УДК 669

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МОНГОЛИИ

[1]Лыгденов Б.Д., [1]Фильчаков Д.С., [2]Галаа О., [2]Жавхалан Б.

[1]Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, e-mail: lygdenov59@mail.ru

[2]Монгольский государственный университет науки и технологии, Улан-Батор

Рассматривается применение методов поверхностного легирования стальных отливок на этапе специальной подготовки полости литейной формы путем обмазки многокомпонентным составом перед заливкой расплавленным низкоуглеродистым сплавом с целью исследования изменений механических свойств поверхности после реакции взаимодействия компонентов обмазки со сплавом основы и определения рациональных путей по улучшению методов поверхностного легирования.

Ключевые слова: поверхностное легирование стальных отливок, литейная форма, низкоуглеродистый сплав, микротвердость, микролегированный слой.

HARDENING OF THE AGRICULTURAL EQUIPMENT USED IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF MONGOLIA

[1]Lygdenov B.D., [1]Filchakov D.S., [2]Galaa O., [2]Zhavhalan B.

[1]Vostochno-Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, e-mail: lygdenov59@mail.ru

[2]Mongolsky State University of Science and Technology, Ulan-Bator

The application of methods of surface alloying of steel castings at the stage of special preparation of the mold cavity by means of a multi-component composition wash before pouring the molten low carbon alloy in order to study changes in the mechanical properties of the surface after the reaction of the components of coating with an alloy framework and the definition of efficient ways to improve the methods of surface alloying.

Keywords: surface alloying of steel castings, mold, low-carbon alloy, the microhardness microalloyed layer.

В настоящее время агропромышленность Монголии наращивает объемы собственного производства сельскохозяйственной продукции. При обработке почвы, климатические условия Монголии (дефицит влаги) не позволяют эффективно использовать высокопроизводительные отвальные плуги. Поэтому используют безотвальные почвообрабатывающие агрегаты (культиваторы). Соответственно, лапы культиваторов испытывают повышенный износ из-за труднообрабатываемой почвы (рис. 1).

Частая смена изношенных лап культиваторов приводит к удорожанию сельскохозяйственной продукции и снижает конкурентноспособность на рынке потребления.

Рис. 1. Отливка лапы культиватора

Одним из возможных путей повышения износостойкости лап культиваторов является поверхностное легирование при кристаллизации отливок. В литературе имеются данные по поверхностному легированию отливок Al, Cr, Mn и др., но результаты этих работ противоречивы и до сих пор не нашли применения в производстве [1,2].

В данной работе исследовали структуру и свойства упрочняющих покрытий на основе Ni, Cr, B, Si на стали 35Л. Обмазка с порошковым составом на связующем жидком стекле, клее БФ-2 и эпоксидной смоле наносилась на внутреннюю рабочую поверхность оболочковой формы.

Заливка расплава производилась после предварительной сушки формы. Температура заливки расплава стали составляла 1520-1560^{0}С.

Были рассмотрены основные факторы, наиболее существенно влияющие на микротвердость стали: состояние исследуемого образца (микротвердость легированного слоя образцов стали исследовались в литом, нормализованном и закаленном состояниях), глубина слоя, вид связующего материала. Число повторных экспериментов n=10.

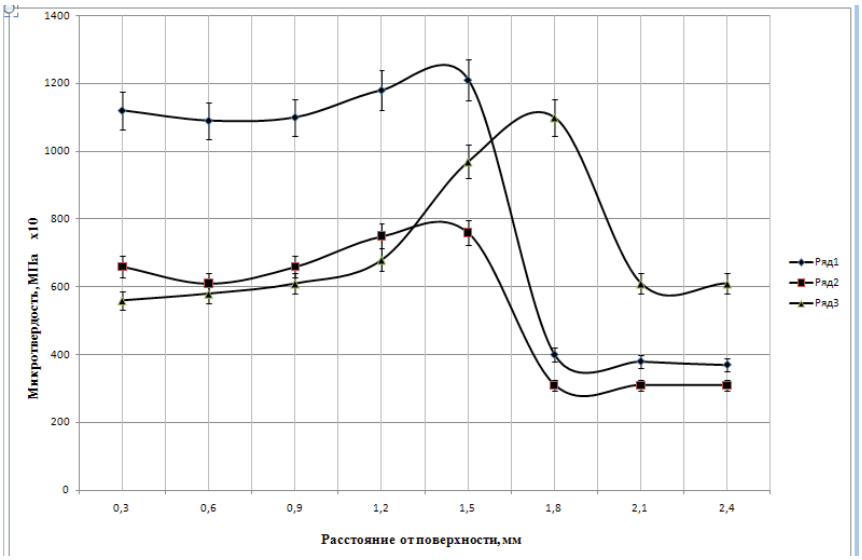

Рис. 2. Распределение микротвердости по толщине покрытия в зависимости от способа термической обработки: ряд 1 – после нормализации, ряд 2 – в литом состоянии, ряд 3 – после закалки

Наилучшие результаты получены при использовании в качестве связующего эпоксидной смолы. Глубина слоя достигает 1,5-3 мм. Покрытие прочно сцеплено с основой, плотное без пор и раковин. Структура покрытия имеет дендритное строение и состоит из эвтектики с участием кремния, бора, никеля и зерен твердого раствора на основе никеля, легированного хромом, и др.

Микротвердость слоя после нормализации с 900^{0}С превышает твердость стали в литом состоянии. Это объясняется уменьшением величины зерна и большей легированностью твердого раствора на основе аустенита. После закалки микротвердость, наоборот уменьшается, за счет устранения выделения избыточных фаз на основе эвтектических боридов и карбидов при быстром охлаждении.

Во всех случаях происходит увеличение твердости в зоне, граничащей с основным металлом, в результате процесса взаимодействия с железом и углеродом и образования боридов железа и карбидов высокой твердости (рис. 2).

Химическая неоднородность, образующаяся при кристаллизации, носит различные формы. Ее морфология и степень развития связаны с составом сплава и условиями кристаллизации. Химическую неоднородность, связанную дендритной формой кристаллизации сплава, называют дендритной ликвацией [1]. Ликвация при кристаллизации обусловлена следующими особенностями кристаллизации сплавов. Во-первых, при данной температуре существует различная предельная концентрация компонентов, необходимая для начала фазовых превращений кристалл – жидкость и жидкость – кристалл. Во-вторых, скорости диффузии каждого из компонентов сплава в твердой и жидкой фазах при одной и той же температуре конечны и существенно различны по своим значениям [3-6].

Необходимо также принять во внимание химическое взаимодействие, которое может проявляться уже в жидком состоянии. Таким образом, при изучении развития кристаллизационной неоднородности необходимо учитывать особенности жидкого состояния металлических сплавов, начальных процессов кристаллизации, диффузионного выравнивания составов жидкости и кристалла и конечных стадий затвердевания; к числу особенностей процессов конца затвердевания нужно отнести неизбежное влияние формы роста кристаллов, достигших к тому времени макроскопических размеров.

В связи с этим, была исследована возможность упрочнения поверхности мало- и среднеуглеродистых сталей при кристаллизации отливки. При этом использовали технологию литья по газифицируемым моделям (ЛГМ). В качестве обмазки использовали самофлюсующуюся присадку, где в качестве легирующих элементов были использованы мелкодисперсные порошки Ni, Cr, B, Si. В качестве связующего – антипригарная краска.

Металлографический анализ показал, что на поверхности получены микролегированные слои, толщиной от 50 до 600 мкм (рис. 3,4).

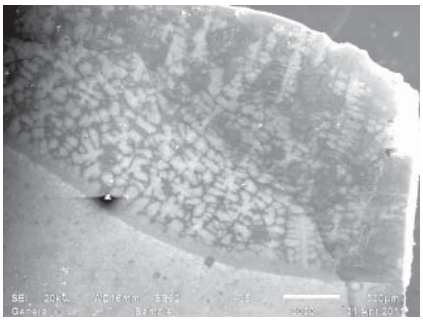

Рис. 3. Микролегированный слой на стали 35Л. х35

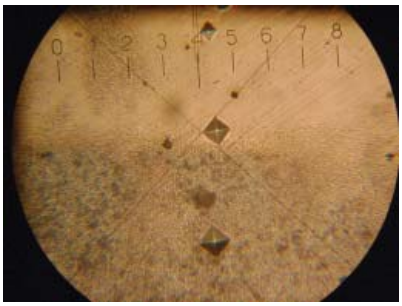

Рис. 4. Микротвердость на границе микролегированного слоя с основой стали 35Л. х400

Полученные результаты показывают о перспективности подобного решения проблемы. Значения микротвердости позволяют качественно оценить повышение износостойкости. В этом направлении предстоит еще много работы, как теоретического, так и прикладного характера.

Выводы

1. Микролегирование в процессе кристаллизации отливок значительно повышает твердость поверхностного слоя.

2. Износостойкость лап культиваторов повышается от 3 до 7 раза, в зависимости от состава почвы (рис. 3 и 4).

Список литературы

1. Горшков А.А., Рабинович Е.Н. Поверхностное легирование стальных отливок. – М.: Машгиз, – 1950.

2. Тавадзе Ф.И., Николаев О.Б. Петриашвили Б.Н. // Литейное производство. – 1964. – №1.

3. Аганаев Ю.П. Формирование структуры металлов и сплавов в условиях энергетической неоднородности поверхности раздела фаз при периодической кристаллизации // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 9. – С. 6-10.

4. Аганаев Ю.П. Трансформация потенциала Гиббса применительно к анализу фазовых превращений в конечных объемах металла // Письма о материалах. – 2014. – Т. 4. – № 3 (15). – С. 145-148.

5. Бураев М.К. Проблемы регионального агротехнического сервиса // Вестник ВСГУТУ. – 2012. – № 4 (39). – С. 34-37.

6. Лыгденов Б.Д. Исследование поверностного микролегирования стали сплавом Ni-Cr-B-Si в процессе кристаллизации отливок // Ползуновский альманах. – 2008. – № 3. – С. 45-46.