

Н. И. Горбачевский, А. Г. Сорокин, Л. Х. Мифтахова

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИНДУКТОРА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТМАССЫ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ

Ключевые слова: литье под давлением, экструзия, литьевая машина, полимер, индуктор, энергетические параметры.

Определены основные энергетические параметры оригинальной системы индукционного нагрева для производства пластмассы методом литья, которые обеспечивают требуемые эксплуатационные характеристики полимера.

Keywords: injection molding, extrusion, injection molding machine, resin inductor energy parameters.

The main parameters of the original energy of the induction heating system for the production of injection molded plastics, which provides the desired performance of the polymer.

Изделия из пластмассы, очень широко применяются во многих областях промышленности, а именно, автомобильная, аэрокосмическая, судостроительная, электротехническая, сельского хозяйства, строительной отрасли.

Переработка пластмассы представляет собой совокупность различных процессов, с помощью которых полимерный материал превращается в изделие с заранее заданными эксплуатационными свойствами. Выбор метода переработки пластмассы для изготовления изделия в каждом конкретном случае определяется такими факторами, как конструктивные особенности изделия и условия его эксплуатации, технологические свойства перерабатываемого материала, а также рядом экономических факторов.

Большинство методов переработки пластических масс предусматривают формирование изделий из полимеров, которые находятся в вязкотекучем состоянии. Это – литье под давлением, экструзия, прессование и каландрование [1].

Исследуемая в работе конструкция гидравлической литьевой машины схематично представлена на рис.1. Из приемного бункера (3) сырье (7) попадает в цилиндр пластикации (2) и посредством вращения шнека (6) равномерно распределяется по его длине. Двигатель (1) приводит во вращение шнек. Нагрев цилиндра и шнека производится с помощью индуктора (4), далее с помощью шнека расплавленный материал через сопло выливается в пресс – форму штамповочного устройства (5). Управление системы осуществляется с помощью рабочей станции (8)[4].

При решении проблемы создания оптимальной конструкции индукционного нагревателя, способной удовлетворить требования технологии, необходимо привлекать математический аппарат теории оптимального проектирования. Факторами, способными выступать в качестве целевых функций, ограничений, критериев оптимизации при выборе той или иной конструкции индукционного нагревателя, могут быть:

- необходимая точность температурного распределения;
- скорость нагрева, обеспечение заданной производительности;

- энергетические показатели (коэффициент мощности, электрический коэффициент полезного действия, полная мощность);
- термические показатели (термический коэффициент полезного действия).

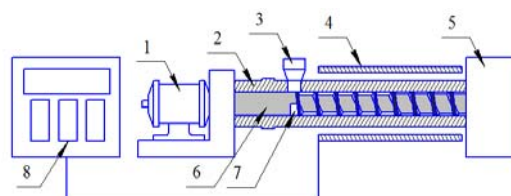


Рис. 1 - Схема системы индукционного нагрева для производства пластмассы

Экономическую эффективность системы принято оценивать по методу суммарных затрат. Здесь учитываются:

- затраты на оборудование, (конденсаторы, трансформаторы, регуляторы, коммутирующая аппаратура, использование стандартного оборудования);
- экономия производственных площадей;
- удовлетворение требований техники безопасности, санитарным нормам и экологии (электробезопасность, атмосферное загрязнение, шум, вибрации, вредное влияние высоких и низких частот электромагнитного поля);
- возможность автоматизации, исключение ручного труда, возможность реализации гибких автоматизированных производств, возможность работы в стационарных и нестационарных режимах, уменьшение простоев;
- надежность устройства;
- ремонтпригодность, минимизация затрат на обслуживание;
- использование прогрессивных технологий (например, использование прогрессивного метода последовательных модулей) [2].

В каждой конкретной ситуации необходимо выделить основных факторов, представляющих наибольший интерес с точки зрения достижения поставленной цели. В соответствии с выбранной целью и следует проводить выбор оптимальных параметров индуктора, отвечающих соответствующим заданным характеристикам технологического режима. При проектировании индукционных нагрева-

тельных установок основными параметрами, определяющими эффективность нагрева, являются частота тока, уровень и характер распределения мощности, геометрические размеры индуктора, найденные с учетом возможных технологических ограничений. Частота, кроме указанного обстоятельства, определяет выбор источника питания и другого оборудования системы индукционного нагрева, т.е. определяет стоимость всей установки. В связи с этим, прежде всего частоту необходимо рассматривать в качестве оптимизируемого параметра. Задача оптимизации ставится следующим образом: для заданных геометрических параметров и электрофизических характеристик цилиндра пластика и шнека найти частоту источника питания, которая позволит участвовать шнеку в процессе нагрева. При ограничении на перепад температур 3°C.

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 [3].

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 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 [3].

Выбор частоты зависит от электрофизических свойств материала, из которого выполнен цилиндр, и размеров цилиндра. Минимальная толщина стенки определяется требованиями к механической прочности конструкции, работающего 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 коэффициент полезного действия можно соответствующим выбором частоты тока индуктора. Зависимость электрического к. п. д. от частоты довольно сложна и определяется характером детали и

ее состоянием. Для тел круглого сечения к. п. д. обычно растет с повышением частоты, стремясь к предельному значению. Для полых цилиндров существует оптимальная частота, при которой коэффициент полезного действия максимален. Допустимая зона изменения варьируемых параметров – в данном случае частоты – определяется областью рабочих частот для сквозного нагрева стенки с заданными электрофизическими характеристиками материала.

Зависимость электрического коэффициента полезного действия и коэффициента мощности от частоты представлена на рис. 2.

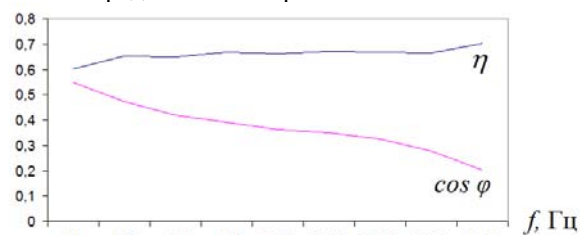


Рис. 2 - Зависимость η и $\cos \varphi$ от частоты

Из приведенных зависимостей можно сделать вывод, что на частоте 50 Гц значения коэффициента полезного действия и коэффициента мощности являются наиболее оптимальными. Поэтому, учитывая ряд конструктивных требований к индукционной системе, в частности, минимизацию размеров индуктора и условия согласования параметров индуктора с источником питания, в качестве энергетических параметров следует выбрать - частоту $f = 50$ Гц, $\eta = 0,602$, $\cos \varphi = 0,549$.

Литература

1. Басов Н.И. Техника переработки пластмасс. М., Химия, 1985. – 527 с.
2. Слухоцкий, А.Е. Установки индукционного нагрева / А.Е. Слухоцкий, В.С. Немков // - Л.: Энергоиздат, 1981. – с. 328.
3. Шамов, А.Н. Проектирование и эксплуатация высокочастотных установок / А.Н. Шамов, В.А. Бодажков // - М. Машиностроение, 1974. – с. 280.
4. Сорокин А.Г. Частота тока индуктора при производстве пластмассы методом литья //Л.С. Зимин// Вестн. Самар. Гос. Техн. Ун-та. Сер. Техн. Науки. – 2011. Вып. №1(29) – с. 166-169.
5. Тумаева Е.В. Подobie оптимальных зависимостей токов в синхронном двигателе с электромагнитным возбуждением на базе теории обобщенной машины. – Вестник Казанского технол. ун-та. - №2, Т.16, с. 158-159.
6. Амирова С.С. Абдурагимов Р.А., Исаев А.А. Совершенствование управления энергосбережением цеха 2104 завода «Этилен». - Вестник Казанского технол. ун-та. - №2, Т.16, с. 180-181

© А. Г. Сорокин - доцент кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины» Сызранского филиала ФГБОУ ВПО «Самарский государственный экономический университет», кандидат технических наук, prepodkse@yandex.ru; Н. И. Горбачевский – зав. кафедрой электротехники и энергообеспечения предприятий НХТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», кандидат технических наук, доцент, aer-nk@mail.ru; Л. Х. Мифтахова – ст.преподаватель той же кафедры, аспирант каф. теоретический основ теплотехники ФГБОУ ВПО «КНИТУ», lina_miftahova@mail.ru.