

УДК 621.791.925

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ЧУГУННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Астанин Владимир Константинович
д-р. техн. наук, профессор
SPIN-код: 5631-6270, РИНЦ Author ID 620326
e-mail: astanin_vk@mail.ru
*Воронежский государственный аграрный
Университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

Сучков Максим Сергеевич
старший преподаватель
SPIN-код автора 6627-3921
РИНЦ Author ID 1133832
e-mail: max.suchkov2015@yandex.ru
*Воронежский государственный аграрный
Университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

Мешкова Светлана Сергеевна
к-т. тех. наук, старший преподаватель
SPIN-код автора 7363-9218
РИНЦ Author ID 982651
*Воронежский государственный аграрный
Университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия*

При проведении эксперимента использовались опытные образцы, полученные путем вырезания фрагментов из чугунной детали крышки, отрезным кругом, угловой шлифовальной машины (УШМ). Для измерения твердости использовали прибор Роквелла, показания твердости снимали по шкале В с шариком с нагрузкой испытаний 100 кг, полученные показания переводили в значения твердости HB с использованием стандартных таблиц перевода. При обработке результатов широко использовался аппарат математической статистики. Экспериментальные данные обрабатывались с помощью программы Microsoft Excel. При использовании технологии газотермического плакирования порошковыми самофлюсующимися материалами на основе никеля поверхностная первоначальная структура металла не изменяется

Ключевые слова: ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ПЛАКИРОВАНИЕ, ЧУГУННАЯ ДЕТАЛЬ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-039>

<http://ej.kubagro.ru/2024/10/pdf/39.pdf>

UDC 621.791.925

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

EXPERIMENTAL STUDIES OF CHANGES IN THE HARDNESS OF CAST IRON SAMPLES WITH VARIOUS RECOVERY METHODS

Astanin Vladimir Konstantinovich
Doctor of Technical Sciences, Professor
RSCI SPIN-code 5631-6270, RSCI Author ID 620326
e-mail: astanin_vk@mail.ru
*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Suchkov Maxim Sergeevich
Senior lecturer
RSCI SPIN-code 6627-3921, RSCI Author ID 1133832
e-mail: max.suchkov2015@yandex.ru
*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Meshkova Svetlana Sergeevna
Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer
The author's SPIN-code 7363-9218
RSCI Author ID 982651
*Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

During the experiment, experimental samples were used, obtained by cutting fragments from a cast-iron part of the lid, with a cutting wheel, and an angle grinder (USM). A Rockwell device was used to measure hardness, hardness readings were taken at school B with a ball with a test load of 100 kg, the readings obtained were converted to HB hardness values using standard translation tables. When processing the results, the apparatus of mathematical statistics was widely used. The experimental data were processed using the Microsoft Excel program. When using the technology of gas-thermal cladding with nickel-based powder self-fluxing materials, the initial surface structure of the metal does not change

Keywords: GAS THERMAL CLADDING, CAST IRON PART, AGRICULTURAL MACHINERY

Чугунные детали в процессе эксплуатации машин и оборудования изнашиваются. При этом корпусные детали, как правило, имеют значительную массу и габариты, и не большие рабочие поверхности, подвергающиеся износу. Нарращивание изношенных поверхностей с целью восстановления размеров сопрягаемых деталей затруднено в связи с особыми свойствами чугуна.

Сложность организации ремонта корпусных чугунных деталей сельскохозяйственной техники напрямую зависит от свойств чугуна, его состава и технологических особенностей производства. Основную сложность восстановления таких деталей составляет сплав с высоким содержанием углерода в виде графита или карбида железа в металлической матрице чугуна. Соединение иного металла с чугуном корпусной детали при термических видах ремонта всегда вызывает дисбаланс перекристаллизации составляющих металлов, в первом случае элементы состава обоих нагретых сплавов не успевают установить прочную кристаллическую решетку, а в другом случае чугун из-за большого содержания углерода в сплаве, который при нагреве распадается в графит и цементит, получаемые соединения не имеют прочной решетки, а также имеют высокую твердость в местах сплавления [1].

В процессе ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования используются ряд прогрессивных технологий восстановления корпусных чугунных деталей. Однако в последнее время стали выпускаться в промышленных масштабах новые ремонтные материалы: самофлюсующиеся порошки, применение которых дает возможность повысить надежность восстановления корпусных чугунных деталей, долговечность их эксплуатации.

Обоснование способа восстановления корпусных чугунных деталей сельскохозяйственной техники является важной народно-хозяйственной

проблемой, решение которой позволит повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

К современным широко используемым технологиям упрочнения и восстановления корпусных чугунных деталей относят электродуговую горячую, электродуговую холодную и полугорячую сварку, газовую сварку. Однако данные технологии имеют ряд общих недостатков, таких как: большие энергетические затраты для подогрева детали; трудоемкость процесса сварки за счет выполнения большого количества подготовительных операций; использование ряда дополнительных устройств, приспособлений и материалов.

Известно, что в процессе сварки чугуна шов и околошовная зона приобретают высокие показатели твердости, возникающие вследствие изменения структуры металла [1].

Экспериментальное исследование твердости соединений проводилось с целью сравнения показателей твердости металла околошовных зон и самого шва при использовании технологий электродуговой сварки, газовой сварки и газотермического плакирования.

В эксперименте использовались опытные образцы (рисунок 1), полученные путем вырезания фрагментов из чугунной (марки КЧ33-8) детали «крышка» отрезным кругом УШМ.



Рисунок 1 – Опытные образцы для испытаний

Толщина образцов 15 мм, ширина 20 мм, длина 80 мм, твердость чугуна НВ96. В опытных образцах были выполнены три призмы разделки с шагом 40 мм. Одна из разделочных призм была заполнена электродуговой сваркой электродом по чугуну марки SELLER GM CAST-1-d с основным покрытием, другая газовой сваркой присадочной проволокой СВ08Г2С и третья методом газотермического плакирования с прямым осаждением порошкового самофлюсующегося материала ПР-НС2Р2. Сварные швы были зачищены с целью удаления окалины и крупных наплывов металла шлифовальным диском УШМ.

Для измерения твердости использовали прибор Роквелла (рисунок 2). Показания твердости снимались по шкале В, использовали наконечник с шариком с нагрузкой испытаний 100 кг, полученные показания переводили в значения твердости НВ с использованием стандартных таблиц перевода.



Рисунок 2 – Прибор Роквелла для измерения твердости поверхности детали

Измерения проводили на определенных расстояниях от центра шва по схеме (рисунок 3), при этом измерения твердости начинали от околошовной зоны детали и двигались через швы снова до следующей

околошовной зоны детали, тем самым измерения проводили по различным термически нагруженным участкам опытного образца.

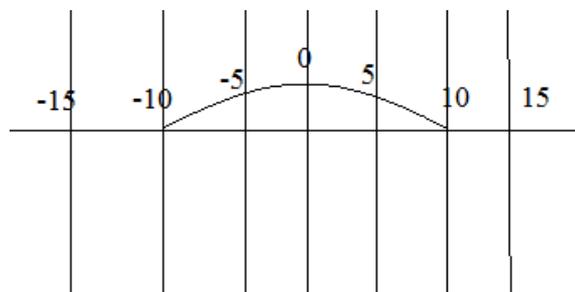


Рисунок 3 – Схема измерения твердости соединений

По результатам экспериментальных исследований строились графики зависимости твердости металла от расстояния удаленности от середины шва.

Результаты измерения твердости соединений представлены графическими зависимостями от расстояния измерения твердости шва и околошовной зоны соединений (рисунок 4).

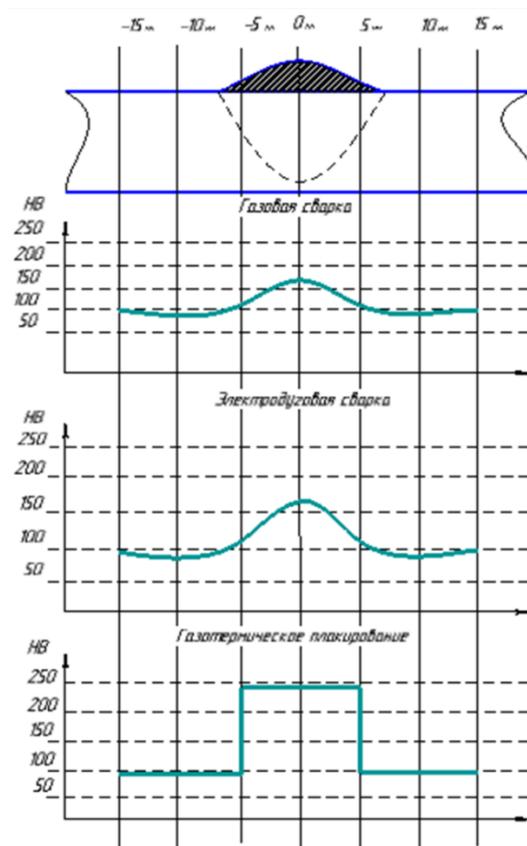


Рисунок 4 – Изменение твердости шва и околошовной зоны соединений, выполненных различными технологиями восстановления детали

Из графиков рисунка 4 видно, что при газовой и электродуговой сварках твердость в околошовной зоне упала от начальной твердости чугуна HB96 до HB86, такое падение обуславливается высоким отпуском чугуна. Далее при приближении к центру шва твердость возрастала до HB141 (проявление в структуре материала фрагментов отбеленного чугуна), а при удалении от центра шва снова снизилась до HB80 и при дальнейшем удалении от центра шва составила первоначальные значения HB96.

Газотермическое плакирование – это процесс, который используется для нанесения защитных покрытий на поверхности изделий с целью улучшения их свойств, таких как износостойкость, коррозионная стойкость и т.д. В этом процессе порошковый материал распыляется и затем оседает на поверхности изделия под воздействием высоких температур и давления.

Упрочнение и восстановление чугунных деталей газотермическим плакированием с прямым осаждением порошкового самофлюсующегося материала выполняется при температурах ниже критической температуры перехода графита в цементит, не образуются локальные частицы цементита в зоне шва, отсутствуют концентраторы напряжения в шве и около шовной зоне, прочность соединения наносимого слоя порошкового материала с металлом детали обеспечивается термодиффузионной межатомной связью, необходимость термообработки восстановленной детали с целью выравнивания межатомной структуры металла отпадает. Формируется прочное соединение нанесенного порошкового материала с металлом детали, экономится тепловая энергия.

Результатом измерения твердости шва, образовавшегося в результате газотермического плакирования, является отсутствие поверхностного переплавления металла, твердость чугуна оставалась неизменной HB96 и только в шве поднялась до HB 119 и далее вернулась в первоначальное

состояние. Отметим, что, судя по анализу твердости соединений, исходная структура чугуна детали осталась неизменной и зона термического влияния отсутствует.

Процесс восстановления деталей машин газотермическим плакированием обычно включает следующие шаги:

1. Подготовка поверхности: Очистка детали от загрязнений, ржавчины и старых покрытий. Иногда требуется механическая обработка для улучшения адгезии.

2. Выбор порошкового материала: Определение состава порошка в зависимости от требований к конечному покрытию.

3. Нанесение порошка: Равномерное распределение порошкового материала на поверхности детали с использованием специализированного оборудования.

4. Плазменное или газовое расплавление: Применение высоких температур для расплавления порошка и его осаждения на детали.

5. Охлаждение: Контроль процесса охлаждения для предотвращения термических напряжений и деформаций.

6. Контроль качества: Оценка качества покрытий (толщина, прочность сцепления, микроструктура) с использованием методов контроля (например, ультразвуковая дефектоскопия, металлографический анализ).

Преимущества:

- Экономическая эффективность: Восстановление деталей может быть значительно дешевле их замены.

- Увеличение срока службы: Восстановленные поверхности часто имеют повышенную износостойкость.

- Гибкость в выборе материалов: Возможность подбора порошков с различными свойствами в зависимости от условий эксплуатации.

Недостатки:

- Сложность технологии: Необходимость точного контроля параметров процесса для предотвращения дефектов.

- Риск термических деформаций: Высокие температуры могут повлиять на геометрию детали, что требует дополнительных мер по их минимизации.

Не смотря на указанные недостатки восстановление чугунных деталей машин с использованием газотермического плакирования с прямым осаждением самофлюсующегося порошкового материала является эффективной технологией, которая позволяет продлить срок службы деталей и повысить их эксплуатационные характеристики. Однако успешное применение данного метода требует глубокого анализа процессов, происходящих при плакировании, а также тщательного контроля всех этапов восстановления.

Литература

1. Королев, А. Г. Технологические возможности перспективных методов сварки деталей из серого чугуна / А. Г. Королев, Т. Г. Чернова // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2021. – № 2(33). – С. 5-15.

2. Астанин, В. К. Сравнительная оценка технологий восстановления чугунных корпусных деталей сельскохозяйственной техники / В. К. Астанин, Н. Н. Булыгин, М. С. Сучков // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 5(105). – С. 44-47.

3. Кузнецов, Ю. А. Практические аспекты использования высокоскоростного газотермического напыления / Ю. А. Кузнецов, М. А. Панюшкин // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2012. – № 15. – С. 83-86.

4. Газотермическое напыление и наплавка / В. П. Панков, А. А. Швецов, Д. О. Пустовит, П. С. Астахов // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского : Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 23–24 декабря 2020 года. – Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг", 2021. – С. 198-206.

5. Савуляк, В. И. Восстановление изношенных отверстий корпусных деталей / В. И. Савуляк, С. А. Заболотный // Проблемы трибологии. – 2008. – № 1(47). – С. 11-13.

References

1. Korolev, A. G. Technologicheskie vozmozhnosti perspektivny`x metodov svarki detalej iz serogo chuguna / A. G. Korolev, T. G. Chernova // E`lektronny`j zhurnal: nauka, tehnika i obrazovanie. – 2021. – № 2(33). – S. 5-15.

2. Astanin, V. K. Sravnitel'naya ocenka texnologij vosstanovleniya chugunnyx korpusnyx detalej sel'skoxozyajstvennoj texniki / V. K. Astanin, N. N. Bulygin, M. S. Suchkov // Vestnik Bryanskoj GSXA. – 2024. – № 5(105). – S. 44-47.

3. Kuznecov, Yu. A. Prakticheskie aspekty ispol'zovaniya vy'sokoskorostnogo gazotermicheskogo napyleniya / Yu. A. Kuznecov, M. A. Panyushkin // Novy'e materialy i texnologii v mashinostroenii. – 2012. – № 15. – S. 83-86.

4. Gazotermicheskoe napylenie i naplavka / V. P. Pankov, A. A. Shvecov, D. O. Pustovit, P. S. Astaxov // Nauchny'e chteniya imeni professora N.E. Zhukovskogo : Sbornik nauchnyx statej XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Krasnodar, 23–24 dekabrya 2020 goda. – Krasnodar: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Izdatel'skij Dom - Yug", 2021. – S. 198-206.

5. Savulyak, V. I. Vosstanovlenie iznoshennyx otverstij korpusnyx detalej / V. I. Savulyak, S. A. Zabolotnyj // Problemy tribologii. – 2008. – № 1(47). – S. 11-13.