

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

А. М. Гурьев, А. Г. Иванов, П. А. Марков, С. Г. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Диффузионная химико-термическая обработка стальных изделий является важным технологическим процессом в промышленности, обеспечивающим конечным изделиям высокие коррозионную, жаро- и износостойкость и, таким образом, обеспечивающим высокие эксплуатационные характеристики. Наибольшее распространение в отечественной промышленности получили диффузионные покрытия на основе углерода и азота, получаемые азотированием, цементацией и нитроцементацией в силу относительной простоты, как самих процессов насыщения, так и оборудования, необходимого для их реализации. Такие же процессы насыщения как силицирование, алитирование, хромирование, титанирование и борирование получили значительно меньшее распространение из-за их более высокой сложности, требований к оборудованию и культуре производства. Однако и комплекс эксплуатационных свойств, повышаемых при использовании данных покрытий так же значительно выше, чем у цементованных и азотированных покрытий.

Газопламенная обработка сталей широко применялась в 40–60 г. г. в советской промышленности, особенно большое применение она получила при проведении ремонтно-восстановительных работ в полевых условиях. Однако в начале 70-х годов она была вытеснена более высокопроизводительными и эффективными процессами нагрева в заводских условиях. Тем не менее, возможности газопламенной обработки далеко не исчерпаны – довольно широкое распространение в настоящее время получили способы газопламенной наплавки и напыления различных покрытий, как на металлические, так и на неметаллические материалы в силу высокой мобильности оборудования и довольно низкой себестоимости процесса нанесения покрытий.

В данной работе были проведены исследования на предмет возможности получения боридных покрытий в процессе кратко-

временного газопламенного нагрева. В качестве объекта исследований была выбрана сталь Ст3 как наиболее простая и часто применяемая марка конструкционной стали. Насыщение производили из обмазки на основе карбида бора. Температуру образцов контролировали с помощью инфракрасного измерителя температуры АК ИП 9306, позволяющего бесконтактно измерять температуру различных объектов в пределах от -50 до $+1500$ °С с разрешением в $0,1$ °С и погрешностью 2 %. Температура выдержки была выбрана в пределах от 980 до 1070 °С. Время выдержки составляло 1, 3, 5, 10 и 15 минут.

На всех образцах было получено диффузионное боридное покрытие достаточной толщины, следов оплавления диффузионного слоя ни на одном образце не обнаружено. Микроструктура покрытия представлена на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, в начале процесса, когда выдержка при температуре насыщения не превышает 1 минуту, образующийся диффузионный слой еще не имеет характерного для боридного слоя игольчатого строения, однако уже имеет толщину порядка 10 – 15 мкм, переходная зона при этом также достаточно четко просматривается и ее протяженность при этом приблизительно в 3 раза больше толщины слоя. При выдержке от 3 до 5 минут и более, слой приобретает характерное для боридных слоев игольчатое строение и его толщина при этом увеличивается до 25 – 35 мкм, переходная зона при этом значительно больше самого слоя (протяженность ее достигает 100 – 150 мкм) и просматривается достаточно четко уже при применении методов цветного травления. Начиная со времени выдержки при температуре насыщения приблизительно в 4–5 минут, микроструктура и внешний вид боридного слоя не изменяется, толщина его достигает 40 – 50 мкм. Переходная зона при этом не просматривается даже при применении цветного травления, и определить ее протяженность становится возможным только путем замеров микротвердости.

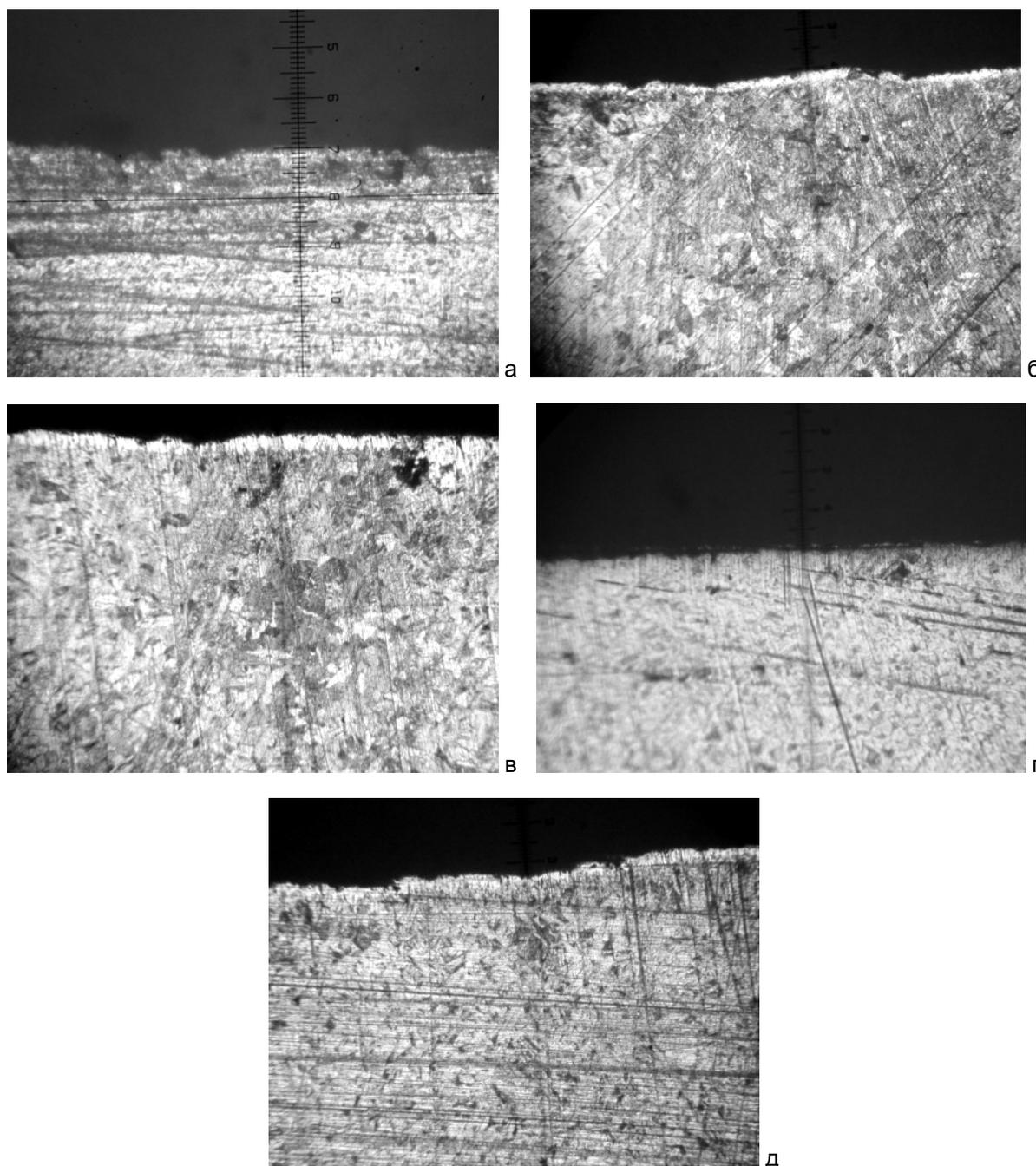


Рисунок 1 – Микроструктура диффузионного боридного слоя, полученная в результате газопламенного скоростного нагрева в течении: а) 1 минуты; б) 3 минут; в) 5 минут; г) 10 минут; д) 15 минут

Отдельно стоит обратить внимание на сердцевину образца. При времени выдержки, превышающем 8 минут в результате циклических колебаний температуры образца происходит измельчение зерна, что выгодно отличает газопламенное насыщение от печного изотермического. Борированные газопламенным способом изделия имеют в 1,2–1,7 раз большую ударную вязкость, чем бо-

рированные в изотермических условиях, и это позволяет им работать в более экстремальных условиях. Тем не менее, наряду с положительным эффектом увеличения ударной вязкости, газопламенное насыщение имеет и отрицательную сторону – нестабильную толщину слоя, а при несоблюдении рекомендуемых режимов даже так называемый «пятнистый» слой.