

Диссоциация окислов урана

И. С. КУЛИКОВ

УДК 541.451:541.123

В системе уран — кислород известны окислы в конденсированном (UO , U_2O_3 , UO_2 , U_4O_9 , U_2O_5 , U_3O_8 и UO_3) и газообразном (UO , UO_2 и UO_3) состояниях. Однако на диаграмме состояния [1] окислы UO и U_2O_3 не приводятся. Термодинамические данные об окислах урана, содержащиеся в справочниках [2—7], существенно различаются.

В приведенном ниже анализе за основу приняты данные об U , UO_2 , $UO_{г}$ и $UO_{2,г}$ [6], $UO_{3,г}$ [7], UO [2], U_3O_8 и UO_3 [2, 3], U_4O_9 [5]. Окислы U_3O_7 и U_2O_5 попадают на границы областей гомогенности соединений U_4O_9 и U_3O_8 .

Рассмотрим диссоциацию двуокиси урана, как наиболее изученного стабильного окисла в указанной системе. В газовой фазе следует учитывать вероятность наличия следующих компонентов: U , UO , UO_2 , UO_3 , O и O_2 . Для суммарного давления над окислами урана запишем:

$$\Sigma P_{U_xO_y} = P_U + P_{UO} + P_{UO_2} + P_{UO_3} + P_O + P_{O_2}. \quad (1)$$

Кроме того, для двуокиси урана можно записать следующие уравнения:

$$P_U = \frac{K_{UO_2} P_{UO_2}^0}{P_O^2}; \quad P_{UO} = \frac{K_{UO} P_{UO_2}^0}{K_{UO} P_O};$$

$$P_{UO_3} = \frac{K_{UO_3} P_{UO_2}^0}{K_{UO_3}} P_O \quad \text{и} \quad P_{O_2} = \frac{1}{K_{O_2}} P_O^2.$$

Подставляя их в уравнение (1), получаем:

$$\Sigma P_{UO_2} = \frac{K_{UO_2} P_{UO_2}^0}{P_O^2} + \frac{K_{UO} P_{UO_2}^0}{K_{UO} P_O} + P_{UO_2}^0 +$$

$$+ \frac{K_{UO_3} P_{UO_2}^0}{K_{UO_3}} P_O + P_O + \frac{1}{K_{O_2}} P_O^2. \quad (2)$$

Для вычисления минимума общего давления возьмем первую производную от ΣP_{UO_2} по P_O :

$$\frac{\partial}{\partial P_O} (\Sigma P_{UO_2}) = -\frac{2K_{UO_2} P_{UO_2}^0}{P_O^3} - \frac{K_{UO} P_{UO_2}^0}{K_{UO} P_O^2} +$$

$$+ \frac{K_{UO_3} P_{UO_2}^0}{K_{UO_3}} + 1 + \frac{2}{K_{O_2}} P_O \quad (3)$$

и, приравняв ее к нулю, получим:

$$2K_{UO_2} P_{UO_2}^0 + \frac{K_{UO_2} P_{UO_2}^0}{K_{UO}} P_O =$$

$$= P_O^3 \left(\frac{K_{UO_2} P_{UO_2}^0}{K_{UO_3}} + 1 \right) + \frac{2}{K_{O_2}} P_O^4. \quad (4)$$

О том, что это минимум, можно убедиться, вычисляя вторую производную от общего давления.

Уравнение (4) можно получить и из уравнения баланса при конгруэнтной диссоциации двуокиси урана:

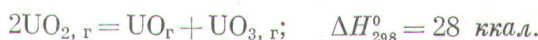


Заменяя P_U , P_{UO} , P_{UO_3} и P_{O_2} через константы диссоциации и подставляя их в уравнение (5), получаем уравнение (4). Отсюда следует, что при диссоциации конгруэнтных химических соединений общее давление минимально.

Константы диссоциации K_{UO} , K_{UO_2} , K_{O_2} и давление насыщенного пара $P_{UO_2}^0$ рассчитаны по данным работы [6]. Для константы диссоциации газообразной трехокиси урана используем выведенное ранее [8] приближенное уравнение:

$$R \ln K_4 = -\frac{D_0 + 7280}{T} + 76 + 4,5 \cdot 10^{-5} \cdot D_0. \quad (6)$$

По данным работы [9], для реакции:



Учитывая данные работы [6] для $D_{O, UO}$ и D_{O, UO_2} , получаем $D_{O, UO_3} = 489,9 \text{ ккал/моль}$. Подставляя D_{O, UO_3} в уравнение (6), получаем:

$$\lg K_{UO_3} = -\frac{108670}{T} + 21,431. \quad (7)$$

Из табл. 1 видно, что переход двуокиси урана в газообразное состояние происходит в основном путем сублимации, а отчасти и путем диспропорционирования по реакции:



Активности урана существенно меньше единицы. Это свидетельствует о газообразной диссоциации двуокиси урана. Суммарное давление газообразных компонентов над двуокисью ура-

Термодинамические константы, парциальные давления и состав паровой фазы над двуокисью урана

| Параметры | Температура, °K | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|---------|---------|
| | 1000 | 1406 | 1873 | 2000 | 2500 | 2750 | 3000 | 4000 | 4124 |
| $-\lg P_{\text{U}}^0$ | 18,002 | 10,892 | 6,757 | 5,970 | 3,654 | 2,812 | 2,111 | 0,175 | 0,000 |
| $-\lg P_{\text{O}}^k$ | 33,650 | 21,755 | 14,237 | 12,820 | 8,649 | 7,153 | 5,883 | — | — |
| $-\lg K_{\text{O}_2}$ | 19,612 | 12,142 | 7,258 | 6,356 | 3,684 | 2,710 | 1,898 | 0,340 | 0,543 |
| $-\lg K_{\text{UO}}$ | 34,629 | 22,689 | 15,171 | 13,741 | 9,495 | 7,851 | 6,626 | 2,965 | 2,618 |
| $-\lg K_{\text{UO}_2}$ | 64,380 | 42,084 | 28,066 | 25,411 | 17,545 | 14,667 | 12,263 | 5,585 | 4,975 |
| $-\lg K_{\text{UO}_3}$ | (87,239) | (55,589) | (36,588) | (32,904) | 22,037 | 18,085 | (14,792) | (5,737) | (4,920) |
| $-\lg P_{\text{UO}_2}^0$ | 20,921 | 12,318 | 7,165 | 6,199 | 3,407 | 2,420 | 1,614 | — | — |
| $-\lg P_{\text{O}}^0$ | 26,308 | 16,593 | 10,718 | 9,593 | 6,288 | 5,138 | 4,092 | — | — |
| $-\lg P_{\text{O}_2}^0$ | 33,033 | 21,043 | 14,178 | 12,830 | 8,892 | 5,566 | 6,286 | — | — |
| $-\lg P_{\text{U}}$ | 32,686 | 21,217 | 13,795 | 12,424 | 8,376 | 6,811 | 5,693 | — | — |
| $-\lg P_{\text{UO}}$ | 24,365 | 15,121 | 9,342 | 8,276 | 5,169 | 4,098 | 3,159 | — | — |
| $-\lg P_{\text{UO}_3}$ | 24,370 | 15,136 | 9,361 | 8,299 | 5,203 | 4,140 | 3,177 | — | — |
| $-\lg \Sigma_{\text{UO}_2}$ | 20,921 | 12,316 | 7,158 | 6,182 | 3,392 | 2,402 | 1,585 | — | — |
| Состав, об. %: | | | | | | | | | |
| UO ₂ | 99,4 | 99,69 | 98,70 | 98,36 | 96,66 | 95,96 | 94,44 | — | — |
| UO | 0,03 | 0,16 | 0,65 | 0,82 | 1,67 | 2,02 | 2,67 | — | — |
| UO ₃ | 0,03 | 0,15 | 0,62 | 0,78 | 1,54 | 1,84 | 2,57 | — | — |
| $-\lg a_{\text{U}}$ | 14,684 | 10,325 | 7,038 | 6,454 | 4,722 | 3,999 | 3,582 | — | — |

на получим в виде следующих уравнений:

$$\lg \Sigma P_{\text{UO}_2} am = -\frac{29\,830}{T} + 8,909 (1000 - 1406^\circ \text{K}); \quad (8)$$

$$\lg \Sigma P_{\text{UO}_2} am = -\frac{28\,396}{T} + 7,879 (1406 - 3000^\circ \text{K}). \quad (9)$$

Температура кипения двуокиси урана по уравнению (9) равна 3604° K. Однако, учитывая, что уравнение (9) выведено для твердой двуокиси урана, это значение температуры кипения несколько занизили.

При расчете состава паровой фазы над системой уран — двуокись урана (табл. 2) использовали те же термодинамические константы.

Из табл. 2 следует, что основной реакцией между ураном и двуокисью урана является образование газообразной моноокиси урана, т. е. $\text{U} + \text{UO}_2 = 2\text{UO}$.

Для суммарного давления паровой фазы над системой уран — двуокись урана получим

следующие уравнения:

$$\lg \Sigma P_{\text{U-UO}_2} = -\frac{24\,484}{T} + 7,504 (1000 - 1406^\circ \text{K}); \quad (10)$$

$$\lg \Sigma P_{\text{U-UO}_2} = -\frac{23\,244}{T} + 6,622 (1406 - 3000^\circ \text{K}). \quad (11)$$

Давление в 1 ат над системой уран — двуокись урана по уравнению (11) получим при 3510° K.

Используя данные работы [2] для определения величины ΔG_T^0 реакции образования UO₂, попытаемся решить вопрос о термической стабильности моноокиси урана в конденсированном состоянии.

В табл. 3 приведены результаты расчетов равновесных давлений молекулярного и атомарного кислорода и насыщенного пара моноокиси урана над системой U — UO. Для сравнения приведены давления моноокиси урана над системой уран — двуокись урана. Видно, что давления насыщенного пара UO выше давлений моноокиси урана над системой U — UO₂. Следовательно, моноокись урана выше

Парциальные давления и состав газовой фазы над системой U—UO₂

Таблица 2

| Параметры | Температура, °К | | | | | | |
|---|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 1000 | 1406 | 1873 | 2000 | 2500 | 2750 | 3000 |
| —lg P _U ⁰ | 18,002 | 10,892 | 6,757 | 5,970 | 3,654 | 2,812 | 2,111 |
| —lg P _{UO₂} ⁰ | 20,921 | 12,318 | 7,165 | 6,199 | 3,407 | 2,420 | 1,614 |
| —lg P _{O₂, UO₂} ^k | 47,687 | 31,368 | 21,216 | 19,284 | 13,614 | 11,565 | 9,868 |
| —lg P _O ^k | 33,650 | 21,755 | 14,237 | 12,820 | 8,649 | 7,153 | 5,883 |
| —lg P _{UO} | 17,023 | 9,958 | 5,823 | 5,049 | 2,808 | 2,114 | 1,368 |
| —lg P _{UO₃} | 31,713 | 20,298 | 12,880 | 11,526 | 7,564 | 6,186 | 4,968 |
| —lg ΣP _{U—UO₂} | 16,980 | 9,910 | 5,758 | 4,973 | 2,663 | 1,884 | 1,126 |
| Состав, об. %: | | | | | | | |
| U | 9,48 | 10,4 | 10,0 | 10,0 | 10,2 | 11,8 | 10,33 |
| UO ₂ | 0,01 | 0,4 | 3,9 | 5,9 | 18,1 | 29,1 | 32,46 |
| UO | 90,51 | 89,2 | 86,1 | 84,1 | 71,7 | 59,1 | 57,20 |

1000° К является метастабильной. Об этом же свидетельствует и сравнение равновесных давлений кислорода (см. табл. 2).

Однако различие в давлениях монооксида урана и кислорода над рассматриваемыми системами уменьшается с понижением температуры. Как показал анализ данных табл. 2 и 3, при температуре 877° К и ниже возможно появление стабильной монооксида урана. Но это заключение недостаточно надежно, так как изменения параметров соизмеримы с ошибками в определении сопоставляемых величин.

Оксид U₄O₉ выделяется в чистом виде лишь при температурах ниже 1000° С. При температурах выше 1500° К он образует растворы с UO₂ и U₃O₈. Реакция образования U₄O₉ из двуоксида урана и кислорода 8UO₂ + O₂ = 2U₄O₉ сопровождается тепловым эффектом, равным при 298° К 86,6 ккал/моль. Прибли-

женное уравнение для оценки парциального давления кислорода по тепловому эффекту диссоциации, выведенное ранее [8], имеет следующий вид:

$$R \ln P_{O_2} = -\frac{\Delta H_{298}^0}{T} + 34 + 5,8 \cdot 10^{-5} \Delta H_{298}^0 + (6,6 \cdot 10^{-5} \Delta H_{298}^0 - 13,2) \frac{T-1000}{2000}. \quad (12)$$

При диссоциации оксида U₄O₉ на двуокись урана и кислород, используя уравнение (12), можно получить

$$\lg P_{O_2} = -\frac{18930}{T} - 0,82 \cdot 10^{-3} T + 9,348. \quad (13)$$

Стандартное давление кислорода при образовании оксида U₄O₉ из урана и кислорода вычисляем из следующего уравнения:

$$\lg P_{O_2, U_4O_9}^K = \frac{1}{9} (8 \lg P_{O_2, UO_2}^K + \lg P_{O_2}),$$

Равновесные давления кислорода и давление насыщенного пара монооксида урана над системой U—UO

Таблица 3

| Параметры | Температура, °К | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 1000 | 1406 | 1873 | 2000 | 2500 | 3000 |
| —lg P ₂ ^k | 47,531 | 30,889 | 20,571 | 18,643 | 12,758 | (8,874) |
| —lg P _O ^k | 33,572 | 21,516 | 13,915 | 12,500 | 8,221 | (5,386) |
| —lg P _{UO} ⁰ | 16,945 | 9,719 | 5,501 | 4,729 | 2,380 | (0,871) |
| —lg P _{UO(U—UO₂)} | 17,023 | 9,958 | 5,823 | 5,049 | 2,808 | 1,368 |

где P_{O_2, UO_2}^k — давление кислорода, вычисляемое по свободной энергии образования двуокиси урана из компонентов в стандартных состояниях; P_{O_2} — давление кислорода при диссоциации окисла U_4O_9 до UO_2 по реакции:



В табл. 4 приведены парциальные давления компонентов газовой фазы над системой $U_4O_9 - UO_2$ в предположении существования чистых фаз. Экспериментальные данные [1] при температуре $1300^\circ K$ для U_4O_9 получены в пределах для $-\lg P_{O_2}$ от 4,9 до 5,6, что несколько выше данных, полученных расчетом. Однако расхождения, учитывая приближенность уравнения (13), невелики.

Суммарные давления газовой фазы над U_4O_9 получим в виде следующих уравнений:

$$\lg \Sigma P_{U_4O_9} = -\frac{17773}{T} + 7,377 (1000 - 1406^\circ K); \quad (14)$$

$$\lg \Sigma P_{U_4O_9} = -\frac{16354}{T} + 6,358 (1406 - 2500^\circ K). \quad (15)$$

Газовая фаза над U_4O_9 наряду с кислородом содержит трехокись урана.

Данные табл. 4 применимы лишь для чистой фазы U_4O_9 . Однако при $1500^\circ K$ и выше UO_2 и U_4O_9 образуют непрерывный ряд растворов [1]. Поэтому при обеднении конденсированной фазы кислородом от U_4O_9 до UO_2 парциальные давления кислорода должны уменьшаться, что согласуется с экспериментальными данными Аронсона и Белла [1]. Согласно последним, при уменьшении O/U от 2,33 до 2,018 при $1300^\circ K$ P_{O_2} уменьшается от $8 \cdot 10^{-6}$ до 10^{-9} ат.

Температура кипения фаз переменного состава $UO_{2,33} - UO_2$ по мере обеднения кислородом должна изменяться от 2572 до $3600^\circ K$. Окисел U_3O_8 имеет интервал гомогенности $UO_{2,62} - UO_{2,67}$ [1]. Результаты расчета диссоциации этого окисла на U_4O_9 и кислород приведены в табл. 5.

Температура разложения чистого окисла U_3O_8 , по данным нашего расчета, равна $1726^\circ C$. По данным работы [3], температура разложения U_3O_8 составляет $1950^\circ K$. Это расхождение вполне закономерно, если учесть образование растворов U_3O_8 в U_4O_9 .

Парциальные давления и состав газовой фазы при диссоциации U_4O_9 (приближенный расчет) Таблица

| Параметры | Температура, °K | | | | | | Примечание |
|--------------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|---|
| | 1000 | 1300 | 1406 | 1873 | 2000 | 2500 | |
| $-\lg P_{O_2}$ | 10,400 | 6,279 | 5,269 | 2,295 | 1,759 | 0,277 | По уравнению (13) — — — — — — — — — — Экспериментальные данные по работе [1] |
| $-\lg P_{O_2}$ | 15,006 | 9,895 | 8,701 | 4,777 | 4,058 | 1,978 | |
| $-\lg P_{O_2, U_4O_9}^k$ | 43,563 | 31,667 | 28,468 | 19,114 | 17,337 | 12,132 | |
| $-\lg P_{O, U_4O_9}^k$ | 31,988 | 22,5888 | 20,305 | 13,186 | 11,846 | 7,908 | |
| $-\lg A_U$ | 37,288 | 28,562 | 26,099 | 18,921 | 17,525 | 13,337 | |
| $-\lg P_U$ | 55,290 | 40,874 | 36,991 | 25,678 | 23,495 | 16,991 | |
| $-\lg P_{UO}$ | 35,667 | 25,744 | 23,003 | 15,284 | 13,812 | 9,474 | |
| $-\lg P_{UO_2}$ | 20,921 | 14,231 | 12,309 | 7,169 | 6,200 | 3,402 | |
| $-\lg P_{UO_3}$ | 13,069 | 8,398 | 7,235 | 3,421 | 2,765 | 0,888 | |
| $-\lg \Sigma P_{U_4O_9}$ | 10,396 | 6,274 | 5,264 | 2,262 | 1,716 | 0,174 | |
| $-\lg P_{O_2}$ | — | 4,9—5,6 | — | — | — | — | |
| Состав, об. %: | | | | | | | |
| O_2 | 99,1 | 98,86 | 98,89 | 92,8 | 90,6 | 79,1 | — |
| UO_3 | 0,9 | 0,75 | 1,07 | 6,9 | 8,9 | 19,3 | — |

Термодинамические константы и парциальные давления компонентов над U_3O_8

Таблица 5

| Параметры | Температура, °К | | | | | |
|--|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1000 | 1300 | 1406 | 1500 | 1873 | 2000 |
| $-\Delta G_{T, U_4O_9}^0, \text{ кал}$ | 884727 | 847551 | 842063 | 807143 | 737074 | 713851 |
| $-\Delta G_{T, U_3O_8}^0, \text{ кал}$ | 691500 | 643400 | 626134 | 611000 | 550625 | 520500 |
| $-\Delta G_{T, \text{дисс. } U_3O_8}^0, \text{ кал}$ | 44728 | 12376 | 13931 | 9027 | -3490 | -13821 |
| $-\lg P_{O_2}, \text{ ат}$ | 9,776 | 2,075 | 2,011 | 1,315 | -0,407 | -1,510 |
| $-\lg P_{O_2}^*, \text{ ат}$ | 6,80 | 2,90 | 2,00 | 1,40 | -0,70 | -1,20 |
| $\Delta G_{T, \text{дисс. } U_3O_8}^{0*}, \text{ кал}$ | 31110 | 17250 | 12670 | 9600 | -6000 | -11000 |
| $-\lg P_{O_2}^k, U_3O_8, \text{ ат}$ | 37,787 | 27,045 | 24,335 | 22,259 | 16,246 | 14,221 |
| $-\lg a_U$ | 41,316 | 32,192 | 29,780 | 27,812 | 22,596 | 20,560 |
| $-\lg P_U, \text{ ат}$ | 59,318 | 44,504 | 40,672 | 37,662 | 29,353 | 26,530 |
| $-\lg P_{UO_2}^*, \text{ ат}$ | 13,406 | 8,205 | 7,071 | 6,055 | 3,265 | 5,578 |
| $-\lg P_{UO_3}, \text{ ат}$ | 11,697 | 6,598 | 6,026 | 4,811 | 2,560 | 1,360 |

* Скорректировано по кривой.

Трехокись урана образует непрерывный ряд твердых растворов с U_3O_8 . Изменение свободной энергии для реакции диссоциации $6UO_3 = 2U_3O_8 + O_2$ вычислено по данным работ [2, 3].

Парциальное давление кислорода при диссоциации чистого окисла UO_3 в первом приближении можно описать уравнением:

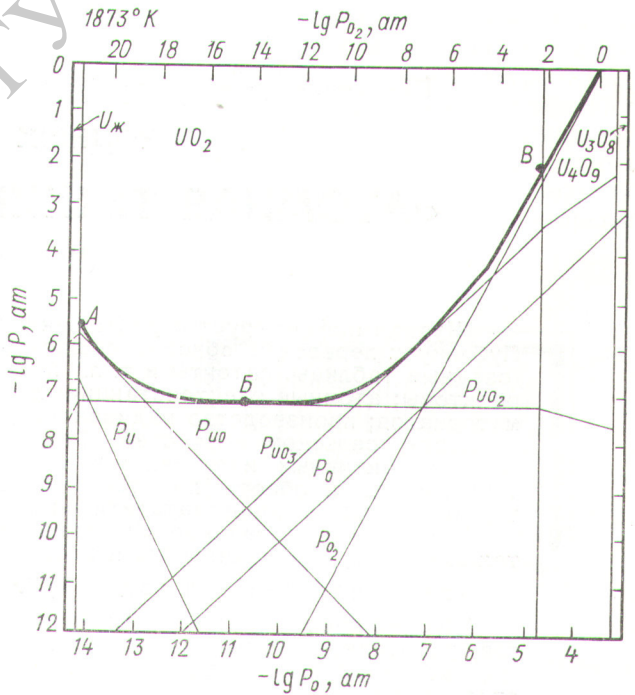
$$\lg P_{O_2}, \text{ ат} = -\frac{9480}{T} + 9,125 (298 - 925^\circ \text{К}). \quad (16)$$

Температура разложения трехоксида урана по уравнению (16) равна 1037°К , а по данным работы [10] — 925°К .

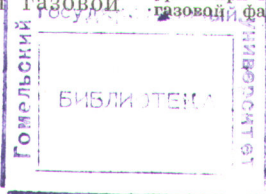
На рисунке приведена зависимость общего и парциальных давлений компонентов над окислами урана от окислительного потенциала газовой фазы. Двухокись урана существует в широком интервале окислительных потенциалов и является единственным конгруэнтным окислом урана. Минимум общего давления над двухокисью урана при диссоциации, отмеченный на рис. 1 точкой Б, сильно размыт, в связи с тем что основным компонентом газовой фазы при этих условиях является двухокись урана. Однако положение точки минимума рассчитывается довольно точно, поскольку постоянная величина — давление газообразных молекул двухоксида урана — в уравнениях (4) и (5) не входит.

Из данных рисунка следует, что над системой $U - UO_2$ основным компонентом газовой фазы является UO_2 .

фазы является моноокись урана при низких окислительных потенциалах. Затем с повышением окислительного потенциала в газовой



Общие и парциальные давления компонентов над окислами урана при 1873°К в зависимости от окислительного потенциала газовой фазы.



311372

фазе преобладает двуокись урана. При дальнейшем увеличении окислительного потенциала основным компонентом газовой фазы становится трехокись урана. В области равновесия двуокиси урана с окислом U_4O_9 , а тем более в условиях равновесия $U_4O_9 - U_3O_8$ основным компонентом газовой фазы является молекулярный кислород.

В результате термодинамического анализа диссоциации окислов урана выяснилось следующее.

1. Из многообразия окислов урана единственным конгруэнтно диссоциирующим окислом является двуокись урана, существующая в широком интервале окислительных потенциалов. При термическом разложении двуокись урана сублимирует с частичным диспропорционированием на газообразные моноокись и трехокись урана.

2. Существование моноокиси урана в конденсированном состоянии наблюдается лишь при низких температурах в равновесии с чистым ураном.

3. Окислы UO_3 , U_3O_8 и U_4O_9 последовательно разлагаются с отщеплением кислорода.

Поступила в Редакцию 20/IV 1970 г.
В окончательной редакции 15/XII 1970 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Емельянов, А. И. Евстюхин. *Металлургия ядерного горючего*. М., Атомиздат, 1968, стр. 116.
2. У. Д. Верятин и др. *Термодинамические свойства неорганических веществ*. Справочник. М., Атомиздат, 1965.
3. К. Е. Уикс, Ф. Е. Блок. *Термодинамические свойства 65 элементов, их окислов, галогенидов, карбидов и нитридов*. М., «Металлургия», 1965.
4. М. К. Карапетьянц, М. Л. Карапетьянц. *Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ*. М., «Химия», 1968.
5. А. Н. Крестовников и др. *Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций*. М., Metallurgizdat, 1963.
6. H. Schick. *Thermodynamics of Certain Refractory Compounds*. N.Y., London, Academic Press, 1966.
7. В. И. Веденеев и др. *Энергия разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и средство к электрону*. Справочник. М., Изд-во АН СССР, 1962.
8. И. С. Куликов. *Термическая диссоциация соединений*. М., «Металлургия», 1969.
9. G. De-Maria et al. *J. Chem. Phys.*, 32, No. 5, 1373 (1960).
10. L. Brewer et al. *Thermodynamic Properties and Equilibria at High Temperatures of Uranium Halides, Oxides, Nitrides and Carbides*. AEC MDDC-1543, Sept. 20, 1945, p. 84.

Подписывайтесь на ежемесячный сборник
переводных материалов

«АТОМНАЯ ТЕХНИКА ЗА РУБЕЖОМ»

(Индекс 70025)

Журнал информирует о достижениях атомной науки и техники за рубежом. Публикует переводы, обзоры, рефераты и материалы справочного характера (сводные таблицы, патенты и т. п.) по важнейшим отраслям техники: ядерные реакторы; атомные электростанции; химия и металлургия ядерных реакторных материалов; производство радиоактивных изотопов и применение их в промышленности, сельском хозяйстве, биологии и медицине; дозиметрия и защита от радиоактивных излучений; утилизация радиоактивных отходов. Печатает также статьи и обзоры по отдельным вопросам ядерной физики (управляемые термоядерные реакции, каталитический синтез).

В специальном разделе «Краткие сообщения» освещает вопросы научного, технического, экономического и военного характера.

Подписная цена на год 6 руб.; цена отдельного номера 50 коп.

Журнал рассчитан на широкий круг читателей — физиков, химиков, геологов, работников атомной, электротехнической, приборостроительной, металлургической и других отраслей промышленности, преподавателей вузов и школ, студентов.

Подписка на журнал принимается общественными распространителями печати, в пунктах подписки «Союзпечати», по месту работы и учебы, в агентствах «Союзпечати», а также в любом почтамте и отделении связи.

570118