

# Международный семинар по моделированию и оптимизации композитов МОК'47

21–22 апреля 2008 г. в Одессе (Украина) состоялся 47-й Международный семинар по моделированию и оптимизации композитов, который традиционно поводит Международная инженерная академия и Одесская государственная академия строительства и архитектуры.



В.А. Вознесенский



В.И. Кондращенко



Л.М. Дробшиц



А.Н. Гергега

Как обычно, открыл семинар д-р техн. наук **В.А. Вознесенский**, его бессменный руководитель, который во вступительном слове отметил, что за прошедший год два слушателя семинара защитили докторские диссертации (Е.С. Шинкевич, Одесса; А.С. Денисов, Новосибирск), многие защитили кандидатские диссертации. Это свидетельство значительной роли таких семинаров в подготовке кадров высшей квалификации.

Далее В.А. Вознесенский выступил с докладом «Компьютерный анализ свойств материала и факторов его получения при линейном изменении одного из критериев качества». В докладе была рассмотрена методология вычислительного эксперимента по комплексу экспериментально-статистических моделей (ЭС-модели) для решения задач анализа и интерпретации, многокритериальной оптимизации при условии линейного изменения одного из критериев качества материала на примере наполненных эпоксидных композиций, применяемых для демпфирования колебаний. На основании физических экспериментов сделать однозначный вывод о связи основных технологических свойств материала – логарифмического декремента затухания  $\delta$  и динамического модуля упругости  $E$  с рецептурными факторами невозможно. Поэтому был проведен численный эксперимент, выбраны поля с криволинейными критериальными границами. На полных полях методом Монте-Карло генерируются точки (10032) – генерированные композиции. На этом этапе уже используются не данные эксперимента, а происходит моделирование составов и их свойств. Затем выделяются 10 полей с одинаковым количеством точек и производится процедура анализа с получением обычных для статистического анализа данных. На последнем этапе происходит выделение тенденций взаимосвязи  $\delta$  и  $E$  для разнонаполненных композиций. Предложенная методология позволяет получить информацию о том, какими изменениями каждого из рецептурно-технологических факторов обеспечивается линейное увеличение-уменьшение критериального аргумента, каковы характер и степень их влияния, как при этом ведут себя остальные критерии качества.

Интегрированный подход в строительном материаловедении, по мнению д-ра техн. наук **В.И. Кондращенко** (Москва), – это будущее строительного материаловедения. Суть его заключается в том, чтобы технологические и конструкторские задачи решались совместно. Современное развитие строительного материаловедения, технологии, компьютерного моделирования позволяют исследователям именно так ставить задачи.

Важность развития технологии для достижения устойчивого развития подчеркнул в своем докладе д-р техн. наук **Г.А. Статюха** (Киев). В основе изучения глобальной проблемы устойчивого развития лежит метод математического компьютерного моделирования. Автор для оценки статистического состояния технологических систем и их управления предложил коэффициент устойчивого развития, примеры расчета которого были представлены в докладе.

Большой спор и неоднозначное отношение вызывают кластерные модели структуры бетона. Тем не менее, уверен канд. техн. наук **А.Н. Гергега** (Одесса), эти модели очень хорошо позволяют описывать развитие трещин и трещиностойкость бетонов и других композитных материалов. Наиболее простым инструментом может служить теория перколяции (протекания). Теория перколяции изучает особенности возникновения и эволюции, а также свойства связанных систем. Она дает возможность пересмотреть представления о распространении фронта различных процессов переноса.

Доклад д-ра техн. наук **А.С. Файвусовича** (Луганск, Украина) был посвящен описанию математической теории коррозии бетона. Достоинство представленной теории – универсальность. В рамках этой теории получил объяснение факт снижения скорости коррозии при понижении относительной влажности воздуха.

Модель разрушения бетона вследствие замораживания-оттаивания была представлена в докладе д-ра техн. наук **Л.М. Добшица** (Москва). В этой модели бетон рассматривается как пористая среда, в которой наряду с открытыми порами существуют условно-замкнутые поры, заполненные паровоздушной смесью. В эти условно-замкнутые поры из открытых пор может отжиматься вода при замораживании бетона. Механизм заполнения микропор водой и ее перемещения при попеременном замораживании-оттаивании бетона связан с возникающим давлением в жидкой фазе бетона и действием капиллярных сил. Для описания процессов промерзания бетона использовалась задача Стефана, закон сохранения массы, закон Дарси и закон состояния парогазовой смеси и уравнения баланса тепла. На основании этой модели и полученных решений разработана методика ускоренного определения морозостойкости бетонов без проведения непосредственного замораживания-оттаивания бетонных образцов.

При проектировании нового продукта для достижения желаемого результата и минимизации нежелательных последствий необходим системный подход. Современные методы разработки конечной рецептуры с точным подбором компонентов предусматривают применение метода математического планирования эксперимента. О методике поиска оптимального состава сухой строительной смеси с определенной совокупностью критериев качества рассказала участница семинара инженер **Н.Е. Теплицына** (Киев). Сущность метода заключается в оптимизации, основанной на методе Монте-Карло, с целью поиска таких количественных значений фракционного состава, которые оптимизировали бы целевую функцию при ограничении интервала варьирования исходного параметра. В качестве целевой функции было предложено использовать обобщенную функцию желательности Харрингтона. Заключительным этапом создания рецептуры остается ее апробация на производстве.

Оптимизации состава литой асфальтополимерсеробетонной смеси для строительства и ремонта покрытий нежестких дорожных одежд был посвящен доклад инженера **В.Л. Беспалова** (г. Макеевка, Донецкая обл., Украина). Поскольку в настоящее время в России и на Украине ремонт дорожных одежд автомобильных дорог составляет около 60% стоимости строительства, разработка долговечных ремонтных смесей, имеющих хорошую адгезию к существующему покрытию, весьма актуальна. Такая смесь была разработана в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, однако ее состав не был оптимизирован. В результате решения оптимизационной задачи удалось подобрать содержание в смеси активированного минерального порошка (17–18%) и модифицированного органического вяжущего (8–9,5%) и получить литые асфальтополимерсеробетоны с устойчивостью  $R = 23080$  Н, условной жесткостью по Маршаллу  $A = 5980$  Н/мм, коэффициентом старения после 120 ч прогрета в климатической камере при  $75^{\circ}\text{C}$  и ультрафиолетовом облучении, равном 0,78, коэффициентом морозостойкости после 100 циклов замораживания-оттаивания –  $F = 0,7$ ; глубиной погружения штампа 2 мм.

Большой интерес и дискуссии вызвал доклад инженера **А.В. Кушнера** (Киев), в котором рассказывалось о применении пенобетона в дорожном строительстве. В приведенных схемах дорожных одежд пенобетон плотностью 800 и 1200 кг/м<sup>3</sup> укладывался непосредственно на основание либо несколькими слоями, разделенными стеклянной, металлической сеткой или геосеткой. ГосдорНИИ разработаны рекомендации по применению в дорожном строительстве пенобетона и построен экспериментальный участок дороги на пенобетонной основе, за которым ведется наблюдение.

Ряд докладов был посвящен расчету состава легкого тепло- и звукоизоляционного конструкционного материала – камышебетона (канд. техн. наук **В.Ф. Хританков**, Новосибирск), бетонным и железобетонным изделиям с интегрированным распределением пористого заполнителя (д-р техн. наук **А.С. Денисов**, Новосибирск), моделированию работы анкеров в капиллярно-пористых стеновых материалах (д-р техн. наук **А.П. Пичугин**, Новосибирск).

По сложившейся традиции обсуждение докладов происходило в доброжелательной обстановке, конструктивно и всесторонне. С большим сожалением о закрытии семинара сообщил слушателям В.А. Вознесенский. 47-й международный научный семинар по моделированию и оптимизации композитов в существовавшем долгое время формате прекратил свою деятельность. Однако В.А. Вознесенский заметил, что возможно, будет проводиться с периодичностью раз в два года конференция, посвященная компьютерному материаловедению.

**И.В. Козлова,**  
канд. физ.-мат. наук



В. Ф. Хританков



Н. Е. Теплицына



В. Л. Беспалов



А. В. Кушнер



Участники семинара посетили Одесский оперный театр, открывшийся после реставрации в октябре 2007 г.