

Самарай В.П.

(КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВОПРОСЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕОЛОГИИ ВИБРОУПЛОТНЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Вопросы виброуплотнения формовочной смеси на сегодня достаточно актуальны, так как применяются во многих способах получения различных отливок: стоматологическое литье, ювелирное литье, литье по газифицируемым моделям, вакуум-пленочная формовка, литье по выплавляемым моделям, уплотнение ХТС, крупнотоннажное литье и др. Именно поэтому правильно выбранный режим виброуплотнения – один из основных факторов, который имеет большое влияние на качество готовой отливки. На сегодняшний день продолжает оставаться множество неисследованных вопросов в этом направлении.

Качество отливок в значительной степени зависит от свойств формовочного материала, сложности используемой оснастки, степени и характера уплотнения формы. Причины образования дефектов отливок могут быть различные: степень и характер распределения плотности по объему форм, прочностные характеристики формовочной смеси, зернистость наполнителя, вид и количество связующего и добавок, влажность формовочной смеси и др.

При использовании песчаных формовочных смесей для получения отливок могут возникать дефекты готового литья из-за неоптимального уплотнения формы. Недостаточная плотность поверхности формы вызывает: пригар, шероховатость, засоры, прорыв, размыв, распор формы (подутость), утечку, наросты, разностенность, песчаные раковины, вылом (выбоина), волнистость, вскип, незалив, обвалы, плены, обгар, отдав, выдав формы (обжим). Излишняя плотность может вызывать взрывной пригар, ужимины, газовые раковины, просечки, складчатость и т. д.

При виброуплотнении формовочных и стержневых смесей (ФС, СС) в объеме литейной формы (ЛФ) или стержня образуются стоячие волны, обуславливающие наличие концентрических зон сжатия и растяжения, которые неподвижны при постоянной частоте импульсов. Периодически в этих зонах возможна смена сжатия на растяжение и наоборот, а между этими зонами существуют пространства, в которых перемещение частиц отсутствует, поэтому эти зоны не уплотняются, что многократно наблюдалось на практике. Для устранения этого эффекта и равномерного уплотнения необходимо периодически менять частоту вибрации или увеличивать зону сжатия одновременным подбором амплитуды и частоты в соответствии с текущим состоянием и реологическими и технологическими свойствами ЛФ или стержня.

Недостаточно практически исследовано явление резонанса для оптимизации и применения этого фактора в системах автоматического управления (САУ) и регулирования (САР) при уплотнении ЛФ и стержней. Совершенно не исследована связь резонанса с распределением плотности, технологическими и реологическими свойствами в ЛФ и стержнях, с положением зон растяжения и сжатия по высоте формы. Практически не применяется расчет координат и размера резонансного слоя.

При уплотнении вибрированием в наиболее благоприятных условиях оказываются нижние слои ФС или СС, и, наоборот, верхние практически не уплотняются. Поэтому вибрация особенно эффективна для предварительного или комбинированного уплотнения. В первом случае последующее уплотнение надо осуществлять вибрацией с установленным грузом. Эта технология обеспечивает качественное уплотнение форм высокой сложности, причем на первом предварительном этапе груз только мешает – уменьшает текучесть и фиксирует смесь, затрудняя предварительное распределение, перетекание и уплотнение в опоке или стержневом ящике.

Очень актуальным остается вопрос комбинирования и последовательности применения разных видов вибрации: вертикальной, горизонтальной, круговой, поляризованной, цилиндрической, объемной. Управляемый процесс вибрации с использованием различных волн позволит производить заполнение сложных поднутрений по всему объему формы или стержневого ящика.

Совершенно не исследовано управляемое использование несинусоидальных колебаний (прямоугольных, пилообразных, сложных колебаний другой формы – типа белого, розового и других шумов). Соответственно представляет огромный интерес тщательное исследование распределения спектров и гармоник возмущающих колебаний в объеме ЛФ и стержня.

Совершенно неисследованным вопросом остается перемещение волн колебаний для разных видов вибрации в перпендикулярном направлении от вектора генерации, т. е. от боковых стенок опоки и стержневого ящика в центр ЛФ и стержня (особенно при комбинировании, многомерности и поляризации).

Теоретический и практический интерес представляют расчет и учет физических явлений интерференции и дифракции однонаправленных и разнонаправленных колебаний различной формы и параметров не только от подмодельной плиты и модели, а и одновременно от боковых стенок опоки или стержневого ящика.

Практический интерес по-прежнему представляет расчет высоты наполнительных рамок и высоты верхних холостых нагрузочных слоев ФС.

Продолжает представлять огромный практический интерес эффект встречного перемещения зерен наполнителя (например песка) разного размера при разных вибропараметрах и на разных этапах уплотнения. Остается проблема разуплотнения уже уплотненных зон ЛФ и стержня и в связи с этим особое значение представляет оптимизация времени уплотнения вибрацией.

Следует отметить, что проблема обеспечения оборудованием для виброуплотнения наиболее полно решена в стоматологии для изготовления стоматологических протезов. Существует целая гамма вибростолов многочисленных производителей для различной грузоподъемности и с различным регулированием – либо амплитуды, либо частоты, реже – и того и другого. Однако ни один из перечисленных выше технологических вопросов управления качеством формы подробно и системно не исследованы ни самостоятельно, ни совместно. В то же самое время, например, в Германии прикладываются огромные усилия для создания целой гаммы вибростолов с микропроцессорным управлением и с несколькими управляющими разновекторными приводами на один вибростол, что позволяет добиваться совершенно уникальных гидравлических характеристик и возможности заполнения и уплотнения самых сложных поднутрений в изготавливаемых формах и стержнях.

Все названные вопросы и проблемы рационально исследовать с помощью подходов реологии и систем автоматического управления для обеспечения построения статических и динамических моделей реологических свойств, уплотнения, качества и дефектности ЛФ, стержней и отливок в рамках кибернетики, системного анализа и теории моделирования.

Особый интерес представляет построение передаточных функций, дифференциальных или интегральных уравнений, матричных моделей, моделей нулей и полюсов, связывающих входные сигналы виброуплотнения с выходными сигналами реологических свойств, уплотнения, качества и дефектности ЛФ, стержней и отливок с целью моделирования, анализа, диагностики, прогнозирования, оптимизации и регулирования процессов уплотнения литейных форм и стержней.