

УДК 621.743.42

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО НА ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ

Алексей Владимирович Иванов

Студент 6 курса

Кафедра «Литейные технологии»

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Научный руководитель: Д. Н. Карпенко,

ассистент кафедры «Литейные технологии»

Целью работы было определение степени влияния связующего на газопроницаемость стержневых смесей при разных способах изготовления стержней: ручная набивка в стержневой ящик и печать на 3D-принтере. Одним из важных свойств стержней является газопроницаемость. В этих методах используются одинаковые связующие, но разные пески. При печати на принтере используется песок отечественный со средним размером зерна (d_{ϕ}), равным 0,09 мм (марка 1), и песок, рекомендованный производителем принтера, со средним размером зерна, равным 0,12 мм (марка 2). При ручной набивке используется песок отечественный со средним размером зерна равным 0,19 мм (марка 3). Степень влияния связующего оценивалась относительно газопроницаемости модельного песка, смоделированного на компьютере.

Методика исследования состояла из следующих этапов:

- 1) замер газопроницаемости образцов в соответствии с ГОСТ 23409.6–78 [1];
- 2) определение гранулометрического состава частиц песков в соответствии с ГОСТ 29234.3–91 [2];
- 3) моделирование песков на основании результатов п. 2 методом Монте-Карло и вычисление их теоретической газопроницаемости;
- 4) сравнение газопроницаемости образцов со связующим и газопроницаемости, полученной в результате моделирования, для выявления роли связующего.

При определении газопроницаемости использовались образцы, напечатанные на принтере из отечественного песка, и образцы, изготовленные ручным методом из песка для холодно-твердеющих смесей (ХТС). По результатам измерений можно сделать вывод, что газопроницаемость смесей, используемых для принтера, меньше, чем у ХТС, в 1,75 раза.

Для моделирования газопроницаемости необходим ряд случайных чисел, который будет повторять случайное логнормальное распределение размера частиц в конкретном песке [3]. Характеристики распределения размера частиц в песке принимались на основании гранулометрического анализа. Для данной работы было достаточно смоделировать 700 частиц со случайным размером для обеспечения требуемой точности.

Определялись удельная поверхность частиц (S_{ϕ}) и пористость песка (ϵ). Вычислялась теоретическая газопроницаемость (G_m) и сравнивалась с измеренной газопроницаемостью образцов (G_{ϕ}). Коэффициент K_G означает отношение теоретической газопроницаемости к фактической.

Таблица 1 – Результаты исследования

	Марка 1	Марка 2	Марка 3
d_{ϕ} , мм	0,09	0,12	0,19
Стандартное отклонение σ	0,218198	0,242229	0,184468
ε	0,4986	0,4963	0,4888
S_{ϕ} , м ² /кг	21,83473	16,48387	11,03195
G_{ϕ} , м ² /Па·с	$1,43 \cdot 10^{-6}$	$2,44 \cdot 10^{-6*}$	$2,51 \cdot 10^{-6}$
G_m , м ² /Па·с	$1,81 \cdot 10^{-6}$	$3,11 \cdot 10^{-6}$	$6,45 \cdot 10^{-6}$
K_G	1,272	1,272*	2,564

Примечание: так как образцы из немецкого песка на 3D-принтере не печатались, то газопроницаемость G_{ϕ} немецкого песка приведена в качестве возможной, с учетом допущения, что на газопроницаемость образца влияет только размер частиц.

Из полученных данных можно сделать вывод, что влияние связующих на газопроницаемость стержней в меньшей степени ощутимо при изготовлении на 3D-принтере. Газопроницаемость в этом случае снижается на 21 % по отношению к песку без связующего. При изготовлении стержней из ХТС газопроницаемость снижается на 61 %. Коэффициент K_G позволяет на основании моделирования исходного песка оценить итоговую газопроницаемость стержневых смесей, используемых при различных способах изготовления стержней.

Литература

1. ГОСТ 23409.6–78 «Пески формовочные, смеси формовочные и стержневые. Метод определения газопроницаемости».
2. ГОСТ 29234.3–91 «Пески формовочные. Метод определения среднего размера зерна и коэффициента однородности».
3. Васильев В. А. Физико-химические основы литейного производства: Учебник. – М.: Изд-во МГТУ, 1994. – 320 с.