
РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТЕРМОИНСТРУМЕНТА С УЧЕТОМ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

А.В. Ривкин

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Проведен расчет распределения температуры по длине термоинструмента при обработке заготовок из пенополистирола с учетом конвективного теплообмена.

Ключевые слова: термоинструмент, пенополистирол, конвекция.

В настоящее время все большее распространение получает применение пенополистирола в промышленности. Пенополистирол используется для изготовления декоративных элементов отделки помещений, в качестве утеплителя, для изготовления букв и цифр вывесок, при изготовлении моделей самолетов, автомобилей, кораблей и т.д. Особое место занимает использование пенополистирола при изготовлении газифицируемых моделей в литейном производстве.

Столь широкое применение полистирола делает актуальной задачу его обработки. В массовом производстве пенополистироловые изделия изготавливают в специальных многоазовых пресс-формах спеканием и вспениванием гранул полистирола.

В единичном и мелкосерийном производствах пенополистироловые изделия изготавливают из готовых пенополистироловых плит механической обработкой.

Механическая обработка пенополистирола возможна двумя способами: лезвийной обработкой и термоинструментом (обработкой горячей проволокой).

При лезвийной обработке не требуется специального оборудования, но при этом невозможно обрабатывать тонкостенные заготовки и обеспечивать низкую шероховатость поверхности. Кроме этого, при лезвийной обработке пенополистирол сильно электризуется, что сильно затрудняет эвакуацию стружки.

Обработка пенополистирола термоинструментом сразу обеспечивает гладкую поверхность детали без вырывания гранул и не требует дальнейшей обработки. Помимо этого, возможна обработка тонкостенных деталей из-за малых сил резания. К недостаткам обработки горячей проволокой следует отнести сложность подбора и установления оптимальных режимов обработки. Это одна из непростых задач, которая относится к задачам теплообмена на теплопроводящем стержне (проволоке).

По проволоке протекает электрический ток, тем самым нагревая ее, теплота передается за счет теплопроводности, а с ее поверхности в окружающую среду теплота уходит за счет конвекции. Цель теплового расчета — определение значения подводимой мощности и получение распределения температуры по длине проволоки в точках 1—7 (рис. 1).

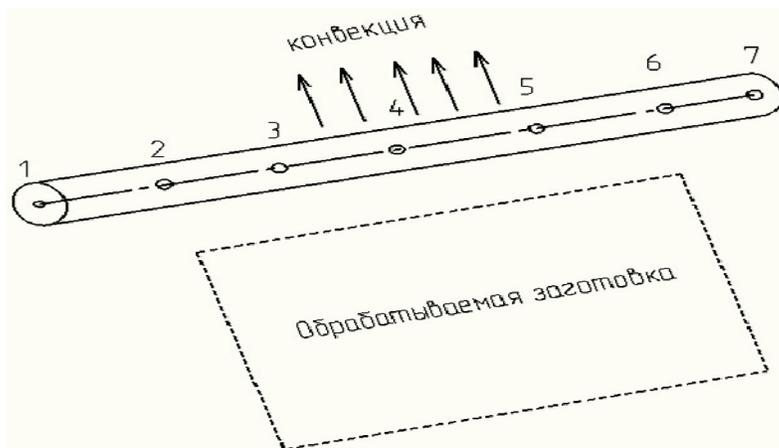


Рис. 1. Расчетная схема взаимодействия

При таких условиях определить температуру какого-то конкретного участка проволоки довольно сложно, но в то же время необходимо. Перед тем как включить установку, нужно знать, какие перепады температуры возникнут на проволоке в процессе работы, чтобы повысить качество изделий и предотвратить ненужный брак.

В основе решения данной задачи лежит метод конечных элементов. В вариационном исчислении устанавливается, что для минимизации функционала

$$\chi = \int \frac{K \left(\frac{\partial T(x)}{\partial x} \right)^2}{2} dV + \int \left(qT + \frac{\alpha(T - T_w)^2}{2} \right) dS \quad (1)$$

необходимо, чтобы удовлетворялось дифференциальное уравнение

$$K \left(\frac{\partial^2 T(x)}{\partial x^2} \right) = 0 \quad (2)$$

с граничными условиями

$$K \left(\frac{\partial T(x)}{\partial x} \right) + q + \alpha(T - T_w) = 0. \quad (3)$$

В формулах (1)—(3): T — температура, K — коэффициент теплопроводности, q — тепловой поток, α — коэффициент конвективного теплообмена, T_w — температура окружающей среды, V — объем стержня, S — площадь сечения, x — координата вдоль оси стержня.

С помощью пакета прикладных программ Maple 12 был произведен расчет распределения температуры в проволоке длиной L и диаметром d , с учетом коэффициентов теплообмена проволока-воздух и проволока-пенополистирол. В первом приближении получились следующие значения температур по узлам

$$[400; 214,6; 130,5; 106,6; 130,5; 214,6; 400]$$

и был получен график зависимости изменения температуры (t) от координаты (x) (рис. 2).

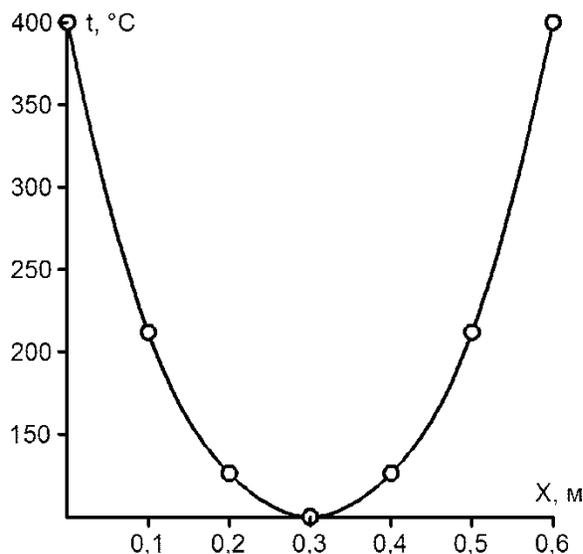


Рис. 2. Распределение температуры по длине проволоки

Следует отметить, что исследованию указанных вопросов посвящено очень малое количество работ. В частности, в работе [1] рассматривается точность изготовления газифицируемых моделей в пресс-формах, а в работе [2] в основном описываются способы изготовления моделей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шуляк В.С. Литье по газифицируемым моделям. — СПб.: НПО «Профессионал», 2007. [Shulyak V.S. Litie po gazificiruемым modeljam. — SPb.: NPO “Professional”, 2007.]
- [2] Комельков В.Н. Исследование размерно-геометрической точности пенополистироловых моделей и отливок, изготовленных на их основе: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — Комсомольск-на-Амуре, 1999. [Kornelkov V.N. Issledovanie razmerno-geometriheskoj tochnosti penopolistirolovyh modelej i otlivok, izgotovlennyh ns ih osnove: Avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk. — Komsomolsk-naAmure, 1999.]

THE CALCULATION OF THE THERMOTOOL'S TEMPERATURE FIELD TAKING INTO ACCOUNT OF CONVECTIVE HEAT TRANSFER WHEN PROCESSING POLYSTYRENE FOAM

A.V. Rivkin

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

The thermotool's temperature field taking into account of convective heat transfer when processing polystyrene foam is rated

Key words: thermotool, polystyrene, convection.