

основу современных отечественных систем такого класса. Основным недостатком пассивных флуороскопических систем, ограничивающим сферу их применения, является низкий уровень яркости наблюдаемой светотеневой картины при достаточно высоких радиационных нагрузках на объект контроля.

Акустические методы. Рассмотренный в предыдущем пункте радиационный метод ввиду своей универсальности позволяет осуществлять контроль строительных конструкций (СК) из бетона и железобетона. Однако для его реализации, как правило, необходим двухсторонний подход к объекту контроля, что не всегда возможно.

Для обнаружения малоконтрастных дефектов в гетерогенных структурах, которыми являются бетон, железобетон и другие СК, в соответствии со сложившейся практикой применяется либо метод радиографии (для толщин более 200 мм), либо флуороскопический метод (для меньших толщин). В том и другом случаях существенное влияние на результаты контроля (выявляемость дефектов) оказывает неоднородность объекта контроля. Максимальное влияние неоднородности структуры бетона оказывает при обнаружении *дефектов в виде пустот* или инородных включений неправильной формы. Для более толстых бетонных барьеров влияние неоднородности значительно уменьшается, что обуславливается в основном альбедными процессами.

Среди положительных сторон акустических методов отметим возможность представления результатов контроля в виде двумерного изображения сечения произвольной ориентации внутренней структуры исследуемых конструкций (томограмм), а также синтезирование трехмерного изображения обеспечивают ему ряд преимуществ и делают привлекательным для реализации в поисковой аппаратуре.

Среди недостатков в применении акустических методов для сканирования некоторых материалов (бетон, железобетон и другие подобные материалы), обладающих высокой неоднородностью внутренней структуры, выделим следующие:

Во-первых, быстрый рост коэффициента затухания акустических волн от частоты делает практически невозможным использование сигналов с частотами более 200 кГц для контроля таких материалов. Причем уже в диапазоне от 100 до 200 кГц затухание растет столь значительно, что спектр принятого сигнала оказывается заметно ограниченным со стороны верхних частот.

Во-вторых, крупнозернистая (в сравнении с длиной акустической волны) структура материала порождает сильный структурный шум, уровень

которого тем больше, чем выше частота сигнала, что также ограничивает сверху возможности выбора рабочей частоты сигнала.

В-третьих, обычно грубая, пористая и пыльная поверхность бетонной конструкции сильно затрудняет выбор и применение контактных смазок, делает акустический контакт аппаратуры с объектом контроля очень ненадежным и нестабильным. Проведение контроля при этом сопровождается значительными непроизводительными потерями времени на создание и поддержание акустического контакта.

Ядерные методы. Ряд способов обнаружения скрытых объектов разрабатывается как дополнение к используемым в настоящее время методам. К ним относятся радиолокационные приборы обнаружения предметов под землей, инфракрасная термография и более совершенные металлоискатели. Общим для всех этих способов является то, что они позволяют обнаруживать под землей "аномалии", но не в состоянии определить, присутствуют ли взрывчатые вещества.

Методы нейтронного облучения и ядерного квадрупольного резонанса позволяют не только выявлять аномалию в сканируемой среде, но и исследовать ее на наличие взрывчатых или наркотических веществ, тем самым снижая уровень ложных срабатываний и уровень опасности для операторов. Это является безусловным достоинством ядерных методов.

В качестве недостатков выделим следующее. Являясь весьма перспективными, они требуют дальнейшего развития, как в теоретическом плане, так и в плане разработок приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Обзор практических приложений обратных задач по определению структуры неоднородных сред // Е.А. Аносова, Э.Н. Потетюнко – Ростовский гос. строительный унт. – Ростов н/Д, 2005. – 248 с., - Библиогр. 121 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 30.05.05, № 764 – В2005.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ПАСТ

Пиралова О.Ф.

*Омский государственный университет
путей сообщения,
Омск, Россия*

Задача повышения эффективности работы железнодорожного транспорта не может быть решена без совершенствования технологии ремонтного производства. Восстановление работоспособности деталей с помощью сварочно-наплавочных

операций требует меньших затрат по сравнению с изготовлением новых.

Одной из актуальных задач ремонта деталей подвижного состава в настоящее время является их устранение предельного износа. Большой объем ремонтных работ, необходимых для поддержания железнодорожных транспортных средств в исправном состоянии, требует повышения экономичности ремонтных операций и увеличения срока службы деталей. Решение такой задачи возможно при использовании новых технологических методов и средств.

Современный подход к проектированию процессов технологии ремонта требует рассмотрения не только каждой отдельно взятой операции, но и всех этапов процесса восстановления во взаимосвязи. Только при таком подходе к проектированию возможно гарантировать оптимальность выбранных режимов технологических операций восстановления деталей. Решение такой задачи затруднено тем, что физические и химические явления, происходящие в восстанавливаемых деталях на определенных этапах наплавочных операций, достаточно сложны, а математические выражения, которые описывают происходящие явления, чаще всего трудно поддаются анализу. Это усложняет составление комплексной математической модели технологического процесса ремонта с учетом взаимовлияния операций и технологической наследственности в процедурах оптимизации указанных операций.

В условиях деповского ремонта при восстановлении изношенных деталей подвижного состава наиболее часто применяются сварочно-наплавочные работы. Это обусловлено сравнительной простотой и универсальностью используемого оборудования, широкими возможностями достижения требуемых эксплуатационных свойств восстанавливаемых элементов. При восстановлении изношенных частей детали масса, наносимого металла составляет 3 – 5% от общей массы детали, а стоимость всего ремонта детали, как правило, 10 – 30% стоимости новой детали.

Наплавляемый слой металла рабочей поверхности по износостойкости и твердости должен быть не ниже основного металла восстанавливаемой детали и соответствовать требованиям технических условий эксплуатации. Это особенно касается деталей, которые работают в условиях различных видов трения. Для достижения требуемого качества в условиях современного ремонтного производства могут использоваться различные материалы, применение которых обусловлено используемыми технологиями, которые в свою очередь зависят от возможностей имеющегося специализированного оборудования, а также от формы и размеров восстанавливаемых деталей.

Существующие методики определения режимов восстановления наиболее ответственных деталей подвижного состава, подвергающихся высоким удельным нагрузкам, требуют значительных затрат времени, индивидуального подхода к проектированию технологического процесса восстановления.

Данная технология восстановления изношенных деталей транспортных единиц, может обеспечить для ремонтных предприятий экономию используемых материалов, энергетических и трудовых ресурсов.

Чаще всего в практике восстановления методом наплавки используются легирующие флюсы. Для достижения требуемых эксплуатационных и механических свойств в качестве легирующих добавок чаще всего выбирается хром и углерод, так как это наиболее широко используемые и наиболее дешевые элементы. В некоторых случаях используется бор, малое количество которого существенно влияет на свойства стали. Известны легирующие флюсы, состав которых основывается на низкокремнистом составе с добавками графита, феррованадия, феррониобия, феррохрома, силикатного натрия [1,2,3]. Для повышения износостойкости наплавленного металла при высоких контактных давлениях в такой флюс, в некоторых случаях добавляют ферробор. Введение во флюс этого химического соединения позволяет повысить износостойкость и твердость наплавленного металла. Известны легированные флюсы, состав которых основывается на высококремнистом наплавочном флюсе с добавкой графита, сфенцирконового концентрата и бориды хрома [4, 5]. В своем составе сфенциркон имеет окислы ниобия, тантала, циркония, которые составляют от 20 – 30% примесей, состоящих из окисей титана и алюминия, остальное – окись кремния.

Цирконий, ниобий, тантал, титан и хром являются карбидообразующими элементами и, частично растворяясь в аустените, упрочняют его. Причем бор, титан и цирконий способствуют измельчению металлической основы. Такие соединения являются тугоплавкими и в момент кристаллизации расплавленного металла работают как инокуляторы при первичной и вторичной кристаллизации, что обуславливает мелкозернистое строение наплавленного металла, а также дезориентирует его структуру. Легирующие элементы – углерод, бор, ниобий, тантал, цирконий и титан в наплавленном слое образуют различные химические соединения, равномерно распределенные по всему объему. Увеличение процентного содержания углерода приводит к получению дефектов микроструктуры, которая способствует образованию микротрещин. При уменьшении процентного содержания углерода отсутствует возможность по-

лучения высокого значения твердости. Поэтому использование подобных легирующих флюсов при наплавке не всегда рационально. Кроме того, при наплавке в этом случае используется не весь флюс, и поэтому легирующие элементы невозможно использовать полностью.

Несмотря на все положительные характеристики флюсов для восстановления поверхностей и легирования наплавленных слоев иногда целесообразнее использовать легирующие пасты. Чаще всего в их состав входят ферровольфрам, феррохром, феррованадий, графит серебристый и глицерин [4,5]. Глицерин применяется в качестве связующей добавки, и вводится после перемешивания всех ингредиентов. Полученная смесь должна просушиваться в течение длительного времени при повышенной температуре.

Для ремонтного производства наиболее оптимальным является вариант совмещения свойств легирующих флюсов и паст. Автором была разработана легирующая паста, которая должна состоять из смеси, включающую в себя рудный концентрат, графит серебристый, борид хрома и глицерин для связки ингредиентов. При изготовлении легирующей пасты для наплавки все перечисленные компоненты засыпаются в смеситель и перемешиваются, после чего добавляется глицерин с таким расчетом, чтобы полученная смесь стала пастой соответствующей консистенции. Полученную массу наносят на восстанавливаемую поверхность и сушат. Наплавку целесообразнее производить с использованием стандартного флюса АН-348. Кристаллизация расплавленного металла в этом случае идет из большого числа центров – мельчайших частиц тугоплавких соединений, что способствует образованию мелких дезориентированных кристаллов. Образование этих соединений приводит к получению металла с более оптимальной структурой. Это подтверждают результаты экспериментов, проведенных на образцах, выполненных из стали 45 с использованием предлагаемого состава легирующей пасты. Режимы наплавки во всех опытах были одинаковы. Это позволило сохранить постоянную долю основного металла в наплавленном слое. Свойства наплавленного слоя оценивались по твердости и износостойкости. Определение твердости проводилось методами Бринелля и Роквелла.

При восстановлении деталей подвижного состава, работающих в условиях полужидкой граничной смазки, следует учитывать, что их поверхностный слой должен оцениваться величиной износостойкости. Износостойкость зависит не только от твердости, но и от состава металла, его количества, формы поверхности и распре-

ления фаз в структуре. Структура наплавленного металла определяется его химическим составом и условиями охлаждения, поэтому перераспределение фаз в структуре наплавленного металла при одних и тех же значениях твердости может оказать влияние на износостойкость. Износ детали является основным показателем ее работоспособности и долговечности при эксплуатации. Высокая износостойкость достигается в случае получения гетерогенной структуры наплавленного металла – мелких карбидных включений в более мягкой основе [6]. Степень изнашивания детали зависит от многих факторов: качества материала, механической и термической обработки, сборки и регулировки, качества смазки и условий эксплуатации. Поэтому появилась необходимость в создании легирующей пасты, химический состав которой позволил бы получать заданные твердость и износостойкость восстановленной поверхности. В результате исследований и проведенного эксперимента были получены модели позволяющие определить не только выбор состава химической смеси, которая позволяет достигнуть необходимых твердости и износостойкости, но и позволяющие предопределить значения твердости и износостойкости для смесей определенного состава. В результате микроанализа наплавленных поверхностей экспериментальных образцов не было обнаружено макро- и микротрещин, пор, крупных шлаковых включений и зон несплавлений. Однако был выявлен незначительный перегрев в зоне термического влияния. Зона сплавления сорбитообразная, в средней части – сорбитомартенситная структура с карбидными включениями, у поверхности – пластинчатый мартенсит с участками зернистого сорбита.

В результате патентного поиска выявлены существующие пасты, легированные карбидообразующими элементами в виде ферросплавов, окислов и более сложных соединений и разработан новый химический состав легирующей пасты [7], а также получены модели, характеризующие влияние легирующих добавок пасты на твердость и износостойкость наплавленного металла. Проведенные опыты подтвердили зависимость влияния от легирующих элементов на твердость и износостойкость.

При решении вопроса подбора химического состава пасты следует отметить, что легированная паста является смесью легирующих добавок, обеспечивающих получение заданных свойств наплавленного слоя. При этом заданные свойства могут быть достигнуты при различном сочетании и количестве легирующих добавок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авторское свидетельство 346069 СССР, МКИ В 23 К35/362. Флюс для наплавки. / Ю.Г. Казак, А.Н. Воронков
2. Авторское свидетельство 125346 СССР МКИ В 23 К35/ 362. Керамический флюс. / К.В. Бопрянский
3. Авторское свидетельство 234691 СССР МКИ В 23 К35/ 362. Керамический флюс. / И.Н. Рябко
4. Авторское свидетельство 345128 СССР МКИ В 23 К35/ 362. Флюс для наплавки. / Н.Г. Васильев, А.А. Рауба, А.А. Ражковский
5. Авторское свидетельство 356720 СССР МКИ В 23 К35/ 362. Керамический флюс для наплавки. / А.А. Рауба, А.А. Ражковский, Н.Г. Васильев
6. Журавлев Л.Г. Исследование износостойчивых сталей при абразивном изнашивании в зависимости от состава, структуры и твердости. / Автореф. Дис., Свердловск, 1959. 22 с.
7. Патент на изобретение 2209715 Зарегистрирован в Гос. реестре изобретений РФ 10. 08. 2001 / О.Ф. Панасенко, А.А. Ражковский