

Решая эту задачу аналитическим методом (методом электротепловых аналогий с помощью прибора ЭГДА [5]), находят-

ся положения изотерм, соответствующие установившемуся температурному режиму (рис. 2).

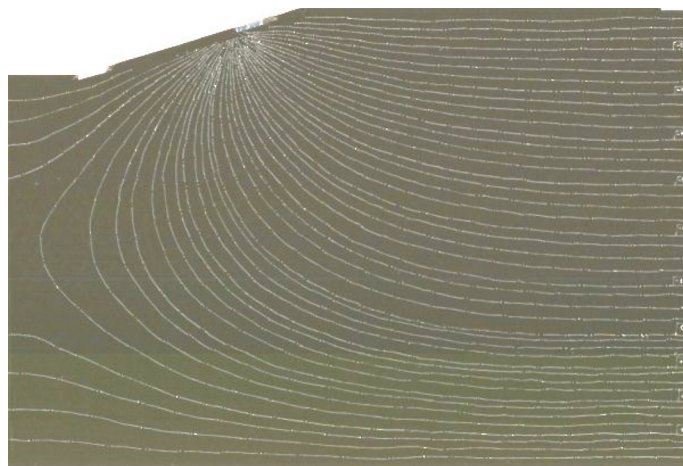


Рис. 2. Решение, полученное методом ЭГДА

Численная модель может быть реализована в программе «Tube» v.1.0 (канд. техн. наук, доцент Горохов Е.Н., канд. техн. наук, доцент Логинов В.И., аспирант Белов А.Н.). При рас-

чете рассматривается половина расчетной области. Результат расчета численным методом с помощью программы «Tube» представлен на рис. 3.

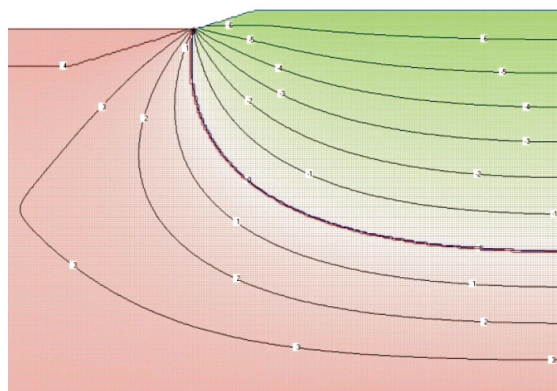


Рис. 3. Решение, полученное программой «Tube» v.1.0

При сравнении результатов решения задачи за эталон принималось решение методом ЭТА. Сравнение методик показывает, что численный метод определения температуры грунтового массива может использоваться при расчетах с абсолютной погрешностью до 0,1 °С.

Список литературы

1. Богословский П.А. Расчет многолетних изменений температуры земляных плотин, основанных на толще мерзлых грунтов // Труды Горьковск. инж.-строит. ин-та. – 1957. – Вып. 27. – С. 123-178.
2. Достовалов Б.Н. Общее мерзлотведение / Б.Н. Достовалов, В.А. Кудрявцев. – М.: Изд. МГУ, 1967. – 403 с.
3. Кондрагев К.Я. Актинометрия. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1965. – 691 с.
4. Лыков А.В. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – М.-Л.: ГЭИ, 1963. – 535 с.
5. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.

К ВОПРОСУ ОБ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖФАЗНОЙ ЭНЕРГИИ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА КРИСТАЛЛ-РАСПЛАВ

Дохов М.П.

Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия, Нальчик,
e-mail: vdokhova@yandex.ru

Построена теория межфазной энергии на границе кристалл- расплав в зависимости от ориентации кристаллографической грани для простых и переходных металлов.

Получена формула для вычисления межфазной энергии на границе кристаллическая грань- собственный расплав с учетом краевого угла.

В работе [1], применяя электронно-статистическую теорию металла, получено выражение для расчета межфазной энергии на границе грань кристалла полиморфной фазы – собственный расплав металла без учета краевого угла Θ между соответствующей гранью и расплавом.

В настоящей работе проведено обобщение формулы, полученной в [1] на случай ненулевого краевого угла, образуемого расплавом на грани (hkl) кристалла.

Представим межфазную энергию грани (hkl) металлического кристалла на границе с собственным расплавом $\sigma_{\text{тж}}(hkl)$ в виде уравнения Юнга

$$\sigma_o(hkl) = \frac{1}{5} n_o(hkl) \cdot |W(r_o)| \sum_{j=1}^{\infty} \left[1 + \frac{\delta(hkl) \cdot (2j+1)}{2bs\lambda} \right]^6, \quad (3)$$

где $n_o(hkl)$ – число частиц на 1 м^2 грани (hkl) в j -плоскости; $w(r_o)$ – полная энергия металлической решетки в равновесии (в расчете на один атом); $\delta(hkl)$ – межплоскостное расстояние; $b = 2(125/3)^{1/4}$, $s = 0,824(3,21/V_F)^{1/4} \text{ \AA}$ – линейный параметр, приводящий уравнение Томаса-Ферми к безразмерному виду; λ – вариационный параметр минимизирующий

$$\Delta\sigma_{\text{тн}}(hkl) = -\sigma_o(hkl)T \left\{ 2\alpha_p + \frac{c_v^T - \frac{3}{2}k}{|W(r_o)|} + \frac{3\delta(hkl)\alpha_p \sum_{i=0}^{\infty} \left\{ 2j-1 \left[1 + \frac{\delta(hkl)}{2bs\lambda} (2j+1) \right] \right\}^{-7}}{bs\lambda \sum_{j=0}^{\infty} \left[1 + \frac{\delta(hkl)}{2bs\lambda} (2j+1) \right]^6} \right\}. \quad (5)$$

Суммирование по j в (3) и (5) проводится до тех пор, пока отношение j -го вклада к первому вкладу не станет меньше 0,1%.

$$\sigma_{\text{тж}}(hkl) = \frac{1}{5} n_o(hkl) |W(r_o)| \cdot \sum_{j=0}^{\infty} \left[1 + \frac{\delta(hkl)}{2bs\lambda} \right]^6 - \sigma_o(hkl) \cdot T \times \left\{ 2\alpha_p + \frac{c_v^T - \frac{3}{2}k}{|W(r_o)|} + \frac{3\delta(hkl)\alpha_p \sum_{j=0}^{\infty} (2j+1) \left[1 + \frac{\delta(hkl)}{2bs\lambda} (2j+1) \right]^{-7}}{bs\lambda \sum_{j=0}^{\infty} \left[1 + \frac{\delta(hkl)}{2bs\lambda} \cdot 2(j+1) \right]^6} \right\} - \sigma_{\text{пн}} \cos \theta(hkl). \quad (6)$$

Здесь α_p – термический коэффициент линейного расширения; c_v^T и $c_v^n = \frac{3k}{2}$ – теплоемкости при постоянном объеме твердого металла и паробразного металла в расчете на один атом; k – постоянная Больцмана.

Зная $\Theta(hkl)$, по формуле (6) можно рассчитывать межфазную энергию грани (hkl) кристалла собственным расплавом.

Отсутствие экспериментальных данных $\Theta(hkl)$ не позволяет рассчитывать $\sigma_{\text{тж}}(hkl)$, по-

$$\sigma_{\text{тж}}(hkl) = \sigma_{\text{тн}}(hkl) - \sigma_{\text{пн}} \cos \theta(hkl). \quad (1)$$

Здесь $\sigma_{\text{тн}}(hkl)$ – поверхностная энергия кристалла грани (hkl) на границе с паром при температуре плавления; $\sigma_{\text{пн}}$ – поверхностная энергия расплава на границе с паром; $\Theta(hkl)$ – краевой угол расплава с гранью (hkl) .

Поверхностную энергию кристалла при температуре плавления запишем в виде

$$\sigma_{\text{тн}}(hkl) = \sigma_o(hkl) + \Delta\sigma_{\text{тн}}(hkl), \quad (2)$$

где $\sigma_o(hkl)$ – поверхностная энергия грани металлического кристалла на границе с вакуумом при абсолютном нуле температуры, равная согласно работе [2]

вклад в поверхностную энергию обменной поправки.

Энергия Ферми V_F равна

$$V_F = 26,07(Z/V_a)^{2/3} \text{ ЭВ}, \quad (4)$$

где Z – число электронов на атом. Для простых металлов $Z = 1$; V_a – атомный объем металла.

Температурный вклад в поверхностную энергию кристалла определяется по формуле:

Подставляя выражения (3) и (5) в (2), а последнее в (1), получим

этому в качестве примера проведем расчет $\sigma_{\text{тж}}$ для поликристаллического титана на границе со своим расплавом.

Краевой угол твердого поликристаллического титана собственным расплавом при температуре близкой к точке плавления составляет 9° [3]. Титан перед плавлением имеет объемноцентрированную кубическую структуру. Для кубических кристаллов среднее значение поверхностной энергии можно вычислять по формуле

$$\sigma_{\text{тн}} = \frac{1}{26} [6\sigma_{\text{тн}}(100) + 12 \cdot \sigma_{\text{тн}}(110) + 8\sigma_{\text{тн}}(111)]. \quad (7)$$

Используя, рассчитанные в [1] данные $\sigma_{Тн}^{пл} (hkl)$ для β -титана:

$$\sigma_{Тн} (100) = 1603 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2};$$

$$\sigma_{Тн} (110) = 1233 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2};$$

$$\sigma_{Тн} (111) = 2006 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$$

и подставляя их в формулу (7) получаем для

Для расплавленного титана с паром при температуре плавления $\sigma_{рп} = 1548 \text{ МДж/м}^2$. Наконец, подставляя эти данные в формулу (1), получим $\sigma_{Тж} = 27 \text{ МДж/м}^2$.

Отношение средней межфазной энергии твердого титана к поверхностной энергии расплава титана составляет 2%, что по порядку величины находится в согласии с расчетами С.Н. Задумкина, Л.М. Щербакова и др.

Если воспользоваться средним экспериментальным значением поверхностной энергии твердого титана $\sigma_{Тн} = 1630 \text{ МДж/м}^2$, приведенным в работе [4] получается $\sigma_{Тж} = 161 \text{ МДж/м}^2$.

Последний результат, по-видимому, является более вероятным значением $\sigma_{Тж}$ для титана.

В заключение отметим, что применение теории с учетом специфики переходного металла не улучшает согласие теории с экспериментом. Необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Список литературы

1. Арефьева Л.П. Анизотропия поверхностной энергии и барического коэффициента поверхностной энергии полиморфных фаз металлических кристаллов: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Нальчик, 2009. – 153 с.
2. Задумкин С.Н., Шебзухова И.Г. // Физика металлов и металловедение. – 1969. – Т.28. – №3. – С. 434.
3. Бойков Л.В., Фатиев И.С., Костиков В.И., Кошелев Ю.И. // Тез. докладов XXII итоговой конференции по производственным и научно-исследовательским работам в области сварки, выполненным в 1970 г. – Л., 1971. – С. 43.
4. Хоконов Х.Б. Поверхностные явления в расплавах и возникающих их них твердых фазах. – Кишинев: Штиинца. 1974. – С. 190.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В МИРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Кричке В.О., Кричке О.А., Кричке В.В.,
Чеплыгина Е.В.

*Самарский государственный
архитектурно-строительный университет,
Самара, e-mail: sgasu @ sgasu.ru*

Весь окружающий нас мир состоит из частиц веществ, которые определяют материальную сущность всего мирового пространства. Определяющим фактором существования мирового пространства и всего живого в нем является теплота как энергия, которая передается электромагнитными волнами [1]. Границ по максимальному и минимальному значению температуры не существует, как нет

границ Вселенной, с миллиардами Галактик и размерами микрочастиц веществ, познать которые человечеству пока, не суждено. При этом электромагнитные волны, как и теплота, являются определяющим фактором существования мирового пространства. Все частицы мирового пространства, от атома, молекулы, Галактики и пылинки, имеют вокруг себя электромагнитное поле, с помощью которого они взаимодействуют между собой, создавая Всемирное тяготение. Этим тяготением обладает планета Земля. Чтобы какое – либо тело покинуло поверхность Земли, ему необходимо задать первоначальную скорость 11 километров в секунду и тогда это тело навсегда потеряет связь с Землей, отправившись в бесконечное путешествие в Космос. Приемником и передатчиком электромагнитных волн является атом как вечный двигатель. Атом каждого вещества характеризуется собственной частотой колебания, уровнем накопления энергии, независимо от действующей температуры и времени накопления энергии, и излучением этой энергии взрывом. Действующие электромагнитные поля состоят из магнитных и электрических полей, которые взаимодействуют между собой и с окружающим пространством за счет теплоты и могут складываться. Атом выступает как приемник и источник электромагнитных волн, характеризующих теплоту, и как усилитель амплитуды электромагнитных волн, которую он отдает в мировое пространство взрывом. Уровень и время накопления энергии для каждого вещества различные и они служат характеристикой этого вещества. Каждое вещество поглощает и испускает энергию определенного спектра частот, амплитуда которых при поглощении и взрыве различная. Взрыв атома – это мгновенное излучение им накопленной за определенное время тепловой энергии в виде электромагнитных волн в пространство, окружающее атом, которое воспринимает энергию этого импульса, добавляя ее к уже имеющейся. Если температура вокруг атома будет достаточно высокой, то при определенном числе взрывов атом начинает светиться и все вещество в целом. От этого светятся Звезды в мировом пространстве. Таким образом, свечение Солнца и Звезд осуществляется под действием электромагнитных волн. Электромагнитные волны, как вид материи, могут переносить со скоростью света частицы различных веществ. Это использует природа для переноса живых существ в мировом пространстве с одной планеты на другую. Таким образом, электромагнитные волны являются частицей живых существ. Пройдет еще немного времени и станут найдены планеты, где имеются живые существа. и электромагнитные волны буду главным средством общения живых существ между собой. На Земле электромагнитные волны используются в системах радиосвязи. В настоящее время изучены спектры всех