

Применение ртутно-масляного терморегулятора при высоких температурах.

(Из Лаборатории Органической Химии Сибирского Технологического Института).

Работая с 1925 года над активностью галоидов в органических соединениях, мне приходилось иметь дело, в большинстве случаев, с реакциями при высоких температурах (100° — 400° С). Причем, одним из главных затруднений было сохранение постоянства температуры, при газовом нагреве печей, во время всего хода реакций, которые иногда требовали сотни часов. Колебания же температуры, выходящие за пределы 10° С, весьма значительно влияют на скорость реакций и понижают точность получаемых результатов. С другой стороны, недостаток светильного газа, его неравномерный ток и недостаточная очистка, еще более усиливали эти температурные колебания и затрудняли регулирование температуры нагрева печей, в которых помещались реагирующие вещества. Поэтому необходимость автоматического регулирования температуры печей выявилась уже к концу первого года работы. Так как все опыты носили предварительный, общий характер, то и колебания температуры были допустимы для моих целей, в пределах 8° — 10° С. При просмотре литературы по этому вопросу, обращают на себя внимание следующие типы терморегуляторов: наибольшей простотой отличается терморегулятор, предложенный G. L. Andrae¹⁾. Точность регулировки температуры здесь доходит до $0,04$ — $0,05^{\circ}$ С, но, к сожалению, регулятор применим лишь для невысоких температур. Затем интересно отметить несколько видов регуляторов для низких температур, описанных Ostwald—Luther'ом²⁾ и Oskar Hahn'ом³⁾. M. Bodenstein с сотрудниками предлагает два вида терморегуляторов для высоких температур (с электрическим нагревом). Регулятор предлагаемый M. Bodenstein'ом и Fr. Kranendieck'ом⁴⁾ отличается более сложной конструкцией и доводит точность регулировки до 1° С. (При 800 — 900° С). Другой вид терморегулятора предлагаемый M. Bodenstein'ом и W. Pohl'ем⁵⁾ проще по конструкции и имеет в основе своего принципа суммарное действие нескольких трубок с расширяющейся средой (4-х трубок с толуолом и одной с воздухом) на ртутный клапан, закрывающий отверстие газоприводной трубки (при газовом нагреве) и замыкающий контакт (при электронагреве). К недостатку конструкции надо отнести громоздкость и большой вес этого прибора. Зато, данный принцип позволяет (теоретически) довести точность регулировки температуры до любого предела. Для пользования, при своей работе, печами с газовым нагревом, мной сконструирован в 1926/27 г. терморегулятор, с которым я и ра-

¹⁾ Annalen der Physik u. Ch. IV (1878), 64.

²⁾ Ostwald—Luther. Physiko—Chemisch. Messungen (113).

³⁾ Zeitschrift f. Phys. Chem. 41 (1903 г.), 525.

⁴⁾ Zeitschrift f. Elektroch. 18, (1912), 417.

⁵⁾ Zeitschrift f. Elektroch. 11, (1905), № 1, 375.

ботал в течении 3-х лет. Отличаясь простотой, этот терморегулятор (Смотр. чертеж), имеет в основе общепринятый принцип ртутного клапана (А) закрывающего конец газопроводной трубки (В). Расширяющейся средой в колене (СС') служит высококипящее, тщательно высушенное, смазочное масло. Работа терморегулятора проверена и дала удовлетворительные результаты даже при температуре выше 400°C . Опасность ядовитых паров ртути¹⁾ совершенно устранена, вследствие удаления клапана (А) от печи на 25—30 см. и асбестового щита (MN), благодаря чему температура ртути не превышает $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$.

В заключение привожу несколько сравнительных таблиц колебаний температур, которые были получены при следующих условиях:

1. Все испытания производились для всех 3-х печей одновременно, а следовательно при одинаковых качественных и количественных колебаниях газа (в мае и ноябре 1929 г.).

2. Температура I-й печи регулировалась автоматически при помощи вышеописанного терморегулятора, II-я и III-я печь регулировались от руки (без терморегулятора).

3. Испытания проведены при 2-х температурах: около 150° и 250°C .

4. Объем расширяющейся среды (масла), испытываемого терморегулятора был около 30 см.^3

Таблица № 1.
наблюдений температуры печей (с газовым нагревом).

Задание температуры		I-я печь с терморегулятором.		II-я печь		III-я печь	
		149° С.		140° С.		250° С.	
	Часы	Темпер. печи	Отклонения от темпер. задания	Темпер. печи	Отклонения от темпер. задания	Темпер. печи	Отклонения от темпер. задания
1929 год (19/v)	1	149,3	+0,3	138	-2	252	+2
	2	149,6	+0,6	136	-4	278	+28
	3	148,2	-0,8	135	-5	257	+7
	4	150,0	+1,0	138	-2	250	0,0
	5	149,0	0,0	131	-9	246	-4
	6	149,8	+0,8	134	-6	280	+30
	7	149,0	0,0	151	+11	256	+6
	8	150,0	+1,0	113	-27	246	-4
	9	149,0	0,0	146	+6	281	+31
Сумма		1343,9	4,2	1222	72	2346	112
Среднее		149,31	0,5	135,8	8	260,7	12,4
Максимум		150,0	+1,0	151	+11	281	+31
Минимум		148,2	-0,8	113	-27	246	-4

¹⁾ Ostwalp--Zuther. Physiko--Chem. Messungen (119).

Таблица № 2
наблюдений температуры печей (с газовым нагревом).

		I-я печь с термо-регулятор.		II-я печь		III-я печь	
Задание температуры		250° С.		150° С.		150° С.	
	Часы	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания
1929 год (20/V).	1	150,0	0,0	150	0	243	-7
	2	152,2	+2,2	147	-3	276	+26
	3	151,3	+1,3	145	-5	232	-18
	4	150,2	+0,2	139	-11	257	+7
	5	149,8	-0,2	134	-16	255	+5
	7	149,9	-0,1	132	-18	257	+7
	7	150,1	+0,1	148	-2	264	+14
	8	148,7	-1,3	159	+9	278	+28
	9	150,0	0,0	161	+11	252	+2
Сумма		1350,2	5,4	1315	75	2314	114
Среднее		150,2	0,6	146,1	8,3	257,1	12,7
Максимум		152,2	+2,2	161	+11	278	+28
Минимум		148,7	-1,3	132	-18	232	-18

Таблица № 3
наблюдений температуры печей (с газовым нагревом).

		I-я печь с термо-регулятор.		II-я печь		III-я печь	
Задание температуры		151° С.		150° С.		250° С.	
	Часы	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания
1929 год (21/V)	1	149,5	-1,5	139	-11	245	-5
	2	150,7	-0,3	142	-8	255	+5
	3	152,0	+1,0	153	+3	287	+37
	4	151,0	0,0	163	+13	255	+5
	5	150,8	-0,2	146	-4	250	0
	6	152,0	+1,0	139	-11	274	+24
	7	152,3	+1,3	152	+2	269	+19
	8	152,2	+1,2	156	+6	254	+4
	9	152,2	+1,2	144	-6	249	-1
Сумма		1362,7	7,7	1334	64	2338	100
Среднее		151,4	0,86	148,2	7,11	259,8	11,1
Максимум		152,3	+1,3	163	+13	287	+37
Минимум		149,5	-1,5	139	-11	245	-5

Таблица № 4
наблюдений температуры печей (с газовым нагревом).

Задание температуры		I-я печь с термо-регулятор.		II-я печь		III-я печь	
Задание температуры		146° С.		140° С.		250° С.	
Месяц и число	Часы	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания	Темпер. печи	Отклоне-ния от темпер. задания
1929 год (25.V)	1	146,8	+0,8	119	-21	235	-15
	2	146,0	0,0	113	-27	270	+20
	3	146,7	+0,7	117	-23	243	-7
	4	145,7	-0,3	153	+13	289	+39
	5	145,4	-0,6	142	+2	287	+37
	6	146,2	+0,2	137	-3	212	-38
	7	145,2	-0,8	153	+13	289	+39
	8	146,8	+0,8	142	+2	242	-8
	9	146,0	+0,0	137	-3	264	+14
Сумма		1314,8	4,2	1213,0	107	2331	+81
Среднее		146,1	0,5	134,8	11,9	259	+9
Максимум		146,8	+0,8	153	+13	289	+39
Минимум		145,2	-0,8	113	-27	212	-38

Таблица № 5.
наблюдений температуры печей (с газовым нагревом).

Задание температуры		I-я печь с терморегулятор		II-я печь	
		245° С.		250° С.	
	Часы	Темпер. печи	Отклонения от температур. задания	Темпер. печи	Отклонения от температур. задания
1929 год (19.X)	1	245,5	+0,5	246,0	-4,0
	2	245,3	+0,3	247,1	-2,9
	3	245,3	+0,3	250,5	+0,5
	4	245,3	+0,3	249,5	-0,5
	5	245,2	+0,2	248,2	-1,8
	6	245,2	+0,2	249,4	-0,6
	7	245,1	+0,1	252,5	+2,5
Сумма		1716,9	1,9	1743,2	12,8
Среднее		245,3	0,27	249,0	1,83
Максимум		245,5	+0,5	252,5	+2,5
Минимум		245,1	+0,1	246,0	-4,0

Таким образом, как видно из таблиц, средние колебания температуры (при терморегуляторе) не выходят за пределы 1° С. Чувствительность терморегулятора и точность регулировки температуры могут быть весьма значительно повышены, при увеличении объема расширяющейся среды (масла).

Испытания терморегулятора произведены в Лаборатории Органической Химии Сиб. Технологического Института, за что приношу благодарность, Заведующему Лабораторией профессору Б. В. Трону.

Е. Крюгер.

7 ноября 1929 г.

