

УДК 621.893

## Выбор геометрических параметров нанесения упрочняющих материалов на поверхности трения почворезущих деталей

В.И. Мьяленко, О.В. Санкина

ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»,  
ул. Марковцева, д. 5, г. Кемерово 650056, Кемеровская область, Россия

Поступила в редакцию 16.08.2021.

После доработки 17.04.2022.

Принята к публикации 18.04.2022.

В работе предлагается использование карт прогнозируемого абразивного износа поверхности трения почворезущей детали, которые характеризуют интенсивность износа в различных точках поверхности трения в процессе её перемещения в почвенной среде. Полученные карты абразивного износа представляли собой характеристики поверхностей трения в границах большей или меньшей ожидаемой интенсивности абразивного износа. Далее, учитывая разную интенсивность износа в различных точках поверхностей трения проводилось упрочнение электроискровым методом с применением серого чугуна, предварительно подвергнутого термической обработке, заключавшейся в закалке в диапазоне температур 750—1050 °С с последующим охлаждением в воде, а также отжиге при температуре 900 °С в течение 1 ч, что позволяло формировать износостойкий слой за несколько проходов, при этом структура чугуна и основы не претерпевала изменений. Изучались физико-механические свойства и структуры упрочнённого слоя с использованием серого чугуна. После отпуска при температуре 300 °С его твёрдость повышалась до HRC 50—55 без последующего образования закалочных трещин. Наилучший способ термической обработки серого чугуна — закалка при температуре 900 °С с последующим охлаждением в воде. Твёрдость наплавленного слоя была выше (4800—5000 МПа), чем у основного металла (2300—2400 МПа), разупрочнения основы не наблюдали. По результатам испытаний упрочнённых изделий термически обработанный серый чугун можно рекомендовать для использования в качестве материала для упрочнения, так как толщина покрытия не ведет к изменениям изначальных геометрических размеров почворезущего инструмента с применением дифференцированной наплавки с применением карт абразивного износа. Практическое применение предложенного процесса упрочнения рекомендуется для лемехов плугов, культиваторных лап и долот рыхлителей, а также для лезвий отвалов грунтообрабатывающих машин.

**Ключевые слова:** карта абразивного износа, имитационное нагружение, серый чугун, электроискровое упрочнение, износостойкость.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2022-43-2-176-183

**Адрес для переписки:**

О.В. Санкина  
ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»,  
ул. Марковцева, д. 5, г. Кемерово 650056, Кемеровская область, Россия  
e-mail: olga\_vk\_06@mail.ru

**Address for correspondence:**

O.V. Sankina  
FSBEI HE “Kuzbass State Agricultural Academy”,  
st. Markovtseva, 5, Kemerovo 650056, Kemerovo region, Russia  
e-mail: olga\_vk\_06@mail.ru

**Для цитирования:**

В.И. Мьяленко, О.В. Санкина.  
Выбор геометрических параметров нанесения упрочняющих материалов на поверхности трения почворезущих деталей. Трение и износ. 2022. — Т. 43, № 2. — С. 176—183.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2022-43-2-176-183

**For citation:**

V.I. Myalenko and O.V. Sankina.  
[Selection of Geometric Parameters for Strengthening Material Application on Friction Surface of Soil-Cutting Parts]. *Trenie i Iznos*. 2022, vol. 43, no. 2, pp. 176—183 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2022-43-2-176-183

# Selection of Geometric Parameters for Strengthening Material Application on Friction Surface of Soil-Cutting Parts

V.I. Myalenko and O.V. Sankina

FSBEI HE “Kuzbass State Agricultural Academy”,  
st. Markovtseva, 5, Kemerovo 650056, Kemerovo region, Russia

Received 16.08.2021.

Revised 17.04.2022.

Accepted 18.04.2022.

## Abstract

The paper proposes the use of charts showing the expected abrasive wear of the soil-cutting part's friction surface, as they characterize the intensity of wear at various points of the friction surface in the process of its movement in the soil environment [1]. The obtained abrasive wear charts characterized the friction surfaces within the boundaries of a greater or less expected intensity of abrasive wear. Then, considering the different wear intensity at different points of the friction surfaces, there was carried out hardening of gray cast iron by the electric spark method. Gray cast iron was previously subjected to heat treatment consisted of hardening in the temperature range of 750—1050 °C, followed by cooling in water, or annealing at a temperature of 900 °C for 1 hour. These pre-steps made it possible to form a wear-resistant layer in several passes, while the structure of the cast iron and the base metal did not undergo changes. The physical and mechanical properties and structures of the hardened layer included gray cast iron were studied. After tempering at a temperature of 300 °C, its hardness increased up to HRC 50—55 without subsequent formation of hardening cracks. The best method of heat treatment of gray cast iron is hardening at a temperature of 900 °C followed by cooling in water. The hardness of the deposited layer was higher (4800—5000 MPa) than that of the base metal (2300—2400 MPa), no weakening of the base metal was observed. According to the test results of hardened products, heat-treated gray cast iron can be recommended for use as a hardening material, since the coating thickness does not lead to changes in the initial geometric dimensions of a soil-cutting tool using differentiated surfacing based on the abrasive wear charts. The practical application of the proposed hardening process is recommended for plowshares, cultivator shares and ripper chisels, as well as for blades of soil-cultivating machines.

**Keywords:** charts of abrasive wear, simulated loading, gray cast iron, electric-spark hardening, wear resistance.

DOI:10.32864/0202-4977-2022-43-2-176-183

---

### Адрес для переписки:

О.В. Санкина  
ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»,  
ул. Марковцева, д. 5, г. Кемерово 650056, Кемеровская область, Россия  
e-mail: olga\_vk\_06@mail.ru

### Для цитирования:

В.И. Мьяленко, О.В. Санкина.  
Выбор геометрических параметров нанесения упрочняющих материалов на поверхности трения почворежущих деталей.  
Трение и износ.  
2022. — Т. 43, № 2. — С. 176–183.  
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-176-183

---

### Address for correspondence:

O.V. Sankina  
FSBEI HE “Kuzbass State Agricultural Academy”,  
st. Markovtseva, 5, Kemerovo 650056, Kemerovo region, Russia  
e-mail: olga\_vk\_06@mail.ru

### For citation:

V.I. Myalenko and O.V. Sankina.  
[Selection of Geometric Parameters for Strengthening Material Application on Friction Surface of Soil-Cutting Parts].  
*Trenie i Iznos*.  
2022, vol. 43, no. 2, pp. 176–183 (in Russian).  
DOI: 10.32864/0202-4977-2022-43-2-176-183

## Список использованных источников

1. **Мяленко В.И.** Карта абразивного износа поверхности трения почворежущей детали // Трение и износ. — 2020 (41), № 1, 120—124
2. **Санкина О.В.** Повышение износостойкости орудий почвообрабатывающих машин // Достижения науки и техники. — 2019 (33), № 8, 77—80
3. **Панов И.М., Ветохин В.И.** Физические основы механики почв. — Киев: Феникс. — 2008
4. **Сеернев М.М., Подлекарев Н.Н., Сохадзе В.Ш., Китиков В.О.** Износ и коррозия сельскохозяйственных машин / под ред. М.М. Сеернева. — Минск: Беларус. Навука. — 2011
5. **Горячева И.Г.** Механика фрикционного взаимодействия. — М.: Наука. — 2001
6. **Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А.** Основы трибологии (трение, износ, смазка). — М.: Машиностроение. — 2001
7. **Установка для испытания на абразивный износ рабочих органов почвообрабатывающих:** пат. на изобретение RU 2649241 C1, 30.03.2018. Заявка № 2016148356 от 08.12.2016. машин / В.И. Мяленко, Н.А. Маринов, А.С. Санкин, О.Н. Бузиян, В.А. Понуровский
8. **Круговой почвенный стенд:** пат. на изобретение RU 2704290 C1? 25.10.2019. Заявка № 2018135932 от 10.10.2018. / В.И. Мяленко, С.И. Рудакова, Р.С. Бадудин
9. **Carcel-Carrasco Francisco-Javier, Pascual-Guilamon Manuel, and Salas-Vicente Fidel, et al.** Influence of Heat Treatment in the Microstructure of a Joint of Nodular Graphite Cast Iron when Using the Tungsten Inert Gas Welding Process with Perlitic Grey Cast Iron Rods as Filler Material // Metals. — 2019 (9), no. 1, Article Number 48
10. **Saraev Y., Gladkovsky S., Lepikhin S., Kamantsev I., Lunev A., and Perovskaya M.** Investigation of the Influence of Energy Parameter of the Covered-Electrode Welding on the Impact Strength Characteristics and Cracking Resistance of the Welded Joints Obtained // Obrabotka metallov-metal Working and Material Science. — 2018 (20), no. 2, 100—115

## References

1. **Mialenko V.I.** Maps of Abrasive Wear of the Friction Surface of a Soil-Cutting Part // Friction and Wear. — 2020 (41), no. 1, 120—124 (in Russian)
2. **Sankina O.V.** Increasing the Wear Resistance of Tools of Tillage Machines // Achievements of Science and Technology. — 2019 (33), no. 8, 77—80 (in Russian)
3. **Panov I.M. and Vetokhin V.I.** Physical Foundations of Soil Mechanics. — Kiev: Phoenix. — 2008 (in Russian)
4. **Seernev M.M., Podlekarev N.N., Sokhadze V.Sh., and Kitikov V.O.** Wear and Corrosion of Agricultural Machines / ed. M.M. Severnev. — Minsk: Belarus. Navuka. — 2011
5. **Goryacheva I.G.** Mechanics of Frictional Interaction. — M.: Nauka. — 2001 (in Russian)
6. **Chichinadze A.V., Brown E.D., Boucher N.A.** Fundamentals of Tribology (Friction, Wear, Lubrication). — M.: Mechanical Engineering. — 2001 (in Russian)
7. **Installation for Testing Abrasive Wear of Working Bodies of Soil Cultivating Machines:** pat. for the invention RU 2649241 C1, 03/30/2018. Application no. 2016148356 dated 08.12.2016. / V.I. Mialenko, N.A. Marinov, A.S. Sankin, O.N. Buziyani, V.A. Ponurovsky (in Russian)
8. **Circular Soil Platform:** pat. for the invention RU 2704290 C1? 10/25/2019. Application no. 2018135932 dated 10.10.2018. / V.I. Mialenko, S.I. Rudakova, R.S. Badulin (in Russian)
9. **Carcel-Carrasco Francisco-Javier, Pascual-Guilamon Manuel, Salas-Vicente Fidel, et al.** Influence of Heat Treatment in the Microstructure of a Joint of Nodular Graphite Cast Iron when Using the Tungsten Inert Gas Welding Process with Perlitic Grey Cast Iron Rods as Filler Material // Metals. — 2019 (9), no. 1, Article Number 48
10. **Saraev Y., Gladkovsky S., Lepikhin S., Kamantsev I., Lunev A., and Perovskaya M.** Investigation of the Influence of Energy Parameter of the Covered-Electrode Welding on the Impact Strength Characteristics and Cracking Resistance of the Welded Joints Obtained // Obrabotka Metallov-Metal Working and Material Science. — 2018 (20), no. 2, 100—115

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.  
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11  
Full text of articles can be purchased from the editorial office.  
Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11  
E-mail: [FWJ@tut.by](mailto:FWJ@tut.by)