

ВИБРОИЗОЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ИНТЕНСИВНЫМ ВИБРАЦИОННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

*ВАСИЛЕВИЧ Ю. В., МОЖАРОВСКИЙ В. В.,
НЕУМЕРЖИЦКАЯ Е. Ю., ВЛАСОВ Ф., ДУДАРЧИК Д.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Академия последиplomного образования

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Анализ инженерно-технических мероприятий по виброзащите зданий, расположенных в технической зоне метрополитена мелкого заложения.

В крупных городах нередко из-за недостатка свободных площадей строительство жилых и общественных зданий производится

в технической зоне линий метрополитена. Такие здания, как правило, испытывают повышенное вибрационное воздействие, и в соответствии с требованиями строительных и санитарных норм должны быть защищены от проникающих вибраций.

Анализ уровней вибрации, ранее зарегистрированных на поверхности площадки строительства нового Инженерного корпуса Минского метрополитена показал, что при строительстве здания необходимо осуществить его виброизоляцию для обеспечения необходимой гигиенической обстановки в помещениях строящегося объекта, согласно санитарных норм и правил по уровням вибрации для административных и общественных зданий, установленных в Республике Беларусь.

Построенный в 1985 г. Инженерный корпус метрополитена также был виброизолирован с помощью сменных резиновых виброизоляторов, размещенных в специальные ниши фундамента здания. Фундамент был построен в котловане строительной площадки на мощной железобетонной плите, которая сыграла положительную роль при виброгашении и для равномерной осадки здания. Существенные замеры уровней вибрации в построенном в прошлом

столетии Инженерном корпусе показали, что превышения предельных уровней вибрации в его наземных помещениях нет.

Анализируя научно-техническую литературу по виброизоляционным материалам и виброзащитным техническим решениям было установлено, что в настоящее время одним из наиболее надежных и эффективных способов устройства виброизоляции зданий является установка их на упругие опоры из полиуретановых эластомеров – материалов Sylomer и Sylodyn австрийской фирмы Getzner. Было принято решение применить упомянутые материалы для виброизоляции нового Инженерного корпуса при его строительстве.

Физико-механические характеристики указанных материалов были изучены и исследованы на опытных образцах. Полученные знания использовались при выполнении плановой работы по виброизоляции здания.

Особо следует отметить, что несмотря на сложную выполненную работу проектной организацией ОАО «Институт «Минскгражданпроект» по размещению фундаментов здания рядом с существующим Инженерным корпусом и проходящими рядом эксплуатируемыми тоннелями метрополитена, удалось достичь очень хороших результатов в проектно-строительном и научно-техническом комплексах по обеспечению качественных эксплуатационных характеристик по виброизоляции, архитектуре, надежности и устойчивости возведенного здания.

На финише практически построенного здания основное внимание было уделено исследованию и анализу зарегистрированных уровней виброускорения в помещениях корпуса при движении подвижного состава Минского метрополитена. Сравнение полученных максимальных уровней виброускорения с предельно допустимыми уровнями вибраций для административных и общественных зданий показало, что они их не превосходят. Виброизоляция корпуса выполнена качественно, в полном объеме и в назначенный срок.

Отметим основные этапы выполненной научно-исследовательской работы по виброизоляции корпуса. Вначале была собрана и проанализирована информация о физико-механических свойствах материалов Sylomer, разработанных рекомендациях по монтажу виброизоляторов при виброизоляции здания, схема виброизоляции фундамент на основе выполненного расчета.

Разработана методика измерения уровней виброускорения в помещениях построенного Инженерного корпуса при движении подвижного состава метрополитена, используемой измерительной аппаратуре, предельно допустимых уровней вибрации для административных и общественных зданий согласно санитарных норм и правил, принятых в Республике Беларусь.

После обработки зафиксированных вибросигналов дан анализ максимальных уровней виброускорения, зарегистрированных в помещениях Инженерного корпуса при движении подвижного состава метрополитена.

Обработке подлежала информация об уровнях виброускорения для вертикальной и горизонтальных составляющих вибрации в измерительных точках помещений корпуса в октавных полосах с центральными частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц. Указанный частотный диапазон является наиболее информационным при оценке влияния вибрационных полей на здания и сооружения, расположенных в технической зоне метрополитена не глубокого заложения.

Анализ нагрузки на фундамент здания свидетельствует о существенном разбросе значений действующих сил и, вследствие этого, разной нагрузки; т. е. по фундаменту корпуса нагрузка распределена неравномерно. Это обстоятельство послужило важным аргументом при создании акустической развязки – использования разного типа виброгасящего материала Sylomer. Достоинства упомянутого материала описаны ранее, и они легли в основу его выбора. Существенным фактором выбора материала послужила также большая сложность строительства основы (фундамента) инженерного корпуса. Стесненные условия строительства и ограничения размещения опор в окрестности двух действующих тоннелей метрополитена намного усложнили проектирование несущих опор корпуса, однако проектировщикам удалось разработать удачные проектные решения по сооружению фундамента здания и предложить рекомендации по виброизоляции здания.

Виброзащита проектируемого инженерного корпуса основывалась на результатах выполненных научных изысканий по исследованию уровней вибрации на строительной площадке корпуса и несущих конструктивных элементов здания лечебно-диагностического корпуса по ул. Энгельса, 25, на опыте виброизоляции

нынешнего функционирующего Инженерного корпуса Минского метрополитена.

Исследование уровней вибрации, вызванной подвижным составом метрополитена мелкого заложения, показали, какому наибольшему вибрационному воздействию подвержен корпус, примыкающий к трассе метрополитена. Экстремальное динамическое воздействие на инженерный корпус оказывают поезда движущегося со станции «Площадь Ленина» на станцию «Октябрьская», поскольку все они в указанном направлении набирают скорость со станции «Площадь Ленина».

Для исследования уровней виброускорения использованы виброметры, анализаторы спектра ЭКОФИЗИКА – 110В (Белая), заводской № БВ160072 и № БВ160070. Виброметры в очередной раз планово поверены в РУП «Белорусский государственный институт метрологии» (свидетельства о поверке № МН0213219-4319 и № МН0214782-4319).

В каждой точке при каждом проходе поезда одновременно регистрировались составляющие виброускорения в трех взаимно перпендикулярных направлениях: X – продольная горизонтальная составляющая, направленная вдоль продольной оси тоннелей; Y – поперечная горизонтальная составляющая, направленная перпендикулярно оси Y ; Z – вертикальная составляющая виброускорения, перпендикулярная горизонтальной плоскости XU .

Зарегистрированный сигнал усреднялся за 5 с. Усреднение сигнала за 5 с обусловлено временем прохождения подвижного состава за указанный промежуток времени по тоннелям в измерительных точках Инженерного корпуса и выявлением максимальных значений уровней виброускорения.

Во всех полученных таблицах с численными значениями зарегистрированных уровней вибрации отмечено, что виброакустический сигнал усреднялся за 5 с, это усреднение зарегистрировано в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц одновременно по трем каналам соответствующих компонент виброускорения X – К1(канал 1), Y – К2(канал 2), Z – К3(канал 3).

Поскольку при выполнении экспериментальных исследований использовались виброметры фирмы Октава (г. Москва) для определения уровней виброускорения, а пороговое значение при измерении уровня виброускорения принято равным 10^{-6} м/с^2 в России,

в Республике Беларусь аналогичное пороговое значение виброускорения принято равным $3 \cdot 10^{-4}$ м/с², то из полученных измеренных значений виброускорения необходимо вычесть 50 дБ, в результате получим результат по уровням вибрации, соответствующий измеряемым уровням вибрации в Республике Беларусь, согласно утвержденным санитарным нормам и правилам.

Зарегистрированные виброметром уровни виброускорения были обработаны в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц по специальным программам на ПЭМ и представлены в виде таблиц, в которых содержится подробная числовая информация об уровнях виброускорения.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

Из трех составляющих X, Y, Z виброускорения в каждой измерительной точке максимальные уровни зафиксированы для вертикальной составляющей Z.

По замеренным уровням вибрации выявлено неоднородное волновое поле колебаний как поверхности грунта возле здания, так и в самом здании при движении подвижного состава. Объясняется это неоднородностью грунта в области фундамента, наличием коммуникационных и инженерных сооружений в виде стены, изготовленной из буронабивных свай в грунтовом пространстве между фундаментом здания и тоннелями; конструктивными особенностями построенного Инженерного корпуса, разными режимами движения подвижного состава, определяющимися графиком движения по станции «Площадь Ленина» и другими факторами.

Сопоставляя зарегистрированные уровни виброускорения в Инженерном корпусе с предельно допустимыми уровнями для общественных зданий, регламентированными санитарными нормами и правилами в Республике Беларусь, следует важный вывод о не превышении предельных норм по вибрации в построенном здании за счет правильно выполненной виброизоляции.