

## Повышение долговечности деталей диффузионным титанированием

Студентка Чернявская Е.Г.

Научный руководитель – Пацеко Е.К.

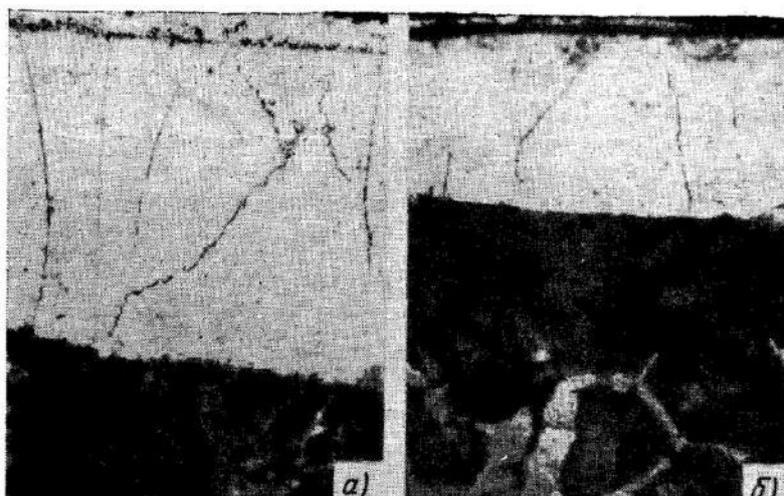
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Титанирование – процесс диффузионного насыщения поверхностных слоев металлов и сплавов. Титанирование проводят с целью повышения коррозионной и кавитационной стойкости малоуглеродистых, среднеуглеродистых, высокоуглеродистых сталей (нелегированной и легированной), а также поверхностной твердости и износостойкости. В результате титанирования повышается жаростойкость цветных сплавов на основе меди, алюминия.

Титанирование проводят контактным газовым, жидким, в паровой фазе (вакууме) и газовым методами.

Чугун рекомендуется титанировать в порошкообразной смеси из 25% Ti, 50% MgO, 15% Mg и 10% MgCl<sub>2</sub>. Например при насыщении стали с 0,3 % C в течение 8 часов при 1150 °C образуется диффузионный слой толщиной 300...500 мкм (0,3...0,5мм) с концентрацией титана в тонкой поверхностной зоне до 80 %. По границам зерен и внутри столбчатых зерен этой поверхностной зоны располагается карбид титана, в результате чего поверхностная микротвердость достигает 22000...27000 МПа. Для титанирования с нагревом ТВЧ рекомендуется паста из 70 % FeTi и 30 % Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>. При скорости нагрева 50 град/с, температуре 1150...1250 °C, выдержке 5-7 минут глубина титанированного слоя на армко-железе составляет ≈ 70 мкм.

Титанирование в расплавах проводится электролизным и безэлектролизным способами. При электролизном титанировании используется растворимый титановый анод или ведется электролиз самого расплава. Насыщение проводят в электролите KCl-NaCl-TiCl<sub>2</sub>. TiCl<sub>2</sub> образуется в результате взаимодействия титановой губки с TiCl<sub>4</sub>. Электролиз ведется в атмосфере аргона. Титановый тигель используют как растворимый электрод. Оптимальная сила тока равна 0,1-0,3 А/см<sup>2</sup>, которая зависит от температуры процесса, колеблющаяся в пределах 800...900 °C. Толщина титанированного слоя достигает несколько десятков микрон, а толщина глубже расположенной диффузионной зоны – нескольких микрон. Диффузионные слои на всех образцах углеродистой стали выявляются в виде нетравящейся светлой зоны (рис. 1).



а – сталь 25Л; б – сталь 45

Рисунок 1 – Микроструктура титанированного слоя на углеродистой стали (x200):

Электролизное титанирование при отсутствии растворимого титанового анода проводят в расплаве из 16%  $K_2TiF_6$  и 84%  $NaCl$ . Анодом служит графит, над зеркалом ванны создается атмосфера аргона. Температура процесса 850...900°C, плотность тока 95 А/дм<sup>2</sup>, напряжение 3-6 В.

Безэлектродное титанирование проводят в расплаве  $NaCl$  или  $NaCl-KCl$ , в который вводится порошок сплава титана, сильно загрязненного кислородом. Титанирование этим методом осуществляют в расплаве из 90%  $NaCl$  и  $TiO_x$  под защитой аргона.

Термообработка после титанирования необходима для создания под твердым карбидным слоем твердой подложки. Поэтому для титанирования пригодны некоторые легированные стали, не только с пониженным температурным коэффициентом объемного расширения, что необходимо для предотвращения образования трещин в карбидном слое и его отслаивания, но и обладающие хорошей закаливаемостью, благодаря чему при охлаждении муфеля на воздухе после окончания титанирования сталь приобретает твердость 56-61 HRC.

Температура закалки титанированных сталей не должна превышать 800 °С при времени нагрева не более 30 мин и даже при этих условиях часть образовавшегося карбидного слоя переходит в окисел. При нагреве в хлористых соляных ваннах слой разрушается. Поэтому нагрев титанированных деталей следует проводить в газовых нейтральных средах.

Титанированию с образованием карбидного слоя можно подвергать только те детали или инструменты, которые после осаждения не нужно доводить или величина доводки должна быть минимальной. Доводку производят алмазной или эльборовыми пастами.

Для уменьшения деформации титанируют готовые термообработанные и шлифованные или полированные детали.

При титанировании как сталей, так и чугунов благодаря отсасыванию углерода из подложки в карбидный слой глубже этого слоя возникает зона частичного безуглероживания. Эта зона наблюдается по микроструктуре после медленного охлаждения, по микротвердости после титанирования. После закалки эта зона на высокоуглеродистых сталях почти не обнаруживается.

Покрытие из карбида титана имеет недостаток: очень низкую жаростойкость.

Особенности: высокие микротвердость, износостойкость, коррозионная стойкость.

Титанирование применяется для повышения долговечности деталей, изготавливаемых из низкоуглеродистых сталей и цветных металлов. Известны попытки использования титанирования в судостроении, для деталей машин.

Вакуумному титанированию подвергаются внутренние поверхности промышленных реакторов (диаметром до 1,2 м и высотой 2,8 м), служащих для производства губчатого титана магниетермическим методом. Эти реакторы изготавливают из стали Ст3 и 12Х18Н9 и часто служат источником загрязнений титановой губки железом. Титанирование реакторов позволило на первых циклах работы снизить количество отходов и повысить чистоту получаемой титановой губки.

Область применения – инструменты для холодной деформации металлов:

- для вытяжки;
- гибки;
- выдавливания;
- штамповки;
- прессования;
- калибровки;

Стойкость инструментов после титанирования в несколько раз выше, чем серийных (без покрытий).

В единичных случаях можно заменять инструменты и детали, изготовленные из твердых металлокерамических сплавов, на детали из сталей типа Х12 с последующим титанированием.

Большие перспективы имеет титанирование инструментов из спеченных металлокерамических твердых сплавов: многогранных неплетачиваемых резцовых пластин, фильер.

## Литература

1. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник / ред. Л. С. Ляхович. – М.: Металлургия, 1981 г. – 222 с.
2. Лахтин, Ю. М., Арзамасов, Б. Н. Химико-термическая обработка металлов: учебное пособие / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов – М.: Металлургия, 1985. – 256 с.
3. Минкевич, А. Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов / М.: Машиностроение, 1965. – 491 с.