

Романчук Я. А.
асс. каф. МЧМ,
Бабичева В. О.
студент гр. МЧМ-14-2м
ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР

РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА АРГОННОЙ ПРОДУВКИ РАСПЛАВА

Физическое моделирование, как метод исследования, включает пять основных этапов: постановку задачи; вывод и анализ условий подобия; выбор конструкции и расчёт параметров модели объекта исследования; проведение экспериментов на модели и обработку полученных результатов.

При постановке задачи необходимо исходить из того, что главная цель моделирования заключается в изучении основных закономерностей исследуемого процесса, а результаты, полученные в ходе эксперимента, после обобщений могут быть использованы в реальных промышленных условиях. Достичь намеченной цели можно в том случае, если проведение эксперимента осуществляется с учётом основных положений теории подобия.

Важным этапом является выбор конструкции и расчёт параметров модели объекта исследования. В качестве объекта исследования выбран сталеразливочный ковш ёмкостью 300 т Филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис».

В ранних исследованиях на физической модели сталеразливочного ковша, изготовленной в масштабе 1:12 было невозможно в точности воспроизвести процесс продувки металла аргоном, т. к. такой масштаб модели не позволял создать модельные пробки для продувки металла в соответствии с критерием геометрического подобия. Сложность создания модели продувочного устройства состояла в том, что при пересчёте с помощью критериев подобия, необходимый размер каналов для вдувания газа оказался слишком мал, что не позволило изготовить их с помощью 3D печати. Поэтому было принято решение увеличить размеры физической модели сталеразливочного ковша и соблюсти подобие площадей поперечных сечений продувочных каналов.

Изготовление корпуса продувочного устройств осуществлялось на 3D принтере из ABS пластика, а сердцевину пробки печатали на фотополимерном принтере по PolyJet технологии с точностью 10 мк.

Полученная модель продувочной пробки (рис. 1) по аналогии с реальным объектом содержала 30 щелевых отверстий размером 0,7×0,4 мм и 6 керамических вставок диаметром 0,33 мм. Характерной особенностью полученной модели продувочного устройства было геометрическое подобие площади каналов для вдувания газа и аналогичной величины для натурального объекта [1].

В таблице 1 приведены размеры отдельных элементов реального продувочного устройства и полученного с помощью 3D.

При изготовлении новой физической модели сталеразливочного ковша учитывали основные геометрические размеры полученных с помощью 3D печати продувочных устройств.

В качестве базового критерия подобия был выбран критерий геометрического подобия. Следует отметить, что у геометрически подобных систем должны быть постоянными соотношения площадей и объемов:

$$S_H/S_M = m^2 = \text{const} \text{ и } V_H/V_M = m^3 = \text{const}.$$

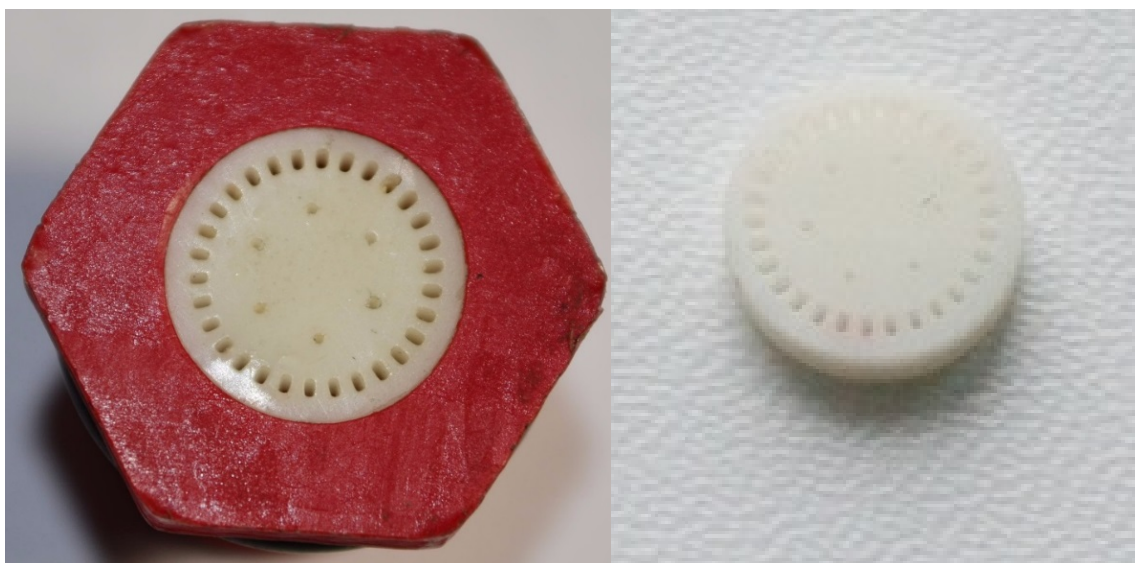


Рисунок 1 — Модель продувочной пробки

Таблица 1 — Геометрические размеры реального и модельного продувочных устройств

Параметр	Объект	Модель
Высота, мм	457	38
Диаметр, мм	125	10,41
Длина щелевых каналов, мм	10	0,7
Ширина щелевых каналов, мм	0,2	0,4
Диаметр керамических вставок, шт.	15	0,33
Количество керамических вставок, шт.	6	6

Две физические системы будут геометрически подобными, если между их соответствующими линейными размерами существует постоянное соотношение:

$$H_H/H_M = D_H/D_M = d_H/d_M = l_H/l_M = m = \text{const},$$

где m — линейный масштаб, показывающий во сколько раз размеры модели H_M, D_M, d_M, l_M уменьшены по сравнению с размерами натурального объекта H_H, D_H, d_H, l_H .

В результате выполненных расчетов было установлено, что новую модель сталеразливочного ковша необходимо выполнять в масштабе 1:8, что позволит воспроизвести процесс продувки в нем жидкости, близкий к процессу аргонной продувки металлического расплава в производственных условиях Филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис».

Полученные с использованием критерия геометрического подобия размеры физической модели сталеразливочного ковша представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Размеры реального сталеразливочного ковша и его физической модели

Параметры	Объект	Модель
Верхний внутренний диаметр, мм	3900	487,5
Нижний внутренний диаметр, мм	3305	413,125
Высота ковша(внутр), мм	5400	675
Высота налива, мм	4580	572,5

На первом этапе создания физической модели сталеразливочного ковша был изготовлен специальный шаблон в виде усеченного конуса, боковая поверхность которого выполнена из листа оцинкованного железа, а основания из ДСП.

Следующий этап предусматривал создание на листе органического стекла чертежа развёртки физической модели по полученным в результате расчетов размерам и изготовление развёртки ее боковой поверхности и днища.

Лист развёртки боковой поверхности модели из органического стекла фиксировался металлическими струбцинами через заранее подготовленные отверстия и центрировался. Далее производили нагрев, и изгиб органического стекла, по шаблону, склеивание полученного продольного шва и присоединение днища с выполненными в нем отверстиями для продувочных пробок. В качестве мер безопасности при проведении исследований с модельной жидкостью (водой) во избежание разрыва модели по шву были изготовлены металлические обручи.

Общий вид полученной физической модели сталеразливочного ковша представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 — Общий вид ковша холодной физической модели

В ходе дальнейших исследований предусмотрено оснащение физической модели устройствами, позволяющими моделировать различные режимы подачи продувочного газа и исследование образующихся при этом потоков модельной жидкости.

Библиографический список

1. Куберский, С. В. Усовершенствование методики моделирования продувки металла инертными газами в агрегате ковш-печь / С. В. Куберский, А. Н. Романчук, Я. А. Романчук // IV Международная научно-техническая конференция «Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства»: сборник научных трудов. — 2019. — С. 87–88.