

Сравнение минералогических моделей для 3 различных ареотерм

Проведено сравнение 6 химических составов мантии (DW85, MA79, T13, LF97, S99, KC08) и 3 различных ареотерм мантии. Ареотермы здесь обозначены как ATL (areoterm low), ATM (areoterm medium) and ATH (areoterm high). В анализе варьируются плотность ρ_{crust} ($2.7\text{-}3.1 \text{ кг}/\text{м}^3$) и толщина коры l_{crust} ($24\text{-}72 \text{ км}$), молярное содержание FeS в ядре x_{S} (0-1) и параметр вязкости η_0 ($10^{18} \text{ — } 10^{21} \text{ Па}\cdot\text{с}$).

Для начала был проведен предварительный анализ моделей с целью выяснить возможные значения x_{S} . Основанием для отбора служило соответствие модельных значений момента инерции наблюдаемым (модельные значения числа Лява k_2 можно дополнительно корректировать за счет параметра вязкости). Результат отбора представлен в таблице

	ATL	ATM	ATH
BF97/DW85	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.5$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.8$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.9$
MA79	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.5$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.5$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.6$
T13	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.6$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 0.9$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$
LF97	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$
S99	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$
KC08	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$	$x_{\text{S}} = 0.0 - 1.0$

Далее детально исследовались каждый из 18 вариантов хим. модель-ареотерма

DW85

Для разных ареотерм получились разные результаты. Модели ареотермы ATL не подошли, т. к. число Лява оказалось меньше, чем наблюдаемое (рис. 1). На рисунке разными цветами обозначены разные значения вязкости, слева-направо, $\eta_0 = 10^{21}, 10^{20}, 10^{19}$ и $10^{18} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Для каждого значения вязкости и содержания серы показаны самые правые значения для моделей – дальнейшее варьирование плотности и толщины коры приводит к более низким значениям числа Лява (показано градиентом в сторону слева от наклонной линии постоянной вязкости)

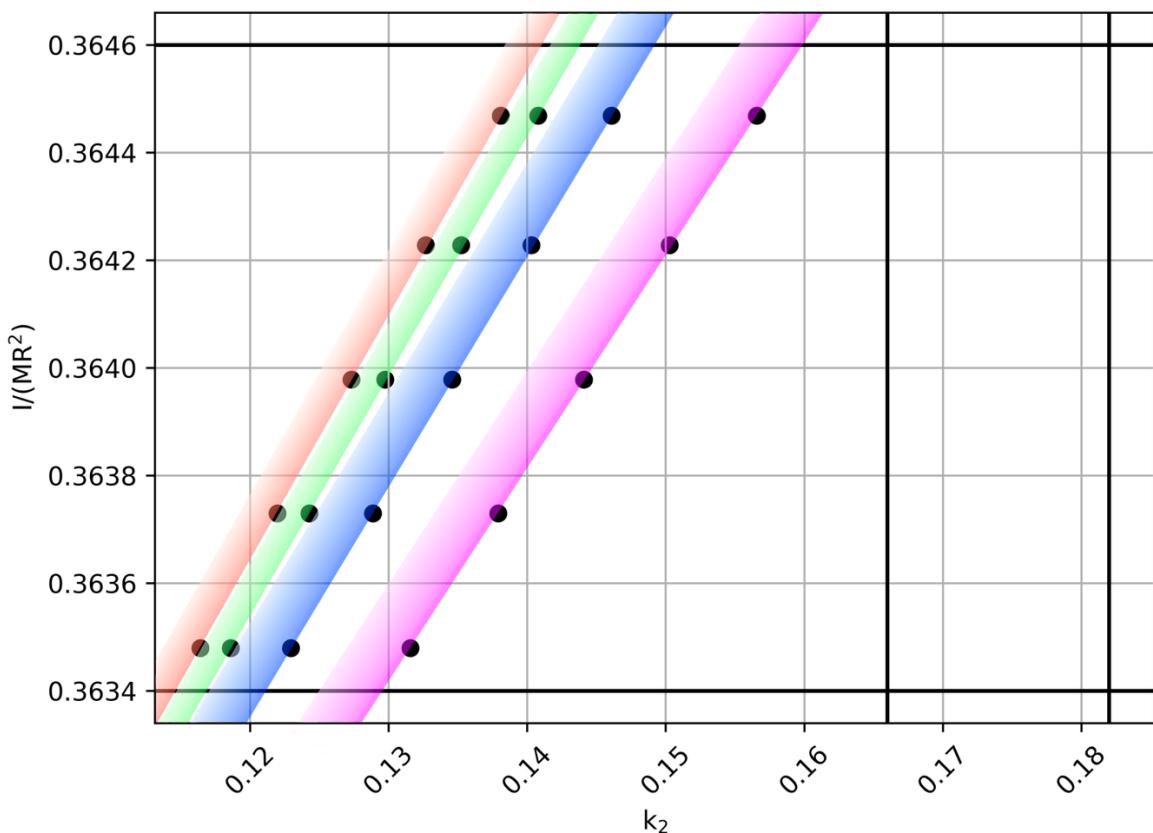


Рис. 1. Модели хим. состава DW85-ATL

Модели ареотермы ATM подошли частично: модели с вязкостью $\eta_0 = 10^{20}-10^{21}$ Па·с не подошли в силу низкого числа Лява (рис. 2), а модели с вязкостью $\eta_0 = 10^{18}-10^{19}$ Па·с подошли и представлены на рис. 3

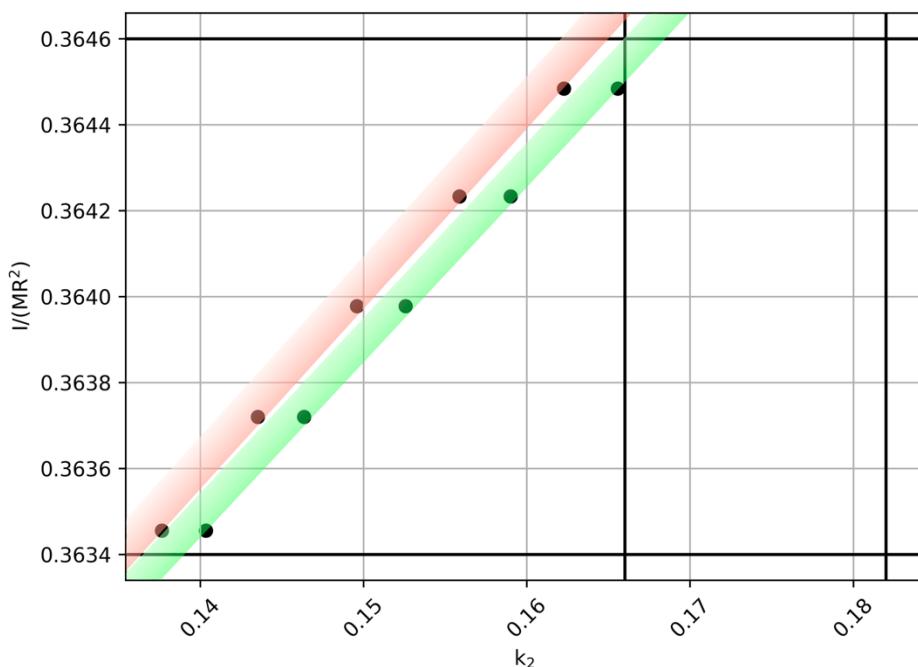


Рис. 2. Модели хим. состава DW85-ATM, параметр вязкости $\eta_0 = 10^{20}-10^{21}$ Па·с

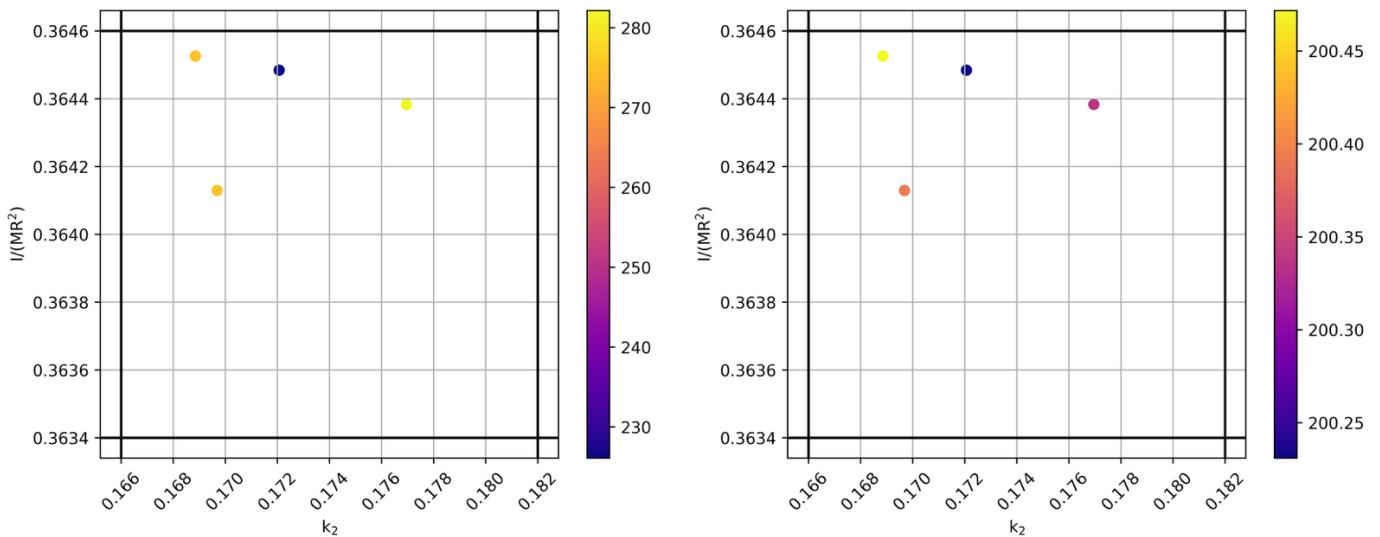


Рис. 3. Модели хим. состава DW85-ATM, параметр вязкости $\eta_0 = 10^{18}-10^{19}$ Па·с

Модели ареотермы ATH попали в диапазоны наблюдаемых значений момента инерции и числа Лява k_2 (рис. 4)

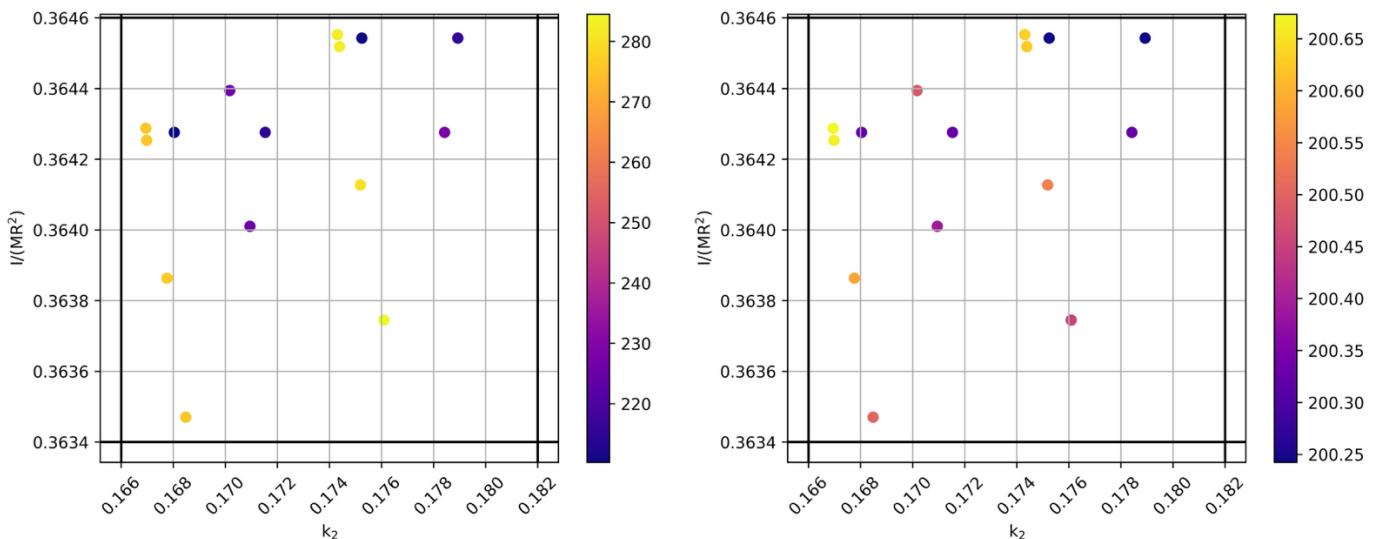


Рис. 4. Модели хим. состава DW85-ATH

МА79

Модели состава MA79 качественно отличаются в зависимости от используемой ареотермы. Для ареотерм ATL и ATM все модели не подошли во всем диапазоне параметра вязкости (рис. 5 и 6)

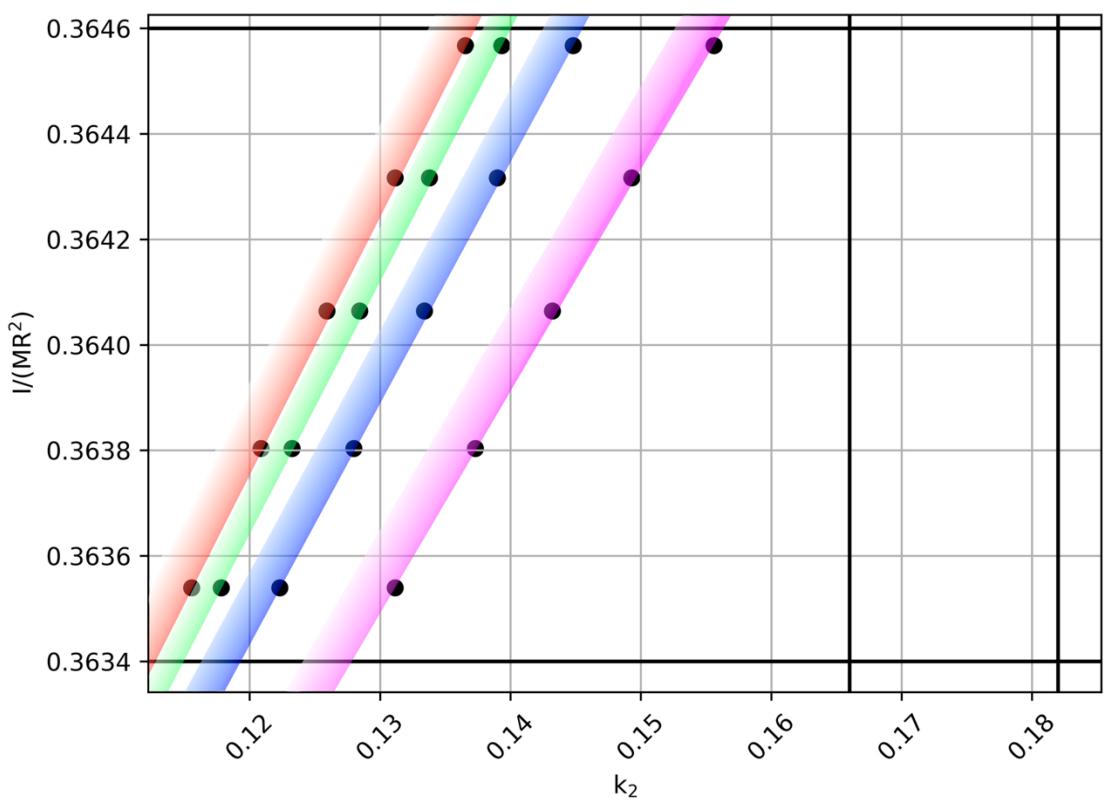


Рис. 5. Модели хим. состава MA79-ATL

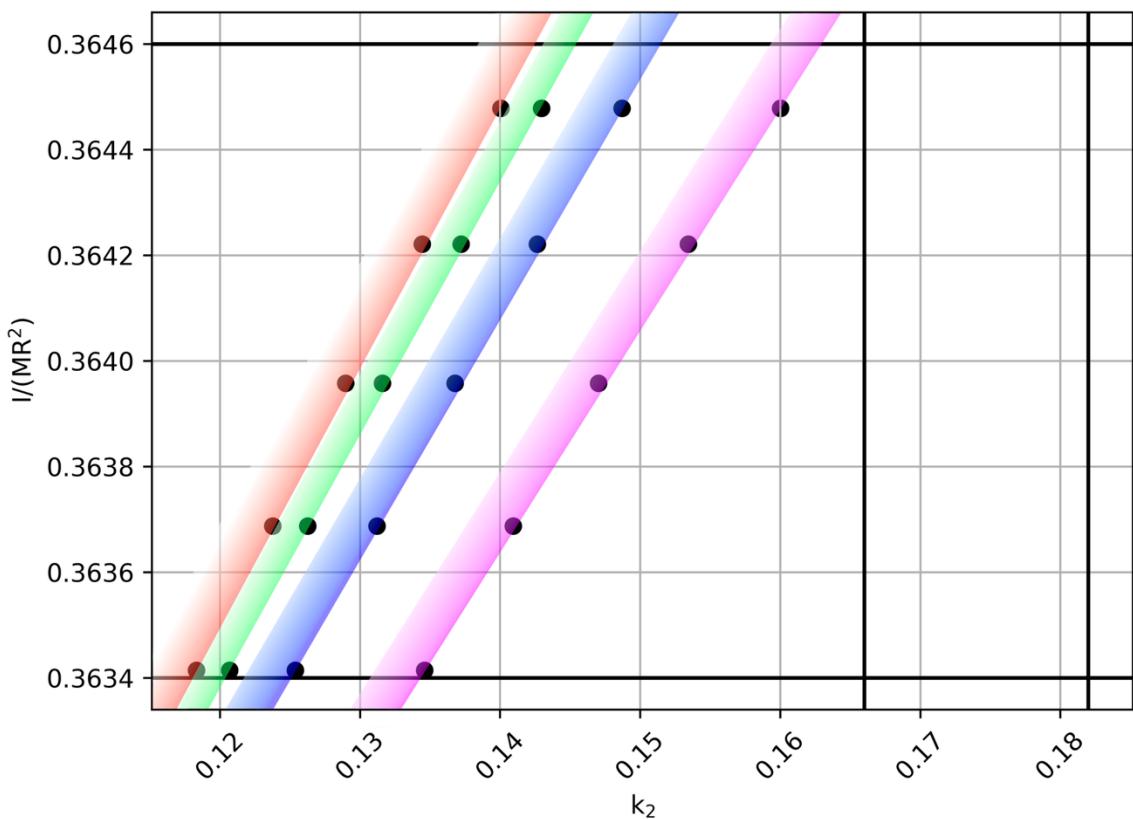


Рис. 6. Модели хим. состава MA79-ATM

Для ареотермы ATH модели с вязкостью $\eta_0 = 10^{19}-10^{21}$ Па·с не подошли по значению модельного числа Лява (рис. 7), а с вязкостью $\eta_0 = 10^{18}$ Па·с – подошли и удовлетворяют наблюдаемым данным (рис. 8)

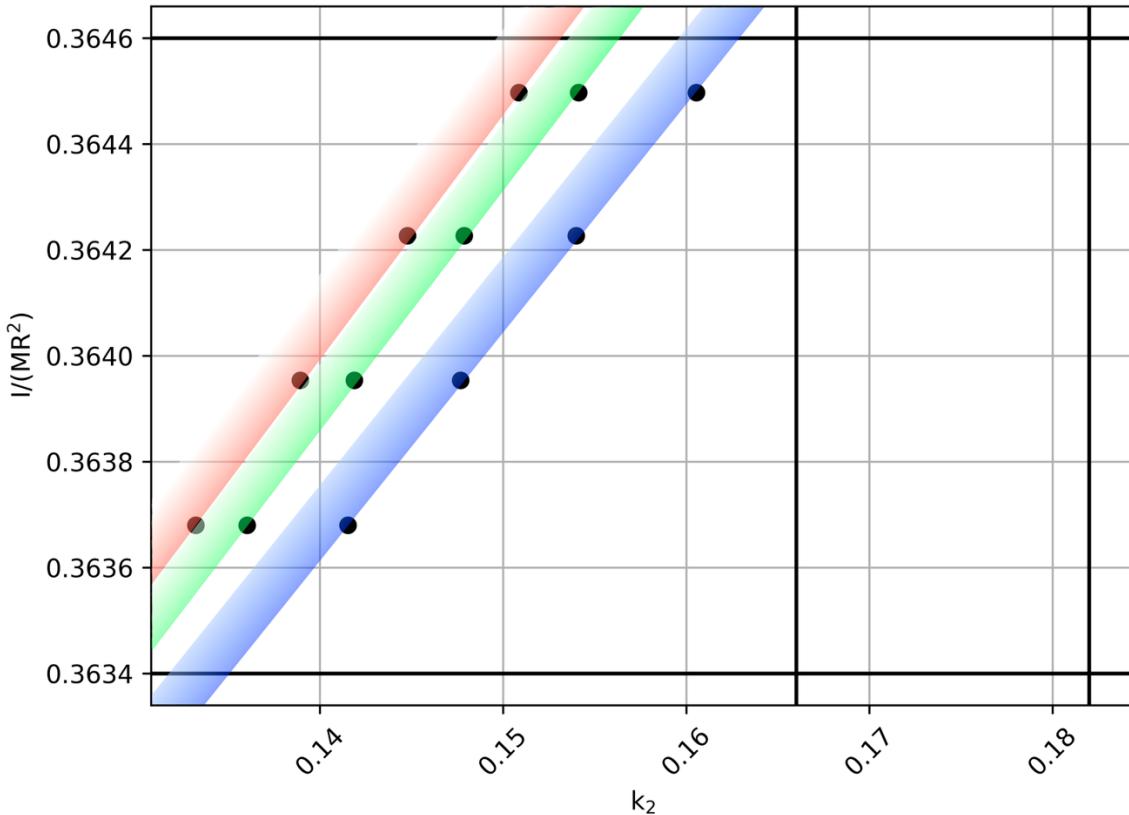


Рис. 7. Модели хим. состава MA79-ATH, параметр вязкости $\eta_0 = 10^{19}-10^{21}$ Па·с

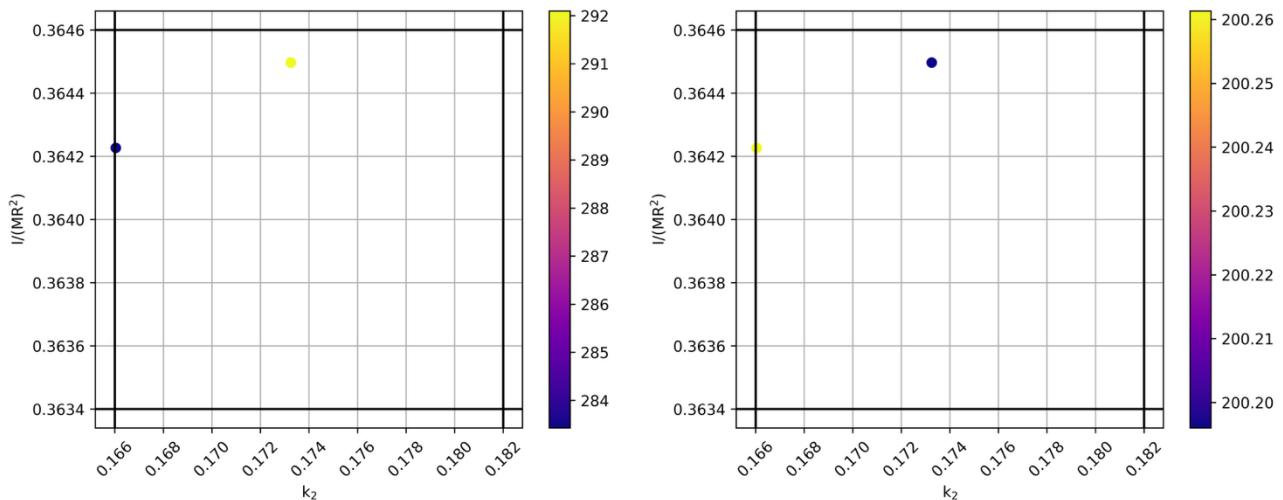


Рис. 8. Модели хим. состава MA79-ATH, параметр вязкости $\eta_0 = 10^{18}$ Па·с

T13

Для состава T13 модели с ареотермой ATL не удовлетворяют наблюдаемым данным в силу низкого значения k_2 (рис. 9), а с ареотермами ATM и ATH – удовлетворяют наблюдаемым данным (рис. 10-11)

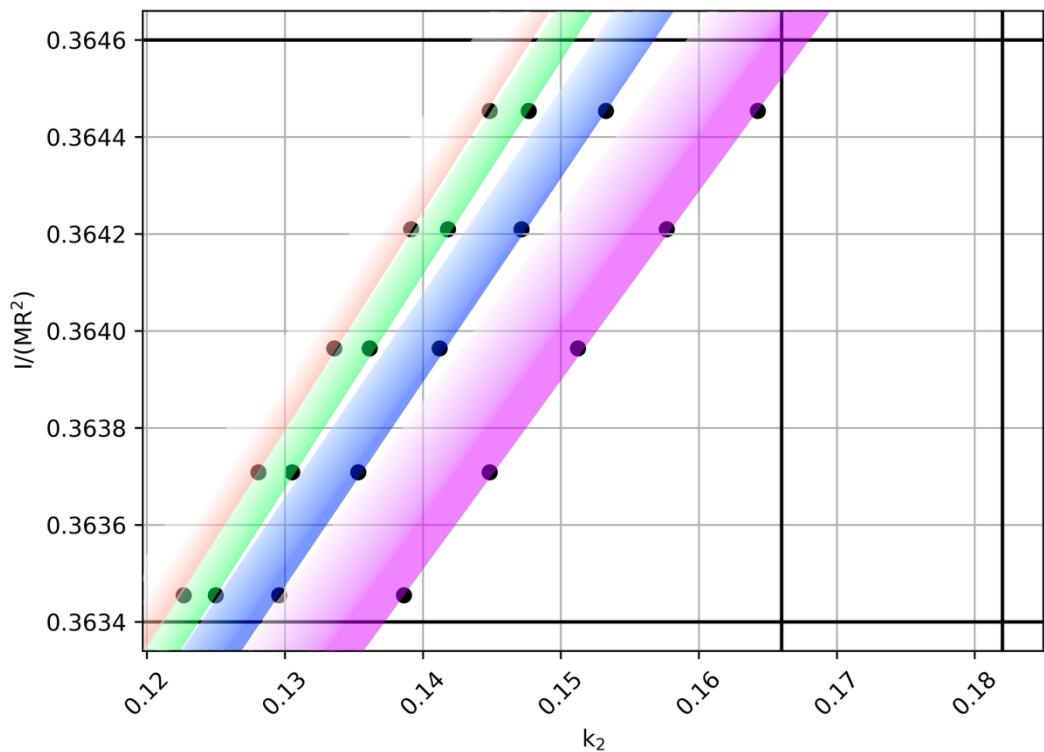


Рис. 9. Модели хим. состава T13-ATL

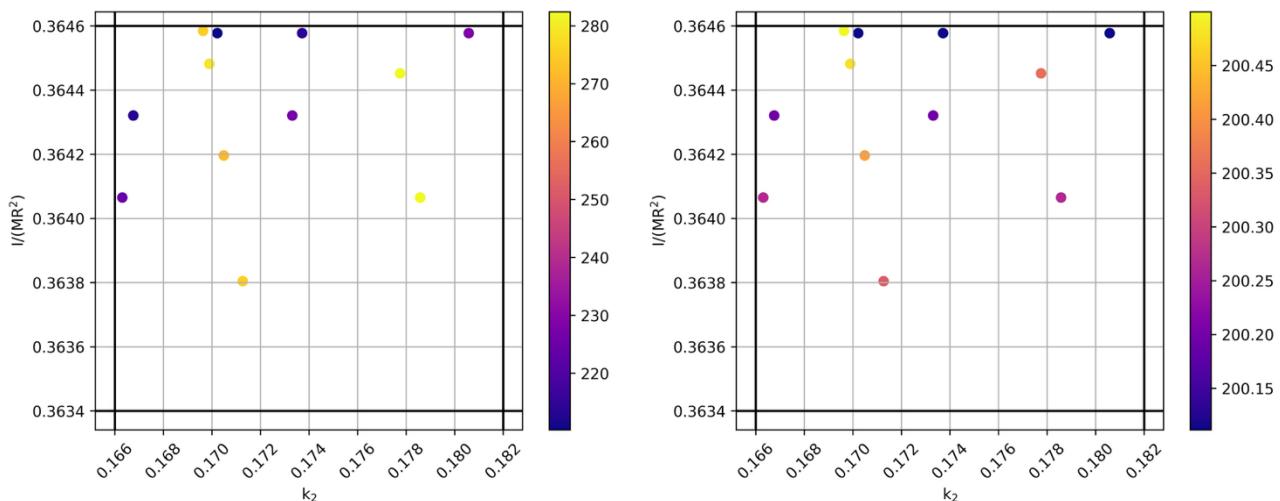


Рис. 10. Модели хим. состава T13-ATM

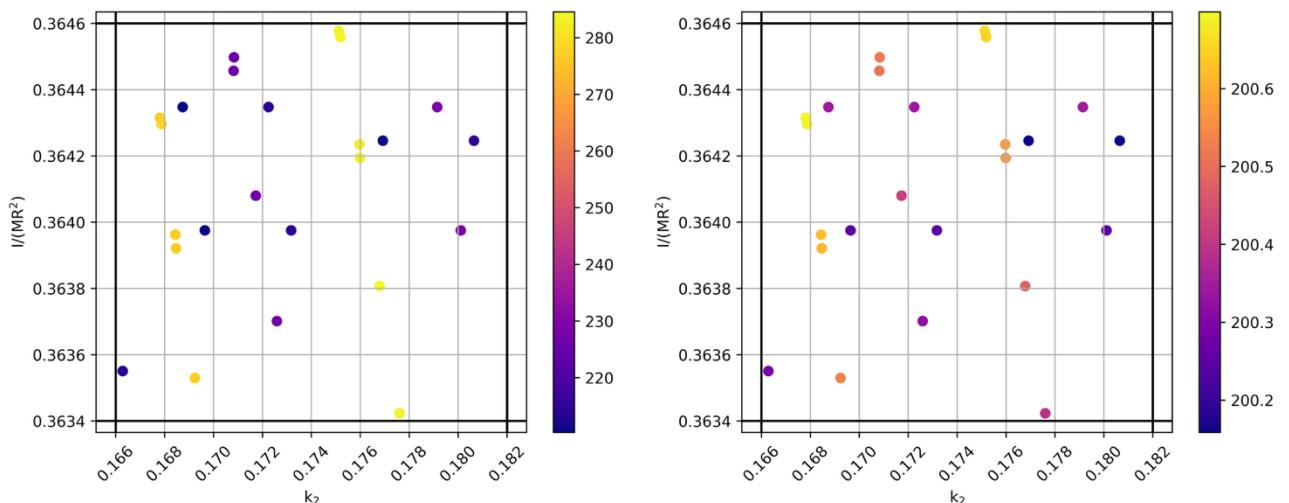


Рис. 11. Модели хим. состава T13-ATH

LF97

Для остальных составов – LF97, S99 и KC08 - все модели подошли по значениям числа Лява и момента инерции и представлены на рис. 12-14 (LF97), 15-17 (S99) и 18-20 (KC08)

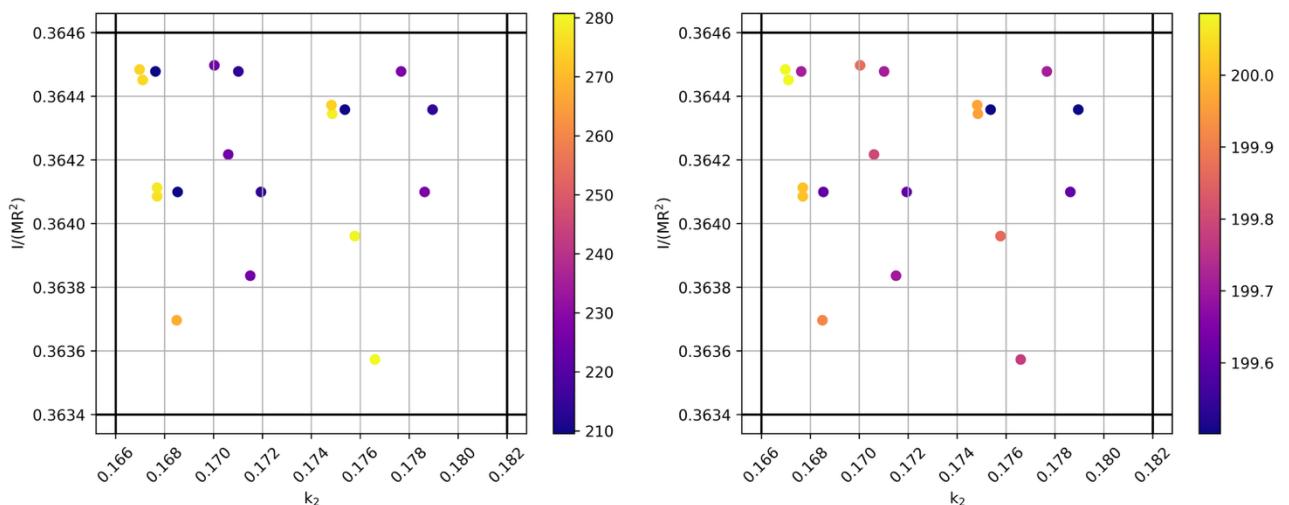


Рис. 12. Модели хим. состава LF97-ATL

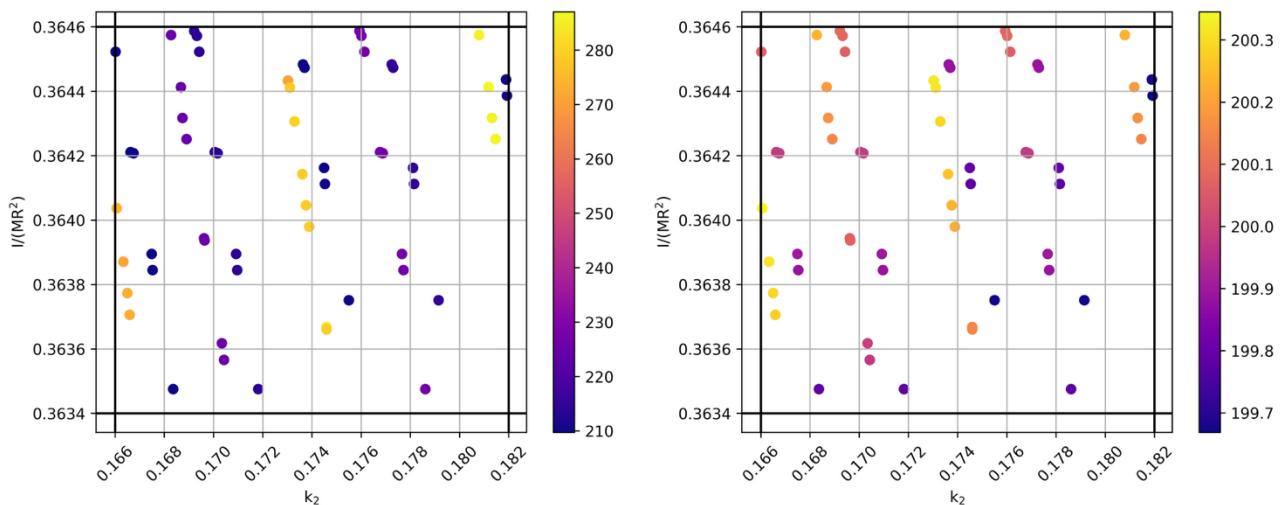


Рис. 13. Модели хим. состава LF97-ATM

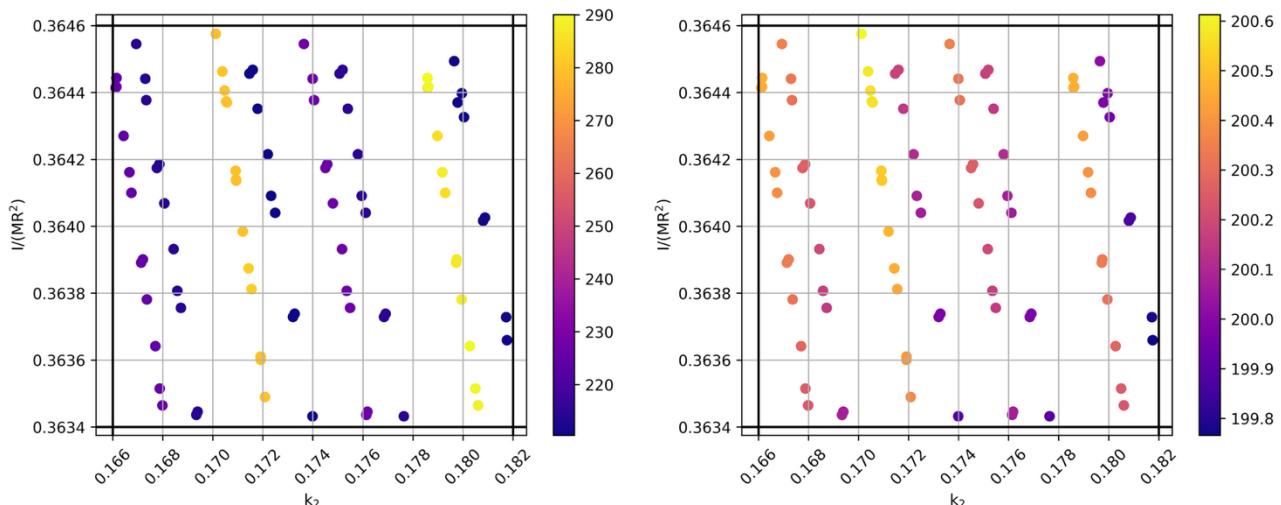


Рис. 14. Модели хим. состава LF97-ATH

S99

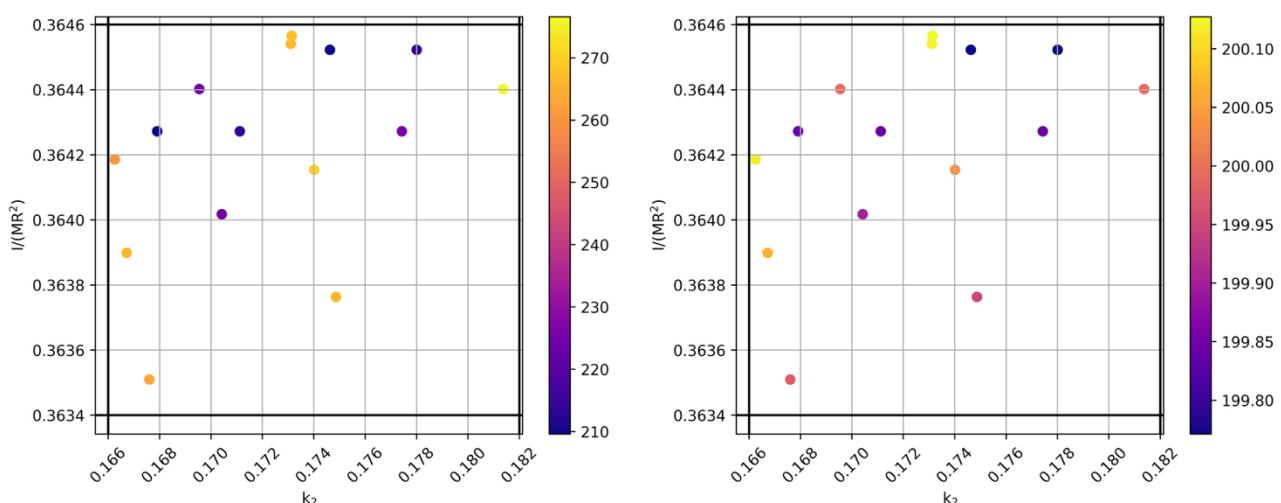


Рис. 15. Модели хим. состава S99-ATL

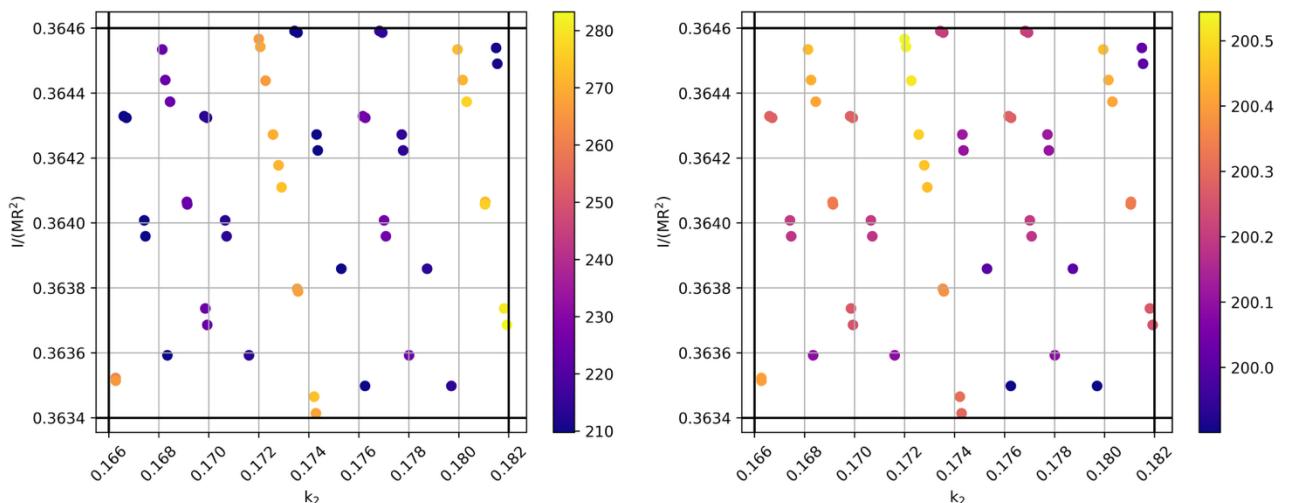


Рис. 16. Модели хим. состава S99-АТМ

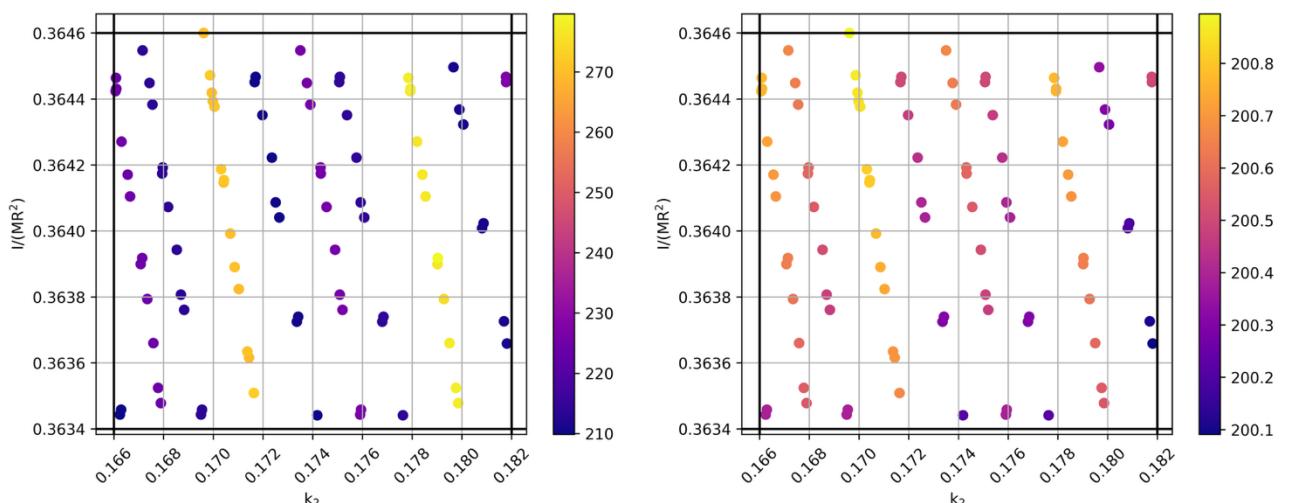


Рис. 17. Модели хим. состава S99-АТН

KC08

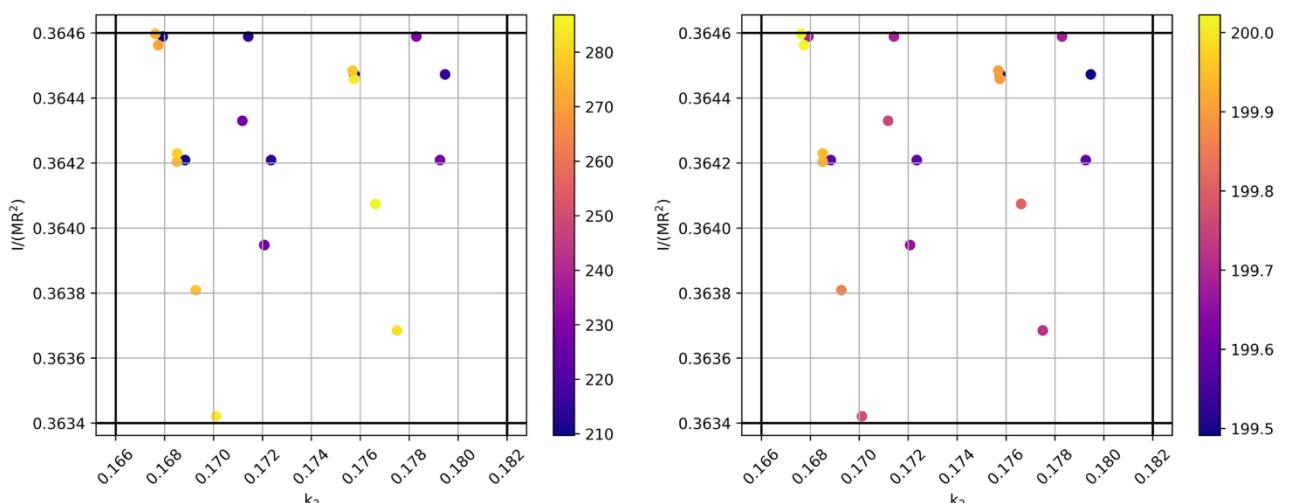


Рис. 18. Модели хим. состава KC08-АТЛ

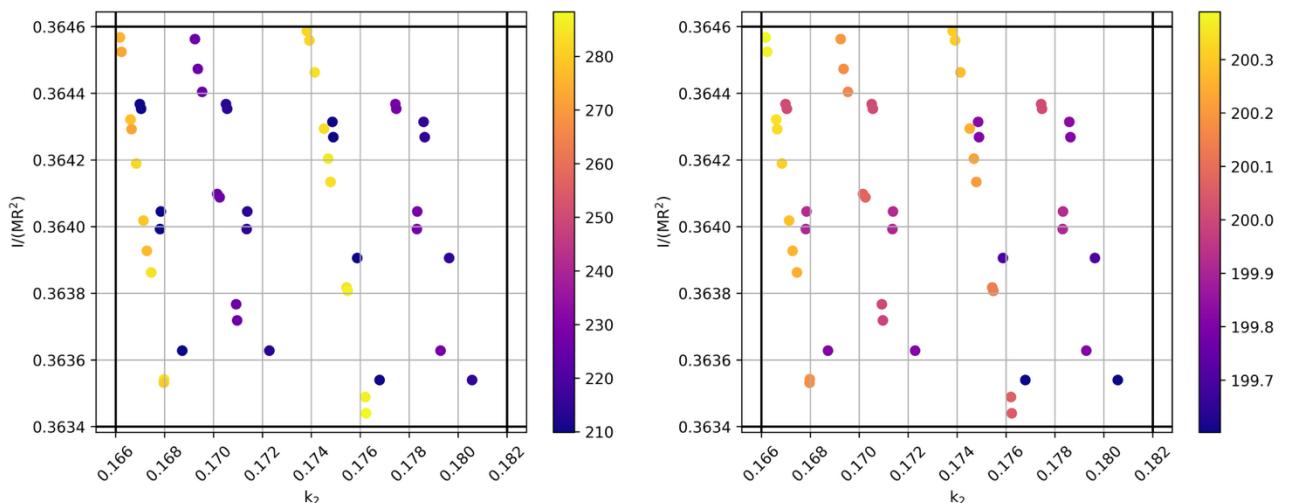


Рис. 19. Модели хим. состава KC08-ATM

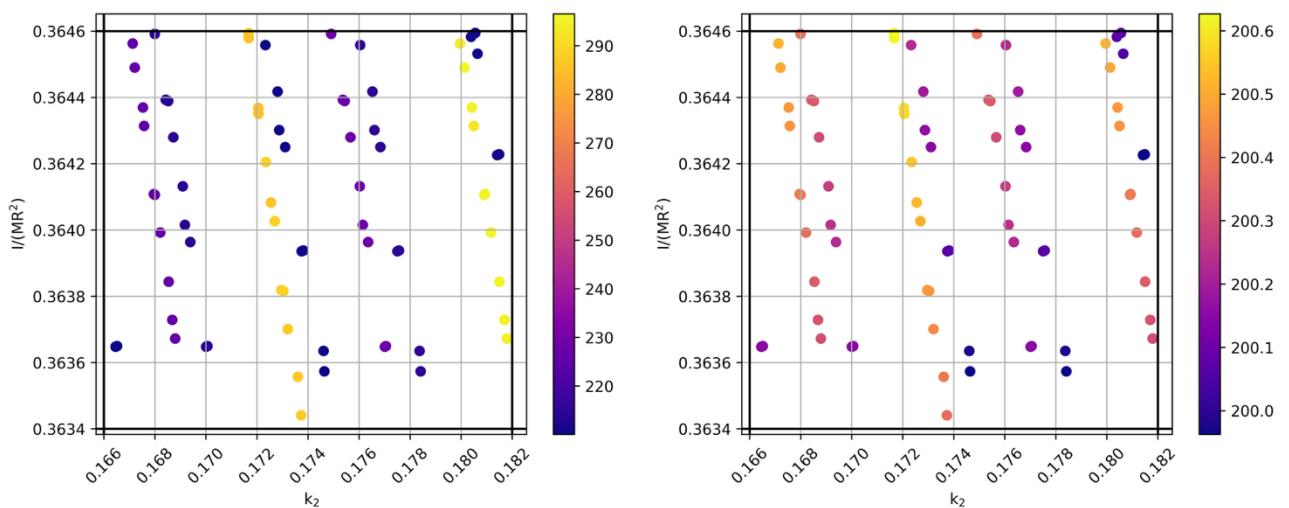


Рис. 20. Модели хим. состава KC08-ATH

Заключение

Итоговые значения содержания FeS в ядре для моделей, удовлетворяющих наблюдаемым значениям момента инерции и числа Лява k_2 , представлены в таблице

	ATL	ATM	ATH
DW85	-	$x_S = 0.6 - 0.8$	$x_S = 0.5 - 0.9$
MA79	-	-	$x_S = 0.5 - 0.6$
T13	-	$x_S = 0.6 - 0.9$	$x_S = 0.5 - 0.9$
LF97	$x_S = 0.6 - 1.0$	$x_S = 0.5 - 1.0$	$x_S = 0.5 - 0.9$
S99	$x_S = 0.6 - 1.0$	$x_S = 0.5 - 1.0$	$x_S = 0.5 - 0.9$
KC08	$x_S = 0.6 - 1.0$	$x_S = 0.5 - 0.9$	$x_S = 0.5 - 0.9$

Интересно, что наблюдается зависимость чандлеровского периода с k_2 на частоте ЧК от вязкости η_0 , которая представлена на рис. 21. При этом значение чандлеровского периода с упругим k_2 для всех моделей, которые удовлетворяют всем наблюдаемым данным, находится в диапазоне 199.5 - 200.9 сут.

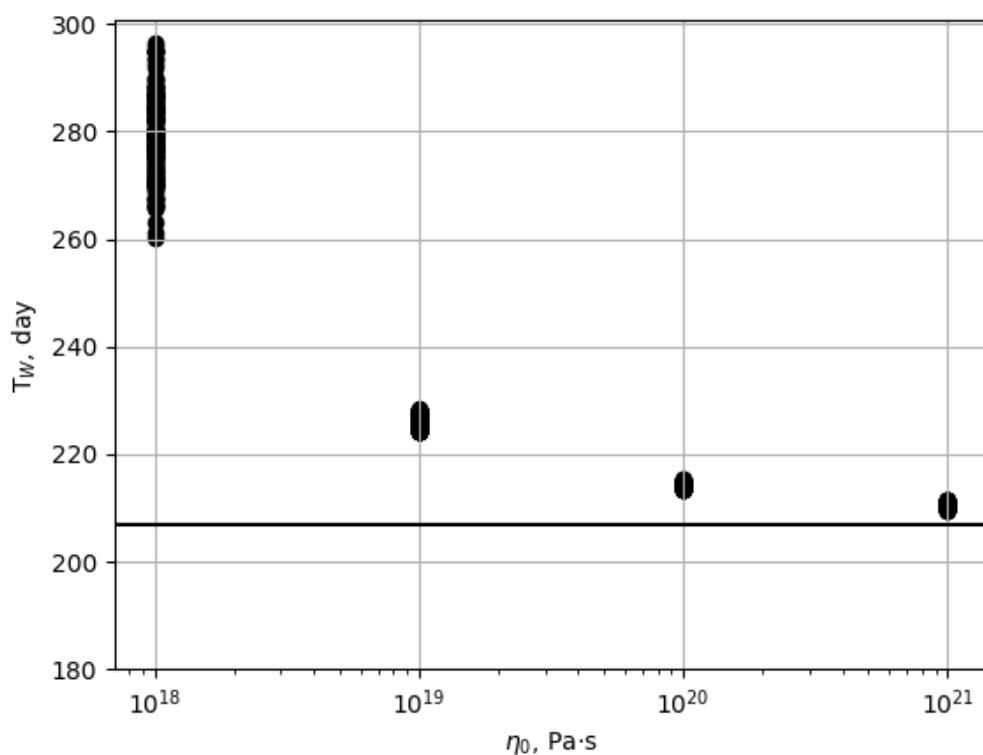


Рис. 21. Зависимость периода ЧК с k_2 на частоте ЧК от параметра вязкости η_0 . Толстой горизонтальной линией показано наблюдаемое значение периода ЧК