

Усиление несущих железобетонных конструкций высотного здания, поврежденных в результате сейсмического воздействия

Д.Г. Уткин

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный
университет, г. Москва*

Аннотация: В статье представлены результаты статических и динамических расчетов 14-этажного административного здания с двумя подземными этажами. Здание расположено в городе Сочи. Сейсмичность района строительства составляет 9 баллов. В результате расчетов при сейсмическом воздействии получены характерные изополя перемещений системы здания в разных направлениях, изополя напряжений в несущих монолитных железобетонных перекрытиях и эпюры усилий в стержневых элементах. По результатам поверочных расчетов несущих железобетонных конструкций каркаса здания, выявлено, что прочность отдельных колонн подземных этажей здания не обеспечена. Представлены варианты усиления колонн с применением различных вариантов: классическая железобетонная обойма, металлическая обойма, оклейка композитными лентами, сталефиброжелезобетонная обойма. В результате сопоставления всех вариантов усиления, принят самый оптимальный с позиции технологии, экономической целесообразности и прочностных параметров вариант усиления в виде устройства сталефиброжелезобетонной обоймы.

Ключевые слова: сталефибробетон, сейсмика, прочность, усиление, динамический расчет, обойма, колонна, здание, композит, сопоставление.

Вопросы обеспечения необходимой сейсмостойкости зданий и сооружений, строящихся и эксплуатируемых в районах с повышенной сейсмической активностью, является очень актуальным в современных условиях строительства [1-3]. Новые технологии монолитного железобетонного строительства позволяют возводить в сейсмических районах высотные сложные в плане и по высоте здания, обладающие при этом достаточной прочностью и пространственной жесткостью [4-5]. Однако, в условиях монолитного строительства возникают и случаи несоответствия прочности бетона проектной, отклонений в защитных слоях бетона, некачественное бетонирование, несносность по вертикали у несущих колонн и пилонов [6-8]. Все эти дефекты в совокупности могут существенно повлиять на несущую способность и пространственную жесткость части здания или отдельных конструкций и их элементов [9-10].

Рассматриваемое проектируемое здание расположено в городе Сочи. Здание имеет 14 надземных и 2 подземных этажа. Сейсмичность района строительства составляет 9 баллов. Несущий каркас здания – монолитный железобетонный, состоящий из фундаментной плиты, колонн и пилонов, ригелей, плит перекрытия и покрытия. При строительстве были обнаружены существенные недостатки, такие как заниженная прочность бетона колонн и ригелей подземных этажей (бетон вместо проектного класса В400 набрал лишь прочность, соответствующую классу В20...В25), завышенный защитный слой бетона внецентренно сжатых колонн. Произведен перерасчет пространственной системы здания с учетом возникших дефектов и измененной жесткости. Расчетная схема здания представлена на рис. 1

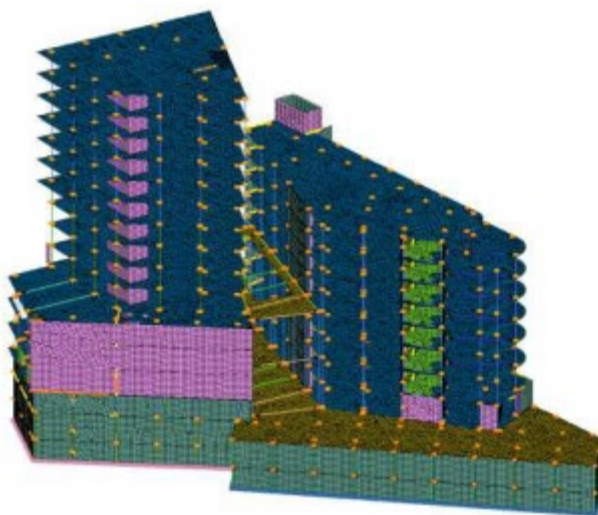


Рис. 1. – Общий вид расчетной схемы административного здания

В результате выполненных расчетов получены деформируемая схема здания от совместного действия постоянных, временных нагрузок и сейсмического воздействия – рис. 2. Получены значения деформаций системы, изополя напряжений для плит перекрытия и покрытия, усилия в колоннах и пилонах. В результате расчета с фактическими заниженными прочностными характеристиками бетона железобетонных колонн подземных этажей получены требуемые площади армирования колонн с изменившимися

условиями. Фактическое армирование отдельных колонн подземных этажей оказалось ниже требуемого. Таким образом несущая способность таких колонн оказалась не обеспеченной, перегрузка достигает 20-25 %. Требуется выполнение усиления таких колонн.

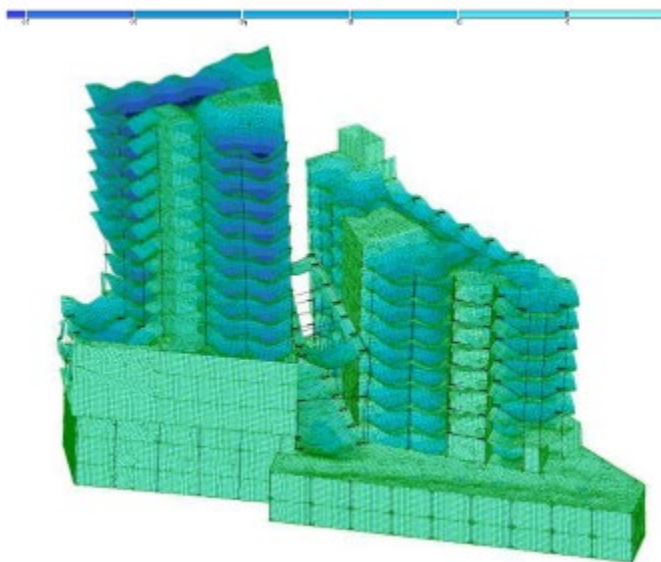


Рис. 2. – Общий вид деформированной схемы здания со значениями деформаций узлов системы

В качестве усиление железобетонных колонн подземных этажей рассмотрено 4 варианта: усиление железобетонной обоймой, усиление металлической обоймой, усиление сталефиброжелезобетонной обоймой (рис. 3) и усиление наклейкой внешних композитных лент (рис. 4).

Железобетонная обойма требует в данном случае большого расхода материалов и уменьшения площади подземных помещений. Металлическую обойму невозможно полноценно включить в работу для увеличения несущей способности колонны. Оклейка композитными лентами не дает увеличения несущей способности колонны более, чем на 5-10 %, что достигается лишь прочностью склеивания поверхностей. Наиболее эффективной является сталефиброжелезобетонная обойма с применением стальной фибры из

резаной полосы, сечением 0,4x0,6 мм, длиной 40 мм, прочность бетона принимается В25. Толщина обоймы принята по расчету и составляет 100 мм.

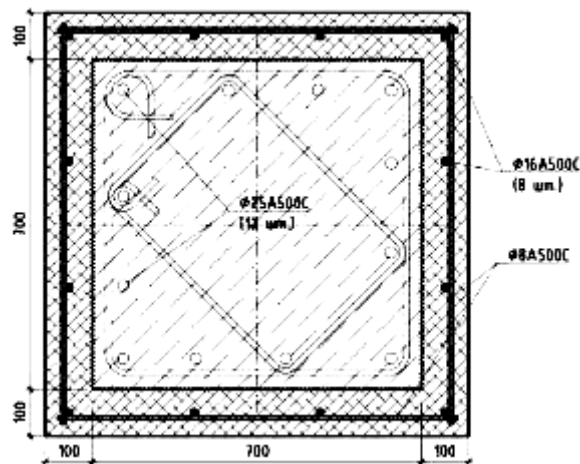


Рис. 3. – Схема усиления железобетонной колонны каркаса подземной части здания с применением сталефиброжелезобетонной обоймы

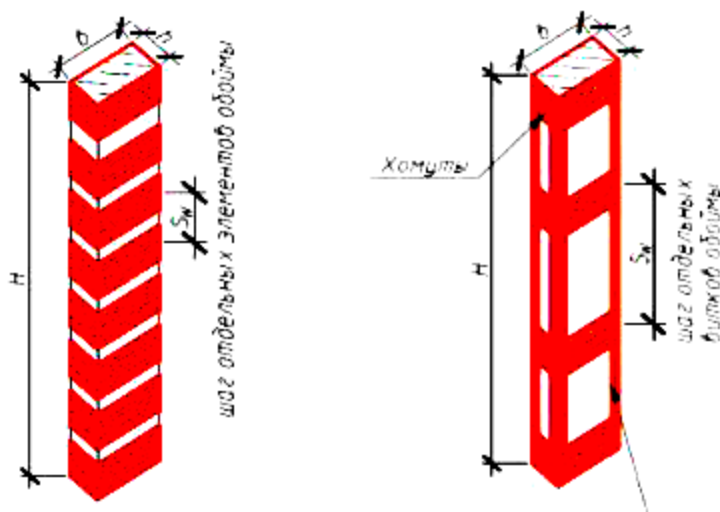


Рис. 4. – Схема усиления железобетонной колонны каркаса подземной части здания с применением внешнего усиления композитными лентами

В результате проведенных расчетов и сопоставления результатов выявлено, что для усиления сжатых и внецентренно сжатых элементов и конструкций самым оптимальным является усиление с применением сталефиброжелезобетонных обойм [1-3].

Литература

1. Tamrazyan A. G., IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 2018. № 365 (5), 052021.
2. Tamrazyan, D. S. Popov and A. Ubysz, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 2020. № 913, 022012.
3. Колчунов В.И., Прасолов Н.О., Кожаринова Л.В., Вестник МГСУ, 2011, № 3–2, С. 109–115.
4. Трекин Н.Н., Кодыш Е.Н., Промышленное и гражданское строительство, 2020, № 5. С. 4–9.
5. Savin S. Y., Kolchunov V. I. and Kovalev V. V., Build. Reconstr., 2020. № 87, pp. 71–80.
6. Savin S. Y., Kolchunov V. I. and Korenkov P. A., IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 2020, № 962.
7. Гениев Г.А., Промышленное и гражданское строительство. 1999, № 9, С. 23–24.
8. Granovsky A. V., Dzhamuev B. K., Vishnevsky A. A. and Grinfeld G. I., Build. Mater. 2015, № 8, p. 22.
9. Roos R., Kress G. and Ermanni F., J. Comp. Struct., 2007, № 81, 463.
10. Alfano G. and Crisfield M., Int. J. Num. Meth. Eng., 2001, № 50, 1701.

References

1. Tamrazyan A. G., IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 2018. № 365 (5), 052021.
 2. Tamrazyan, D. S. Popov and A. Ubysz, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 2020. № 913, 022012.
 3. Kolchunov V.I., Prasolov N.O., Kozharinova L.V., Vestnik MGSU, 2011, № 3–2, pp. 109–115.
 4. Trekin N.N., Kodysh E.N., Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, 2020, № 5. pp. 4–9.
-



5. Savin S. Y., Kolchunov V. I. and Kovalev V. V., Build. Reconstr., 2020. № 87, pp. 71–80.
6. Savin S. Y., Kolchunov V. I. and Korenkov P. A., IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 2020, № 962.
7. Geniev G.A., Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 1999, № 9, pp. 23–24.
8. Granovsky A. V., Dzhamuev B. K., Vishnevsky A. A. and Grinfeld G. I., Build. Mater. 2015, № 8, p. 22.
9. Roos R., Kress G. and Ermanni F., J. Comp. Struct., 2007, № 81, 463.
10. Alfano G. and Crisfield M., Int. J. Num. Meth. Eng., 2001, № 50, 1701.

Дата поступления: 26.05.2025

Дата публикации: 25.07.2025