

металлоповерхностей с присадочным материалом предпочтение, по нашему мнению, следует отдать способам электродуговой наплавки поверхностей в среде защитного газа по слою порошковой композиции, предварительно нанесенной на поверхность основного металла. Такой метод наплавки позволяет рационально использовать порошковую смесь (отсутствуют потери порошка при вводе в наплавочную ванну), дает возможность получать однородные наплавленные слои заданного состава с требуемыми свойствами (благодаря предварительной подготовке присадочной смеси), обеспечивает высокую сцепляемость покрытия с основным металлом.

1. Пантелеенко Ф.И., Лялякин В.П., Иванов В.П. и др. Восстановление деталей машин.: Справочник / под ред. Иванова В.П. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Попов В.С. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин. – К.: Навук. Думка, 2001. – 276 с.
3. Дорожкин Н.Н., Петюшев Н.Н. Дуговая газопорошковая наплавка. – М.: Беларусь, 1989. – 94 с.
4. Лившиц Л.С., Гринберг Н.А., Куркуммелли Э.Г. Основы легирования наплавленного металла. – М.: Машиностроение, 1989. – 188 с.
5. Попов С.Н. Износостойкость наплавленного металла рабочих органов строительного-дорожных машин // Автоматическая сварка. -2000. - №8. - С. 15-20.
6. Попов С.М. Особливості впливу будови твердих вкраплень на зносостійкість наплавлених гетерогенних сплавів // Металознавство та обробка металів. - 2000. - №3. – С. 21.
7. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. Б.Е. Патона. М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ**

*А.В. КРИВИЦКИЙ*

*Научный руководитель – доцент, к.т.н. В.В. КУРАШ*

При формировании покрытий методом электродуговой наплавки плавящимся электродом металл состоит из жидких, газообразных и твердых составляющих. Поэтому весьма важно проанализировать процессы, возникающие в расплаве металла под действием ультразвукового поля. Гомогенное образование зародышей кристалла в металлургии связывается с вероятностью образования чет-

кой межфазной границы раздела [1, 2]. В естественных условиях процесс формирования зародышей кристаллов происходит при понижении температуры расплава до температуры кристаллизации. Между тем процесс зародышеобразования можно вызывать до наступления температуры кристаллизации и интенсифицировать его за счет действия ультразвука на расплав металла. При обычных условиях зародышеобразования достижение размеров критического зародыша тормозится тем, что отделение атомов и молекул от исходной фазы требует известной энергии активации. Ультразвуковая обработка расплавленного материала вблизи области фазового перехода первого рода уменьшает энергию активации и, следовательно, увеличивает коэффициент диффузии и активизирует процесс зародышеобразования [1, 3].

В реальном расплаве материала всегда присутствуют различной природы и дисперсности примеси. Примеси оказывают существенное влияние на процесс формирования твердого раствора. Согласно теории гетерогенного зародышеобразования, они могут выполнять роль центров кристаллизации. Наличие в жидком растворе различного количества центров кристаллизации и различные условия их роста способствуют неравномерному кристаллообразованию, но воздействие ультразвука на дисперсную систему создает благоприятные условия для гетерогенного зародышеобразования и равномерное распределение их по всему объему расплава [1, 3, 4].

Известно [1-5], что большинство дефектов в металле возникает в процессе его затвердевания. В металлургии для очистки металлов и сплавов от нежелательных примесей газов, окислов и других неметаллических включений применяют ряд технологических операций, объединяемых общим понятием - рафинирование металлов. Важным средством повышения качества металла является модифицирование, измельчение литой структуры. Для модифицирования в расплавленный металл добавляют небольшие количества переходных металлов, образующих с основным металлом соединения, которые служат дополнительными центрами кристаллизации. Для измельчения структуры в расплавленный металл вводят поверхностно-активные добавки, которые, собираясь на гранях кристаллов, препятствуют их росту, а, следовательно, измельчают структуру. Процессы рафинирования и модифицирования можно ускорить с помощью ультразвуковых колебаний, вводимых в расплавленный металл [1, 3, 6].

Существенное влияние на эффективность измельчения структуры

металла в ультразвуковом поле оказывают и растворимые примеси. В работе [3] для проверки этого положения было проведено исследование совместного воздействия ультразвука и модифицирования на структуру стали 40ХН. В качестве модификатора использовались ванадий и бор. Обработка ультразвуком привела к образованию тонкой ферритной сетки по границам зерен. Ультразвуковые колебания докавитационной интенсивности ( $5 \dots 10 \text{ Вт/см}^2$ ) приводил к сглаживанию фронта кристаллизации, однако величина зерна в образцах при этом не изменялась. При увеличении интенсивности колебаний до уровня, превышающего порог кавитации, возрастала степень изрезанности фронта, размеры кристаллов становились более значительными. Одновременно происходило их диспергирование. Структура образца становилась более мелкой. Аналогичные структурные изменения наблюдались и при обработке расплавов введенным модификатором.

Ряд опубликованных работ, посвященных влиянию ультразвука на расплав металла [4-8], свидетельствует о том, что ультразвуковая обработка является одним из перспективных способов регулирования свойств твердого тела. Эти работы касаются преимущественно возможности использования метода ультразвуковой обработки в процессе затвердевания расплава. Однако, реализации этого способа препятствуют ряд обстоятельств. Озвучивание до полной кристаллизации требует ввода ультразвуковых колебаний непосредственно в расплав, а это не всегда осуществимо. Кроме того, сказывается неравномерность обработки ультразвуком всего объема расплава ванны. Наиболее оправданным и перспективным методом улучшения свойств и структуры наплавленных слоёв металла является ультразвуковая обработка жидкого металла. Одной из причин недостаточного исследования влияния ультразвукового поля на расплавы сталей и других сплавов является отсутствие надежных, эффективных способов и устройств ввода ультразвука в расплав.

Таким образом, анализ физических процессов, происходящих в материале расплава при воздействии ультразвуковых колебаний, показывает, что введение ультразвука в зону расплава в большинстве случаев приводит к положительному изменению структуры металла. Особенно эти изменения наблюдаются на стадии кристаллизации. Для достижения максимального эффекта от действия ультразвука на процесс наплавки, целесообразно воздействовать ультразвуковыми колебаниями непосредственно на расплав или кристаллизующуюся зону. Применение модификаторов усиливает влияние ультразвука на структуру металла.

Однако следует заметить, что в настоящее время нет достаточно эффективных способов и устройств для введения ультразвука в расплав металла. Поэтому необходимо разрабатывать эффективные способы и оборудование для ввода ультразвуковых колебаний непосредственно в зону расплава и с их использованием создавать новые технологии наплавки деталей, позволяющие получать высококачественную структуру металла поверхностного слоя, что весьма актуально в ремонтно-восстановительном производстве.

- 1.Абрамов О.В. Кристаллизация металлов в ультразвуковом поле М., Metallurgia, 1982. - 256 с.
- 2.Пархимович Э.М., Сагалевиц В.М., Сотников В.И. Сварка в ультразвуковом поле. Мн.: Навука і тэхніка, 1994. – 223 с.
- 3.Физика и техника мощного ультразвука: Физические основы ультразвуковой технологии / Под ред. Розенберга Л.Д. М., 1970, Т. III.
- 4.Шиляев, А.С. Ультразвуковая обработка расплавов при производстве и восстановлении деталей машин / А.С. Шиляев. - Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 176 с.
- 5.Киселев, М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М.Г. Киселев, В.Т. Минчич, В.А. Ибрагимов. - Минск: Тесей, 2001. – 334 с.
- 6.Артемьев, В.В. Ультразвук и обработка материалов / В.В. Артемьев, В.В. Клубович, В.В. Рубаник. – Минск: Экоперспектива, 2003. – 335 с.
- 7.Ультразвуковые колебания и их влияние на механические характеристики конструкционных материалов: сб. науч. ст. / под ред. В.А. Кузьменко. - Киев: Наукова думка, 1996. – 60 с.
- 8.Кудина А.В. Технология формирования износо-коррозионностойких композиционных металлопокрытий электродуговой наплавкой с применением ультразвука. / Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. технич. наук по специальности 05.03.01. Мн.: БНТУ, 2009. -22 с.

УДК 621.43(075)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА ГИЛЬЗ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВС**

*С.А. ШУЛЬГА, О.А. ШУЛЬГА*

*Научный руководитель – доцент, к.т.н. И.И. ХИЛЬКО*

При ремонте ДВС очень часто возникает необходимость ремонта гильз и блоков цилиндров. В этом случае применяют способ РР [1], заключаемый в черновом и чистовом растачивании, предваритель-