

ЧАСТОТА ТОКА ИНДУКТОРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТМАССЫ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ

Л.С. Зимин, А.Г. Сорокин

Самарский государственный технический университет
443100, Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244

Обоснован выбор частоты тока при индукционном нагреве пластмассы.

Ключевые слова: индуктор, пластмасса, оптимизация.

Рассматривается оригинальный способ индукционного нагрева неэлектропроводных материалов, а именно – пластмассы.

Исследуемая в работе конструкция гидравлической литьевой машины представлена на рис.1. Сырье (7) из приемного бункера (3) попадает в цилиндр пластикации (2) и равномерно распределяется по его длине посредством вращения шнека (6). Шнек приводится во вращение двигателем (1). Затем с помощью индуктора (4) производится нагрев цилиндра и шнека, далее с помощью шнека расплавленный материал через сопло выливается в пресс – форму штамповочного устройства (5).

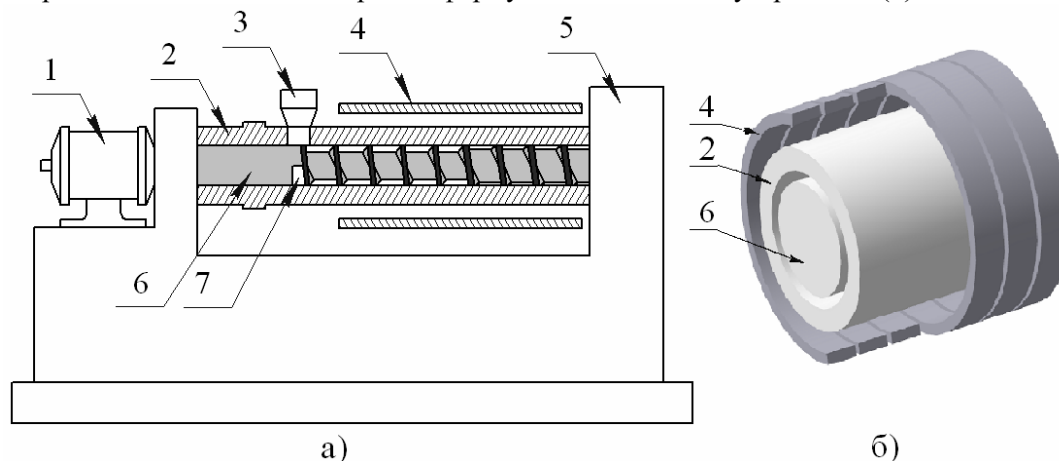


Рис. 1. Схема литьевой машины (а) и эскиз системы индукционного нагрева (б).

Самым ответственным моментом технологии производства изделий из пластмассы методом литья является нагрев полимерного материала до фиксированной температуры. Для получения качественного продукта необходимо соблюдать рабочую температуру, так как перегрев ведет к потере эластичных свойств и невозможности проводить литье.

В данном случае выбрана схема, при которой индуктор охватывает цилиндр пластикации. Она проста в исполнении и имеет относительно небольшие габариты. Наиболее эффективным является нагрев полимерного материала одновременно от стенок цилиндра пластикации и шнека. Здесь на первое место встает задача выбора частоты тока, при которой вихревые токи будут наводиться не только в цилиндре, но и в шнеке. Частота, кроме указанного обстоятельства, определяет выбор источника

*Лев Сергеевич Зимин – доктор технических наук, профессор.
Алексей Григорьевич Сорокин – кандидат технических наук.*

питания и другого оборудования системы индукционного нагрева, т.е. определяет стоимость всей установки. В связи с этим, именно частоту необходимо рассматривать в качестве оптимизируемого параметра. Задача оптимизации ставится следующим образом: для заданных геометрических параметров и электрофизических характеристик цилиндра плакировки и шнека найти частоту источника питания, которая позволит участвовать в процессе нагрева как цилиндру плакировки, так и шнеку.

В основу метода оптимизации параметров индукционного нагревателя положена процедура зондирования пространства параметров проектируемой установки, в соответствии с которой выбор оптимального решения осуществлялся из набора альтернативных вариантов проектных решений, полученных с помощью аппарата Парето – предпочтений.

В практических ситуациях диапазон частот задается в виде ряда дискретно расположенных интервалов или набора дискретных значений частот, что обусловлено ограниченными возможностями преобразователей частоты. При использовании источника питания с фиксированной, неизменяемой в ходе процесса частотой тока важным элементом проблемы оптимального проектирования системы индукционного нагрева становится задача выбора ее оптимальной величины. В качестве критериев оптимизации рассматривается глубина проникновения тока и электрический коэффициент полезного действия индуктора. Частота варьировалась в пределах 50 – 10000 Гц. Для анализа влияния частоты на электрические параметры индуктора и выбора оптимального значения использовались аналитические зависимости, приведенные в монографии [1,2]. Выбор частоты зависит от электрофизических свойств материала, из которого выполнен цилиндр, и размеров цилиндра. Минимальная толщина стенки цилиндра определяется требованиями к механической прочности конструкции, работающей при высоких давлениях, и увеличение толщины стенки ведет к увеличению массогабаритных показателей. В связи с этим становится нецелесообразным варьировать толщину стенки трубы с целью получить требуемое распределение мощности. Обеспечить максимальный КПД можно соответствующим выбором частоты тока индуктора.

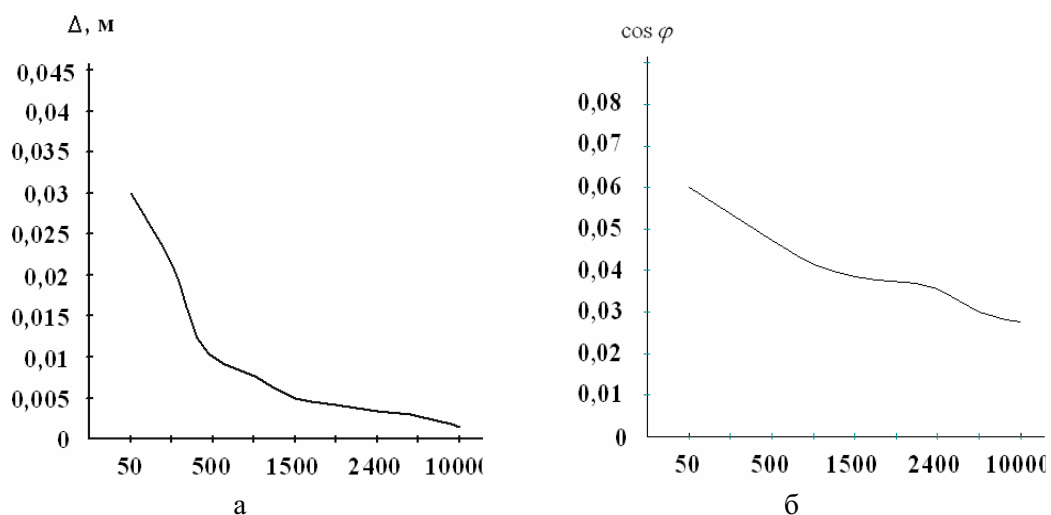


Рис. 2. Зависимости глубины проникновения (а) и $\cos \varphi$ (б) от частоты

Зависимость электрического КПД от частоты довольно сложна и определяется параметрами нагреваемой детали и ее состоянием. Для тел круглого сечения КПД

обычно растет с повышением частоты, стремясь к предельному значению. Для полых цилиндров существует оптимальная частота, при которой КПД максимален.

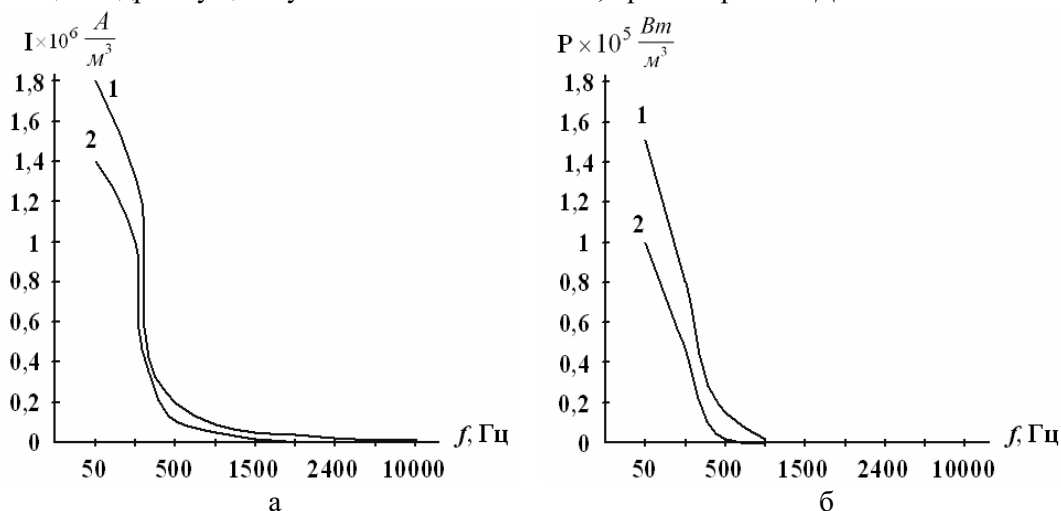


Рис 3. Распределение плотности тока(а) и удельной объемной мощности(б) в цилиндре пластика(1) и шнеке (2)

Из приведенных зависимостей можно сделать вывод: на частоте 50 Гц глубина проникновения тока значительно больше, чем толщина стенки цилиндра. Это означает, что часть энергии выделяется в шнеке.

Однако, учитывая ряд конструктивных требований к индукционной системе, в частности, минимизацию размеров индуктора и условия согласования параметров индуктора с источником питания, в качестве рабочей следует выбрать частоту $f = 50$ Гц. Более высокая частота приводит к понижению $\cos \varphi$.

Результаты приведенных в работе расчетов показывают, что частотой, максимально удовлетворяющей предъявляемым к конструкции индуктора эксплуатационным и технологическим требованиям, является частота 50 Гц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слухоцкий А.Е., Немков В.С. Установки индукционного нагрева -Л.:Энергоиздат,1981. – 328 с.
2. Шамов А.Н., Бодажков В.А. Проектирование и эксплуатация высокочастотных установок - М. Машиностроение, 1974. – 280 с.

UDC 621.365

FREQUENCY CURRENT INDUCTOR IN PLASTICS MOLDING.

L.S. Zimin, A.G. Sorokin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeiskya st. Samara, 443100

The choice of current frequency during plastic induction heating is prented.

Keywords: inductor, plastic, optimization.

Lion S. Zimin - Doctor of Technical Sciences, Professor.

Alexey G. Sorokin - Candidate of Technical Sciences, lecturer.