

которые берут на себя эти нагрузки. Реализовать это можно например с использованием электронно-лучевого (ЭЛ) воздействия.

Применение ЭЛ технологий позволяет получать новые композиционные материалы с основой из конструкционных материалов (сталей, сплавов и др.) и поверхностным слоем с заданными химическим составом, структурой и свойствами. Процесс нанесения проводится с использованием экзотермически реагирующих порошков на основе системы Ti - Ni и Ni-Cr-Ti. В качестве подложек использовалась сталь 45.

При реализации синтеза покрытия системы 56Ti-44Ni с предварительным подогревом основы из стали 45, образуется слой с достаточно хорошей адгезией. Граница «слой-основа» ровная, четкая и бездефектная. Обнаружены фазы NiTi, Ni<sub>2</sub>Ti, Ni<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub> и Ti<sub>2</sub>Ni.

Результаты исследований структуры материала системы 55(Ni-Cr)+45Ti показали, что покрытие имеет как беспористые участки с двухфазной структурой на основе светлой матрицы и серых включений, так и области эвтектического состава. На поверхности образцы сохраняют высокую пористость (около 45 %).

Исследования фазового состава синтезированного покрытия показали, что основными фазами являются NiTi, Ti<sub>2</sub>Ni, Cr<sub>2</sub>Ti, TiO<sub>2</sub>. Образование в структуре интерметаллидных фаз NiTi и Ti<sub>2</sub>Ni связано с высоким содержанием титана и никеля в системе. Выделение фазы Ti<sub>2</sub>Ni обеспечивает высокие значения твердости и износостойкости покрытия. Наличие в структуре фазы Cr<sub>2</sub>Ti также обеспечивает высокие значения прочности и износостойкости синтезированного слоя.

Результаты исследований свидетельствуют о возможности использования изделий с покрытиями на основе системы Ti - Ni и Ni-Cr-Ti при изготовлении деталей, эксплуатирующихся при интенсивном износе.

УДК 621.785.5

### **Интерметаллидные покрытия на сталях**

Протасевич Г.Ф., Протасевич В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Бурное развитие ХТО во второй половине XX века привело к разработке сотен новых диффузионных покрытий. Все они укладываются в несколько традиционных целей (направлений) – повышение износ-, окислительно- и коррозионной стойкости и более экзотических – повышение кавитационной, разгаро-, радиационной и противозадирной стойкости.

Перечисленный перечень сегодня незаслуженно не включает направление – получение декоративных покрытий. В условиях жесточайшей конкуренции за сбыт своей продукции развитие этого

направления ХТО начинает играть свою роль. Опубликованная в 70-е годы в журнале «МиТОМ» совместно с австрийцами Р. Киффером и В. Врусом статья, посвященная получению декоративных покрытий из TiN, вызвала довольно живой интерес. Но идея в то время не могла быть реализована из-за отсутствия в СССР промышленного оборудования для осаждения из газовой фазы. Для реализации этого направления могут быть использованы покрытия из промежуточных фаз, имеющих богатый спектр цветов. Нами при реализации этого направления была использована  $\sigma$ -фаза в системе Fe-Cr. Для этого высокохромистые стали дополнительно насыщали хромом, чтобы выйти на ее область гомогенности (43-52% Cr). Для нас важно, что  $\sigma$ -фаза в этой системе имеет синевато-фиолетовую окраску. Другим примером может служить получение блестящего серебристого покрытия при силицировании сталей, т.е. процесса, предназначенного для совершенно других целей. Это удалось, благодаря применению последовательного симплекс-планирования, позволяющего планировать эксперимент по принципу «Лучше-хуже».

В заключение укажем, что только в справочнике Г.В. Самсонова «Тугоплавкие соединения» в приведенном перечне из 250 промежуточных фаз имеется любой набор цветов, который может заинтересовать даже ювелиров. Например из неэкзотических соединений: MnS - красновато-коричневый, TaC - золотисто-коричневый, NiN - желто-бронзовый, Ni<sub>3</sub>S<sub>4</sub> - серебристо-белый, YS - рубиново-красный,  $\alpha$ -MnS - зеленый, ScN - синий (темно-голубой), YS<sub>2</sub> - коричнево-фиолетовый, FeS<sub>2</sub> - светло-желтый, ZrS<sub>3</sub> - оранжево-красный,  $\gamma$ -NiS - желтый,.

**РЕЗЮМЕ.** Предлагается обратить внимание на новое направление в ХТО - получение декоративных покрытий. Приведены примеры цветов покрытий, которые реально могут быть получены, прежде всего осаждением из газовой фазы.

УДК 621.78

### **Особенности термической обработки детали с наплавленным покрытием**

Дашкевич В.Г.

Белорусский национальный технический университет

В практике наплавочных работ иногда возникает необходимость проведения термической обработкой наплавленной детали, например:

- уровень остаточных напряжений после проведения наплавки превышает допустимый уровень. Тогда термическая обработка позволяет улучшить структуру и снизить напряжения до допустимого уровня;