

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕТОНОВ ЗАДАННЫХ ТИПОВ И СВОЙСТВ

В.П. Уласевич, В.В. Тимошевич

Одним из основных строительных материалов является бетон, объем применения которого постоянно возрастает. В этой связи на первый план выдвигается проблема *эффективности и интенсификации* его производства. Наиболее эффективный путь технического решения этой проблемы - применение модифицированных бетонов [1] путем добавки веществ, улучшающих технологические свойства бетонных смесей и (или) строительно-технические свойства бетона. Добавка таких веществ в цементные системы, оказывая влияние на параметры кристаллизации, влияя на морфологию новообразований (внешний вид фаз, их форму и размер, удельную поверхность), изменяет структуру затвердевшего цементного камня и бетона за счет микровоздухо- (газо-) вовлечения (выделения), и тем самым влияет на его свойства - прочность, пористость, водонепроницаемость, усадку, трещиностойкость, прочность сцепления с заполнителем. Модифицируя цементные системы (бетоны и растворы) могут быть достигнуты следующие цели:

- направленное изменение вязкости цементно-водных суспензий с целью улучшения технологических свойств бетонных смесей;

- регулирование таких важнейших технологических свойств бетонной смеси, как сохранение ее подвижности во времени, расслаиваемость и водоотделение;

- возможность изменения структуры формирующегося цементного камня и бетона с целью увеличения их прочности и долговечности при многократных физических воздействиях;

- возможность управлять процессами гидратации цементов и ускорением твердения бетона.

Для эффективного использования всего многообразия модификаторов бетона, они классифицированы в шесть основных классов [2]. Классификация основана на учете преимущественного технологического эффекта действия. Каждый из классов делится на группы и подгруппы в зависимости от учета комплекса важнейших первичных (пластифицирующий эффект, регулирование процессов схватывания и твердения, повышение конечной прочности), и вторичных (подвижность бетонной смеси во времени, воздухо- (газо-) вовлечение, гидрофобизация, изменение прочности бетона при повышенных температурах) признаков.

Несмотря на большое многообразие модификаторов важным следует считать их разработку на основе утилизации отходов производства. В Республике Беларусь среди таких модификаторов следует назвать:

- модификаторы-суперпластификаторы: *С-3* - разработан в НИИЖБ на основе натриевых солей нафталинсульфокислоты и формальдегида; *Дофен* - на основе натриевых солей сульфокислот нафталина, его производных и аналогов формальдегида, - продукт сульфирования тяжелых смол пиролиза жидких углеводородов отработанной серной кислотой;

- модификаторы полифункционального действия: *ЛМГ* - лингосульфونات, модифицированные галитом с добавкой СФК в качестве флотореагента (а.с. № 1250536); *РС* - на основе стока, полученного при регенерации высокоосновных анионитных смол от органических красящих веществ сахарорафинадных производств [3]; *ЛТМ* - смесь лигносульфонатов технических с натриевыми и кальциевыми солями по ТУ 480-2-

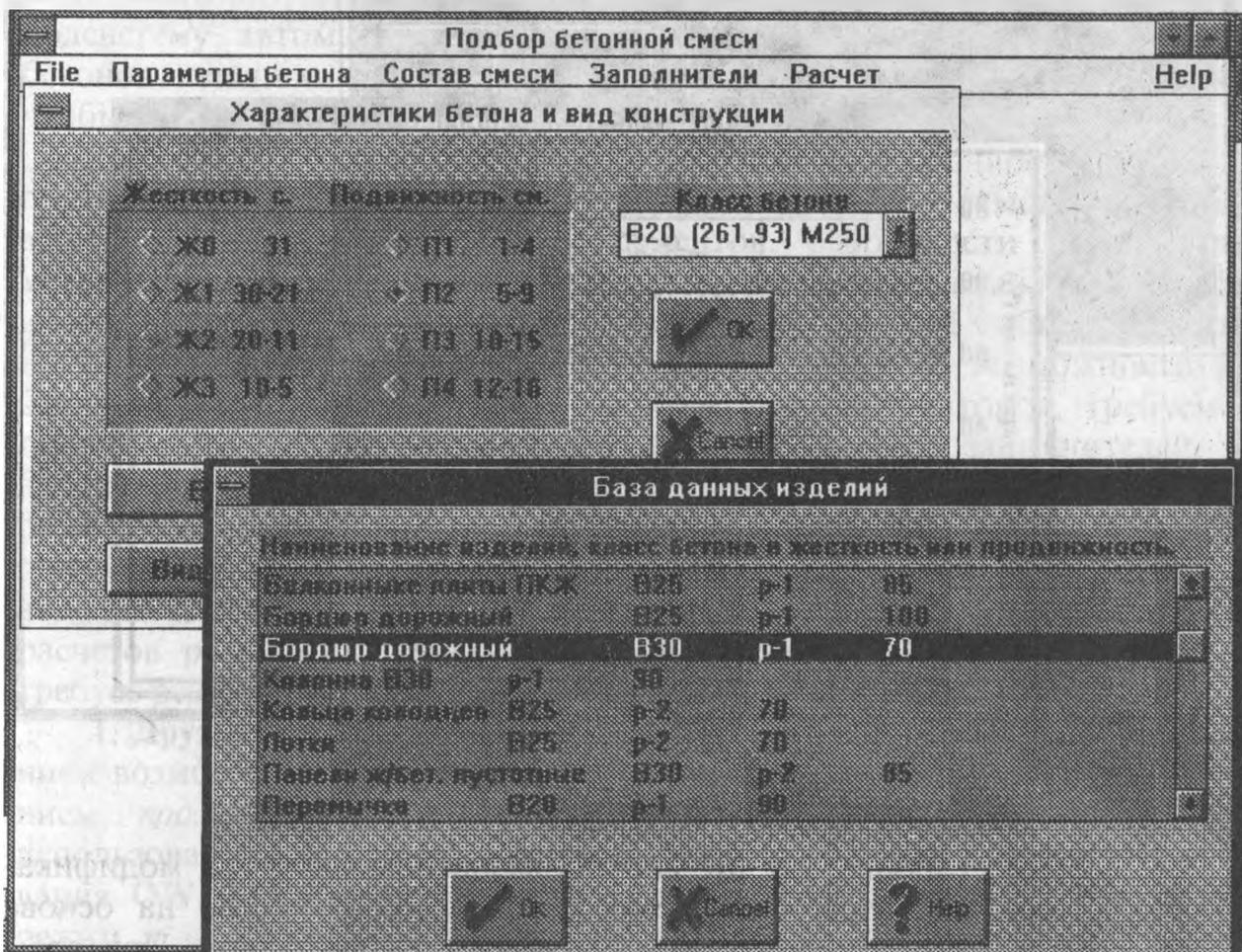


Рис. 1.

4-86 (NaCl , Na_2SO_4 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), и др.

В соответствии с потребностями народного хозяйства, функциональным назначением бетонных и железобетонных изделий и конструкций возрастает потребность в различных видах бетона. Согласно [4] предусмотрены следующие виды конструкционных бетонов: **тяжелый** с плотностью 2200, ..., 2500 кг/м³ (на плотных заполнителях); **мелкозернистый** со средней плотностью свыше 1800 кг/м³ (на мелких заполнителях); **легкий** плотной и поризованной структуры (на пористых заполнителях); **ячеистый** автоклавного и неавтоклавного твердения; **специальный**.

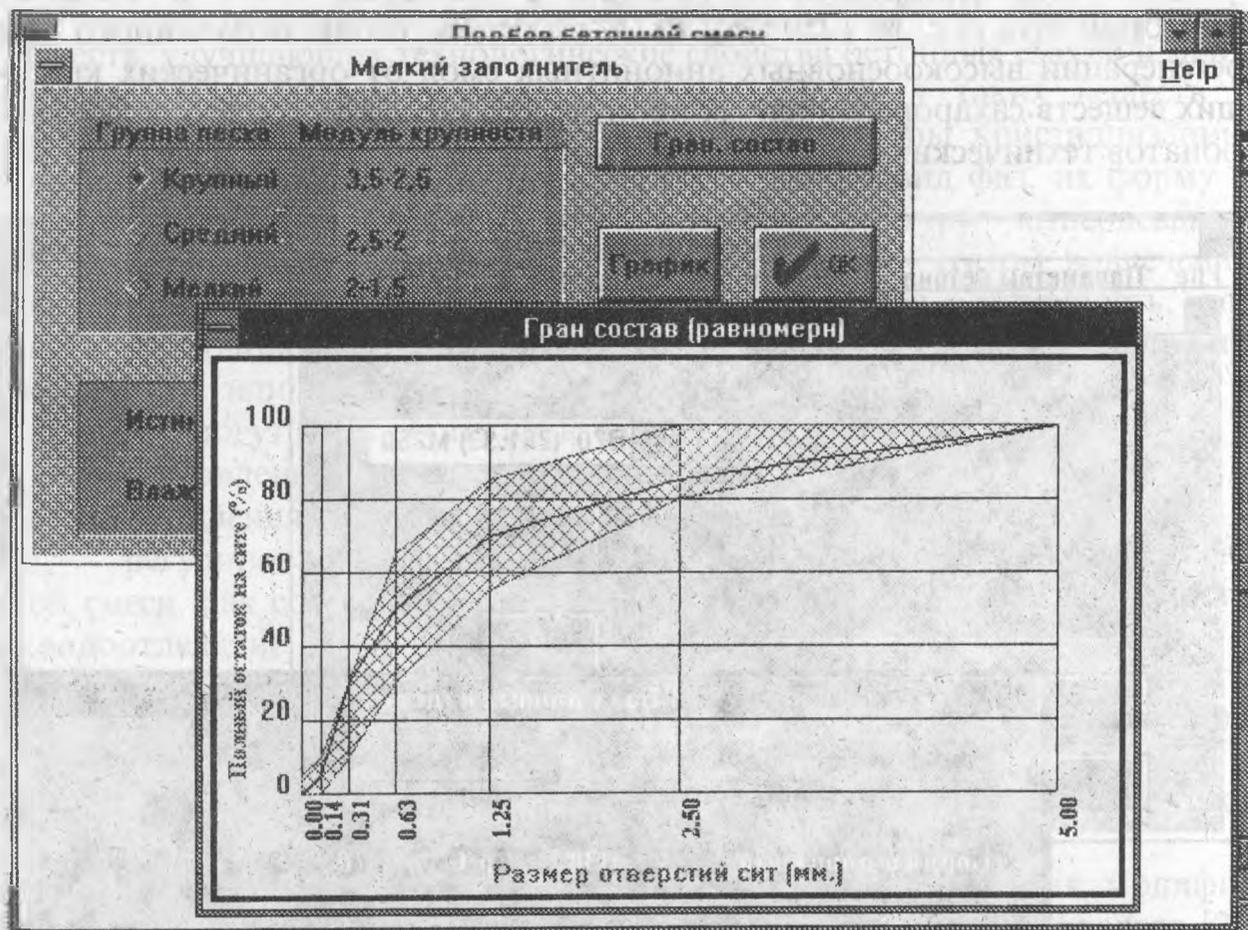


Рис. 2.

С другой стороны, как ни многообразна номенклатура модификаторов бетона, их разработка и внедрение в производство на основе недорогого и недифицитного сырья попрежнему актуальна. При этом решается важная проблема - утилизация осадков и стоков, наносящих вред водным ресурсам окружающей среды. Экспериментально-теоретические исследования, которые ведутся нами совместно с учеными Белос-

токского политехнического института с целью поиска новых модификаторов бетона, подтвердили возможность получения на основе РС сахаро-рафинадных производств *группы модификаторов* полифункционального действия для **мелкозернистых** и **легких** бетонов. Это подтверждает перспективность дальнейших исследований и необходимость их интенсификации. При этом, в процессе экспериментальных исследований при определении оптимальных дозировок модификаторов и их аналогов приходится рассчитывать большое количество составов, вести их постоянную корректировку. Результаты испытаний необходимо обрабатывать статистически, вести документирование, строить графики и диаграммы.

Учитывая вышесказанное, а так же уникальные возможности операционной среды Windows для построения *дружественного интерфейса* в системе "Пользователь-ПК", опыт построения алгоритмов САПР, а так же научные исследования в области использования РС как модификатора бетонной смеси, нами сделана попытка создать подсистему автоматизированного проектирования модифицированных бетонов заданных свойств - **ВЕТОН**. При ее создании мы стремились, чтобы она удовлетворяла следующим условиям [5]:

Виды конструкционных бетонов, их классы по прочности, марки по плотности, морозостойкости, водонепроницаемости, самонапряжению, а так же многообразие марок цементов, особенности их гранулометрического состава, разнообразие заполнителей, их влажность требуют от заводов железобетонных конструкций высокой гибкости и точности технологий приготовления бетонных смесей, возможности их быстрого перерасчета с учетом дозировок модификаторов, требуемой подвижности бетона, влажности песка и других заполнителей. В лабораториях заводов необходимо постоянно учитывать возможность появления новых ГОСТ или дополнений к ним. Под рукой технолога постоянно должна находиться всевозможная справочная информация в виде различных рекомендаций, методик и др. Кроме того, сама методика расчетов различных бетонных смесей достаточно трудоемка, так как требует решения многопараметрической задачи, и многовариантна.

1. **Дружественный интерфейс** системы. Это достигается использованием возможностей операционной системы Windows и программированием *под Windows* на алгоритмическом языке Borland C++ с использованием библиотеки объектно-ориентированного программирования OWL. Основная его особенность - полиэкранный графический режим и наличие развитой системы диалоговых областей (рис. 1; 2). Через *систему связи и внедрения объектов (OLE)* имеется возможность обмена данными с программным комплексом EXCEL, WORD и др. Возможна работа в мультисредах.

2. Система **BETON** снабжена развитым *гипертекстовым файлом* HELP (Подсказка), обеспечивающим Пользователя необходимой справочной информацией в виде текста, формул, таблиц и рисунков *по ключевым словам*, а так же *базой данных*. *Гипертекстовый файл* подсказки сформирован по тематическим разделам. Нажатием кнопки "?Help" предусматривается выход в *гипертекстовый файл* из диалоговых областей (Рис.3).

3. Система строится "*открытой*". Это значит, что *Пользователь* системы имеет возможность вносить изменения в информационные файлы и файлы базы данных. Кроме того авторы программы по заказу Пользователя могут вносить другие изменения с учетом особенностей конкретных заводов, типов бетонов, применяемых модификаторов и т.д. Предусматривается так же возможность создания подсистем управления технологией приготовления бетонных смесей и режимов термообработки через комплекс коммуникационного оборудования.

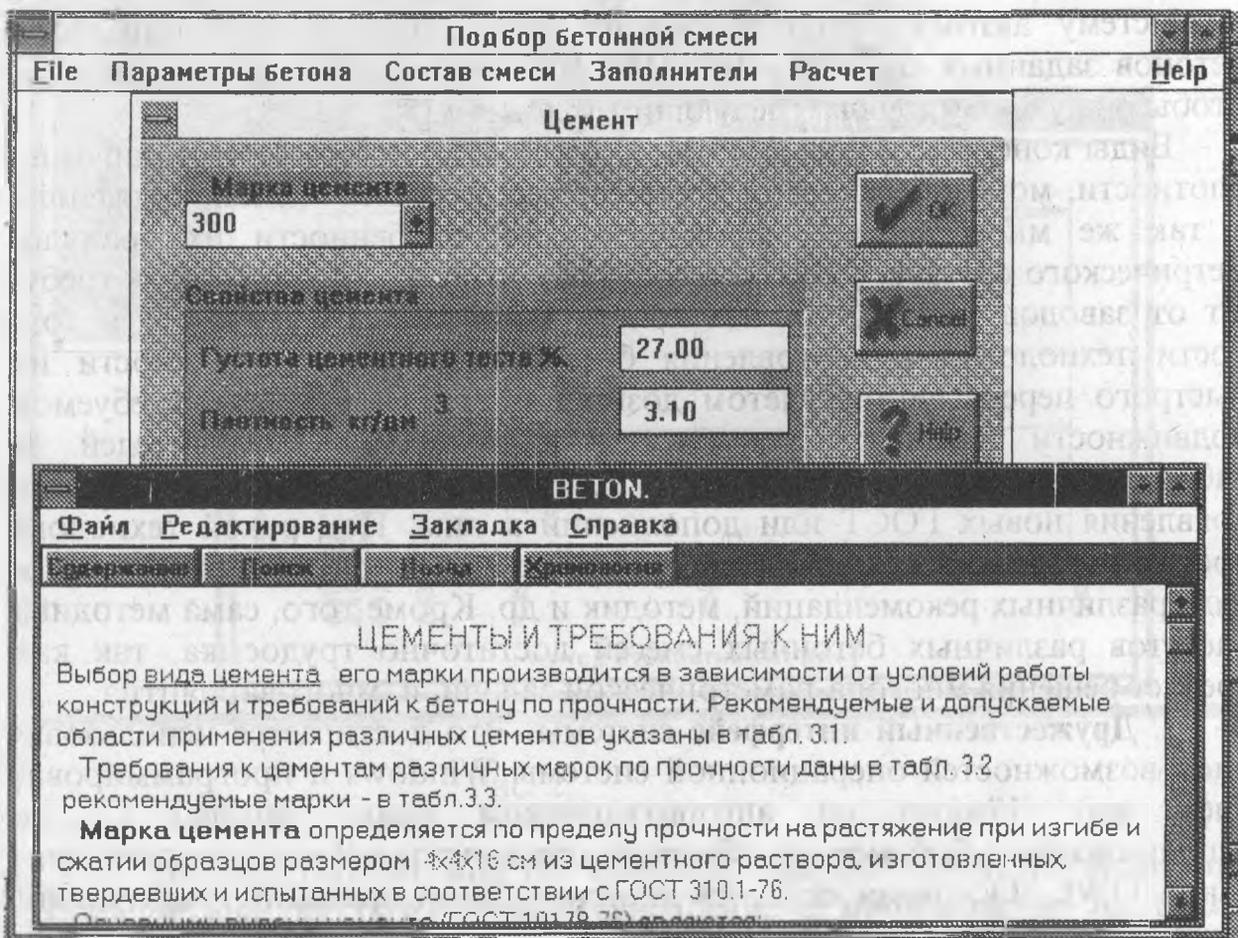


Рис. 3

Используя систему OLE ОС Windows 3.1 открывается возможность создавать на базе системы **BETON** динамическую профессиональную интегрированную среду исследователя, с помощью которой могут быть задействованы такие пользовательские системы, как EXCEL, AutoCAD, WORD и др., необходимые для построения трехмерных диаграмм, графиков, чертежей, с целью выполнения научно-прогнозирующих оценок.

4. **Возможность статистической обработки** результатов испытаний образцов с целью подтверждения их достоверности и возможности прогноза при планировании эксперимента.

5. Наличие **информационной рабочей книги**. С ее помощью Пользователю предоставляется возможность вести учет теоретических результатов расчета и соответствующих им результатов испытаний, использовать эти данные при статистической обработке и исследованиях, подборе оптимальных составов, а также составлении отчетов и других рабочих документов, вести *рабочий архив*.

Таким образом, программный комплекс **BETON** представляет собой систему структурных, функциональных, математических и информационных моделей, адекватно отражающих процесс проектирования и прогнозирования бетона как конструкционного материала. Он не только является мощным инструментом в руках *Исследователя*, но в современных условиях незаменим в лабораториях заводов, выпускающих бетонных и железобетонные изделия и конструкции. Полезна она и при использовании в учебном процессе студентами строительных специальностей.

Л и т е р а т у р а

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М.: Стройиздат, 1990. -400 с.

2. ГОСТ 24211-80. Добавки к бетонам. Классификация. - М., 1980.

3. Уласевич З.Н. Основные свойства бетонов с добавкой регенерационных стоков сахаро-рафинадных производств. Автореф. д-ции. НИИЖБ Госстроя СССР. -М.: ПЭМ ВНИИНТПИ Госстроя СССР, 1990.

4. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. /Госстрой СССР. -М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. -88 с.

5. Уласевич В.П. О методике построения учебно-исследовательских ТЛП строительных конструкций. Тезисы докладов XXI научно-технической конференции в рамках проблемы "Наука и мир". Ч III. БрПИ. -Брест, 1995, с. 68-69.