

DOI: 10.38054/iaeee-708

УДК 621:534.833; 888.6

НОВЫЙ ТИП ГАСИТЕЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ЗОНАХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

В.М. Митасов⁽¹⁾

⁽¹⁾Руководитель научного направления «Строительные конструкции и основания», д-р техн.наук, профессор Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин), 630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113. E-mail: mitassovv@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена новым решениям сейсмоизоляции железобетонных конструкций, позволяющих частично диссипировать энергию динамического воздействия на здания и сооружения.

A NEW TYPE OF DYNAMIC VIBRATION DAMPER FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURES EXPLOITED IN SEISMIC ZONES

V.M. Mitasov⁽¹⁾

⁽¹⁾Head of Research Area “Building Structures and Foundation Base”, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (SIBSTRIN), 630008, Russia, Novosibirsk city, Leningradskaya street 113, E-mail: mitassovv@mail.ru

Annotation. The work is devoted to new solutions of seismic isolation for reinforced concrete structures, which allow partially dissipating the energy of dynamic impact on buildings and structures.

СЕЙСМИКАЛЫК АКТИВДҮҮЛҮК АЙМАКТАРЫНДА КОЛДОНУЛУУЧУ ТЕМИРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ ҮЧҮН ДИНАМИКАЛЫК ТЕРМЕЛҮҮНҮ БАСАНДАТУУЧУНУН ЖАҢЫ ТИБИ

В.М. Митасов⁽¹⁾

⁽¹⁾“Курулуш конструкциялары жана негиздер” илимий багытынын жетекчиси, техн.ил.доктоу, Новосибирск мамлекеттик архитектура-курулуш университетинин (Сибстрин) профессору, 630008, Россия, Новосибирск ш., Ленинградский көч., 113. E-mail: mitassovv@mail.ru

Жалпылаган. Бул иш имараттарга жана курулмаларга динамикалык таасир этүү энергиясын жарым жартылай **диссипировать** мүмкүндүк берүүчү темирбетон конструкцияларын сейсмо обочолонтуу жаңы чечимдерине арналган.

Обзор существующих типов сейсмозащиты зданий и сооружений, традиционно используемых при строительстве зданий и сооружений при строительстве в сейсмоопасных зонах позволяет сделать классификацию по их типам, а также оценить степень полезности и перспективности дальнейших исследований [1].

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

При сейсмическом воздействии возникающие переменные значения усилий в элементах зданий и сооружений могут восприниматься как самими элементами, так и внешними составляющими. Достаточно большое количество литературы с оценками напряженно-деформированного состояния элементов, возникновения усилий и перемещений на основе известных теорий сооружения – это попытка дифференцированно оценить каждое воздействие и выдвигать способы его восприятия. Другой подход – интегральный, на наш взгляд, позволяет сделать общие оценки состояния зданий в тех или иных ситуациях сейсмического воздействия и реагировать не на конкретные повреждения или разрушения, а оценивать состояние объекта в целом, чтобы надёжность и долговечность его эксплуатации не снижалась достаточно существенно, например, как это сделано в работе [2].

Такая позиция натолкнула на мысль для зданий из железобетона, возводимых по статически неопределимой схеме, разработать новую энергетическую теорию сопротивления железобетона. Ни в коей мере не умаляя, достижений ряда ученых прошлого, прежде всего российских ученых, таких как А.А. Гвоздев, В.И. Мурашов, П.Л. Пастернак и др., решить задачу перехода из состояний сплошного сечения балки к сечению с трещиной удалось только в энергетической постановке. Тем не менее, анализируя традиционные (пассивные) и активные способы сейсмозащиты, при общем системном, комплексном подходе разумно сочетать и те, и другие при проектировании и строительстве зданий и сооружений.

Статически неопределимые конструктивные системы железобетона имеют одну, присущую им особенность – способность перераспределения усилий за счёт образования (направленного) пластических шарниров. Проектирование последних имеет достаточно много различных вариантов, в данной статье остановимся лишь на двух – регулировании напряженно-деформированного состояния путём установки арматуры обычной и преднапряжённой и организации трещин в определенных сечениях при изготовлении изгибаемых элементов.

В рамках энергетической теории сопротивления железобетона для оценки напряженно-деформированного состояния сечений в стадии образования, раскрытия и стабилизации трещин в классическом представлении стадий НДС при изгибе нами введена стадия Ib, в которой принят ряд исходных гипотез, в том числе гипотеза о мгновенном возникновении трещины, динамическом характере процесса деформирования конструкций и перераспределении обратимой части энергии растянутого бетона на арматуру [3,4].

После образования стохастической трещины энергия растянутого бетона перераспределяется на арматуру, которая выполняет роль тормозного элемента, сдерживает распространение трещины по сечению элемента:

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО
СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

$$\sum_j A_{sj} \int_{\varepsilon_s}^{\varepsilon_s + \varepsilon_s^{st}} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon - \Delta W_{cr}^{bt} = 0, \quad (1)$$

Внезапный характер появления трещины сопровождается мгновенным изменением напряженного состояния сечения, которое носит динамический характер (рисунок 1).

"Динамическое" значение σ_s^d в арматуре при наибольшем раскрытии только что образовавшейся трещины определяется из условия равенства приращения потенциальной энергии деформирования и работы напряжений σ_s^{st} на полном приращении деформаций $\varepsilon_s^d - \varepsilon_s^*$:

$$\int_{\varepsilon_s^*}^{\varepsilon_s^d} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon = \sigma_s^{st} [\varepsilon_s^d - \varepsilon_s^*], \quad (2)$$

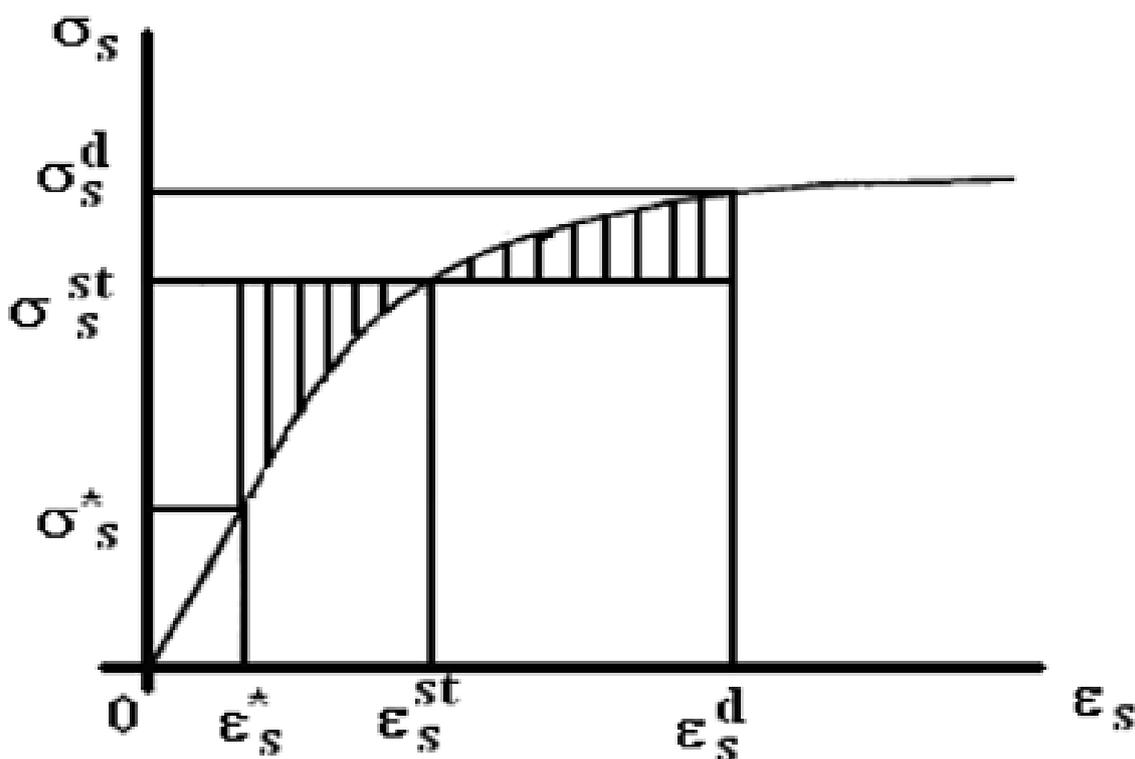


Рисунок 1 – Условная схема определения максимальных напряжений в арматуре в момент образования трещин

Тогда можно записать уравнение энергетического баланса, где слагаемые левой части уравнения представляют состояние сечения до образования трещины, а правой части – после образования трещины. При этом третье слагаемое δA_k показывает величину дополнительной работы совершаемой внешней нагрузкой на перемещение, вызванном «динамической» трещиной (4). Для снижения этого воздействия было предложено создать систему организованных трещин [5].

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО
СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

$$W_{bt} + W_b + \delta A_k = W_{bt}^d + W_b^d + \Delta W_s^d + \Delta W_T \quad (3)$$

$$\delta A_k = b \int_0^L P(z) \partial u(z) dz, \quad (4)$$

Количество энергии, рассеиваемой трещинами пропорционально количеству организованных трещин (рисунок 2). Таким образом, с помощью организованных трещин можно значительно увеличить количество энергии, рассеиваемой на «пластическом шарнире», и, соответственно, понизить напряжения в арматуре вблизи стыка ригеля и колонны [6].

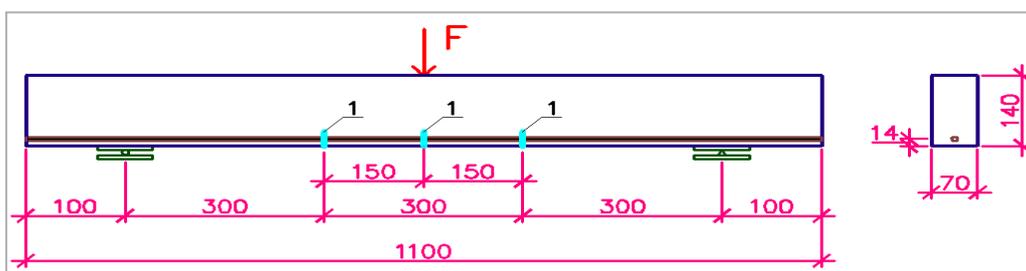


Рисунок 2 – Повышение жесткости и трещиностойкости путем регулирования трещинообразования

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

На рисунке 3 приведен пример возможной активной сейсмозащиты для железобетонных конструкций благодаря "пластическому шарниру" в сечении с организованной трещины.

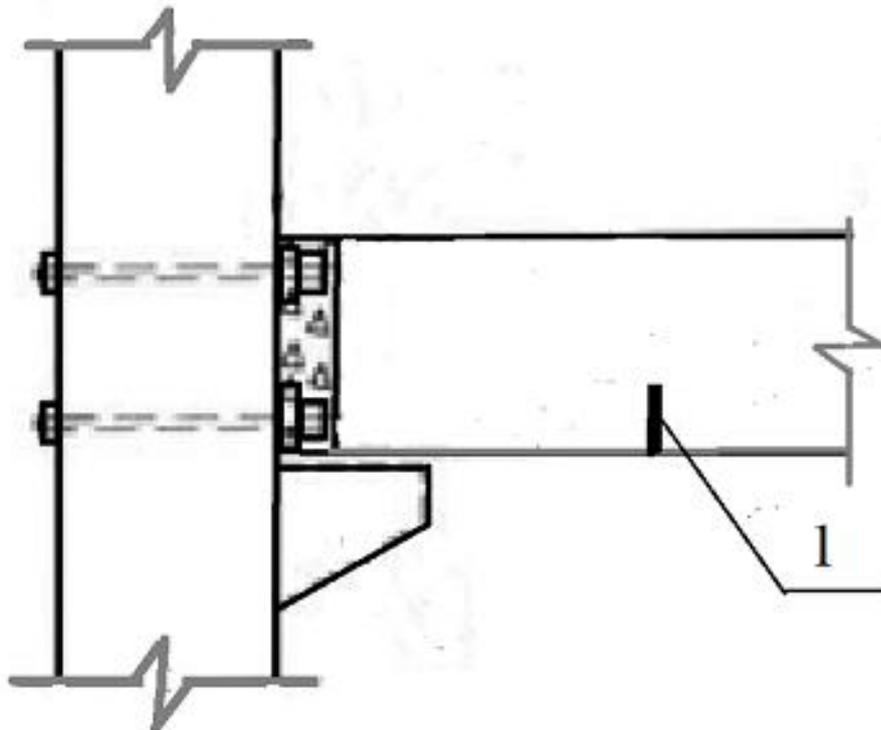


Рисунок 3 – Пример расположения организованной трещины в зоне диссипации в железобетонном ригеле (арматура условно не показана). 1 - организованная трещина

Одним из уязвимых элементов при сейсмическом воздействии на объект является колонна, устойчивость которой восприимчива к колебательным процессам, в результате которых возникают значительные поперечные силы, можно повысить введение внутренней обоймы, которая выполняет двойственную роль – как пассивная защита (увеличение количества арматуры и жесткости элемента), так и как активная (рисунок 4).

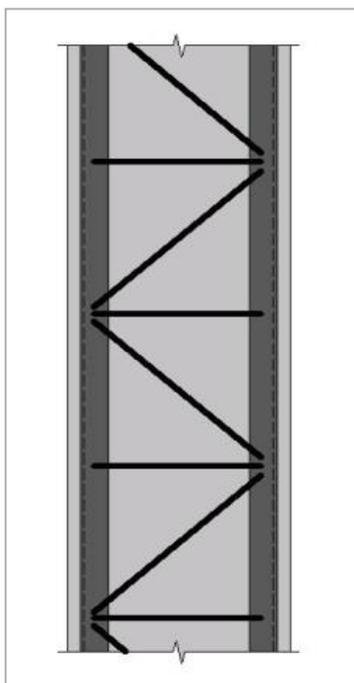


Рисунок 4 – Повышение сопротивляемости к усилиям растяжения и сдвига

В работе [7] проведено детальное исследование внутренней обоймы как элемента, сдерживающего поперечные деформации элементов при сжатии и не допускающего преждевременного разрушения за счет изменения характера работы бетона. Другим известным способом повышения устойчивости колонн является предварительное напряжение (рисунок 5).

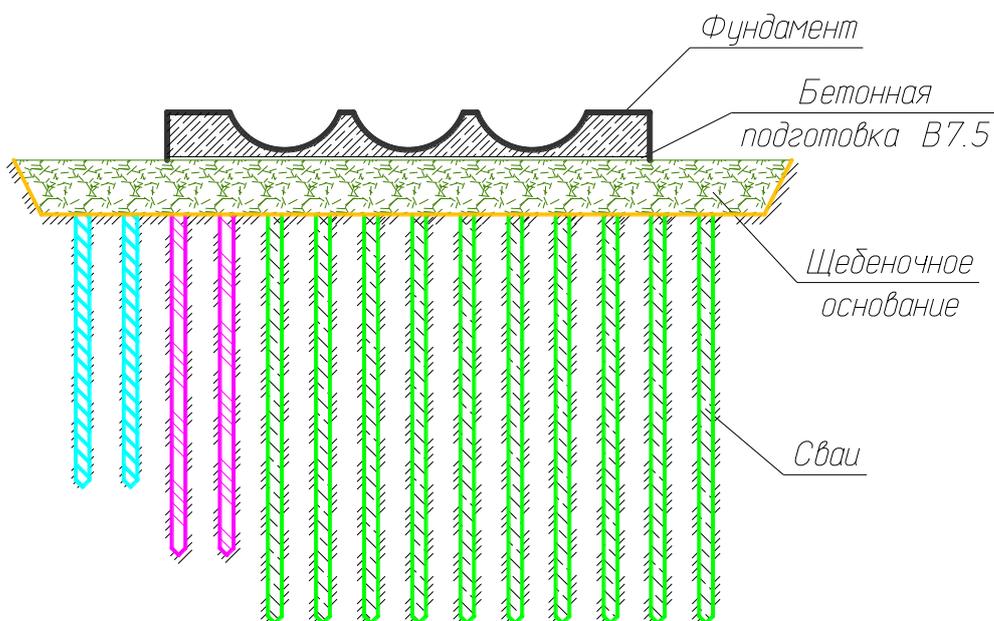


Рисунок 5 – Повышение устойчивости вертикальных элементов

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Этот обзор можно дополнить новыми типами плитно-свайных фундаментов (Пат. 64222 Россия, Пространственная фундаментная платформа), смысл которых состоит в использовании свай для армирования грунта, а вместо фундаментной плиты предлагается фундаментная платформа арочного типа (рисунок 6,7).

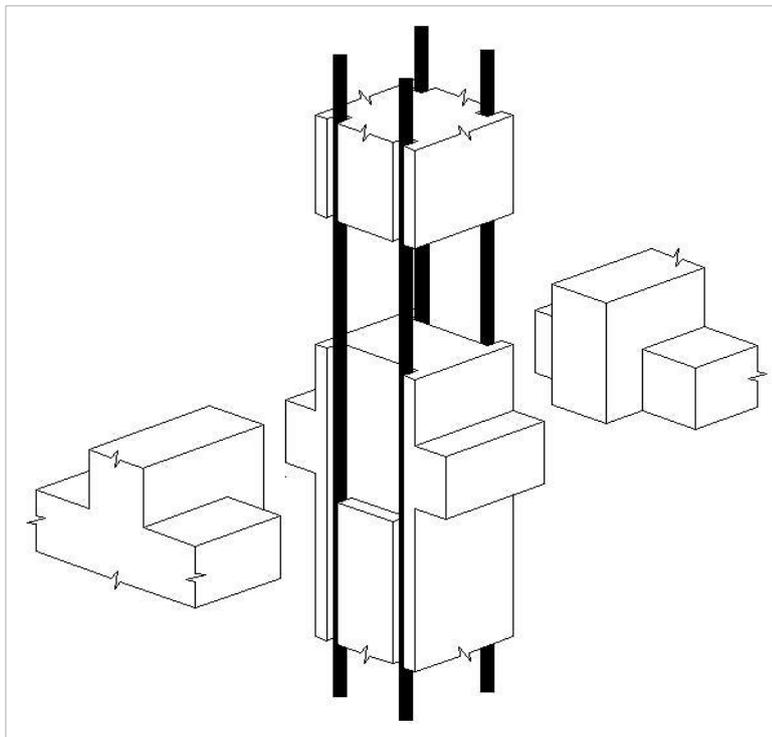


Рисунок 6 – Повышение устойчивости вертикальных элементов



Рисунок 7 – Процесс устройства плитно-свайного фундамента арочного типа. Этап бетонирования конструкции.

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Выводы:

1. Предлагаемый метод создания "пластических шарниров" позволяет их использовать как энергопоглотители.
2. Разработан общий подход размещения организованных трещин в каркасных системах, количество которых и место установки напрямую влияет на количество энергии рассеиваемой на «пластическом шарнире».
3. Для повышения надёжности зданий и сооружений полезно совместное использование нескольких систем путём объединения их между собой.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мартынов Н.В.** *Активная сейсмозащита: варианты развития и критический анализ практических возможностей: монография / Н. В. Мартынов. - Симферополь: 2013. - 267 с.*
2. **Черепинский Ю.Д.** *Экспериментальные исследования, расчетно-теоретический анализ и внедрение в строительстве сейсмоизолирующих конструктивных систем КФ : дис. ... доктор техн. наук : 05.23.01 / Юрий Давыдович Черепинский ; Алма-Ата. ФГБОУ ВО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова", 1998. – 301 л.*
3. **Митасов В.М.** *Основные положения теории сопротивления железобетона: монография. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. 158 с.*
4. **Митасов В.М.** *Динамический аспект образования стохастических трещин в бетонных и железобетонных конструкциях / В.М. Митасов, Н.В. Стаценко // Известие вузов. Строительство. –2016. –№ 8. С. 5 – 11.*
5. **Михайлова Н.С.** *Экспериментальные исследования железобетонных балок без трещин и с заранее намеченной трещиной [Текст] / Н.С. Михайлова // Изв. вузов. Строительство. –2007. –№ 4. С. 117 – 120.*
6. **Адищев В.В.** *Определение параметров напряженно-деформированного состояния в окрестности трещины нормального отрыва в изгибаемых железобетонных элементах [Текст] / В.В. Адищев, В.В. Роот // Труды НГАСУ. –2013.– Т16, №2(56). С.83 – 95.*
7. **Логунова М.А.**, *Применение формообразующих элементов в монолитных железобетонных каркасах многоэтажных зданий : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Мария Александровна Логунова ; Новосибирск. НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 279 л.*