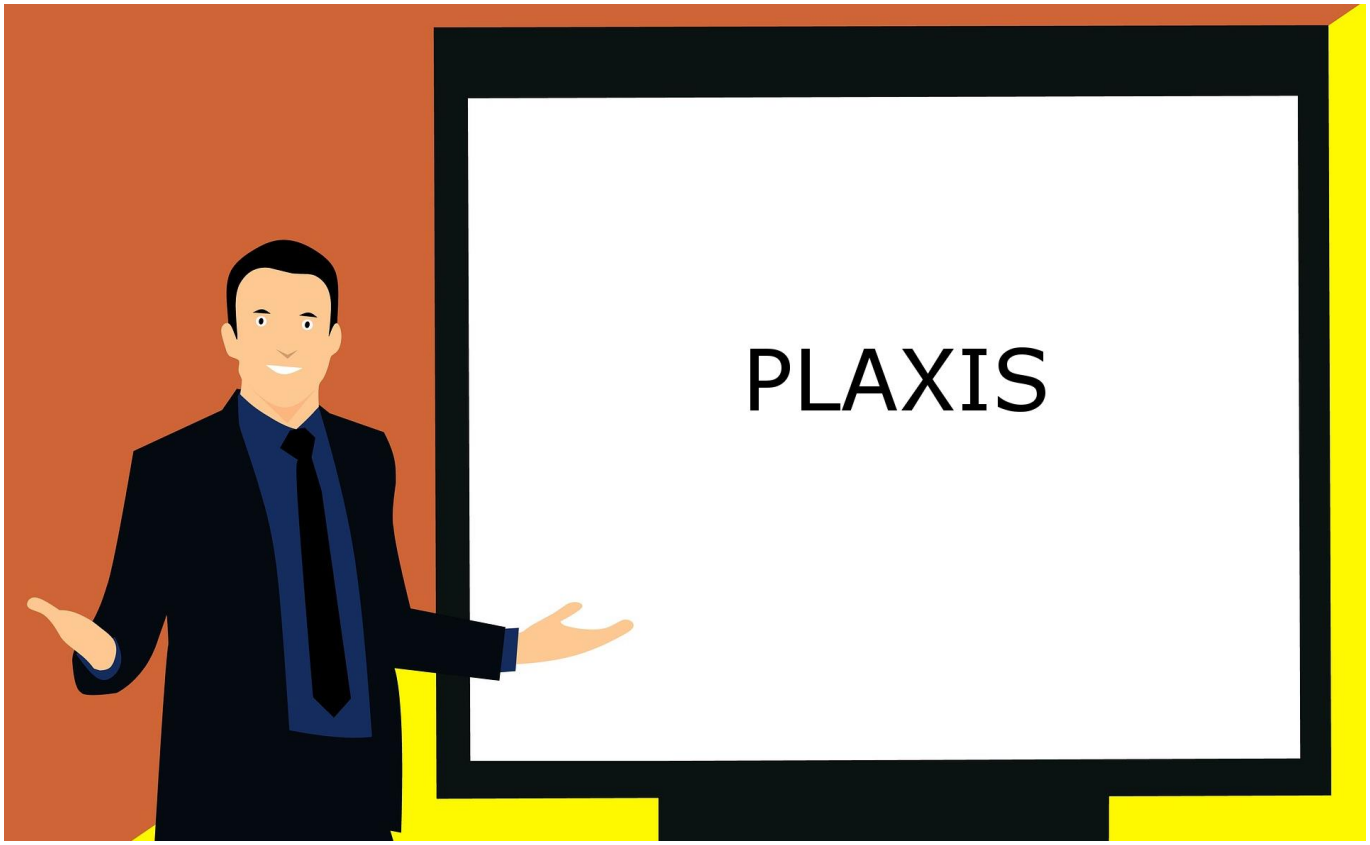
ЗАЧЕМ НУЖЕН PLAXIS И КАК НАУЧИТЬСЯ ИМ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ



Конечно-элементные модели позволяют геотехникам существенно снижать коэффициенты запаса при проектировании фундамента благодаря тому, что в соответствующих программных комплексах им удается максимально точно высчитывать взаимодействие основания сооружения с грунтовой толщей. Несмотря на то, что инженерно-геологические изыскания для получения необходимых для расчетов параметров оказываются более дорогими, экономия достигается сразу по двум направлениям. Прежде всего, благодаря тому, что проектировщику нет необходимости закладывать в проект большие коэффициенты запаса, значительно сокращается (иногда на сотни миллионов рублей на крупных объектах) стоимость строительных работ. Да и риски возможных деформаций в будущем заметно снижаются. Кроме того, например, использование модели Hardening Soil Small (HSS) позволяет в существенной мере ограничить сжимаемую толщу под сооружением за счет введения дополнительной зависимости модуля сдвига от уровня деформации. Ограничение по глубине сжимаемой толщи позволяет в существенной мере сократить глубину бурения и, как следствие, стоимость инженерно-геологических изысканий. Элементарный сметный расчет показывает, что экономия за счет уменьшения объемов бурения с лихвой перекрывает дополнительные затраты на лабораторные изыскания, выполненные с целью обеспечения требований численного моделирования.

Другие конечно-элементные модели также имеют свои преимущества, позволяющие инвестору в конечном итоге добиваться существенной экономии своих средств.

Есть только один нюанс – пока не многие инвесторы понимают эффективность проектов, просчитанных в конечно-элементных программных комплексах.

Аналитическая служба

Можно ли верить результатам инженерно-геологических изысканий? Если да, то насколько? Нужно ли все равно перестраховываться? Все эти вопросы часто не дают покоя проектировщикам, особенно не имеющим за плечами большого опыта и своего собственного изыскательского отдела, работу которого можно хотя бы как-то проконтролировать. За последствия этих сомнений платить приходится инвестору.
Иные проектировщики и вовсе отбрасывают, как несущественную, мысль о том, что изыскателям может не хватать для полноценного выполнения работ выделенного им бюджета. «Профессиональные исполнители справятся, а остальные – пусть не берутся за работу», - говорят они. Да только вот и профессионалы-изыскатели сами подтверждают, что денег, выделенных на полный комплекс работ, часто не хватает даже на покрытие себестоимости исследований, не говоря уже о получении прибыли. Но за работу все равно приходится браться – законы рынка расслабляться не позволяют.

Plaxis поможет?
О том, что инвесторы начинают экономить деньги, говорит тот факт, который отмечают многие руководители крупных изыскательских компаний, что заказчики все чаще начинают требовать от изыскателей данные, которые можно было бы использовать для работы в программном комплексе Plaxis или других аналогичных. И хотя в общем объеме заказов такие работы у большинства изыскателей пока не превышают 5–10%, тенденция их роста очевидна. И это легко объяснимо, особенно в современных экономических условиях, когда даже крупные государственные компании вынуждены считать деньги.
Благодаря расчетным моделям, которые заложены в работу этих программ и позволяют учесть особенности поведения грунтов во всем диапазоне геотехнических нагрузок, проектировщик может максимально точно оценить влияние сооружения на грунты основания и, следовательно, не закладывать чрезмерные коэффициенты запаса, которые, порой, очень дорого обходятся тому, кто финансирует работу.
Для работы в конечно-элементных программных комплексах проектировщикам требуется расширенный комплекс параметров грунтов – более 10 разных характеристик, получить которые могут далеко не все изыскательские компании. И это уже является своего рода фильтром, определяющим качество. Да и стоимость таких работ оказывается выше. Однако результат стоит того: и проектировщик спокоен, и изыскатель получил больший объем работ, и инвестор не переплатил.
На этом фоне интерес к программам типа Plaxis растет как среди изыскателей, так и среди проектировщиков, которые еще не перешли на работу в них или только начали их освоение.
Кстати сказать, как показывают курсы, которые проводятся в АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ», сама по себе работа в Plaxis не очень трудна и требует лишь внимательного отношения к вводу параметров. Главная сложность в том, чтобы получить исходные данные для конечно-элементных моделей. Но и про это здесь подробно рассказывают, тем более, что современного высокотехнологичного оборудования тут очень много.

Оборудование лаборатории

Лаборатория АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» – одна из наиболее оснащенных в России. Поэтому даже искушенным инженер-геологам, не говоря уже о проектировщиках, тут есть что посмотреть. Например, тут установлены немецкие сервогидравлические стабилометры Wille Geotechnik, которые в России встречаются в единичных экземплярах и дают возможность получать входные параметры модели Hardening Soil Small (HSS) в режиме microstrain. Есть интересные сдвиговые приборы Wykeham Farrance (Италия), которые позволяют работать в циклическом режиме и моделировать склоновые процессы в условиях сейсмического воздействия. Интересны специалистам и имеющиеся тут приборы фирмы Geomation, работающие по принципу Direct Simple Shear (прямой простой срез). В нашей стране такие испытания применяются достаточно редко, но в международной практике они являются обязательными и позволяют получить непосредственно модуль сдвига и угол дилатансии и потому очень востребованы для численного моделирования. Английские стабилометры фирмы ELE позволяют испытывать образцы грунтов с крупными включениями (до 6 см). Трехосные испытания при больших осевых нагрузках выполняются на стабилометрических установках GIESA (Германия). Все это оборудование редко встречается в лабораториях нашей страны.

Большой интерес вызывают и собственные разработки АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» и ООО «ПрогрессГео». В настоящий момент завершена работа над установкой трехосного сжатия шестого поколения, которая основана на современной компактной электронике (ООО «ПрогрессГео»). Этот прибор в одном компактном корпусе сочетает все устройства установки трехосного сжатия: силовой редуктор с нагрузочной рамой, контроллеры, блок питания, волюмометры и пр. Благодаря малым размерам корпуса и плотной компоновке функциональных узлов на одном лабораторном столе удается разместить до семи таких приборов, что в условиях высокой арендной платы за помещение очень актуально. Кроме того, это оборудование ориентировано на получение входных параметров численного моделирования, то есть, его программное обеспечение построено с учетом потребностей программного комплекса Plaxis и его аналогов.

Работа разных моделей

Работа в программе Plaxis на курсах в АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ» начинается с построения модели сооружения с фундаментом на грунтовом основании. Просчитывается начальная фаза геостатического давления в грунтовом массиве (Initial phase) для выяснения условий консолидации образцов, что необходимо для первой фазы трехосных испытаний. Для этого также определяются дополнительные параметры консолидации, такие как коэффициент переуплотнения OCR и коэффициент бокового давления в состоянии покоя K_0. Эти параметры необходимо задавать программному комплексу для корректного моделирования напряженно-деформируемого состояния исходного грунтового массива.

Участники курсов начинают расчеты в программном комплексе с наиболее распространенной модели Кулона-Мора, по которой осадки считаются по линейной зависимости, аналогичной модели Linear Elastic. Данная модель является одной из наиболее простых, для ее работы требуется всего 4 характеристики грунта. Однако, она существенно занижает осадки фундамента и требует введения больших, часто не обоснованных, коэффициентов запаса. Тем не менее, именно в этой модели вынуждены вести расчеты проектировщики в том случае, когда не удается получить необходимый полный набор данных о свойствах грунтов от изыскателей.

Далее участники курсов учатся получать дополнительные характеристики грунтов, такие как референтный модуль деформации, угол дилатансии, коэффициент бокового давления, коэффициент Пуассона по ветви разгрузки, показатели степени зависимости жесткости от уровня всесторонних напряжений и др. После этого та же задача решается уже с использованием модели Hardening Soil (HS), в которой удается получить более точные значения напряжений и деформаций. На следующим этапе используется модель Hardening Soil Small (HSS), которая использует динамические свойства грунтов и позволяет в существенной мере ограничить сжимаемую толщу под сооружением за счет введения дополнительной зависимости модуля сдвига от уровня деформации. *Ограничение по глубине сжимаемой толщи позволяет в существенной мере сократить глубину бурения и, как следствие, стоимость инженерно-геологических изысканий. Элементарный сметный расчет показывает, что экономия за счет уменьшения объемов бурения с лихвой перекрывает дополнительные затраты на лабораторные изыскания, выполненные с целью обеспечения требований численного моделирования.*
В отдельную тему выделяется расчет дорожных насыпей и грунтовых дамб на слабом основании с использованием расчетных моделей Soft Soil и Soft Soil Creep, учитывающих логарифмический характер зависимости осадки от напряжений и реологические свойства грунтов, выражающиеся в длительных, иногда в течение многих десятилетий, деформаций ползучести грунтового основания. Примером является Исаакиевский Собор в Санкт-Петербурге, продолжающий ежегодно погружающийся в грунтовую толщу на 0,7 мм.

Еще о курсах в АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»
Обучение на курсах проходит по многоуровневой системе (три уровня). Первый учебный блок (уровень) – базовый, который длится 24 часа (3 дня по 8 часов). В этом блоке рассказывают об общих принципах работы конечно-элементных программных комплексов, учат азам работы в них, а также показывают, как получать необходимые исходные данные.
«Продвинутый» курс включает подробное изучение динамических испытаний и, соответственно, моделей, основанных на динамических опытах. Это, прежде всего, модель Hardening Soil Small, а также различные модели, которые учитывают динамические воздействия – техногенные, сейсмические, штормовые, ветровые и пр. Кроме того, лекторы расскажут участникам курсов, как получаются коэффициенты демпфирования и коэффициенты Релея, необходимые для учета сейсмичности при проектировании зданий и сооружений.
На третьем этапе обучения, также двадцатичетырехчасовом, участникам курсов будут рассказывать о мерзлотных испытаниях, включающих фазовые переходы грунтовой воды. Третий учебный блок предполагается запустить в конце этого года.
Все специалисты, которые уже прошли обучение по базовому курсу, смогут его продолжить по расширенным программам и также получить соответствующие удостоверения государственного образца на базе действующей образовательной лицензии. Этот документ принимается как саморегулируемыми организациями, так и при сдаче экзаменов на эксперта.