

## СТАТИКО-ИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Кокорева О.Г.*

**Ключевые слова:** твердость, статико-импульсная обработка, высокомарганцовистая сталь, методы упрочнения, поверхностно-пластической деформации, глубина упрочнения, режим упрочнения.

**Аннотация.** Предложен новый способ упрочнения поверхности деталей машин – статико-импульсная обработка (СИО). Выполнен сравнительный анализ твердости при упрочнении образцов различными методами поверхностно-пластической деформации и СИО. Представлены результаты лабораторных исследований твердости образцов по глубине поверхностного слоя при упрочнении СИО в сравнении с другими способами обработки.

## STATIC-IMPULSE PROCESSING AS AN EFFECTIVE WAY TO INCREASE THE DURABILITY OF MACHINE PARTS

*Kokoreva O.G.*

**Keywords:** hardness, static-pulse treatment, high-manganese steel, methods of hardening, surface plastic deformation, depth of hardening, hardening mode.

**Abstract.** A new method of hardening the surface of machine parts is proposed - static-impulse treatment (SIT). Comparative analysis of hardness during strengthening of specimens by various methods of surface plastic deformation and SIT has been carried out. The results of laboratory studies of the hardness of specimens along the depth of the surface layer during hardening of the SIT are presented in comparison with other processing methods.

Одним из наиболее эффективных способов повышения долговечности деталей машин является их упрочнение [1]. Предложен один из новых способов их упрочнения статико-импульсная обработка (СИО).

Лабораторные исследования твердости образцов, упрочненных СИО, проводились для различных режимов нагружения, при этом изменялись: величина статического усилия на инструмент (ударник) -  $F_{cm}$ ; величина энергии удара -  $E$ ; соотношение длин бойка (ударника) и волновода -  $I_1/I_2$  [2].

Твердость увеличивается как при возрастании статического усилия статико-импульсного упрочнения, так и при увеличении энергии удара. Максимальная величина твердости соответствует наибольшей деформации образца.

Результаты исследования показали, что одним из важных параметров, характеризующих степень упрочнения поверхности, деталей машин является твердость. На рисунке 1 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. 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 6мм, накаткой 5 мм. СИО дает упрочненный слой до 8...9мм 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 по сечению образца становится практически равной твердости термообработанных образцов. Это свидетельствует о наличии упрочненного слоя до 8...9 мм.

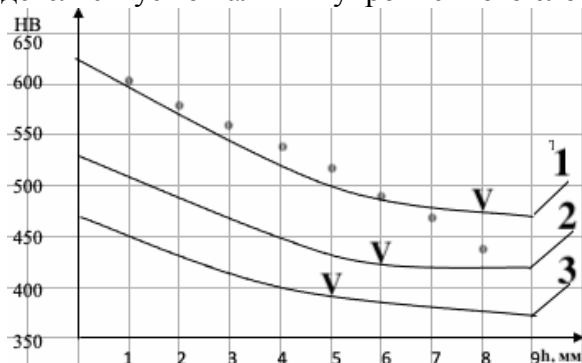


Рис. 1. Зависимость твердости по глубине сечения образцов из ВМС упрочненных: 1) статико-импульсной обработкой; 2) методом взрыва; 3) накаткой

Распределение твердости по глубине упрочненного слоя образцов из ВМС, упрочненных СИО, представлено в таблице 1. Наибольшая степень деформации наблюдается до глубины в 4...5 мм, которой соответствует твердость 470..480 НВ, далее степень деформации и твердость уменьшаются до величин соответствующих исходному состоянию неупрочненной ВМС. Увеличению степени деформации образцов из ВМС соответствует повышение ее твёрдости. На рисунке 2 приведены зависимости твердости от степени деформации образцов, упрочненных СИО для сравнения аналогичными зависимостями для образцов, упрочненных методом взрыва и накатки [3].

Табл. 1. Распределение твердости

| Твердость образцов НВ |     |     | Глубина по сечению, мм | Ударная вязкость, КСУ МДж/м <sup>2</sup> |
|-----------------------|-----|-----|------------------------|--|
| 1                     | 2   | 3   |                        |  |
| 608                   | 603 | 610 | 1                      | 2,27                                     |
| 587                   | 581 | 585 | 2                      | -  |
| 563                   | 557 | 562 | 3                      | -  |
| 524                   | 518 | 528 | 4                      | 2,15                                     |
| 502                   | 464 | 493 | 5                      | -  |
| 476                   | 465 | 470 | 6                      | -  |
| 438                   | 432 | 435 | 7                      | 2,03                                     |
| 392                   | 398 | 402 | 8                      | -  |
| 376                   | 363 | 377 | 9                      | -  |
| 334                   | 326 | 330 | 10                     | 1,84                                     |

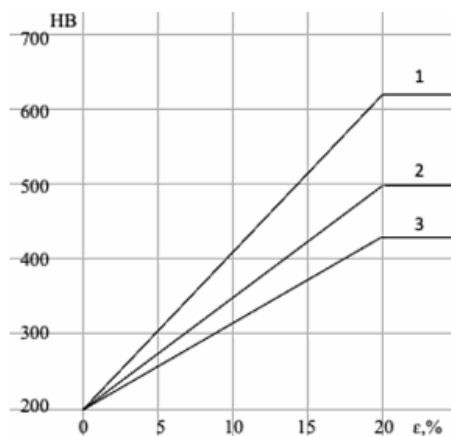


Рис. 2. Зависимость твердости стали 110Г13Л от степени деформации образцов упрочненных: 1) статико-импульсным методом; 2) методом взрыва; 3) методом накатки

Таким образом, в результате лабораторных исследований установлено, что твердость при упрочнении статико-импульсной обработкой повышается по сравнению с исходной в 2,0 ... 2,3 раза. Это обеспечивает значительное увеличение долговечности деталей машин.

### Список литературы

1. Смелянский В.М. Механика упрочнения поверхностного слоя деталей машин в технологических процессах поверхностного пластического деформирования. – М.: Кашмир, 1992. – 283с.
2. Киричек А.В., Кокорева О.Г., Лазуткин А.Г., Соловьев Д.Л., Статико-импульсная обработка и оснастка для ее реализации // СТИН. 1999. №6. С.20-24.
3. Кокорева О.Г. Результаты произведенных испытаний по упрочнению сердечников крестовин стрелочных переводов // Вестник машиностроения. 2010. №3. С.85-87.

### References

1. Smelyansky V.M. Mechanics of hardening of the surface layer of machine parts in technological processes of surface plastic deformation. – M.: Kashmir, 1992. – 283p.
2. Kirichek A.V., Kokoreva O.G., Lazutkin A.G., Soloviev D.L., Static-pulse processing and equipment for its implementation // STIN. 1999. №6. P. 20-24.
3. Kokoreva O.G. The results of the tests performed to strengthen the cores of the crosspieces of the turnouts // Bulletin of mechanical engineering. 2010. №3. P.85-87.

**Кокорева Ольга Григорьевна** – кандидат технических наук, доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия, kokoreva\_olga\_2.11@mail.ru

**Kokoreva Olga Grigorievna** – candidate of technical sciences, associate professor, Moscow Aviation Institute (national research university), Moscow, Russia, kokoreva\_olga\_2.11@mail.ru

Received 01.02.2021