

Пульт управления выполнен в виде мнемосхемы пневмопочты.

Приемное устройство, расположенное в горячей камере приема и выдачи образцов РХЛ, состоит из двух коаксиально расположенных труб (сталь 1X18H9T) диаметрами 38 и 57 мм с толщиной стенок 2 и 2,5 мм соответственно. Клапан для выброса транспортирующего газа при прохождении контейнера пропускает отработанный газ в межтрубную полость, которая открывается в горячую камеру, откуда отработанный газ отсасывается в спецвентиляцию РХЛ. После срабатывания клапана вертикальная часть приемного канала превращается в демпферный объем, который

плавно опускает контейнер в горячую камеру. Контейнер попадает в специальную ловушку с откидной крышкой и извлекается оттуда дистанционно манипулятором.

Основные параметры пневмопочты: рабочее давление при загрузке контейнера составляет 0,5 атм, расход газа 20 л; при выгрузке для скоростей 2, 4 и 6 м/сек давление равно 1; 1,3 и 1,5 атм соответственно, средний расход транспортирующего газа на длине трассы 100 м — 310 л.

Поступило в Редакцию 31/VII 1970 г.

## О газовыделении в первом контуре водо-водяного реактора с газовыми компенсаторами объема

Ю. Ф. БОДНАРЬ

УДК 621.039.5:629.1

В работах [1, 2] рассматриваются условия, при которых обеспечивается отсутствие газовыделения в первом контуре водо-водяного реактора с газовыми компенсаторами объема (КО). Приведенная зависимость растворимости газа в воде от температуры при постоянном общем давлении  $P_0$  с учетом упругости водяных паров  $P_{II}$  справедлива для гетерогенной системы газ — вода [2].

Такая система в первом контуре имеет место только в КО. В указанных работах оценка растворимости газа в теплоносителе первого контура, где газовые полости отсутствуют, проводилась также с учетом упругости водяных паров. Однако существует принципиальное различие между понятиями растворимости газа в гетерогенных и гомогенных системах. Поэтому выводы

об условиях газовыделения в первом контуре сделаны неверно.

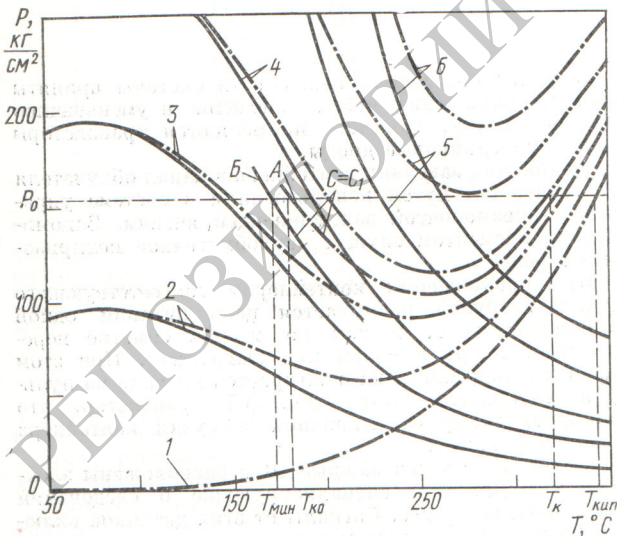
По закону Генри растворимость газа в воде при заданных  $P_0$  и  $T_0$  зависит от парциального давления газа  $P_{Г}$  в паро-газовой смеси над уровнем, причем с повышением парциального давления газа растворимость его в воде увеличивается [3]. Следует ожидать, что максимальная растворимость при данных параметрах будет иметь место при  $P_{Г} = P_0$ , т. е. при отсутствии паров воды в газовой фазе. Такие условия могут быть созданы, например, за счет постоянной смены газа над уровнем воды.

Для подтверждения сказанного был проведен следующий опыт. В открытый сосуд наливали полностью дегазированную воду и поддерживали температуру 100°С на протяжении всего опыта, не допуская кипения. Поверхность воды интенсивно обдували азотом. Измерение концентрации азота в воде через несколько часов показало, что содержание его равно значению растворимости при температуре 100°С и парциальном давлении азота 1 кг/см<sup>2</sup>. Опыт проводился при атмосферном давлении. Растворимость азота при температуре 100°С и атмосферном давлении, определенная с учетом парциального давления паров воды над уровнем, равна нулю. Выделение азота внутри объема воды не наблюдалось.

Отсюда следует, что растворимость газа в гомогенной системе  $C_{гом}$  равна растворимости газа в гетерогенной системе  $C_{гет}$ , определенной при условии, что парциальное давление газа над уровнем равно общему давлению.

Таким образом, выделения газовых пузырьков в гомогенной системе при концентрации газа в воде меньшей  $C_{гом}$ , не должно происходить. Тем более, что образование зародышей газовой фазы ограничивается тем, что при радиусе кривизны поверхности пузырьков менее  $10^{-5}$  см давление внутри них заметно возрастает за счет сил поверхностного натяжения [4].

Концентрация газа в теплоносителе первого контура при постоянном значении давления и температуры в КО имеет определенное установившееся значение [2]. Поэтому при определении условий газовыделения в первом контуре удобнее пользоваться зависимостью парциального давления газа от температуры при постоянной концентрации его в воде  $C$ .



Зависимость парциального давления  $P_{Г}$ , а также  $P_{Г} + P_{II}$  от температуры при  $C = \text{const}$ :

1 —  $C = 0$  н. л/кг; 2 —  $C = 1$  н. л/кг; 3 —  $C = 2$  н. л/кг; 4 —  $C = 3$  н. л/кг; 5 —  $C = 5$  н. л/кг; 6 —  $C = 7$  н. л/кг.

На рисунке сплошными линиями показана зависимость парциального давления азота от температуры, рассчитанная по данным работ [5, 6]. С ростом температуры парциальное давление азота уменьшается.

Штрих-пунктирными линиями показана зависимость суммарного давления паро-газовой смеси при равномерном распределении газа в гетерогенной системе от температуры при постоянной концентрации азота в воде. Кривые имеют минимум, который с увеличением концентрации азота в воде сдвигается в область больших температур.

Условием образования газовой фазы внутри объема воды является  $P_{\Gamma} > P_0$ . При наличии гетерогенной системы газ — вода газ будет выделяться при  $P_{\Gamma} + P_{\text{II}} > P_0$ .

При известном значении температуры в компенсационном объеме  $T_{\text{КО}}$  и давления  $P_0$  концентрация азота  $C_1$  воды, выходящейся в КО, а следовательно, и в теплоносителе первого контура, определится кривой А, так как при этом для гетерогенной системы газ — вода выполняется условие  $P_{\Gamma} + P_{\text{II}} = P_0$ . Зависимость парциального давления азота  $P_{\Gamma}$  от температуры при концентрации его в воде  $C_1$  представлена кривой В.

На рисунке следует, что выделение азота внутри объема воды возможно только при  $T_{\text{IK}} < T_{\text{мин}}$ , где  $T_{\text{мин}}$  — температура теплоносителя в первом контуре. Заметим, что  $T_{\text{мин}} < T_{\text{КО}}$ . При искусственном введении газа в гомогенный объем или локальном вскипании теплоносителя образуется гетерогенная система. При этом условием выделения азота из воды является  $T_{\text{IK}} < T_{\text{ВД}}$  и  $T_{\text{IK}} > T_{\text{К}}$ , где  $T_{\text{К}}$  — максимальная температура, характеризующая равновесное состояние гетерогенной системы при концентрации азота в воде  $C_1$  в заданных параметрах. В диапазоне температур  $T_{\text{ВД}} < T_{\text{IK}} < T_{\text{К}}$  будет происходить растворение газа, находящегося в ранее образованной газовой фазе.

Следует отметить, что при наличии в воде растворенного газа температура начала кипения ее несколько понижается. При вскипании воды газ, находившийся в ней в растворенном состоянии, создаст в образовав-

шемся паровом объеме определенное парциальное давление  $P_{\text{IГ}}$ . При этом давление водяных паров составит  $P_{\text{IП}} = P_0 - P_{\text{IГ}}$ . Следовательно, вода будет вскипать при температуре  $T_{\text{Iс}}$ , соответствующей состоянию насыщения при давлении  $P_{\text{IП}}$ .

Понижение температуры кипения  $\Delta T = T_{\text{с}} - T_{\text{Iс}}$ , где  $T_{\text{с}}$  — температура кипения чистой воды при давлении  $P_0$ , рассчитано для различных концентраций азота в воде при давлениях 100 и 170 кг/см<sup>2</sup>. Результаты можно представить в виде зависимостей:

$$\Delta T_{100} = 0,090C, \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\Delta T_{170} = 0,133C, \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $C$  — концентрация азота в воде, н. л/кг.

Таким образом, условием отсутствия газовой выделения в первом контуре водо-водяного реактора с газовыми КО является поддержание температуры в КО ниже возможных значений температуры теплоносителя в первом контуре и соблюдение температурного режима, обеспечивающего отсутствие локального вскипания воды. Для растворения ранее образованных парогазовых полостей необходимо температуру в контуре на некоторое время снизить до значения, несколько меньшего  $T_{\text{К}}$ .

Поступило в Редакцию 3/VIII 1970 г.  
В окончательной редакции 11/XI 1970 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Сосоев. «Атомная энергия», 26, 461 (1969).
2. Н. В. Бычков, А. И. Касперович. «Атомная энергия», 28, 145 (1970).
3. В. А. Кириллин, А. Е. Шейндлин. Термодинамика растворов. М.-Л., Госэнергоиздат, 1956.
4. А. И. Русанов. Фазовые равновесия и поверхностные явления. Л., «Химия», 1967, стр. 165.
5. H. P r a u e t a l. Ind. Engng Chem., 44, 1146 (1952).
6. T. A n d e r s e n. Trans. Amer. Nucl. Soc., 10, 507 (1967).

## Влияние реакторного облучения на коррозионное растрескивание сплава АМг6М

Л. Б. КРАСТ, А. В. БЯЛОБЖЕСКИЙ

УДК 621.039

Известно, что под влиянием реакторного излучения в результате возрастания внутренних напряжений увеличивается твердость и хрупкость металлов [1]. Вместе с тем было показано [2], что под действием нейтронного потока в уране, например, происходит образование богатых микронапряжений. Такие явления наблюдаются также для никеля и циркония, объясняются диффузией дефектов под влиянием поля напряжений.

На основании этого было сделано предположение, что реакторное облучение должно влиять и на коррозию под напряжением. Из-за отсутствия опубликованных сведений пришлось заново разработать методику эксперимента.

Испытания проводились на реакторе ИРТ-2000 [3]. Ввиду невозможности проведения испытаний под

постоянной нагрузкой был применен метод постоянной деформации, для чего использовались образцы в виде петель [4] из листа сплава АМг6М толщиной 1,5 мм. Заготовка имела размеры 160 × 15 мм [5].

Перед опытом образцы подвергались искусственному старению в течение 24 ч при температуре 170° С. Размещение образца в экспериментальной ячейке показано на рисунке. После изгиба образца в петлю между концами последней оставалась щель 0,2—0,3 мм, что не должно было приводить к заметному изменению напряжения. На смонтированные в образец изолированные контакты подавался электрический ток напряжением 6 в. Когда образец разрушался, то благодаря наличию пружины контакты замыкались и включался сигнализатор тока в цепи (лампочка, звонок и пр.).