

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ НАПЛАВКИ ТОЛКАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

А.М. Осипов, Н.Л. Зайцев, Ю.В. Безганс

По результатам проведенных исследований влияния ультразвуковых колебаний на качество наплавленного чугуна установлено, что при воздействии колебаний в период кристаллизации в зоне сплавления устраняется дендритное строение. При наплавке без воздействия ультразвуковых колебаний видно дендритное строение кристаллов избыточного аустенита. Проведенные опыты с подогревом индукторами показали, что верхний подогрев обеспечивает перегрев и кипение наплавленного металла, что приводит к уменьшению брака по пористости.

Ключевые слова: ультразвуковые колебания; толкатель; наплавка; чугун; индуктор; нагрев; пористость.

Одним из методов повышения долговечности деталей, работающих на износ трением в сопряженных местах, является наплавка их рабочей поверхности износостойкими материалами. В качестве таких материалов наиболее распространенным является отбеленный чугун, обладающий хорошими литейными свойствами, высокой износостойкостью и др. Недостатками белого чугуна являются низкая пластичность, высокая хрупкость.

При наплавке наблюдаются дефекты литой структуры, пористость, дендритное строение, неоднородность. В связи с этим улучшение свойств наплавленного чугуна представляет важную практическую задачу. Для улучшения структуры и механических свойств металла возможно применение активных методов воздействия на процесс кристаллизации. Положительный результат возможно получить при использовании энергии высокочастотных механических колебаний (колебаний ультразвуковой частоты).

Под действием ультразвука из расплава выделяются растворенные в нем газы и неметаллические включения, равномерно распределяются легирующие элементы. В процессе кристаллизации под воздействием ультразвука происходит измельчение микро- и макроструктуры. Существенно улучшаются механические свойства.

В данной работе приведен анализ возможности применения высокочастотных механических колебаний при индукционной наплавке чугуна на рабочую поверхность толкателя. Основной целью данного процесса является достижение снижения брака по пористости наплавляемой поверхности.

С понижением растворимости газ выделяется из раствора в виде газовых пузырей, которые в зависимости от их диаметра и вязкости чугуна могут всплыть на поверхность, либо остаться в металле в виде газовых раковин, газовой пористости или неметаллических включений. Сплав, наплавляемый на толкатель, представляет собой доэвтектический белый чугун, который кристаллизуется с образованием декритов аустенита и затем ледебурита.

Для доэвтектических чугунов, имеющих значительный интервал затвердевания, характерно объемное затвердевание. Отливки такого чугуна имеют по всему объему усадочную пористость, так как жидкость оказывается замкнутой между кристаллами. Усадочная пористость уменьшается в случае выделения графика, поэтому можно сказать, что белый чугун склонен к образованию усадочных раковин.

Исследование качества наплавленного чугуна показали, что процесс наплавки является многофакторным, и улучшение качества наплавленного металла возможно в результате комплексного исследования всех учтенных факторов.

Одним из эффективных способов воздействия на расплавленный металл является ультразвуковая обработка. Под действием ультразвука из расплава выделяются растворенные в нем газы и неметаллические включения. В процессе затвердевания под действием ультразвука происходит измельчение микро- и макроструктуры и структурных составляющих сплава. Существенно улучшается способность металла к пластической деформации [1, 2]. В опытах по изучению влияния ультразвука на кристаллизацию серого чугуна [3, 4] была получена значительная дегазация, полное устранение газовых раковин.

Наплавки чугуна с ультразвуковыми колебаниями производили на экспериментальной установке в лабораторных условиях. Температурные режим при наплавке подбирались приближенно к существующей технологии и обеспечивали существование жидкого металла в течение от 3 до 15 секунд. Ультразвуковые колебания вводились в расплав в период кристаллизации. Изменялось время озвучивания и амплитуда колебаний.

Исследование макроструктуры наплавленного металла производилось визуально (макропористость) и под микроскопом (микропористость). Подсчитывалось количество пор на одном толкателе (количество толкателей с порами составляло процент брака), по этим данным строились гистограммы распределения пор, а также площадь, занятая порами. Наплавка толкателей с ультразвуковыми колебаниями производилась в несколько этапов по сериям в зависимости от задач исследований.

Исследование микроструктуры чугуна в зоне сплавления [5] показало, что при воздействии колебаний в период кристаллизации в зоне сплавления устраняется дендритное строение. При наплавке в обычных условиях видно дендритное строение кристаллов избыточного аустенита, направленных перпендикулярно наплаваемой поверхности. Подобное строение имеет металл и во всем наплавленном слое.

При электродинамическом методе возбуждение колебаний расплава на высокочастотное поле индуктора накладывалось постоянное магнитное поле. Возникающие при воздействии полей электродинамические силы вызывают развитие упругих колебаний без увеличения перемешивания.

При использовании магнитного поля, накладываемого на жидкий металл, по схеме электромагнит подключался через дроссель и трансформатор к сети переменного тока. Наплавка образцов с магнитным полем проводилась по трем режимам:

- 1 – контрольный (без поля);
- 2 – положение поля в период жидкого состояния $I=200$ А;
- 3 – то же, что и 2, только $I=300$ А.

В результате замера микропористости подсчитано, что среднее количество пор на один образец $n_{\text{ср}}=0,63$ %, а без поля $n_{\text{ср}}=2,8$ %, что почти в 4 раза больше. Таким образом, при наложении поля была уменьшена пористость наплавленного слоя.

Для создания электродинамического возбуждения колебаний в жидком металле, а также дополнительного подогрева с целью получения направленной кристаллизации при наплавке толкателей использовался дополнительный индуктор.

Расплавленный чугун выливается на поверхность толкателя, и некоторое время идет процесс кипения, при этом идет более интенсивное, в зависимости от режима генератора и продолжительности цикла, перемещение позиций. Максимальное время цикла 12 секунд. От условий режима кипения и кристаллизации зависит, как пойдет процесс газовыделения и образования усадочной пористости. Исследования микроструктуры наплавленного слоя показали, что кристаллизация металла идет снизу от зоны сплавления, о чем свидетельствует расположение дендритов первичного аустенита. Небольшой слой дендритов, расположенных перпендикулярно поверхности, говорит о кристаллизации металла сверху, в результате такого

направления кристаллизации усадочные поры и невыделившиеся газы оказываются под закристаллизовавшейся коркой металла. При данном способе наплавки кристаллизация металла идет только в одном направлении – снизу, газовые и усадочные поры оказываются закрытыми, а особенности охлаждения способствуют образованию скопления пор по краям наплавленного слоя.

Проведенные опыты с подогревом индукторами показали, что важнейшим условием эффективности применения верхнего подогрева является достаточный перегрев, а следовательно, и кипение наплавленного металла. Это обеспечивает при существующем цикле наплавки направленную кристаллизацию, что и приводит к уменьшению брака по пористости.

Применение верхнего подогрева вызывает смещение пор на поверхность, в то время как при обычной наплавке они сосредоточиваются под слоем закристаллизовавшегося металла. При последующей механической обработке поры, залегающие у краев под слоем металла, не всегда удаляются, а возможность удаления поверхностных пор наиболее вероятна.

После окончательной обработки наплавленных толкателей брак составил 0,17–0,2 %.

Библиографический список

1. Серковский, В.А. // Литейное производство. – 1960. – № 5. – С. 25–27.
2. Половинкин, П.И. Рациональные технические процессы литья: сборник трудов МВТУ / П.И. Половинкин. – М.: Машгиз, 1958.
3. Николайчик, И.П. // Сталь. – 1959. – № 4. – С. 15–18.
4. Николайчик, И.П. // Литейное производство. – 1958. – № 2. – С. 14–16.
5. Погодин-Алексеев, Г.И. Ультразвук и низкочастотная вибрация в производстве сплавов: материалы семинара по применению ультразвука в машиностроении / Г.И. Погодин-Алексеев. – М.: НТО «Машпром», 1963.

[К содержанию](#)