

МОРФОЛОГИЯ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК И ОТЛОЖЕНИЙ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ В ПАРОГЕНЕРАТОРЕ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ БН-800

Б. А. Гусев¹, А. А. Ефимов¹, А. М. Алешин¹, В. Г. Семенов², В. В. Панчук², В. В. Мартынов¹, А. Н. Максимова¹

¹ ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», г. Сосновый Бор Ленинградской обл., Россия

² Институт химии Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

Изложены результаты исследования морфологии, фазового и химического составов защитных оксидных пленок и отложений продуктов коррозии, самопроизвольно образующихся на поверхности стали при работе теплообменного оборудования в условиях окислительного водно-химического режима теплоносителя III контура реакторной установки БН-800. Проведено сравнение фазового состава защитных оксидных пленок на рабочих поверхностях III контура парогенераторов реакторных установок БН-600 и БН-800, эксплуатируемых в условиях различных водно-химических режимов. Показано, что, в отличие от горизонтальных парогенераторов типа ПГВ, используемых на энергоблоках с водо-водяными энергетическими реакторами, где оксидные пленки и отложения продуктов коррозии во II контуре определяются только магнетитом (Fe_3O_4), пленки и отложения в парогенераторе Н-272 содержат три фазы: магнетит (Fe_3O_4), гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) и лепидокрокит ($\gamma\text{-FeOOH}$). Непосредственно на металле формируется защитная оксидная пленка магнетита (100%), на которой образуются прочно сцепленный с ней слой отложений, состоящий на 70% из магнетита, на 25–30% из гематита, на 1–5% из лепидокрокита, и поверхностные слабо фиксированные отложения продуктов коррозии. Фазовые составы плотного слоя (гематит) и слабо фиксированных отложений продуктов коррозии (гематит + лепидокрокит) на рабочих поверхностях теплообменных трубок парогенератора Н-272 отвечают слабощелочному окислительному водно-химическому режиму III контура реакторной установки БН-800. Установлено, что независимо от типа водно-химического режима (окислительного для реакторной установки БН-800 или восстановительного для реакторной установки БН-600) на поверхности перлитной стали в процессе эксплуатации самопроизвольно формируется оксидный слой магнетита, обладающий защитными свойствами.

Ключевые слова: вертикальный парогенератор, III контур, перлитные стали, окислительный воднохимический режим, защитные оксидные пленки, отложения продуктов коррозии, морфология, фазовый состав.

DOI: 10.1134/S0040363622030055

MORPHOLOGY AND PHASE COMPOSITION OF OXIDE FILMS AND CORROSION PRODUCT DEPOSITS IN THE STEAM GENERATOR OF A BN-800 REACTOR UNIT

B. A. Gusev¹, A. A. Efimov¹, A. M. Alyoshin, V. G. Semenov², V. V. Panchuk², V. V. Martynov¹, A. N. Maximova¹

¹FSUE "Alexandrov NITI", Sosnovy Bor, Russia

²Institute of Chemistry, St. Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

The results of the investigation into the morphology and phase and chemical composition of protective films and corrosion products deposits that form spontaneously on the steel surface during operation of the heat-exchange equipment with the oxidizing water chemistry in the tertiary coolant circuit of a BN-800 reactor unit are reported. A comparison is made of the phase composition of protective oxide films on the working surfaces in the tertiary coolant circuit of steam generators at BN-600 and BN-800 reactor units operating with different water chemistries. It has been demonstrated that, unlike type PGV horizontal steam generators employed at power units with pressurized water reactors, where oxide films and deposits of corrosion products in the secondary circuit are determined only by magnetite (Fe_3O_4), films and deposits in the N-272 steam generator contain three phases: magnetite (Fe_3O_4), hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), and lepidocrocite ($\gamma\text{-FeOOH}$). A protective oxide film of magnetite (100%) is formed directly on the metal. On the film surface are formed a layer of deposits tightly bound to it and consisting of 70% of magnetite, 25–30% of hematite, 1–5% of lepidocrocite, and loose surface corrosion products deposits of corrosion products. The phase compositions of the dense layer (hematite) and loose corrosion products' deposits (hematite + lepidocrocite) on the working surfaces of the heat-transfer tubes in the N-272 steam generator correspond to the weakly alkaline oxidizing water chemistry for the tertiary circuit of the BN-800 reactor unit. It has been established that, irrespective of the type of water chemistry (oxidizing for the BN-800 reactor or reducing for the BN-600 reactor), an oxide layer of magnetite with protective properties is formed spontaneously on the surface of pearlitic steel during operation.

Keywords: vertical steam generator, tertiary circuit, pearlitic steel, oxidizing water chemistry, protective oxide films, corrosion products' deposits, morphology, phase composition.