МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ПЕНОБЕТОНА

И.В. Назаров, Т.А. Потапова, С.В. Рыжкин Московский государственный институт электроники и математики E-mail: lmis@miem.edu.ru

Computer simulation of the temperature distribution in the block of foam when heated in a microwave chamber of beam type with the Ansoft HFSS computer program are presented. A comparison of simulation results and experimental studies are also presented.

Процесс разработки СВЧ устройств и технологических процессов термообработки материалов нередко основан многочисленных на предварительных экспериментальных исследованиях. Поэтому возможность проведения электродинамического моделирования С использованием современных программных средств делает процесс СВЧ конструкций И разработки проектирования сложных технологического процесса более эффективным. Актуальность работы определяется все возрастающей потребностью строительной индустрии в прочных, экономичных, экологически чистых и обладающим высокими тепло- и шумоизоляционными свойствами материалах, к которым относится пенобетон.

Традиционные технологии производства пеноблоков предусматривают этапы приготовления смеси пенобетона, твердения, резки. Для экономии времени на этапе твердения может быть использована СВЧ камера лучевого типа (рис. 1).



Рис. 1. СВЧ-камера для термообработки пенобетона: 1 – источник СВЧ энергии; 2 – камера нагревательной установки; 3 – нижняя часть нагревательной установки; 4 – форма для заливки бетона; 5 – запирающее устройство

В [1, 2] проведены экспериментальные исследования СВЧ термообработки блока пенобетона. Мощность каждого из трех источников

600 Вт, рабочая частота 2450 МГц. Начальная температура смеси 10°С, конечная температура нагрева 70–80°С. Нагрев смеси пенобетона производился в течение 30 мин. Режим работы СВЧ источников в первом эксперименте: нагрев 30 с, пауза 30 с, во втором: нагрев 15 с, пауза 45 с. Были получены графики распределения температуры в объеме смеси на различной глубине.

Для моделирования процесса термообработки пенобетона в программе Ansoft HFSS была разработана геометрическая модель CBЧ камеры лучевого типа с тремя источниками. Имитация прерывистого режима работы источников достигалась непрерывным включением источников модели на уменьшенной мощности: 50% и 25% мощности соответственно. В связи с отсутствием в литературе параметров пенобетонной смеси в качестве модели материала были использованы электрофизические параметры бетона [3]. Представление металлической опалубки пеноблока предполагало использование идеальной электрической стенки, а опалубки из радиопрозрачного материала – свободного полупространства.

Были получены распределение удельной поглощенной мощности и температуры в блоке на различной глубине в соответствии с экспериментальными данными. На рис. 2 представлены результаты моделирования при мощности источников в 50%.



a)

б)

Рис. 2. Распределение температуры в бетоне по глубине при мощности источников 50%, линия 1 – 50 мм от края блока, линия 2 – в центре блока, линия 3 – 50 мм от противоположного края блока: а) – металлическая опалубка, б) – опалубка из радиопрозрачного материала

В результате моделирования подтвержден экспериментальный факт более эффективного нагрева по центральной линии блока пенобетона. Однако наблюдается превышение необходимой конечной температуры, и максимум температуры наблюдается не на поверхности материала, а на глубине 30–40 мм. При сравнении различных видов опалубки можно сделать вывод о влиянии ее на нагрев в результате отражения электромагнитного излучения от стенок. Для случая металлической опалубки можно говорить о более равномерном нагреве по центральной линии блока, тогда как при опалубке, изготовленной из радиопрозрачного материала, наблюдается сильный перегрев верхних слоев блока.

Для мощности источников в 25% были получены аналогичные графики, отличающиеся более низкими значениями температуры.

Сравнение результатов моделирования с результатами экспериментальных исследований приведено на рис. 3.



Рис. 3. Сравнение результатов моделирования (линии) и экспериментальных исследований (точки), линия 1 – 50 мм от края блока, линия 2 – в центре блока, линия 3 – 50 мм от противоположного края блока в металлической опалубке: а – 25% мощности источников, б – 50% мощности источников

Наблюдается достаточно большое различие температур на краях блока и по центральной линии, что практически отсутствует в эксперименте. При оценке технологии проведения эксперимента моделирование показало необходимость дальнейшего подбора мощности источников или режимов нагрева материала.

- 1. Мамонтов А.В. Разработка и исследование СВЧ устройств для термообработки диэлектрических материалов. Дисс. ... канд. техн. наук. М., 2005.
- 2. Крючков М.С. Разработка микроволнового устройства для ускорения твердения бенобетона. Диломная работа. М., МИЭМ, 2007.
- Нефедов В.Н. Сверхвысокочастотные устройства для высокоэффективной термообработки материалов больших площадей. Дисс. ... докт. техн. наук. – М., 2001.