



There are given the list of the main physical magnitudes, affecting on the quality of sand-clay mode, received at air-impulse compression, and also the necessary kit for their measuring.

Д. М. КУКУЙ, Белорусский национальный технический университет,
Д. М. ГОЛУБ, НП РУП "Институт БелНИИлит"

УДК 621.74.06

АППАРАТУРНАЯ ПОДГОТОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНО-ИМПУЛЬСНЫХ МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

На процесс уплотнения песчано-глинистой формовочной смеси влияет определенный ряд физических параметров, изменение величин во времени которых необходимо изучить для определения механизма уплотнения и последующего управления формообразованием.

Определения стандартных физических величин, описывающих реологическую модель уплотнения прессованием или встряхиванием для динамических методов уплотнения, в частности воздушного импульса, недостаточно. На качество формы влияет ряд основных параметров процесса, каждый из которых включает в себя физические величины, представленные на рис. 1.

Анализ литературных данных, а также результаты собственных исследований показали, что при импульсной формовке с высокими скоростями нагружения формовочной смеси преобладающее значение имеют следующие факторы:

- 1) параметры силового воздействия на формовочную смесь;
- 2) физико-механические и реологические свойства формовочной смеси;

3) геометрические соотношения объемов модельно-опочной оснастки, опоки и ресивера, характеристики работы клапана;

4) внешнее и внутреннее трение формовочной смеси;

5) внутрипоровый воздух.

Аналогичный набор параметров влияет на уплотнение формовочной смеси пневмопоток. Процессы уплотнения энергией сжатого воздуха (воздушно-импульсный, пескострельный, Seiatsu-процесс) имеют единую природу. Силы, действующие при уплотнении в этих процессах, одни и те же: сила давления воздуха на смесь, сила инерции смеси, сила фильтрации воздуха. Однако абсолютные величины этих сил различны. Так, например, в импульсных процессах главным фактором, влияющим на качество уплотнения, являются силы инерции. В то же время силы фильтрации воздуха практически не влияют на процесс уплотнения. И наоборот, при уплотнении воздушным потоком этот фактор является определяющим, а силы инерции практически не влияют на формирование прочности формы.

Важную роль в процессе уплотнения наряду с такими параметрами, как плотность, прочность, влажность смеси оказывают давление воздуха в ресивере, распределение величин давления воздушного потока по высоте формовочной смеси, силы фильтрации воздуха через поры смеси, насыпная масса смеси, напряжения в смеси, возникающие во время уплотнения, время открытия клапана, скорость перемещения слоев смеси, высота формы, ее площадь.

Для контроля всех указанных выше параметров стандартных методов измерения недостаточно, так как процесс весьма скоротечен. В связи с этим необходима аппаратура, чувствительная для записи быстроизменяющихся величин во времени.

Для фиксирования многих величин процесса формообразования используют шлейфовый осциллограф модели Н-117/1 (рис. 2), предназначенный для одновременной регистрации 18 изменяющихся во времени электрических (тока и напряжения) и

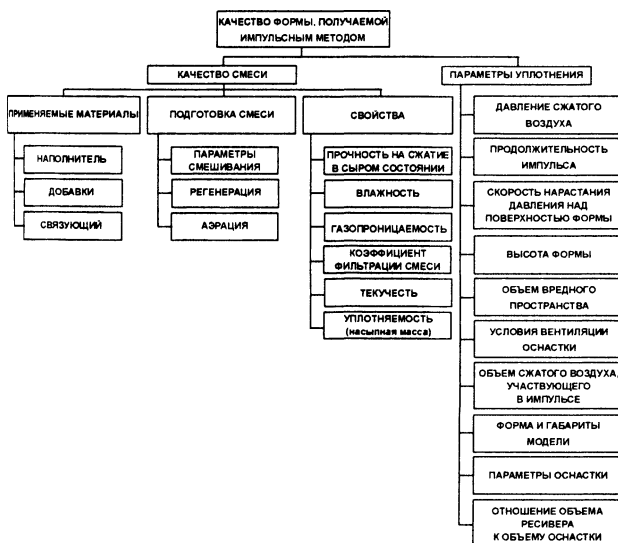


Рис. 1. Схема получения качественной формы импульсным методом

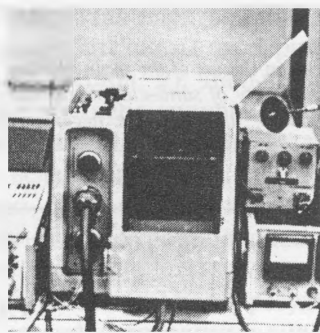


Рис. 2. Светолучевой самопишущий осциллограф

неэлектрических величин, преобразованных в электрические. Скорость протяжки регистрирующей ленты от 0 до 5 м/с с отметками времени через 0,002 с.

При записи на осциллограф точность контроля зависит от точности всех приборов, входящих в состав цепи, — датчик—усилитель—гальванометр осциллографа, а также от условий тарировки этой цепи и точности считывания данных с осциллографа. Относительная ошибка такой цепи определяется по формуле:

$$Y_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n Y_i^2}$$

где Y_i — относительная ошибка отдельных приборов и измерений; n — количество приборов (измерений в цепи).

Более современным оборудованием для регистрации физических величин уплотнения формовочной смеси являются специальные платы (рис. 3) — цифровые осциллографы, которые вставляются в свободный слот системного блока компьютера. После установки обслуживающего программного обеспечения компьютер превращается в многоканальный логический анализатор. Измеренные величины, мгновенно полученные графические зависимости, возможно анализировать, рассчитывать, документировать в электронном виде.

Чувствительными элементами, подающими сигнал осциллографу или другому анализатору, являются пьезо-, тензо- и индукционные датчики [1]. Перед использованием датчиков их необходимо оттарировать. Для этой цели применяются тарировочные устройства различной конструкции. Пневматическое устройство мод. Mebgeratewerk zwonitz RFT состоит из трехходового клапана, редуктора, манометра и ручного привода клапана (рис. 4). Схема и гидравлическое устройство для тарировки датчиков представлены на рис. 5.

Для измерения давлений в импульсной головке и в толщине формы применяются пьезоэлектрические датчики давления с чувствительным элементом из ниобата лития, с диапазоном измерения давления 0—3,0 МПа, с резонансной частотой 50 кГц. Погрешность измерения датчиков не превышает 0,5%.

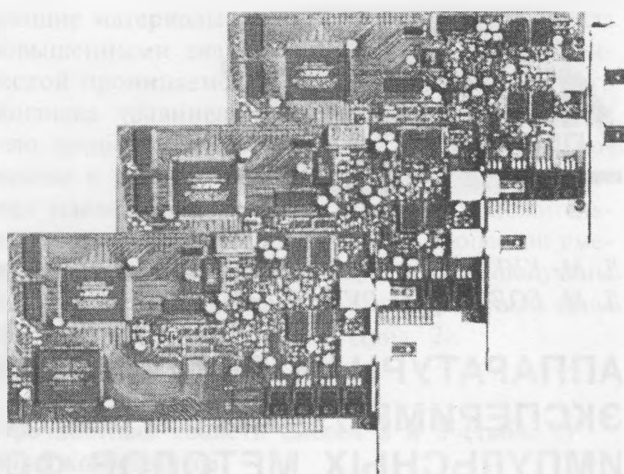


Рис. 3. Плата - осциллограф

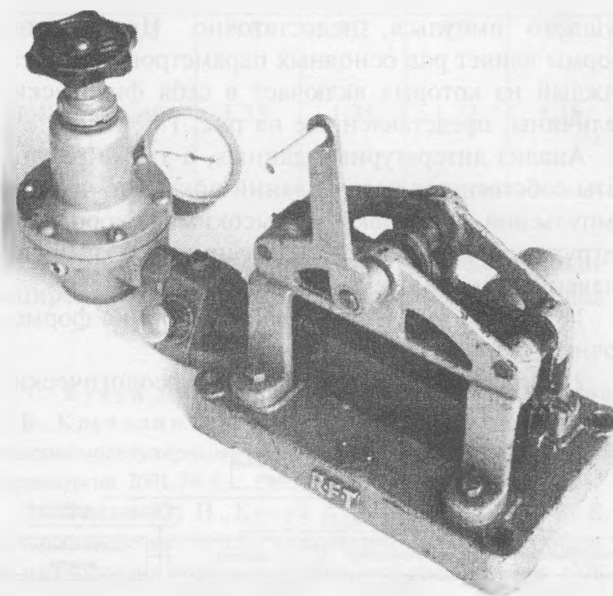
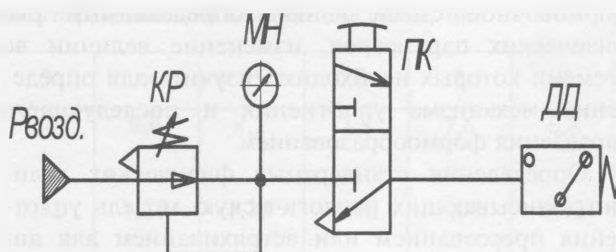


Рис. 4. Схема и общий вид пневматического тарировочного устройства мод. Mebgeratewerk zwonitz RFT

Для регистрации напряжений, возникающих в формовочной смеси при ее уплотнении, были изготовлены датчики давления собственной конструкции (см. [1], рис. 4, 5). Диапазон измерения давления от 0 до 5 атм. Толщина мембраны рассчитывалась по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{0,7\sigma d^2 b}{1,6E\epsilon}}$$

где σ — максимальное расчетное давление; E — модуль упругости материала мембраны; ϵ — допу-

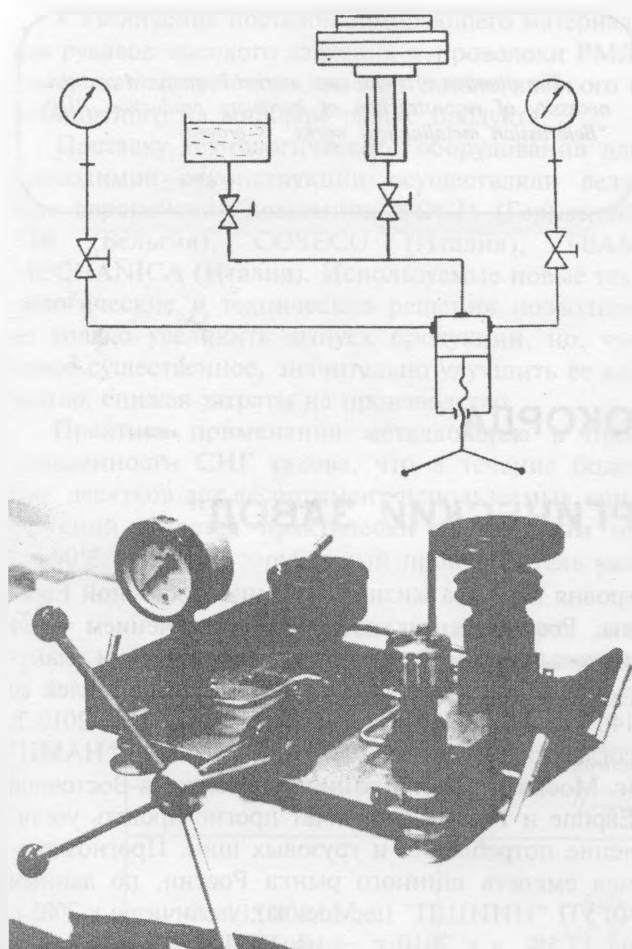


Рис. 5. Схема и общий вид гидропресса для тарировки датчиков давления

стимая относительная деформация тензодатчика; d – диаметр мембраны.

Точность определения напряжения сжатия складывается из ошибки, получаемой на тарировочном устройстве и систематической ошибки измерительной и регистрирующей аппаратуры. Относительная ошибка при нагружении датчиков составляет 0,05%.

При необходимости для ограничения воздействия на чувствительный элемент давления песчаной составляющей потока при уплотнении мембрана датчика закрывается крышкой с прорезями (см. [1], рис. 4), внешне напоминающей венту, или металлической сеткой. Датчики изготовлены с различной длиной корпуса, что необходимо для замеров давлений на разной высоте формы.

Начальное и конечное давления в ресивере и полости прессования фиксируются помимо тензо-

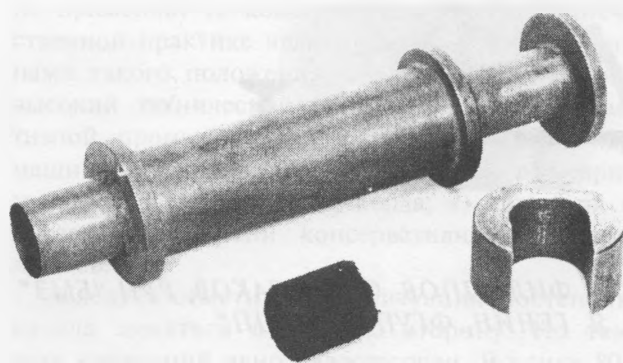


Рис. 6. Пробоотборник для определения плотности формовочной смеси

датчиков манометрами мод. МТ-160 с пределом измерения 0–0,1 МПа и относительной ошибкой 1,5 %.

Для замера перемещений воздушного клапана можно использовать виброизмерительную аппаратуру мод. ВИ6-5МАД в комплекте с источником питания марки ТЕК-88 и индукционными датчиками относительного перемещения марки ДП-6.

Свойства формовочной смеси (влажность, газопроницаемость, предел прочности на сжатие, насыпная плотность) определяли стандартными методами по ГОСТ 23409-91. Для определения плотности формовочной смеси по сечению формы использовали пробоотборник (рис. 6). Диаметр образцов $20 \text{ мм} \pm 0,1$, высота $20 \text{ мм} \pm 2$, относительная погрешность $\pm 5\%$. Образцы взвешивали на весах ВЛКТ-500 с точностью измерения 0,01 деления.

Твердость формы по ладу и контрладу измеряли твердомером мод. 071УЗЛО (г. Усмань). Наименьший средний интервал отклонений от истинного значения составляет $\pm 2,14\%$.

К приборам для экспериментальных исследований реологических параметров формовочной смеси предъявляются следующие требования: обеспечить всестороннее сжатие смеси в пределах давления 0–1,2 МПа; обеспечить сдвиговую нагрузку в условиях одновременного всестороннего сжатия, скорость нагрузки, близкую к реальной, запись показаний напряжений и деформаций.

Литература.

1. Кукуй Д. М., Голуб Д. М. Формообразование пневмопоток // Литье и металлургия. 2002. № 2. С. 81–83.