



Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

М. Н. Турко, Коэффициенты вязкости углекислого газа при высоких температурах, *ТВТ*, 1970, том 8, выпуск 5, 1097–1098

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 44.220.255.141

5 ноября 2024 г., 03:01:24



КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЯЗКОСТИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

М. Н. Турко

Определение кинетических коэффициентов переноса углекислого газа при высоких температурах представляет в настоящее время несомненный интерес. Коэффициенты вязкости и теплопроводности углекислого газа известны лишь при низких температурах (до 10^3 °К) в случае, когда диссоциацией газа можно пренебречь [1]. В [2] найдены коэффициенты переноса многокомпонентных газовых смесей, состоящих из углекислого газа, окиси углерода, азота и других компонентов. Однако при этом не учитывалось изменение состава смеси при высоких температурах, обусловленное процессами диссоциации и ионизации молекул и атомов газа.

Автором произведен расчет коэффициента вязкости углекислого газа при давлении 1 атм вплоть до температуры 10^4 К. Известно, что при температуре $T = 2500$ К начинается диссоциация углекислого газа, появляются молекулы окиси углерода и кислорода, а при еще более высоких температурах — атомы углерода и кислорода, состав плазмы меняется [3]. При температуре $7000-8000$ К заметно возрастает доля электронной и ионной составляющих. Определение коэффициентов вязкости η_{ik} и η_{ii} производили по известным соотношениям молекулярно-кинетической теории [4], причем в качестве потенциала взаимодействия частиц использовался потенциал Леннарда — Джонса. Необходимые параметры σ_{ik} и ϵ_{ik}/k для различных взаимодействий определяли исходя из табличных значений констант Ван-дер-Ваальса для соответствующих компонентов. Коэффициенты вязкости для ионов углерода C^+ и кислорода O^+ вычисляли при температурах $T \geq 8000$ К по формуле

Коэффициент вязкости углекислого газа	
$T \cdot 10^{-3}, ^\circ K$	$\eta_{см} \cdot 10^5, \text{ н} \cdot \text{сек}/\text{м}^2$
2	6,3
4	11,3
6	15,3
8	20,0
10	24,1

$$\eta_i = 2,97 \cdot 10^{-6} \frac{T^{5/2} m_i^{1/2}}{\ln(1 + v^2) - [v^2/(1 + v^2)]}, \quad (1)$$

где

$$v^2 = 4kT/e^2 n_e^{1/3} = 2,39 \cdot 10^3 T n_e^{-1/3}, \quad (2)$$

m_i — масса иона, n_e — концентрация электронов [5]. Вязкость газовой смеси рассчитывали, используя общее соотношение для первого приближения вязкости многокомпонентной смеси по [4].

Окончательные результаты расчета приведены в таблице. С ростом температуры вязкость углекислого газа растет и при $T = 10\,000$ К достигает значения $24 \cdot 10^{-5} \text{ н} \cdot \text{сек}/\text{м}^2$. Суммарная относительная погрешность расчета не превышает 10–15%.

Институт физики
Сибирского отделения
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
26 I 1970

ЛИТЕРАТУРА

1. М. П. Вукалович, В. В. Алтуни. Теплофизические свойства двуокиси углерода. Атомиздат, 1965.
2. C. W. Bauknight. Thermodynamic and Transport Properties of Gases, Liquids and Solids. 1959, p. 92.
3. А. С. Плешанов, С. Г. Зайцев. В сб. Физическая газодинамика, теплообмен и термодинамика газов при высоких температурах. Изд. АН СССР, 1962, стр. 15.
4. Д. Гиршфельдер, Ч. Кертисс, Р. Берд. Молекулярная теория газов и жидкостей. Изд. иностр. лит., 1961.
5. С. Чепмен, Т. Каулинг. Математическая теория неоднородных газов. Изд. иностр. лит., 1960.