

УДК 621.771.07:621.787.6

Взаимосвязь между конструктивными параметрами электроэрозионного текстурирования и частотным параметром шероховатости

Звягина Елена Юрьевна

zviagina_mmf@mail.ru

Огарков Николай Николаевич

МГТУ им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия

***Аннотация.** Установлена взаимосвязь между конструктивными параметрами электроэрозионного текстурирования (количество станций, количество электродов), режимами (ток, напряжение) и частотным параметром) шероховатости.*

***Ключевые слова:** шероховатость, электроэрозионное текстурирование, микрократер, электроды, поверхность прокатных валков*

Relationship between the design parameters of electro-erosion texturing and the parameters of roughness

Zvyagina Elena Yurievna

zviagina_mmf@mail.ru

Ogarkov Nikolay Nikolaevich

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

Abstract. The authors have established a relationship between the design parameters of the ERT (number of stations, number of electrodes), modes (current, voltage), and parameters (frequency and height) of the roughness.

Keywords: roughness, electroerosive texturing, microcrater, electrodes, surface of rolling rolls

Введение. Распространенными способами получения требуемой шероховатости поверхности валков, в частности при производстве автолиста являются насечка дробью и электроэрозионное текстурирование. Насечка дробью используется преимущественно при отделке холоднокатаной полосы, из которой изготавливаются не лицевые кузовные детали автомобилей, а электроэрозионное текстурирование для отделки полосы, являющейся основной при изготовлении лицевых деталей [1–6].

Шероховатость поверхности холоднокатаной полосы обычно устанавливается в соответствии с запросами потребителей. Требуемые параметры шероховатости поверхности полосы реализуются за счет формирования соответствующей шероховатости рабочей поверхности прокатных валков и репродукции ее на полосе в процессе дрессировки [7–11].

В настоящей работе выполнено теоретическое исследование процесса электроэрозионного текстурирования прокатных валков, позволяющее уста-

новить количественную взаимосвязь между параметрами шероховатости текстурированной поверхности, конструктивными элементами установки, режимами текстурирования и энергоемкостью процесса.

Площадь, подвергнутая эрозии от единичного разряда, определяется соотношением

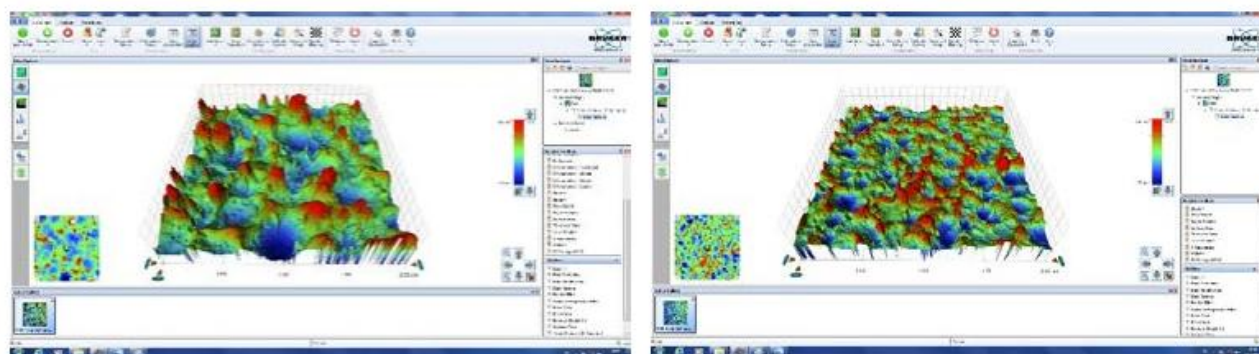
$$F_{\text{ед}} = \frac{\pi D n_b S}{k_1 k_2 k_3 f}, \quad (1)$$

где D — диаметр текстурируемой поверхности; n_b — число оборотов вала; S — подача на один оборот вала; k_1 — количество станций одновременно участвующих в текстурировании поверхности валков; k_2 — количество рядов электродов в одной станции; k_3 — количество электродов в одном ряду станций; f — частота образования и разрывов дугового разряда на каждом электроде за единицу времени, $f = \frac{1}{\tau}$; τ — время действия дугового разряда.

Радиус кратера сферической формы, который выплавляется под действием каждого разряда определяется следующим образом:

$$r = \sqrt{\frac{4 D n_b S}{9 k_1 k_2 k_3 f}}. \quad (2)$$

Анализ текстуры шероховатости, сформированной электроэрозионным методом (рис. 1) показывает, что углубления примыкают друг к другу, с перекрытием на $1/3r$.



а

б

Рис. 1. Формирование шероховатости при одном числе прохода (а), при двух проходах (б)

Поскольку шаг неровностей при таком расположении неровностей $S_m = 2r$, то частотный параметр равен, см^{-1} :

$$P_c = 5 \sqrt{\frac{9 k_1 k_2 k_3 f}{4 \pi D n_b S}}. \quad (3)$$

Полученное выражение справедливо при максимально возможном равномерном распределении микрократеров по поверхности валка, которое возможно только при 1 проходе. В реальности процесс электроэрозионного текстурирования является эргодичным [10]. Вводя в уравнение (3) функцию вида $\xi^n n^{1/n}$ для учета эргодичности процесса, запишем окончательную зависимость для расчета частотного параметра в виде

$$P_c = 5 \sqrt{\frac{9k_1 k_2 k_3 f}{4\pi D n_b S}} \xi^n n^{1/n}, \quad (4)$$

где ξ — показатель эргодичности процесса; n — число проходов станции по поверхности валка при текстурировании.

Показатель эргодичности, определяющий вид функции, зависит от конструктивных параметров установки электроэрозионного текстурирования и точности ее настройки. Применительно к установке компании “Sarclad-Herkules” $\xi = 1,02$.

$k_1 := 2$	$k_2 := 2$	$k_3 := 9$	$\tau := 0.02$	$f := \frac{1}{\tau} = 50$	$D := 500$	$n_e := \frac{14}{60} \cdot 1000 = 233.3333$	
$n_1 := 1$			$\xi := 1.02$				$S := \frac{1.43}{60} = 0.0238$
$P_{c1} := 50 \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot f}{\pi \cdot D \cdot n_e \cdot S}} \cdot \xi^{n_1} \cdot n_1^{\left(\frac{1}{n_1}\right)} = 34.7262$					$n_1 = 1$	$\tau = 0.02$	
$n_2 := 2$							
$P_{c2} := 50 \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot f}{\pi \cdot D \cdot n_e \cdot S}} \cdot \xi^{n_2} \cdot n_2^{\left(\frac{1}{n_2}\right)} = 50.0924$					$n_2 = 2$	$\tau = 0.02$	
$n_3 := 3$							
$P_{c3} := 50 \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot f}{\pi \cdot D \cdot n_e \cdot S}} \cdot \xi^{n_3} \cdot n_3^{\left(\frac{1}{n_3}\right)} = 52.1072$					$n_3 = 3$	$\tau = 0.02$	
$n_4 := 4$							
$P_{c4} := 50 \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot f}{\pi \cdot D \cdot n_e \cdot S}} \cdot \xi^{n_4} \cdot n_4^{\left(\frac{1}{n_4}\right)} = 52.1162$					$n_4 = 4$	$\tau = 0.02$	
$n_5 := 5$							
$P_{c5} := 50 \cdot \sqrt{\frac{9}{4} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot f}{\pi \cdot D \cdot n_e \cdot S}} \cdot \xi^{n_5} \cdot n_5^{\left(\frac{1}{n_5}\right)} = 51.8623$					$n_5 = 5$	$\tau = 0.02$	

Рис. 2. Пример расчета в программе Mathcad

Результаты и их обсуждение. Полученные данные позволяют судить о том, что формирование плотности пиков микронеровностей на обрабаты-

емой поверхности при электроэрозионном способе происходит более четко при числе проходов 2. Дальнейшее увеличение числа проходов приводит к незначительному увеличению плотности насечки.

Заключение. Выполненные исследования позволяют установить взаимосвязь между конструктивными параметрами ЭРТ (количество станций, количество электродов), режимами (ток, напряжение) и параметрами (частотными и высотными) шероховатости. Это позволяет назначать режимы текстурирования поверхности, в соответствии с требованиями потребителей, с сокращением пробных настроек. Полученные результаты могут быть полезны для дальнейших разработок в области получения микрогеометрии на поверхности прокатных валков.

Список источников

- [1] Адамек К.Х. Формирование микрогеометрии поверхности прокатных валков на текстурирующих станках. *Сталь*, 2001, № 8, 48 с.
- [2] Sun D., Yao L., Fan Q. Research on Service Performances between Different Textured Cold Rolls. AIS Tech 2006 Proceedings. 2006, January, pp. 285–289.
- [3] Раимбеков А.М., Тевс В.И., Заколюкин С.Б. Оценка эффективности электроэрозионного текстурирования рабочих валков. *Сталь*, 2006, № 2, с. 38–40.
- [4] Бодяев Ю.А., Горбунов А.В., Радионов А.Ф. Влияние электроэрозионно-обработанных рабочих валков дрессировочного стана на микротопографию поверхности проката. *Сталь*, 2006, № 5, с. 90–94.
- [5] Гусев Ю.Б., Косоногова С.А., Дубовое Д.А. Оценка микрогеометрии поверхности листа для деталей кузовов автомобилей. *Сталь*, 2001, № 8, с. 84–85.
- [6] Гарбер Э.А., Горелик П.Б., Дилигенский Е.В. Исследование технологических режимов, влияющих на шероховатость полосы при холодной прокатке. *Сталь*, 2000, № 2, с. 37–39.
- [7] Дилигенский Е.В., Гарбер Э.А., Кузнецов В.В. Влияние микрогеометрии текстурированных валков на шероховатость холоднокатаных полос. *Черная металлургия*, 2002, № 7, с. 41–44.
- [8] Белов В.К., Беглецов Д.О., Дьякова М.В., Ласьков С.А., Жумагалиев Н.И., Журавлев А.М. О режимах тестирования поверхности рабочих валков для производства листа с высококачественной микротопографией поверхности. Часть 2. О выборе наиболее эффективных режимов текстурирования поверхности рабочих валков на установках ЭРТ Herkules и Profitex 60S. *Черная металлургия*, 2017, № 3 (1407), с. 83–88.
- [9] Польшин А.А., Бельский С.М., Мухин Ю.А. Особенности технологии текстурирования рабочих валков станов холодной прокатки. *Вестник Липецкого государственного технического университета*, 2017, № 3 (33), с. 36–39.
- [10] Шацких И.И., Цымбал Т.В. Совершенствование метода электроэрозионной обработки валков станов холодной прокатки путем оптимизации режимов обработки. *Современные материалы, техника и технологии*, 2017, № 2 (10), с. 139–147.
- [11] Огарков Н.Н., Звягина Е.Ю. Расчет параметров шероховатости при текстурировании поверхности прокатных валков электроэрозионным методом. *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*, 2023, т. 21, № 2, с. 29–36. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-2-29-36>