

Слабые ударные волны в кипящей воде и газо-жидкостных суспензиях

В. В. НЕЩИМЕНКО, Л. Я. СУВОРОВ

УДК 532.529

Рабочий объем кипящего гомогенного реактора представляет собой двухфазную смесь, в которой возможно появление нестационарных процессов типа ударных волн. В данной работе описываются результаты моделирования процесса распространения слабых ударных волн в кипящей воде, воде с пузырьками пара и воздуха, воде с пузырьками воздуха или гелия, а также в глицерине с пузырьками воздуха.

Проведены измерения скорости ударной волны и скачка плотности в зависимости от силы волны, плотности и состава исходной смеси. Исследована структура ударного перехода. Дисперсная паро-газо-жидкостная смесь рассматривалась как сплошная и односкоростная. Уравнение ударной адиабаты приближенно записывается в виде

$$V_0 - V = xV_{01} \frac{p - p_0}{p} + y(V_{02} - V_3),$$

где x и y — доля по массе газа и пара в смеси; V_{01} , V_{02} , V_3 — удельные объемы газа, пара и жидкости в исходной смеси; V и p — удельный объем и давление за фронтом волны.

Полученное уравнение является обобщением фор-

мулы * на случай фазовых превращений. Под действием ударной волны происходило захлопывание пузырьков пара и дробление газовых пузырьков. Ширина волны в кипящей воде зависела от скорости конденсации пара. Структура фронта волны в газо-жидкостной суспензии обусловлена механическим и тепловым взаимодействиями компонентов. Интенсивность теплообмена существенно зависела от свойств газа. Свойства жидкого компонента слабо влияли на параметры ударных волн.

При отражении плоской ударной волны, набегающей со стороны газа на поверхность раздела газ — смесь, последняя может рассматриваться как недеформируемая. Поправки на сжимаемость смеси и рассеяние волны на неровностях границы раздела не выходили за пределы погрешности измерений. При отражении ударной волны, распространяющейся в смеси, от жесткой стенки импульс давления возрастает примерно вдвое.

(№ 591/6553. Поступила в Редакцию 1/XI 1971 г. Полный текст 0,5 а. л., 4 табл., 6 библиографических ссылок.)

* I. Campbell, A. S. Pitcher. Proc. Roy. Soc., A243, № 1235, 534 (1958).

Распределение радиоактивного церия между паровой и жидкой фазами при выпаривании водных растворов

А. Д. ЧИСТЯКОВ, В. Ф. БАГРЕЦОВ

УДК 541.123:621.039.714

На атомных электростанциях СССР очистку дезактивированных растворов осуществляют выпариванием. В связи с этим практический интерес представляет изучение предельных возможностей метода выпаривания в отношении чистоты производимого пара. Предельная чистота пара (при отсутствии капельно-жидкой фазы) определяется коэффициентами физико-химического распределения (K_p) веществ между паровой и жидкой фазами. Значения K_p зависят от природы вещества, состава упариваемого раствора и температуры. В настоящей работе рассматривается зависимость K_p Ce(III) от концентрации гидроксильных ионов при температуре кипения водных растворов

($p = 1$ атм). Согласно данным работы [1] коэффициент распределения церия при низких параметрах системы должен определяться выражением

$$K_p = K_M \beta, \quad (1)$$

где K_M — термодинамический моляльный коэффициент распределения молекул $Ce(OH)_3$; β — доля молекул $Ce(OH)_3$ от общей концентрации церия в упариваемом растворе.

В щелочных растворах при отсутствии сильных комплексообразователей следует считаться только с двумя формами истинно растворенного церия: $Ce(OH)_3$ и $Ce(OH)_2^+$. Поэтому значения величины β

могут быть рассчитаны из константы диссоциации обратимой реакции:

$$\begin{aligned} \text{Ce}(\text{OH})_3 &\rightleftharpoons \text{Ce}(\text{OH})_2^{+1} + \text{OH}^{-1}; \\ K_{\text{д}} &= \frac{[\text{Ce}(\text{OH})_2^{+1}][\text{OH}^{-1}] \gamma_{\pm(1-1)}^2}{[\text{Ce}(\text{OH})_3]} = \\ &= \frac{\alpha [\text{OH}^{-1}] \gamma_{\pm(1-1)}^2}{\beta}, \end{aligned} \quad (2)$$

где α — доля ионов $\text{Ce}(\text{OH})_2^{+1}$ в упариваемом растворе; $\gamma_{\pm(1-1)}$ — средний коэффициент активности ионов $\text{Ce}(\text{OH})_2^{+1}$ и OH^{-1} . Так как $(\alpha + \beta) = 1$, то из (2) следует, что

$$\beta = \frac{[\text{OH}^{-1}] \gamma_{\pm(1-1)}^2}{K_{\text{д}} + [\text{OH}^{-1}] \gamma_{\pm(1-1)}^2} \quad (3)$$

и соответственно

$$K_{\text{р}} = K_{\text{м}} \frac{[\text{OH}^{-1}] \gamma_{\pm(1-1)}^2}{K_{\text{д}} + [\text{OH}^{-1}] \gamma_{\pm(1-1)}^2}. \quad (4)$$

Значения $K_{\text{д}}$ и $K_{\text{м}}$ можно найти, решая систему двух уравнений (4), записанных для двух рядов эксперимен-

тальных значений $K_{\text{р}}$ и $[\text{OH}^{-1}]$. С этой целью были поставлены опыты по распределению Ce^{144} в системе $\text{Ce}(\text{III}) - \text{NaCl} - \text{NaOH} - \text{H}_2\text{O}$. Методика описана в работе [2]. Эксперименты показали, что увеличение концентрации NaOH (концентрация NaCl равна $0,66 \text{ M}$) от $0,002$ до 1 н. приводит к увеличению $K_{\text{р}} \text{Ce}^{144}$ от $7,7 \cdot 10^{-7}$ до $4,2 \cdot 10^{-5}$, т. е. приблизительно в 55 раз. Рассчитанное значение $K_{\text{д}}$ оказалось равным $0,054$, значение $K_{\text{м}}$ равно $4,8 \cdot 10^{-5}$.

Анализ уравнения (4) показывает, что для получения минимальных значений $K_{\text{р}}$ церия (и других редкоземельных элементов) упаривание целесообразно производить в кислой среде. В этом случае коэффициенты очистки пара от редкоземельных элементов могут достигать величины, большей 10^8 .

(№ 592/6390. Поступила в Редакцию 6/V 1971 г. Полный текст 0,5 а. л., 1 рис., 2 табл., 13 библиографических ссылок.)

ЛИТЕРАТУРА

1. О. И. Мартынова. «Ж. физ. химии», 38, 1065 (1964).
2. А. Д. Чистяков. «Ж. физ. химии», 46, 275 (1972).

Распределение нейтронов деления в квазиоднородной урансодержащей среде

Ю. Б. ДАВЫДОВ, А. Т. МАРКОВ

УДК 550.8:553.495

Каротаж нейтронов деления является новым методом идентификации урана в скважинах [1, 2]. В настоящей работе рассмотрено решение прямой задачи теории каротажа нейтронов деления для случая, когда возмущающим влиянием скважины можно пренебречь.

Задача формулируется следующим образом. Задана однородная среда с произвольным одномерным орудением $q = q(z)$, где $q(z)$ — весовое содержание урана в среде. Предполагается, что изменение химического состава среды, обусловленное урановым орудением, не влияет на ее физические свойства, определяющие перенос нейтронов. В скважине, пересекающей рассматриваемую квазиоднородную среду, помещен точечный источник нейтронов. Требуется найти распределение потока нейтронов деления по оси скважины.

При решении задачи использовалось диффузионное приближение теории переноса нейтронов. Решение получено путем построения функции потока для плоского источника нейтронов деления с последующим интегрированием по всему промежутку распределения источников.

Результаты решения были использованы для численного расчета потока нейтронов деления в урансодержащей карбонатной среде с различной пористостью и разной степенью осолонения воды, заполняющей поры.

Установлено явление инверсии для потока нейтронов деления, которое аналогично явлению инверсии

для потока нейтронов источника. Его практическое использование заключается в том, что подбором длины зонда можно существенно понизить зависимость результатов каротажа от водородсодержания горных пород. Расчеты показывают, что длина инверсионного зонда для запаздывающих нейтронов деления мало отличается от длины инверсионного зонда для нейтронов источника.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что в общем случае наблюдается существенная зависимость регистрируемого эффекта от типа зонда, его длины, мощности активного интервала и химического состава среды. Результаты расчета могут быть использованы при разработке методики каротажа и приемов количественной оценки содержания урана, позволяющих учитывать влияние указанных факторов.

(№ 595/6536. Статья поступила в Редакцию 2/VIII 1971 г., аннотация — 2/XII 1971 г. Полный текст 0,6 а. л., 3 рис., 4 библиографических ссылки.)

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Амел. М. Пейсах. «Атомная энергия», 14, 535 (1963).
2. С. А. Игумнов. «Изв. вузов. Горный ж.», 2, 3 (1966).