

УДК 621.74

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ МОДИФИКАТОРА НА КАЧЕСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В СЕРОМ ЧУГУНЕ ОТЛИВОК****Сайчук А.В. к.т.н., доцент***(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)*

*Установлено, что уменьшить склонность к трещино- и порообразованию возможно введением модифицирующих присадок, которые позволяют снизить температуру жидкой ванны и обеспечить получение качественного восстановления дефектов.*

Учитывая низкое качество корпусных деталей все чаще при их производстве и эксплуатации возникают трещины. Для их заварки рекомендуется использовать электроды, которые подробно рассмотрены в работе [1].

Восстановление корпусных деталей заваркой дефектов не всегда обеспечивает требуемое качество. Это, в первую очередь, связано с тем, что технологический процесс заварки дефектов происходит при температурах 1580-1600°C, а температура плавления серого чугуна, в зависимости от его химического состава составляет 1280-1360°C, то в зоне обработки возникают значительные напряжения и имеет место формирование трещин. Они возникают как в зоне наплавки, так и в – переходной. Кроме того, в переходной зоне подрастворяются графитовые включения, формируя и грубую, столбчатую дендритную структуру со значительной долей карбидной фазы. Это также сопровождается значительными напряжениями и увеличивает склонность к повреждаемости локальных зон.

Высказано предположение, что уменьшить склонность к трещино- и порообразованию возможно введением модифицирующих присадок, которые позволяют снизить температуру жидкой ванны и обеспечить получение качественного восстановления дефектов.

Целью работы явилось установление влияния введения модифицирующей присадки в зону наплавки и выдача рекомендаций по способу ее введения в жидкую ванну.

В задачу исследований входило:

- выбор объекта, характеризующегося низким качеством (наличием трещин при производстве);
- провести анализ причин повышенной склонности к трещинообразованию;
- изучить структуру металла с выявлением дефектов;
- на основе исследований предложить метод наиболее эффективного

восстановления дефектов.

Для исследований был выбран отбракованный в процессе производства корпус раздаточной коробки трактора Т-150К и проведен анализ химического состава чугуна, который показал, что для данной детали использовали шихту, которая была засорена карбидообразующими элементами – ванадием (1,5-2,3 %) и хромом (0,3-0,7 %). В локальных случаях выявляли наличие титана (до 0,85). Эти компоненты формировали сложные карбиды, которые состояли из ванадия, хрома, титана.

Восстановительную наплавку проводили электродом ЦЧ-4.

В качестве модифицирующей присадки использовали специально подготовленную детонационную шихту от утилизации боеприпасов, которая включала дисперсный и нанопорошок алмазов и графита, (3,8 %С), окислы меди до 3,14%, а остальное окислы железа.

Исследования проводили сопоставительно по трем вариантам: без ввода модификатора, с использованием шликерного покрытия и путем обмазки электрода модифицирующей присадкой.

На дефектной корпусной детали в зонах с одинаковой ее толщиной формировали искусственные трещины, обрабатывали их зачисткой и травлением, а затем восстанавливали.

Параметры процесса были одинаковыми для всех исследуемых технологических процессов.

В зоне восстановления заваркой без введения модификатора макроструктура характеризовалась наличием трещин и кристаллизацией графита, в переходной зоне, порообразованием до 4 мм и протяженной областью термического влияния до 10 мм.

На рис. 1 приведена картина, отражающая формирование перечисленных дефектов.



Рисунок 1 – Дефекты, формируемые при наплавке без модифицирующей присадки,  $\times 100$

Из рисунка видно, что включения (светлые) более равномерно распределены в исходной структуре (по границам эвтектических зерен) и менее – в наплавленной зоне, т.е. они при формировании переходной зоны всплывают из основного металла.

Их температура плавления находится выше, чем в формируемой жидкой

ванне ( $t_{пл}$  = карбидов хрома 1550-1665°C; карбидов ванадия 2750-2850°C; титана 3150-3250°C). Такой способ восстановления не пригоден к использованию, поскольку не обеспечивает необходимого качества.

Опробован метод нанесения шликерного покрытия с последующей заваркой этой зоны электродом.

Выявлено, что шликерное покрытие, введенное одновременно в зону наплавки в количестве ~ 15% от ее доли, не успевает равномерно распределиться, а оседает на дно жидкой ванны. В этом случае переходная зона характеризуется наличием плохого соединения зоны наплавки и основного металла, формированием грубых дендритов, порообразованием (размер пор 1,0-2,5 мм), но гораздо меньшим, чем без модифицирующей присадки. Грубых трещин не выявлено (не превышают 2 мм). При таком способе введения модифицирующей присадки также отмечается всплытие неметаллических включений в покрытие (рис. 2) из основного металла.



Рисунок 2 – Структура металла зоны наплавки при введении модифицирующей присадки в виде шликерного покрытия,  $\times 100$

Анализировали возможность и введения модифицирующей присадки в виде обмазки на электрод. Такой метод обеспечил дозированный ввод присадки в жидкую ванну. Этот метод оказался наиболее приемлемым и эффективным для заварки дефектов. Он отличается качественным покрытием с переходной зоной волнистого строения с тонкой дендритной структурой, без пор и трещин с четко выраженной зоной сплавления (рис. 3).

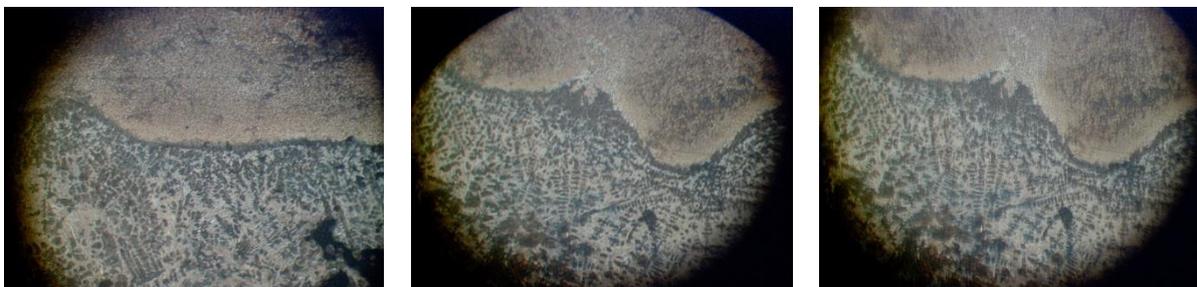


Рисунок 3 – Структура металла при дозированном вводе модификатора,  $\times 100$

Детальному микрорентгеноспектральному анализу подвергали наиболее эффективный вариант восстановления.

На (рис. 4,а,б) приведены неметаллические включения сложных карбидов переменного состава размером от 0,4 до 200 мк, которые соответствуют основному металлу и состоят из 8-11% V; 1,0-1,13% Mn; 0,4-0,7 Cr. Рис 4,в иллюстрирует все зоны, формируемые при наплавке. Показана качественная зона наплавки без дефектов, малая переходная зона, равная 10-20 мк, которая имеет волнистое строение и обеспечивает высокую прочность сцепления.

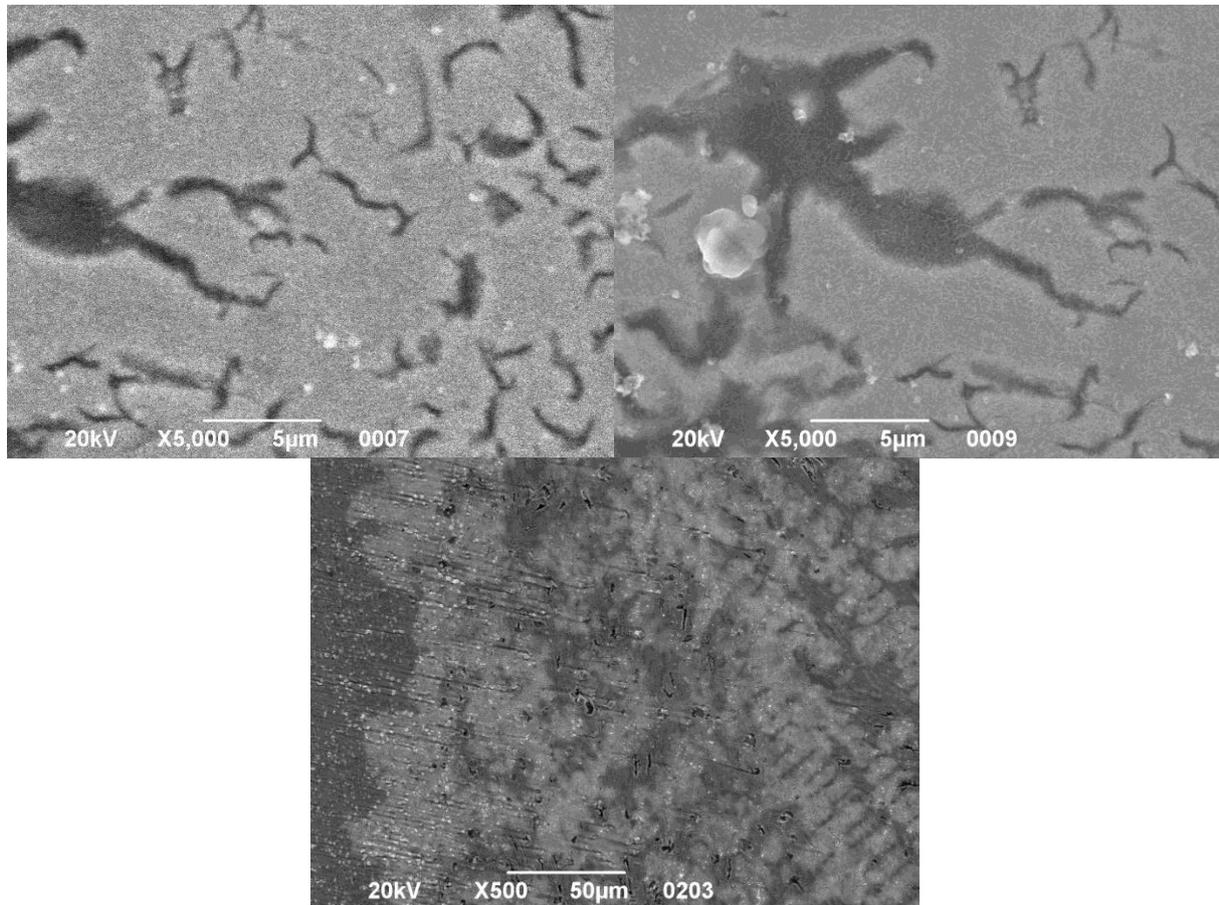


Рисунок 4 – Структура основного металла (а, б) и всех зон после восстановления дефектов с внесением модификатора в виде обмазки, а, б  $\times 5000$ ; в  $\times 500$

В результате проведенных исследований и полученных результатов рекомендуется использовать метод заварки дефектов электродом ЦЧ-4 с параметрами обработки:  $\varnothing$  3мм, использованием сварочного тока 60-110А, с наложением коротких валиков, длиной 25-30 мм и охлаждением каждого до температуры 60°C на воздухе и проковки зоны восстановления легким деформированием молотка. В качестве модифицирующей присадки использовали не магнитную детонационную шихту дисперсной и нанодисперсионной фракции, специально полученной от утилизации боеприпасов, которая содержала 3,8 %С; 3,14 % Si и железо – остальное (в том числе окислы Si и Fe).

Новая технология защищена патентом Украины u2016 10481 положительное решение от 07.02.2017 г.

## Список літератури:

1. Сайчук А.В. Технология производства корпусных деталей из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. / А.В. Сайчук // Информационно-аналитический международный технический журнал «Промышленность в фокусе» – январь. – 2017. – №1 |50|. – С. 54-58.

## Анотація

**Вплив способу введення модифікаторів на якість відновлення дефектів у сірому чавуні відливок**  
Сайчук А.В.

*Встановлено, що зменшити схильність до тріщино- і пороутворення можливе введення модифікуючих присадок, які дозволяють знизити температуру рідкої ванни і забезпечити отримання якісного відновлення дефектів.*

## Abstract

**Influence of the method of introducing the modifier on the quality of recovery of defects in the gray crown of castings**  
Saychuk A.V. Ph.D., Associate Professor

*It has been established that it is possible to reduce the propensity to crack and pore formation by introducing modifying additives, which allow to lower the temperature of the liquid bath and ensure the production of qualitative defect recovery.*