

УДК 621.791.763.2

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА И ГЕОМЕТРИИ КОНТАКТА НА
ПРОЦЕСС РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ ГАЙКИ И ОЦИНКОВАННОЙ
ШТАМПОВАННОЙ ДЕТАЛИ****Парамонов Сергей Сергеевич,**

ассистент

КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана,
Калуга, Российская Федерация
Paramonov231992@gmail.com**Аннотация**

В работе рассматривается процесс определения влияния формы рельефа и геометрии контакта деталь-деталь для процесса рельефной сварки гайки к штампованной детали из оцинкованной стали. Предоставляется информация о технологической подготовке, оборудовании, приспособлениях и сварочном цикле. Описываются методы контроля, позволяющие определить форму рельефа, подходящую для формирования качественного сварного соединения.

Ключевые слова: рельефная сварка, цикл сварки, штампованная деталь, параметры сварки, разрушающий контроль, оцинкованная сталь.

**DEFINITION OF THE INFLUENCE OF RELIEF SHAPE AND CONTACT
GEOMETRY ON THE PROCESS OF PROJECTION WELDING OF NUT AND
GALVANIZED STAMPED PART****Paramonov Sergey Sergeevich,**

assistant

Bauman Moscow State Technical University Kaluga branch,
Kaluga, Russian Federation
Paramonov231992@gmail.com**ABSTRACT**

The paper considers the process of determining the influence of the relief shape and the geometry of the part-to-part contact for the process of relief welding of a nut to a stamped part made of galvanized steel. Information is provided on the technological preparation, equipment, devices, and welding cycle. Control methods are described that allow determining the relief shape suitable for forming a high-quality welded joint.

Keywords: projection welding, welding cycle, stamped part, welding parameters, destructive test, galvanized steel.

Рельефная сварка является распространённым типом контактной сварки, применяемым в автомобильной промышленности. К её преимуществам можно отнести простоту автоматизации, малые энергозатраты, высокую прочность сварного соединения, низкие требования к оператору контактной машины.

В рассматриваемой случае существует необходимость приварки гаек с резьбой М6 и М8 к штампованной детали (внутренняя панель крыла автомобиля), выполненной из оцинкованной стали. Ввиду того, что материал штамповки имеет малую толщину 0,9 мм и требования к прочности соединения составляют 35 Н·м рельефная сварка будет более предпочтительна, поскольку позволит сохранить материал штамповки т.к. площадь рельефов значительно меньше площади торца гайки. Кроме того, рельефная сварка позволит снизить энергозатратность производства за счет нагревания меньшего количества металла [1].

В настоящее время предлагаются гайки для рельефной сварки разных типов. В данном изделии используется гайка М6 квадратного сечения, имеющая четыре плоских рельефа, расположенных по углам (рис. 1).

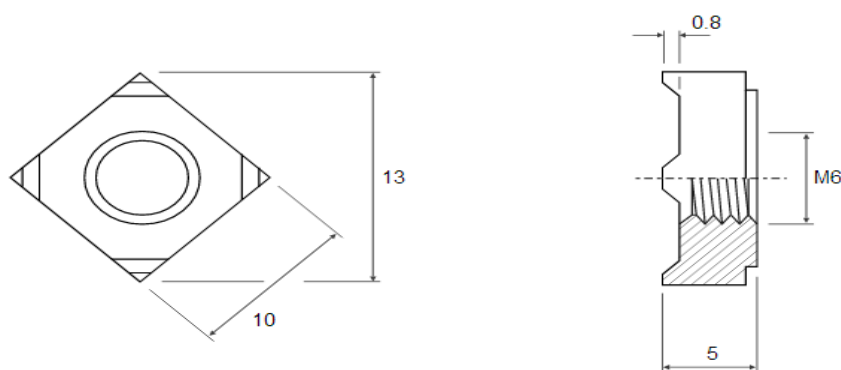


Рис. 1 Гайка М6 с четырьмя плоскими рельефами.

В качестве гайки М8 применяется гайка круглого сечения с лыской и тремя сферическими рельефами, диаметр которых составляет 4 мм. (рис. 2).

Целью исследования является определение влияния формы рельефа и геометрии контакта деталь-деталь на качество и эксплуатационные свойства сварного соединения.

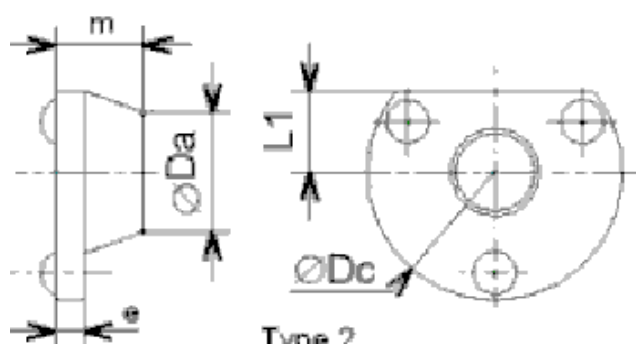


Рис. 2 Гайка М8 с тремя сферическими рельефами

Сварка производится на машине контактной сварки инверторным источником питания и цифровым блоком управления, позволяющим тонко настроить параметры режима сварки и установить многоэтапный цикл сварки.

Для точного позиционирования гаек относительно заготовки применяется приспособление, фиксирующее штампованную деталь по базовым отверстиям, а также нижний электрод с керамическим центратором. Центратор выступает за поверхность электрода и позволяет точно позиционировать отверстие на детали. Сферический наконечник центратора предназначен для установки на него гайки (для гаек разного диаметра резьбы применяются центраторы с разным диаметром сферы). Центратор в выдвинутом состоянии поддерживается пневматической системой контактной машины (рис. 3). В процессе сварки верхний электрод прижимает гайку к заготовке, точно её позиционируя, при этом центратор убирается внутрь нижнего электрода и возвращается в исходное положение только после снятия готовой детали с приспособления.

Для двух данных гаек применяется цикл сварки (Рис. 4), который состоит из трёх этапов. На первом этапе происходит предварительное сжатие деталей, это необходимо для того, чтобы свариваемые компоненты приняли необходимое положение, гайки должны равномерно соприкоснуться со штампованной заготовкой всеми рельефами, а заготовка должна плотно прилегать к поверхности нижнего электрода, сводя к минимуму сопротивление электрод-деталь. В обоих случаях время предварительного сжатия составляет 500мс, этого достаточно для обеспечения всех вышеуказанных требований. На втором этапе происходит сам процесс сварки деталей. Ток сварки составляет 20 кА, время сварки для гайки М6 составляет 40мс, а для гайки М8 60мс. В ходе рельефной сварки происходит нагрев рельефов гаек и последующая их осадка с формированием литого ядра в зоне контакта деталей [2].

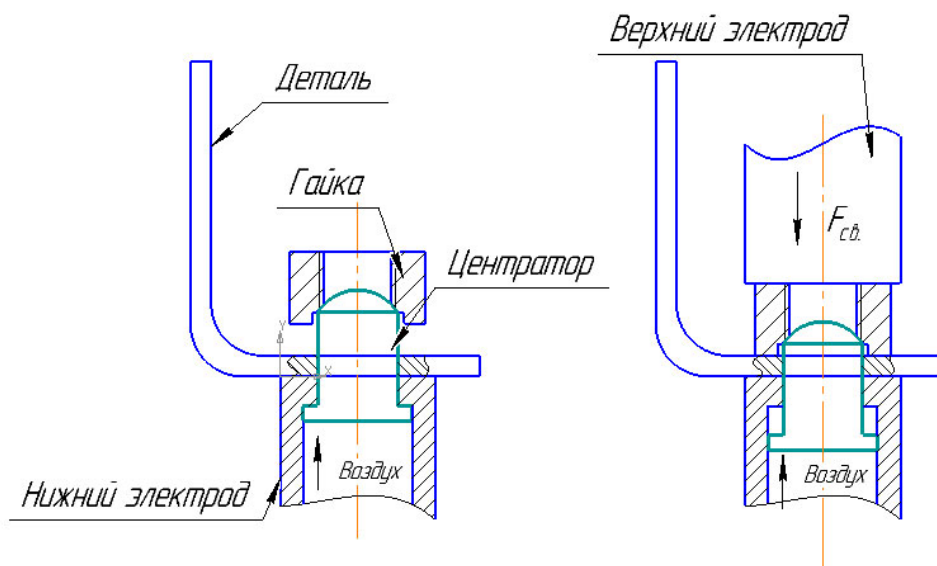


Рис. 3 Конструкция электродов сварочной машины

Третий этап сварки заключается в сохранении сварочного усилия на короткое время для остывания деталей после сварки и предотвращения деформаций тонкого металла штамповки. Длительность данного этапа составляет 200 мс, а сила сжатия для всех этапов сварки составляет 6,5кН. Данные параметры актуальны для гаек обоих типов.

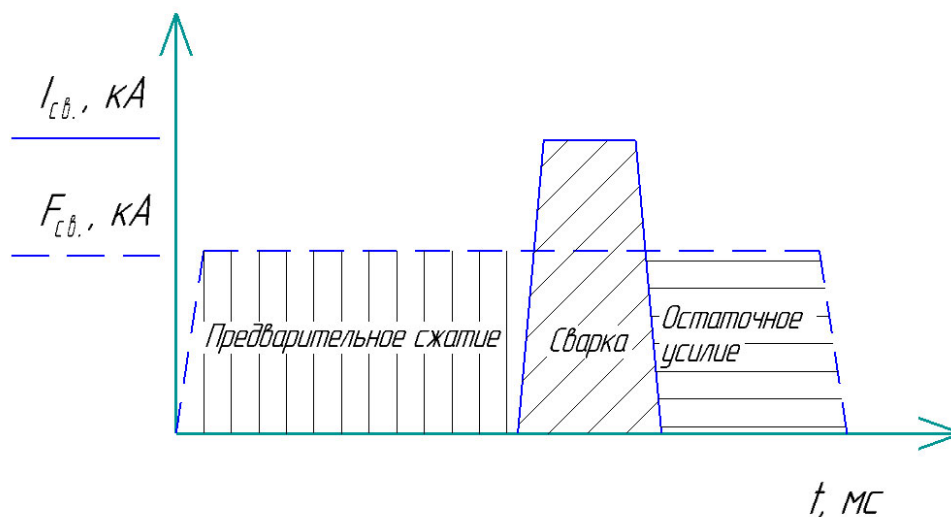


Рис. 4 Цикл рельефной сварки гаек

При визуальном осмотре сварного соединения хорошо заметны следы рельефов гаек на обратной стороне металла штамповки (рис. 5), что говорит о достаточном проплавлении деталей и наличии прочного сварного соединения.

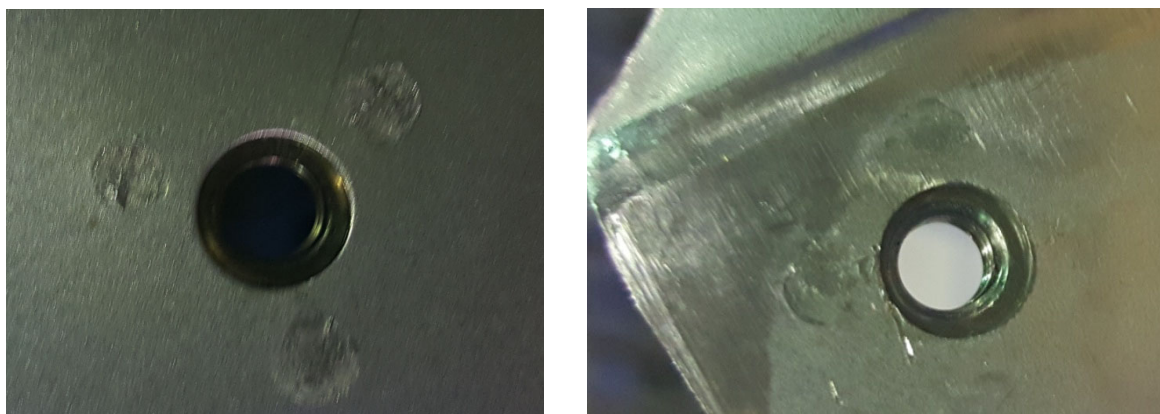


Рис. 5 Вид деталей после рельефной сварки.

Особенно заметны эти следы на гайке М8 с тремя сферическими рельефами, это вызвано большим временем протекания тока сварки. Поскольку рельефы гайки М8 имеют большой объём, они дают меньшую осадку при равных параметрах сварки и позволяют увеличить время протекания сварки без касания основной поверхности гайки поверхности штамповки и как следствие обеспечивается больший размер литого ядра [3].

Контроль прочности сварного соединения осуществляется динамометрическим ключом с прилагаемым моментом 35Н·м. При контроле двух соединений гайки не отрывались от детали даже при приложении момента 65Н·м, после чего начиналась деформация штампованной детали [4].

При разрушении соединений можно оценить равномерность оплавления всех рельефов, глубину их осадки и размеры сварных точек. Как видно на фото (рис. 6) была достигнута равномерность оплавления всех рельефов гаек. У гайки с тремя сферическими рельефами суммарная площадь сварных точек превышает площадь сварных точек гайки с четырьмя рельефами, что, как сказано выше, вызвано возможностью более длительного протекания тока и большему объёму рельефов. Следует отметить, что гайки подобной конструкции не всегда возможно применить, поскольку они обладают большими геометрическими размерами и не могут быть расположены на деталях с малой площадью. Прочностные свойства были достигнуты и значительно превышены в обоих случаях, т.е.

возможно использование гайки М8 с меньшими габаритами и рельефами меньшей площади, что позволит снизить энергозатраты на получение стабильного соединения.



Рис. 6 Вид гаек после разрушения соединения.

В ходе рельефной сварки изделий из оцинкованных сталей происходит выгорание защитного покрытия металла, связанное с его мало температурой плавления (рис. 7). Выгорание происходит также в зонах, прилегающих к сварному соединению. Конструкция данных соединений подразумевает наличие зазора между гайками и штамповкой, в котором могут задерживаться загрязнения и влага, провоцируя коррозию. Для обеспечения защиты изделия от коррозии необходимо запрограммировать медленное плавление металла покрытия с выводом его на границы соединения, избегая выплеска. Добиться данного эффекта можно за счет предварительного импульса тока меньшей силы, которого будет достаточно для плавления цинка с последующей осадкой верхнего электрода и переходом на основной ток сварки.

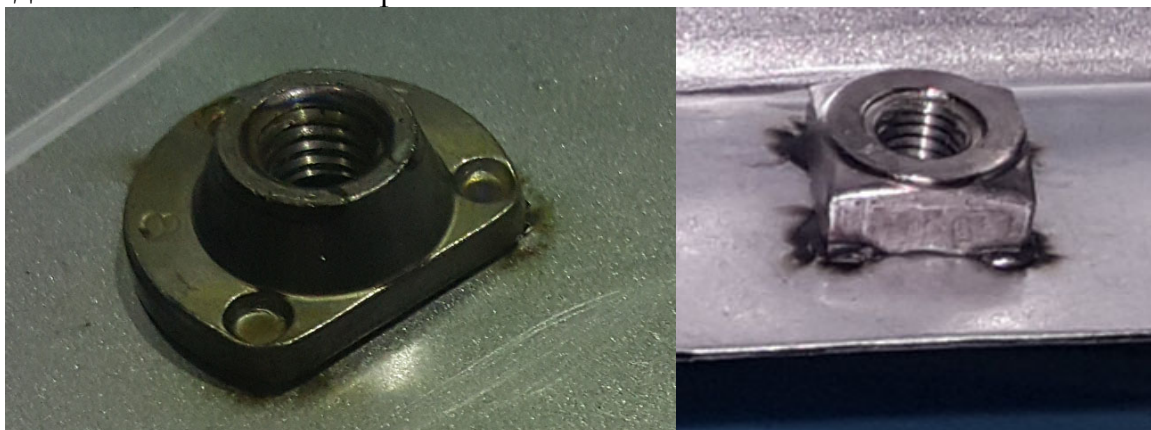


Рис. 7 Внешний вид сварного соединения.

В результате исследования было выявлено, что применение сферического рельефа позволяет получить более высокие прочностные свойства изделия при меньшем энергозатрате в процесс сварки, что также упрощает подбор оптимальных параметров и обеспечивает лучший внешний вид и коррозионную стойкость детали.

Список литературы:

1. Парамонов, С. С. Особенности рельефной сварки крепежных изделий / С. С. Парамонов, Н. Н. Максимов // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2017. – № СВ3(15). – С. 5-10. – EDN VUDDZR
2. В.А. Гилевич Технология и оборудование рельефной сварки –Л.:Машиностроение, 1976 – 152р.

3. Булычев, В. В. Исследование процесса рельефной приварки гаек к оцинкованной листовой стали / В. В. Булычев, И. Н. Зыбин, С. С. Парамонов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2019. – Т. 17. – № 10. – С. 441-445. – EDN MZJRJC.
4. S. S. Paramonov, V. V. Bulychev, A. I. Ponomarev, and S. A. Golubina, "Research of zinc coated steel stamped part and steel nut projection welding process", AIP Conference Proceedings 2503, 070005 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0099850>

References:

1. Paramonov, S. S. Osobennosti rel'yefnoy svarki krepezhnykh izdeliy / S. S. Paramonov, N. N. Maksimov // Elektronnyy zhurnal: nauka, tekhnika i obrazovaniye. – 2017. – № SV3(15). – S. 5-10. – EDN VUDDZR.
2. V.A. Gillevich Technology and equipment of projection welding – L.:Mashinostroenie, 1976 – 152p.
3. Bulychev, V. V. Issledovaniye protsessa rel'yefnoy privarki gayek k otsinkovannoy listovoy stali / V. V. Bulychev, I. N. Zybin, S. S. Paramonov // Zagotovitel'nyye proizvodstva v mashinostroyenii. – 2019. – Т. 17. – № 10. – С. 441-445. – EDN MZJRJC.
4. S. S. Paramonov, V. V. Bulychev, A. I. Ponomarev, and S. A. Golubina, "Research of zinc coated steel stamped part and steel nut projection welding process", AIP Conference Proceedings 2503, 070005 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0099850>