

## К теории многократного прохождения заряженных частиц сквозь тонкую мишень

ХОХЛОВ Ю. К.

Рассматривается случай, когда циклический ускоритель или накопитель имеет внутреннюю полупрозрачную мишень, описываемую как бесконечно тонкий слой бесконечно плотного вещества. Наклон мишени; относительно оси пучка произволен, и градиент плотности отличен от нуля (клинообразность) в  $x$ - и  $z$ -направлениях.

Расчет, выполненный по теории возмущений, дает для декрементов синхро-бетатронных колебаний следующие выражения:

$$\Gamma_{\delta\tau} = - \int_0^{2\pi} \frac{d\vartheta}{\gamma\beta K_0} \frac{e \partial E_x}{c \partial t} f_E(\vartheta);$$

$$\Gamma_{\delta E} = -\Gamma_{\delta\tau} + \Delta E \left[ \frac{\partial \ln \Delta_{\perp} E}{\partial E} + K_0 \operatorname{tg} \psi \frac{df_E}{d\vartheta} + \left( \frac{\partial \ln \Delta_{\perp} E}{\cos \psi \partial \xi} - K \operatorname{tg}^2 \psi \right) f_E \right]_M;$$

$$\Gamma_x = \frac{\Delta E}{2pv} - \frac{\Delta E}{2} \left[ K_0 \operatorname{tg} \psi \frac{df_E}{d\vartheta} + \left( \frac{\partial \ln \Delta_{\perp} E}{\cos \psi \partial \xi} - K \operatorname{tg}^2 \psi \right) f_E \right]_M;$$

$$\Gamma_z = \frac{\Delta E}{2pv}, \quad \Gamma_{x'} = \Gamma_x, \quad \Gamma_{z'} = \Gamma_z.$$

Здесь  $\delta\tau = -c\delta t$ ;  $\delta t$  и  $\delta E$  — временное и энергетическое отклонение рассматриваемой частицы от опорной;  $x, x', z, z'$  — переменные в фазовом пространстве бетатронных колебаний;  $\Delta E > 0$  — потеря энергии в мишени;  $\Delta_{\perp} E = \Delta E \cos \psi$ ;

$\psi$  — угол наклона мишени относительно опорной орбиты в горизонтальной плоскости;  $\xi$  — продольная координата мишени;  $f_E(\vartheta)$  — отклик переменной  $x(\vartheta)$  на единичное приращение энергии;  $\vartheta$  — обобщенный азимут;  $K$  и  $K_0$  — кривизна и средняя кривизна опорной орбиты;  $M$  — индекс, означающий, что соответствующее выражение берется в точке пересечения опорной орбиты с мишенью;  $E_x - x$  — составляющая ускоряющего электрического поля.

Зависимость результата от  $\partial E_x / \partial t$  соответствует известному факту отсутствия автофазировки в изохронном циклотроне (параметрический резонанс синхротронных колебаний).

Из данных формул видно, что горизонтальная клинообразность, выражаемая величиной  $\partial \ln \Delta_{\perp} E / \cos \psi \partial \xi$ , всюду объединяется с  $K \operatorname{tg}^2 \psi$ . Это означает, что она в известных пределах эквивалентна горизонтальному наклону мишени. Вертикальная клинообразность, так же как и наклон мишени в вертикальной плоскости, не внесла вклад в декременты. При нулевом наклоне мишени и  $\partial E_x / \partial t = 0$  настоящий результат переходит в результат предшествующих работ [1—3].

В работе приведены также итоги исследования влияния мишени на внутреннее статистическое распределение частиц в сгустке.

(№ 745/7473. Статья поступила в Редакцию 19/VII 1973 г., аннотация — 30/IV 1974 г. Полный текст 0,25 а. л., 6 библиографических ссылок.)

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коломенский А. А. «Атомная энергия», 1965, т. 19, с. 534.
2. Будкер Г. И. «Атомная энергия», 1967, т. 22, с. 346.
3. Адо Ю. М., Балбеков В. И. «Атомная энергия», 1974, т. 31, с. 40.

## Тепломассообмен при газофазном осаждении карбида циркония

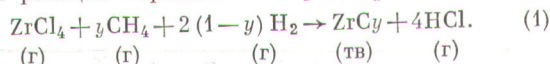
ПРАСОЛОВ В. П., ФЕДОРОВ Э. М.

УДК 536.24:66.063.2

Метод получения покрытий осаждением из газовой фазы находит все более широкое применение для получения изделий, предназначенных для работы в жестких температурных условиях [1]. Специфика проведения процесса — большие температурные перепады, изменение молярного объема в химической реакции, существенное влияние естественной конвекции — не позволяет использовать оценочные методы, а требует точного решения задачи о газофазном осаждении.

В настоящей работе в приближении ламинарного пограничного слоя для случая свободной конвекции решается задача о тепломассообмене при осаждении  $ZrC$  на круглый нагретый стержень. Модель процесса такова:  $ZrCl_4$  и  $CH_4$  диффундируют в водороде к поверхности подложки, где происходит необратимая гетеро-

генная реакция образования карбида:



Состав получаемого карбида находится из условия равновесия реакции:



$$P_{CH_4} = P_{CH_4}^{eq} = K_p(T) P_C(y, T) P_{H_2}^2,$$

где  $K_p(T)$  — константа равновесия;  $P_C(y, T)$  — активность углерода в карбиде данного состава (определялась по результатам работы [2]);  $P_{CH_4}, P_{H_2}$  — парциальные давления метана и водорода у стенки.