**Строительное материаловедение на рубеже веков**

В.И.Соломатов, академик РААСН

XX век - век небывалого технического прогресса и дерзких научных открытий глобального значения, изменивших образ жизни и мышления общества. На фоне и под влиянием этих технических и социальных факторов и основополагающих достижений фундаментальных наук родилось и сформировалось научное строительное материаловедение. В результате в современном строительстве используются сотни (тысячи?!) наименований строительных материалов - конструкционных, теплоизоляционных, гидроизоляционных, антикоррозионных, радиационно-стойких, акустических, отделочных, кровельных, декоративных и других. Проследить становление отдельных или даже групп материалов в обозначенном времени и пространстве, оценить вклад выдающихся ученых и научных школ в этот процесс - не простое дело даже для современных информационных технологий.

С допустимой вольностью в общем массиве строительных материалов можно выделить три группы:

- металлические сплавы на основе железа, алюминия, меди, титана и других металлов;

- природные минеральные (горные породы, минералы, элементарные продукты - сера) и органические, в основном древесные материалы и другие растительного происхождения, а также и такие, как, например, асфальты;

- искусственные - основная группа материалов (строительных композитов) на минеральных, органических, металлических и композиционных вяжущих (бетоны, растворы, мастики, клеи, герметики, шпаклевки и подобные материалы).

Композиционная природа характерна и для материалов первых двух групп (так, древесина - природный композит, компоненты - лигнин, целлюлоза, полисахариды, а строительные стали можно рассматривать как ферритно-цементитные композиты). Однако использование этих материалов строителями сводится, в основном, к обработке и изготовлению изделий без коренной трансформации (за некоторым исключением, например, в биотехнологии) приобретенной ранее композитной структуры. Поэтому история их развития не столь ярка и показательна для двадцатого столетия по сравнению с композиционными материалами третьей группы. Прогресс же в создании и технологии композиционных строительных материалов (КСМ) поразителен и, по-видимому, еще не полностью осознается строительной наукой и практикой.

Начало столетия отмечено полным вытеснением романцементов и гидравлической извести и впечатляющими успехами в исследованиях и промышленном производстве на их основе высокообжиговых портландцементов и бетонов разнообразных видов, модификаций и назначения. Бурному развитию технологии бетона и железобетона в СССР способствовали программы индустриализации и электрификации, особенно гидроэнергетического строительства. В этот период были установлены закономерности получения, гидратации и структурообразования минеральных вяжущих веществ, рационализированы их составы, режимы и технологии получения, предложены методы модификации и соответствующие добавки различной природы. Несколько десятилетий потребовалось для разработки и определения рациональных методов подбора составов бетона (выявленная еще в конце XIX века зависимость свойств бетона от взаимного содержания воды и цемента представлена количественно в виде ЗВЦ - закона водоцементного отношения).

XX век в строительной отрасли по праву можно назвать веком железобетона. Преимущественное применение монолитного железобетона в первой половине столетия (гидроэнергетическое и промышленное строительство) в результате известных решений Правительства СССР сменилось приоритетом технологии сборного железобетона и широким использованием его в жилищном строительстве. Но в последние годы рыночные отношения способствовали восстановлению позиций монолитного железобетона.

Новое звучание получили наполненные цементные системы. Представление о цементном камне как материале, составленном из отвердевшей гидратированной части и сохранившихся ядер цементных частиц ("микробетон Юнга"), не вышло за пределы красивой идеи. Введение минеральных добавок, как правило, приводило к снижению активности цемента и прочности бетона.

Прорыв в этой области в последнее двадцатилетие обеспечили термодинамический подход к проблеме, представление цементных (и иных!) дисперсий как открытых диссипативных систем и, как следствие, предложение интенсивной раздельной технологии, обеспечивающей в соединении с разжижителями смеси экономию цемента до 50% и более. Наполненные бетоны стали нормой, ненаполненные - исключением. На этой научной основе позднее возникли вяжущие низкой водопотребности и так называемые смешанные цементы. Современные бетоны невозможно представить без интенсивных разжижителей - суперпластификаторов (СП) смесей, позволивших до минимума ослабить противоречие между удобоукладываемостью смеси и прочностью бетона. Сочетание СП с различными химическими добавками дает возможность направленной модификации и управления технологией бетонов.

В 50-е годы возникло и триумфально развивалось новое направление - полимерцементные и полимерные бетоны, хотя успешные попытки введения в бетоны натурального и дивинилстирольного каучуков сделаны еще в 30-е годы. Применение дисперсий термопластов и латексов каучуков обеспечило создание широкого ассортимента товарных продуктов и изделий для строительства - полимерцементов, мастик, замазок, клеев, герметиков. Разработана технология полимербетонов и создана сеть заводских производств конструкций и изделий из армополимербетонов на термореактивных вяжущих для металлургической, химической и других отраслей промышленности, связанных с агрессивными средами.

Знаковым в XX веке в области строительных материалов является рождение и становление научного строительного материаловедения (НСМ), переход от описательности и эмпиризма к фундаментальности, построение количественных теорий на базе последних достижений физики, химии, математики и других фундаментальных наук (полиструктурная теория, теория химического и биологического сопротивления). Уходящий век дал ключи к НСМ, но решение многих актуальных задач в этой области переносится в новое тысячелетие. Обозначим некоторые из них как доминирующие направления прогресса теории и практики НСМ в XXI веке.

В теории необходима новая классификация строительных материалов, основанная не на товарных, а на научных принципах, которая объединяет отдельные материалы в группы, виды и классы. Нужны углубленные и расширенные исследования наполненных систем на микроуровне. Необходимо определить влияние природы, размера, формы, физико-химической активности частиц с выходом на количественные зависимости. Следует настойчиво проникать в механизмы и кинетику твердения вяжущих различной природы, особенно секунды и микросекунды, поскольку на этом этапе происходит зачатие твердой фазы новообразований. Надо проследить процесс возникновения и формирования гелеобразных и иных твердеющих структур в начальный период (на наш взгляд, такие структуры формируются по спиральному механизму). Не обозначены в должной мере автоколебательные явления в кинетических процессах твердения (да и деструкции под действием внешних сред) материалов.

Твердение вяжущих до сих пор преимущественно изучается в статических условиях и в стабильных средах. Необходимо интенсифицировать исследования процессов твердения под действием динамических возмущений полей различной природы, физических, химических и биологических факторов. В ближайшее время должны стать более продуктивными подходы к формированию макроструктуры (включая армирование!) материалов, к получению структур различной упаковки и плотности, к установлению количественных зависимостей свойств заполнителей, связующих и конечных композитов. А методы подбора и оптимизации составов бетонов и других материалов следует обновить на основе представлений об их композиционном строении.

Сейчас уже несомненна взаимозависимость материалов и технологий их получения, развитие материалов через технологии. И поэтому исследования в области ИРТ, каркасных, литьевых технологий, монолитного бетонирования требуется углубить и создавать новые неординарные технологии на базе последних достижений науки. Особый интерес и перспективу представляют строительные биотехнологии, обеспечивающие получение экологически чистых КСМ без применения традиционных вяжущих и с существенной экономией ресурсов, порой на базе техногенных продуктов.

В практической технологии исключительно актуальны разработка действенных методов безобогревного бетонирования и общие проблемы энергосбережения и создания эффективных и экономичных материалов на магнезиальных и гипсовых вяжущих из местных сырьевых ресурсов и техногенного сырья. Надо сконцентрировать усилия на создании высокоэффективных теплоизоляционных материалов, в первую очередь на технологии пенобетонов и композитов на полых заполнителях. Современным технологиям и составам керамических материалов, прежде всего безобжиговых, вибропоглощающих, радиационно-стойких, химически стойких и других специальных материалов, до сих пор уделяется мало внимания.

В последние годы в Москве и других мегаполисах обострилась проблема строительства на виброзагрязненных территориях. В связи с этим актуально создание класса вибропоглощающих материалов. Безусловно, интенсифицируются исследования и в области создания и технологии экологически чистых материалов. Не имеет пока удовлетворительного решения проблема утилизации вышедших из эксплуатации материалов и конструкций.

В начальной стадии находятся информационные технологии в НСМ, в частности компьютерное материаловедение. Очевиден прогноз ускоренных разработок методов физического, физико-химического и математического методов моделирования структуры, технологии и свойств материалов, компьютерного синтеза композитов различного назначения. На очереди создание методов конструирования структуры композитов, постепенное стирание грани между КСМ и композиционными строительными конструкциями (КСК) и разработка универсальных программ создания строительных композитов.

Не должна остаться без внимания проблема создания единой теории деградации и сопротивления материалов химическим, физическим, биологическим и силовым воздействиям, разработки на этой основе надежных методов расчета конструкций, оценки и прогноза их долговечности.

Очевидно, оживятся маркетинговые исследования, а также изучение общего влияния рыночных отношений и государства в области КСМ и их технологий. XXI век должен стать веком расцвета древнейшей сферы человеческой деятельности - строительства, а следовательно - строительных материалов и технологий.