

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ УДАРНОЕ ПРЕССОВАНИЕ

В. Г. Москалев, И. В. Марширов, Е. С. Ильных

Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Для современного литейного производства характерны тенденции к повышению качества отливок, снижению их стоимости, наряду с жесткими экологическими требованиями к условиям труда и охране окружающей среды.

Качество отливки зависит в наибольшей степени от качества формы. Эта известная аксиома в значительной степени относится к песчано-глинистым формам, которые сегодня занимают главенствующее положение, благодаря своей универсальности и низкой стоимости. Качество формы, в свою очередь, зависит не только от применяемой смеси, оснастки, но и от режима и способа уплотнения. В связи с этим уже достаточно долгое время в технологии формовки существует тенденция к развитию уплотнения смесей динамическим нагружением. Помимо этого, машины, принцип действия которых основан на этих методах уже более 20 лет с успехом работают в литейных цехах по всей стране. Соответственно изучение формовочных процессов, модернизация старого и конструирование нового оборудования для динамического уплотнения является одной из актуальных задач для дальнейшего развития литейного производства.

Проведенное патентно-информационное исследование показало, что динамическое уплотнение имеет ряд разновидностей, а именно: встряхивание, ВИФ, ГИФ, ВСП и их комбинации с другими методами, к примеру, встряхивание с допрессовкой и двухстадийное уплотнение.

Изучая все эти методы и анализируя конструкции машин и механизмов для динамического уплотнения выяснилось, что наименьшую сложность и наибольшую простоту имеют машины для высокоскоростного ударного прессования литейных форм. Помимо этого машины данного вида обладают следующими положительными качествами: высокая производительность, низкая стоимость, легкость в обслуживании и ремонте, высокое качество получаемых форм, экологичность.

В связи с этим на кафедре «МТиО» АлтГТУ им. И. И. Ползунова была разработа-

на, изготовлена и смонтирована экспериментальная установка для изучения уплотнения форм ВСП процессом (рисунок 1), а так же был проведен целый ряд экспериментов по изучению влияния различных факторов на процесс формообразования. Исследование проходило на смеси следующего состава: кварцевый песок марки 5К₃О302 – 91 %, бентонит марки П1Т1А – 5 %, вода – 4 %. Оптимальными значениями плотности и твердости считали плотность $\delta = 1700 \pm 50 \text{ кг/м}^3$ и твердость $T = 85 \pm 5 \text{ ед.}$

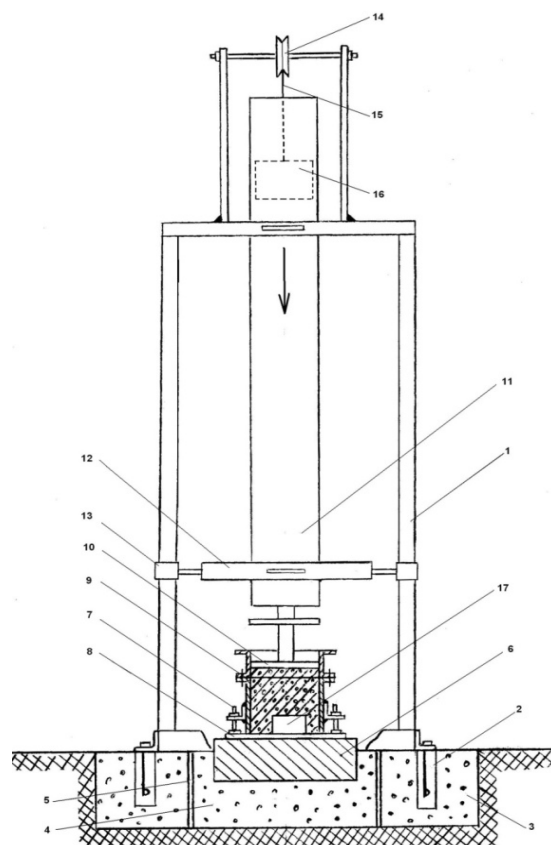


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки ВСП:

1 – станина; 2 – анкерный болт; 3 – обычный фундамент; 4 – армированный фундамент; 5 – деревянная опалубка; 6 – ударник; 7 – болт; 8 – подмодельная плита; 9 – опока; 10 – плунжер; 11 – направляющая труба; 12 – каретка; 13 – ползун; 14 – шкив; 15 – трос; 16 – наборный груз; 17 – модель.

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ УДАРНОЕ ПРЕССОВАНИЕ

Исследования влияния скорости (данные приведены в таблице 1 и 2 для плотности и твердости соответственно) и массы ударной плиты (груза) на процесс уплотнения позволили получить оптимальные значения этих параметров ($V_{пл} = 6,5..8$ м/с, $m_{пл} = 2..3$ массы смеси).

Таблица 1 – Плотность формовочной смеси при изменении скорости нагружения ($m_{гр} = 9,6$ кг).

Высота падения, м	Скорость груза, м/с	Плотность δ , кг/м ³	
		лад	контрлад
0,5	3,1	1334	1450
1	4,4	1408	1510
1,5	5,4	1491	1570
2	6,3	1578	1651
2,5	7	1650	1712
3	8	1694	1744
3,3	8,6	1645	1742

Таблица 2 – Твердость формовочной смеси при изменении скорости нагружения ($m_{гр} = 9,6$ кг).

Высота падения, м	Скорость груза, м/с	Твердость Т, ед	
		лад	контрлад
0,5	3,1	58	66
1	4,4	66,6	73
1,5	5,4	74	79
2	6,3	77,6	82
2,5	7	81	85,3
3	8	85,6	89
3,3	8,6	81,3	88

Помимо этого было проведено исследование влияния размера кармана на плотность и твердость в нем на ладе формы. Экспериментально получили коэффициент, показывающий зависимость размера кармана от высоты модели ($\frac{H_{карм}}{H_{мод}} = 0,22$), при котором в кармане достигается технологически необходимые параметры плотности и твердости.

Изучение влияния высоты формы на распределение плотности и твердости показало возможность применения форм высотой более 400 мм (при статическом прессовании до 250 мм), что существенно расширяет номенклатуру отливок, которые можно получить данным методом формообразования.

Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что ВСП является хорошей альтернативой статическому прессованию и во многих случаях может его заменить.

Соблюдение полученных и описанных нами выше оптимальных параметров для

формообразования методом ВСП позволит получать формы более высокого качества и соответственно отливок.

Патентно-информационного исследования динамического уплотнения дисперсных материалов показало, что ВСП процесс используется не только в литейном производстве для уплотнения форм, но и в других областях промышленности. К примеру, в строительстве - для изготовления кирпичей и других керамических изделий, в порошковой металлургии - для формовки порошков. Такое распространение связано со стремлением к повышению эффективности и производительности процессов уплотнения.

Из анализа и переработки математических моделей динамического уплотнения некоторых авторов [1 и др.], ниже приводится математическая модель для ударного прессования формовочной смеси:

1. Степень сжатия формовочной смеси

$$\delta_{кон} = \frac{V_0}{V_k}$$

2. Исходная плотность формовочной смеси

$$\rho_0 = \frac{m_{см}}{V_0}$$

3. Конечная плотность формовочной смеси

$$\rho_k = \frac{m_{см}}{V_k}$$

4. Время прессования t_n можно определить по

$$t_n = \frac{\Delta x}{V_n}$$

формуле

5. Скорость прессования $V_n = \sqrt{2gh}$.

6. Энергия единичного удара

$$T = \frac{mV^2}{2} = mgh.$$

7. Ударный импульс $S = Pt = mgt$.

8. Полная высота опускания груза $H = H_0 + \Delta x$.

9. Работа прессования $W_n = Q \Delta x$.

10. Работа падения груза $W_z = mg(H_0 + \Delta x)$.

11. Мощность прессования $N = QV_n = \frac{W_n}{t_n}$

Данная математическая модель позволяет вычислять выходные характеристики динамического ударного прессования литейных форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев И. В. Динамические и импульсные процессы и машины для уплотнения литейных форм [Текст] / И.В. Матвеев, А.З. Исагулов, А.А. Дайкер. – Алматы: Гылым(Наука), 1998. – 345с.