

Анализ восстанавливаемых диаметров коренных и шатунных шеек коленчатых валов и соосности коренных шеек показал, что эти параметры близко описываются законом Вейбулла, за исключением износа шатунных шеек двигателей ЗМЗ-53-11, который лучше описывается показательным законом. Наиболее распространенными повреждениями коленчатых валов является естественный износ шеек, среднее значение которого находится в пределах 30–90 мкм, а максимальное не превышает 200 мкм. Более интенсивный износ возникает на коренных шейках. Недопустимую несоосность коренных шеек имеют 5–10 % валов. Полученные закономерности позволяют прогнозировать и более точно определять объем восстановительных работ.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин / В.П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
2. Вигерина, Т.В. Техническое состояние коленчатых валов из высокопрочного чугуна и выбор материала для их восстановления / Т.В. Вигерина // Наука и техника. – 2013. – № 2. – С. 18–22.
3. Иванов, В.П. Повышение качества восстановления коленчатых валов / В.П. Иванов, Т.В. Вигерина // Тракторы и автомобили: материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Горки, 24 – 25 сент. 2009 г.; БСХА. – Горки, 2009. – С. 116–122.

УДК 621.8

ПОВЫШЕНИЕ ЖАРОСТОЙКОСТИ МЕДИ ДИФфуЗИОННЫМ АЛИТИРОВАНИЕМ И СИЛИЦИРОВАНИЕМ

Дашкевич В.Г.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Известно, что одним из наиболее рациональных способов защиты от высокотемпературной коррозии металлов, в том числе меди, при температурах до 800...850 °С является термодиффузионное насыщение элементами образующими при окислении плотные, устойчивые оксидные слои, например насыщение такими элементами как алюминий и кремний [1, 2].

Целью настоящей работы подтверждение эффективности применения силицирования и алитирования для повышения жаростойкости медных изделий и выявления особенностей повреждений в результате высокотемпературной коррозии.

Эффективность алитирования и силицирования была отмечена ранее проведенными работами [2, 3 и др.], однако в каждом конкретном случае для определенной толщины и состава полученного диффузионного слоя определяются свои количественные характеристики стойкости, а также особенности механизма защитного действия и разрушения, особенно в условиях циклических режимов нагрева и охлаждения.

Для насыщения меди марки М1 применяли порошковый метод, для алитирования смесь была приготовлена на основе алюминия марки ПА-2 по ГОСТ 5494 с добавкой инертной наполнителя (окись алюминия – Al_2O_3 , ГОСТ 3136) и

активатора (аммоний хлористый – NH_4Cl , ГОСТ 2210), для силицирования в качестве активной составляющей смеси был выбран ферросилиций марки ФС-70 ГОСТ 1415-93.

Испытания на жаростойкость проводили в статических условиях при температуре $800\text{ }^\circ\text{C}$, на воздухе, в течение 25 ч, циклами по 3...6 часов каждый. Измерения жаростойкости проводились весовым методом, который заключался в определении увеличения массы (привеса) образца в процессе испытаний, подвергающегося коррозии. Нагрев производили в печи СНОЛ 1,6.2,5.1/11-И2.

Установлено, что при насыщении алюминием на поверхности образуется диффузионный слой (рисунок 1, а) в котором отчетливо видны три зоны: ближе к поверхности твердый раствор толщиной около 5...10 мкм, глубже – комплекс алюминидных фаз, это твердые растворы на основе соединения CuAl_2 и, предположительно, Cu_9Al_4 общей толщиной 35...40 мкм, а также переходная зона (до 8 % Al масс.) представляющая собой α -фазу толщиной 10...20 мкм [3].

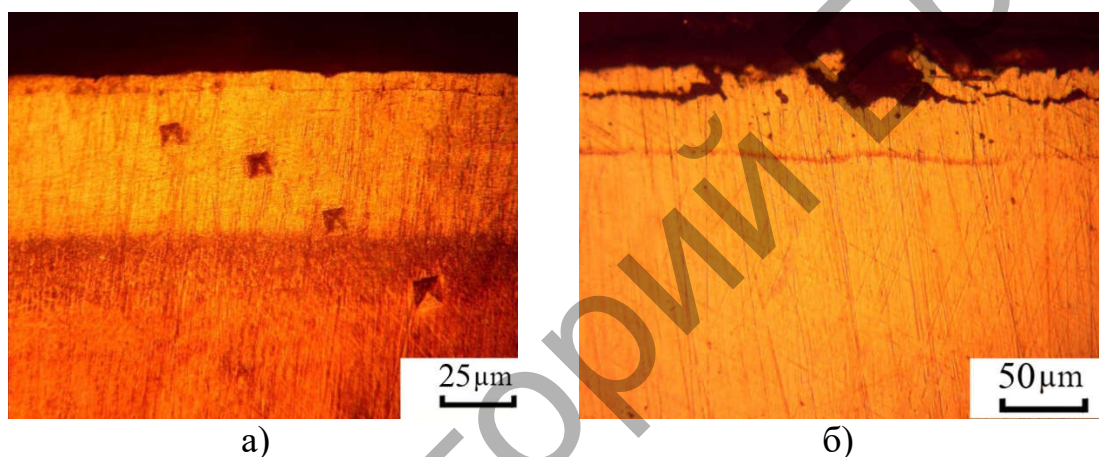


Рисунок 1 – Микроструктура алитированного и силицированного слоя на меди

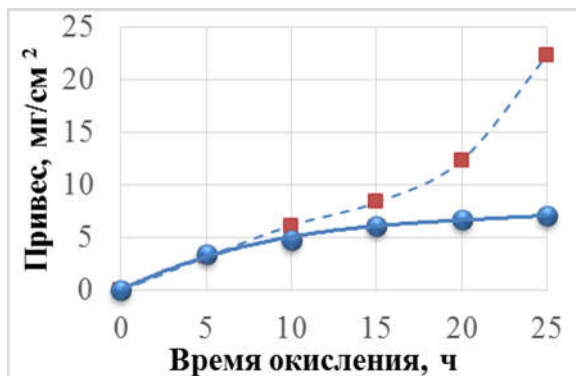
Толщина алитированного слоя за 4 часа обработки (без учета времени на прогрев контейнера) составила около 50 мкм. Микротвердость фаз после алитирования основной части диффузионного слоя изменяется незначительно, средняя величина составляет 550 МПа.

Для диффузионного слоя полученного после силицирования характерны также три зоны (рисунок 1, б), у поверхности, предположительно, зона ϵ -фазы которая образуется по перитектоидной реакции при $800\text{ }^\circ\text{C}$ и существует в узкой концентрационной области (10,6... 10,7% масс. Si), далее зона γ -фазы и α твердого раствора на основе меди (до 3,5 % масс. Si). Толщина силицированного слоя за 4 часа обработки составила около 60 мкм.

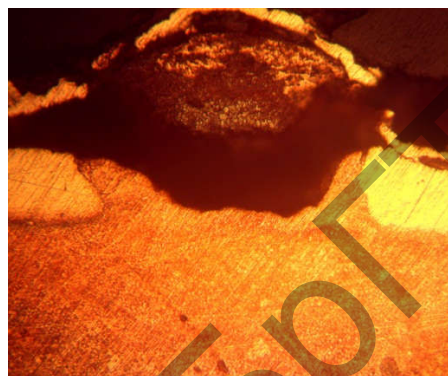
Результаты исследования жаростойкости представлены зависимостью привеса алитированных и силицированных образцов меди от продолжительности окисления на воздухе при температуре $800\text{ }^\circ\text{C}$ (рисунок 2, а).

Для выявления механизма защитного действия алитированного и силицированного диффузионных слоев были изучены микроструктуры до окисления и после. Установлено, что на алитированных образцах при испытаниях на жаро-

стойкость происходит рост толщины слоя вглубь детали и перераспределение концентрации алюминия (так называемое рассасывание слоя). За 25 ч испытательный слой увеличился на 10...20 %. Такое перераспределение приводит к заметному обеднению поверхностных слоев алюминием. Для силицированных медных образцов при испытаниях длительностью более 15 часов отмечено появление участков отслаивания диффузионного слоя (вспучивания) (рисунок 2, б).



а)



б) ×500

Рисунок 2 – Зависимость привеса алитированных и силицированных образцов меди от продолжительности окисления на воздухе при температуре 800 °С (а) и микроструктура участка силицированного слоя после испытаний (б)

Сопоставление результатов после испытаний на жаростойкость в течение 25 ч алитированных, силицированных слоев и исходных образцов технической меди свидетельствует об увеличении их стойкости в 8...12 раз для алитированных, в 3...4 раза для силицированных слоев относительно неупрочненных медных. Относительно алитированных слоев, силицированные оказались менее устойчивы в условиях циклических режимов нагрева и охлаждения, отмечено отслаивание участков (вспучивание) слоя при длительности испытаний более 15 ч.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Минкевич, А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов / А.Н. Минкевич. – М.: Машиностроение, 1965. – 491 с.
2. Коломыцев, П.Т. Жаростойкие диффузионные покрытия / П.Т. Коломыцев. – М.: Металлургия, 1979. – 272 с.
3. Гордеева, Л.Т. Окисление меди при высоких температурах и повышение ее жаростойкости алитированием / Л.Т. Гордеева, Н.Г. Вавиловская, Г.В. Григорян // Защитные покрытия на металлах. – 1968. – № 1. – С. 111 – 113.