

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТЕРМОЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Лобзиков М.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Демченко А.И.

Сибирский федеральный университет

Элементы низковольтной аппаратуры изготавливают с применением термобиметаллов, так как эти элементы чувствительны к изменению температуры. При соединении материалов основным требованием является стабильное невысокое электрическое сопротивление получаемого контакта. Кроме этого, к элементам низковольтной аппаратуры предъявляют следующие требования:

- высокая прочность соединения, оцениваемая, как правило, по усилию на срез;
- малые деформации деталей и узлов после процесса соединения;
- сохранение работоспособности элемента в целом при возможных изменениях физико-механических свойств материалов в результате соединения.

Наиболее широко используемой на сегодняшний день технологией изготовления элементов низковольтной аппаратуры является пайка с применением серебрясодержащих и меднофосфоритных припоев. Основные недостатки такого процесса получения соединений:

- высокая стоимость серебрясодержащих припоев;
- недостаточная производительность и повышение электросопротивления в месте пайки по отношению к общему, что приводит к ухудшению электрических свойств всего элемента;
- перегрев термобиметаллической пластины в процессе пайки, приводящий к разрушению активного слоя термобиметалла.

Учитывая вышеперечисленные недостатки, можно сделать вывод о том, что процесс получения соединения методом пайки требует совершенствования, или замены новыми более совершенными технологиями. Одним из таких технологических процессов соединения элементов электротехнической аппаратуры является контактная сварка, обладающая высокой производительностью и сравнительно невысокой стоимостью, а также обеспечивающая более широкие возможности регулирования режимов.

В Красноярском техническом университете в рамках выполнения НИР для ОАО «Дивногорский завод низковольтной аппаратуры» разработана технология контактной сварки термоэлемента. Применяли машину точечной сварки МТ1210. Исследовательские работы проводили для скобы Л62 толщиной 2,0 - 2,6 мм (ГОСТ 15527-70) и пластины ТБ200/1 13 (ГОСТ 10533-86) толщиной 1,2мм

Эксперименты по соединению термобиметаллической пластины с лагунной скобой контактной точечной сваркой положительного результата не дали. Основной причиной этого является большая разница электротеплофизических свойств латуни и термобиметалла, которая приводит к преждевременному расплавлению и выплеску слоев термобиметалла из зоны сварки.

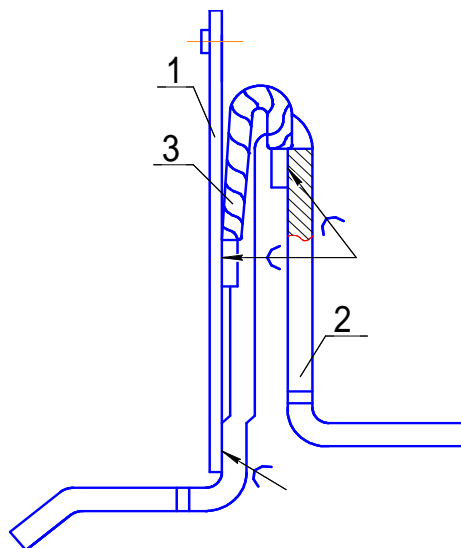


Рис. 1 – Общий вид термоэлемента: 1 – термобиметаллическая пластина, 2 – скоба, 3 – соединение гибкое.

На рис. 1 показан общий вид одного из типоразмеров термоэлемента, широко применяемого в автоматических выключателях для обеспечения тепловой защиты. При коротком замыкании ток, текущий по пластине, многократно увеличивается, вследствие чего она нагревается и изгибается, обеспечивая разрыв цепи.

Кроме экспериментов по применению контактной точечной сварки по традиционной технологии, в КГТУ опробовали способ сварки, заключающийся в предварительной вырубке сквозного отверстия в пластине, размер которого меньше контактной поверхности электрода [1, 2]. При сварке пластина располагается относительно электрода таким образом, чтобы отверстие было соосно контактной поверхности электрода, т.е. перекрывалось им. Главным недостатком такого способа являлось интенсивное загрязнение контактной поверхности электрода, из-за чего электрод приходилось зачищать после сварки 2-3 точки. Не удалось также добиться стабильности процесса сварки. Тогда для более интенсивного нагрева латунной скобы в месте контакта с пластиной выполнили на скобе концентрические рельефы, т.е. применили контактную рельефную сварку. Следующим шагом был выбор количества рельефов. С точки зрения стабильности процесса целесообразным является применение одного рельефа. Однако один рельеф не приводит к соблюдению необходимой прочности и, особенно, электропроводности свариваемого контакта, поскольку в этом случае зона соединения скобы и пластины значительно сокращается до сравнительно небольшого диаметра рельефа. Использование 3-х и более рельефов нецелесообразно из-за снижения стабильности процесса, т.к. при возможной разнице в высоте рельефов следуют выплески, непровар, что приводит к браку. Поэтому было решено остановиться на 2-х рельефах, размещенных в зоне контакта пластины со скобой симметрично относительно осевой линии скобы. Исходя из геометрических особенностей соединения, применили рельефы уменьшенных размеров согласно [3]: $d \sim 3,2-3,5$ мм, $h - 0,5-0,7$ мм. При $b > 1,25$ мм рекомендуемый допуск на диаметр рельефа составляет $\pm 0,15$ мм и высоту $\pm 0,12$ мм [3]. Для разных типоразмеров латунных скоб, применяемых на ОАО «ДЗНВА», использовали рельефы одинаковых размеров.

Рельефы выполнили на скобе симметрично относительно осевой линии скобы. Для разных типоразмеров латунных скоб, применяемых на ОАО «ДЗНВА», использовали рельефы одинаковых размеров.

При проектировании места выштамповки рельефов учитывали геометрию свариваемых деталей и электродов. Желательно, чтобы рельефы располагались по центру общей площади контакта пластины со скобой. Однако для обеспечения более равномерного нагрева рельефов более важным является обеспечение перекрытия рельефов электродом со стороны скобы (рис. 2, а). Для этого необходимо использовать электрод с выступом, либо немного сместить рельефы в сторону ближайшего изгиба на скобе. При смещении рельефов недопустимо, чтобы они выступали за край термобиметаллической пластины. Верхний электрод может быть произвольной формы, обеспечивающей перекрытие обоих рельефов.

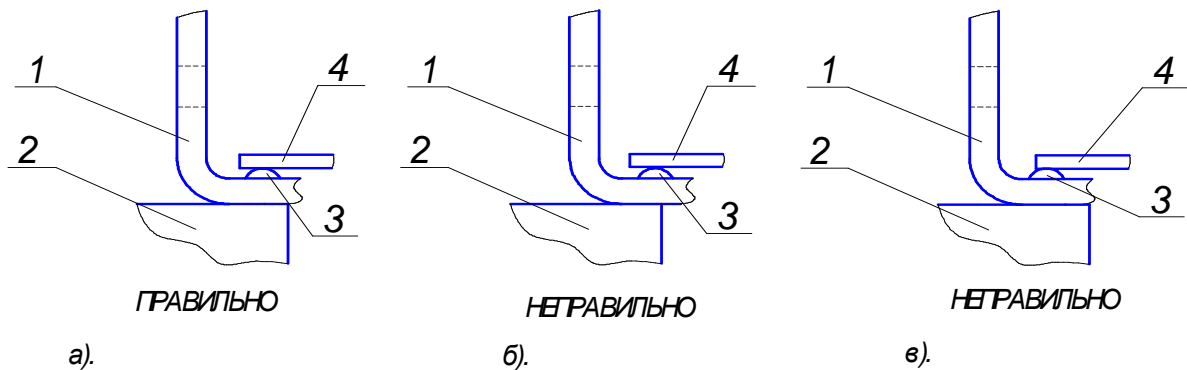


Рис.2 –Расположение рельефов относительно электрода и пластины:
1 – скоба, 2 – электрод, 3 – рельеф, 4 - термобиметаллическая пластина.

Наилучшие результаты получены на следующих режимах сварки: $t_{св} = 0,2$ с. $F_{св} = 1600-2000$ Н, $I_{св} = 6,5-7,5$ кА. При увеличении толщины скобы повышали сварочный ток, оставляя неизменными остальные параметры.

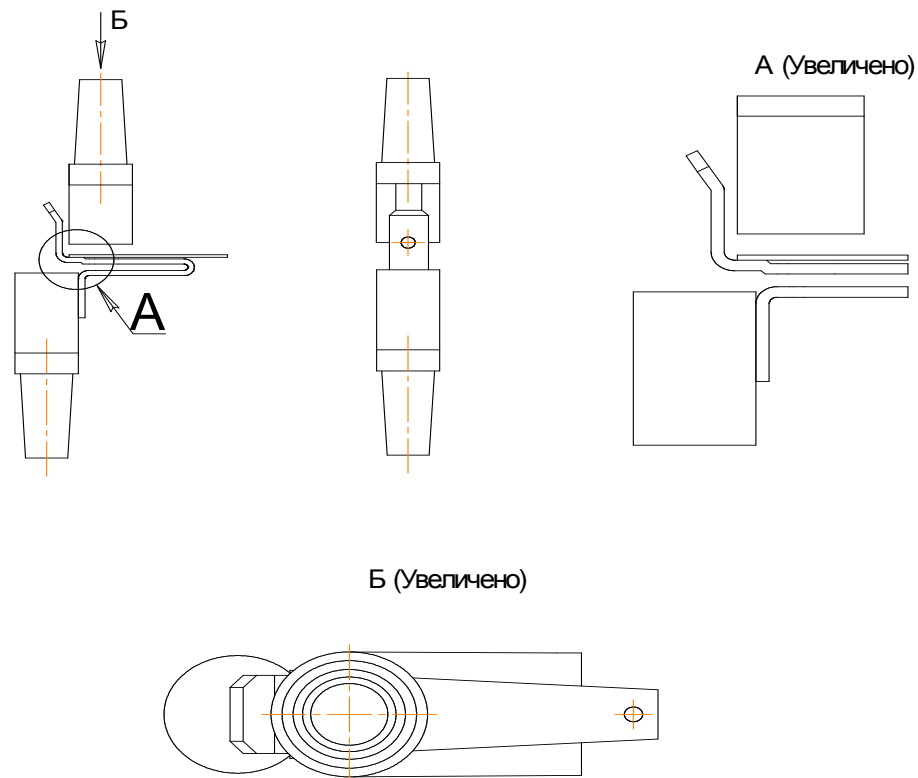


Рис 3 – Сборка стальной скобы и пластины под сварку

Наличие или отсутствие выплеска в общем случае не может свидетельствовать о качестве сварного соединения. Однако экспериментальным путем установлено, что отсутствие выплеска при рельефной сварке скобы с пластиной может привести к непровару. Поэтому небольшой выплеск в данном случае желателен, т.к. свидетельствует о достаточном проплавлении.

Испытания полученных термоэлементов показали уменьшение электросопротивления места соединения в 1,2 – 1,7 раза и повышение прочности в 1,5 – 2 раза. Кроме этого, при применении контактной точечной сварки увеличивается производительность, не требуется серебросодержащий припой и уменьшается размер зоны термического влияния от нагрева при соединении на термобиметалле. Опытные образцы успешно прошли заводские испытания и в настоящее время готовятся к выпуску опытная партия выключателей

Выводы:

1. Приведена возможность применения контактной сварки для изготовления термоэлементов автоматических выключателей. Разработана технология сварки.
2. Для соединения латунной и медной скобы с пластиной целесообразно использовать контактную рельефную сварку. При сварке медной скобы со стороны скобы необходимо использовать электрод со вставкой или напайкой из вольфрама или молибдена.

Литература:

1. Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для машиностроительных вузов/Б.Д. Орлов, А.А. Чакалев, Ю.В. Дмитриев и др.; Под ред. Б.Д. Орлова.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1986. -352 с.
2. ГОСТ 15878-79. Контактная сварка соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры. М.: Издательство стандартов, 1979.
3. Чакалев А. А. и др. Новое в технологии контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1981. - 44 с.
4. Козловский С.Н. Основы теории и технологии программированных режимов контактной точечной сварки. Монография // Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. 2006. – 260 с.
5. А. с. СССР, № 740439, МКИ В 23 К 11/20. Способ соединения деталей из латуни и термобиметалла / Н. Г. Шелковин и В. Д. Колган. 1980, Бюлл. №22.
6. Шелковин Н. Г. Металлургические и технологические особенности сварки термобиметаллов с медными сплавами. / Н. Г. Шелковин, С. Л. Миличенко // Сварка цветных металлов и сплавов.– М.:Машиностроение, 1980.
7. А. с. СССР, № 1646744, МКИ В 23 К 11/10. Способ регулирования процесса контактной точечной сварки / С.Н.Козловский. 1991, Бюлл. №17.
8. Гилевич В.А. Технология и оборудование рельефной сварки.- Л.:Машиностроение,1976-152 с.