**СЕЙСМОЗАЩИТА МЕЧЕТИ ИМ. ПРОРОКА МУХАММАДА В ГОРОДЕ МАХАЧКАЛА**

**SEISMIC PROTECTION OF THE MOSQUE NAMED AFTER MUHAMMAD THE PROPHET IN THE CITY OF MAKHACHKALA**

**Уздин А.М.**

д.т.н., профессор, профессор, ПГУПС, uzdin@mail.ru

**Шульман С.А.**

генеральный директор, «СК Стройкомплекс -5», stanislav@stroycomplex-5.ru

**Нестерова О.П.**

ассистент, СПбГАСУ, neona975@yandex.ru

**Uzdin A.M.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor, PGUPS, uzdin@mail.ru

**Shul`man S.A.**

general Director, «SK Stroi`kompleks -5», stanislav@stroycomplex-5.ru

**Nesterova O.P.**

ассистент, SPbGASU, neona975@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрены особенности обеспечения сейсмозащиты мечети, сооружаемой в г. Махачкала и рассчитанной на 50000 молящихся. Отмечается неудачный проект сооружения, использующий опирание тяжелой надстройки на высокие колонны. Повреждения сооружения начинаются с образования пластических шарниров по торцам колонн, что неизбежно приведет к обрушению надстройки, как это было со зданиями с гибким нижним этажом. Предлагается упруго-фрикционное соединение надстройки с колоннами. При этом перемещения верха колонн ограничиваются так, чтобы исключить их обрушение под весом здания. Рассматриваются вопросы задания расчетного воздействия и схемы устройств гашения сейсмических колебаний и перераспределения усилий в системе.

**Ключевые слова**: мечеть, сейсмостойкость, сейсмозащита

**Abstract.** The features seismic protection designing of the mosque in the city of Makhachkala, intended for 50.000 worshipers, are considered. Some disadvantages of the project are noted, such as the use of heavy superstructure supported by tall columns. Structural damages begin with the formation of plastic hinges at the column edges, which will inevitably lead to the collapse of the superstructure, as was the case with buildings with a flexible lower floor. An elastic-friction connection of the superstructure with columns is proposed. In the proposed system the movements of the column tops are limited so as to prevent columns collapse under the weight of the superstructure.

**Keywords:** mosque, seismic resistance, seismic protection

**DOI 10.13753/2686-0045-2019-13-56-57**

В Дагестане в городе Махачкала начато строительство мечети, вместимостью до 50 тысяч человек, которая должна стать одной из самых крупных в Европе. Конструкция мечети представляет собой двухъярусную систему. Нижний, фундаментный ярус выполнен по проекту в виде сплошной железобетонной плиты. Верхний ярус также представляет собой массивную плиту, опирающуюся на нижний ярус с помощью колонн высотой от 14 до 19 м и диаметром 0.9 м. Мечеть расположена в высокосейсмичном районе с ситуационной сейсмичностью IА =8, IВ =9 и IС =10 баллов.

По принципу работы при землетрясениях конструкция мечети аналогична известным сооружениям с гибким нижним этажом, которые разрушились при землетрясениях в Бухаресте, Скопие и Мехико. Причина разрушения хорошо известна. Высокие гибкие колонны при сейсмическом воздействии получают большие смещения, приводящие к появлению большого момента, вызванного весом тяжелого второго этажа. По расчетам авторов такое обрушение должно произойти при силе воздействия более восьми баллов. Для исключения обрушения мечети и гибели большого количества людей необходимо проведения антисейсмических мероприятий, которые рассматриваются в докладе.

Учитывая высокую ответственность проектируемого сооружения, связанную с гибелью большого числа людей, необходим анализ сценариев накопления повреждений и

обеспечение заданных предельных состояний при землетрясениях различного уровня, как это производится в настоящее время во многих современных нормах. При этом представляется необходимым выделить три основные особенности проектирования мечети.

1. Установление приемлемой вероятности повреждений различного уровня.

2. Оценка возможных сочетаний наполненности мечети и силы сейсмического воздействия.

3. Оценка уровня нагрузки, которая может нарушить штатный режим проведения службы и привести к панике среди присутствующих.

Для исключения тех или иных предельных состояний довольно сложно обойтись традиционными методами усиления, и возникает необходимость привлечения систем сейсмогашения и сейсмоизоляции. Однако здесь возникают определенные трудности, связанные с тем, что документы разъяснения и толкования Корана рекомендуют применения жестких фундаментов, т.е. не допускают применения сейсмоизоляции. В с вязи с этим авторы предложили изолировать второй (верхний) этаж мечети в уровне верха колонн. Для этого колонна соединяется с верхним этажом с помощью фрикционной пары. Чтобы смещение верхнего этажа было ограничено, наряду с фрикционной парой устраивается дополнительное упругое (пружинное) соединение колонн с верхним ярусом мечети. Предполагается, что при слабых воздействиях с силой до 6 балов, силы трения не преодолеваются и пружины не работают. При силе землетрясения от 7 до 9 баллов силы трения преодолеваются, однако нагрузки, передаваемые на колонны, не вызывают их пластического деформирования. Для снижения перемещения крыши на ней дополнительно устанавливаются динамические гасители колебаний (ДГК). При силе воздействия выше 9 баллов в работу должны включаться стопорные устройства, при этом крыша упирается в купольную часть мечети, представляющую собой жесткую цилиндрическую оболочку с куполом, размещенную в центральной части мечети.