

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 146–150.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 146–150.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 699.841
DOI: 10.22337/2077-9038-2025-4-146-150

Конструктивные подходы к снижению количества антисейсмических швов для зданий сложной формы

Фардзинов Григорий Гамболович (Владикавказ). ОАО «СЕВОСПРОЕКТ» (Россия, 362040, Владикавказ, пер. Станиславского, 5. СЕВОСПРОЕКТ).

Тускаева Залина Руслановна (Владикавказ). Доктор технических наук, доцент. Кафедра строительного производства Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) [Россия, 362021, Владикавказ, ул. Николаева, 44. СКГМИ (ГТУ)]. Эл. почта: tuskaevazalina@yandex.ru

Дзапаров Артур Эдуардович (Владикавказ). Кафедра строительного производства Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) [Россия, 362021, Владикавказ, ул. Николаева, 44. СКГМИ (ГТУ)]. Эл. почта: art13999@mail.ru

Аннотация. Исследование вопросов строительства зданий со сложной в плане формой в сейсмически опасных районах с расширением вариативности проектирования является актуальным направлением в области сейсмостойкого строительства. Это связано с различными объёмно-планировочными решениями, предлагаемыми архитекторами, которые зачастую бывают неосуществимы в случае устройства антисейсмических швов. В статье обсуждается возможность проектирования сложных в плане зданий в сейсмически опасных районах без устройства антисейсмических швов. Отказ от антисейсмических швов может выполняться в некоторых случаях с помощью введения ядер жёсткости в наиболее опасные зоны. Данное решение предлагается использовать для строительства сложных в плане зданий, не разделяя их на отдельные отсеки простой формы. Введённые ядра жёсткости в некоторых случаях можно рассматривать как антисейсмические мероприятия, при которых можно отказаться от антисейсмических швов.

Ключевые слова: сейсмостойкое строительство, антисейсмические мероприятия, антисейсмические швы, ядро жёсткости, здания сложной в плане формы, здания простой в плане формы

Для цитирования. Фардзинов Г.Г., Тускаева З.Р., Дзапаров А.Э. Конструктивные подходы к снижению количества антисейсмических швов для зданий сложной формы // Academia. Архитектура и строительство. – 2025. – № 4. – С. 146–150. – DOI: 10.22337/2077-9038-2025-4-146-150.

Constructive Approaches to Reducing the Number of Antiseismic Seams for Buildings of Complex Shape

Fardzinov Grigori G. (Vladikavkaz). SEVOsproekt (Russia, 362040, Vladikavkaz, lane Stanislavsky, 5).

Tuskaeva Zalina R. (Vladikavkaz). Doctor of Sciences in Technology, Docent. Department of construction production of the North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Russia, 362021, Vladikavkaz, Nikolaeva str., 44. NCIMM (STU)). E-mail: tuskaevazalina@yandex.ru

Dzaporov Artur E. (Vladikavkaz). Department of construction production of the North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) [Russia, 362021, Vladikavkaz, Nikolaeva str., 44. SKGMI (GTU)]. E-mail: art13999@mail.ru

Abstract. The study of constructing buildings with complex plan configurations in seismically hazardous areas, while expanding design variability, represents a relevant direction in the field of earthquake-resistant construction. This is associated with a wide range of volumetric and spatial solutions proposed by architects, which often prove impracticable when seismic joints are required. The article discusses the possibility of designing buildings with complex plan configurations in seismic regions without the installation of seismic joints. In certain cases, the elimination of seismic joints can be achieved through the introduction of rigid cores in the most critical zones. This approach is proposed for the construction of buildings with complex plan configurations without subdividing them into separate simple-shaped blocks in order to meet seismic resistance requirements. In some situations, the introduced rigid cores may be regarded as seismic protection measures that make it possible to dispense with seismic joints.

Keywords: earthquake-resistant construction, seismic protection measures, seismic joints, rigid core, buildings with complex plan configuration, buildings with simple plan configuration

For citation. Fardzinov G.G., Tuskaeva Z.R., Dzaparov A.E. Constructive Approaches to Reducing the Number of Antiseismic Seams for Buildings of Complex Shape. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 4, pp. 146–150, doi: 10.22337/2077-9038-2025-4-146-150.

Основным нормативным документом в Российской Федерации, применяемым при проектировании зданий и сооружений в сейсмически опасных районах (на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов), является СП 14.13330 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах»¹. Он направлен на регламентирование вопросов в части установления требований к расчёту с учётом сейсмических нагрузок, а также к объёмно-планировочным и конструктивным решениям зданий и сооружений, обеспечивающих их сейсмостойкость.

Важное значение для обеспечения сейсмостойкости зданий имеют антисейсмические мероприятия [1–4]. В пункте 3.3 СП 14.13330.2018 даётся следующее определение понятия антисейсмические мероприятия: «антисейсмические мероприятия – совокупность конструктивных и планировочных решений, основанных на выполнении требований, обеспечивающая определённый, регламентированный нормами, уровень сейсмостойкости сооружений».

Там же, согласно пункту 3.15: «сейсмостойкость сооружения – способность сооружения сохранять после расчётного землетрясения функции, предусмотренные проектом, например:

- отсутствие глобальных обрушений или разрушений сооружения или его частей, способных обусловить гибель и травматизм людей;
- эксплуатацию сооружения после восстановления или ремонта;
- пожарную безопасность здания (с учётом положений раздела 9);
- отсутствие обрушения сооружения в случае повторных толчков с интенсивностью на один балл меньше расчётного землетрясения до восстановления или ремонта».

К антисейсмическим мероприятиям относятся и антисейсмические швы, которые являются вертикальными деформационными швами и предназначены для разделения зданий и сооружений на отдельные сейсмостойкие отсеки [5].

В СП 14.13330.2018, требования к антисейсмическим швам представлены в пп. 6.1.2–6.1.4, 6.1.6–6.1.8. Так, приведём некоторые из требований данного нормативного документа:

1) здания и сооружения следует разделять антисейсмическими швами в случаях, если:

– здания или сооружения имеют сложную форму в плане (данное перечисление исключено Изменением № 2 к СП 14.13330.2018);

– смежные участки здания или сооружения имеют перепады высоты 5 м и более, а также существенные отличия друг от друга по жёсткости и (или) массе;

2) не допускается устройство антисейсмических швов внутри помещений, которые предназначены для постоянного проживания или длительного пребывания маломобильных групп населения;

3) переход через антисейсмический шов не должен являться единственным путём эвакуации из здания или сооружения.

Также в перечисленных пунктах СП 14.13330.2018 говорится и о случаях, когда антисейсмические швы допускается не устраивать:

– между зданием и стилобатом при расчётном обосновании совместности их работы и выполнении соответствующих конструктивных мероприятий (в случае, когда устройство осадочного шва не требуется);

– в одноэтажных зданиях высотой до 10 м и при расчётной сейсмичности 7 баллов.

Здесь необходимо отметить наличие требований, предъявляемых к выступам зданий в плане. В СП 14.13330.2018 приводятся следующие данные:

1) в железобетонных каркасных зданиях размеры выступов в здании (при наличии) в плане не должны превышать шага колонн (п. 6.8.1);

¹ <https://clck.ru/3PmayY>

2) в зданиях с несущими стенами из монолитного железобетона выступ части наружных стен в плане не должен превышать 6 м для зданий с расчётной сейсмичностью 7 и 8 баллов и 3 м – для зданий с расчётной сейсмичностью 9 баллов (п. 6.11.4);

3) в объёмно-блочных и панельно-блочных зданиях выступ части наружных стен здания в плане не должен превышать 6 м (п. 6.12.11);

4) в зданиях со стенами из кирпича или каменной кладки выступ стен в плане не более 2 м при расчётной сейсмичности 7 баллов и не более 1 м при расчётной сейсмичности 8 баллов. Выступ стен в плане при расчётной сейсмичности 9 баллов не допускается (п. 6.14.10).

Если сравнивать положения по антисейсмическим швам, входящие в СП 14.13330.2018 (пункты 6.1.2–6.1.4, 6.1.6–6.1.8), например, с представленными в ПСП-101-51 «Положение по строительству в сейсмических районах»²

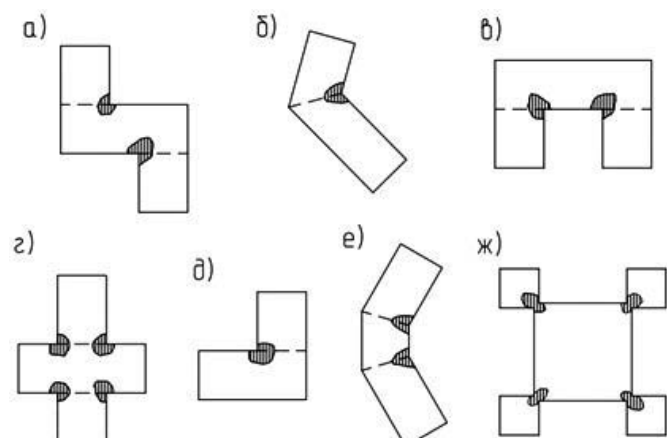


Рис. 1. Схемы сложных в плане зданий с выделением мест повреждений на участках с высокой концентрацией напряжений во время землетрясения (пунктирной линией показаны места, где необходимо вводить антисейсмические швы для разбивки здания на отдельные отсеки простой формы) (рисунок авторов с использованием [10, рис. 1.1])

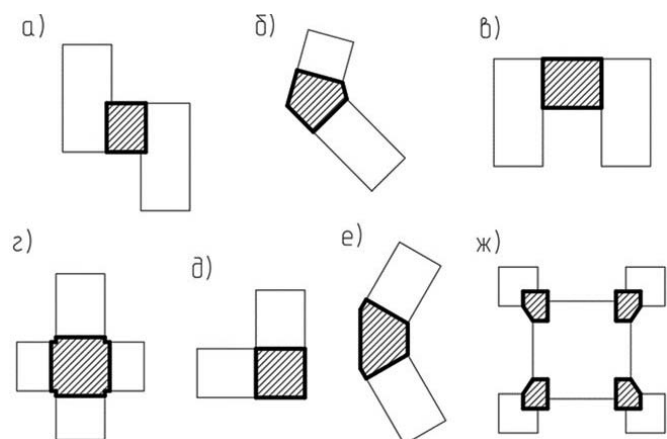


Рис. 2. Схемы сложных в плане зданий с введением ядер жёсткости взамен устройства антисейсмических швов (рисунок авторов с использованием [10, рис. 1.1])

(пункты 33–36), то можно сделать вывод, что практически все основные положения за более чем полувековой период не изменились.

Значимость и практическая польза антисейсмических швов [6–9] не оспаривается и не вызывает сомнений. Тем не менее считаем, что следует дополнительно рассмотреть варианты возможного отказа от антисейсмических швов в некоторых отдельных случаях. Это связано с тем, что зачастую при проектировании задача сводится к тому, что необходимо создать архитектурную композицию (не нарушая требования к устройству антисейсмических швов), объединив в одно целое функциональные и конструктивные составляющие проектируемого здания, связав с окружающей средой, создав гармоничную связь внутреннего и внешнего пространства. Соответственно, возникает вопрос: возможно ли это внутреннее пространство не разрезать на части?

В данной статье предлагается в качестве варианта антисейсмических мероприятий для сложных в плане зданий вместо деления сложного в плане здания антисейсмическими швами на простые формы применять решение по устройству ядер жёсткости в наиболее опасных зонах, где концентрируются высокие разрушающие напряжения.

В работе [10] на рисунке 1.1 показаны вероятные места повреждений зданий со сложными планами при землетрясениях в результате возникновения сложных крутильных колебаний и концентраций напряжений. Дополним данный рисунок ещё одним примером планировки здания. Для полноты картины покажем возможные места расположения антисейсмических швов (рис. 1).

Так, следуя требованиям раздела 6 СП 14.13330.2018 и вводя антисейсмические швы, например, в виде парных глухих стен, мы частично получаем объекты независимые друг от друга – со своими лестницами (путями эвакуации). Например, фигура «а» – три объекта, но ущемлённые в своём функциональном назначении. Или фигура «ж» – наличие антисейсмических швов сведёт проектирование объекта к нецелесообразности (появятся пять неполноценных объектов).

Приведём фигуры, представленные на рисунке 1 в другом исполнении – с ядрами жёсткости (рис. 2), которые представляют собой замкнутые монолитные железобетонные диафрагмы жёсткости.

Вводимые ядра жёсткости воспринимают крутящий момент относительно вертикальной оси здания. Они практически не меняют планировку здания, но при возможном землетрясении не допускают остаточные деформации и повреждения, которые затрудняют нормальную эксплуатацию, а главное – обеспечивают безопасность людей и сохранность оборудования.

Конструктивные элементы зданий в зависимости от применяемых материалов имеют разные показатели восприятия нагрузок, что отражается, например, на модуле

² <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293730/4293730261.pdf>

упругости (E). Так, например, для каменной кладки из кирпича $E=0,027 \dots 0,03 \cdot 10^5$ МПа, для бетона класса по прочности В25 начальный модуль деформации $E=0,3 \cdot 10^5$ МПа, для углеродистой стали $E=2,0 \dots 2,1 \cdot 10^5$ МПа. Учёт столь высоких расхождений характеристик материалов повышает возможности при проектировании зданий сложной в плане формы.

Рассмотрим более подробно один из вариантов планировки здания со сложным планом и устройством ядра жёсткости вместо антисейсмических швов. На рисунке 3 представлена условная схема плана с коридорной системой. Ядро жёсткости выполняется из монолитного железобетона и представляет собой систему замкнутых диафрагм жёсткости, которая может работать как оболочковая система. Примыкающие к ядру жёсткости отсеки здания соединяются с ядром жёсткости с помощью монолитных железобетонных плит перекрытия (горизонтальных дисков жёсткости). Части здания, которые примыкают к ядру жёсткости, могут быть каменные, каркасно-каменные, монолитно-каменные, монолитные. Конструктивная система может быть, например, перекрёстно-стеновой с несущими стенами из монолитного железобетона.

Ядро жёсткости, которое вводится взамен антисейсмических швов, на плане может располагаться по-другому. Также в данном примере существует вариант устройства двух ядер жёсткости. Примыкание стен здания может быть выполнено без острых углов.

Соотношения размеров в плане ($l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$) зависят от участка строительства и основных характеристик здания, таких как объёмно-планировочные и конструктивные решения, а также предъявляемых к зданию требований по сейсмостойкости.

В ядре жёсткости могут располагаться объекты жизнедеятельности, а также лестницы и лифты (при их наличии).

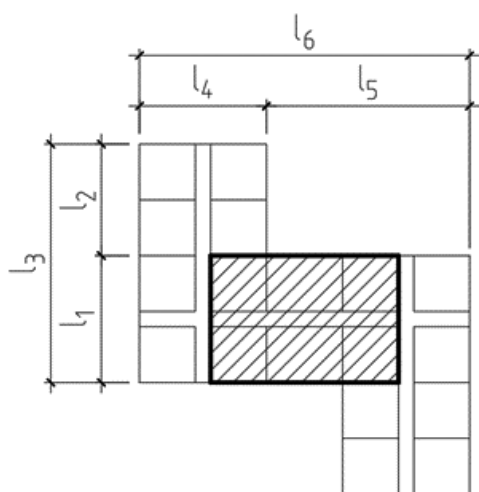


Рис. 3. Схематичный вариант планировки здания коридорного типа с устройством ядра жёсткости в центральной части. Рисунок авторов статьи

В последнее время свод правил, регламентирующий сейсмостойкое строительство, так часто корректируется, что проектировщики не успевают применять новые положения при проектировании зданий и сооружений. При этом последним официальным документом, развивающим нормативные требования (регламентирующие проектирование жилых и общественных зданий в сейсмически опасных районах) было «Руководство по проектированию жилых и общественных зданий с железобетонным каркасом, возводимых в сейсмических районах», разработанный ТбилЗНИИЭП и ЦНИИСК им. Кучеренко, опубликованное в 1970 году. Данный документ был разработан в развитие СНиП II-A.12-69. Позже, в различные годы, в развитие нормативов сейсмостойкого строительства были разработаны и руководства по проектированию производственных зданий.

В действующем СП 14.13330.2018 кроме раздела «Железобетонные каркасные здания» имеются разделы, посвящённые зданиям со стальным каркасом, крупнопанельным зданиям, зданиям с несущими стенами из монолитного железобетона, объёмно-блочным и панельно-блочным зданиям, зданиям из крупных блоков, из кирпича или каменной кладки, деревянным зданиям, зданиям и сооружениям из местных материалов, зданиям и сооружениям с сейсмоизоляцией, рассматривается сейсмическая безопасность эксплуатируемых зданий (сооружений). Постепенно свод правил дополняется различными конструктивными решениями. На наш взгляд, существует потребность более детально затронуть вопросы проектирования сталежелезобетонных конструкций в сейсмических районах.

Откорректированное руководство с учётом внесения вышеназванных разделов могло бы быть настольной книгой при проектировании объектов жилищно-гражданского и промышленного строительства в сейсмически опасных районах.

Вопросы проектирования сложных в плане зданий также могут быть детализированы в своде правил или в дополнительном документе к нему. При этом необходимо отметить, что данный вопрос должен быть детально проработан с учётом различных вариантов исполнения, а также допусков и ограничений, руководствуясь целями достижения должного уровня надёжности зданий и сооружений и обеспечения высокого уровня безопасности.

Устройство в некоторых случаях ядер жёсткости для сложных в плане зданий взамен антисейсмических швов, делящих здания на отельные отсеки, расширяет возможности при проектировании.

Учитывая различные варианты конструктивных решений зданий, а также разные аспекты, предусматриваемые заданием на проектирование, важно более детально изучить требования по проектированию сложных в плане зданий при строительстве в сейсмически опасных районах.

Список источников

1. Кириков, Б.А. История сейсмостойкости древних сооружений / Б.А. Кириков. – Мюнхен : Vela, 2020. – 193 с. – Текст : непосредственный.

2. Бубис, А.А. Обзор основных исторических методов, применяемых для снижения эффекта сейсмического воздействия в мировой практике / А.А. Бубис, Я.В. Афанасьева. – Текст : электронный // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2024. – № 6. – С. 11–25. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80360509> (дата обращения 01.11.2025).

3. Ордобаев, Б.С. Инженерные методы по снижению сейсмического риска зданий и сооружений / Б.С. Ордобаев. – Текст : непосредственный // Технологии гражданской безопасности. – 2013. – Том 10, № 4 (38). С. 62–66.

4. Волосухин, В.А. Сейсmobезопасность строительных объектов и гидротехнических сооружений : учебное пособие / В.А. Волосухин ; 4-е изд. – Москва : Русайнс, 2017. – 262 с. – Текст : непосредственный.

5. Российская архитектурно-строительная энциклопедия : В 10 томах / ред. Е.В. Басин. – Москва, 2005. – Т. 10: Безопасность строительства, надежность зданий и сооружений / Абарыков В.П. [и др.]. – Москва : ВНИИТПИ, 2005. – 315 с. – Текст : непосредственный.

6. Сейсмостойкое строительство зданий : учебное пособие для вузов / Под ред. А. Л. Корчинского. – Москва : Высшая школа, 1971. – 319 с. – Текст : непосредственный.

7. Уздин, А.М. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений / А.М. Уздин, Т.А. Сандович, Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. – Санкт-Петербург : ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – 176 с. – Текст : непосредственный.

8. Немчинов, Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений / Ю.И. Немчинов. – Киев, 2008. – 478 с. – Текст : непосредственный.

9. Чжан Вэйбинь. Проектирование многоэтажных и высотных железобетонных сооружений / Чжан Вэйбинь. – Москва : АСВ, 2010. – 597 с.

10. Поляков, В.С. Современные методы сейсмозащиты зданий / В.С. Поляков, Л.Ш. Килимник, А.В. Черкашин. – Москва : Стройиздат, 1989. – 320 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Kirikov B.A. Istoriya seismostoikosti drevnikh sooruzhenii [History of Seismic Resistance of Ancient Structures]. Munich, Vela, 2020., 2020, 193 p. (In Russ.)

2. Bubis A.A. Ya.V. Afanas'eva Obzor osnovnykh istoricheskikh metodov, primenyaemykh dlya snizheniya effekta seismicheskogo vozdeistviya v mirovoi praktike [Review of the Main Historical Methods Used to Reduce the Effect of Seismic Impact in World Practice]. In: *Seismostoikoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii* [Earthquake engineering. Constructions safety], 2024, no 6, pp. 11–25. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80360509> (Accessed 11/01/2025).

3. Ordobaev, B.S. Inzhenernye metody po snizheniyu seismicheskogo riska zdaniy i sooruzhenii [Engineering Methods to Reduce Seismic Risk of Buildings And Structures]. In: *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti* [Civil Security Technology], 2013, Vol. 10, no. 4 (38), pp. 62–66. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. Volosukhin V.A. Seismobezopasnost' stroitel'nykh ob'ektov i gidrotekhnicheskikh sooruzhenii [Seismic Safety of Construction Projects and Hydraulic Structures], A Textbook. Moscow, Rusains Publ., 2017, 262 p (In Russ.)

5. Basin E.V. (ed.). Rossiiskaya arkhitekturno-stroitel'naya entsiklopediya [The Russian Architectural and Construction Encyclopedia], in 10 volumes, Vol. 10 «Bezopasnost' stroitel'stva, nadezhnost' zdaniy i sooruzhenii» [“Construction Safety, Reliability of Buildings and Structures”], Abarykov V.P. [et al.]. Moscow, VNIINTPI Publ., 2005, 315 p. (In Russ.)

6. Korchinskii A.L. (ed.). Seismostoikoe stroitel'stvo zdaniy [Earthquake-Resistant Construction of Buildings], A Textbook for Universities. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1971, 319 p. (In Russ.)

7. Uzdin A.M., Sandovich T.A., Al'-Naser-Mokhomad Samikh Amin. Osnovy teorii seismostoikosti i seismostoi kogo stroitel'stva zdaniy i sooruzhenii [Fundamentals of the Theory of Earthquake Resistance and Earthquake-Resistant Construction of Buildings and Structures]. St. Petersburg, VNIIG named after B.E. Vedeneev, 1993, 176 p. (In Russ.)

8. Nemchinov Yu.I. Seismostoikost' zdaniy i sooruzhenii [Seismic Resistance of Buildings and Structures]. Kiev, 2008, 478 p. (In Russ.)

9. Chzhan Veibin'. Proektirovanie mnogoetazhnykh i vysotnykh zhelezobetonnykh sooruzhenii [Design of Multi-Story and High-Rise Reinforced Concrete Structures]. Moscow, ASV Publ., 2010, 597 p. (In Russ.)

10. Polyakov V.S., Kilimnik L.Sh., Cherkashin A.V. Sovremennye metody seismozashchity zdaniy [Modern Methods of Seismic Protection of Buildings]. Moscow, Stroizdat Publ., 1989, 320 p. (In Russ.)