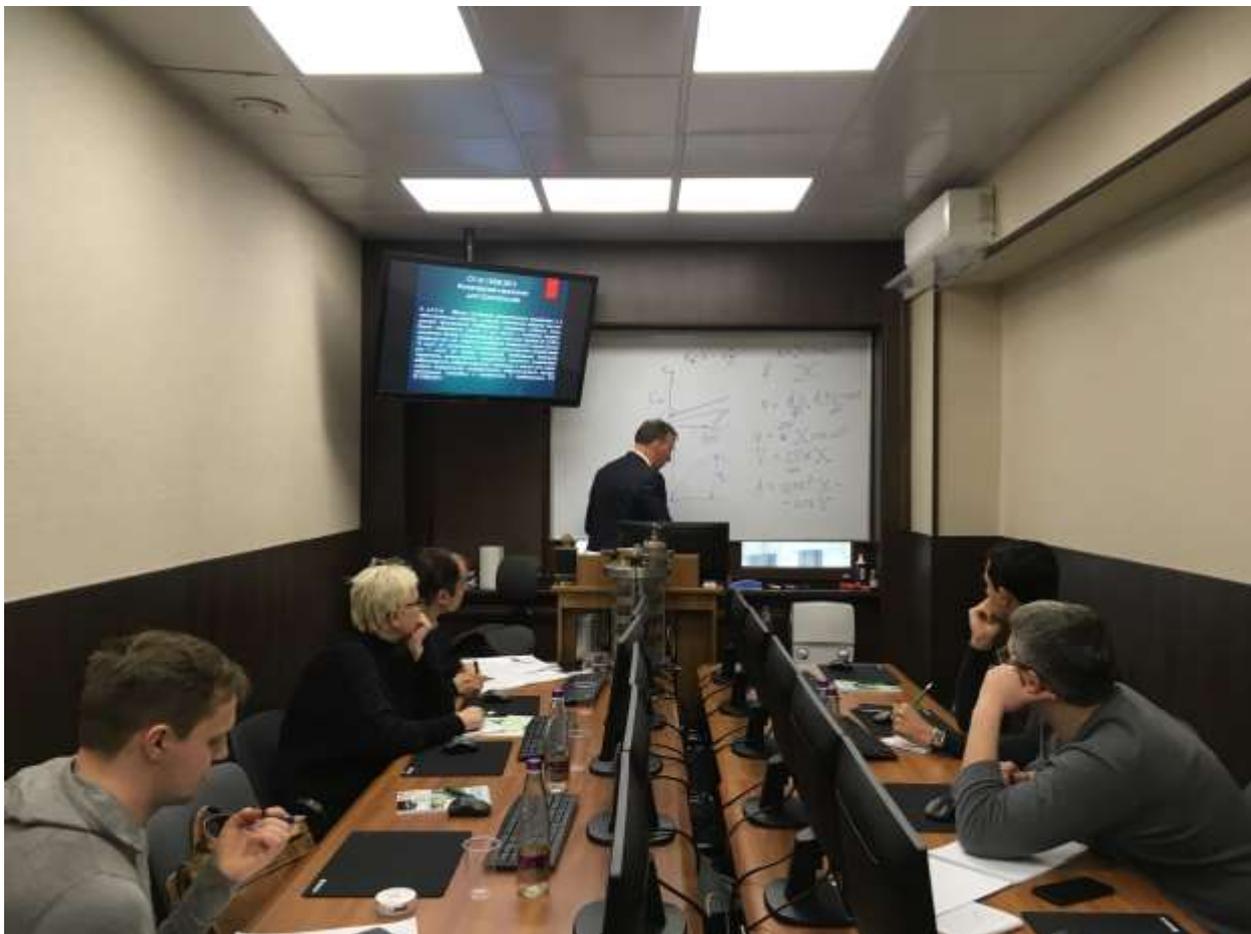


Динамические испытания грунтов – важная составляющая обучения в АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»



В геотехнической лаборатории АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» регулярно, с периодичностью примерно 1 раз в месяц, проходят курсы повышения квалификации для инженер-геологов и геотехников. Программа курсов включает в себя большое количество вопросов, каждый из которых описывается в статьях журнала «ГеоИнфо», подготовленных на основе услышанного в ходе обучения. Сегодня мы рассказываем нашим читателям о динамических испытаниях грунтов, которые занимают важное место в программе обучения.

Аналитическая служба

Каждый месяц на базе геотехнической лаборатории АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» проходят курсы повышения квалификации для инженер-геологов и геотехников, на которых специалистов учат «цифровому грунтоведению». Учебная дисциплина «цифровое грунтоведение» была введена на курсах повышения АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» сравнительно недавно в связи с широким распространением программных комплексов конечно-элементного моделирования грунтовых оснований. По словам О. Озмидова, который является

научным руководителем и одним из основных лекторов курсов, «отличие этой отрасли знаний от традиционного грунтоведения заключается в том, что все параметры грунтов, полученные инструментальными методами, адаптируются к алгоритмам программных комплексов численного моделирования грунтовых оснований (Plaxis, Midas и т.п.)».

Одним из важных направлений обучения на данных курсах повышения квалификации, является изучение технологии определения динамических свойств грунтов. И это вполне понятно. Изменение свойств грунтов в результате динамического воздействия сопряжено с большими неприятностями при строительстве. Прежде всего, это сейсмическое разжижение грунтов, виброразжижение под действием различных техногенных источников воздействия и виброползучесть. В результате этих явлений увеличиваются осадки и снижается устойчивость зданий и сооружений, в том числе дамб, плотин, железнодорожных насыпей, мостовых переходов, взлетно-посадочных полос аэродромов, пусковых столов космодромов, грунтовых оснований атомных станций и прочих объектов повышенной опасности, аварии которых могут уносить множество человеческих жизней.

Ряд отечественных нормативов требует проведения динамических испытаний в ходе выполнения инженерно-геологических изысканий. В частности, это СП 22.13330 и СП 47.13330. Так, согласно пункту 6.7.2.14 СП 47.13330.2012 «вблизи источников динамических воздействий и сейсмоопасных районах, в местах статических нагрузок под подошвой фундамента необходимо определять скорость колебаний поверхности грунта, а для мелких и пылеватых водонасыщенных песков и водонасыщенных глинистых грунтов ($S_r \geq 0,8$) в пределах зон, где скорость колебаний поверхности грунта более 15 мм/с (от импульсных источников динамических воздействий) или 2 мм/с (от прочих источников), необходимо приводить параметры динамического воздействия (частота воздействия, виброскорость, виброускорение) и проводить с учетом этих параметров определение коэффициента виброползучести инструментальным способом в соответствии с требованиями СП 22.13330».

В испытательной геотехнической лаборатории «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» контроль сейсмической разжижаемости грунтов проводится на стабилометрических установках GIESA UP 25 (Германия) в циклическом и вибрационно-кинематическом режимах. В процессе выполнения исследований по методу циклических трехосных сжатий выполняется спектральный анализ сигнала-отклика одномассового осциллятора «устройство нагружения – испытуемый образец» по каналу «акселерометр – АЦП – сигнальный процессор» с использованием программного средства «SPECTRO-S». Это позволяет обучающимся на курсах не только знакомиться с теорией и технологией проведения исследований, но и наблюдать проведение опытов своими глазами и консультироваться со специалистами лаборатории.

Сейсмическое разжижение

В процессе динамического воздействия самое опасное явление – сейсмическое разжижение грунтов, когда под влиянием упругой волны возрастает поровое давление. На каждом цикле поровое давление накапливается. В случае сильного землетрясения, которое обычно сопровождается 15–20 периодами

синусоидальной нагрузки, поровое давление достаточно быстро растет и на одном из циклов может сравняться с обжимающим давлением, то есть все частицы перейдут во взвешенное состояние, а все внешнее давление будет воспринимать на себя внутриводяная жидкость. Сдвиговая прочность, а вместе с ней и несущая способность грунтов при этом обнуляются. Следствием этого является падение домов (рис. 1). Но если, например, японцы научились строить так, что дом падает целиком, не разрушаясь, что позволяет сохранить многие жизни, то в нашей стране при падении дома от него, как правило, ничего не остается.



Рис. 1. Падение дома в Японии в результате землетрясения (из презентации Олега Озмидова на курсах повышения квалификации)

Виброползучесть

Согласно ГОСТ 56353-2015, виброползучесть – это накопление деформаций в дисперсных грунтах при длительных динамических нагрузках вследствие ослабления взаимодействия между частицами и их взаимной переупаковки. Данное явление менее опасно, чем сейсмическое разжижение, но при этом сопряжено со значительными финансовыми потерями.

Связана виброползучесть с увеличением сжимаемости грунтов в процессе динамического воздействия, например, от движения самого обычного трамвая недалеко от городской застройки. Постоянное воздействие от него без учета данного фактора при проектировании может привести к появлению кренов зданий в результате неравномерного уплотнения грунтов в их основаниях (рис.2).

Динамическое воздействие также могут оказывать штормовые волны, ветер и другие природные явления, на которые не всегда обращают должное внимание проектировщики при расчетах оснований сооружений.



Рис. 2. Опасный крен дома в результате динамического воздействия от движения трамваев в условиях плотной городской застройки (из презентации Олега Озмидова на курсах повышения квалификации)

Все эти моменты, кстати говоря, описаны в ГОСТ 56353-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов», который разработан под руководством профессора Евгения Вознесенского при участии АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ». Данный стандарт устанавливает методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов (за исключением крупнообломочных) при инженерно-геологических изысканиях для строительства. В самом начале данного документа приведены термины и определения, с которыми приходится сталкиваться специалистам при работе с динамическими свойствами грунтов: виброползучесть, дилатансия (положительная или отрицательная), динамическая дилатансия, динамический модуль деформации, динамическая нагрузка, динамические свойства грунтов, динамическое разжижение, квазитиксотропные грунты, модуль деформации, плавунность, разжижение грунта, тиксотропия, циклическая подвижность грунта, удельная рассеянная энергия.

Виброразжижение

Виброразжижение – это разжижение грунтов под воздействием техногенного высокочастотного воздействия. В этом случае также очень быстро растет поровое давление и грунт переходит во взвешенное состояние.

В качестве примера такого воздействия можно привести неудачную попытку строителей разборки здания по методу свечки (рис.3). Была заложена взрывчатка, здание должно было сложиться на свое пятно застройки. Однако строители и проектировщики в данном случае по какой-то причине забыли учесть свойства грунтов. В результате 90% энергии взрыва было поглощено грунтами, демпфирующие свойства которых изучены не были. В результате здание осталось целым и упало на бок, оставшись без грунтового основания под собой.

Чтобы такого не случилось, надо очень четко знать, какие грунты необходимо испытывать на динамические воздействия.



Рис. 3. Падение не разрушившегося здания из-за явления виброразжижения (из презентации Олега Озмидова на курсах повышения квалификации)

Сейсмическое микрорайонирование

В связи с возрастающим объемом строительства в сейсмоопасных зонах, в том числе на морских шельфах, растет актуальность уточнения исходной сейсмичности и сейсмического микрорайонирования территорий застройки. В основе современных технологий сейсмического микрорайонирования лежит моделирование сигнала-отклика грунтового основания на сейсмическое воздействие. На курсах АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» слушатели могут выполнить

расчет синтетических акселерограмм отклика грунтового массива при помощи динамического модуля расчетного комплекса PLAXIS и тем самым непосредственно соприкоснуться с интереснейшим процессом динамического поведения природно-технической системы «грунтовое основание – сооружение».

БЛИЖАЙШИЕ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ пройдут в АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» 12–14 марта и 23–25 апреля 2019 года. Зарегистрироваться для участия можно на официальном сайте организации. [ПЕРЕЙТИ](#)