

О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОМ ПОДОБИИ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ КОНТУРОВ

А.Л. Шимкевич, Б.А. Шматко

ГНЦ РФ-Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск



Обсуждается критерий физико-химического подобия циркуляционных контуров Su [1, 2], который для простейшего контура длиной l и диаметром

трубопроводов d имеет вид: $Su = \frac{4l}{3d} Sc^{-2/3} Re^{-1/2}$. Анализируются результа-

ты численных экспериментов по моделированию полей термодинамической активности кислорода в свинцово-висмутовом теплоносителе при наличии потоков компонентов конструкционных материалов. Их сравнение с экспериментальными данными, полученными в неизотермических контурах, обосновывает область допустимых активностей (ОДА) при эксплуатации теплопередающей системы.

ВВЕДЕНИЕ

Принципиальные аспекты выбора теплоносителя для перспективной ядерной энергетики следующего поколения достаточно ясны. Это – высококипящий, негорючий, жидкий металл, исключающий потерю теплоносителя из ядерного реактора и обеспечивающий естественную циркуляцию. Таким теплоносителем является эвтектический сплав свинца и висмута и, в перспективе, жидкий свинец. Вместе с тем, физико-химическое обоснование и экспериментальные данные на сплаве свинец-висмут не могут быть перенесены автоматически на свинец. Это обусловлено, по крайней мере, двумя причинами [3-5].

Одна из них заключается в том, что характер окисления конструкционных материалов в свинце коренным образом отличается от кинетики окисления этих же материалов в эвтектическом сплаве свинец-висмут. Так, например, в экспериментах наблюдается высокоскоростное, практически линейное во времени окисление в свинце сталей перлитного класса, используемых в парогенераторах. Возможно, это связано с образованием тонкодисперсной системы плюмбоферритов в свинце. Если это подтвердится экспериментально, то остро встанет вопрос о выборе материалов контура, что повлечет за собой необходимость создания принципиально других систем защиты от коррозии, очистки контуров и т.д.

Второе обстоятельство, затрудняющее или исключающее перенос данных с одного теплоносителя на другой, обусловлено отсутствием критериев подобия физико-химических процессов в жидкометаллических контурах. Поэтому для анализа процессов коррозии и массопереноса конструкционных материалов в жидкометаллических теплоносителях ЯЭУ и сравнения различных циркуляционных систем введен безразмерный параметр Su [1], который назван в монографии [2] критерием Субботина.

МОДЕЛЬ НЕРАСПАДАЮЩЕГОСЯ МОЛЯ

В общем случае, при расчете массопереноса в циркуляционной системе необходимо решить уравнение конвективного переноса масс [6], которое для контура с характерным размером трубопроводов d и средней скоростью теплоносителя v можно преобразовать к виду [1]:

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} + \frac{v}{d} \left[\bar{w} \cdot \bar{V}' C_i - Sc^{-1} \cdot Re^{-1} \cdot \bar{V}^2 C_i \right] = Q_i(\bar{p}, \tau), \quad (1)$$

где $C_i(\bar{p}, \tau)$ - концентрация транспортируемой примеси i -го вида в пространственной точке с радиус-вектором \bar{p} в момент времени τ , m^{-3} ; $\bar{V}(\bar{p})$ - вектор скорости теплоносителя, $m \cdot c^{-1}$; D_i - коэффициент диффузии примеси i -го вида в жидком металле, $m^2 \cdot c^{-1}$; \bar{V} - градиент m^{-1} ; $Q_i(\bar{p}, \tau)$ - источник (или сток) i -ой примеси в пространственно-временной точке (\bar{p}, τ) , $m^{-3} \cdot c^{-1}$; $\rho \equiv \bar{p}/d$, $\bar{w} \equiv \bar{V}/v$, $Sc \equiv \nu/D$ - критерий Шмидта; $Re \equiv vd/\nu$ - критерий Рейнольдса.

Для жидкометаллических теплоносителей $Sc \gg 1$ [7]. Поэтому при $Re \gg 1$ можно пренебречь молекулярной диффузией примеси в направлении течения металла. Тогда диффузионный перенос масс в вязком подслое на границе с конструкционными материалами и в твердом теле можно рассматривать как поверхностный источник примеси и представить в виде:

$$Q_{if}(x, \tau) = \frac{dF(x)}{dV} \cdot \frac{D_{iv}}{\delta_D(x)} [C_{if}(x, \tau) - C_{iv}(x, \tau)], \quad (2)$$

где $dF(x)/dV$ - удельная площадь поверхности конструкционных материалов, контактирующих с жидкометаллическим теплоносителем, в зависимости от координаты x , m^{-1} .

Левая часть транспортного уравнения (1) выражает изменение содержания примеси i -го вида в "элементарном" объеме жидкого металла, перемещающемся в потоке теплоносителя, поэтому для такого "нераспадающегося моля" можно записать кинетическое уравнение в форме

$$\frac{dC_{iv}}{d\tau} = \frac{dF(x)}{dV} \cdot \frac{D_{iv}}{\delta_D(x)} [C_{if}(x, \tau) - C_{iv}(x, \tau)]. \quad (3)$$

Если характерное время изменения поверхностной концентрации C_{if} больше времени обращения теплоносителя по контуру $\Delta\tau = \int_0^l (dx/v(x))$, то можно выразить формулой $d\tau = dx/v(x)$ время прохождения "нераспадающимся моле" участка контура длиной dx и преобразовать уравнение (3) к виду:

$$\frac{dC_{iv}}{dx} = \frac{dF(x)}{dV} \cdot St_i(x) \cdot [C_{if}(x) - C_{iv}(x)], \quad (4)$$

где $St_i(x) = D_i/(\delta_D(x) \cdot v(x))$ - диффузионно-динамический критерий Стентона.

Вводя безразмерную координату $\xi = x/l$ (l - длина контура), получаем [1]:

$$\frac{dC_{iv}}{d\xi} = Su_i(\xi) [C_{if}(\xi) - C_{iv}(\xi)], \quad (5)$$

где безразмерный параметр $Su_i \equiv l \cdot St_i \cdot (dF/dV)$ имеет смысл критерия подобия циркуляционных контуров относительно физико-химического состояния примеси i -го вида в

потоке теплоносителя для анализа процессов массообмена и проектирования теплопередающих систем с оптимальными ресурсными характеристиками [2].

Для простейшего контура длиной l с трубопроводом диаметра d число Su_i имеет вид:

$$Su_i = \left(\frac{4l}{3d} \right) Sc_i^{-2/3} Re^{-1/2}. \quad (6)$$

Из уравнения (5) следует, что если число $Su \ll 1$, то распределение примеси по длине контура является изоконцентрационным [8]. Напротив, при $Su \geq 1$ распределение примеси в ядре потока теплоносителя по длине контура заметно отличается от изоконцентрационного.

Учитывая замкнутость циркуляционного контура, критерию Su можно придать также смысл релаксационного числа подобия, обратная величина которого равна числу циклов обращения металла по контуру, необходимых для установления динамического равновесия в системе "конструкционные материалы - теплоноситель".

Если геометрически сложный контур на любом участке (индекс k) можно представить суперпозицией односвязных ветвей m -го вида, между которыми осуществляется обмен теплоносителем, например, пучок труб парогенератора, то гидродинамическим критерием подобия циркуляционных контуров относительно физико-химического состояния примеси является параметр

$$\overline{Su_i} = \sum_{k,m} (Su_i)_{km} (G_{km}/G), \quad (7)$$

где $(Su_i)_{km} \equiv \left(\frac{4l_{km}}{3d_{km}^{3/2}} \right) Sc_i^{-2/3} Re_{km}^{-1/2}$; G - расход теплоносителя по контуру; G_{km} - расход теплоносителя по m -ой ветви k -го участка контура; l_{km} - длина m -ой ветви на k -том участке; Re_{km} - число Рейнольдса для m -ой ветви k -го участка контура.

Таким образом, критерий Su выражает характер стационарного равновесия распределения примеси по длине контура и время релаксации возмущенных примесных состояний в зависимости от гидродинамических факторов циркуляционного контура. В случае жидкометаллических контуров с характерными значениями безразмерных параметров: $l/d \sim 10^3$, $Sc \sim 10^2$, $Re \sim 10^4$, критерий Su , как следует из формулы (6), по порядку величины равен единице. Следовательно, распределение примесей по длине реального жидкометаллического контура может быть неизоконцентрационным. Поэтому при расчете массопереноса в такой системе необходимо учитывать влияние гидродинамики контура в целом.

ОБЛАСТЬ ДОПУСТИМЫХ АКТИВНОСТЕЙ КИСЛОРОДА

На рис.1 представлены расчетные поля термодинамической активности примеси кислорода в экспериментальном неизотермическом свинцово-висмутовом контуре, обусловленные взаимодействием паров воды с расплавом для разных значений отношения P_{H_2O}/P_{H_2} . Такие расчеты важны для диагностики массопереноса в контурах и мониторинга технологических процессов методами активометрии [8-10] при сравнении с данными коррозионных испытаний материалов в жидкометаллических теплоносителях. Эти испытания, как правило, проводятся в несколько стадий и методологически отличаются друг от друга [11]

- Сначала коррозионная стойкость материала оценивается при испытаниях в статических условиях путем выдержки тестируемых образцов в жидком металле при заданной температуре. Определяется равновесная растворимость металла в расплаве.
- На втором этапе исследование коррозионной стойкости проводится в конвекции

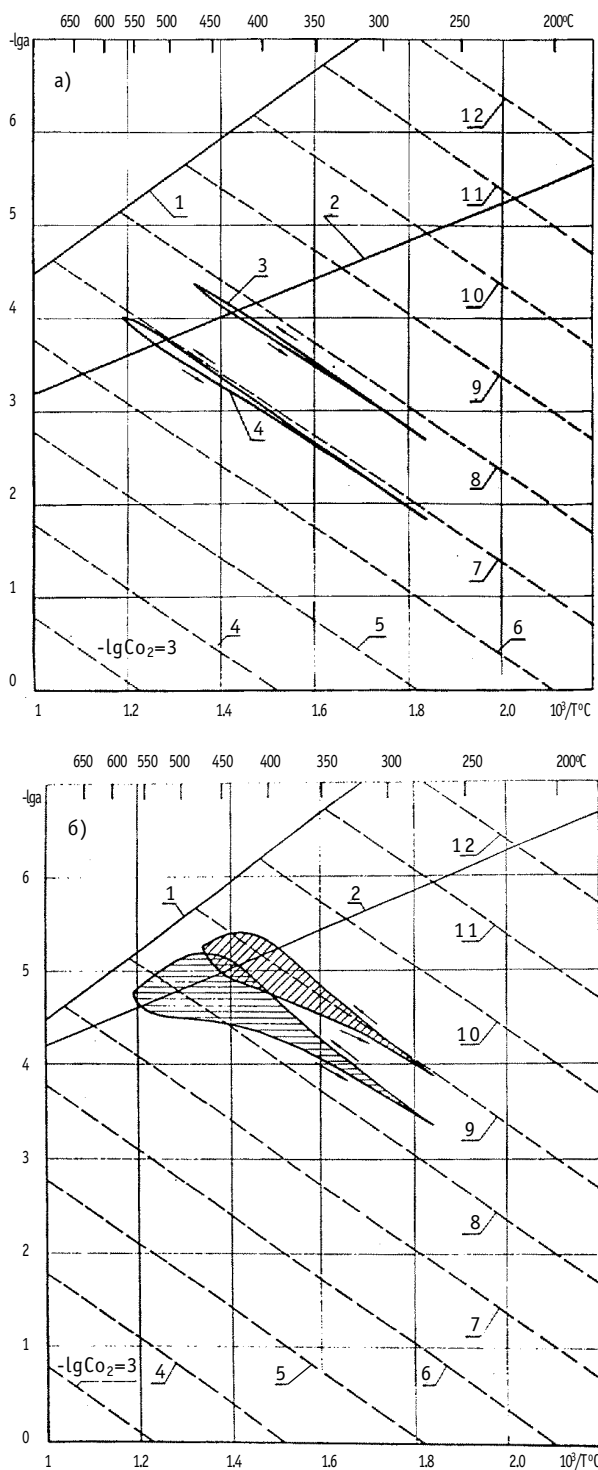


Рис. 1. Расчет полей логарифма активности кислорода в свинцово-висмутовом контуре для двух диапазонов температур: 270–470 °С (3), 270–570 °С (4) и расходе теплоносителя $G = 10^3$ кг/ч. 1 – a_{\min} , 2 – равновесная активность кислорода при $P_{H_2O}/P_{H_2} = 10$ (а) и 1 (б)

онных петлях. Методика испытаний отличается заданием перепада температур и наличием конвекции расплава.

Наиболее важными считаются коррозионные испытания (на третьем этапе) в циркуляционных контурах, где имитируются температуры и скорости теплоносителя, характерные для натурных установок.

Практически на всех этапах испытаний возникают вопросы их адекватности по условиям эксперимента и правомерности использования полученных экспериментальных данных для реакторных установок или сравнимости результатов испытаний на различных стендах и возможного взаимного влияния конструкционных материалов на их коррозионную стойкость в замкнутой циркуляционной системе и др.

Именно поэтому необходима разработка критериев подобия циркуляционных контуров с точки зрения основных физико-химических процессов, протекающих между материалами контура и теплоносителем.

Анализ уравнения (7) показывает, что при имитации реального контура ЯЭУ экспериментальные стенды для коррозионных испытаний должны включать не только весь набор реальных конструкционных материалов, но и их реальное распределение по температурам. Интегральный параметр F/V (отношение площади поверхности материалов к объему теплоносителя) является важной характеристикой подобия контуров, но когда в контуре используется 5–6 разных материалов, определяющую роль играют дифференциальные параметры подобия dF/dV и dV/dT . Поэтому трудно переоце-

нить заслуги профессора И.П. Засорина по внедрению специальных стендов-имитаторов в практику коррозионных испытаний материалов в свинцово-висмутовом теплоносителе. Эти стенды имеют не только полный набор материалов ЯЭУ [11], но и адекватное дифференциальное распределение по температурам dF/dT [3].

Для контроля коррозионных испытаний циркуляционные стенды с теплоносителем свинец-висмут оснащаются приборами-активометрами (рис.2). Эти датчики, как правило, устанавливаются в окрестности максимальной температуры теплоносителя, отвечающей минимальной активности кислорода в неизотермическом контуре.

Отличительной особенностью созданных активометров является высокая термостойкость таблеточных электролитов [9]. Использование жидкометаллического эталонного электрода из висмута, насыщенного кислородом, позволяет снизить поляризацию твердого электролита и таким образом уменьшить рабочую температуру датчика до 280°C в условиях гарантированной погрешности измерений $<10\%$. Промышленные образцы имеют 4 уровня защиты и исключают протечки теплоносителя из контура через корпус датчика при давлениях теплоносителя до 60 атм. В условиях эксплуатации на реакторных петлях с теплоносителем свинец-висмут не отмечено влияния радиационного облучения на метрологические характеристики твердоэлектролитных датчиков кислорода в течение 70 тыс. ч [9].

Рассчитывая на ЭВМ уравнение конвективного переноса масс (5), можно построить распределение концентраций технологических примесей по длине производного контура с любыми геометрическими, гидродинамическими и термодинамическими характеристиками, а также распределение потоков компонентов конструкционных сталей, которые взаимодействуют сложным образом с неметаллическими примесями вследствие взаимного влияния различных частей замкнутой циркуляционной системы друг на друга. Наряду с этим, непрерывный контроль термодинамической активности кислорода в теплоносителе свинец-висмут твердоэлектролитными сенсорами позволяет прогнозировать развитие процессов коррозии и массопереноса. Для этого широкое применение нашла диаграмма a_0 -с-Т-Е (активность-концентрация-температура-ЭДС) [2-5, 10, 11].

Такая диаграмма a_0 -с-Т-Е представлена на рис. 3 для активометра с висмутовым электродом сравнения [12]. Она ограничена снизу линией $a_0 = 1$ (насыщение теплоносителя кислородом), а сверху – минимальной активностью кислорода a_{\min} в теплоносителе,

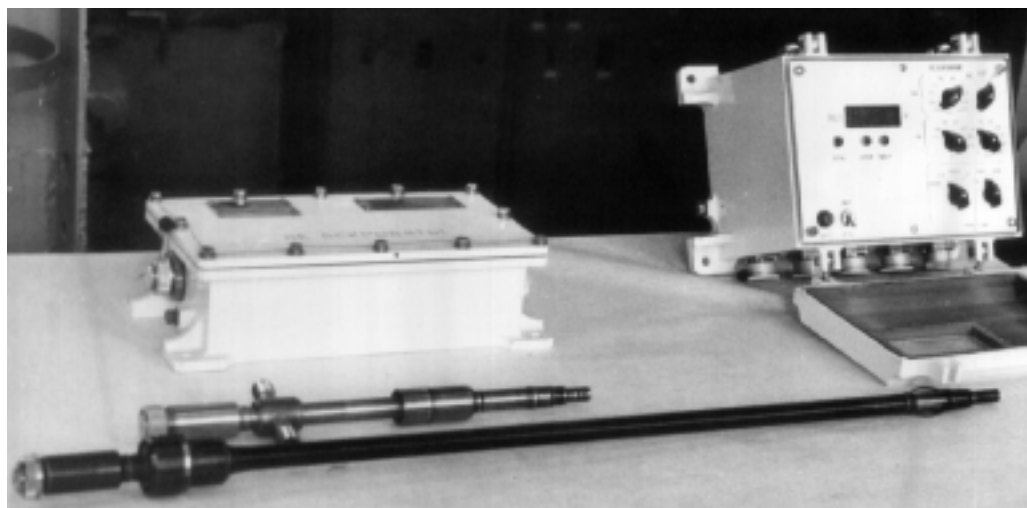


Рис. 2. Промышленный прибор-активометр

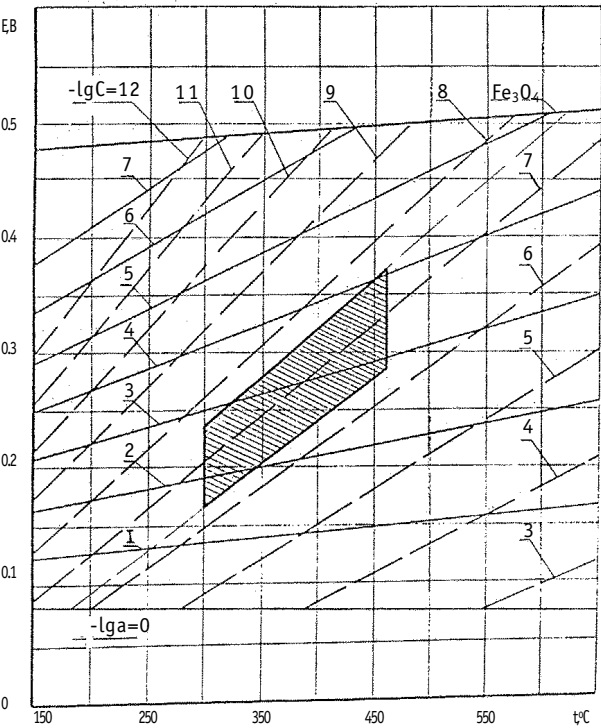


Рис. 3. Область допустимых активностей (ОДА) кислорода, ограниченная на диаграмме a_O -с-Т-Е изотермами 300 и 470 °С и линиями изоконцентрации кислорода при $a_0 = 1$ для минимальной температуры стенки контура $T_{\min} = 180^\circ\text{C}$ и $a_0 = a_{\min}$ для максимальной температуры стенки контура $T_{\max} = 620^\circ\text{C}$

включает как забивание холодных участков контура вследствие кристаллизации оксидов сплава, так и повышенную коррозию материалов контура в условиях $a_0 < a_{\min}$, когда теплоноситель не располагает кислородом для формирования оксида железа Fe_3O_4 и “залечивания” дефектных окисных пленок на сталях. Для иллюстрации на рис. 4а показан длительный (~ 1500 ч) период эксплуатации стенда при поддержании актив-

обозначающей равновесие расплава с твердой фазой оксида железа Fe_3O_4 при $a_{\text{Fe}} = 1$. Этот оксид является основой защитных покрытий на сталях. Линии изоконцентрации кислорода представлены через один порядок в диапазоне 10^{-3} – 10^{-12} вес %, а линии изоактивности – в диапазоне 1 – 10^{-7} .

На диаграмме выделена область допустимых активностей (ОДА) кислорода в диапазоне рабочих температур прибора-активометра 300 - 470 °С в контуре с предельными температурами 180 °С на стенке парогенератора и 620 °С на оболочке ТВЭЛ. Сверху ОДА ограничена линией изоконцентрации, опущенной из точки 620 °С на линии $a_0 = a_{\min}$. Снизу область допустимых активностей ограничена линией изоконцентрации кислорода, восходящей из точки 180 °С на линии насыщения сплава $a_0 = 1$.

Поддержание активности кислорода в допустимой области ис-

Таблица 1
Зависимость удельных потоков кислорода от температуры горячей части стенда

$T_{\max}, ^\circ\text{C}$	370		500		550		600		660	
Скорость усвоения O_2	$w \cdot 10^3$	%	$w \cdot 10^3$	%	$w \cdot 10^3$	%	$w \cdot 10^3$	%	$w \cdot 10^3$	%
Весь контур	1,10	100	5,99	100	11,83	100	24,83	100	43,70	100
Горячая зона контура	0,06	5,7	1,26	21,1	3,11	26,3	6,92	27,9	14,08	32,2
Горячие рекуператоры	0,20	18,6	2,22	37,1	4,72	39,9	10,47	42,2	17,87	40,9
Промежуточ. рекуператор	0,24	22,2	1,21	20,2	2,14	18,1	4,32	17,4	6,42	14,7
Холодный рекуператор	0,22	20,3	0,51	8,5	0,62	5,3	0,85	3,4	1,04	2,4
$\bar{q}, \text{г/м}^2\text{ч}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$		$0,93 \cdot 10^{-3}$		$2,29 \cdot 10^{-3}$		$5,09 \cdot 10^{-3}$		$10,35 \cdot 10^{-3}$	

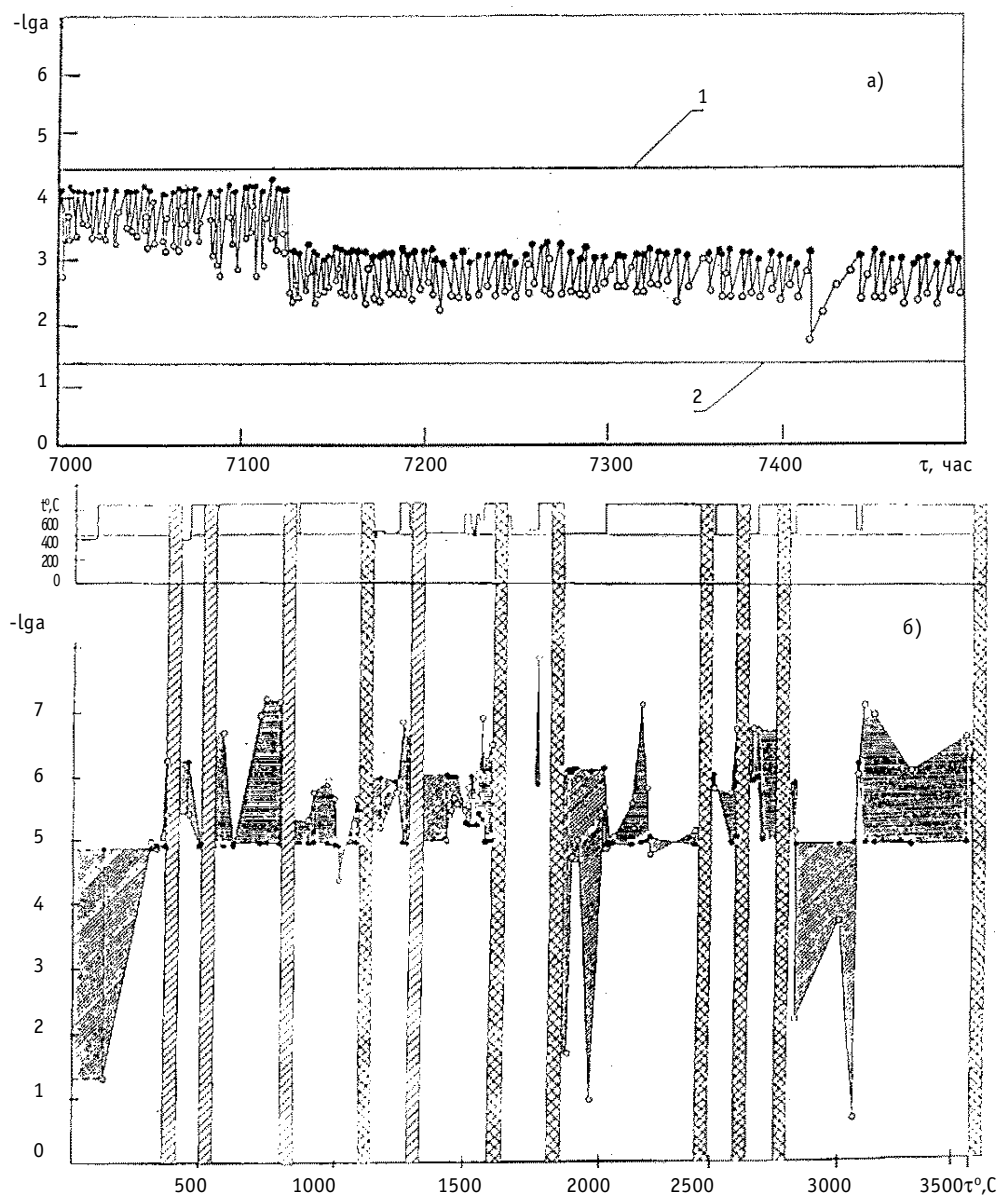


Рис. 4. Экспериментальная зависимость логарифма активности кислорода и температуры от времени эксплуатации стенда при поддержании активности кислорода между верхним (1) и нижним (2) пределами ОДА (а): • - подача кислорода в ванну насоса, и при проведении "предельного эксперимента" (б): • - минимально-допустимая активность кислорода; ■ - положительный перепад окислительного потенциала; ■ - отрицательный перепад окислительного потенциала теплоносителя; ■ - остановки стенда, несвязанные с проливом теплоносителя через стенки контура; ■ - остановки стенда, связанные с проливом теплоносителя через стенки контура

ности кислорода в оптимальной области с помощью впрысков газообразного кислорода над ванной центробежного насоса [10].

Ниже в табл.1 приведена зависимость удельных потоков кислорода ($г/м^2 \cdot ч$) от температуры горячей части стенда. Холодная часть стенда поддерживалась при постоянной температуре $260^\circ C$, контур был изготовлен из стали ЭИ-732 и предварительно запассивирован при температурах $300-400^\circ C$.

Напротив, при раскислении теплоносителя ниже допустимого уровня активности происходит интенсивное коррозионно-эрозионное разрушение сталей. Так, на рис. 46 показана динамика поведения материалов контура в случае глубокого водородного раскисления сплава свинец-висмут в циркуляционном стенде [13].

ВЫВОДЫ

1. Критерий Субботина Su выражает характер стационарного распределения примеси по длине контура и время релаксации возмущенных примесных состояний в зависимости от гидродинамических факторов циркуляционного контура.

2. Необходимым условием нормальной эксплуатации циркуляционных стендов с тяжелым теплоносителем является их оснащение приборами-активометрами. Датчики, как правило, устанавливаются в области максимальной температуры теплоносителя, где наблюдается минимальная активность кислорода в неизотермическом контуре.

3. Непрерывный контроль термодинамической активности кислорода в теплоносителе твердоэлектродными сенсорами позволяет прогнозировать развитие процессов коррозии и массопереноса. Для этого широкое применение нашла диаграмма a_0 - c - T - E (активность-концентрация-температура-ЭДС).

4. Поддержание активности кислорода в допустимой области исключает как забивание холодных участков контура вследствие кристаллизации оксидов сплава, так и повышенную коррозию материалов контура в условиях $a_0 < a_{\min}$, когда теплоноситель не располагает кислородом для формирования оксида железа Fe_3O_4 и "залечивания" дефектных оксидных пленок на сталях.

5. Напротив, при раскислении теплоносителя ниже допустимого уровня активности существенно возрастает вероятность коррозионно-эрозионных повреждений материалов, особенно в местах возмущения потока теплоносителя.

Список литературы

1. Ивановский М.Н., Морозов В.А., Шимкевич А.Л., Шматко Б.А. Моделирование процессов массопереноса в жидкометаллических контурах: Препринт ФЭИ-1269, 1982.
2. Таланчук П.М., Шматко Б.А., Заика Л.С., Цветкова О.Е. Полупроводниковые и твердоэлектродные сенсоры. - Киев: Техника, 1992.
3. Громов Б.Ф., Субботин В.И., Тошинский Г.И. Применение расплавов эвтектики свинец-висмут и свинца в качестве теплоносителя ЯЭУ//Атомная энергия. - 1992. - Т.73. - №1. - С.19.
4. Громов Б.Ф., Шматко Б.А. Физико-химические свойства расплавов свинец-висмут// Ядерная энергетика. - 1996. - №4. - С. 35.
5. Громов Б.Ф., Шматко Б.А. Окислительный потенциал расплавов свинец-висмут// Ядерная энергетика. - 1997. - №6. - С. 14.
6. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Механика сплошных сред. - М.: ГИТЛ, 1954.
7. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов. - М.: ГИФМЛ, 1959.
8. Шимкевич А.Л., Шматко Б.А. Моделирование физико-химических процессов в свинцово-висмутовых контурах. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в ядерных технологиях: Тезисы докладов. - Обнинск: ФЭИ, 1998.
9. Блохин В.А. и др. Опыт создания и эксплуатации твердоэлектродных активометров кислорода в теплоносителе свинец-висмут. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в ядерных технологиях: Тезисы докладов. - Обнинск: ФЭИ, 1998.
10. Шматко Б.А., Блохин В.А., Шимкевич А.Л. Диагностика коррозии и контроль технологических процессов методами активометрии в теплоносителе свинец-висмут. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в ядерных технологиях: Тезисы докладов. - Обнинск: ФЭИ, 1998.
11. Белокрытцев Ю.С., Громов Б.Ф., Рыжков А.Н., Русанов А.Е. Опыт создания и выбора конструкционных материалов и защитных покрытий для ЯЭУ с теплоносителем свинец-висмут/ В кн.: ГНЦРФ-ФЭИ им. А.И. Лейпунского - 50 лет. - Обнинск: ФЭИ, 1996. - С. 334.

12. *Блохин В.А., Бudyлов Е.Г.* Жидкометаллические электроды сравнения для датчиков кислорода: Тез. докл. межотраслевой конференции МАЭП СССР, ФЭИ "Теплофизика-91", 12-15 ноября 1991. Исследование жидких металлов в народном хозяйстве: Тезисы докладов. - Обнинск, 1993. - С. 129.

13. *Шматко Б.А., Логинов Н.И., Русанов А.Е., Шимкевич А.Л.* Концепция бескислородной технологии тяжелых теплоносителей. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в ядерных технологиях: Тезисы докладов. - Обнинск: ФЭИ, 1998.

Поступила в редакцию 25.05.99.

(Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 1999. - 9 pages, 1 illustration. - References, 14 titles.

Results of development of the method of processing radioactive wastes of alkali metals used as the coolant in NPP are given. The method includes processing and conditioning of the products of processing for the ecologically safe long-time burial. Dispersion of an alkali metal on the solid inert carrier, dissolution and low baking into geocement stone are described. The features of the technological procedure and properties of a final product are shown.

УДК 621.039.53

The Basic Stages of Examinations of Corrosion in Liquid Metals \V.A. Ivanov, V.A. Solovjev; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 1999. - 4 pages, 1 illustration. - References, 7 titles.

The development stages of the corrosion of structural materials in liquid metals is classified and the prediction of essential works necessary for the development of an expert system and for the formulation of theoretical principles of the liquid metal corrosion is made.

УДК 621.039.553

On Physicochemical Similarity of Liquid Metal Loops \A.L. Shimkevich, B.A. Shmatko; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 1999. - 9 pages, 1 table, 4 illustrations. - References, 13 titles.

Derivation of the criterion of physicochemical similarity of circulating systems based on the solution of a nonuniform transport equation for technological impurities in the liquid metal coolants is shortly considered. The behaviour of a thermodynamic activity of oxygen in nonisothermal loops with the lead-bismuth coolant investigated by monitoring method is discussed. The accent is made on Permissible Activity Domain (PAD) related to normal operation of loops with lead-bismuth coolant.

УДК 681.128:538.4

Electromagnetic Flowmeters for Lead-Bismuth Eutectic Alloy \N.I. Loginov; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 1999. - 9 pages, 4 illustrations. - References, 7 titles.

Some methods of elimination of influence of contact electric resistance between a liquid lead-bismuth alloy and a stainless steel pipe on accuracy of measurement by the electromagnetic flowmeters are considered.

The constructions of the flowmeter permitting to realize these methods and providing the accuracy of flow measurement with an error 2,5...5% are offered. The method of measurement of the contact resistance is proposed, and experimental data on the contact resistance as a function of temperature and concentration of oxygen in alloy are published for the first time.

УДК 530.1:536.4

Oxygen Inhibition of Structural Materials in Melts of Lead-Bismuth Eutectic and Lead \B.F. Gromov, G.S. Yachmenev, A.Eu. Rusanov; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 1999. - 8 pages, 3 tables. - References, 4 titles.

Experimental data related with influence of the concentration of dissolved oxygen on corrosion resistance of steels in a lead-bismuth alloy of an eutectic composition and in the lead melt are represented. It is shown, that at fixed concentration of oxygen dissolved in coolant steel is passivated: the protective oxide film Me_3O_4 , Me_2O_3 (where Me - Fe, Cr, Si etc. - the steel components with high affinity to oxygen) forms on its surface. The oxide film essentially hampers the action of aggressive liquid-metal medium on a material. The most effective influence on protective properties of an oxide film renders a steel doping of steel with silicon ($\sim 1\div 3\%$ by mass).

УДК 669.884:539.12

Lithium in the Problem of Solar Neutrino \M.N. Arnoldov, A.V. Kopylov, I.V. Orekhov, V.V. Petuhov, Eu.A. Janovich; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 1999. - 6 pages, 2 tables, 1 illustration. - References, 7 titles.

The problems of detection of the solar neutrino of intermediate energies by means of the metallic lithium detector is discussed in the paper. The possibility of extraction the product of neutrino-lithium interaction, i.e. beryllium-7 from lithium, by filtering of lithium at temperature close to its melting temperature are described.

УДК 621.039.534

Extraction of Microquantities of Beryllium from Aqueous Solutions of Lithium \G.Ja. Novikova, V.V. Petuhov; Editorial