

3. The Pelleting Handbook /J. Payne, W. Rattink, T. Smith, T. Winowiski. Published by BORREGAARD LIGNOTECH. Sarpsborg, Norway.

4. ГОСТ 23513-79. Брикетты и гранулы кормовые. Технические условия.

5. ГОСТ Р 51899-2002. Комбикорма гранулированные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.

6. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1977. – 832 с.

7. Федоренко И.Я. Альтернативная теория прессования кормов // Вестник АГАУ. – 2013. – № 3(101). – С. 95-98.

References

1. Mekhanizatsiya prigotovleniya kormov: Spravochnik / V.I. Syrovatka, A.V. Demin, A.Kh. Dzhililov i dr. – М.: Agropromizdat, 1985.

2. Fedorenko I.Ya. Tekhnologicheskie professy i oborudovanie dlya prigotovleniya kormov: Uchebnoe posobie. – М.: Forum, 2007. – 176 s.

3. The Pelleting Handbook / J. Payne, W. Rattink, T. Smith, T. Winowiski. Published by Borregaard Lignotech. Sarpsborg, Norway.

4. GOST 23513-79. Brikety i granuly kormovye. Tekhnicheskie usloviya.

5. GOST R 51899-2002. Kombikorma granulirovannye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. – М.: Standartinform, 2008. – 11 s.

6. Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov / G. Korn, T. Korn. – М.: Nauka, 1977. – 832 s.

7. Fedorenko I.Ya. Al'ternativnaya teoriya pressovaniya kormov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 3 (101). – S. 95-98.



УДК 621.797:629.114.41

А.П. Черныш, Р.Н. Дубоделов
A.P. Chernysh, R.N. Dubodelov

УПРОЧНЕНИЕ ПЕРФОРИРОВАННОГО ВИНТОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

HARDENING OF PERFORATED SPIRAL TOOL OF THE PLANT FOR HEAT TREATMENT OF GRAIN MATERIAL

Ключевые слова: установки для термообработки сыпучих материалов, сушка зерна, технологический ремонтный блок, упрочнение, наплавка, белый чугун, электроискровая наплавка.

В качестве объекта повышения износостойкости выбрана разработанная авторами установка для термообработки зернового материала, а именно перфорированный винтовой рабочий орган. Исследования проводились в лаборатории кафедры технологии металлов и ремонта машин Кемеровского ГСХИ. Целью исследования является выбор наиболее оптимального способа упрочнения функциональной поверхности перфорированного винтового рабочего органа с применением дешевых износостойких покрытий. Обоснованием выбора метода нанесения покрытия явилось применение способа формирования технологиче-

ских ремонтных блоков (ТРБ), который позволил выполнить электроискровую обработку белым нелегированным чугуном. Данный способ включает контактную обработку вращающимся электродом. В процессе нанесения покрытия осуществляется непрерывное удаление дефектного слоя с рабочей поверхности вращающегося электрода. При нанесении износостойкого покрытия по данному способу время обработки сократилось на 15-20%. Проведенные исследования показали, что наиболее оптимальным и малозатратным способом упрочнения функциональной поверхности рабочего органа установки для термообработки зернового материала является электроискровая наплавка термоциклированным нелегированным белым чугуном. Работоспособность функциональных поверхностей рабочего органа повысилась на 30% в сопоставлении с основным материалом без упрочнения. Результатом научного

подхода повышения долговечности и безотказности функциональных поверхностей рабочего органа установки для термообработки сыпучих материалов, в частности зерна и семенного материала, стало формирование технологических ремонтных блоков при выборе оптимального способа упрочнения износостойким недорогим материалом в условиях сервисных предприятий агропромышленного комплекса.

Keywords: plants for heat treatment of loose materials, grain drying, technological repair unit (TRU), hardening, building-up welding, white cast-iron, electric-spark building-up welding.

The plant for heat treatment of grain material, namely perforated spiral operating part, developed by the authors, as the subject of improving wear resistance. The research was conducted at the Kemerovo State Agricultural Institute. The research goal is to select the most appropriate method of hardening the functional surface of perforated spiral tool with the use of low-cost anti-wear coatings. The basis for choosing the method of coating deposition

was the use of the method of forming technological repair units (TRU), which enabled electric-spark treatment with unalloyed white cast-iron. That method includes contact treatment by a rotating electrode. During the coating process a continuous removing of the defective layer from the operating surface of the rotating electrode is carried out. When depositing the anti-wear coating by that method the treatment time was reduced by 15-20%. The research revealed that the most optimal and low-cost way of hardening the functional surface of the operating part of the heat treatment plant was electric-spark building-up welding with unalloyed white cast-iron subjected to cyclic heating and cooling. The performance ability of the tool's functional surfaces was increased by 30% as compared to the base material without hardening. The result of a scientific approach to the improvement of wear resistance and reliability of the tool's functional surfaces of the plant for heat treatment of loose materials, grain and seed in particular, was the formation of technological repair units when choosing the optimal method of hardening with anti-wear low-cost material at the service agricultural enterprises.

Черныш Алексей Петрович, к.т.н., доцент, зав. каф. технологии металлов и ремонта машин, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел. 951-571-12-45. E-mail: tmm@mail.ru.
Дубоделов Руслан Николаевич, ст. преп., каф. механизации производственных процессов, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел. 905-909-85-94. E-mail: ruslan_dubodelov@mail.ru.

Chernysh Aleksey Petrovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Metal and Machinery Repair Technologies, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: 951-571-12-45. E-mail: tmm@mail.ru.
Dubodelov Ruslan Nikolayevich, Asst. Prof., Chair of Production Processes Mechanization, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: 905-909-85-94. E-mail: ruslan_dubodelov@mail.ru.

Введение

Долговечность и безотказность функциональных поверхностей рабочих органов сельскохозяйственных машин, работающих в среде незакрепленных абразивных частиц в сочетании с термическим воздействием, определяют надежность конструкции и, как следствие, конкурентоспособность на современном рынке продаж зарубежной и отечественной сельскохозяйственной техники.

Одним из важнейших свойств, оказывающих влияние на ресурс и среднюю наработку на отказ изделий, является износостойкость поверхностей в местах контакта с абразивными частицами при сопутствующем воздействии тепла и влажности. Повышение износостойкости, как правило, возможно изготовлением рабочих органов, испытывающих наиболее значимые воздействия агрессивных сред, из дорогостоящих материалов и сплавов, либо нанесением их на рабочие поверхности известными способами и технологиями.

Цель и задачи. В современных условиях эксплуатации сельскохозяйственных машин одной из актуальных является задача придания максимальных функциональных свойств поверхностям рабочих органов, подвергающихся различным видам износа, применением недорогостоящих материалов в сочетании

с оптимальным способом нанесения в условиях сервисных предприятий АПК.

Решение поставленной задачи заключается в предварительном определении, систематизации и идентификации показателей качества функциональных поверхностей для существующих условий эксплуатации, их взаимосвязей, создании логики построения информационной модели технологического ремонтного блока (ТРБ). Выбор же способа упрочнения новых и в дальнейшем восстановления изношенных деталей машин (придание и восстановление формы, размеров, характеристик функциональных поверхностей с учетом условий эксплуатации станет возможным формированием экономически оптимальных ТРБ (с учетом конкретных производственных возможностей) [1-3].

Объекты и методы

Концепция при выборе способа ремонта на основе ТРБ, с учетом выявления аналитических зависимостей при исследовании рабочего органа установки для термообработки зернового материала с разными способами упрочнения функциональных поверхностей, явилась определяющей в изучении наиболее перспективного из них [4].

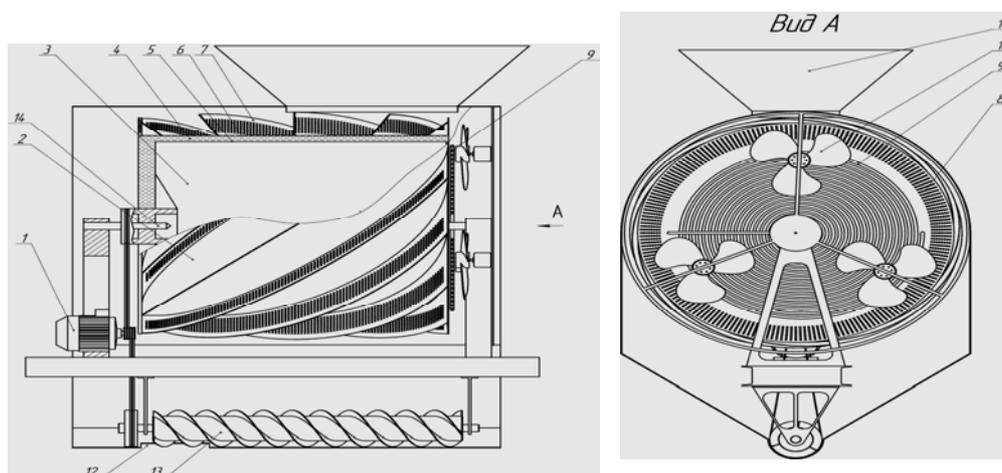


Рис. 1. Принципиальная схема установки для термообработки сыпучих материалов

На кафедре технологии металлов и ремонта машин Кемеровского государственного сельскохозяйственного института учеными разработана установка для термообработки сыпучих материалов, в частности для зерна и семенного материала [5]. Установка состоит из привода 1, горелки 14 и вращающегося барабана 2 (рис. 1). Внутренняя часть барабана представляет собой камеру сгорания 3 и газо-водяную рубашку 4, образованную двумя цилиндрическими поверхностями 5 и 6 (внутренней и наружной соответственно), между которыми находится жидкий или газообразный теплоноситель. На наружной части барабана 2 имеются перфорированные витки шнека 7, расположенные под углом естественного откоса сыпучего материала к наружной цилиндрической поверхности шнека 6. Система автоматического регулирования температуры теплоносителя и рециркуляции тепла состоит из радиатора 9, вентиляторной установки 10 и перфорированных боковин 8. Установка также снабжена загрузочным 11 и разгрузочным 12 патрубками со шнеком 13. Данная конструкция предназначена для улучшения интенсификации теплообмена, автоматизации параметров термообработки зернового материала с возможностью использования топлива с разной теплотой сгорания, в частности шахтного метана.

Исследования по разработке установки, выбору способа упрочнения и наплавочного материала выполнялись в рамках научного исследования: «По программе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК РФ и Сибири на 2011-2015 гг.». Шифр 09.01.04 по тематическому плану Министерства сельского хозяйства РФ по теме «Разработка и испытание новой конструкции зерносушилки на природном метан-газе». Также тема научной работы зарегистрирована в ВНИИЦ (регистрационный номер 01200956909) [6].

Синтез ТРБ выявил наиболее оптимальные способы получения износостойких покрытий для повышения долговечности функциональной поверхности перфорированного винтового рабочего органа установки для термообработки сыпучих материалов электродуговой и электроискровой наплавкой нелегированным белым чугуном [7].

Экспериментальная часть

После изучения различных приемов нанесения износостойких покрытий был разработан способ электроискровой наплавки, который включает контактную обработку вращающимся электродом, отличающийся от существующих способов тем, что в процессе нанесения покрытия осуществляется непрерывное удаление дефектного слоя с рабочей поверхности вращающегося электрода.

Способ заключается в том, что дисковый электрод 1 с наклонными поперечными пазами, выполненными по винтовой линии, подключенный к положительному полюсу источника тока, вращают и перемещают по поверхности детали 2, подключенной к отрицательному полюсу источника тока, при этом одновременно в процессе нанесения покрытия с рабочей поверхности дискового электрода осуществляют непрерывное удаление дефектного слоя зачищающим инструментом 3 (например, шлифовальным кругом), вращающемся в подпружиненном вилкообразном основании 4 (рис. 2). Также имеются щетки 5 для обработки нанесенного слоя и дискового электрода для удаления дефектного слоя и абразивных загрязнений. Наклонные поперечные пазы дискового электрода 1 выполнены по винтовой линии под таким углом к осевой линии, чтобы происходило взаимное их перекрытие не менее чем на 50% для плавного и непрерывного контакта с обрабатываемой деталью. Наклонные поперечные пазы также необходимы для поддержания постоянного искрообразования с заданным

качеством и равномерностью нанесения слоя на поверхность детали.

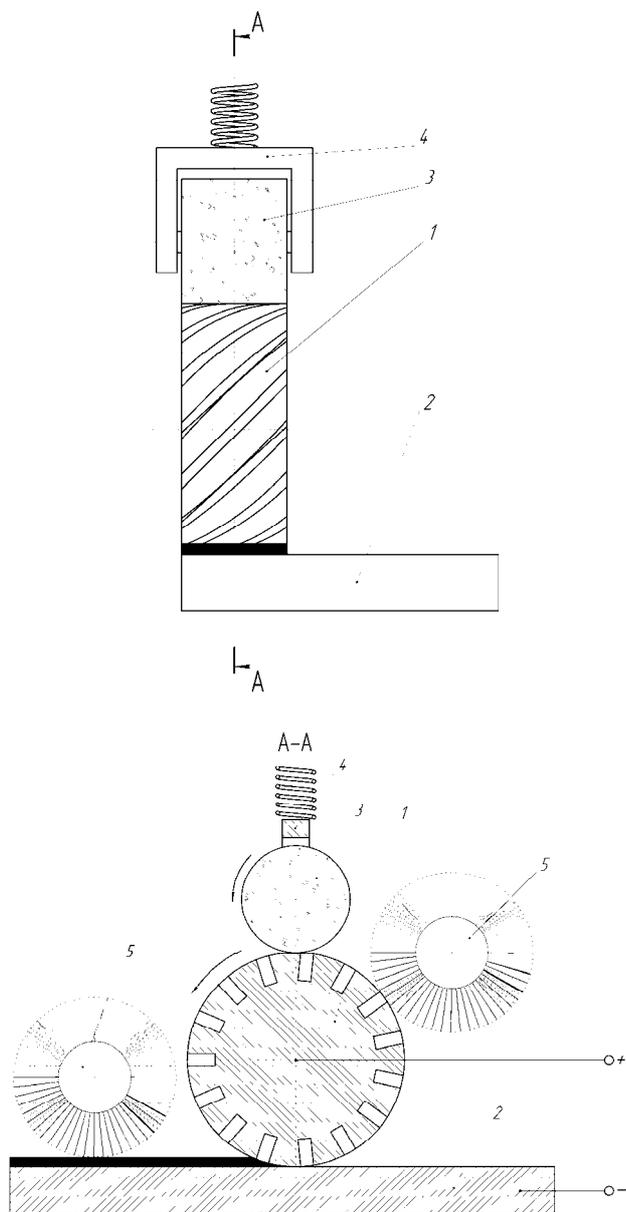


Рис. 2. Способ электроискрового нанесения покрытия

Способ позволяет в процессе нанесения покрытия осуществить непрерывное удаление дефектного слоя с рабочей поверхности дискового электрода и с поверхности обрабатываемой детали, а также повысить качество нанесенного слоя за счет непрерывности контакта с деталью дискового электрода посредством наклонных поперечных пазов, выполненных по винтовой линии.

При электроискровом нанесении толщина покрытия растет во времени по кривой с насыщением, т.е. скорость нанесения покрытия уменьшается. Чем ближе время обработки ко времени насыщения, тем хуже качество поверхности. Идет встречный перенос материала детали (катода) на электрод (анод) в

результате катодного распыления, а также за счет диффузии в момент контакта электрода и поверхности детали.

В связи с этим, а также в результате термического воздействия на поверхностные слои вращающегося электрода во время искрового разряда некоторый объем его насыщается химическими элементами материала детали и изменяет свои физико-химические свойства, в результате чего происходит образование дефектного слоя глубиной до 0,2 мм. Следствием этого является снижение производительности обработки и качества (износостойкости) упрочняемой поверхности. Техническим результатом предлагаемого способа является повышение производительности процесса и качества обрабатываемой поверхности (рис. 3).

Снятие дефектного слоя (зачистка) в процессе электроискрового нанесения покрытия, то есть постоянное обновление рабочей поверхности электрода с целью сохранения исходных свойств материала, приведет к повышению производительности процесса и качества обрабатываемой поверхности детали за счет сохранения физико-химических свойств рабочей поверхности вращающегося электрода.

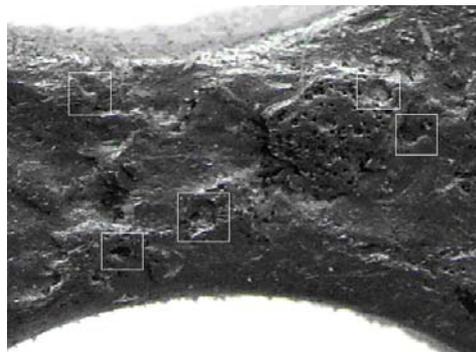


Рис. 3. Наплавленная функциональная поверхность электроискровым способом

Результаты и их обсуждение

В процессе нанесения чугуна производилось непрерывное удаление дефектного слоя с рабочей поверхности вращающегося электрода шлифовальным кругом. При нанесении износостойкого покрытия по данному способу время обработки сократилось на 15-20%. В результате натуральных испытаний долговечность обработанных деталей возросла в среднем на 30%.

Выводы

Основой для выбора оптимального способа нанесения высокоизносостойких покрытий из недорогих покрытий явилось применение научного подхода системным способом синтеза ТРБ для функциональных поверхностей перфорированного винтового рабочего орга-

на установки для термообработки сыпучих материалов.

Исследования показали, что процесс нанесения износостойкого слоя белым чугуном способом электроискровой наплавки не ведет к появлению в структуре нанесенного слоя графитовой фазы, т.е. сохраняется структурная наследственность материала не образовывать графитовые включения в процессе расплавления электрода (переноса металла на наплавляемую деталь и охлаждения до комнатной температуры), что привело к сокращению времени обработки на 15-20% с повышением долговечности обработанных деталей в среднем на 30%.

Библиографический список

1. Пат. 2333088 RU, МПК С2 В23Р 6/00. Способ формирования технологического ремонтного блока / Коган Б.И., Черныш А.П., (RU). – № 2006129964/02; заявл. 18.08.2006; Оpubл. 27.02.08, Бюл. № 25.

2. Chernysh A. Making the information models of technological repair blocks for renewal of agricultural machinery parts // Traktori i pogonske mašine. – Novi Sad, Srbija, Vol. 17. № 1. 2012, str. 60-63.

3. Chernysh A. Systematic substantiation of choosing the optimal method of hardening the operating part of the unit for drilling the planting holes by forming technological repair unit // European applied sciences, № 7 2013, (Juli) volume 2. – pp. 36 – 39. ISSN 2195-2183.

4. Черныш А.П. Конструкторско-технологическое обеспечение надежности машин агропромышленного комплекса при ремонте путем формирования технологических ремонтных блоков: монография. – М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2013. – 320 с.

5. Пат. 2393399 Рос. Федерация, МПК F26B 11/14. Установка для термообработки сыпучих материалов / Мяленко В.И., Лапшинов Н.А., Черныш А.П., Сырбаков А.П., Деметьев Ю.Н., Дубоделов Р.Н., Маринов Н.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт». – № 2009113950; заявл. 13.04.2009; опубл. 27.06.2009, Бюл. № 18, 2010. – 3 с.

6. Создание научных основ повышения качества ремонта и надежности деталей и узлов сельскохозяйственных машин. Разработка и реализация информационных моделей технологических ремонтных блоков для восстановления деталей сельскохозяйственных машин: отчет о НИР (промежуточ.): 37-22/7 / ФГОУ ВПО КГСХИ; рук. А.П. Черныш [и др.]. – Кемерово, 2010. – 48 с. – № ГР 01200956909. – Инв. № 02201050811.

7. Чугун: пат. 2306353 Рос. Федерация: МПК С 21 D 5/02 / Афанасьев В.К., Чибряков М.В., Корнева О.В. (Санкина), Толстогузов В.Н., Масляев М.В.; заявитель и патентообладатель Сиб. гос. индустр. ун-т. – № 2006113298; заявл. 19.04.2006; опубл. 20.09.2007, Бюл. № 26, 2007. – 3 с.

References

1. Pat. 2333088 RU, МПК S2V23R6/00. Sposob formirovaniya tekhnologicheskogo remontnogo bloka / B.I. Kogan, A.P. Chernysh, (RU). – № 2006129964/02; Zayavl. 18.08.2006; Opubl. 27.02.08, Byul. № 25.

2. Chernysh A. Making the information models of technological repair blocks for renewal of agricultural machinery parts // Traktori i pogonske mašine. – Novi Sad, Srbija, vol. 17, No. 1, 2012, str. 60-63. ISSN 0354-9496.

3. Chernysh A. Systematic substantiation of choosing the optimal method of hardening the operating part of the unit for drilling the planting holes by forming technological repair unit // European applied sciences, № 7. 2013, (Juli) volume 2. – pp. 36-39. ISSN 2195-2183.

4. Chernysh A.P. Konstruktorsko-tekhnologicheskoe obespechenie nadezhnosti mashin agropromyshlennogo kompleksa pri remonte putem formirovaniya tekhnologicheskikh remontnykh blokov: monografiya – M.: ООО "Redaktsiya zhurnala "Dostizheniya nauki i tekhniki APK", 2013. – 320 s.

5. Pat. 2393399 Ros. Federatsiya, МПК F26B 11/14. Ustanovka dlya termoobrabotki sypu-chikh materialov / V.I. Myalenko, N.A. Lapshinov, A.P. Chernysh, A.P. Syrbakov, Yu.N. Dement'ev, R.N. Dubodelov, N.A. Marinov; zaya-vitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kemerovskii gosudarstvennyi sel'skokhozyaistvennyi institut. – № 2009113950; zayavl. 13.04.2009; opubl. 27.06.2009. Byul. № 18, 2010. – 3 s.

6. Sozdanie nauchnykh osnov povysheniya kachestva remonta i nadezhnosti detalei i uzlov sel'skokhozyaistvennykh mashin. Razrabotka i realizatsiya informatsionnykh modelei tekhnologicheskikh remontnykh blokov dlya vosstanovleniya detalei sel'skokhozyaistvennykh mashin: otchet o NIR (promezhutoch.): 37-22/7 / FGOU VPO KGSKhI; ruk. Chernysh A.P. [i dr.]. – Kemerovo, 2010. – 48 s. – № GR 01200956909. – Inv. № 02201050811.

7. Chugun: pat. 2306353 Ros. Federatsiya: МПК C21D5/02 / V.K. Afanas'ev, M.V. Chibryakov, O.V. Korneva (O.V. Sankina), V.N. Tolstoguzov, M.V. Maslyayev; zayavitel' i patentoobladatel' Sib. gos. industr. un-t. – № 2006113298; zayavl. 19.04.2006; opubl. 20.09.2007, Byul. № 26, 2007. – 3 s.

