

УДК 621.8

Технологические возможности статико-импульсной обработки

Кокорева О.Г.

Статико-импульсная обработка (СИО) является новым, разработанным и запатентованным научным коллективом Муромского института (филиала) Владимирского государственного университета способом поверхностно-пластической деформации (ППД). Её особенностью является комбинированное статическое и динамическое нагружение очага деформации. Основное деформационное воздействие происходит за счёт динамической составляющей нагрузки, которая формируется в ударной системе и сообщается в очаг деформации в виде пролонгированного импульса. Предварительное статическое поджатие инструмента к обрабатываемой поверхности позволяет более полно использовать энергию ударного импульса. Эта особенность выгодно отличает СИО от известных динамических способов упрочнения ППД.

Ключевые слова: статико-импульсная обработка, тяжелонагруженная поверхность, сердечник крестовин стрелочных переводов, грейдерные ножи, характеристики качества поверхностного слоя, износостойкость, деформационное упрочнение, поверхностно-пластическая деформация, надёжность.

Статико-импульсная обработка обладает широким диапазоном технологических возможностей, позволяет достигать предельно низких значений параметров шероховатости, значительной степени и глубины упрочнения обработанной поверхности.

Установлена целесообразность использования СИО для упрочнения поверхности катания сердечников крестовины стрелочных переводов, галтелей крупных валов, валков прокатных станов, ножей и зубьев исполнительных органов строительно-дорожных машин, крупной резьбы, шлицев и зубчатых колес, формообразования резьбы и шлицев. Возможно использование СИО ППД для снятия внутренних напряжений в сварных конструкциях и литых заготовках, местного восстановления размеров изношенной детали и т.д. Результаты СИО ППД могут найти применение на железнодорожном транспорте, заводах тяжелого машиностроения, в метрополитене и т.д.

СИО рекомендуется в первую очередь для упрочнения тяжелонагруженных деталей, имеющих глубину несущего слоя до 6 ... 8 мм и более, работающих в условиях усталостного износа. Характерной деталью, отвечающей указанным признакам, является сердечник крестовин стрелочного перевода.

При эксплуатации стрелочных переводов на железных дорогах срок службы сердечника крестовины в 6-10 раз меньше срока службы рельсов и в 3-6 раз меньше срока службы стрелочного перевода в целом. При этом износ клина и усювиков сердечника крестовины составляет до 80 % всех видов разрушения литых частей и определяет долговечность крестовины в целом.

Износ клина и усювиков сердечника носит местный характер. Сердечник изнашивается в вертикальном направлении на 4 ... 6 мм и больше, ширина площадки износа составляет около 40 мм. Зона интенсивного изнашивания составляет менее 20 % рабочей поверхности катания. Причиной износа является контактно-усталостное выкрашивание сердечника в зоне перекатывания колес железнодорожных вагонов.

Допускаемая величина износа поверхности катания сердечника в течение всего срока службы составляет 5 ... 6 мм. Повышение износостойкости сердечников крестовин имеет большое производственное значение. В целях повышения износостойкости в качестве материала сердечников используется склонная к деформационному упрочнению высокомарганцовистая сталь марки 110Г13Л. Долговечность сердечников из стали 110Г13Л в

3-4 раза выше, чем сердечников из углеродистой стали. Известен опыт повышения износостойкости сердечника упрочнением термической обработкой, горячим изостатическим прессованием (ГИП) или деформацией взрывом.

Термическая обработка и ГИП относятся к объемным способам упрочнения сердечника крестовины. Поскольку наиболее изнашиваемая поверхность катания сердечника составляет 40 × 400 мм, при минимальных габаритных размерах сердечника (200 × 1800 × 300) мм, целесообразно использовать местное упрочнение. При упрочнении взрывом получается неравномерно упрочненный слой, часты сколы краев упрочняемой поверхности. Обработка отличается повышенной производственной опасностью и высокой себестоимостью [1]. Для повышения срока службы крестовин на наиболее изнашиваемой поверхности сердечников необходимо создавать упрочненный поверхностный слой с повышенной твердостью и остаточными напряжениями сжатия, глубина которого должна превышать допустимую величину износа.

Авторским коллективом под руководством профессора А.Г. Лазуткина на специализированном предприятии ОАО «Муромский стрелочный завод» выполнен комплекс работ по упрочнению сердечников крестовины стрелочного перевода статико-импульсной обработкой [2, 3]. В результате проведенных исследований установлено, что СИО стали 110Г13Л позволяет увеличить микротвердость поверхностного слоя в 3 раза, обеспечить глубину упрочненного слоя до 8 ... 9 мм и более. При использовании в качестве инструмента стержневых роликов ширина упрочняемой за один проход поверхности составляет 15 ... 40 мм, при этом глубина остаточной вмятины не превышает 0,1 ... 0,12 мм [5].

Обработка каждой поверхности катания производится за один проход, производи-

тельность СИО достигает 460 мм/мин, обеспечивается снижение исходной шероховатости поверхности в 6 раз. Установлено, что статико-импульсное упрочнение сердечников отличается более высокой производительностью и низкой себестоимостью по сравнению с упрочнением термообработкой и взрывом.

После упрочнения СИО опытной партии сердечников крестовины Р65 типа 1/11 железнодорожных стрелочных переводов микротвердость наиболее изнашиваемой части клина и усювиков сердечников повысилась в 2,5 раза (от 260 до 640 HV), а глубина упрочненного слоя составила 8 ... 9 мм [2, 3].

По статистическим данным сердечники крестовин Р65 типа 1/11, установленные на средненагруженную ветку (средний тоннаж проходящих поездов в год составляет 60 млн. т брутто), выдерживают пропущенный тоннаж до 80 млн. т брутто (гарантийный срок эксплуатации составляет 5 млн. т брутто) [4].

Упрочненная СИО опытная партия сердечников крестовин железнодорожных стрелочных переводов была уложена на экспериментальную ветку под г. Одинцовом Московской железной дороги.

В результате эксплуатации упрочненных сердечников после пропущенного тоннажа 100 млн. т брутто износ составил:

- клина сердечника в сечении 40 мм - 0;
- клина сердечника в сечении 20 мм - 4 мм (предел износа 6 мм);
- усювиков против сечения клина 20 мм - 3 мм (предел износа 6 мм).

Другим объектом применения СИО ППД могут быть рабочие элементы строительно-дорожных машин: в частности ножей грейдерных машин, используемых для уборки улиц, укладки щебня при асфальтировании дорог и т.д.

Нож с двумя рабочими кромками крепится на отвале грейдерной машины и имеет возможность линейного и кругового перемещения. При достижении предельного износа од-

ной режущей кромки, нож переворачивается и используется вторая. Ресурс работы одного грейдерного ножа составляет в среднем четыре-пять смен. Поэтому повышение стойкости грейдерных ножей является весьма актуальной задачей. Характер работы грейдерных ножей обуславливает интенсивное изнашивание рабочей кромки вследствие трения и контактно-усталостных нагрузок. Это предполагает использование упрочнения с целью повышения твердости режущих кромок.

СИО позволяет получить твердость не менее 35 ... 40 HRC по всей ширине рабочей кромки грейдерного ножа. Расчет экономической эффективности упрочнения ножей грейдерных машин ТВЧ и статико-импульсной обработкой показал, что упрочнение СИО увеличивает производственные затраты, а следовательно, стоимость изделия по сравнению с неупрочненными ножами на 15 %, а упрочнение ТВЧ на 26 %. При этом характеристики качества после упрочнения СИО практически не уступают после упрочнения ТВЧ.

В результате обработки микротвердость поверхностного слоя грейдерного ножа повысилась в 2-2,5 раза. Долговечность ножа при этом увеличилась в 1,5-1,8 раз.

В результате СИО многократно возросли возможности управления процессом упрочнения обрабатываемого материала, появилась возможность создания гетерогенно и гомо-

Статья поступила в редакцию 18 октября 2011 г.

генно упрочненных поверхностных слоев всего лишь за счет варьирования значениями настроечных и технологических факторов. Это является несомненным достоинством этого метода по сравнению с большинством известных способов упрочнения ППД.

Литература

1. *Смелянский В.М.* Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. - М.: Машиностроение, 2002. 300 с.
2. *Лазуткин А.Г., Кокорева О.Г.* Упрочнение и формообразование поверхностей статико-импульсной обработкой // Точность технологических и транспортных систем: Материалы междунар. науч.-техн. конф. - Пенза: 1998. Ч. 2. С. 124–126.
3. *Лазуткин А.Г., Кокорева О.Г.* Упрочнение статико-импульсной обработкой // Новые материалы и технологии в машиностроении и приборостроении: Материалы науч.-техн. конф. - Пенза, 1996. С. 26–31.
4. *Соловьев Д.Л. и др.* Упрочнение тяжело нагруженных деталей методом статико-импульсного ППД // СТИН. 2002. № 5 С. 13–15.
5. *Киричек А.В., Кокорева О.Г.* Упрочнение тяжело нагруженных поверхностей крестовин стрелочных переводов // Состояние перспективы развития дорожного комплекса: Сб. научных статей. Вып. 3. - Брянск: БГИТА, 2001. С. 39–41.

The static-pulsed treatment (SPT) is a new developed and patented scientific team of MI VIGU method of surface-plastic deformation (SPD). Its feature is combination of static and dynamic loading of deformation zone. The main strain effect is due to dynamic component of load, which is formed in shock system and reported in deformation in form of sustained momentum. Preliminary static compression of the tool to the workpiece makes better use of energy shock pulse.

Keywords: static-pulsed treatment, heavy-duty surface, crossings core switches, grader blades, the characteristics of surface layer quality, durability, work hardening, surface plastic deformation, durability, reliability.

Кокорева Ольга Григорьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая механика» Муромского института (филиала) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
