

**Таблица 2.** Результаты гидрогенизации смолы (5 МПа,  $\tau = 15$  мин, смола:нефтяной пастообразователь = 1:1, лабораторная установка высокого давления)

Добавка серы, % от массы катализатора	Темпе- ратура, °С	Выход жидких продуктов с т. кип., °С			Суммарный выход дистиллятной фракции, %	Газ + H <sub>2</sub> O, мас. %	Шлам, мас. %	Потери, мас. %
		до 180	180–250	250–320				
Без катализатора и добавок серы	350	5.3	11.4	13.2	29.9	36.0	16.2	17.9
	400	7.8	15.3	24.0	47.1	36.3	9.1	7.5
	450	10.3	7.6	12.9	30.8	36.0	19.3	13.9
В присутствии наногетерогенного дисульфида молибдена								
0.025% Mo + 0.03% S	350	1.3	15.2	42.0	58.5	22.8	14.5	4.2
	400	1.7	22.8	52.3	76.8	8.2	9.2	5.8
	450	1.2	11.5	38.8	51.5	26.4	14.2	7.9
0.05% Mo + 0.06% S	350	4.2	6.4	23.3	33.9	34.9	14.6	16.6
	400	14.7	18.7	31.7	65.1	10.7	18.5	5.7
	450	10.3	7.6	13.7	31.6	37.4	17.4	13.6
0.12% Mo + 0.09% S	350	4.2	6.4	23.2	33.8	40.0	17.8	8.4
	400	9.3	14.0	34.6	57.9	22.1	10.6	9.4
	450	5.3	7.1	12.6	25.0	45.0	18.9	11.1

ны 14.73; асфальтены 1.52; смолы 8.2; элементный состав, мас. %: С 83.85; Н 11.27; S 1.81; N 0.80; O 2.27.

Приготовление катализатора осуществляли добавлением в смолу водного раствора парамолибдата аммония (3.0 мас. % от сырья), а также сульфидирующей добавки элементной серы (в порошкообразном виде) в количестве 0.03–0.09% от массы катализатора и диспергированием полученной смеси в гомогенизаторе при температуре 130°C и скорости вращения пластин 1500 об./мин. Концентрация металла составляла 0.025, 0.05 и 0.12% в расчете на сырье.

Опыты проводили в условиях лабораторной установки высокого давления с пустотелым реактором объемом 0.25 дм<sup>3</sup> и перемешивающим устройством. Смесь смолы с катализатором и добавкой серы, нагретую до 70–80°C, загружали в реактор, который предварительно продували аргоном и заполняли водородом при начальном давлении 2–3 МПа. Включали обогрев реактора, а при достижении 150°C перемешивающее устройство. Температуру замеряли терпарой и автоматически поддерживали с точностью  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Рабочее давление водорода составляло 5.0 МПа,

температура 350–450°C, время реакции 15 мин. Давление водорода 5.0 МПа было выбрано в качестве эффективного на основании экспериментальных данных [11] и результатов, полученных в [12, 13].

Групповой углеводородный состав полученных дистиллятных фракций смолы определяли на хроматографе “ХРОМАТЭК” (Германия), содержание серы – на приборе “POST LEKI P1437” (Германия) методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектromетрии. ИК-спектры получали на ИК-спектрометре SPECTRUM-65 фирмы “PERKIN ELMER” при частотах 4000–450 см<sup>-1</sup>. Фазовый состав твердых продуктов оценивали методом РФА на приборе ДРОН-2. Форму и размеры твердых частиц определяли по фотоснимкам, полученным на сканирующем электронном микроскопе HITACHI S-4800.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты гидрогенизации смолы приведены в табл. 2, из которой видно, что при температуре 400°C в присутствии катализатора, содержащего 0.025% Mo и 0.03% добавок серы, суммарный вы-