

УДК 621.8

Управление параметрами качества поверхностного слоя при обработке статико-импульсным методом

Кокорева О.Г., Пехотов М.В.

Представлен статико-импульсный метод обработки образцов из высокомарганцевистой стали, позволяющий получить упрочненный поверхностный слой стали глубиной до 9 мм. Полученный упрочненный поверхностный слой стали имеет гетерогенную структуру и обеспечивает необходимый закон распределения твердости поверхностного слоя. Представлены опытные зависимости твердости высокомарганцевистой стали (ВМС) от: величины статического усилия при различной энергии удара; энергии удара, упрочненной статико-импульсной обработкой СИО при различном статическом усилии обработки; глубины сечения высокомарганцевистой стали, упрочненных различными методами поверхностно пластического деформирования (ППД); степени деформации стали, упрочненной различными методами ППД. Разработана методика определения равномерности поверхностного слоя после деформационного упрочнения. Определены возможности регулирования равномерности упрочняемого поверхностного слоя с помощью параметров статико-импульсной обработки. Установлено, что твердость в результате упрочнения статико-импульсной обработкой повышается по сравнению с исходной в 2,0...2,3 раза.

Ключевые слова: поверхностная пластическая деформация, равномерность упрочнения, статико-импульсная обработка, остаточное напряжение, микротвердость.

Control of the quality parameters of the surface layer in the processing of static-pulse method

Kokoreva O.G., Pekhotov M.V.

Represented by the static-pulse method for processing samples from high-manganese steel, provides a hardened steel surface layer to a depth of 9 mm. The resulting hardened surface layer of the steel has a heterogeneous structure and provides the necessary law of distribution of the hardness of the surface layer. The presents the research result dependence of hardness high manganese steel from: value static exertion at different energy blow, energy blow, consolidation by static-pulse method in processing different levels of static forces, depth section hardness of high manganese steel reinforced of different methods of surface plastic deformation, degree of deformation steel reinforced by various methods surface plastic deformation. The technique of determining the uniformity of the surface layer after work hardening. Possibilities regulatory uniformity hardenable surface layer using parameters static pulse processing. Found that the hardness as a result of hardening pulse-static treatment is increased as compared with the original in the 2.0 ... 2.3 times.

Keywords: surface plastic deformation, uniform hardening, static pulse processing, residual stress, microhardness.

Введение

Актуальной задачей современного машиностроения является технологическое обеспечение заданного ресурса техники, зависящего непосредственно от эксплуатационных свойств тяжело нагруженных деталей машин.

Целью исследований является создание поверхностного слоя, обладающего высокими

характеристиками качества и обеспечивающего необходимые эксплуатационные свойства деталей машин.

Эксплуатационные свойства деталей машин определяется износостойкостью их поверхностей, а также такими характеристиками как сопротивлением усталости и контактной выносливостью.

Управление параметрами качества поверхностного слоя

Одной из задач исследования характеристик качества поверхностного слоя является определение твердости образцов из высокомарганцевистой стали (ВМС), упрочненных статико-импульсной обработкой (СИО), по глубине.

В настоящее время применяют различные способы поверхностного упрочнения для борьбы с интенсивным износом деталей машин такие как: нанесение покрытий, термообработку, поверхностное пластическое деформирование и др.

Однако, известные существующие методы поверхностного пластического деформирования (обкатывание, выглаживание, дробеструйная обработка) не позволяют получить необходимую глубину упрочненного слоя. Данными методами достигается глубина упрочненного слоя до 2...3 мм., чем сдерживается получение гетерогенной структуры, не позволяющей обеспечить необходимый закон распределения твердости поверхностного слоя. При глубине упрочнения 3-5 мм наблюдается образование концентраторов напряжений, и как следствие образование трещин и разупрочнение металла.

Предлагаемый статико-импульсным методом обработки образцов из высокомарганцевистой стали позволяет получить упрочненный поверхностный слой стали глубиной до 9 мм, имеющий гетерогенную структуру и обеспечивающий необходимый закон распределения твердости поверхностного слоя.

Лабораторные исследования твердости проводились на образцах, упрочненных в различных режимах нагружения. При этом изменялись:

- величина статического усилия на инструмент (ударник), - $F_{ст}$;
- величина энергии удара - E ;
- соотношение длин бойка (ударника) и волновода - l_1/l_2 .

На рисунках 1,2 представлены зависимости, полученные в результате анализа измерения твердости от величины статического усилия и энергии удара.

Анализируя полученные зависимости, следует отметить, что твердость увеличивается как при возрастании статического усилия статико-импульсного упрочнения, так и при увеличении энергии удара. Максимальная величина твердости соответствует наибольшей деформации образца. На рисунке 3 показано распределение твердости по сечению образцов из ВМС, упрочненных СИО.

Рассмотрим распределение твердости по глубине сечения. Зависимость 1 получена по результатам лабораторных замеров твердости на образцах, упрочненных СИО. Зависимости 2 и 3 используются для сравнительной характеристики [1,2,3,4]. Анализируя полученные графики, следует отметить наличие прямолинейного участка на каждой кривой. Начало прямолинейного участка свидетельствует о различной глубине упрочненного слоя. Так, при упрочнении взрывом глубина упрочнения достигает 6 мм, накаткой 5 мм. СИО дает упрочненный слой до 8-9 мм по сечению образца.

В результате статико-импульсной обработки получено достаточно равномерное упрочнение образцов из ВМС. Причем максимальное значение твердости зафиксировано на поверхности образцов (до 605...610), а на глубине 8...9 мм. по сечению образца становится практически равной твердости термообработанных образцов. Это свидетельствует о наличии упрочненного слоя до 8...9 мм.

Наибольшая степень деформации наблюдается до глубины в 4...5 мм, которой соответствует твердость 470...480 НВ, далее степень деформации и твердость уменьшается до величин соответствующих исходному состоянию не упрочненной ВМС. Увеличению степени деформации образцов из ВМС соответствует повышение её твердости.

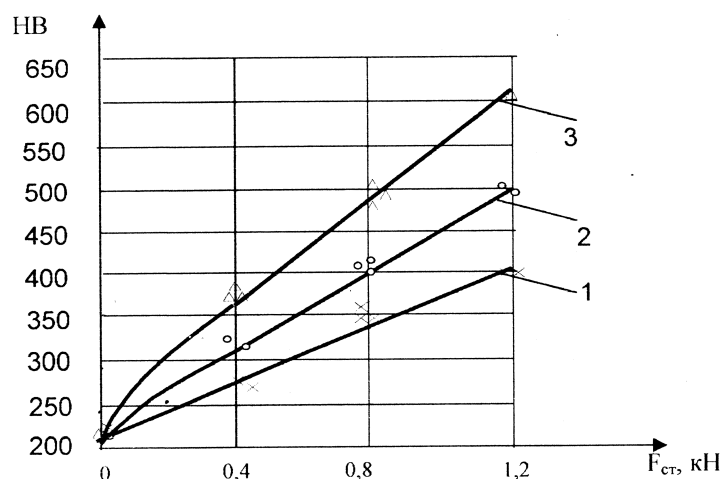


Рис. 1. Зависимость твердости образцов из ВМС упрочненных СИО от величины статического усилия при различной энергии удара: 1) $E_1=6 \text{ Дж}$, 2) $E_2=12 \text{ Дж}$, 3) $E_3=18 \text{ Дж}$.

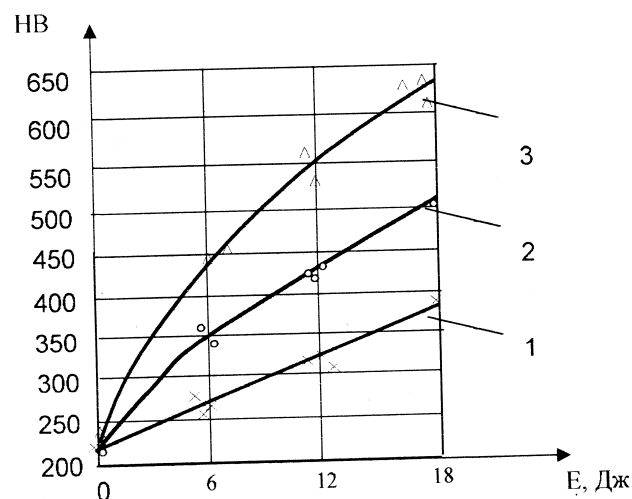


Рис. 2. Зависимость твердости от энергии удара образцов из ВМС, упрочненных СИО при различном статическом усилии обработки: 1) $F_{ст}=0,4 \text{ кН}$, 2) $F_{ст}=0,8 \text{ кН}$, 3) $F_{ст}=1,2 \text{ кН}$.

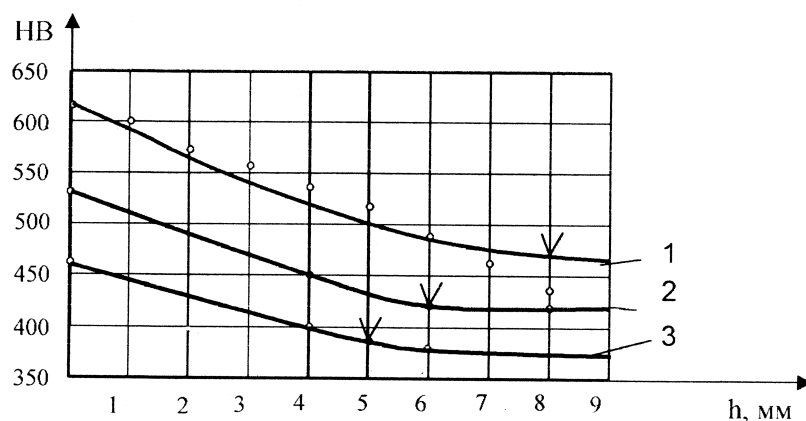


Рис. 3. Зависимость твердости по глубине сечения образцов из ВМС, упрочненных: 1) статико-импульсной обработкой, 2) методом взрыва, 3) накаткой.

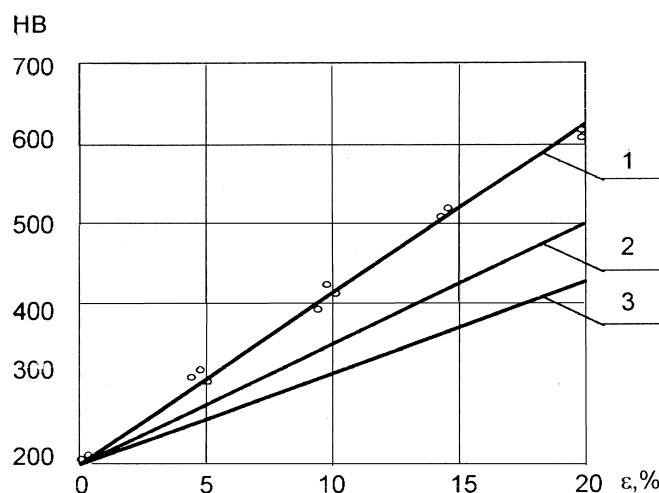


Рис 4. Зависимость твердости стали 110Г13Л от степени деформации образцов упрочненных: 1) статико-импульсным методом; 2) методом взрыва; 3) методом накатки.

На рисунке 4 приведены зависимости твердости от степени деформации образцов, упрочненных СИО для сравнения с аналогичными зависимостями для образцов, упрочненных методом взрыва и накатки [5,6].

Заключение

В результате лабораторных исследований установлено, что твердость в результате упрочнения статико-импульсной обработкой повышается по сравнению с исходной в 2,0...2,3 раза.

Использование способов ППД позволяет осуществлять плавный переход между участками с различной твердостью, что исключает возможность зарождения между ними микротрещин и дальнейшего разрушения.

Установлено, что одним из наиболее эффективных способов ППД, позволяющих достаточно точно регулировать различную степень равномерности упрочнения поверхностного слоя, является статико-импульсная обработка. Разработана методика определения равномерности поверхностного слоя после деформационного упрочнения. Определены возможности регулирования равномерности упрочняемого поверхностного слоя с помощью параметров СИО. Установлено, что с помощью СИО может быть создан упрочненный

поверхностный слой глубиной до 9 мм и более с практически равномерной или гетерогенной структурой.

Литература

1. Суслов А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000. – 320с.
2. Смелянский В. М., Земсков В. А. Технологическое повышение износостойкости деталей методом электроэрозионного синтеза покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия, 2005, № 1.
3. Иванов Г. П., Картонова Л.В., Худошин А.А. Повышение износостойкости деталей созданием регулярной гетерогенной макроструктуры // Строительные и дорожные машины, 1997, № 1.
4. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Тарасов Д.Е. Упрочнение железноуглеродистых сплавов комбинированной обработкой, волной деформации и цементацией // Упрочнение технологии и покрытия, 2013, №12
5. Кокорева О.Г. Исследование параметров качества поверхностного слоя при обработке статико-импульсным методом // Станки и инструменты, №3, 2012.
6. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Силантьев С.А. Влияние режимов статико-импульсной обработки на равномерность упрочнения поверхностного слоя // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением, 2004, № 2.
7. Кокорева О. Г. Технологические возможности статико-импульсной обработки // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, №3, 2013.

8. *Кокорева О.Г.* Разработка модели способа обработки тяжело нагруженных поверхности деталей машин // Научно-технические технологии, №2, 2014.

9. *Ерохин М.Н., Кокорева О.Г.* Термодинамический критерий упрочнения деталей динамическими методами поверхностей пластической деформации // Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ, №1, 2014.

10. *Казанцев С.П., Кокорева О.Г.* Управление качеством упрочнения при статико-импульсной обработке // Международный технико-экономический журнал, №4, 2014.

References

1. *Suslov A.G.* Kachestvo poverhnostnogo sloja detalej mashin [The quality of the surface layer of machine parts]. – Moscow: Mashinostroyeniye, 2000. – 320 p.

2. *Smeljanskij V. M., Zemskov V. A.* Tehnologicheskoe povyshenie iznosostojkosti detalej metodom jelektroerozionnogo sinteza pokrytij [Technological improvement of wear parts by electro fusion coating] // Uprochnijajushhie tehnologii i pokrytija [Hardening and coating technology], 2005, № 1.

3. *Ivanov G. P., Kartonova L.V., Hudoshin A.A.* Povyshenie iznosostojkosti detalej sozdaniem reguljarnoj geterogennoj makrostruktury [Increased wear resistance of parts creating a regular heterogeneous macrostructure] // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny [Building and road machines], 1997, № 1.

4. *Kirichek A.V., Solov'ev D.L., Tarasov D.E.* Uprochnenie zheleznoouglerodistykh splavov kombinirovannoj obrabotkoj, volnoj deformacii i cementaciej [Hardening zheleznoouglerodistykh alloys combined processing, wave deformation and cementation] // Uprochnenie tehnologii i pokrytija [Hardening and coating technology], 2013, №12.

5. *Kokoreva O.G.* Issledovanie parametrov kachestva poverhnostnogo sloja pri obrabotke stati-kompul'snym metodom [Study quality parameters surface layer when processing static-pulse method] // Stanki i instrumenty [Machines and tools], №3, 2012.

6. *Kirichek A.V., Solov'ev D.L., Silant'ev S.A.* Vlijanie rezhimov statiko-kompul'snoj obrabotki na ravnomernost' uprochnenija poverhnostnogo sloja [Effect of static pulse processing uniform hardening of the surface layer] // Kuznechno-shtampovoe proizvodstvo. Obrabotka metallov davleniem [Forging and stamping production. Metal Forming], 2004, № 2.

7. *Kokoreva O.G.* Tehnologicheskie vozmozhnosti statiko-kompul'snoj obrabotki [Technological possibilities of static pulse processing] // Vestnik FGOU VPO MGAU, №3, 2013.

8. *Kokoreva O.G.* Razrabotka modeli sposoba obrabotki tjazhelonagruzhennykh poverhnosti detalej mashin [Development of a model method for processing heavy-laden surfaces of machine parts] // Nauchno-tekhnologičeskie [Science intensive technologies], №2, 2014.

9. *Erohin M.N., Kokoreva O.G.* Termodinamičeskij kriterij uprochnenija detalej dinamicheskimimi metodami poverhnostej plasticheskoj deformacii [Thermodynamic criterion of hardening of details dynamic methods of surfaces of plastic deformation] // Vestnik FGOU VPO MGAU, №1, 2014.

10. *Kazancev S.P., Kokoreva O.G.* Upravlenie kachestvom uprochnenija pri statiko-kompul'snoj obrabotke [Quality Management hardening static-pulse treatment] // Meždunarodnyj tekhniko-ekonomičeskij zhurnal [International Technical-Economic Journal], №4, 2014.

Статья поступила в редакцию 12 марта 2015 г.

Кокорева Ольга Григорьевна – кандидат технических наук, доцент Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: kokoreva_olga_2.11@mail.ru

Пехотов Максим Владимирович – студент кафедры «Технология машиностроения» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: pehotov.max@yandex.ru

Kokoreva Olga Grigorjevna – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: kokoreva_olga_2.11@mail.ru

Pekhotov Maksim Vladimirovich – Student, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: pehotov.max@yandex.ru