4. При увеличении высоты сотового заполнителя ТБ с=4см до с=6см прогибы увеличивались на $(48 \div 53)$ %, а напряжения в верхнем несущем слое увеличивались на $(35 \div 38)$ %, а при увеличении высоты сотового заполнителя ТБ с=6см до с=8см, прогибы увеличивались на $(35 \div 40)$ %, а напряжения в верхнем несущем слое увеличивались на $(20 \div 22)$ % (рис.3 – рис.5).

Исходя из выше изложенного можно сделать общий вывод, что из выбранных для расчета форм сотовых заполнителей самым оптимальным по всем параметрам является ТБ с цилиндрическим сотовым заполнителем.

Библиографический список:

1. Кобелев В.Н., Коварский Л.М., Тимофеев С.И. Расчет трехслойных конструкций// М.: Машиностроение, 1984. 304с.

УДК 69.059

Мажиев Х.Н., Батаев Д.К-С., Духаев Х-М.С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Mazhiev Kh.N., Bataev DK-S., Dukhaev Kh-M.S., Mazhiev K.Kh., Mazhieva A.Kh.

REGULATION OF SEISMIC LOAD ON BUILDINGS SEISMIC DEVICES

Рассматриваются вопросы регулирования сейсмической нагрузки на сооружения с помощью кинематических опор из высокопрочного бетона на пропитанном крупнозернистом заполнителе и сейсмоизолирующих тарельчатых опор. Приводятся результаты экспериментальных исследований, связанные с получением нового крупнозернистого заполнителя и работы конструкции сейсмоизолирующих опор. Затрагиваются вопросы взаимодействия сил в полусферических опорах при колебательном процессе.

Ключевые слова: сейсмическая нагрузка, сейсмоизолирующая опора, фундамент, бетон, испытания, регулирование, воздействия.

The issues of regulation of seismic loads on structures using kinematic supports of highstrength concrete on the impregnated coarse aggregate and seismic isolation bearings Belleville. The results of experimental studies related to the obtaining of a new coarse aggregate and construction of seismic isolation bearings. Addresses the issues of interaction forces in the hemispherical supports vibration process.

Key words: seismic load, seismic isolation bearing, foundation, concrete, testing, regulation, impact.

Как отмечается в работе [1, 8-10], на современном этапе наиболее часто используются два подхода регулирования сейсмостойкости: рассеяние энергии и сейсмоизоляция. Различие сложившихся подходов обусловлено конструктивным решением рассматриваемых сооружений, желаемым способом регулирования динамических характеристик и видом используемого сейсмоизолирующего устройства.

Под руководством доктора технических наук Черепинского Ю.Д. разработан и запатентован способ регулирования сейсмической нагрузки на здания и сооружения [2], который заключается в том, что при горизонтальной сейсмической нагрузке на надземные

объекты (здания и сооружения) осуществляется за счет опор 3-х и более кинематических фундаментов, каждый из которых представлен твердым телом высотой с выпуклой шаровой нижней поверхностью радиуса с центром кривизны на вертикальной оси симметрии и опирающимся на твердое плоское основание, при этом регулирование достигается изменением величины радиуса (R) и высоты (H) соотношением $R \ge H$, твердости используемого материала и шарнирного соединения объекта с колеблющимся основанием (рис. 1).

Способ поясняется рисунком 1, где фундамент -1, на котором базируется шаровая поверхность -2, имеющий различный радиус -R в зависимости от высоты здания -H; 3- радиус выпуклой шаровой нижней поверхности; 4- сейсмическая нагрузка на объект при горизонтальном перемещении основания; 5- шарнирное соединение объекта с колеблющимся основанием.

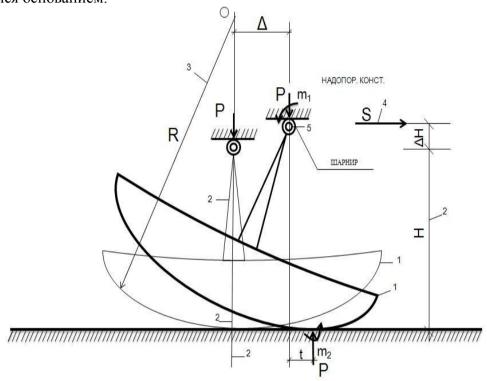


Рисунок 1 - Устройство для регулирования сейсмической нагрузки на здания и сооружения

Требования надежности в эксплуатации и экономичности изготовляемых конструкций опор обусловили получение высокопрочного бетона из недорогого и доступного сырья, имеющегося в регионах.

Проведенные в Комплексном научно-исследовательском институте имени Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Грозненском государственном нефтяном техническом университете имени академика М.Д. Миллионщикова (ГГНТУ) и Центре проблем материаловедения Академии наук Чеченской Республики (ЦПМ АН ЧР) исследования [3, 10] дали положительный результат, заключающийся в том, что из инертных и техногенных материалов ЧР (щебня, песка и углеводородных отходов нефтехимии и нефтепереработки) в лабораторных условиях получен высокопрочный бетон на крупнозернистом пропитанном заполнителе для сейсмостойких конструкций.

С целью поиска сырья для получения щебня был испытан бутовый камень из основных месторождений: ст. Первомайская, с. Толстой-Юрт, поймы реки Аргун. Результаты физико-механических испытаний по плотности и прочности приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты физико-механических испытаний бутового камня

№№ ПП	Наименование месторождения бутового камня	Плотность кг/ м ³	Прочность кг/ см ²	Рекомендация
1	2	3	4	5
1	ст. Первомайская	2100	85	Пригоден в
				качестве
				несущего
				стенового
				материала
2	с. Толстой-Юрт	1900	55	Пригоден в
				качестве
				ненесущего
				стенового
				материала
3	пойма реки Аргун	2250	600	Пригоден в
				качестве сырья
				для получения
				фракционного
				щебня

Как видно из таблицы 1, бутовый камень из поймы реки Аргун может быть использован в качестве заполнителя для высокопрочного бетона. Дроблением бутового камня в лабораторных условиях был получен щебень фракции 20-40 мм, прочностью М600, плотностью (истинной-2160 кг/м³, насыпной -1400 кг/м³, средней — 1450 кг/м³), пустотностью — 38% и влажностью 4,2%. В качестве второго заполнителя был использован кварцевый песок из карьера ст. Червленной со следующими показателями: зерновой состав — средний, содержание пылевидных и глинистых частиц — 1,5%, плотность (истинная — 2605 кг/м³, насыпная — 1310 кг/м³, средняя — 1500 кг/м³), влажность — 7,5% [4]. С целью определения закономерностей был разработан ряд экспериментальных составов тяжелого бетона на пропитанном крупнозернистом заполнителе для изготовления конструкций опор.

Другим видом сейсмоизолирующих конструкций, позволяющих регулировать сейсмическую нагрузку на здания и сооружения, являются сейсмоизолирующие тарельчатые фундаменты.

Нами были проведены исследования по изучению свойств металлической конструкции сейсмоизолирующей опоры — сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента на гармонические воздействия [5.6].

Сейсмоизолирующий тарельчатый фундамент (рис. 2, 3) состоит из нижней 1 и верней 3 частей и промежуточного элемента 2, выполненного как камера в виде тарелки. Полость камеры заполняется шариками с вязкой масляной средой. Тарельчатый фундамент сконструирован, так что при землетрясении нижняя часть 1 фундамента с основанием колеблются, а верхняя часть 3 фундамента и жестко с ней связанное здание остаются в покое, значительно снижая инерционные сейсмические нагрузки на здание.

Общий принцип сейсмоизолирующих фундаментов состоит в том, что они включают в себя три части, две из которых – фундамент, разделенный на нижнюю часть, которая опирается на грунт, и верхнюю часть, жестко связанную со зданием. Третья часть – сейсмоизолирующая, обеспечивает силовую связь между верхней и нижней частью фундамента, обеспечивая необходимую податливость.

На рисунке 2 показан план тарельчатого фундамента, а на рисунке 3 – его разрез А-А. Для удобства пояснений принципа работы промежуточный элемент показан на рисунках 4 и 5.

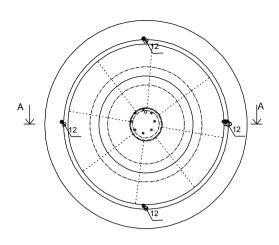


Рисунок 2 - План сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента

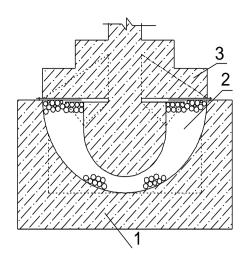


Рисунок 3 - Разрез А-А

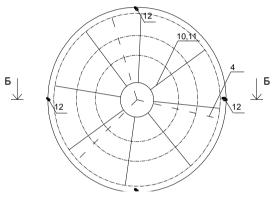


Рисунок 4 - План промежуточного элемента

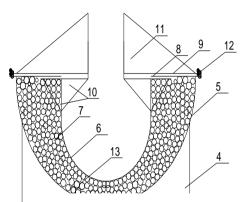


Рисунок 5 - Разрез Б-Б

Тарельчатый фундамент устраивается в следующем порядке.

На железобетонную плиту монтируется промежуточный элемент, выполняется нижняя железобетонная часть 1 фундамента, затем верхняя часть 3, демонтируются фиксаторы 12, поры в камере 7 заполняются вязкой масляной средой.

Промежуточный элемент (рис. 4,5,7) состоит из:

- опорных ребер 4, выполняемых для удобств монтажа на плиту;
- нижней поверхности 5 в виде полусферы и связанной с ней шайбой 8;
- верхней поверхности 6 в виде цилиндра с полусферой и связанной с ней обоймой 9;
- ребер 10,11, обеспечивающих устойчивость шайбы 8 и обоймы 9;
- камеры 7, плотно заполненной шариками 13;
- фиксаторов 12, устанавливаемых на период транспортировки и монтажа.

Сейсмоизолирующий тарельчатый фундамент работает следующим образом.

Статические нагрузки от здания через верхнюю часть 3 фундамента передаются на верхнюю поверхность 6 и через шарики 13 равномерно на нижнюю поверхность 5, и через нижнюю часть 1 фундамента на основание.

При землетрясении нижняя часть фундамента 1 и связанная с ней нижняя поверхность 5 перемещаются горизонтально, шайба 8 скользит в обойме 9, связанной с верхней поверхностью 6, которая остается в покое. Объем камеры 7 не меняется, меняется форма камеры, при горизонтальных перемещениях шарики в вязкой среде перемещаются из одной области в другую и обратно, исполняя роль демпферов.

Причем демпфирующие свойства сейсмоизолирующей опоры зависят с одной стороны, от вида материала и диаметра шариков (рис.10), с другой стороны, - от формы верхней поверхности сейсмоизолирующей опоры (рис. 11). Испытаниям на гармонические (вибрационные) воздействия предшествовали испытания на стационарной установке (рис. 6) и перебазируемой установке (рис. 8). Проведенные статические испытания позволили выявить влияние перечисленных выше факторов и принять рациональное конструктивное решение сейсмоизолирующей тарельчатой опоры.



Рисунок 6 - Стационарная установка для испытания сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента



Рисунок 7 - Опора, наполненная металлическими шариками (перед испытаниями)



Рисунок 8 - Перебазируемая установка для испытания сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента



Рисунок 9 - Испытание металлической конструкции сейсмоизолирующей опоры на перебазируемой установке



Рисунок 10 - Варианты заполнения камеры сейсмоизолирующей опоры



Рисунок 11 - Полусферические и конусообразные формы верхней поверхности сейсмоизолирующей опоры

В работе [6] была получена зависимость силы смещения промежуточного элемента опоры от вертикальной нагрузки при диаметре металлических шариков 15 мм (рис. 13) и конической форме верхней поверхности сейсмоизолирующей опоры.

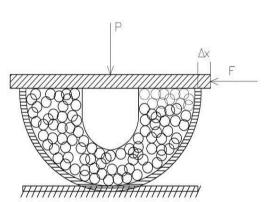


Рисунок 12 - Расчетная схема сейсмоизолирующей опоры

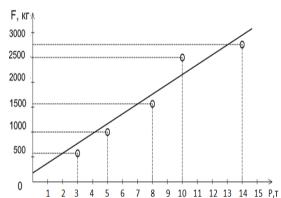


Рисунок 13 - График зависимости силы смещения промежуточного элемента опоры от вертикальной

Проведенные вибрационные испытания подтвердили работоспособность сейсмоизолирующей тарельчатой опоры при динамических воздействиях (рис. 14).

Сейсмоизолирующий эффект проявлялся в виде снижения ускорения надопорной части испытуемой модели сооружения за счет взаимодействия сил, действующих в полусферических опорах. Такие силы могут быть отнесены к трем типам.

Первая сила – сила сухого трения, она постоянна и направлена против движения опоры относительно гнезда. При скольжении опоры по поверхности сила трения зависит от коэффициента трения и массы, приходящейся на одну опору. При движении в вязкопластической жидкости она определяется поверхностью опоры и предельным напряжением сдвига.

Вторая сила – сила вязкого трения, пропорциональная относительной скорости движения опоры в колеблющемся гнезде. Она направлена против относительного движения, зависит от вязкости демпфирующей среды и площади поверхности опоры.

Третья сила – сила лобового сопротивления движению опоры. Она направлена также против относительного движения, пропорциональна квадрату относительной скорости и площади поперечного сечения опоры.

Все три силы могут действовать одновременно.



Рисунок 14 - Испытание сейсмоизолирующих тарельчатых опор на вибрационные воздействия

Каждую из этих сил авторы работы [7] предлагают выразить через скорость движения опоры υ в покоящейся среде в виде:

$$F_1 = \pm \tau_1 S_1, \quad F_2 = -\mu \frac{\upsilon}{h_2} S_2, \quad F_3 = \pm c \cdot \frac{1}{2} \rho \upsilon^2 S_3.$$
 (1)

а дифференциальное уравнение движения (2) принимает вид:

$$m\frac{d\upsilon}{dt} = -\tau_1 S_1 \cdot \operatorname{sgn}(\upsilon - u) - \mu \frac{\upsilon - u}{h_2} S_2 - c \cdot \frac{1}{2} \rho(\upsilon - u) \cdot |\upsilon - u| S_3. \tag{2}$$

Для решения уравнения использовался математический пакет программ MathCAD. Анализ результатов расчетов, выполненных на основе принятой динамической модели сооружения с сейсмоизолирующими опорами и проведенные экспериментальные исследования показывают, что скорости колебаний здания и амплитуды его перемещения, соответственно, уменьшаются в 2 и более раза. Это подтверждает эффективность применения тарельчатого фундамента при регулировании сейсмической нагрузки на здания и сооружения во время землетрясения.

Библиографический список:

- 1. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом для сейсмических районов/ Айзенберг Я.М., Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Смирнов В.И., Трекин Н.Н. М.: ОАО «ЦПП» , 2011 322c.
- 2. Патент 2 456 421 C2 РФ МПК Е04Н9/02. Способ регулирования сейсмической нагрузки на здания и сооружения / Черепинский Ю.Д., Мажиев Х.Н., Батаев Д.К-С., Бекузарова С.А. 2010125529/03; заявл. 21.06.2010; опубл. 20.07.2012; Бюл. № 20.– 5 с.
- 3. Баженов Ю.М., Батаев Д. К-С., Муртазаев С-А. Ю. Энерго- и ресурсосберегающие материалы и технологии для ремонта и восстановления зданий и сооружений. М.: «Комтех-Принт», 2006. 235 с.

- 4. Мажиев Х.Н., Батаев Д.К.-С., Батаев Г. К.-С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х. Регулирование сейсмической нагрузки на сооружения опорами из высокопрочного бетона на пропитанном крупнозернистом заполнителе / Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы Всероссийской научнотехнической конференции. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2011. 488 с.
- 5. Патент 2374393 РФ, МПК Е02D 27/00. Сейсмоизолирующий тарельчатый фундамент / Х.-М.С. Духаев, Х.Н. Мажиев, С.-М.К. Хубаев. № 2007146296/03; заявл. 17.12.2007; опубл. 27.11.2009, Бюл. № 33. 6 с. (0,4 п.л. (авт. -0,1 п.л.)).
- 6. Экспериментальные исследования работы сейсмоизолирующей тарельчатой опоры / X.H. Мажиев, Д.К.-С. Батаев, Х.-М.С. Духаев, Д.Т. Озниев // Наука и образование в Чеченской Республике: состояние и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня основания КНИИ РАН, 7 апреля 2011 г. Грозный, 2011. С.173-175.
- 7. Алишаев М.Г., Батдалов М.М., Мажиев Х.Н., Батаев Д.К-С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х. Возможности вязкой прослойки по защите сооружений от продольных сейсмических колебаний // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2013. № 3. С. 42-45.
- 8. Айзенберг, Я.М. Сейсмоизоляция и адаптивные системы сейсмозащиты (монография) / Я.М. Айзенберг, М.М. Деглина, Х.Н. Мажиев [и др.] // Академия наук СССР, М.: Наука, 1983. 142 с.
- 9. Моделирование работы сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента / Х.Н. Мажиев, Д.К.-С. Батаев, Х.-М.С. Духаев, К.Х. Мажиев, А.Х. Мажиева // Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе. Труды III Кавказской международной школы-семинара молодых ученых. Владикавказ, 24-26 сентября, 2009. С. 96-99.
- 10. Материалы и конструкции для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений / Я.М. Айзенберг, Х.Н. Мажиев, Д.К.-С. Батаев, М.М. Батдалов, С.-А.Ю. Муртазаев. М.: Комтехпринт, 2009.-348 с.

УДК 666.974.2

Мантуров З.А.

ДОПУСТИМЫЕ СКОРОСТИ ПЕРВОГО НАГРЕВА КОНСТРУКЦИЙ ФУТЕРОВКИ ИЗ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА С ШАМОТНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЛАНЦЕВЫХ ГЛИН

Manturov Z.A.

ADMISSIBLE SPEEDS OF THE FIRST HEATING OF DESIGNS OF LINING FROM HEAT RESISTING CONCRETE WITH THE CHAMOTTE SEALER ON THE BASIS OF LOCAL SHALES

В работе приведены результаты комплексных исследований по определению изменения температур и коэффициента температуропроводности по толщине футеровки из жаростойкого бетона на карборунд-шамот-силикат-натриевом композиционном вяжущем при одностороннем нагреве в зависимости от времени нагрева. Приведены также результаты определения допустимых скоростей нагрева футеровки в интервале температур 200—1000°С.