

УДК 666.97

*Г.В. Бадеян, д-р техн. наук, главный инженер Корпорация "Познякижилстрой",
Е.Ж. Даниелян, инженер Корпорация "Познякижилстрой"*

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ СРЕД В СИСТЕМАХ "БУНКЕР-ОПАЛУБКА"

Процессу производства монолитных железобетонных конструкций предшествует технология доставки бетонной смеси от автобетоносмесителя и её транспортирования к месту укладки в опалубку. В наиболее простом случае это выполняется системой «бадья-опалубка» [1]. Очевидно, такие важные свойства бетонной смеси, как удобоукладываемость и однородность значительно зависят от правильного выбора соответствующих параметров процесса изменения смеси от автобетоносмесителя до опалубки.

Несмотря на широкое распространение бункеров в строительном производстве, строительстве зданий и сооружений, их кажущуюся простоту (устройства и функционирования), теория их рабочего процесса, в особенности для сыпучих тел, строительных смесей, реологически сыпучих жидкостей и др. Находится в настоящее время лишь в зачаточном состоянии. В ряде теоретических работ, посвященных этому вопросу, по утверждению Л.В. Гячева [2], рассматриваются, как правило, только силы, действующие на стенки бункера при покое сыпучего тела. Движение сыпучих тел в бункерах принято изучать лишь экспериментально, ввиду сложности построения адекватной физико-математической модели, причем данные, полученные различными исследованиями, не всегда между собой согласуются.

Можно утверждать, что подобное положение дел в динамике сыпучих тел вообще, в теории движения сыпучих (строительных) сред, тел, смесей в трубах и бункерах, в частности, сдерживает технический прогресс в области строительства (в частности, методом возведения зданий из монолитного железобетона и пр.) В работе [2] впервые предпринята попытка создания теории движения сыпучих тел в трубах постоянного и переменного сечения. Она может быть исследована при проектировании соответствующих комплексов и агрегатов производства строительных изделий, материалов и конструкций. Теория [2] основана на представлении о сыпучем теле, как о совокупности шероховатых абсолютно твердых частиц, обладающих определенными размерами. Механические свойства принятой здесь модели идеально сыпучего тела близки к действительным свойствам ряда реальных сыпучих материалов, используемых в строительном производстве и технологиях, таких как строительные смеси (песка, гравия, щебня, цемента и др.).

Вкратце остановимся на основных задачах динамики сыпучих тел и возможных путях их решения.

Можно наметить три основных типа задач теории движения сыпучих (строительных) тел и смесей. В соответствии с этим можно определить и три основных направления в динамике сыпучих (строительных) тел и смесей.

1. Теория движения сыпучих (строительных) тел и смесей (ССТС) в закрытых сосудах, неподвижных или движущихся по каким-либо законам. Сюда относится движение ССТС в трубах и бункерах, неподвижных или совершающих какое-либо движение (управление системой извне).

2. Теория движения ССТС в открытых сосудах (лотках, желобах и др.)

3. Теория обтекания ССТС и материалами движущихся в них твердых тел (мешалки, рабочие органы глубинных вибраторов, стержни арматурные и пр.)

Следует отметить, что во всех указанных случаях всегда наблюдается относительное движение частиц всего объема ССТС. Например, при движении ССТС в существующей трубе (бункере) прилегающие к стенкам частицы обязательно вклиниваются между соседними; т.е., в свою очередь, раздвигают смежные частицы и, в результате, в относительное движение приходят все частицы ССТС, заполняющие движущийся объем. При перемещении ССТС по

желобам, лоткам, каналам и др. частицы, находящиеся в перемещаемом (рабочим) органом объеме, совершают и вихревое движение. Процесс обтекания ССТС движущегося в нем поверхности какого-либо рабочего органа (поверхностного, глубинного, вибратора и др.) сопровождается сложным абсолютным и относительным движением частиц (ССТС).

Сказанное выше позволяет заключить, что ССТС нельзя рассматривать как монолит, движение которого происходит лишь путем смещения частей монолита (квазиупругого континуума) по отдельным плоскостям скольжения. В связи с этим при исследовании динамики ССТС просто бесполезны методы статики сплошной сыпучей среды, предлагающие, как и в случае твердых тел (упругого континуума), возможность разрушения только по отдельным плоскостям (ССТС является дискретной средой, а континуальные свойства ей, т.е. сплошность, вряд ли можно присвоить). Абсолютно твердых шаровых зёрен, обладающих сухим внешним и внутренним трением. Л.В. Гячев [2] применяет метод исследования движения, заключающийся в составлении и интегрировании дифференциальных уравнений движения сначала элементарного, а затем конечного объёма (потока) сыпучего материала в бункере. Изложенный метод позволил последовательно и логически обоснованно рассмотреть автору [2] целый ряд вопросов, имеющих важное практическое значение для технологий производства строительных материалов, изделий, конструкций. В их число входит, например, исследование теоретических закономерностей гидравлического истечения сыпучего материала из бункеров и нормального истечения из отверстий. Найдены осевые и нормальные к стенкам бункера давления сыпучего тела при покое, установившемся и неустановившемся гидравлическом истечении. Рассмотрены законы истечения сыпучего материала из составных бункеров, а также комбинированного истечения из бункеров с насадками. Определена производительность бункеров сложной формы с криволинейным продольным сечением, а также найдена теоретическая форма, бункера, обладающего наибольшей пропускной способностью.

Все сказанное выше о работе [2] свидетельствует о том, что лежащие в основе предлагаемой в ней теории дискретные модели сыпучих тел и метод исследования движения могут быть использованы для решения задач движения сыпучих (строительных) смесей, с коррекцией применительно к условиям подачи смеси в опалубку и с учетом насыщенной арматуры.

Список литературы

1. Бадеян Г.В. Основы технологических решений возведения монолитных железобетонных каркасов в высотном жилищном строительстве. Диссертация на соискание ученой степени доктора наук. К.: КНУБА, 2000.
2. Гячев Л.В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах - М.: Машиностроение 1968.- 184 с.