

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ВОДОРОД-МЕТАН И ВОДОРОД-АЗОТ

Арутюнян Г.С.

Кафедра физики

Ниже приводятся результаты измерений теплопроводности смесей водорода с метаном и азотом при различных температурах и давлениях, приведенных методом регулярного теплового режима на установке с цилиндрическим бикалориметром [1, 2]. Теплопроводность указанных газовых смесей изучена недостаточно особенно при высоких давлениях.

Смеси азот-водород исследованы только при атмосферном давлении. Ибс и Херст [3] измерили теплопроводность смеси азот-водород при температуре 273К, а Грей и Райт - в интервале температур 293 до 423К[4]. Баруа и сотрудники [5] методом нагретой нити определили теплопроводность этих смесей в интервале температур от 258 до 473 К. Результаты измерений [4, 5] согласуются между собой в пределах 2-3%.

Нами измерена теплопроводность смесей метан-водород двух составов (86 и 36% объема метан) и азот-водород то же двух составов (75,46% объема водорода). Измерения выполнены в интервале температур от 298 до 500К и при давлениях от 0,1 до 40 МПа. Все измерения были проведены на бикалориметре с зазором между внешним и внутренним цилиндром, равным 1,05мм. При этом перепады температуры в зазоре не превышали 0,5°C. Суммарные поправки, вносимые в процессе расчета коэффициента теплопроводности по результатам измерений, не превышали 4-5%. Анализ состава исследованных смесей проводился с погрешностью от 0,1 до 0,3%. Чистота газов (по паспортным данным) составляла водород 99,9% азот 99,99, метан 99,9%.

Результаты измерений теплопроводности смесей метан-водород приведены в таб.1,2 смесей азот-водород таб.3.

Выравненные по изотермам, изобарам и концентрациям значения коэффициента теплопроводности представлены в таб. 4.5.

Возможная погрешность предоставленных в таблицах экспериментальных и выравненных значений составляет по нашей оценке не более 2%.

Таб. 1 Теплопроводность смеси (86 % CH_4 +14% H_2) $\lambda \cdot 10^4$ Вт / м.К

P, МПа	Температура, К			
	298	382	454	500
2,5	505	-	-	-
	510	-	-	-
	520	-	-	-
5,7	530	655	795	900
	535	660	800	910
	540	665	810	915
10,1	585	695	815	920
	585	700	825	930
	590	710	835	932
20,3	705	760	865	965
	710	765	875	965
	710	775	880	970
30,4	815	830	925	1010
	825	835	925	1010
	835	845	930	1011
40,0	-	905	970	1040
	-	910	985	1040
	-	915	986	1050

На рис. 1 графически дана зависимость теплопроводности смеси 64% Н + 36% СН₄, от давления при различных температурах, а на рис. 2 дана зависимость теплопроводности смеси 3Н₂ + N₂ от давления при различных температурах.

Сравнение полученных нами результатов с данными вышеуказанных исследователей показывает их согласование с результатами измерений [4,5] в пределах 3-4%.

Таб. 2. Теплопроводность смеси (36 % СН₄+64% Н₂) $\lambda \cdot 10^4$ Вт/м.К

P, МПа	Температура, К			
	298	375	450	500
2,5	-	1280	-	-
	-	1290	-	-
	-	1300	-	-
5,1	1100	1320	-	-
	1105	1336	-	-
	1102	1328	-	-
10,1	1130	1320	1530	1710
	1140	1336	1545	1730
	1145	1328	1550	1750
20,3	1210	1390	1600	1760
	1230	1391	1600	1770
	1226	1396	1608	1780
30,4	1290	1440	1640	1790
	1300	1450	1650	1800
	1310	1458	1608	1808
40,0	1370	1510	1690	1820
	1380	1518	1698	1830
	1390	1526	1710	1840

Таб. 3. Теплопроводность смеси (46 % Н₂+64 % N₂) $\lambda \cdot 10^4$ Вт/м.К

P, МПа	Температура, К			
	298	376	455	500
0,3	655	775	-	-
	660	785	-	-
	665	785	-	-
5,1	670	690	890	980
	675	705	905	985
	675	706	910	-
10,1	680	795	895	985
	690	794	905	986
	695	795	905	-
20,3	705	810	915	-
	710	815	915	-
	715	815	-	-
30,4	745	835	935	1000
	745	835	940	1020
40,0	780	860	935	1020
	785	860	945	1030

Таб. 4. Теплопроводность смеси ($H_2 + N_2$) $\lambda \cdot 10^4$ Вт / м.К

P, МПа	Температура, К				
	300	350	400	450	500
0 % H_2					
0.1	259	282	324	355	385
5	281	310	340	369	397
10	310	333	359	385	411
20	379	387	403	422	443
30	450	447	449	462	478
40	515	497	495	501	513
25 % H_2					
0.1	433	481	527	586	641
5	450	494	539	601	647
10	463	502	551	609	658
20	502	544	580	628	680
30	548	578	610	653	697
40	587	608	642	678	713
50 % H_2					
0.1	714	797	875	953	1032
5	731	809	887	962	1039
10	743	819	898	970	1045
20	771	844	919	987	1051
30	801	869	938	1003	1063
40	832	890	956	1017	1078
75 % H_2					
0.1	1149	1298	1427	1540	1646
5	1172	1316	1442	1553	1658
10	1195	1335	1459	1568	1668
20	1241	1373	1490	1595	1691
30	1287	1409	1524	1622	1714
40	1333	1444	1553	1647	1735
100 % H_2					
0.1	179	2030	2218	2398	2572
5	1828	2055	2237	2414	2587
10	1860	2080	2258	2431	2603
20	1926	2134	2304	2469	2640
30	2001	2193	2354	2515	2680
40	2080	2255	2410	2564	2724

Таб. 5. Теплопроводность смеси (выровненные значение) $CH_4 + H_2$ $\lambda \cdot 10^4$ Вт / м.К

P, МПа	Температура, К				
	300	350	400	450	500
0 % H_2					
0.1	342	418	497	520	665
2	357	429	509	582	680
5	387	453	530	613	701
10	456	507	574	650	736
20	632	630	666	729	808
30	762	742	768	820	884
40	864	837	859	895	955
25 % H_2					
0.1	592	672	770	885	1011

2	605	686	784	894	1019
5	632	709	802	908	1028
10	676	745	831	934	1076
20	772	815	887	985	1093
30	897	883	944	1036	1134
40	980	963	1009	1084	1172

50 % H₂

0.1	875	980	1106	1250	1411
2	887	996	1118	1262	1418
5	913	1017	1135	1275	1427
10	950	1047	1298	1298	1453
20	1030	1108	1212	1348	1490
30	1124	1171	1266	1398	1539
40	1201	1240	1325	1447	1576

75 % H₂

0.1	1266	1418	1577	1743	1507
2	1279	1432	1584	1752	1934
5	1305	1449	1602	1769	1945
10	1365	1481	1630	1796	1965
20	1409	1543	1682	1840	2009
30	1488	1616	1737	1890	2049
40	1562	1676	1799	1939	2091

100 % H₂

0.1	1799	2030	2218	2398	2572
2	1812	2040	2225	2404	2578
5	1828	2055	2237	2414	2587
10	1860	2080	2258	2431	2603
20	1926	2134	2304	2469	2640
30	2001	2193	2354	2515	2680
40	2080	2255	2410	2564	2724

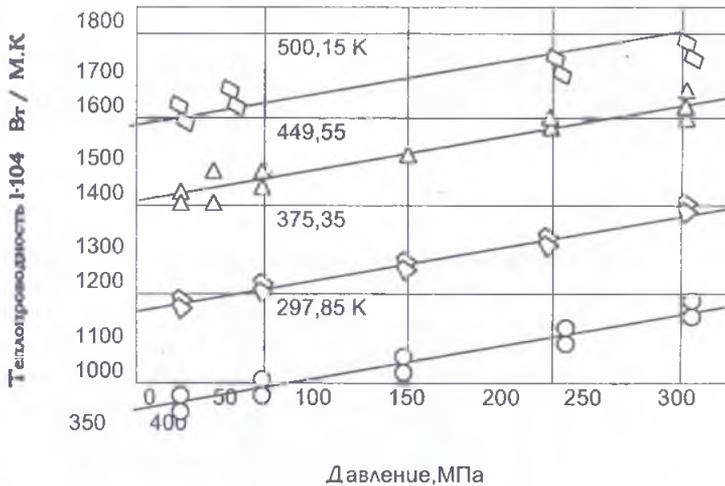


Рис.1 Зависимость теплопроводности смеси 36.1 % CH₄+64% H₂ от давления при различных температурах

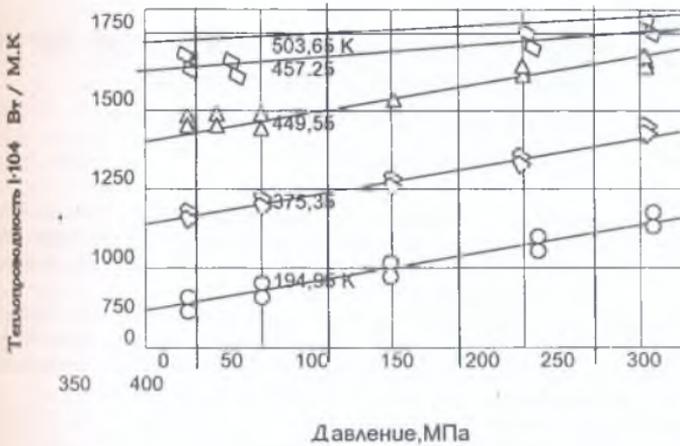


Рис.2. Зависимость теплопроводности смеси $3H_2 + N$ от давления при различных температурах.

Ջրածին-մեթան, ջրածին-ազոտ գազային խառնուրդների ջերմահաղորդականությունը:

Ամփոփում

Կանոնավոր ջերմային շարժման ռեժիմի մեթոդով գլանային բիկալորիմետրով փորձականորեն չափված է ջրածին-մեթան խառնուրդի ջերմահաղորդականությանը 2 բաղադրությամբ (85,36% մեթանի ծավալ) և ազոտ-ջրածին խառնուրդի ջերմահաղորդականությանը նրկու բաղադրությամբ (75,46% ջրածնի ծավալ): Չափման տիրույթը 298-500K և 0,1-40MPa: Փորձնական տվյալները ներկայացված են աղյուսակների և գրաֆիկների տեսքով: Փորձնական տվյալների հնարավոր սխալը կազմում է 2%:

Резюме

Теплопроводность газовых смесей водород-метан и водород-азот

Методом регулярного теплового режима на установке с цилиндрическим бикалориметром измерены теплопроводности смесей водорода с метаном (85,36% объема метана) и азотом (75,46% объема водорода). Диапазон измерений 298-500K и 0,1-40MPa. Экспериментальные данные представлены в виде таблиц и графиков. Возможная погрешность экспериментальных данных составляет 2 %.

Լուրատուրա

1. И.Ф.Голуев. Теплоэнергетика 12,1963 г
2. Г.С. Арутюнян – Автореферат канд.тех.наук, Баку, 1982
3. T.L.Ibbs, A.A. Hirst. Proceedings of the Royal Society, London, A123, NA791., 1992
4. P.Gray, P.G. Wright. Proceedings of the Royal Society, London, A263, 1991
5. P.Mukhopadhyay. A.Das Gupta, A.K. Barua. British Journal of applied physics, 18 N9, 1967.