

*Уральское отделение Российской академии наук
Национальный комитет
по теоретической и прикладной механике
Научный совет РАН
по механике деформируемого твердого тела
Институт механики сплошных сред УрО РАН*



**ЗИМНЯЯ ШКОЛА
по механике сплошных сред
(п я т н а д ц а т я)**

Сборник статей

Часть 2

Пермь, 2007

УДК [539.3 + 532.5](063)

Зимняя школа по механике сплошных сред (пятнадцатая)

Сборник статей. В 3-х частях. Часть 2. Екатеринбург: УрО РАН, 2007.

ISBN 5-7691-1777-X

В сборнике представлены тезисы докладов 15 Зимней школы по механике сплошных сред, традиционно, раз в два года, проводимой Институтом механики сплошных сред Уральского отделения РАН.

Тезисы отражают тематику школы и содержат результаты исследований по актуальным проблемам упругости, пластичности, вязкоупругости, физики и механики мезо- и наноструктурных систем, разрушения, магнитной гидродинамики и турбулентности, гидродинамической устойчивости, вибрационной и термокапиллярной конвекции, жидкостей с особыми свойствами, полимерных жидкостей, вычислительных технологий в механике сплошных сред.

Рассмотрены вопросы, связанные с современными материалами и технологиями.

Школа получила поддержку Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Пермского края

Материалы приводятся в авторской редакции.

ISBN 5-7691-1777-X

© Институт механики
сплошных сред УрО РАН,
2007 г.

85 (06)
3 ----- БО
8П6(03)1998

© УрО РАН, 2007 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УКРЕПЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТА ЗДАНИЯ НА ЕГО ВИБРАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Корепанов В.В., Кулеш М.А., Цветков Р.В., Шардаков И.Н., Юрлов М.А.
Институт механики сплошных сред УрО РАН (Пермь)

Предпосылкой, послужившей началом данной работы, стала возможность проведения работ по укреплению фундамента здания силами строительных организаций. В связи с проведением данных работ, была поставлена задача об оценке изменения степени динамического воздействия движущего транспорта на несущие стены здания.

Исследуемое двухэтажное здание расположено по адресу ул. Ленина, 13 (г. Пермь). Оно построено в 1895-1897 годах пермским архитектором А. Турчевичем-Глумовым и является памятником архитектуры. В настоящее время в здании располагается Пермский научный центр УрО РАН. Стены здания выполнены из кирпича и лиственницы. Фундаменты здания, низкого уровня залегания, опираются на мягкопластичные грунты с низким модулем деформации. Непосредственно рядом со зданием проходит автомобильная дорога и трамвайные пути. Вследствие движения вагонов по рельсам и движения автотранспорта, здание испытывает постоянное вибрационное воздействие. Для укрепления грунта под фундаментами здания были запланированы и реализованы мероприятия. Эти мероприятия заключались в подкачке бетонной смеси под фундаменты по всему периметру здания до глубин залегания прочных пород с высоким модулем деформации. Помимо укрепления фундамента, данная процедура должна была снизить вибрации, возникающие на фундаменте вследствие движения транспорта.

Для оценки степени влияния осуществленных мероприятий на вибрационное поведение здания были произведены замеры вибраций, возникающих от движения транспорта, до и после укрепления фундамента. Первая серия измерений была проведена 08 августа 2006г. до проведения работ по укреплению. Вторая серия измерений была произведена 20 декабря 2006г., через 15 дней после окончания работ по укреплению фундамента. 15 дней – минимально необходимое время для того чтобы закачанная цементная смесь набрала прочностные свойства. К сожалению, замеры вибрационного поведения производились в разное время года и при разной температуре, что, безусловно, сказывается на свойствах грунтов. Однако, ввиду экстремально теплой зимы непосредственно перед измерением 20 декабря 2006 г. столбик термометра почти 2 недели показывал положительные значения.

Регистрация виброскоростей осуществлялась одновременно на стенах здания в подвале, на первом этаже и на чердаке. Трехкомпонентные датчики вибродиагностического комплекса располагались на несущей фасадной стене здания, вблизи которой и происходит движение транспорта. Датчик ТС1 (рис.1а) находился на первом этаже здания вблизи парадного входа. Один из датчиков СМЕ4011 располагался на несущей стене в полуподвальном помещении (рис. 1б), а другой датчик СМЕ4011 (рис. 1в) располагался на несущей стене чердачного помещения. Ориентация трехкомпонентных сейсмоприемников была вы-

брана таким образом, чтобы одна горизонтальная ось была направлена вдоль несущей стены здания, а вторая – поперек.



а) ТС1

б)СМЕ4011

в)СМЕ4011

Рис.1. Сейсмоприемники вибродиагностического комплекса.

При проведении вибрационных измерений и дальнейшем их сравнении важное значение приобретает однотипность динамических нагрузок. Поэтому при проведении замеров фиксировался также и источник динамического воздействия, оценивался характер его движения. Таким образом, набиралась статистика и производилось оценка однотипных режимов движения. В нашем случае основным источником динамического воздействия служил электро-транспорт. Наиболее характерным оказалось движение трамваев с одним вагоном, поэтому далее представлены результаты для данного вида динамической нагрузки.

Для оценки вибраций были получены виброускорения путем численного дифференцирования [1] исходных виброскоростей. На рисунках 2-3 представлены виброграммы виброускорений.

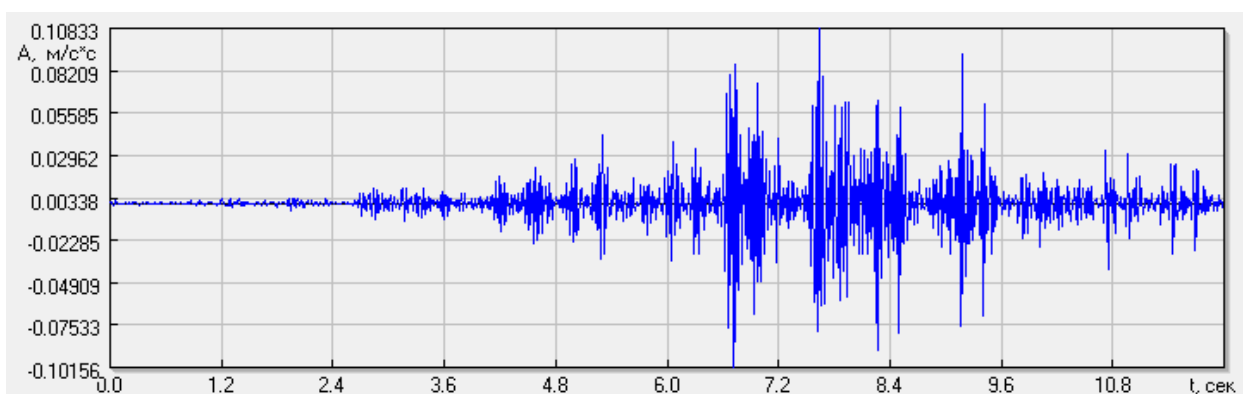


Рис. 2. Вертикальная компонента ускорения фундамента на датчике СМЕ4011 (в подвале) при эксперименте 08.08.06г.

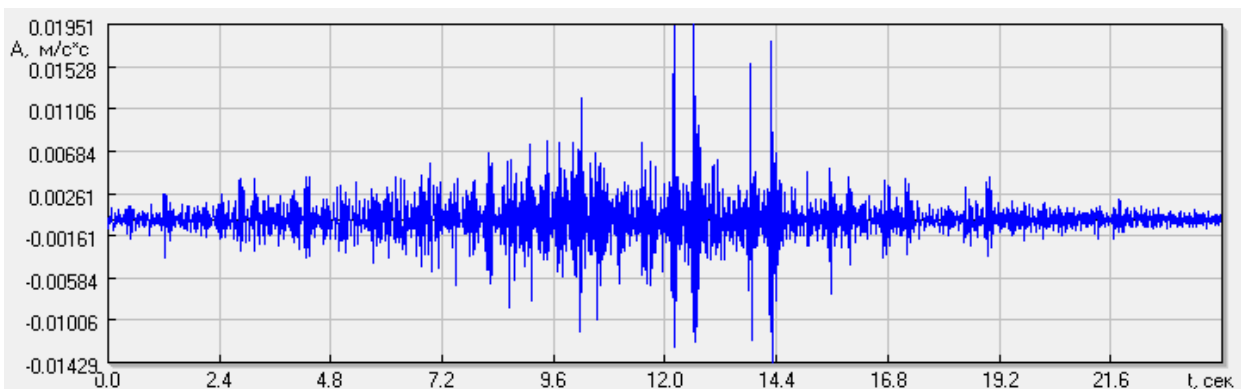


Рис. 3. Вертикальная компонента ускорения фундамента на датчике СМЕ4011 (в подвале) при эксперименте 20.12.06г.

Для оценки спектральных свойств полученных виброграмм был использован Фурье- и вейвлет-анализ [2]. Характерный Фурье образ, соответствующий результатам виброизмерений, полученным после мероприятий по укреплению фундамента, представлен на рисунке 4.

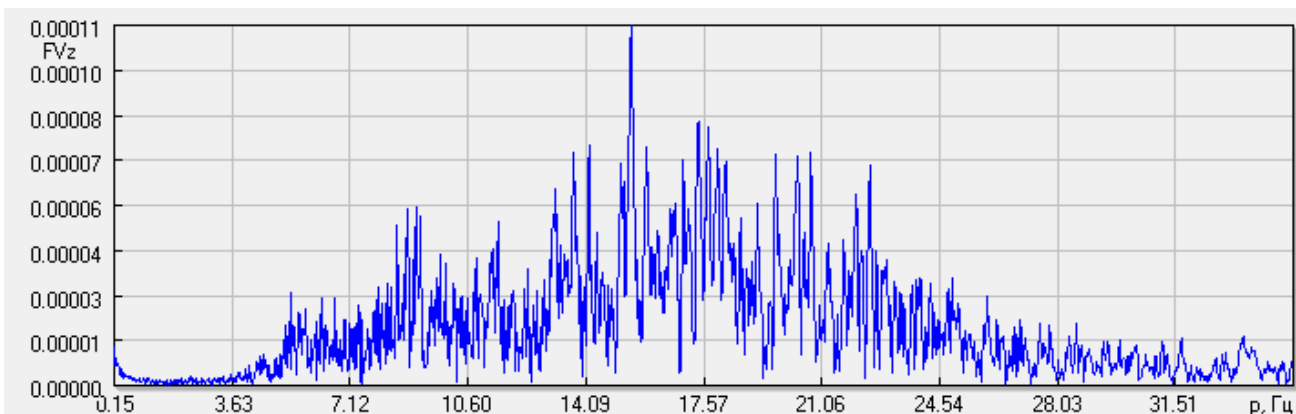


Рис. 4. Фурье-образ вертикальной компоненты виброскорости фундамента на датчике СМЕ 4011 при эксперименте 20.12.06г.

Для выделения свойств собственных частот здания и анализа изменения их за счет проведенных мероприятий был использован вейвлет-анализ. Для этой цели на виброграммах выделялись интервалы, которые соответствовали свободным колебаниям. На рисунках 5 и 6 представлены характерные вейвлет-образы виброграмм для выбранных интервалов.

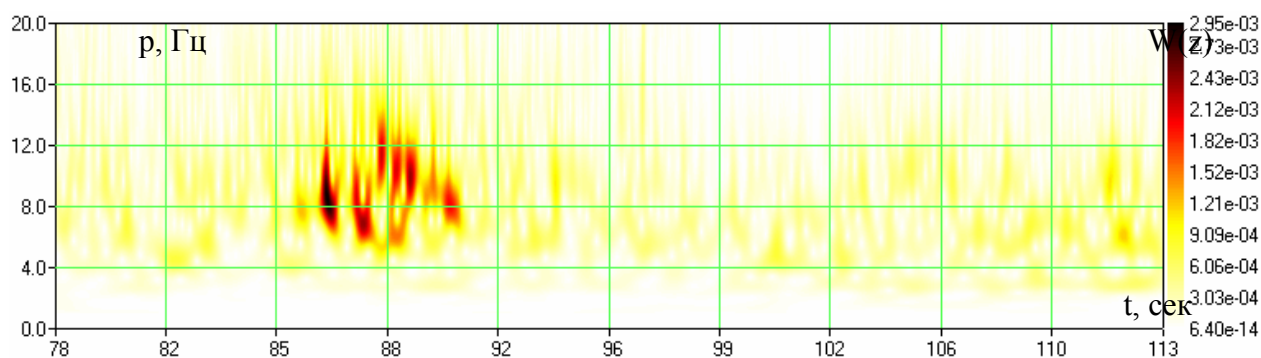


Рис. 5. Вейвлет-образ вертикальной компоненты виброперемещения фундамента на датчике СМЕ при эксперименте 08.08.06г.

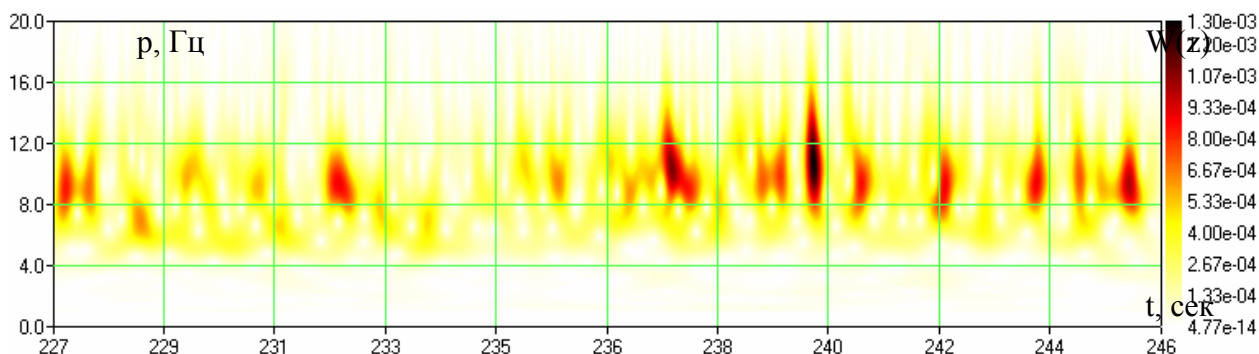


Рис. 6. Вейвлет-образ вертикальной компоненты виброперемещения фундамента на датчике СМЕ при эксперименте 20.12.06г.

Как следует из рисунков 5 и 6, после проведения мероприятий по укреплению грунта и фундамента собственные частоты здания изменились в большую сторону.

Анализ экспериментально полученных результатов и результатов математической обработки позволил сделать следующие выводы:

- максимальная амплитуда виброускорений была зафиксирована наверху несущей стены в горизонтальном направлении до проведения мероприятий по укреплению;
- на фундаменте здания, определяющем несущие свойства всей конструкции, одна из горизонтальных (в поперечном направлении стены) и вертикальная компоненты виброускорений были до проведения мероприятий одного уровня;
- укрепление грунта, на которое опирается фундамент здания, позволило понизить уровень максимальных амплитуд вертикальных компонент виброускорений на фундаменте здания в 4-6 раз; при этом горизонтальная компонента снизилась в 2-3 раза;
- данный подход по укреплению грунта является достаточно эффективным мероприятием по снижению вибрационного воздействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 06-08-00696-а).

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1973. - 831 с.
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск:НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. С.464.