

действия способствует развитию вынужденно-эластических деформаций полимера в зоне контакта, увеличению размеров, числа и прочности фрикционных связей. При этом увеличивается глубина относительного внедрения выступов поверхности трения контртела в интенсивно деформируемый поверхностный слой более мягкого материала.

Определяющее влияние на интенсивность изнашивания деталей трибосопряжений оказывает их сопротивление относительному перемещению. Поэтому было изучено явление предварительного смещения в парах с различным коэффициентом трения. Установлено, что в области малых нагрузок (максимальное давление на контактной площадке соответствует 1,5 – 4,5 МПа) зависимость δ от величины статического коэффициента трения подчиняется линейному закону. По-видимому, в этой области нагрузок увеличение f_{st} , а следовательно, и касательного напряжения не вызывает повышения доли пластической деформации, и смещение полимера в направлении скольжения контртела обусловлено в основном его упругим деформированием. С ростом P предварительное смещение увеличивается, влияние f_{st} на δ становится более существенным и наблюдается переход от линейной к степенной зависимости. Здесь имеет место увеличение глубины внедрения неровностей и толщины интенсивно деформированного слоя полимера, приводящее к росту сопротивления перемещению трущихся тел и переходу от динамического к статическому контакту.

Анализ влияния коэффициента трения и давления ρ_0 на величину δ при одинаковой удельной силе трения ($f_{st} \rho_0$) показал, что, несмотря на увеличение площади фактического контакта трущихся тел, с ростом ρ_0 более существенная роль в повышении предварительного смещения принадлежит коэффициенту трения. Так, при увеличении коэффициента трения с 0,4 до 0,62 и поддержании постоянного значения $f_{st} \rho_0 = 50$ МПа δ возрастает с 44 до 52 мкм. Описанный эффект доминирующего влияния f_{st} на δ будет более ярко выражен, если учесть, что для достижения постоянной удельной силы трения при повышении f_{st} снижалась нормальная нагрузка, а это, в свою очередь, приводило к уменьшению площади фактического контакта.

Описанные закономерности согласуются с результатами исследований влияния режимов нагружения и коэффициента трения на напряженно-деформированное состояние эпоксидного полимера при трении. Об этом свидетельствует подобие кривых зависимости предварительного смещения и контактных деформаций от указанных факторов. Следовательно, можно полагать, что предварительное смещение является интегральным результатом деформаций сдвига и нормальных деформаций поверхностных слоев трибосопряжений.

Существование разницы между динамическим и статическим коэффициентами трения, ее увеличение и рост предварительного смещения при повышении адгезионной способности материалов трущихся тел, нормальной нагрузки и уменьшении скорости ее приложения дают основание сделать следующее заключение. Выбор материалов для тяжелонагруженных низкоскоростных металлополимерных пар трения, работающих без смазки в режиме «пуск–остановка» или в условиях реверса, должен осуществляться с учетом реологических свойств полимера. В отличие от одностороннего скольжения с постоянной скоростью здесь возможен интенсивный износ полимера в крайних поворотных точках. Это может явиться причиной возникновения вибраций и быстрого выхода из строя всего узла трения.

УДК 620.179

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНО-ТЕПЛОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ТОЧЕЧНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

С. В. БОЛОТОВ

Могилёвский государственный технический университет

На долю контактной точечной сварки приходится более 30 % всех сварных соединений, выполняемых механизированным способом сварки. Однако масштабы её промышленного применения могли бы быть значительно шире. Одна из основных причин, сдерживающих применение контактной точечной сварки при изготовлении целого ряда ответственных изделий, заключается в том, что

даже при использовании наиболее совершенного сварочного оборудования прочностные свойства точечных соединений могут быть недостаточно стабильными из-за различного рода дефектов.

Наиболее опасный дефект контактной точечной сварки – непровар. Современная дефектоскопия не дает надежных методов для его обнаружения, а современная технология контактной точечной сварки не имеет достаточно совершенных средств для его предупреждения.

Непровар может проявляться в нескольких формах. Для соединений, выполненных контактной точечной сваркой, наиболее опасен непровар в виде "слипания", а также в виде уменьшения размеров зоны взаимного расплавления свариваемых деталей.

Предлагается новый метод контроля диаметра литого ядра при контактной точечной сварке, основанный на взаимодействии тепловых и магнитных полей.

Известно, что с ростом температуры нагрева ферромагнитного материала его индукция и остаточная индукция уменьшаются, падая до нуля при температуре точки Кюри. Измеряя остаточную индукцию в зоне сварного соединения после сварки, можно определить температуру нагрева изделия в различных точках в процессе сварки. Это позволит оценить геометрические характеристики проплавления точечного сварного соединения.

Предлагается намагничивать область сварной точки однополярным импульсом постоянного магнитного поля непосредственно после сварки, когда исключается влияние сварочного тока на остаточную намагниченность.

Намагничивание осуществляли соленоидом, надеваемым на один из электродов контактной машины. Намагничающее устройство управлялось от регулятора цикла контактной сварки. Измерение остаточной индукции производили магнитометром на основе датчика Холла.

Предварительные экспериментальные исследования показали, что происходит значительное падение уровня нормальной составляющей остаточной индукции в центре контактного пятна электрода для качественного сварного соединения по сравнению с остаточной индукцией несваренного образца.

Исследования производили на материале из стали Ст.3 толщиной от 1 до 3 мм.

Разработанная методика расчёта тепловых и остаточных магнитных полей в среде COSMOS/M позволила исследовать влияние режимов сварки и намагничивания на характер распределения остаточного магнитного поля в зоне сварного соединения.

Переход к остаточной индукции после сварки осуществлялся на основании зависимости: $B = \sqrt{k_1 - (k_2 T)^2}$, где k_1, k_2 – коэффициенты, зависящие от степени начальной намагниченности узла модели; T – температура нагрева узла модели в процессе сварки.

В результате расчётов установлено, что оптимальным временем намагничивания, обеспечивающим наиболее широкий диапазон варьирования величины остаточной индукции для качественного соединения, является время до 0,1 с при намагничивании изделия до насыщения. Установлено, что величина остаточной индукции в центре сварной точки линейно зависит от диаметра литого ядра.

Экспериментальные исследования показали, что наиболее тесная корреляционная связь между диаметром литого ядра точки и величиной остаточной индукции наблюдается при времени намагничивания 0,04–0,06 с и величине напряжённости создаваемого магнитного поля 20–30 кА/м. При этом коэффициент корреляции равен 0,95–0,96.

Предлагаемый магнитно-тепловой метод контроля обладает более высокой достоверностью по сравнению с существующими магнитными методами. Незначительное время намагничивания и необходимость измерения величины остаточной индукции только в одной точке обеспечивают высокую производительность контроля и лёгкость его автоматизации.

Новый метод контроля диаметра литого ядра позволит значительно повысить надёжность транспортных конструкций, выполняемых контактной точечной сваркой.