

Рис. 2. Зависимость параметров  $H_f$  (а) и  $\Delta H_{pp}$  (б) от скорости нагревания (выдержка  $\tau=90$  мин): 1 — 430; 2 — 480; 3 — 500; 4 — 520 °С

лее острой в центральной части, а ее спад на крыльях более плавным, так что форма линии становится ближе к лоренцевой, а обменное взаимодействие между неодинаковыми спинами ведет к уширению линии поглощения. Однако этот фактор по своей величине значительно слабее, чем сужение при взаимодействии одинаковых спинов.

Анализ изменения формы спектра ЭПР образцов заключался в измерении ширины первой производной линии поглощения на определенной высоте от нулевой линии  $H_f$ .

Исследовали зависимость ЭПР-характеристик полученных карбонизованных остатков от условий термообработки — изотермической выдержки, конечной температуры и скорости нагрева.

Ширина спектра ЭПР полученных образцов  $\Delta H_{pp}$  практически остается постоянной с изменением изотермической выдержки от 30 до 360 мин при всех конечных температурах термической обработки. Изменение формы линии с выдержкой

$\tau$ , мин	Изменение показателя $H_f$ в зависимости от температуры термической обработки, °С				
	350	430	480	500	520
30	0	0	0	0	0
60	0	0	2,4	3,4	4,5
90	0	0,4	7,4	8,5	7,5
120	0	1,7	11,0	12,7	7,5
180	0	2,7	14,0	14,8	8,1
240	0	4,4	16,4	15,3	8,1
300	0	8,9	17,1	15,4	8,4
360	0	14,4	19,8	15,4	8,4

Примечание. Изменения значений  $H_f$  приведены для скорости 15 °С/мин.

для разных температур термической обработки имеет различный характер (рис. 1, а). Так, для пеков, обработанных при 350 °С, форма линии остается постоянной. При более высоких температурах на всех графиках наблюдается сужение параметра  $H_f$ , однако наибольшее изменение отмечено для образцов, полученных при 480 и 500 °С (см. таблицу). Для пеков, обработанных при 520 °С, уменьшение  $H_f$  наблюдается лишь в интервале до 60 мин. Увеличение выдержки не приводит к существенным изменениям формы линии.

Концентрация парамагнитных центров (ПМЦ) термообработанных пеков с увеличением продолжительности нагрева возрастает (см. рис. 1, б). Исключение составляет серия опытов с температурой обработки 350 °С, для которой  $N$  практически не изменяется. Наиболее заметно эта зависимость проявляется для образцов, полученных при 480 и 500 °С. Так, при всех скоростях нагрева до 480 °С концентрация ПМЦ образцов с  $\tau=360$  мин увеличилась приблизительно в 6 раз по сравнению с  $N$  образцов с  $\tau=30$  мин. При температуре термообработки 520 °С заметный рост концентрации ПМЦ происходит лишь в течение первых 30—60 мин. Дальнейшее изменение значений в зависимости от выдержки незначительно, и можно говорить об относительном постоянстве этого параметра.

Для оценки влияния скорости нагрева строили графики зависимости  $\Delta H_{pp}$ ,  $H_f$  и  $N$  для каждой

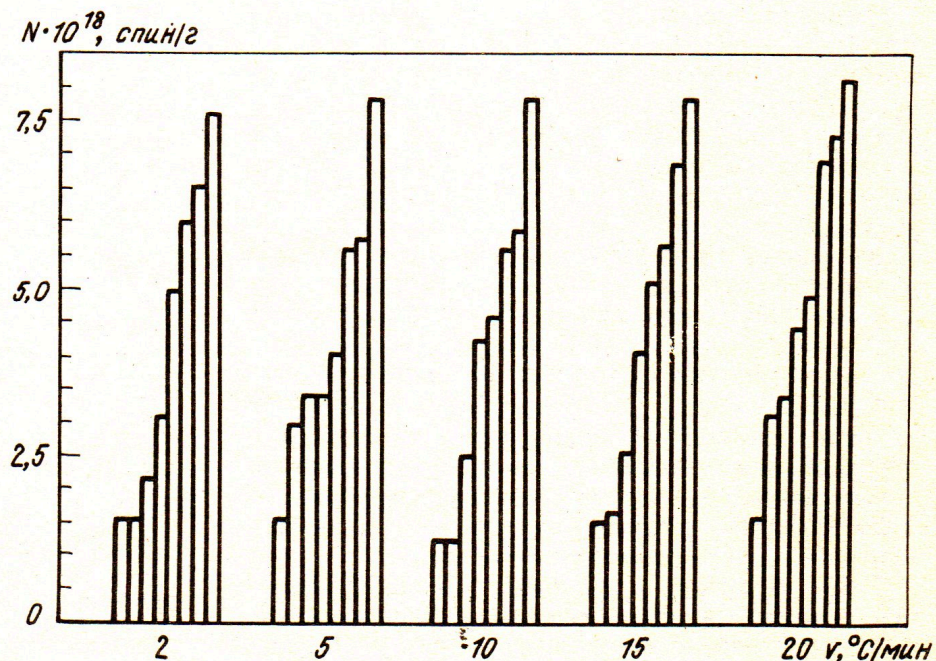


Рис. 3. Изменение значений  $N$  для различных скоростей нагревания (температура термической обработки 480 °С) в зависимости от выдержки, мин: 1 — 30; 2 — 60; 3 — 90; 4 — 120; 5 — 180; 6 — 240; 7 — 300; 8 — 360