

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**
по материалам 6-ой Международной Конференции по Физическому
Моделированию
в Геотехнике (6-ой ICPMG '06, Гонконг)

Фроловский Ю.К.
yfrol @ mail.ru

МИИТ

Под эгидой международного Технического Комитета по Физическому Моделированию в Геотехнике (ТС 2) Международного общества по механике грунтов и геотехническому строительству (ISSMGE) и Гонконгского Геотехнического Общества (HKGES) 4-6 августа 2006 г. в Гонконгском университете науки и технологии (HKUST) прошла 6-я международная конференция по физическому моделированию в геотехнике (6-я ICPMG '06), которая была организована Геотехническим центром центробежного моделирования и Департаментом гражданского строительства университета.

**Гонконгский университет
науки и технологии (HKUST)**



Открытие конференции в HKUST



В выступлениях участников конференции рассматривались не только вопросы физического моделирования, но затрагивались и другие области геотехнических исследований связанных с решением практических задач. Всего было представлено 229 докладов из 30 стран по 9 тематическим секциям:

- новые разработки в области физического моделирования;
- сопоставление результатов численного и физического моделирования;
- геотехнические исследования грунтов под влиянием динамических и сейсмических воздействий;
- исследования взаимодействия грунт- конструкция;
- сопоставление результатов стендовых и полевых испытаний;
- геотехнические экологические разработки;
- безопасность;
- моделирование;

- рекультивация земель.

При этом наибольшее количество докладов было из Японии (42), Великобритании (36), Китая (18), Австралии (17) и США (17). От России был представлен доклад “Моделирование железнодорожных насыпей на слабых торфяных основаниях”, подготовленный специалистами Московского государственного университета путей сообщения (МИИТа) по результатам научных исследований, выполненных с использованием физического моделирования на центробежной установке университета. В работе конференции приняла участие российская делегация научных работников кафедры “Путь и путевое хозяйство” МИИТа и специалистов финансово-строительной компании ФСК “МостГеоЦентр”.

Одна из основных задач конференции, которая стояла перед ее организаторами - способствовать дальнейшему развитию в мире физического моделирования, и в первую очередь метода центробежного моделирования (как наиболее всестороннего) для выполнения актуальных исследований в области проектирования, строительства и эксплуатации геотехнических объектов. С этой целью в период работы конференции под руководством председателя комитета Сары Спрингман (Швейцария) прошло заседание ТС 2 [1]. В работе комитета в Гонконге приняли участие 23 специалиста из 14 стран. На заседании были обсуждены результаты деятельности комитета после конференции, организованной ISSMGE в Осаке в 2005 г., намечены перспективы развития физического моделирования на ближайшие годы и поставлены основные задачи, которые должны быть выполнены к 2010 г. К ним относятся:

1. Создание банка данных по результатам моделирования для последующего обмена между пользователями и разработка соответствующего программного обеспечения к 2008 г. (промежуточный этап) и 2010 г. (завершающий этап).
2. Разработка практического руководства по физическому моделированию, стандартных процедур, форм отчетности.
3. Публикации по физическому моделированию. Создание и поддержка базы данных по геотехническому моделированию и поискового сайта.
4. Описание законов физического моделирования для постановки испытаний и интерпретации их результатов.
5. Обучение физическому моделированию студентов и специалистов. Разработка учебного курса физического моделирования.

Вот уже более 25 лет Технический комитет (ТС2), который был учрежден ISSMGE в 1981 г. под названием “Центробежное Моделирование”, определяет и разрабатывает стратегию работ в области геотехнического моделирования на перспективу. Каждые четыре года комитет возглавляют разные председатели, представляющие различные национальные геотехнические общества. Первый председатель ТС2 профессор Эндрю Скоффилд из Великобритании, руководивший его работой до 1985 г., организовал четыре симпозиума и несколько конференций по центробежному моделированию. Затем, до 1990 г. ТС2 возглавляло Французское Геотехническое Общество, которое организовало первую международную конференцию по геотехническим центробежным испытаниям в Париже, названную Центрифугой 88. Вторая международная конференция Центрифуга 91, с упором на изучение землетрясений, была проведена Американским Национальным Геотехническим Обществом в городе Болдере, штат

Колорадо в США. Затем Японское Национальное Геотехническое Общество руководило TC2, и до 1998 г. провело третьи и четвертые международные конференции: Центрифуга 94 в Сингапуре и Центрифуга 98 в Токио. В период с 1998 г. по 2001 г. TC2 возглавляло Канадское Геотехническое Общество (CGC). В 1999 г. президент Международного Общества Механики Грунтов и Геотехнического Строительства (ISSMGE) профессор Кенджи Ишихара расширил полномочия технического комитета TC2 и изменил его название на “Центробежное и Физическое Моделирование”. Это позволило TC2 охватить все формы физического моделирования в геотехнике и геоэкологических разработках. В 2002 г. г. Сент-Джонс, о.Ньюфаундленд, Канада Канадским Геотехническим Обществом (CGC) была организована Международная Конференция по Физическому Моделированию в Геотехнике (ICPMG '02), на которой был продолжен диалог исследователей в области геотехнического физического моделирования, начатый предыдущими конференциями по центробежному моделированию. Таким образом ICPMG'02 стала пятой конференцией под эгидой TC2.

В период с 2001 г. по 2005 г. TC2 возглавляло Юго-Восточное Азиатское Геотехническое Общество (SEAGS) под председательством профессора К.Леонга из Сингапура, в работе которого принимали участие и специалисты из Гонконга. В 2001 г. во время празднования 10 летия основания Гонконгского Университета Науки и Технологии (HKUST) в Гонконге был проведен Международный Симпозиум по Геотехническому Центробежному Моделированию и Сетевым технологиям, применяемым в Пантхоокеанском регионе, который был организован (HKUST) и Калифорнийским Университетом, Дэвис, США под эгидой Технического Комитета (TC2 ISSMGE). После образования Гонконгского Геотехнического Общества (HKGES) в 2003 г. Гонконг прекратил свое членство в SEAGS и вошел непосредственно в состав TC2 в качестве полномочного участника.

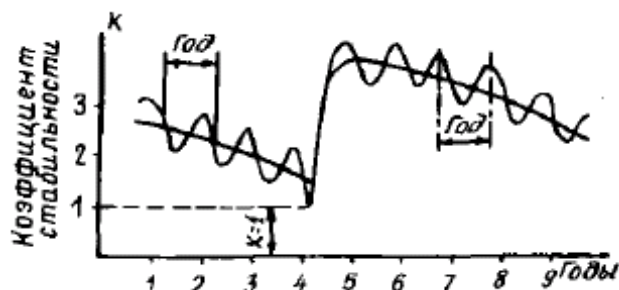
На 15-ой международной Конференции по Механике Грунтов и Геотехнической Инженерии (ICSMGE) в Стамбуле в 2001 г. было проведено заседание TC2, на котором была предоставлена возможность Гонконгу принять руководителей и членов TC2 в период проведения конференции с 04.08 по 06.08.2006 г. в HKUST. Эта конференция, организованная HKUST в сотрудничестве с Гонконгским Геотехническим Обществом (HKGES) под эгидой TC2 по Физическому Моделированию в Геотехнике ISSMGE стала официально именоваться как шестая международная Конференция по Физическому Моделированию в Геотехнике (6-ой ICPMG '06). На последнем заседании TC2 принято решение, что следующая конференция (7-ая ICPMG) состоится в Цюрихе, Швейцария в 2010 г.

На конференции (6-ой ICPMG '06) было заслушано много интересных докладов. Среди них, отметим близкое по тематике работ, выполняемых МИИТом, выступление М.Болтона из Великобритании, которое было посвящено возможностям физического моделирования для проведения исследований механизма разрушения грунта. В его докладе особое внимание уделялось изучению причин и условий появления деформаций откосных сооружений. Им была выдвинута гипотеза, что процессы деформирования связаны с сезонными циклами изменения влажности грунтов, и соответственно зависят от циклических изменений порового давления в грунте. И хотя эта идея не нова, еще в 70-х годах прошлого столетия на эти явления (о зависимости между проявлениями деформаций и циклами (рисунк)) обращал внимание профессор Шахунянц Г.М. в своей работе о цикличности оползневых процессов [2]. На основе анализа многолетних наблюдений за натурными объектами (оползневыми косогорами) им были выделены четыре периода:

период относительной устойчивости (временного покоя);

период оживления локальных макродеформаций и тотальных микродеформаций;
период тотальных макродеформаций;

период затухания, характеризующийся тотальными микродеформациями и локальными макродеформациями. Затем цикл повторяется.



Рисунок

Г.М. Шахуняц предлагал при выполнении расчетов и проектировании мероприятий по стабилизации таких геотехнических объектов учитывать динамику цикла деформаций и фазу деформаций на данный момент времени [2].

М.Болтон, ссылаясь на работы Тейка [3,4] подчеркивает значимость влияния сезонных явлений на состояние грунтовых объектов и на необходимость учета изменения поровых давлений в течение многолетнего цикла эксплуатации насыпей. Было показано, как с помощью центробежного моделирования можно исследовать деформативность насыпей во времени и установить влияние на ее развитие сезонных циклов изменения влажности грунтов в сооружениях. Постановкой серии испытаний на центрифуге на нескольких моделях насыпей было установлено, что сезонные различия в эффективных напряжениях служат основной причиной циклических деформаций в грунте. В сухом сезоне, грунт насыпи сжимается под действием всасывания почвой воды, тогда как во время влажного сезона происходит набухание грунта. С высокой точностью были измерены сезонные перемещения в тысячах точках, распределенных по всему профилю модели, для чего использовалась новая контрольно-измерительная система перемещений на основе цифровых образов. Таким образом, экспериментальным путем с использованием метода центробежного моделирования было убедительно доказана обоснованность и достоверность этих утверждений. Были предложены новые подходы к выбору расчетных характеристик грунтов и даны практические рекомендации специалистам — геотехникам.

Прошедшая шестая ICPMG обеспечила прекрасную возможность для специалистов-геотехников всего мира представить и обменяться последними результатами геотехнических исследований и разработок, полученных с использованием физического моделирования. Были отмечены новые достижения в области устройства новых и модернизации существующих установок центробежного моделирования и стендов для изучения геотехнических процессов. Получили дальнейшее развитие системы цифровых измерений перемещений, которые объединяют технологии цифрового отображения частиц, скорости и направления перемещений (PIV метод, фотограмметрический метод) в моделях без использования маркеров и позволяют с высокой точностью проводить эти измерения. На конференции также были широко представлены

результаты физического моделирования различных способов укрепления и защит геотехнических сооружений.

Доклады конференции изданы в двух томах [5]. Первый том содержит восемь обзорных докладов и 101 статью, посвященных: развитию физического моделирования; экспериментальным средствам и методам определения характеристик грунтов; откосным сооружениям; дамбам; процессам разжижения грунтов; улучшению и укреплению грунтов; применению анкерных конструкций и свай на шлейфах в прибрежных зонах. Второй том включает 128 статей, в которых отражены вопросы, касающиеся свайных оснований; укрепленных структур; тоннелей; комплексным вопросам моделирования; сопоставлению результатов 1-g физического моделирования, численного моделирования и полномасштабных натурных испытаний.

Результаты конференции убедительно продемонстрировали, что физическое моделирование позволяет решать сложные геотехнические задачи и оценивать работоспособность новых проектных технических решений. Физическое моделирование открывает широкие перспективы для научных и практических разработок как в области строительства, так реконструкции геотехнических объектов. В связи с этим следует активнее использовать возможности геотехнической центрифуги МИИТа для проведения этих работ.

Список литературы

1. Meeting of ISSMGE Technical Committee TC2 Physical Modelling in Geotechnics, Hong Kong, 3rd August 2006.

2. Шахунянец Г.М. Цикличность оползневых процессов и мероприятия по обеспечению длительной устойчивости оползневых склонов, 1970.

3. Take, W.A. The influence of seasonal moisture cycles on clay slopes. Univ. of Cambridge PhD dissertation, Cambridge, UK, 2003.

4. Take, W. and Bolton, M.D. Identification of seasonal slope behaviour mechanisms from centrifuge case studies. Proceedings of the Skempton conference: Advances in geotechnical engineering, Eds. Jardine, R.J., Potts, D.M., Higgins, K.G., Institution of Civil Engineers, 2, 992-1004, 2004.

5. Physical Modelling in Geotechnics - 6-th ICPMG '06. Volume 1&2. Editors: C.W.W. Ng, L.M. Zhang, Y.H. Wang, BALKEMA, 2006, 1608 p.