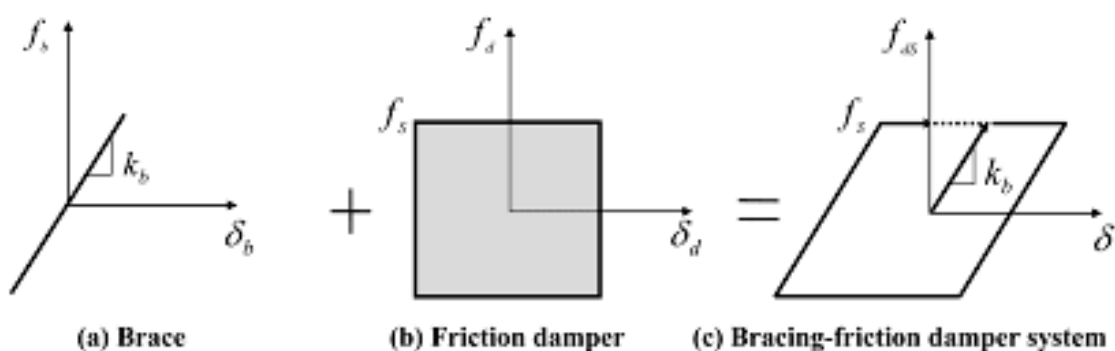


5-расм. Қовушқоқ демпфер қурилмасининг бинонинг ясси рамасига ўрнатилиши

Қовушқоқ ишқаланишга эга демпферлардан ташқари амалиётда курук ишқаланишга эга бўлган демпферлар кенг миқёсда қўлланилади. Қуйида курук ишқаланишга эга демпфер қурилмасининг таркиби, умумий кўриниши ҳамда унга таъсир қилувчи куч ва кўчишлар орасидаги боғланишлар келтирилган (6-7- расм) [5]. Ушбу қурилма шундай лойиҳаланган бўлиб, ундаги ишқаланиш кучи доимий қийматга эга ҳисобланади. Демпфер нисбий кўчишнинг ҳисобига ишлайди.



6-расм. Қуруқ ишқаланишга эга демпфер қурилмасининг тузулиши



7-расм. Қуруқ ишқаланишга эга демпфер қурилмасининг унга таъсир қилувчи куч ва кўчиши орасидаги боғлиқлик гистерезиси

Кўп қаватли биноларда қуруқ ишқаланишга эга бошқа турдаги фрикцион демпферларнинг кўп қаватли бинонинг рамаларига ўрнатилиши 8-9 – расмларда келтирилган.



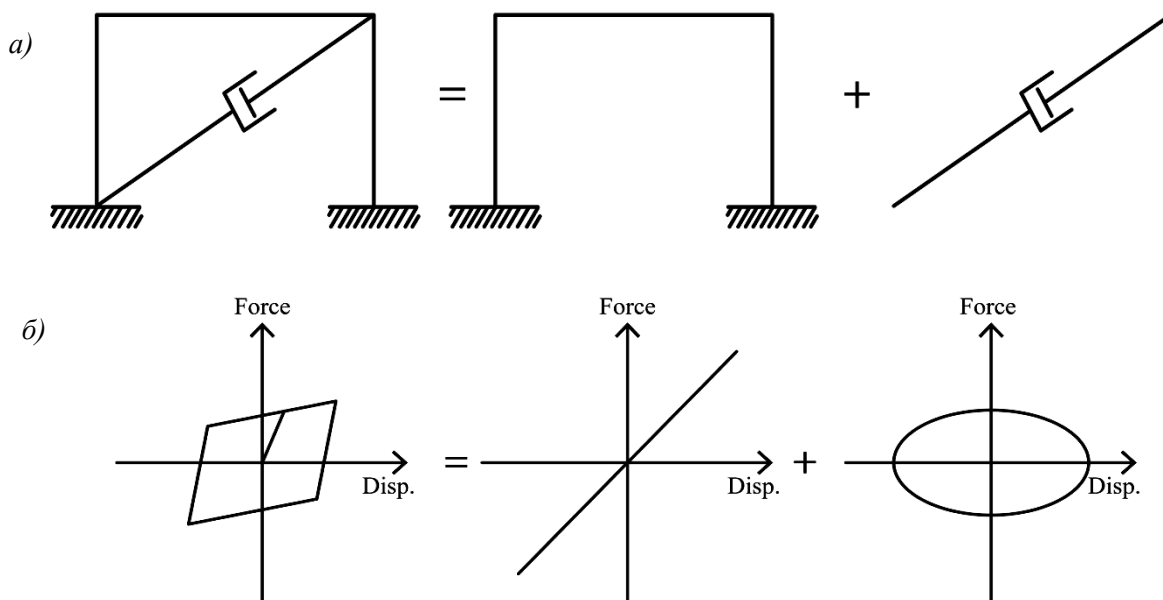
8-расм. Бинонинг фасад қисмига ўрнатилган фрикцион демпферларнинг ўрнатилиши



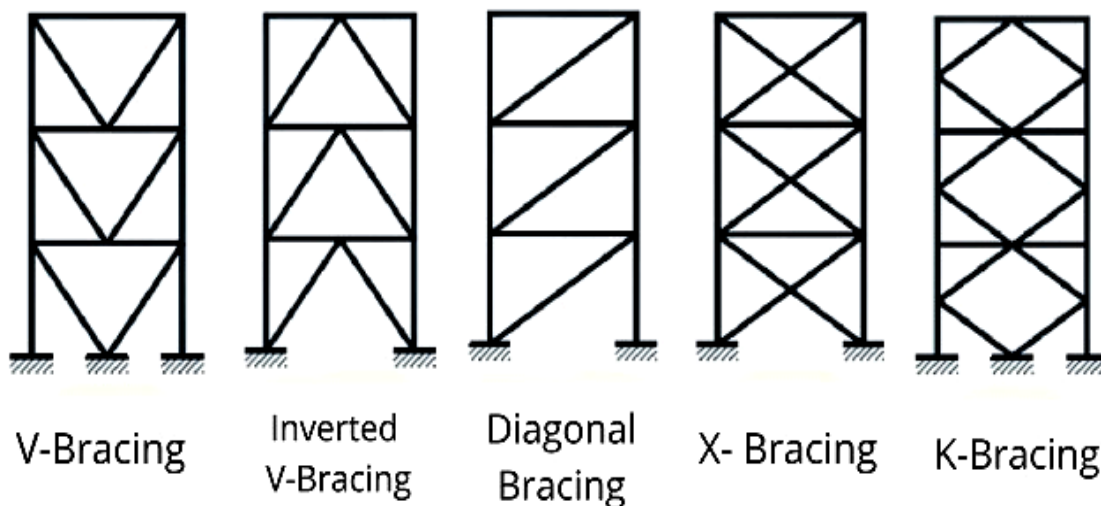
9-расм. Бинонинг каркасига ўрнатилган фрикцион демпферларнинг ўрнатилиши

Аксарият ҳолларда ҳисоб ишларида каркасли бино рамаси эластик ҳамда унга ўрнатиладиган демпфер қурилмаси қовушқоқ хусусиятга эга деб қаралиб, уларнинг биргаликдаги хусусияти қуйидагича қабул қилинади 10-расм.

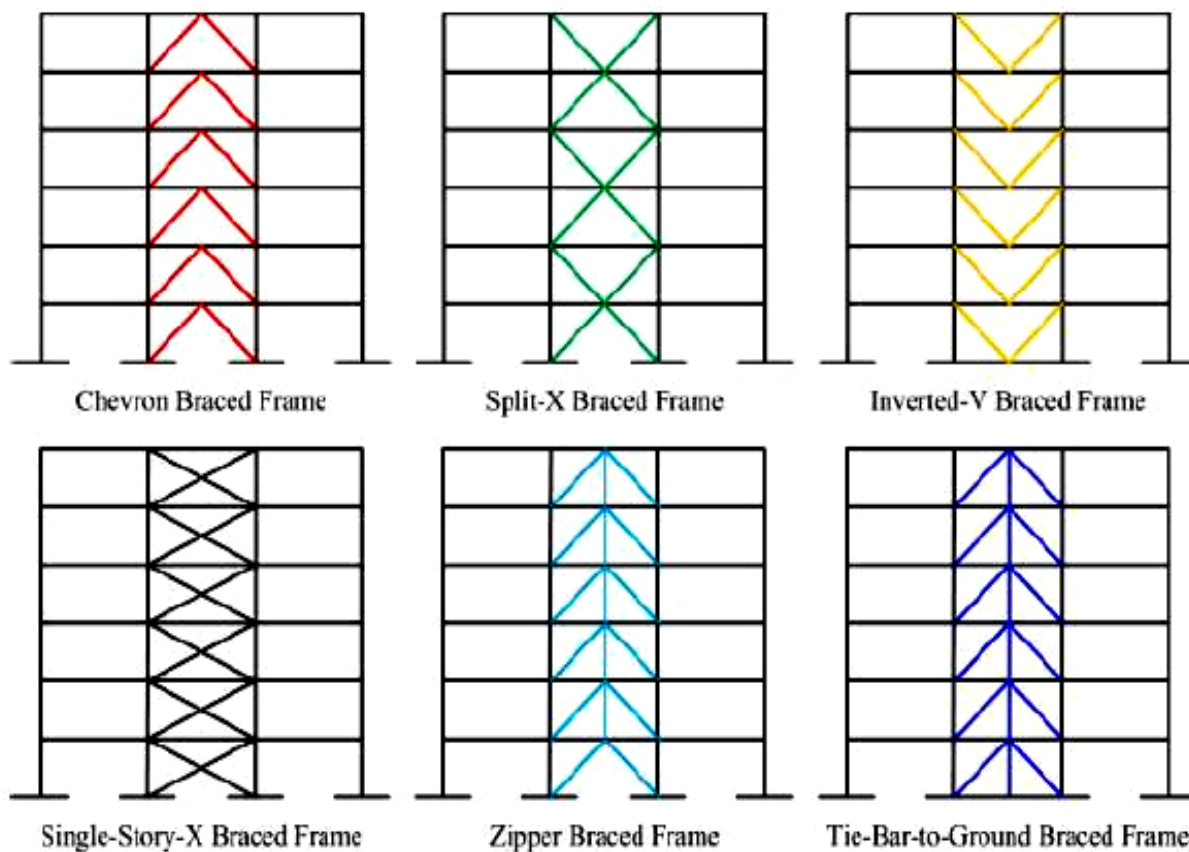
Ясси рамаларда боғлар (bracing) нинг ўрнатилиш схемаси турлича бўлиб, улар 11-расмда келтирилган. Ясси рамаларда сейсмик таъсирларда боғлар ва устунлардаги юзага келиши мумкин бўлган зўриқишлар ҳамда кўп қаватли каркасли биноларга боғлар ва энергияни сўндирувчи демпферлар ўрнатилиш схемалари қуйида 13-расмда келтирилган.



10-расм. Бинонинг ясси рамаси ва унга ўрнатиладиган қовушқоқ демпфер: (а) - шартли белгиланиши; (б) - ўзига хос гистерезис хусусияти

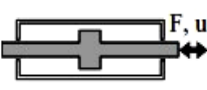
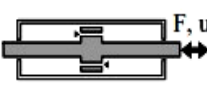



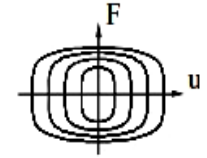
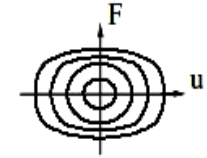
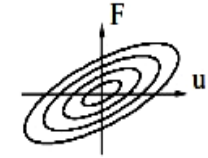
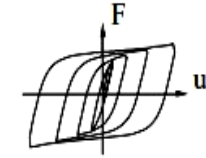
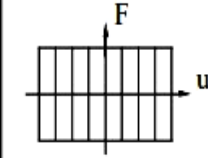


11-расм. Ясси рамаларда боғларнинг ўрнатилиш схемаси



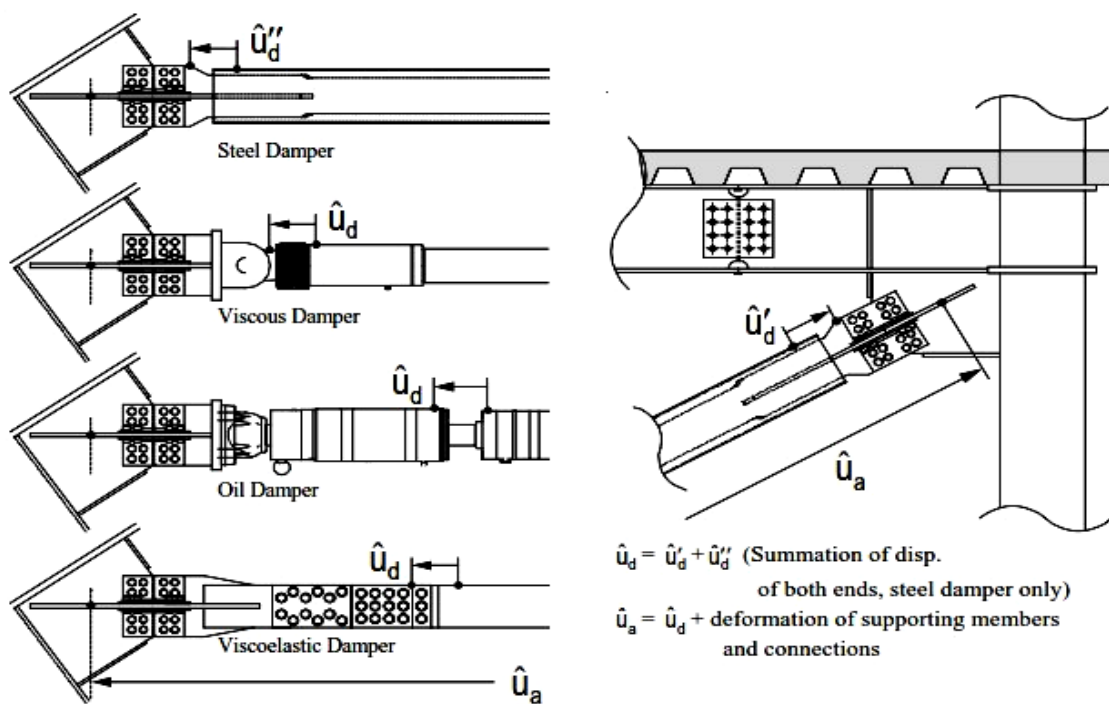
12-расм. Кўп қаватли каркасли биноларда боғлар ва демпферларнинг ўрнатилиши мумкин бўлган схемалар

Дунё миқёсида кўп қаватли биноларда қўлланиладиган демпфер қурилмаларининг турлари, уларда пайдо бўладиган қаршилиқ кучларининг математик ифодалари ҳамда куч ва кўчишлари орасидаги боғлиқлик гистерезиси қуйида 13-расмда келтирилган [6].

Viscous	Oil	Viscoelastic	Steel	Friction
				
Shear/Flow Resist Panel, Box, Cylinder	Flow Resist Cylinder	Shear Resist Brace, Panel, etc.	Axial/Shear Yielding Brace, Panel, etc.	Slip Resist Brace, Panel
$F = C\dot{u}^\alpha$	$F = C_1\dot{u}$ or $C_2\dot{u}$	$F = K(\omega)u + C(\omega)\dot{u}$	$F = K \cdot f(u)$	$F = K \cdot f(u)$
				

13-расм. Демпфер қурилмаларининг асосий турлари ва хусусиятлари

Амалиётда кенг миқёсда ишлатиладиган пўлат, ковушқоқ, суюқлик қуйилган ҳамда эластик-қовушқоқ хусусиятга эга демпферларнинг ташқи кучлар таъсирида мумкин бўлган кўчишлар қуйидаги схемаларда келтирилган (14-расм).

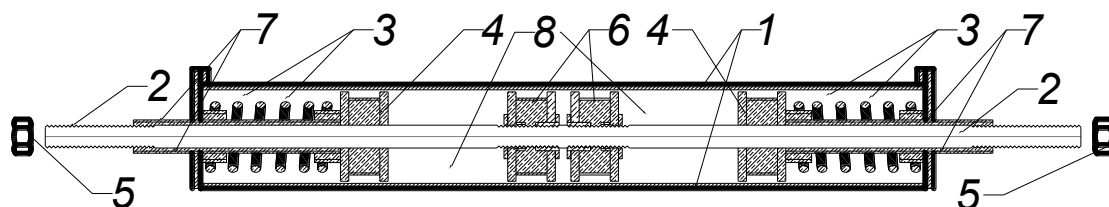


14-расм. Амалиётда қўлланиладиган демпфер конструкцияларни тебранишлардаги мумкин бўлган қўчишлари

Юқоридаги демпферлар завод шароитида таёрланиб, уларнинг таннархи сезиларли даражада қиммат ҳисобланади. Кўп қаватли биноларга қаватнинг ҳисоб кўрсаткичларига мос равишда кўп миқдорда қўлланилиши ҳисобига бинонинг таннархини ошишига олиб келади.

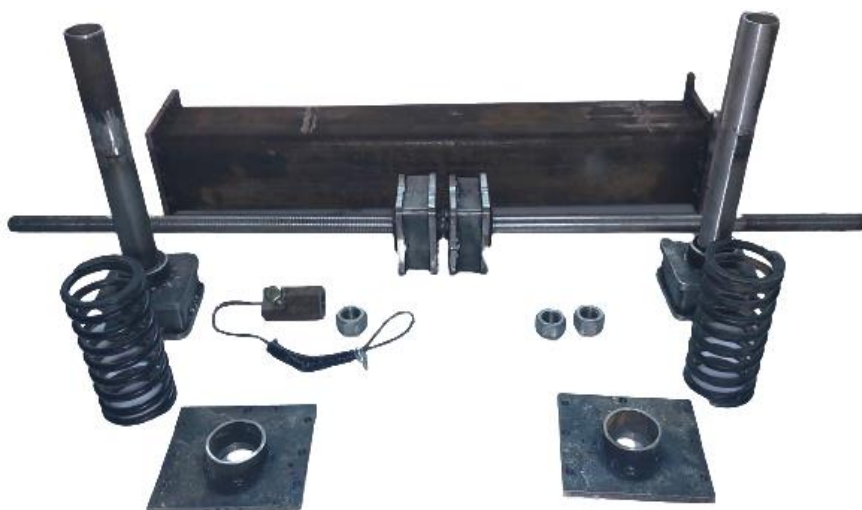
Келтирилган камчиликларни инобатга олган ҳолда илмий ходимлар томнидан маҳаллий хом-ашёлардан тайёрланган ҳамда қурилмалар ўрнини боса оладиган демпфер қурилмаси ихтиро қилинган бўлиб, унинг конструкцияси қуйида келтирилган (15-16-расм). Бунга кўра демпфер конструкцияси маҳаллийлаштирилганлиги сабабли, унинг таннархи ҳисоб натижаларига кўра хорижий давлатлардан харид қилинадиган демпфер қурилмалари нархидан 3-5 маротабагача арзон бўлиши аниқланди.

Ҳозирги кунда ЎзР Фанлар академияси Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтининг синов лабораториясида таклиф қилинаётган қурилма статик ва динамик кучлар таъсирида асосий ҳисоб кўрсаткичлари турли материалларнинг хусусиятларини инобатга олган ҳолда аниқлаш бўйича кенг қўламли тадқиқот ишлар олиб борилмоқда.



15- расм. Демпфер қурилмасининг схематик кўриниши: 1-металл корпус, 2-металл иток, 3-пружина, 4-металл порцень, 5-гайка, 6- металл порцень, 7-ўйналтирувчи металл қувурча, 8-масса солинадиган бўшлиқлар





*16-расм. Синовдан ўтаётган демпфер қурилмасининг умумий кўриниши*

Сейсмик худудларда кўп қаватли биноларни сейсмик таъсирлардан ҳимоя қилиш мақсадида қўлланиладиган актив сейсмик ҳимоя қурилмаларининг кўрсаткичларини худуднинг интенсивлиги ва геолгиясини ҳисобга олган ҳолда бинони лойиҳалашдан олдин унинг кўрсаткичларига мос равишда танлаш талаб этилади.

Ўзбекистон Республикасида амалда қўлланилган сейсмик ҳимоя таянчларининг имкониятлари ва хизмат муддатини назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларини ҳисобга олган ҳолда янги мақбул ечимларни ишлаб чиқиш, тадқиқотларни давом эттиришни талаб этади.

#### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. Akira Fukukita, Tomoo Saito, Keiji Shiba – Control Effect for 20-Story Benchmark Building Using Passive or Semiactive Device // Journal of Engineering mechanics. – 2004. –№4. – 430-436 pp.
2. Zach Liang, George C. Lee, Gary F. Dargush, and Jianwei Song. Structural Damping: Applications in Seismic Response Modification. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an inform a business. 2012 by Taylor & Francis Group. Pp. 577.
3. G.C. and Z. Liang, in Earthquake-Resistant Struct. - Des. Assess. Rehabil. (InTech, 2012).
4. A.W. Taylor, A.N. Lin, and J.W. Martin, Earthq. Spectra 8, 279 (1992).
5. Ehsan Noroozinejad FARSANGI, Azlan ADNAN. Seismic Performance Evaluation of Various Passive Damping Systems in High and Medium-Rise Buildings with Hybrid Structural System. GaziUniversity Journal of Science. GU J Sci. 25(3):721-735 (2012).
6. Kazuhiko KASAI. Seismic Performance of Building Protective Systems: Evaluations from Full-Scale Lab Tests and Actual Earthquake Observations. Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, JAPAN.  
year {2013}, URL {<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:211525693>}
7. Sagdiev K.S va boshqalar. Seysmik izolyatsiyaga ega ko'p qavatli binoning strukturasi ni simulyatsiya qilish va dinamik (seysmik) ta'sirlar ostida laboratoriya skameykasida sinov texnikasi // E3S Web of Conferences. – EDP fanlari, 2023. – T. 402. – S. 07024.