

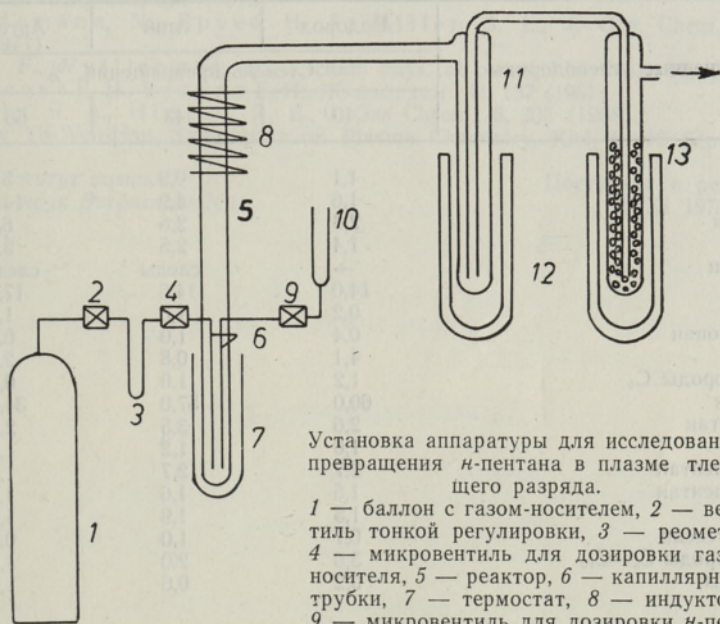
Ю. КАУП, К. ТАЮР, О. ЭЙЗЕН

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ *n*-ПЕНТАНА В ВЧ-ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

J. KAUP, K. TAJUR, O. EISEN. *n*-PENTAANI MUUNDUMISEST HUUMLAHENDUSES

J. KAUP, K. TAJUR, O. EISEN. ON THE DECOMPOSITION OF *n*-PENTANE IN GLOW DISCHARGE

Превращения разных химических соединений в электрических разрядах исследовались многими учеными [1-7]. Из алифатических углеводородов наиболее детально изучен метан в различных условиях и разрядах [8-14]. Превращения этана, этилена, ацетилен, а в особенности выс-



Установка аппаратуры для исследования превращения *n*-пентана в плазме тлеющего разряда.

1 — баллон с газом-носителем, 2 — вентиль тонкой регулировки, 3 — реометр, 4 — микровентиль для дозировки газаносителя, 5 — реактор, 6 — капиллярные трубки, 7 — термостат, 8 — индуктор, 9 — микровентиль для дозировки *n*-пентана, 10 — сосуд с *n*-пентаном, 11 — ловушка, 12 — сосуды Дьюара с жидким азотом, 13 — ловушка с активированным углем.

ших алифатических углеводородов в электрических разрядах изучены сравнительно мало. В литературе отсутствуют данные о превращениях алифатических углеводородов C_5-C_7 в плазме тлеющего разряда.

В настоящей работе изложены результаты изучения превращения *n*-пентана в плазме ВЧ-тлеющего разряда.

Использованная в наших опытах аппаратура (рисунок) была аналогичной аппаратуре, описанной в [5, 7, 13]. Рабочая частота высокочастотного генератора 13,56 Мгц позволила использовать безэлектродный реактор. Энергия вводилась с помощью индуктора, состоящего из 6-миллиметровой медной трубки (11 витков). Опыты проводились в стеклянной (из пирекса) аппаратуре проточного типа. Газами-носителями служили водород, гелий и аргон. Скорость подачи *n*-пентана 0,1 мл/мин. Продукты реакции конденсировали в ловушках, охлаждаемых жидким азотом. Реактор в индукторе охлаждали снаружи вентилятором. Объем разрядной зоны — 10 мл.

Опыты проводились при остаточном давлении 3 мм рт. ст. Продукты превращения *n*-пентана в плазме тлеющего разряда анализировались методом газожидкостной хроматографии. В качестве жидкой фазы служил сквалан. Состав углеводородов C₁—C₄ уточняли на полисорбе-1. Индивидуальные компоненты идентифицировались по временам удерживания и путем сравнения с эталонными углеводородами.

Установлено [5, 7], что электрические разряды обуславливают возбуждение, ионизацию и разложение органических веществ, а также синтез новых молекул. Как и следовало ожидать, в плазме тлеющего разряда из *n*-пентана образовались предельные и непредельные углеводороды с числом атомов углерода в них меньше и больше пяти (таблица). Относи-

Продукты превращения *n*-пентана в ВЧ-тлеющем разряде

Полученные углеводороды	Водород	Гелий	Аргон
	Степень превращения, %		
	40	43	66
Метан	1,1	0,9	5,7
Этилен	1,6	4,9	14,0
Ацетилен	2,3	2,6	6,5
Этан	1,4	2,5	5,0
Пропилен	—	следы	следы
Пропан	14,0	14,6	17,5
Аллен	0,2	1,0	1,7
Метилпропан	0,4	1,0	0,7
Бутан	4,1	0,8	2,0
Углеводороды C ₄	1,2	1,0	0,8
<i>n</i> -Пентан	60,0	57,0	34,0
Метилбутан	2,6	3,5	2,0
Пентен-1	1,0	1,2	1,8
2-Метилпентан	2,7	2,7	1,4
3-Метилпентан	1,5	1,6	1,1
<i>n</i> -Гексан	1,5	1,9	1,9
3-Метилгексан	0,7	1,0	0,8
Углеводороды C ₆ —C ₁₀	3,6	2,0	1,4
Полимеры	0,2	0,6	1,6

тельно высокое содержание углеводородов C₁—C₄ в продуктах превращения *n*-пентана в тлеющем разряде, в свою очередь, подтверждает сходство плазмохимической реакции с реакцией термического разложения углеводородов [5].

Интересно отметить, что природа газа-носителя оказывает существенное влияние на глубину процесса, т. е. на степень превращения *n*-пентана, а также на количество углеводородов с числом атомов угле-

рода в них меньше пяти. Как следует из полученных данных, содержание пропана в продуктах реакции в присутствии водорода и гелия в несколько раз выше содержания углеводородов C_1 — C_2 , а в присутствии аргона сходно с содержанием этилена. Это обстоятельство показывает, что, по всей вероятности, разрыв углеродной цепи C_5 происходит между вторым и третьим атомами углерода *n*-пентана.

Следует отметить, что, кроме образовавшихся жидких продуктов превращения *n*-пентана в плазме ВЧ-тлеющего разряда, на стенках реактора появлялась пленка из твердых полимеров. Аналогичные результаты получены и при превращении *n*-октана в электрических разрядах [15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Thomas, C. L., Egloff, G., Morell, J. C., Chem. Rev., **28**, 43 (1941).
2. McTaggart, F. K., Plasmachemistry in Electrical Discharges. Elsevier, Amsterdam, 1967.
3. Baddour, R. F., Timmins, R. S., The Application of Plasma to Chemical Processing. Pergamon, Oxford, 1967.
4. Suhr, H., Angew. Chemie, **84**, 876 (1972).
5. Suhr, H., Rolle, G., Shrader, B., Naturwissenschaften **55**, 168 (1968).
6. Suhr, H., Topics in Current Chemistry, Synthesis of Organic Compounds in Glow and Corona Discharges. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1973.
7. Кинетика и термодинамика химических реакций в низкотемпературной плазме. М., 1965.
8. Химические реакции органических продуктов в электрических разрядах. М., 1966.
9. Бебешко Г. И., Еремин Е. Н., Ж. физ. хим., **48**, 609 (1974).
10. Capezzuto, P., Francesco, C., Pasquale, M., Ettore, M., Gazz. Chim. ital., **103**, 891 (1973).
11. Friedemann, N., Bovee, H. A., Miller, S. L., J. Org. Chem., **36**, 2894 (1971).
12. Goff, F., Vuillermos, B., J. chim. phys. et phys. chim. biol., **66**, 403 (1969).
13. Борисова Е. Н., Еремин Е. Н., Ж. физ. хим., **41**, 137 (1967).
14. Hively, R. A., Hinton, R. E., J. Gas Chrom., **6**, 203 (1968).
15. Pedrow Yii-Wen-Hsu, Symposium on Plasma Chemistry, Kiel, 6—10 Sept. 1973.

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
21/XI 1975