

## Влияние оксидной пленки на формирование оксинитридной зоны Бойназаров У. Р.<sup>1</sup>, Бегимкулов Ф. Э.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Бойназаров Урол Равшанович / *Boynazarov Urol Ravshanovich* - кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой;

<sup>2</sup>Бегимкулов Файзулла Эргашевич / *Begimkulov Fayzulla Ergashevich* - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра наземных транспортных систем,

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в статье приведены данные исследования влияния оксидной пленки на формирование фазового состава и строения оксинитридного слоя.

**Ключевые слова:** предварительное оксидирование, оксидная пленка, нитрид, оксинитридный слой, фаза, деоксидирование, диффузия.

УДК 621.785.5

Поскольку предлагаемый процесс осуществляется в три стадии, рентгеновским методом исследовалось изменение фазового состава на каждой стадии обработки. Процессы, протекающие при пароксидировании азотированной стали, подробно исследованы и в настоящей работе не рассматривались. Более подробно исследовались процессы пароксидирования и азотирования стали и армко-Fe при наличии оксидных слоев на поверхности.

Для качественной оценки изменения соотношения нитридных и оксидных фаз в зависимости от режимов обработки исследовались изменения интегральной интенсивности (в условных единицах) следующих линий фаз:  $\gamma'$ -(200);  $\epsilon$ -(101);  $Fe_{\alpha}$ (100);  $Fe_3O_4$ (311);  $Fe_2O_3$ (112); FeO(200).

При исследовании изменения состава оксидного слоя при температурах пароксидирования 550-580 и 620 °C при выдержках до 30 минут, было выявлено, что при температурах 550 и 580 °C оксидный слой состоит из  $Fe_3O_4$  и  $Fe_2O_3$ , при температуре 620 °C кроме указанных фаз появляется FeO. Количество оксидов (толщина оксидного слоя) увеличивается как с увеличением температуры, так и с увеличением времени выдержки при пароксидировании (рис. 1).

При азотировании предварительно оксидированных образцов одновременно с насыщением стали азотом проходят процессы деоксидирования, которые сводятся к последовательному переходу окислов в ряду  $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO$ , соответственно уменьшению содержания кислорода в оксиде. При этом выделяющийся кислород диффундирует в двух противоположных направлениях к поверхности и вглубь металла, оказывая существенное влияние на диффузию азота.

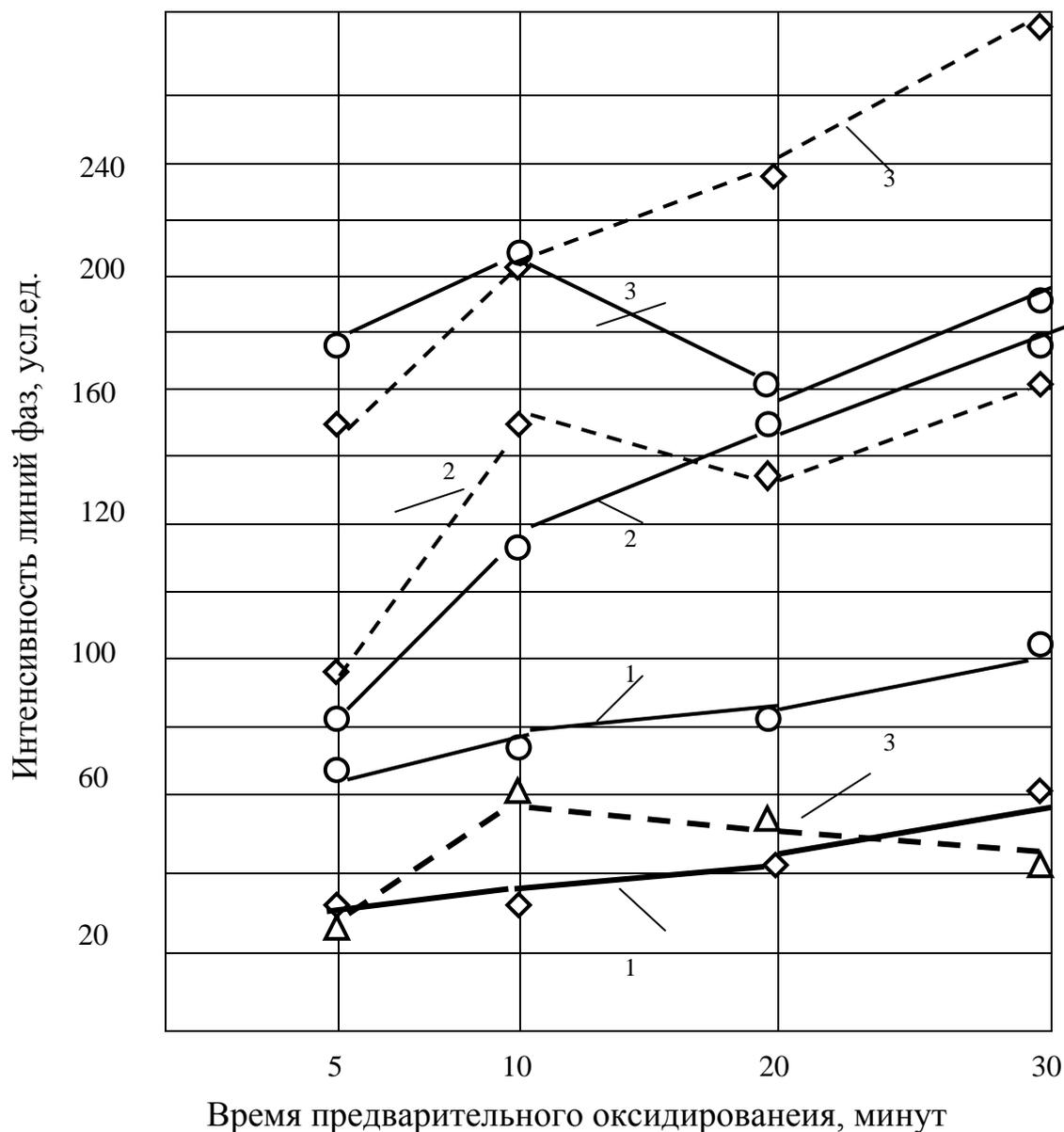


Рис. 1. Изменение интенсивности линий  $Fe_2O_3$  (112),  $Fe_3O_4$  (220),  $FeO$  (220) при увеличении времени пароксидирования при температурах 550 °С (1), 580 °С (2), 620 °С (3) на армко - Fe - FeO  $\Delta$  -  $Fe_3O_4$   $\circ$  -  $Fe_2O_3$   $\diamond$

Для выявления изменения фазового состава при деоксидировании было проведено дополнительное исследование, позволяющее оценить стабильность различных оксидных фаз при выдержках при температурах, соответствующих температурам процесса насыщения азотом. Оксидированные образцы выдержались при температурах 580 °С и 620 °С в инертной атмосфере аргона и для выявления влияния водорода в атмосфере диссоциированного аммиака.

Показано, что оксид  $Fe_2O_3$  не фиксируется на дифрактограммах уже при выдержке 15 минут, а оксид  $Fe_3O_4$  отличается высокой стабильностью при температуре 580 °С и сохраняется при выдержке до 1 час. При длительных выдержках возможен частичный переход  $Fe_3O_4$  в оксид FeO. При увеличении температуры выдержки в инертной атмосфере до 620 °С, оксид  $Fe_3O_4$  частично переходит в оксид FeO. Образование слоя FeO на границе оксидный слой - металл может приводить к отслаиванию оксидного, а при азотировании и нитридного слоя.

При деоксидировании оксидов выделяется кислород, который диффундирует к поверхности образца и вглубь металла. Выделяясь на поверхности, кислород, связывая водород, может смещать равновесие реакции диссоциации аммиака, увеличивая азотный потенциал насыщающей атмосферы. Так, в случае проведения в одних и тех же условиях азотирования (в одном процессе) окисленных и неокисленных образцов, на неокисленных образцах наблюдается образование нитрида  $Fe_4N$  ( $\gamma'$ -фаза), а в случае предварительно окисленных образцов –  $\epsilon$ -фазы [1].

При послойном анализе азотированных слоев на оксидированных образцах выявлено, что  $\epsilon$ -нитрид образуется на начальных стадиях насыщения (длительностью <1 час) на поверхности оксидной пленки и возможность ускорения процесса азотирования непосредственно определяется составом и толщиной полученной при предварительном пароксидировании оксидной пленки.

Интенсификации процесса насыщения азотом на предварительно оксидированных поверхностях способствует, вероятно, то обстоятельство, что при деоксидировании выделяющийся кислород, диффундируя вглубь металла, увеличивает диффузионную подвижность азота в легированной кислородом матрице. В случае азотирования предварительно оксидированных образцов из легированных сталей, интенсификация процесса возможна и за счет снижения концентрации легирующих элементов в матрице при образовании дисперсных фаз.

Исследование кинетики формирования диффузионных оксинитридных покрытий показало, что при кратковременном предварительном оксидировании получаемые оксидные пленки, состоящие в основном из  $Fe_3O_4$  толщиной 1,0-3,5 мкм, обеспечивают ускорение процесса насыщения азотом при азотировании.

#### *Литература*

1. *Бойназаров У. Р.* Разработка технологии нитрооксидирования с предварительным оксидированием. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва - 1993 г.