

Н.К.РЕЗНИЧЕНКО, д.т.н., проф. УИПА, г.Харьков.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

У статті розглянуті основні напрямки створення енергозберігаючих індукційних нагрівачів. Викладено рекомендації зі створення технологічних систем для індукційного нагрівання, зборки й розбирання складальних одиниць у з'єднаннях з натягом.

Basic directions of creation of energy-saving induction heaters are considered in the article. Recommendations are expounded on creation of the technological systems for the induction heating, assembling and sorting out of frame-clamping units.

Создание конкурентоспособных технологий сборки и разборки изделий машиностроения для производства и ремонта требует разработки производительных, с высоким уровнем показателей качества, экологически чистых рабочих процессов и надежного, с малым энергопотреблением оборудования. Для изделий с соединениями с натягом это особенно актуально, так как в большинстве случаев они ответственного назначения, и выход их из строя приводит к авариям.

Технологии, использующие тепловое воздействие на детали перед их сборкой и разборкой широко распространены, в том числе и для соединений с натягом, однако не всегда они отвечают современному техническому уровню, поскольку нагрев ведется открытым пламенем или в промежуточной среде (масло, воздух). Имеющиеся разработки по применению индукционного нагрева и реализующего его оборудования в большинстве своем прикладные, так как разрабатываются с различных технологических позиций для процессов сборки и разборки. Это не позволяет создать высокоэффективные технологические процессы и оборудование. Недостаток теоретических и экспериментальных исследований, не носящих системного характера, приводит к тому, что режимы нагрева при сборке и разборке назначают без учета энергозатрат, с производительностью ниже возможной, а иногда и с качеством получаемого изделия ниже достижимого.

Создание эффективных технологий и оборудования возможно только на основе выполнения широкого диапазона требований, которые могут быть удовлетворены новыми теоретическими и техническими решениями. Поэтому решение научно-технической проблемы создания производительных, экономичных технологий сборки и разборки соединений с натягом состоит в совместном рассмотрении технических, технологических и экономических аспектов. Необходимо рассматривать организационно-технические и технологические концепции. Первая состоит в создании унифицированных технологий, и как следствие – типизированных индукционных нагревателей общего и специального назначения. Вторая заключается в повышении качества операции нагрева при минимизации

расходуемой тепловой энергии за счет распределения мощности по контуру детали и периодичности ее воздействия, а так же компенсации реактивной составляющей мощности. Следствием второй концепции является создание индукционно-нагревательного оборудования с управляемым в пространстве и времени электромагнитным полем с высоким электрическим КПД.

Разработка принципов, которые следуют из указанных концепций, и связанные с ними теоретические и экспериментальные исследования, позволят создать теоретические основы построения унифицированных высокоэффективных технологий сборки и разборки соединений с натягом.

Многолетние теоретические, экспериментальные, технологические и опытно-конструкторские разработки, проводимые в Украинской инженерно-педагогической академии по созданию оборудования для индукционного нагрева, сборки и разборки сборочных единиц с соединениями с натягом, позволят дать следующие рекомендации по созданию технологических систем такого назначения:

- универсализация по типам изделий за счет управления распределением мощности нагрева в пространстве;

- снижение энергопотребления путем уменьшения полей рассеивания электромагнитной энергии за счет оптимизации конструкции индуктора;

- повышение $\cos\varphi$ до 1 за счет использования управляемых компенсационных систем;

- информационное обеспечение технологии, что позволяет снизить уровень затрат тепловой энергии: сборка по действительному натягу - до 35% от нагрева под максимальный натяг; селективная сборка по натягу, близкому к минимальному - до 50% и сборка с приточкой деталей на минимальный натяг - до 60%;

- локальный индукционный нагрев зоны отверстия детали, конструктивно представляющей собой ступицу с диском или ступицу с диском и ободом, позволяет сэкономить тепловую энергию до 25% от полного нагрева детали. Наибольшие напряжения в материале детали с диском и ободом возникают при углах наклона диска 5-7 градусов.

- систематизация изделий с соединениями с натягом и нагреваемых деталей, и типизация индукционных нагревателей позволяет на общей основе унифицировать технологии для процессов сборки и разборки с использованием однотипного оборудования.

Разработанные физико-математические модели, описывающие неоднородные нестационарные тепловые процессы низкотемпературного - индукционного нагрева деталей и теплообмена в соединениях, позволяют определять: необходимую удельную мощность нагрева и ее распределение по поверхности осесимметричной детали в зависимости от требуемой формы расширения ее посадочной поверхности;

- время скрепления или раскрепления деталей в соединения с погрешностью до 10%, что необходимо для расчета циклов сборки или разборки;

- режим локального нагрева сложнопрофильной осесимметричной сборочной единицы типа обандаженное колесо железнодорожного транспорта, обеспечивающий качество по предельно-допустимой температуре и напряжениям в материале;

- режим локального нагрева неосесимметричных соединений с охватывающей деталью плоской конструкции типа балансир с торсионом гусеничной машины, обеспечивающий получение равномерного расширения посадочного отверстия с сохранением качества по допустимым температурам и напряжениям в материале.

Выполненная типизация индукционных нагревателей по областям применения - сборка, разборка или сборка и разборка, конструкциям деталей, а так же предложенное к использованию их управление по току, позволяет выполнять нагрев с высоким коэффициентом мощности ($\cos \varphi$ до 0,6 - 0,7), что уменьшает расход электрической энергии. Разработанная физико-статистическая модель надежности многовиткового индуктора, которая физически адекватна процессам, протекающим в нем при нагреве деталей, позволяет оценивать гамма-процентный ресурс при малом объеме контрольных испытаний ($n < 10$). Выполненные исследования позволили выдвинуть ряд новых научных положений: безразмерная оценка функционирования технологических систем во времени; оценка надежности индукторов, учитывающая как внезапные, так и постепенные отказы. Качество процессов сборки и разборки во времени можно оценивать по качеству реализующих их технологических систем, используя комплексный безразмерный параметр, являющийся совокупностью разнородных параметров, что дает возможность оценить любую гарантию величины наработки до отказа -технологической системы.

Результаты исследований, которые имеют прикладной характер, внедрены в производство на судноремонтных заводах, тепловозоремонтных заводах, заводах тяжелого машиностроения, предприятиях Кубы, Монголии, Вьетнама, Чехословакии (по контракту Энергомашэкспорта СССР). Это дало возможность уменьшить энергозатраты, в зависимости от конструкции и габаритов деталей и соединений от 10% до 25%. Качество функционирования технологических процессов во времени увеличивается на 15% - 20%.

Список литературы: 1. Андреев А.Г., Багацкая Г.Н., Галета В.О., Щепкин А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния колеса тепловоза ТУ-7 при торможении // Отчет по х/т 21674, д.с. 986, N гос. регистрации 80052977, ВИНТИ N 0282.0062729, Харьков, 1982. - 149 с. 2. А.Г.Андреев, Н.К. Резниченко, О.В. Щепкин. Оптимизация нагрева при разборки деталей. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ».- Харків: НТУ «ХПІ». - 2006. - №32 - С. 3-8. 3. Андреев А.Г., Щепкин А.В. Оптимизация технологических нагревов бандажного колеса при сборке колесной пары тепловоза // Інформація по 2-й міжнародній науково-технічній конференції «Фізическіе і комп'ютерніе технології в народном хозяйстві» Вісник інженерної академії України, Київ, 2000. - С. 415-418. 4. Арпентьев Б.М., Зильбер А.Г. Типизация технологических процессов сборки с термовоздействием на основе технологического классификатора соединений // Стандарты и качество. - 1988. - № 11. - С. 33 - 34.

Поступила в редколлегию 20.09.2010