

ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ НОЖЕЙ РОТОРНОЙ ДРОБИЛКИ *Рассказчиков Н.Г.*

Ключевые слова: лазерное термоупрочнение, рубочные ножи, режимы лазерной обработки, тепловизионный контроль температуры.

Аннотация. Основным оборудованием для переработки пластиковых бутылок являются роторные дробилки. К качеству рубочных стальных ножей дробилок предъявляются высокие требования, это помогает избежать их преждевременного износа и частой заточки. В статье рассматриваются вопросы применения технологических лазеров для повышения твердости режущей кромки ножей. Подбор режимов лазерного термического упрочнения был проведен с использованием методов математического планирования эксперимента, моделирования и тепловизионного контроля температуры в процессе обработки.

LASER THERMAL HARDENING OF ROTARY CRUSHER KNIVES *Rasskazchikov N.G.*

Keywords: laser thermal hardening, chopping knives, laser processing modes, thermal imaging temperature control.

Abstract. The main equipment for processing plastic bottles is rotary crushers. The quality of the chopping steel knives of crushers is subject to high requirements, this helps to avoid premature wear and frequent sharpening. The article deals with the use of technological lasers to increase the hardness of the cutting edge of knives. The selection of laser thermal hardening modes was carried out using the methods of mathematical planning of the experiment, modeling and thermal imaging temperature control during processing.

Компании, использующие вторичное сырье на своей площадке имеют участок по переработке ПЭТФ (полиэтилентерефталат) бутылок в хлопья (флексy). Основным оборудованием для переработки ПЭТФ бутылок служит роторная дробилка, которая измельчает ПЭТФ бутылки. Рабочими органами роторной дробилки являются ротор и боковые ножи. К качеству стальных ножей предъявляются высокие требования, это помогает избежать их преждевременного износа и частой заточки.

Измельчение происходит вследствие нанесения быстрых ударов ножей, закрепленных на роторе. Причем статор тоже оснащен ножами (неподвижными). Между этими группами резаков и происходит измельчение сырья (рис. 1). Примеры ножей приведены на рисунке 2.

Предназначенные для дробления отходы загружаются в загрузочный бункер и постепенно захватываются ножами ротора. Под камерой, в которой производится резка, установлено сито. Его ячейки определяют размер хлопьев. Процесс измельчения происходит до того момента, когда последняя партия измельченного материала пройдет через сито.

Важным фактором при использовании роторных дробилок служит увеличение срока службы рубочных ножей. Увеличить срок службы рубочных ножей позволяет термоупрочнение режущей кромки, а также использование новых видов сталей.

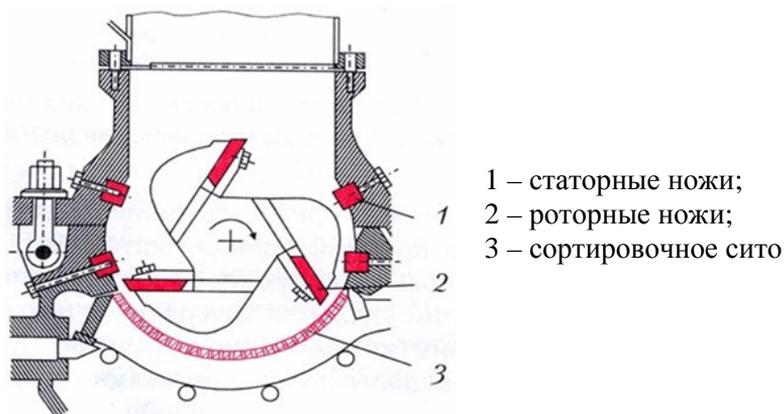


Рис. 1. Схема расположения неподвижных и подвижных ножей



Рис. 2. Примеры рубочных ножей

Лазерное термоупрочнение ножей из стали 40X13 без оплавления возможно достичь с помощью подбора режима с использованием методов математического планирования эксперимента [1,2], моделирования и контроля температуры в процессе обработки [3].

Проведенные исследования на твердотельном импульсном YAG-лазере МЛТИ-500 позволили обосновать режимы лазерной обработки по регрессионной модели. В качестве параметра оптимизации была выбрана твердость упроченного слоя.

С помощью тепловизора *ThermoCAM Researcher Professional* получены данные о значениях температур в зоне обработки в виде термограмм и кривых распределения значений температуры на плоскости по выбранным направлениям или точкам.

Характерный вид термограмм, представлен на рис. 3, а на рис. 4 приведены кривые распределения температур в окрестности пятна нагрева

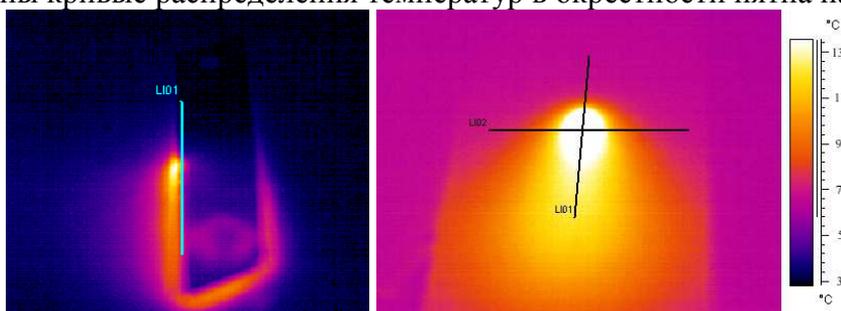


Рис. 3. Термограммы взаимодействия лазерного излучения с упрочняемым материалом

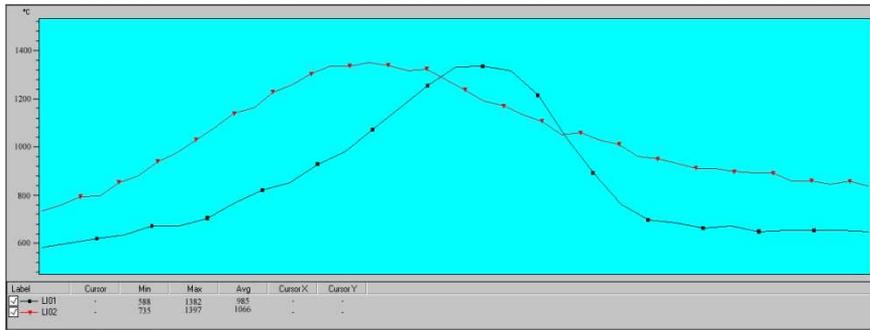


Рис. 4. Кривые распределения температур в зоне термического упрочнения

Зависимость твердости упрочняемой поверхности, в частности, кромок рубочных ножей, от параметров процесса имеет сложный характер и даже незначительное отклонение хотя бы одного из них неизбежно приводит к изменению свойств. Использование системы управления с коррекцией скорости перемещений в функции ошибки по температуре [4] для целей термического упрочнения изделий из стали 40X13 позволило стабилизировать параметры процесса, исключить оплавление и другие дефекты, обеспечить твердость в пределах 60...65 HRC.

Список литературы

1. Тарасова Т.В. Математическое моделирование тепловых процессов и расчетная оптимизация режимов лазерной поверхностной обработки / Т.В. Тарасова, И.С. Белашова, С.Д. Кузьмин, Е.И. Кузьмина // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2017. – Т.5, №4. – С. 63-66. DOI: 10.24892/RIJE/20170408
2. Кирилина А.Н. Повышение эффективности управления процессом лазерного термического упрочнения лезвийного инструмента на основе математических моделей: дисс. ... канд. техн. наук: – Владимир, 2007. – 157 с.
3. Рассказчиков Н.Г. Анализ инфракрасных изображений для диагностики и прогнозирования технического состояний объектов в стекольной промышленности // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. –2018. – Т.6, №1. – С.16-20. DOI: 10.24892/RIJE/20180103
4. Рассказчиков Н.Г. Моделирование адаптивной системы управления со стабилизацией температурного режима процесса лазерного термического упрочнения / Н.Г.Рассказчиков, А.Н.Шлегель // Вестник МГТУ "Станкин". – 2013. – №2 (25). – С. 86-90.

References

1. Tarasova T.V., Belashova I.S., Kuzmin S.D., Kuzmina E.I. Mathematical modeling of thermal processes and optimization of laser surface treatment modes // Russian Internet Journal of Industrial Engineering. 2017. Vol.5, no.4. P. 63-66. DOI: 10.24892/RIJE/20170408

2. Kirilina A.N. Improving the efficiency of laser thermal hardening of blade tools on the basis of mathematical models. Vladimir, VISU, 2007. 157 p
3. Rasskazchikov N.G. Analysis of infrared images for diagnostics and forecasting technical condition of the objects in the glass industry // Russian Internet Journal of Industrial Engineering. 2018. Vol.6, no.1. P. 16-20. DOI: 10.24892/RIJIE/2018010
4. Rasskazchikov N.G., Shlegel A.N. Modeling of an adaptive control system with stabilization of the temperature of the process of laser thermal hardening // Bulletin of MSTU "Stankin". 2013. No.2(25). P. 86-90.

Рассказчиков Николай Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов, мехатроника и робототехника», Владимирский государственный университет, г.Владимир, Россия, rasskazchikov_ng@mail.ru	Rasskazchikov Nikolai Gennadievich – candidate of technical sciences, associate professor of the Department «Automation of technological processes, mechatronics and robotics», Vladimir State University, Wladimir, Russian Federation, rasskazchikov_ng@mail.ru
--	--

Received 08.11.2019