

Реология бетонных смесей и ее технологические задачи

В октябре 1982 г. в Юрмале ЛатвССР состоялся IV Всесоюзный симпозиум на названную тему (РЕОБЕТ-IV), организованный Рижским политехническим институтом с участием комиссии по реологии бетонных смесей Научно-координационного совета по бетону и железобетону Госстроя СССР и НТО стройиндустрии ЛатвССР.

В докладе о проблемах научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов ЛатвССР подчеркнута необходимость укрупнения несущих конструкций одновременно со снижением их массы, в том числе благодаря применению легких и тяжелых бетонов повышенных марок М700—М800 и более. Рекомендуются совершенствование технологии формования изделий с учетом расширенного применения суперпластификаторов, способов ускорения твердения бетона и отделки поверхностей.

В одном из докладов сформулированы задачи реологии в технологии бетона (на стадиях перемешивания смесей и формования изделий) и подчеркнута особое значение реологического подхода в связи с внедрением пластифицирующих добавок, которые по-разному влияют на стандартные реологические характеристики. Отмечена также своевременность замены стандартных характеристик удобоукладываемости более совершенными.

Освещен оригинальный подход к развитию микрореологических представлений, а именно к зависимости контактных взаимодействий и структурно-реологических свойств цементных паст, растворов и бетонных смесей. Контактные взаимодействия, обуславливающие агрегирование твердых частиц и образование пространственных структур, являются причиной нелинейности в реологическом поведении дисперсных систем. Их поведение искажается из-за возникновения локальных разрывов сплошности при сдвиговом деформировании. Даны технологические рекомендации для предотвращения этих вредных с точки зрения однородности материала разрывов.

Статистическое моделирование и оптимизация реологии и технологической механики были темой одного из докладов. В нем даны конкретные примеры и намечены дальнейшие задачи изыскания способов определения заданных свойств

бетона в зависимости от рецептурно-технологических факторов на основе функционально-математических моделей. Целесообразно установить зависимость между прямыми и косвенными реологическими характеристиками, что расширит данные о прямых характеристиках.

Преимуществом метода ползучести при сдвиге в реологии бетонных смесей по сравнению с методами постоянной скорости деформирования и постоянной деформации является наибольшая информативность. В кратком обзоре приведены основные результаты исследований влияния вибраций, нормального напряжения, частичного вакуума, температуры, суперпластификатора, ПАВ и микроармирования на реологические свойства смесей тяжелого, ячеистого бетона и композита на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем.

Участниками симпозиума рассмотрен наиболее часто применяющийся метод ротационной реометрии при постоянной скорости деформирования рабочего органа. Особое внимание уделено реограммам, позволяющим создать сложное напряженное состояние и переменное по интенсивности и направлению вибрационное поле при широком спектре градиентов скорости сдвиговой деформации. С помощью разработанных оригинальных приборов получены кривые консистенции газобетонных смесей, дано новое реологическое уравнение для их описания.

Рассмотрены задачи реологической кибернетики в дисперсных системах при движении их по длинным трубам и с учетом термочувствительности. По характеру функции откли можно определить режимы движения материала, наличие или отсутствие ядра потока; даны закономерности течения дисперсных систем с переменными по длине канала реологическими характеристиками. Обратная задача течения позволяет определить реологические характеристики.

Два доклада были посвящены реологической пенетрометрии, получившей значительное развитие в 1976—1982 гг. Выполненное Таллинским политехническим институтом и НИПСиликатобетоном усовершенствование пенетрометра с коническим индентором заключается в фиксации кинетики его погружения или

релаксации осевого усилия. С его помощью можно определять кроме косвенной характеристики — пластической прочности — также комплекс упруговязкопластических характеристик, присущих дисперсной системе, аппроксимируемой новой реологической моделью с двумя временами релаксации.

Один из докладов посвящен пенетрационному вискозиметру и его экспериментальной проверке. Усовершенствован ранее разработанный способ определения присущих модели Бингама предельного напряжения сдвига и пластической вязкости методом ползучести конического индентора, который применим для широкого диапазона строительных смесей.

В последующих докладах даны технологические приложения реологии. В них сформулированы основные задачи реологических исследований железобетонных изделий. Выделены три процесса формования: течение (формоизменение), уплотнение (объемоизменение) смеси и ее поведение при немедленной распалубке. Наиболее изученным является способ виброформования изделий.

Проанализированы вибрационные и асимметричные — ударно- и ударно-вибрационные способы формования изделий и убедительно показаны преимущества последнего при уплотнении смесей тяжелого и легкого бетонов. Поскольку при действии на среду низких частот, присущих асимметричным способом, тиксотропное разжижение проявляется в меньшей мере, чем при вибрационных, необходимы большие значения динамического давления. Ударный способ формования ячеистобетонных изделий (ПО Сморгоньсиликатобетон) показал снижение энергоемкости и повышение качества готового материала по сравнению с вибрационным.

В представленных на симпозиум тезисах рассмотрены безвибрационные способы формования бетонных и железобетонных изделий: центрифугирование, прессование, вакуумирование, прессование с электроосмосом, роликовое прессование. При разработке ИСиА Госстроя БССР способа пресс-вакуум-бетона использовано уравнение, учитывающее нормальное напряжение и поровое давление в бетонной смеси. Разработаны основы теории трения бетонной смеси по фильтрующей поверхности, выявлены закономерности распределения бетонной смеси при центрифугировании и нагнетании в отсек кассеты, рассмотрен процесс фильтрации воды из бетонной смеси при центрифугировании, прессовании и вакуумировании, разработаны методики расчета давлений, действующих на технологическое оборудование.

Следует признать, что формование из-

делий является тем технологическим процессом, где в наибольшей мере использованы положения реологии. Об этом свидетельствуют стендовые доклады украинских исследователей.

Один из докладов посвящен реологии твердения бетона на минеральных вяжущих. В нем анализируется влияние на напряженно-деформируемое состояние в бетоне таких факторов, как поле температур, градиенты давлений и влажности, различные коэффициенты температурного расширения составляющих, объемное давление в гидратах новообразо-

ванных. Дается методика оценки твердеющего материала по первому предельному состоянию. Отмечается, что основное внимание следует уделять понижению температуры после изотермического прогрева с целью сокращения числа макро- и микротрещин.

В принятом участниками симпозиума решении намечена дальнейшая разработка методики и аппаратуры для определения инвариантных характеристик реологических свойств различных бетонных смесей в лабораторных и производственных условиях в широком диа-

пазоне изменения технологических факторов, а также разработка микрореологической теории бетонных смесей, позволяющей прогнозировать их упруговязкопластические свойства и методики определения характеристик объемной реологии смесей и др. Рекомендуются усилить работу по созданию реологических основ современных способов перемешивания смесей и твердения бетона.

Г. Я. КУННОС, зам. председателя Оргкомитета симпозиума, председатель комиссии по реологии бетонных смесей, д-р техн. наук, проф.