

The ways of carrying out of the process with high-temperature (800 degrees Celsius and higher) heating and heating up to 600 degrees Celsius are offered. The evaluation of the testing results of the offered ways in the industrial conditions is carried out.

В. Е. ЛИВЕНЦЕВ, В. Н. ФЕДУЛОВ, БНТУ

УДК 621.76

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЛЬЕФА И СТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОБМАЗОК

Повышение ресурса деталей машин и технологической оснастки позволяет уменьшить потребление высоколегированной стали и сократить значительно затраты на их производство. Технологическая оснастка работает в сложных пульсирующих механических и термических воздействиях, в результате чего изменяются структура и свойства ее, особенно в поверхностном слое. В нем развиваются процессы термической и механической усталости, окисления и истирания. Как показал анализ работы, например, вкладышей пресс-форм для литья алюминиевых и медных сплавов, работающих в сложных температурных и силовых условиях, одной из причин их выхода из строя является появление поверхностных микротрещин. Это приводит к налипанию заготовок к поверхности пресс-форм и затеканию жидкого металла в микротрещины. Чаще всего такая технологическая оснастка снимается с дальнейшей эксплуатации и отправляется на переплав.

В случае когда инструмент (штампы и пресс-формы), а также детали выходят из строя по причине появления поверхностных трещин, предложено проводить "лечение" таких рабочих поверхностей. Способ заживления трещин основан на идее ускорения диффузии атомов насыщающего элемента в местах микронесплошностей, т.е. в месте локального повышения плотности дислокаций и других дефектов кристаллической решетки после определенной стадии эксплуатации изделий. Так как образование несплошностей является непосредственной причиной разрушения изделия, необходимо технологическую оснастку сразу снимать с эксплуатации, чтобы микротрещины не достигли критического размера. Процесс "лечения" возможно осуществлять нанесением специальных обмазок на восстанавливаемую поверхность и нагревом в окислительной печной среде, совмещая его с термической обработкой. При этом в зависимости от степени износа и марки стали самой технологической оснастки процесс

восстановления возможно сочетать или с нагревом под закалку (850–1020°C), или с отпуском (500–600°C).

В первом случае в качестве активатора служит фтористый натрий, а поставщиком активных атомов бора и металла — технический карбид бора. Подобранные наполнители — оксиды металлов, разлагающиеся в процессе химико-термической обработки с нагревом выше 800°C. Фтористый натрий и карбид бора одновременно приводят к образованию в контактной зоне с воздухом к появлению борфторатов, функциями которых, помимо образования "каркаса", обеспечивающего защиту обмазки от кислорода извне, является также интенсификация процесса заживления. Оксиды способствуют образованию в порах трещин, главным образом по границам зерен жидкометаллической фазы, и образуют с бором и сталью композиты, когезионно связанные с подложкой и идентичные по теплостойкости с основным металлом, что обеспечивает заживление трещин на рабочих поверхностях. Одновременно идет процесс образования плотного диффузионного слоя на всей рабочей поверхности пресс-формы. В целом схема заживления микротрещин и всего процесса выглядит следующим образом. Сначала зародыши боридов железа образуются на дефектных местах в приповерхностном слое насыщаемого металла. Затем дальнейший рост их происходит как параллельно, так и перпендикулярно поверхности трещин. В момент соприкосновения соседних кристаллов образовавшихся фаз рост кристаллов параллельно поверхности в трещине заканчивается. Дальнейшее развитие этих кристаллов идет в глубь матрицы как в целом металле, так и в местах заживляемых трещин благодаря активной диффузии атомов бора. При этом атомы бора диффундируют к фронту реакций только через бориды.

Лабораторные и производственные испытания подтвердили реальность осуществления такого

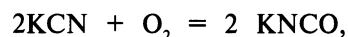
процесса. Например, при насыщении специальной обмазкой на основе карбида бора, предварительно нанесенной на восстанавливаемую поверхность стали 5ХНМ, в течение 2–4 ч при температуре 900°C удалось залечить трещины шириной до 10 мкм и глубиной 1,5 мм. При этом твердость восстановленного слоя составила 5–8 ГПа. Процесс зарастания трещин был подтвержден на разрезе опытных образцов после проведения восстановления.

В случае когда проводится восстановление стойкости рабочих поверхностей технологической оснастки в процессе высокого отпуска (стали 5ХЗВЗМФС, 4Х5МФС), применяют другую обмазку, в составе которой функции основного поставщика насыщающих элементов (углерод и азот) выполняет желтая кровяная соль $K_4F(CN)_6$. Процесс основан на предположении, что одной из основных причин появления микродефектов на рабочей поверхности технологической оснастки при циклических нагревах ее до 600–700°C и одновременном контакте с другим жидким (алюминий) или нагретым (до 1000°C) металлом является процесс перераспределения легирующих железо элементов в поверхностном слое, в первую очередь углерода, как наиболее подвижного в решетке железа элемента. Этот процесс создает предпосылки для образования приповерхностного слоя металла (стали), отличающегося по теплопроводности от металла, находящегося под ним. Повышение стойкости рабочей поверхности и залечивание микродефектов мы связываем с диффузией в приповерхностный слой углерода и азота. При температуре процесса 500–600°C происходит окислительно-восстановительная реакция с

высвобождением углерода и азота в атомарном состоянии:



Затем наличие кислорода способствует окислению цианида калия с образованием цианатов:



а дальнейшее окисление цианатов приводит к образованию атомарного азота:



Механизм залечивания дефектов и упрочнение рабочих поверхностей при карбонитрировании связан таким образом с диффузией углерода и азота. Процесс осуществляют из карбонитрирующей обмазки с нагревом в течение 4–6 ч.

Металлографический анализ показал наличие в приповерхностном слое однородной структуры. При этом нитридная зона состоит из карбонитридной ϵ -фазы, которая в свою очередь является смесью двух изоструктурных карбонитридов $(Fe, Me)_2 NC$ и $(Fe, Me)_3 NC$. Твердость восстановленного слоя составила 700–900 HV.

После борирования и карбонитрирования рабочая поверхность шлифуется и полируется до необходимой чистоты.

Производственные испытания на ряде предприятий Беларуси показали, что после проведения процессов восстановления рабочих поверхностей стойкость технологической оснастки достигает того же уровня, что и на вновь изготовленной и прошедшей процесс химико-термической обработки или в 2–3 раза выше, чем у новой технологической оснастки, не подвергаемой химико-термической обработке.