

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

12  13 февраля 2024 года

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

Глазков Дмитрий Александрович, к.т.н., главный конструктор АО «Гипроздрав» Россия, г. Москва;

Колесников Алексей Викторович, технический директор ООО «ЛИРА софт», Россия, г. Москва



Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

Развитие сейсмоизоляции и виброзащиты в СССР происходило в нескольких центрах:

В Ленинграде во Всероссийском научно-исследовательском институте гидротехники им. Б.Е. Веденеева под руководством Савинова Олега Александровича;

В Москве в ЦНИИСК им. Кучеренко, а с 2007 г. в «Центре по сейсмической безопасности сооружений и городов» (ЦИССГ) на базе ЦНИИП градостроительства под руководством Айзенберга Якова Моисеевича;

- В Ленинграде в Научно-исследовательском центре 26-го ЦНИИ Министерства обороны под руководством Беляева Вячеслава Семеновича.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

В течении 3 лет, начиная с 2003 по 2006 годы после Алтайского землетрясения сейсмоизоляция с применением РМО были реализована при реконструкции и усилении объектов в Иркутской области (здание Центробанка, Михаило-Архангельский храм), Республике Алтай (Драмтеатр, Музей им. Анохина, больница в г. Усть-Кокса) (Республика Алтай), при восстановлении разрушенного войной Киноконцертного зала в г. Грозном.

Эту проблему решала группа ученых и специалистов под руководством профессора Айзенберга Я.М., его ученики Смирнов В.И., к.т.н., доцент, Акбиев Р.Т., к.т.н., Горностаев А.В.(ЦНИИСК – ЦНИИП градостроительства РААСН), Мажиев Х.Н., д.т.н., (ГГНТУ им. Академика М.Д. Миллионщикова, с привлечением специалистов под руководством талантливого главного конструктора Сутырина Ю.А. (Институт «Иркутский Промпроект»).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений



здание Центробанка



Михаило-Архангельский храм

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений



Драматический театр, Республика Алтай



Музей им. Анохина

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений



Больница в г. Усть-Кокса



Киноконцертный зал в г. Грозном

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

Были проведены обоснования применения РМО как наиболее в сравнении с другими, а также эффективного с технической и экономической точки зрения способа обеспечения сейсмостойкости зданий, выполнены комплексные расчетные и экспериментальные исследования. Поставку РМО обеспечивали непосредственно заказчики-застройщики, которые общались без посредников с крупнейшим поставщиком продукции – фирмой «SANTOU VIBRO TECH INDUSTRIAL AND DEVELOPMENT CO., LTD», национальной корпорацией Китая, который являлся проверенным производителем РМО. На продукцию были представлены Сертификаты, подготовленные с учетом требований международных стандартов. Перед поставкой опор в присутствии Смирнова В.И. и представителей заказчиков были проведены полномасштабные испытания РМ

Установка РМО осуществлялась при научно-техническом сопровождении (НТСС), с участием Смирнова В.И., Сутырина Ю.А. (Иркутск), Акбиева Р.Т. (Алтай), Акбиева Р.Т., Мажииева Х.Н. (Грозный), после чего на здании Драмтеатра и Киноконцертного зала проводилась динамические испытания зданий с применением мощной вибромашины ВИД-12М, с верификацией по результатам тестирования расчетной схемы здания.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

При проектировании Центробанка (Иркутск) был впервые применены, далее доработаны на алтайских объектах принципиальные конструктивные решения по огнезащите конструкций сейсмоизоляции с помощью базальтовых плит, которые в тот же период были проверены экспериментально (Пестрицкий А.В., ЦНИИСК), сегодня повсеместно применяется на объектах, включены в соответствующий стандарт организации (СТО).

Характерно, что здания на Алтае, в Чеченской Республике запроектированы с возможностью съема/замены РМО в случае их повреждений; при вводе в эксплуатацию передавалась специально разработанная инструкция собствен 6 по контролю состояния опор и алгоритму действий в обычной обстановке и в случае аварий.

При эффективных решениях, приемлемой стоимости опор примерно 110 - 140 € на тонну здания и снижении при этом сейсмических нагрузок в 2 – 4 раза (для здания Драмтеатра в Горно-Алтайске до 8 раз, при сложном конструктивном решении) применение сейсмоизоляции при реконструкции оказалось весьма эффективным.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

Исследования и результаты обобщены и выпущены в виде «Методических рекомендаций по применению сейсмоизоляции с применением резинометаллических опор /разработчики - Айзенберг Я.М., Смирнов В.И., Акбиев Р.Т. – М.: РАСС – НП «СРОСС», 2008, 46 с.», утверждены в качестве нормативного документа для усиления конструкций на территории Кемеровской области, в соответствии с Региональной целевой программой.

Для всех стала очевидной необходимость разработки отдельного документа по сейсмоизоляции. Работа над этим документом началась одновременно в России (рук. Айзенберг Я.М., группа - Смирнов В.И., Беляев В.С., Белаш Т.А., Уздин А.М., Костарев В.В., Акбиев Р.Т. и др.), в Армении (рук. Мелкумян М.Г. и др.), Казахстане (рук. Ицков И.Э., группа Лапин В.А., и др.).

В 2008 году в России на базе описанных выше, других авторских разработок и материалов, в том числе полученных от Ицкова И.Э. (АО «КазНИИСА» была подготовлен проект СНиП (свод правил) «Здания сейсмостойкие и сейсмоизолированные. Правила проектирования».

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

ГОСТИНИЧНО-ДЕЛОВОЙ КОМПЛЕКС «AQUILON»

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В Г. ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ ВЕЛАСЬ ПРИ НАУЧНОТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ФГБУ ЦНИИП МИНСТРОЯ РФ



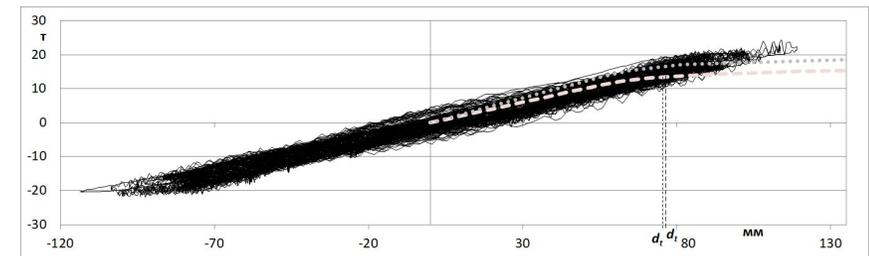
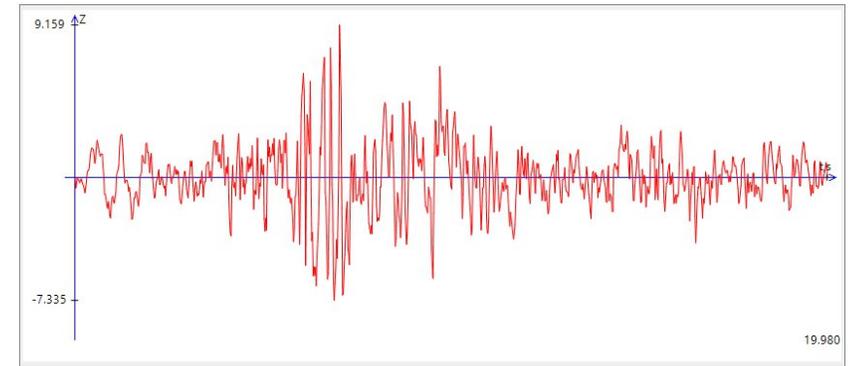
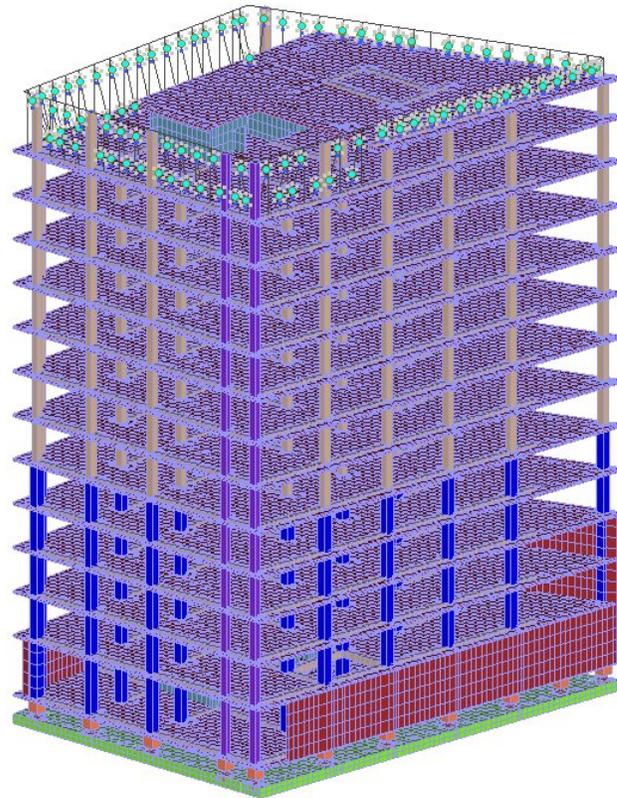
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

ГОСТИНИЧНО-ДЕЛОВОЙ КОМПЛЕКС «AQUILON»

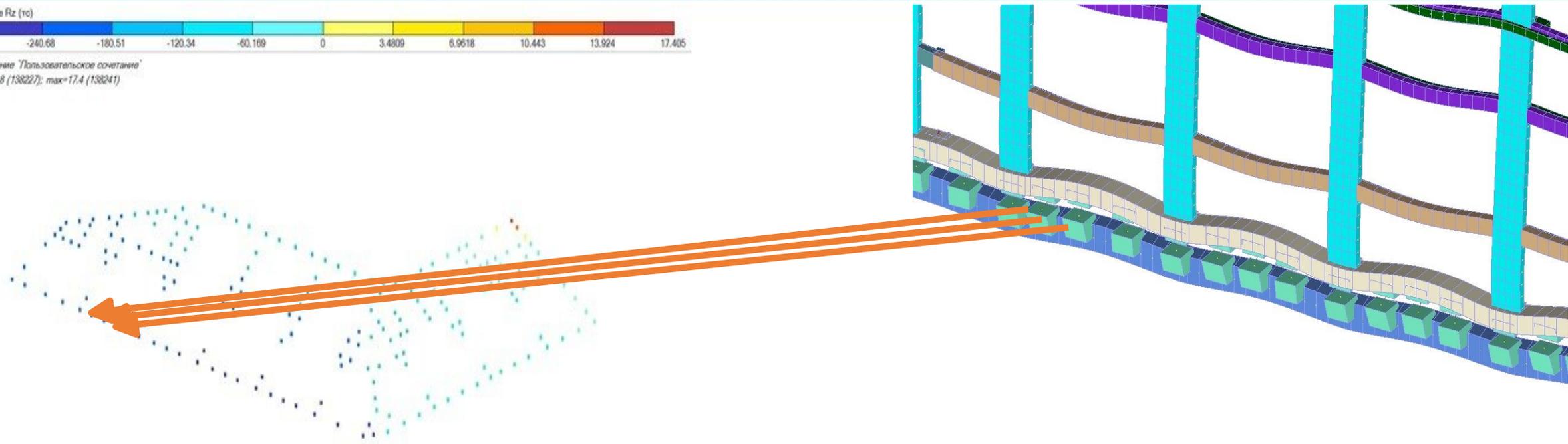
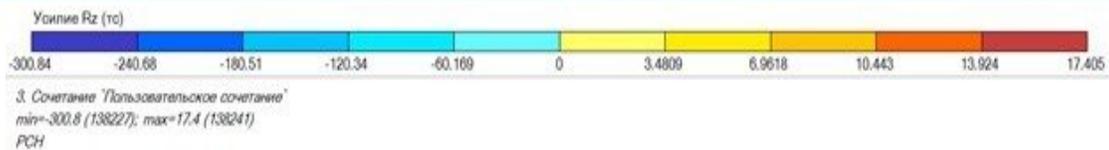
РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТА НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В Г. ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ ВЕЛАСЬ ПРИ НАУЧНОТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ФГБУ ЦНИИП МИНСТРОЯ РФ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений



Пример установки «лишних» опор

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

ЗДАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
РАЙОННОЙ БОЛЬНИЦЫ В
ГОРОДЕ
НИКОЛАЕВСК-НА-АМУРЕ



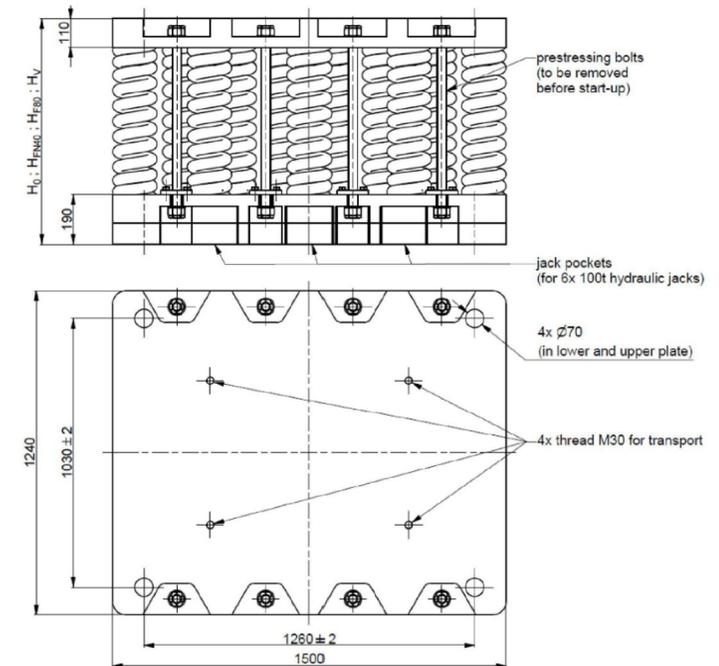
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР
ФГБУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
НАУЧНОКЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВИДОВ
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И
МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ФМБА» В Г. ЯЛТЕ РЕСПУБЛИКИ
КРЫМ

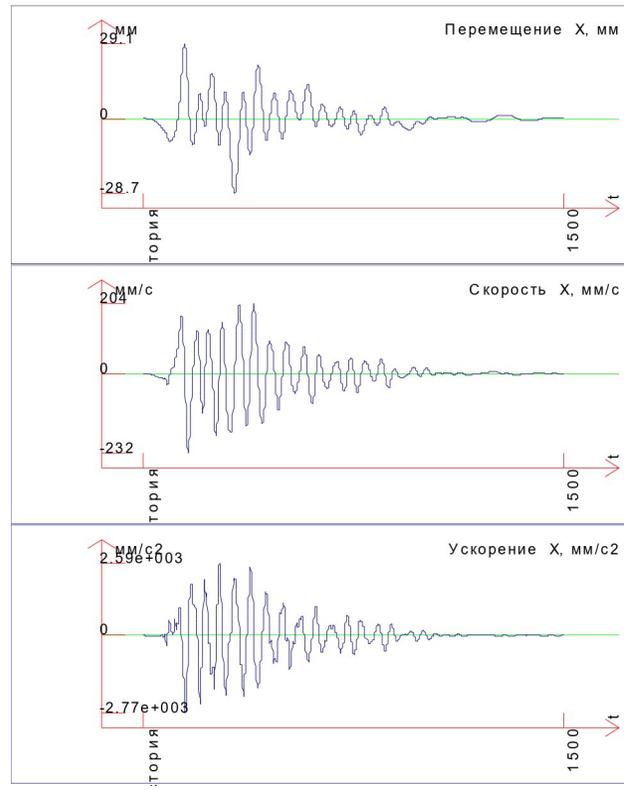
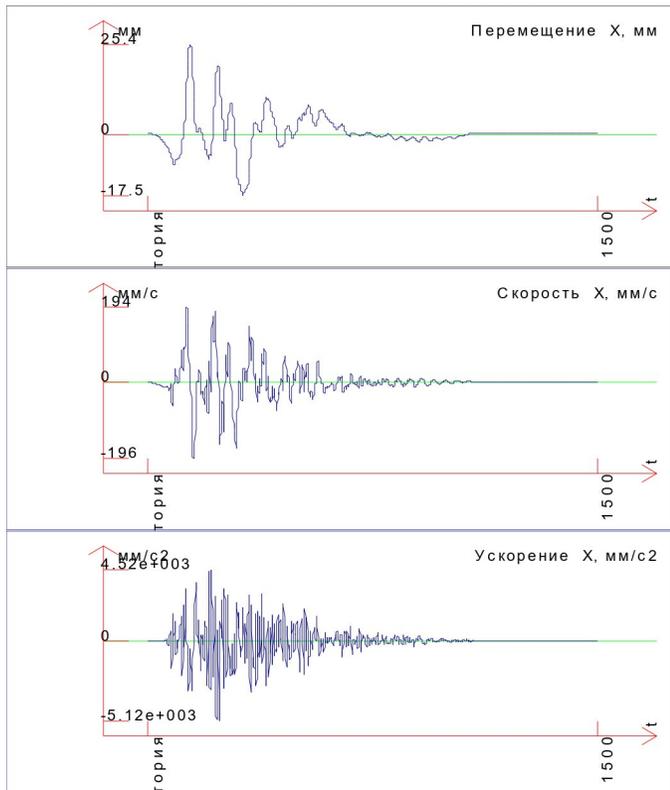
В ЗДАНИИ РЕАЛИЗОВАНА СИСТЕМА
СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПРУЖИННЫХ БЛОКОВ И ВЫСОКОВЯЗКИХ
ДЕМПФЕРОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В
ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений



ПРОГНОЗИРУЕМОЕ СНИЖЕНИЕ
РЕАКЦИИ ЗДАНИЯ НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ
ВОЗДЕЙСТВИЕ СОСТАВИЛО ДО 2 РАЗ

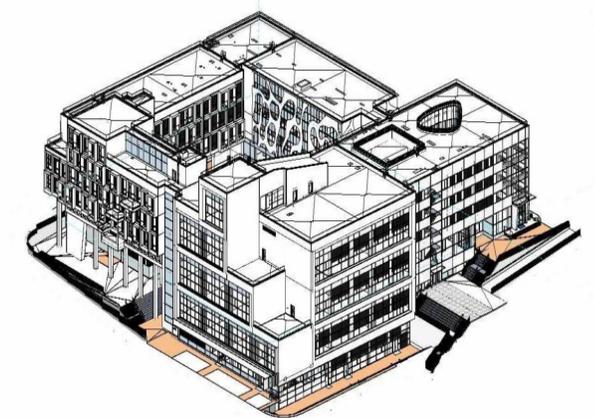
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

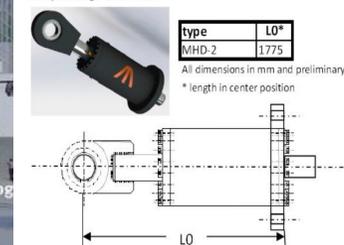
Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

«ХОРЕОГРАФИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ» ПО
АДРЕСУ:
РОССИЙСКАЯ
ФЕДЕРАЦИЯ
Г. СЕВАСТОПОЛЬ»

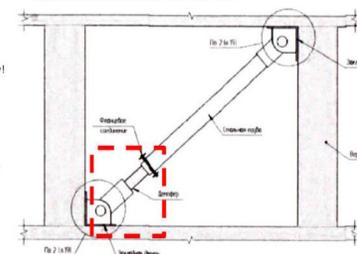
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА
КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В Г.
СЕВАСТОПОЛЕ ВЕЛОСЬ ПРИ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ
ФГБУ ЦНИИП МИНСТРОЯ РФ



Principle design of MHD-2:



Supplied components marked within red field:



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

МЕДИЦИНСКИЙ КЛАСТЕР В ГОРОДЕ КРАСНОДАР

СНИЖЕНИЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИЛ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕДУСМАТРИВАЛОСЬ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА СВЯЗЕЙ ВНУТРИ КОРПУСОВ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

В КАЧЕСТВЕ ДЕМПФЕРОВ ПРИНЯТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДЕМПФЕРЫ GVWD-SD 1600/1500-TA5 ФИРМЫ GERB, ГАРАНТИРУЮЩИЕ МАКСИМАЛЬНОЕ ДЕМПФИРОВАНИЕ И КОНТРОЛИРУЕМОЕ РАССЕИВАНИЕ ЭНЕРГИИ
ПРОГНОЗИРУЕМОЕ СНИЖЕНИЕ РЕАКЦИИ ЗДАНИЯ НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СОСТАВИЛО ДО 1,7 РАЗА

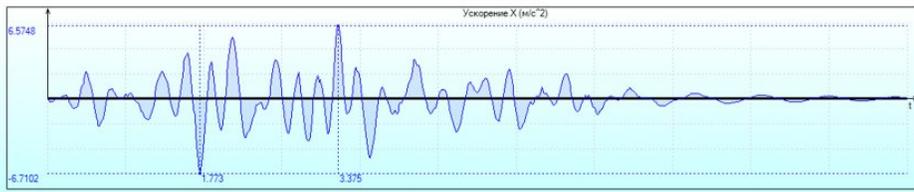


Рис. 6.1 Ускорение верха конструкций блока Г без демпферов

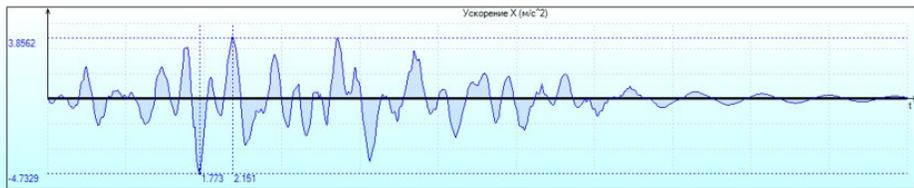


Рис. 6.2 Ускорение верха конструкций блока Г с демпферами



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА», Г. КИСЛОВОДСК, СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ».

В ПРОЕКТЕ СНИЖЕНИЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИЛ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕДУСМАТРИВАЛОСЬ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ АНТИСЕЙСМИЧЕСКИМИ БЛОКАМИ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

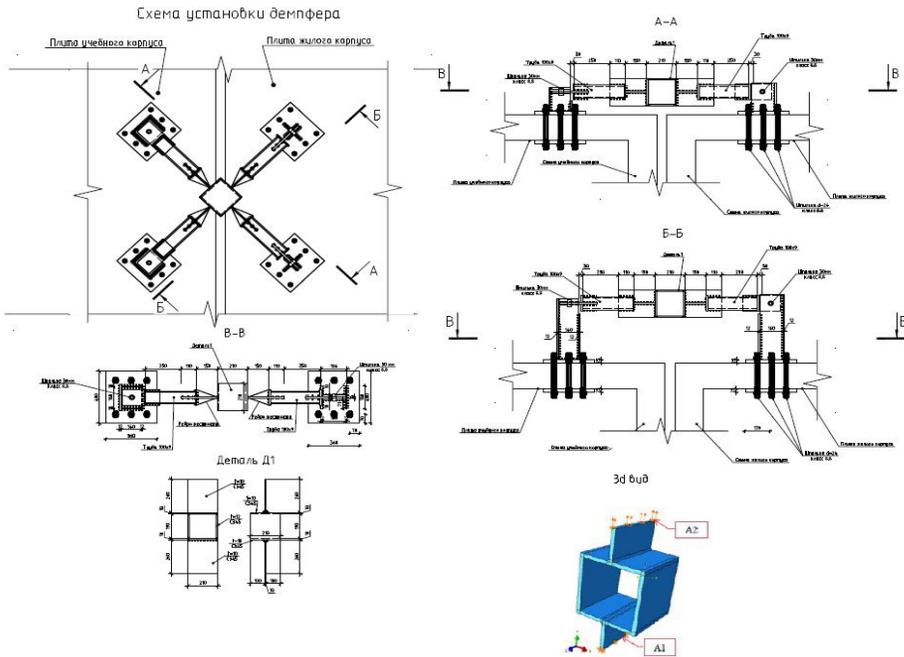


РИС.1 – ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ДЕМПФЕРОВ

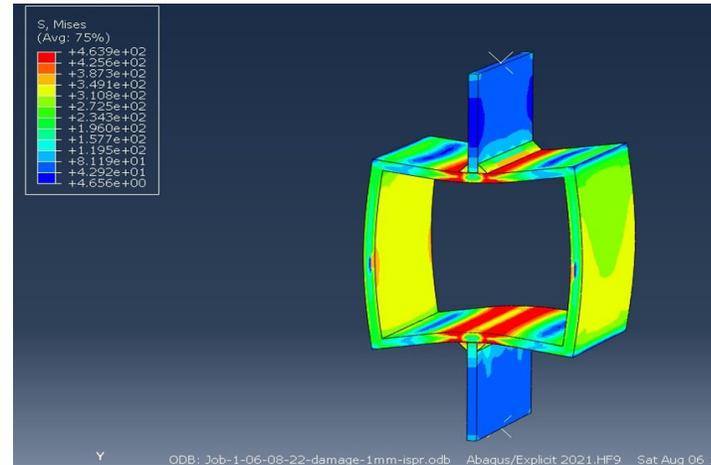


РИС.2 – НАПЯЖЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ ДЕМПФЕРА ПРИ СЖАТИИ

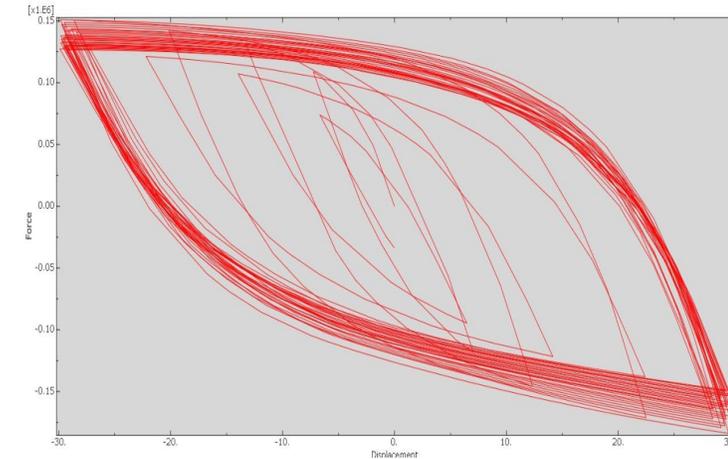


РИС.3 – ГРАФИК «УСИЛИЯ-ПЕРЕМЕЩЕНИЯ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

«РЕКОНСТРУКЦИЯ И ОСНАЩЕНИЕ В ГОРОДЕ СЕВАСТОПОЛЕ ЗДАНИЯ ФИЛИАЛА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО КАДЕТСКОГО КОРПУСА СЛЕДСТВЕННОГО КОМИТЕТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

В ПРОЕКТЕ СНИЖЕНИЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИЛ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕДУСМАТРИВАЛОСЬ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ АНТИСЕЙСМИЧЕСКИМИ БЛОКАМИ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ ВЕЛОСЬ ПРИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ФГБУ ЦНИИП МИНСТРОЯ РФ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

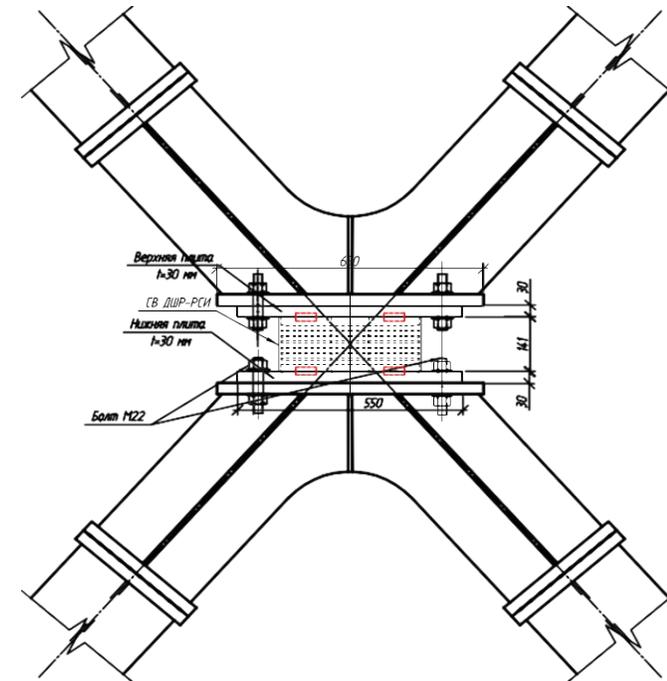
'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

«БОЛЬНИЦА СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В Г. СЕВАСТОПОЛЕ»

В ПРОЕКТЕ СНИЖЕНИЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИЛ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕДУСМАТРИВАЛОСЬ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА СВЯЗЕЙ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ ВЕЛОСЬ ПРИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ФГБУ ЦНИИП МИНСТРОЯ РФ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

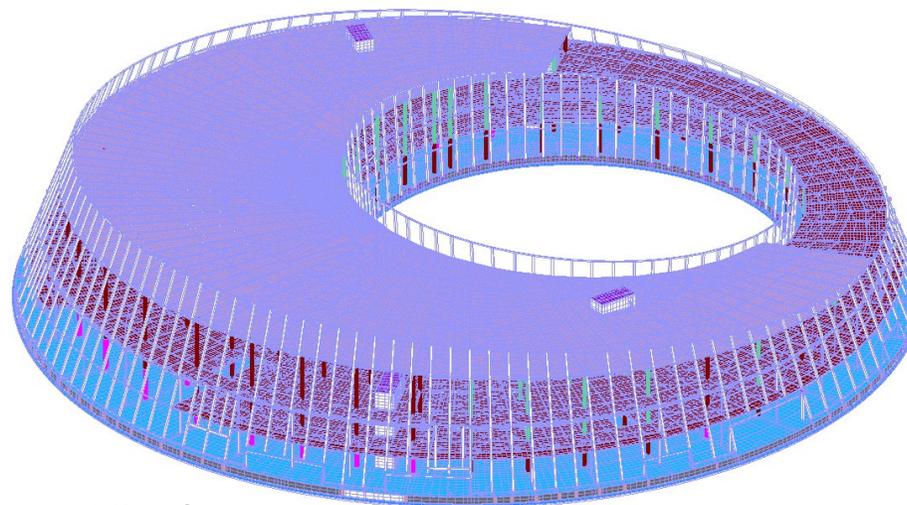
'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

АЭРОПОРТ В Г. ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ

В ПРОЕКТЕ СНИЖЕНИЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИЛ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕДУСМАТРИВАЛОСЬ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА СВЯЗЕЙ С ДЕМПФИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ MAURER

Расчетное обоснование:
Бубис А.А., Вахрина Г.Н.
Жук Ю.Н., Панасенко Ю.В.
Колесников А.В.
Авдеев К.В.



Microfe
Stark
ЛИРА 10.12
ЛИРА САПР

Расхождение расчетов по основным параметрам не более 9% *по частотам не более

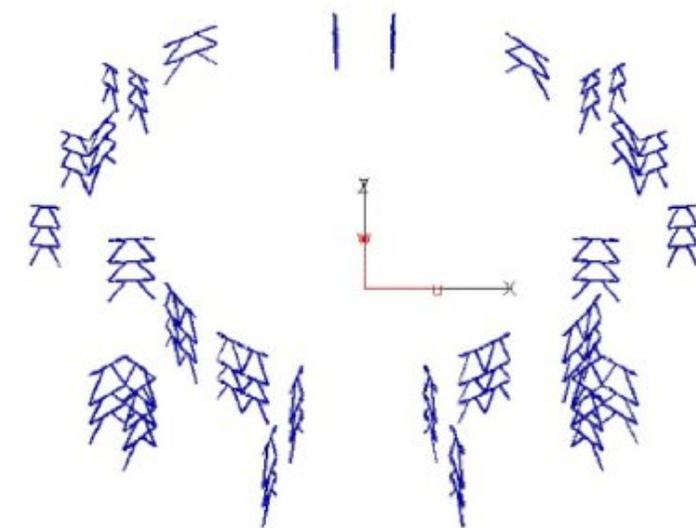


Рисунок 5.5 – Расстановка демпферов в схеме

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

Реактивное усилие, развиваемое в жидкостно-вязкостных демпферах, определяется по формуле:

$$F_d(t) = -C \cdot |V(t)|^\alpha \cdot \text{знак}(V(t)),$$

где: C – коэффициент демпфирования;

α – степенной показатель демпфера, $\alpha \in (0; 1]$;

$V(t)$ – скорость перемещения штока демпфера при колебаниях в момент времени t .

Поглощенная энергия в линейном демпфере за один цикл гармонических колебаний составляет

$$W = \int F_d dx = \int_0^T C_{eq} V^2 dt = \pi \cdot C_{eq} \cdot w \cdot x_{\max}^2.$$

Поглощенную энергию в нелинейном демпфере определить аналитически невозможно. Ее значение, определенное численно, составляет 734.4 кНм.

Отсюда $C_{eq} = 3906.4$ кН*с/м.

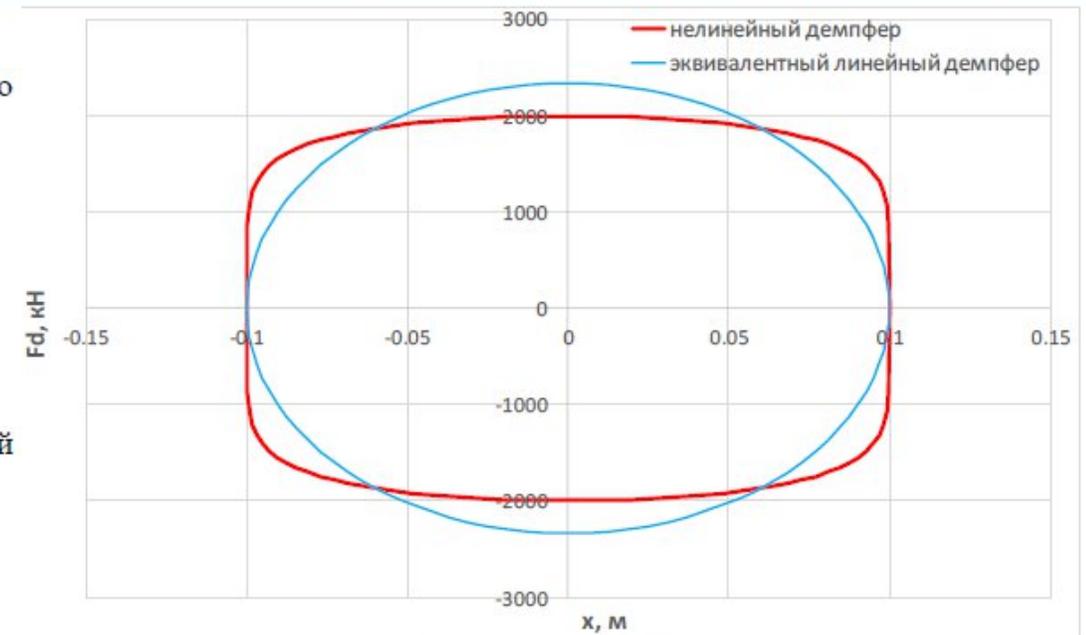


рис. 4.4 Диаграммы работы демпферов

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

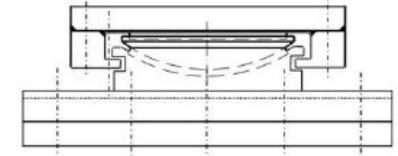
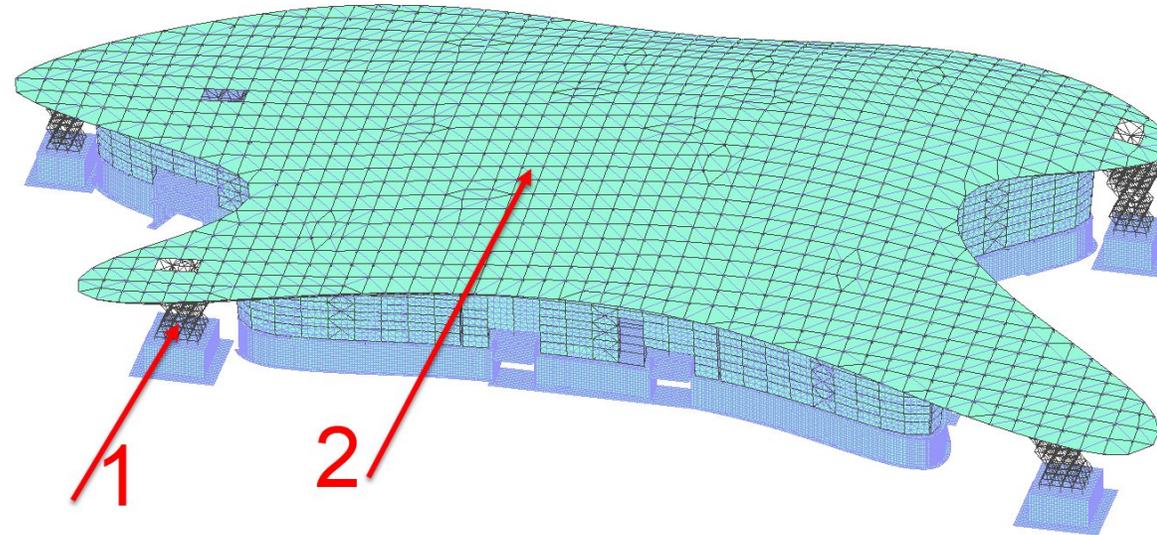
КОМБИНАЦИИ УСТРОЙСТВ:

ОПОРЫ ТИПА KGA-ZS- ПЛОСКИЙ
СКОЛЬЗЯЩИЙ СФЕРИЧЕСКИЙ ПОДШИПНИК;

ОПОРЫ ТИПА KGA-Z- ПЛОСКИЙ
СФЕРИЧЕСКИЙ ПОДШИПНИК С
СЕЙСМИЧЕСКИМ ПОДЪЁМОМ;

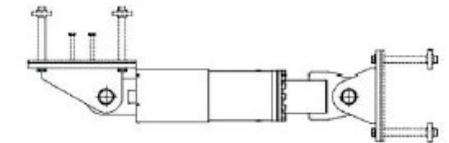
ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДЕМПФЕР ТИПА MHD

V2-S РЕЗИНОВЫЙ АМОРТИЗАТОР



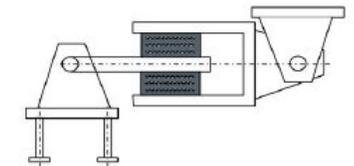
Основной закон деформирования:

$$F = \mu W, \text{ где } \mu = 0,01$$



Основной закон деформирования:

$$F = CV^\alpha, \text{ где: } \alpha = 0,04, C = 519 \text{ кНс/м}$$



Основной закон деформирования:

$$F = KD, \text{ где: } K = 1880 \text{ кН/м}$$

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ

**'СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ'**

Особенности моделирования и расчета зданий с сейсмоизоляцией и системами динамического регулирования реакции сооружений

Спасибо за внимание