Научный семинар: О компьютерном конструировании новых композиционных материалов

17 мая в ВШТМиМФ прошел научный семинар, на котором с докладом выступил доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск), кандидат на избрание в члены-корреспонденты РАН Сергей Викторович ПАНИН.

Ученый выступил с докладом на тему «Проблемы, практика и перспективы компьютерного конструирования новых композиционных материалов».

Проблема создания материалов с заранее заданными свойствами всегда являлась актуальной задачей. Композиционные материалы по определению являются материалами, для которых характерна сложная многоуровневая структура. Так, армирующие включения, независимо от их геометрии (волокнистые или дисперсные наполнители различной формы и размеров) и расположения, определяют верхний масштаб гетерогенности. На меньших пространственных масштабах проводится учет межфазных слоев на контакте матрицы и включений. Неоднородность полимерной матрицы определяется ее кристаллическим/аморфным строением. Учет данных особенностей строения материалов на разных масштабах привел к введению понятия о многоуровневости структуры, и, соответственно, деформационного поведения.

При анализе физико-механических свойств композитов возникает два класса задач. Задачи моделирования, когда заданы свойства и геометрия расположения фаз, характер их взаимодействия (т.н. управляющие параметры); определению подлежат эффективные свойства. В последнее время для расчета эффективных свойств интенсивно используются численные методы. Они основаны на вариационных принципах с последующим осреднением свойств по репрезентативному объему различными способами. Задачи конструирования в известном смысле обратны по отношению к задачам моделирования – эффективные свойства заданы, определить нужно набор управляющих параметров, придающих эти свойства материалу. Задание свойств может быть проведено как в виде односторонних или двусторонних ограничений.

В докладе рассмотрены аспекты экспериментально-теоретических основ разработки полимерных композиционных материалов (ПКМ) с улучшенными/новыми свойствами, а также подходы и результаты их компьютерного дизайна (проектирования). С использованием развитого подхода проведено экспериментально-теоретическое исследование ПКМ на основе высокоэффективных полимеров. Решались задачи численного моделирования и анализа деформационного поведения с явным и неявным учетом структуры следующих типов композитов: а) антифрикционные волоконно-армированные; б) многослойные армированные (ламинаты); в) многокомпонентные дисперсно-наполненные (с позиции сопротивления циклическому нагружению); г) сегментированные, получаемые методом 3D-печати; д) слоистые, формируемые методом УЗ-сварки. Рассмотрены примеры практического использования результатов исследований в части компьютерного дизайна и контроля состояния ПКМ.

В заключении, в качестве дальнейшего направления исследований обсуждается Иерархический подход к разработке композитов на основе высокоэффективных полимеров (ВЭП).