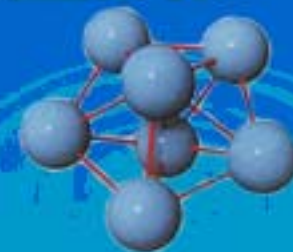
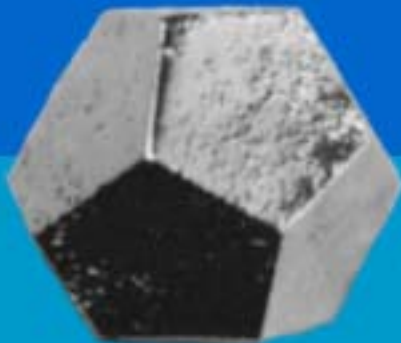


ФТИ УрО РАН, г. Ижевск

Взаимосвязь жидкого и твердого состояний в сплавах Al-Cu-Fe

Л.В. Камаева





Цели работы:

1. Исследование температурных и концентрационных зависимостей вязкости расплавов Al-Cu-Fe
2. Изучение процессов кристаллизации расплавов Al-Cu-Fe при скоростях охлаждения до $100^{\circ}\text{C}/\text{мин}$

Методы исследований:

Вискозиметрия – метод затухающих крутильных колебаний (тигли Al_2O_3 , атмосфера – He, 2 торцевые поверхности)

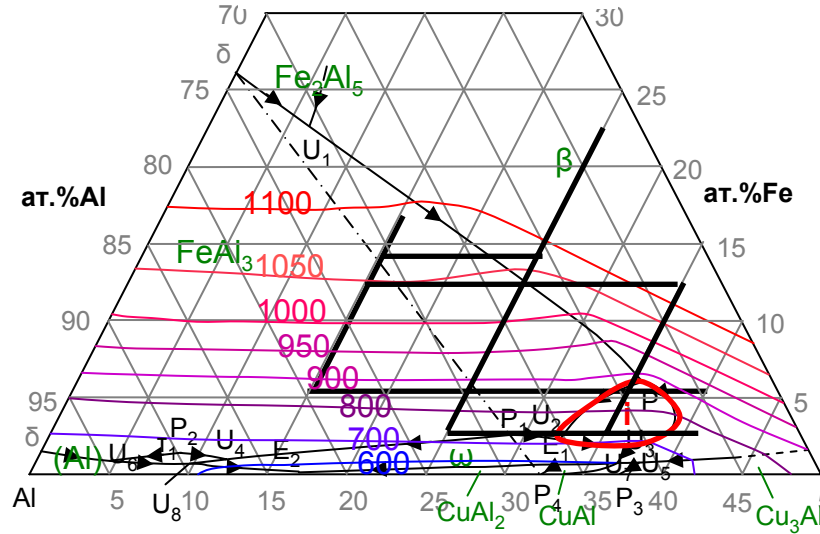
ДТА, РСА, металлография



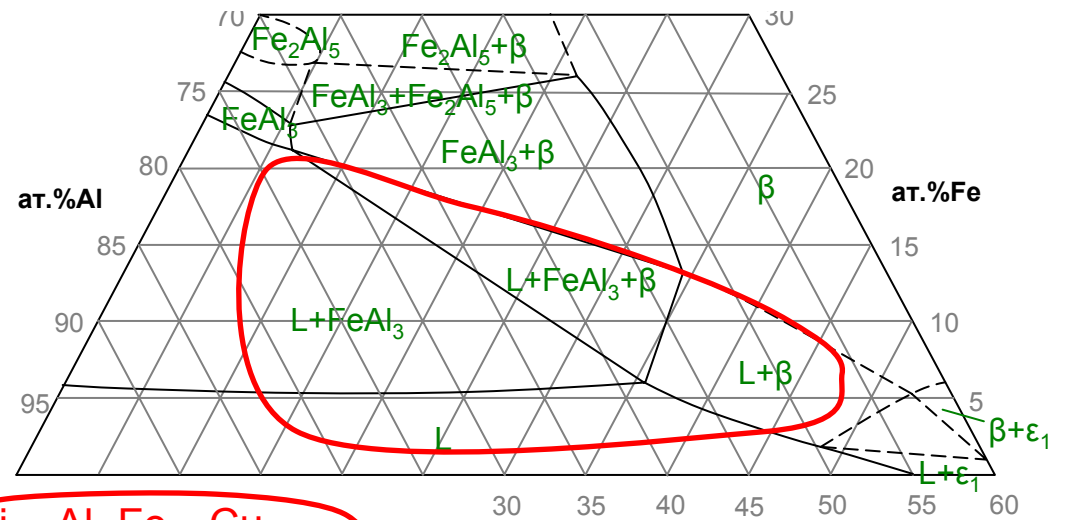
Диаграмма состояния системы Al-Cu-Fe

L. Zhang and R. Luck, Phase Diagram of the Al-Cu-Fe Quasicrystal Forming Alloy System. I. Liquidus Surface and Phase Equilibria with Liquid, *Z. Metallkde.*, Vol 94 (No. 2), 2003, p 91-97 p 98-107 p 108-115

линии ликвидус

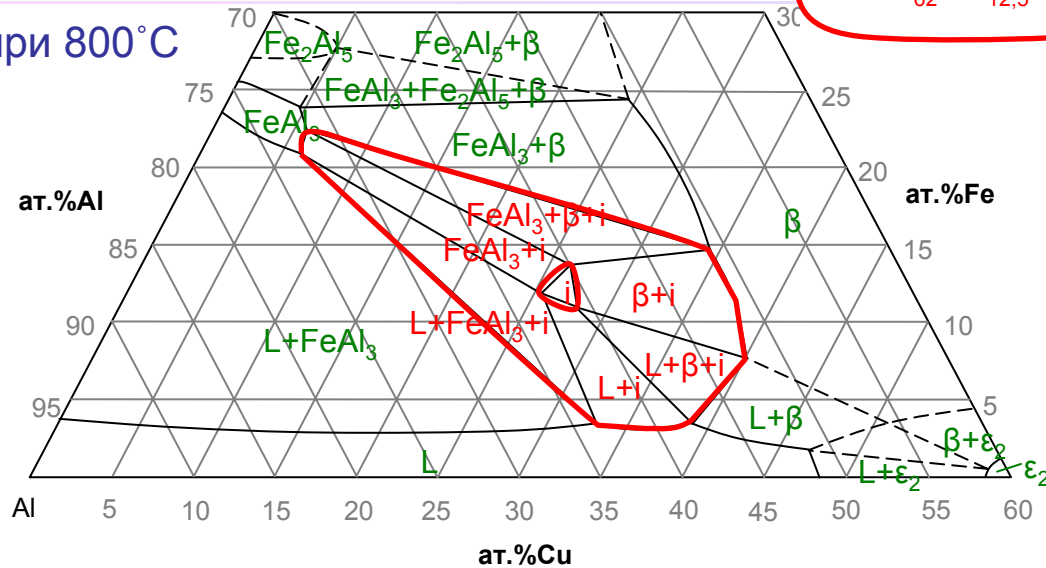


изотермическое сечение при 900°C

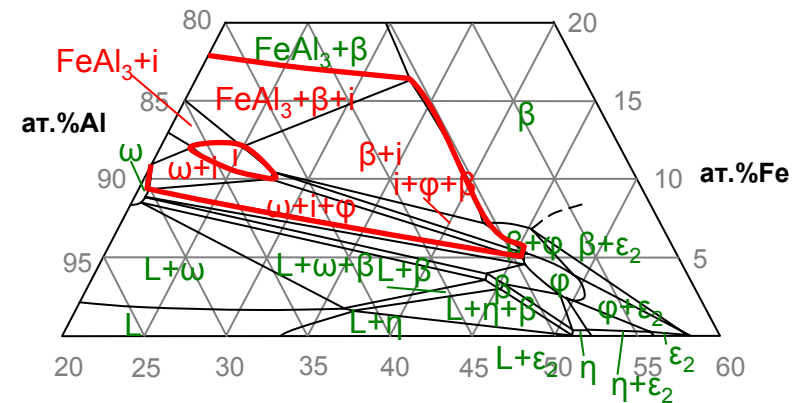


$i - Al_{62}Fe_{12,5}Cu_{25,5}$

при 800°C



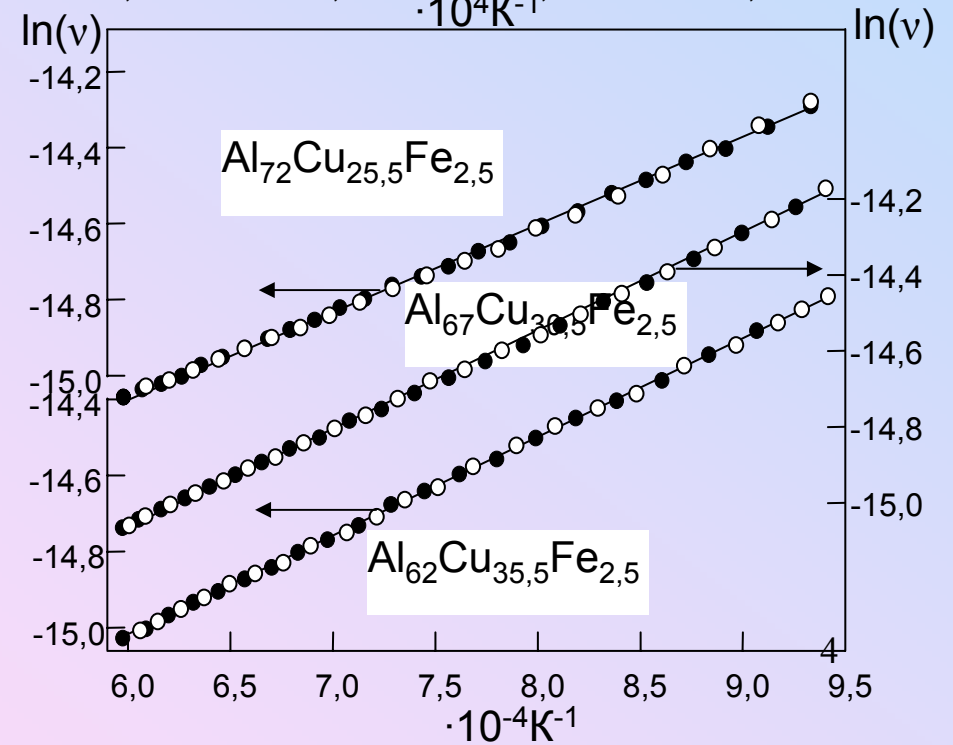
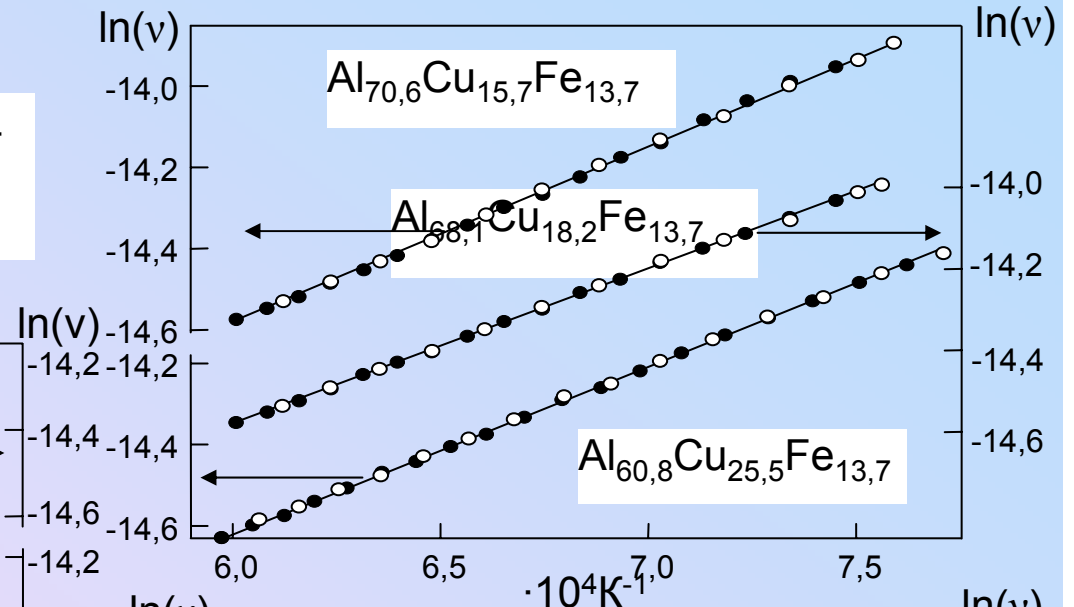
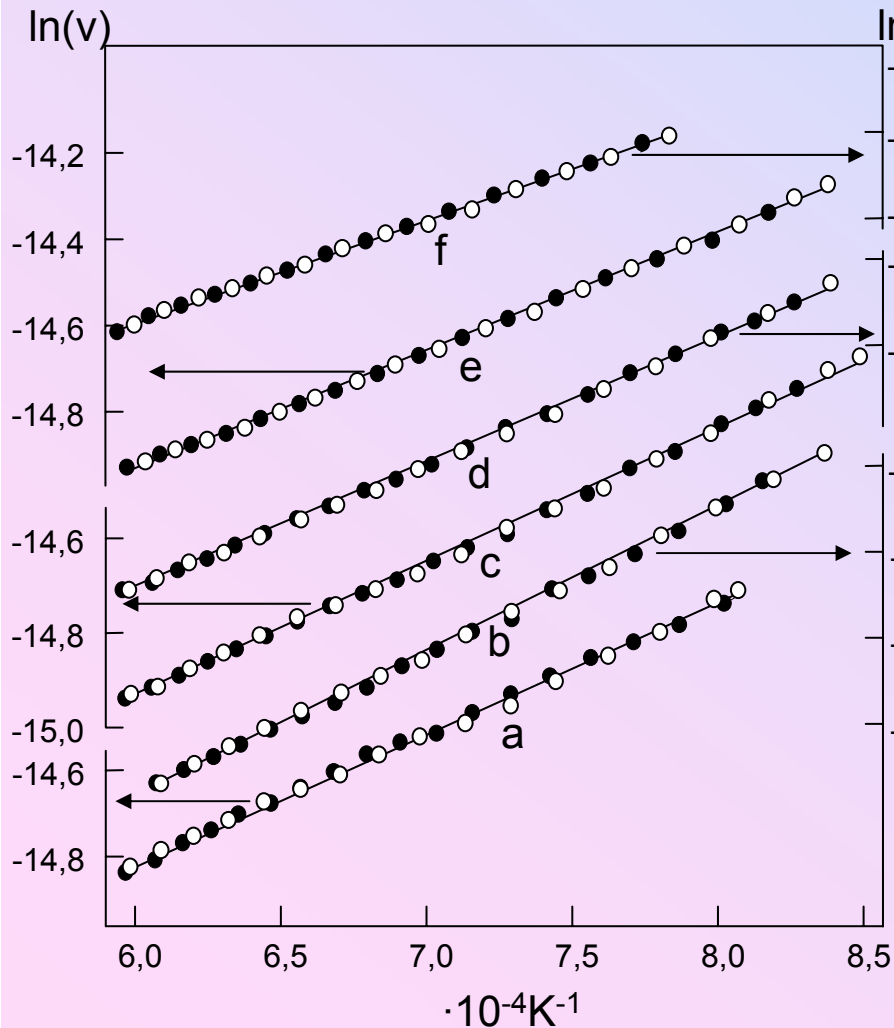
при 600°C





Температурные зависимости вязкости расплавов Al-Cu-Fe

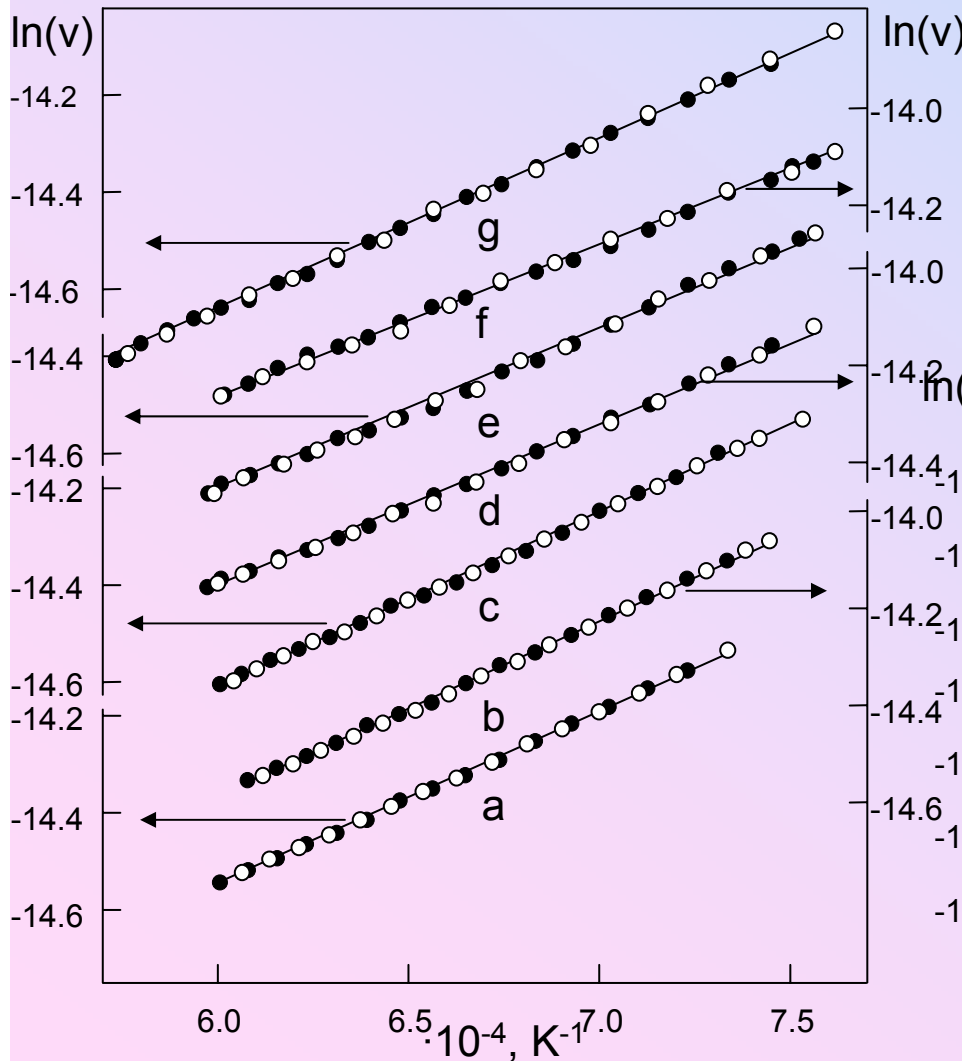
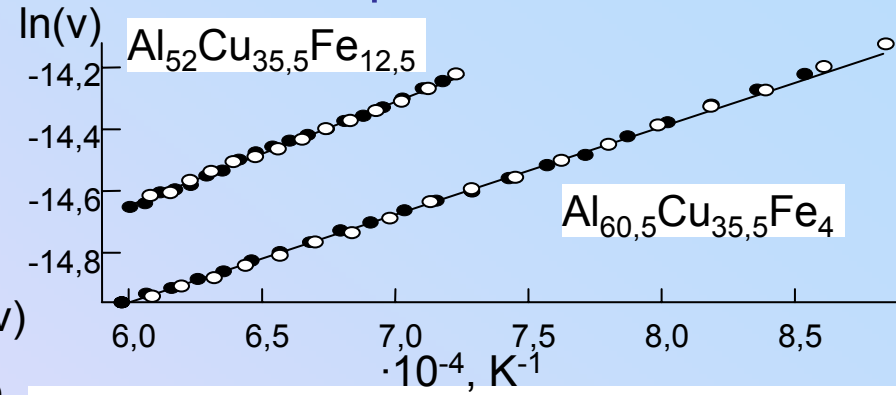
a – $\text{Al}_{53,7}\text{Cu}_{40,5}\text{Fe}_{5,8}$, b – $\text{Al}_{58,7}\text{Cu}_{35,5}\text{Fe}_{5,8}$, c –
 $\text{Al}_{63,7}\text{Cu}_{30,5}\text{Fe}_{5,8}$, d – $\text{Al}_{68,7}\text{Cu}_{25,5}\text{Fe}_{5,8}$, e –
 $\text{Al}_{73,7}\text{Cu}_{20,5}\text{Fe}_{5,8}$, f – $\text{Al}_{79,7}\text{Cu}_{14,5}\text{Fe}_{5,8}$.



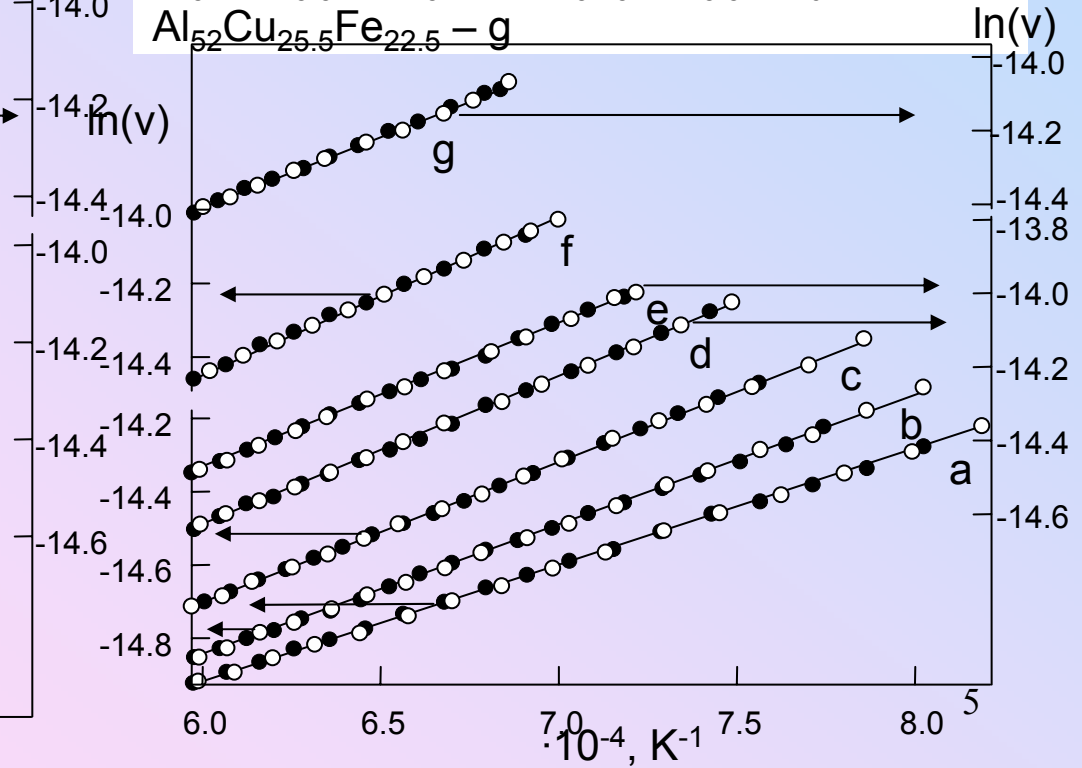


Температурные зависимости вязкости расплавов Al-Cu-Fe

$\text{Al}_{54.5}\text{Cu}_{33}\text{Fe}_{12.5}$ – a, $\text{Al}_{57}\text{Cu}_{30.5}\text{Fe}_{12.5}$ – b,
 $\text{Al}_{59.5}\text{Cu}_{28}\text{Fe}_{12.5}$ – c, $\text{Al}_{64.5}\text{Cu}_{23}\text{Fe}_{12.5}$ – d,
 $\text{Al}_{67}\text{Cu}_{20.5}\text{Fe}_{12.5}$ – e, $\text{Al}_{69.5}\text{Cu}_{18}\text{Fe}_{12.5}$ – f,
 $\text{Al}_{72}\text{Cu}_{15.5}\text{Fe}_{12.5}$ – g



$\text{Al}_{67}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{7.5}$ – a, $\text{Al}_{64.5}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{10}$ – b,
 $\text{Al}_{62}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{12.5}$ – c, $\text{Al}_{59.5}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{15}$ – d,
 $\text{Al}_{57}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{17.5}$ – e, $\text{Al}_{54.5}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{20}$ – f,
 $\text{Al}_{52}\text{Cu}_{25.5}\text{Fe}_{22.5}$ – g

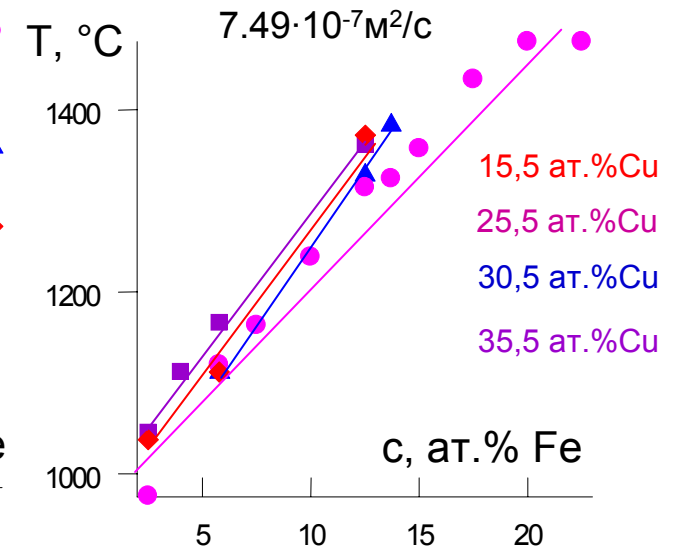
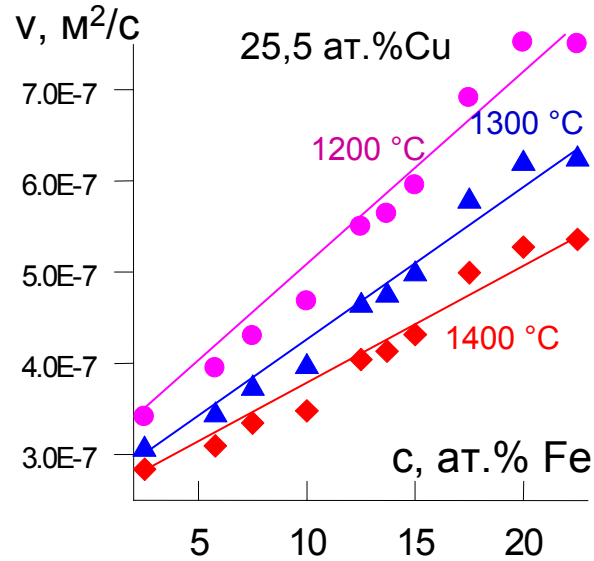
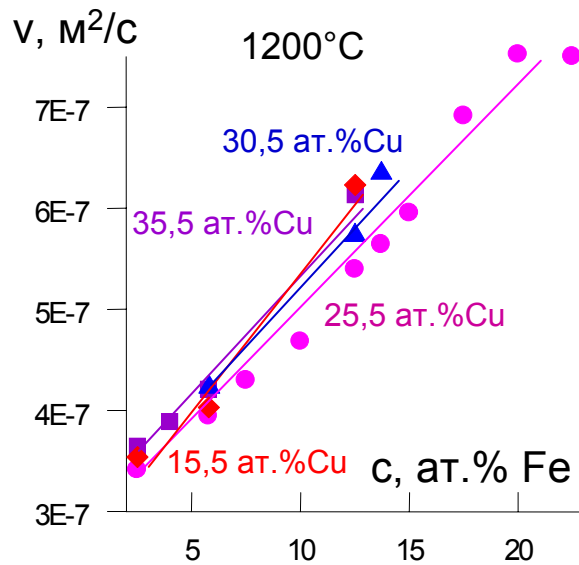
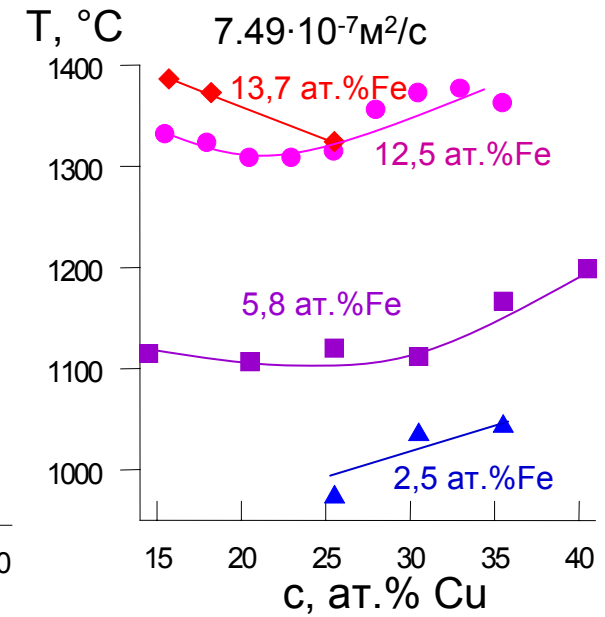
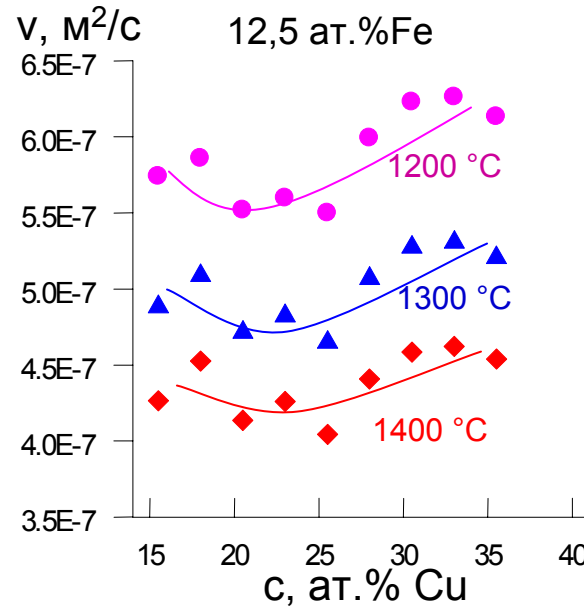
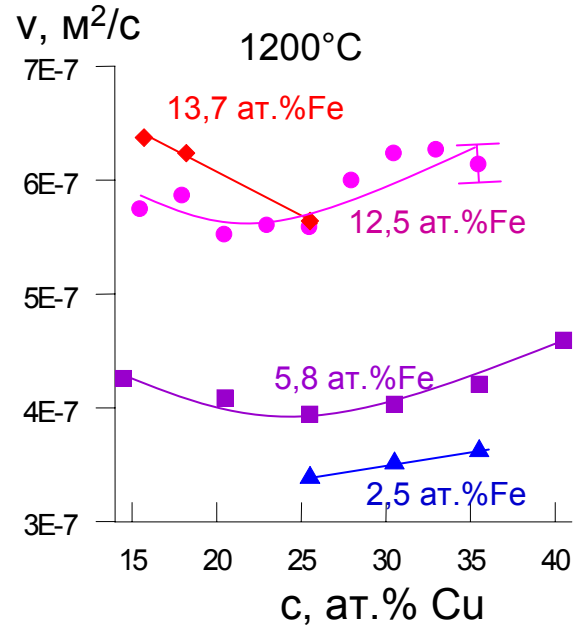




Концентрационные зависимости вязкости расплавов Al-Cu-Fe

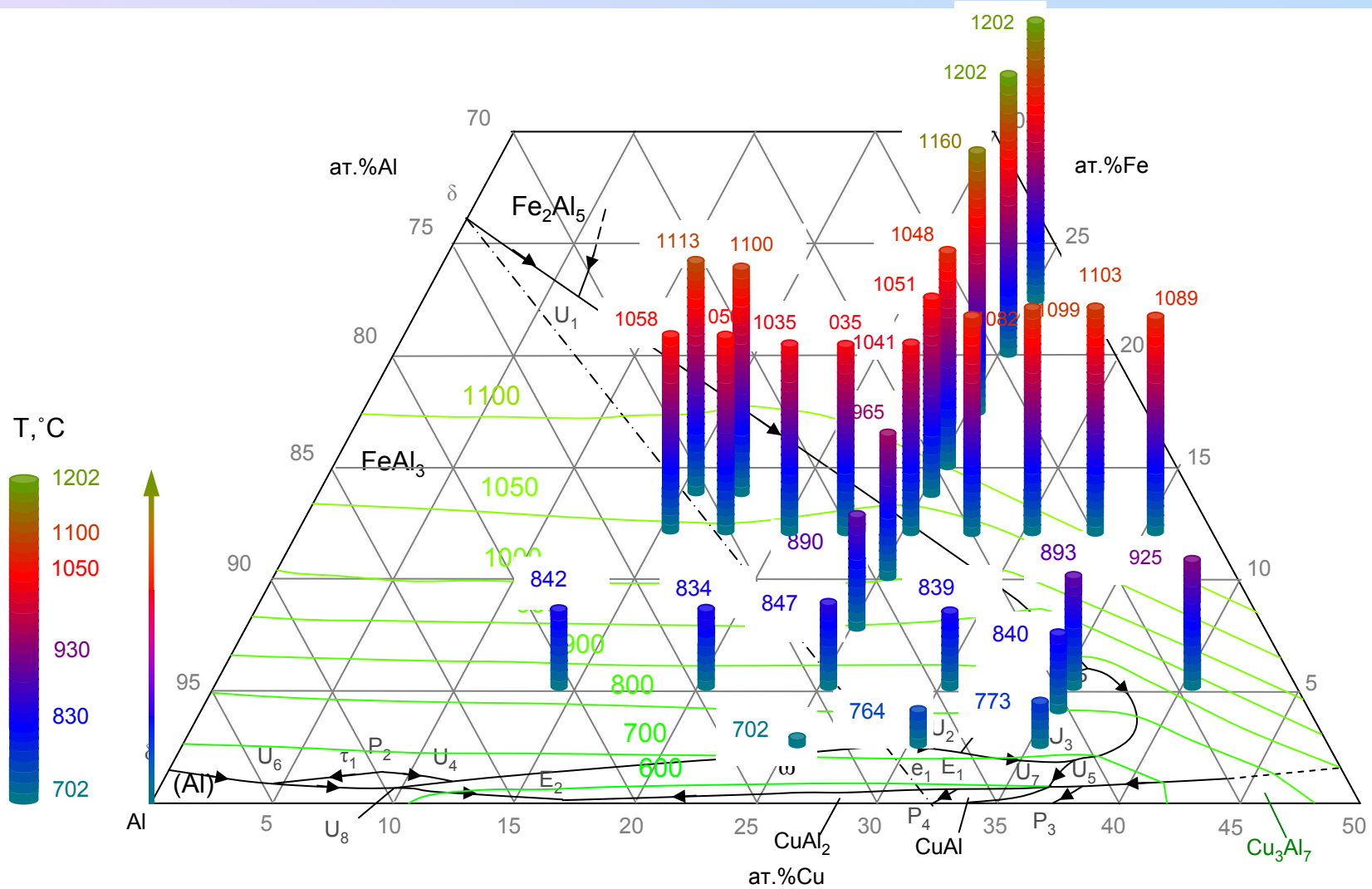
изотермы

ИЗОКОМЫ



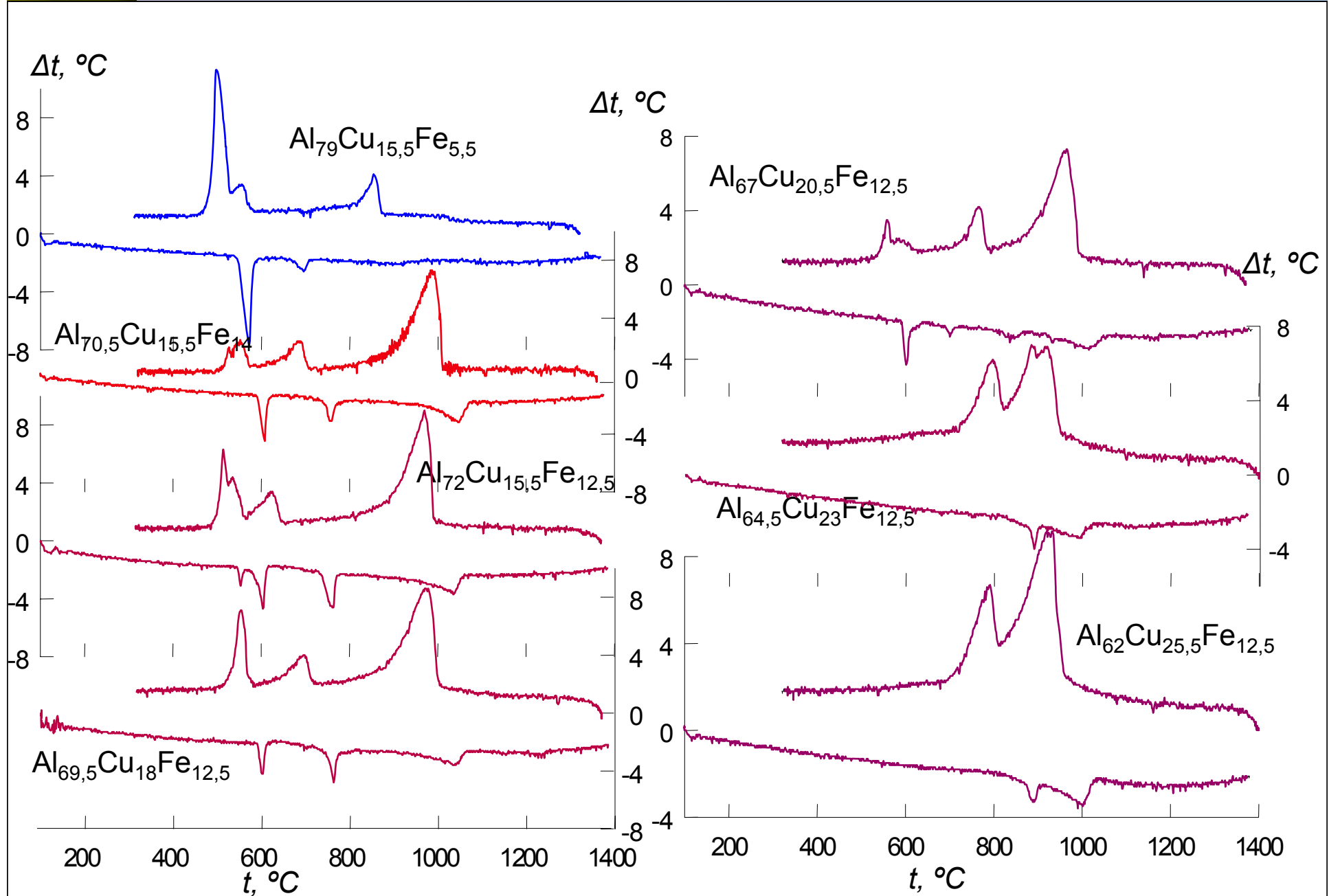


Температуры расплавов Al-Cu-Fe при вязкости $7,49 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}^2$ (вязкость расплава I-фазы при 1040°C)



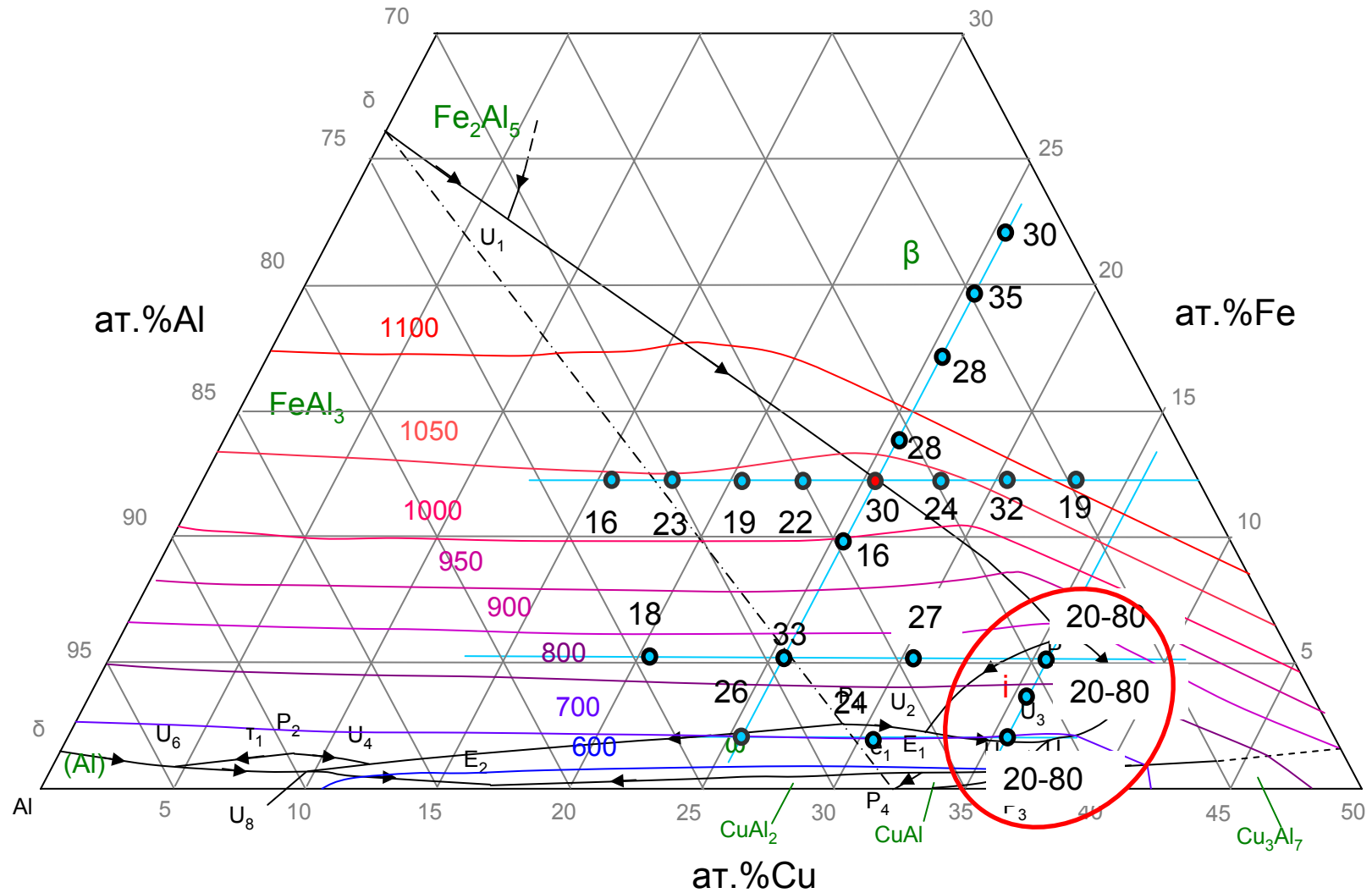


Дифференциально-термический анализ сплавов Al-Cu-Fe



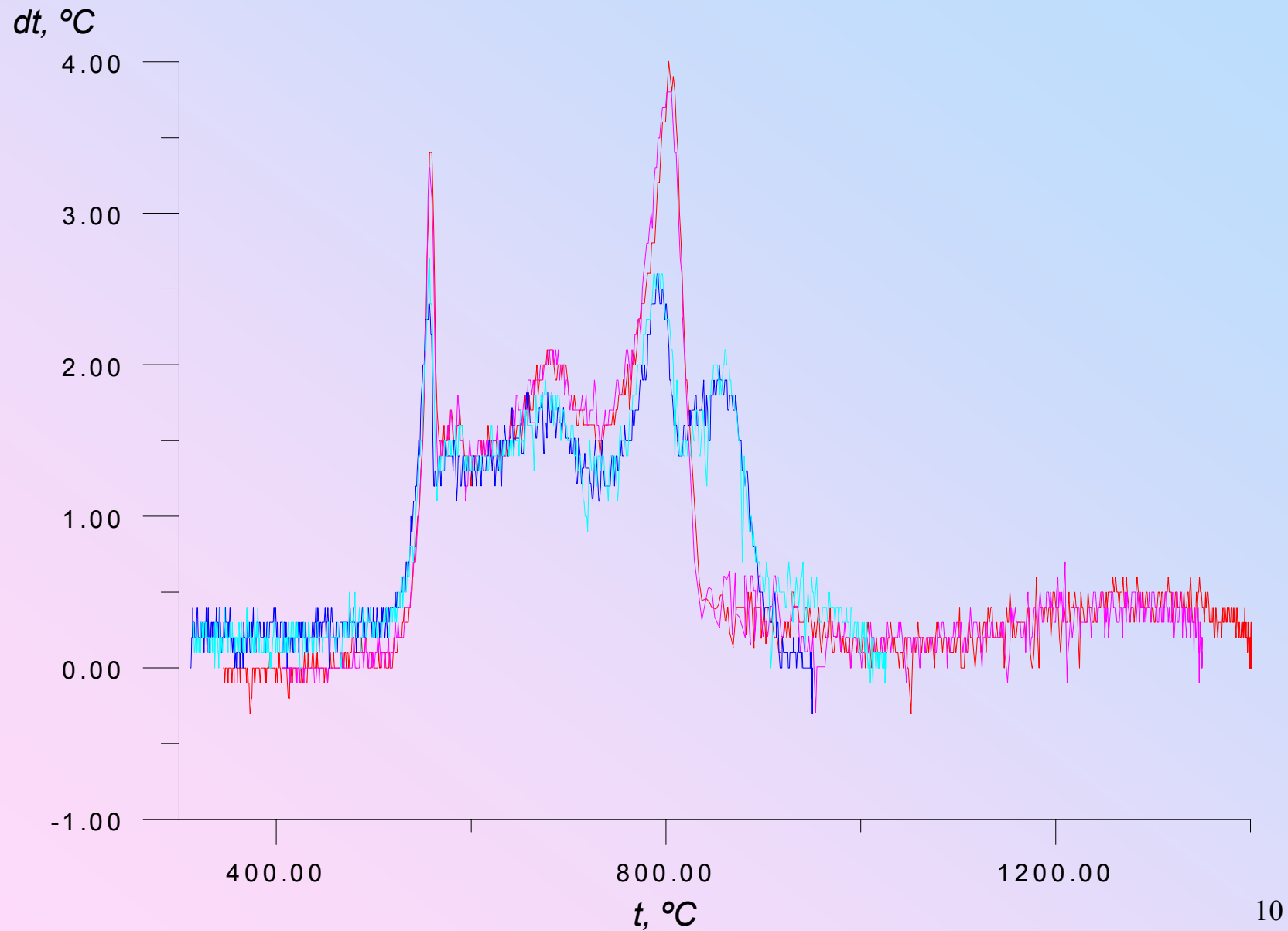


Переохлаждение расплавов Al-Cu-Fe при кристаллизации в контейнере Al_2O_3 при охлаждении со скоростью $100^\circ\text{C}/\text{мин}$



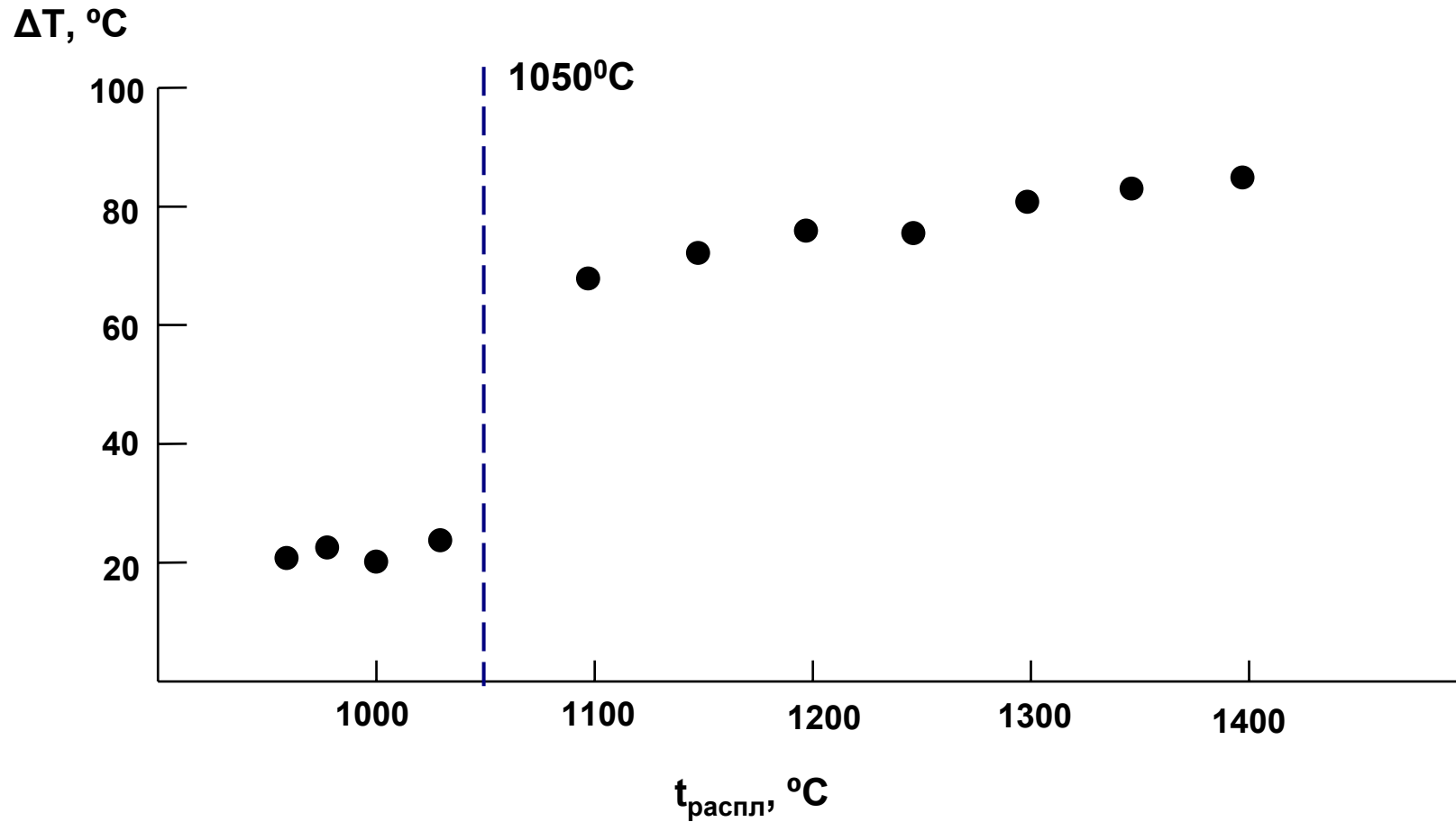


Дифференциально-термический анализ сплава $\text{Al}_{58,7}\text{Cu}_{35,5}\text{Fe}_{5,8}$ при охлаждении от различных температур





Температурная зависимость переохлаждения (ΔT) при термоциклировании сплава $\text{Al}_{58,7}\text{Cu}_{35,5}\text{Fe}_{5,8}$

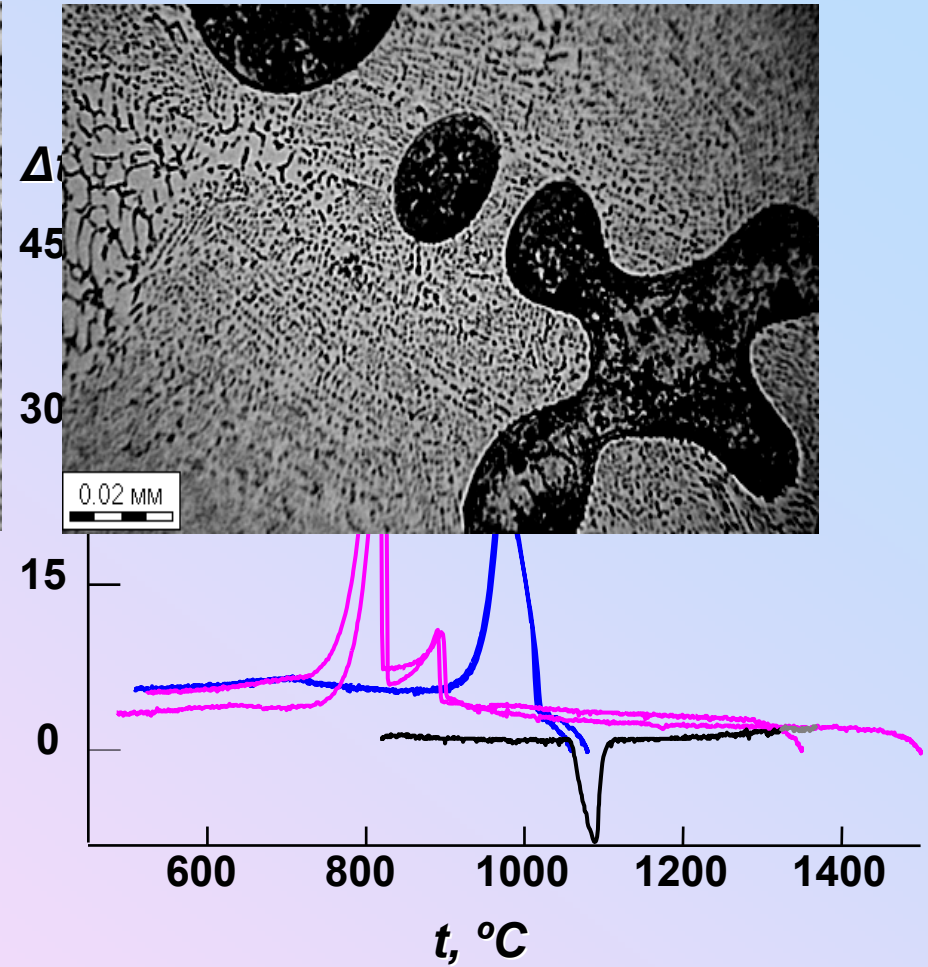
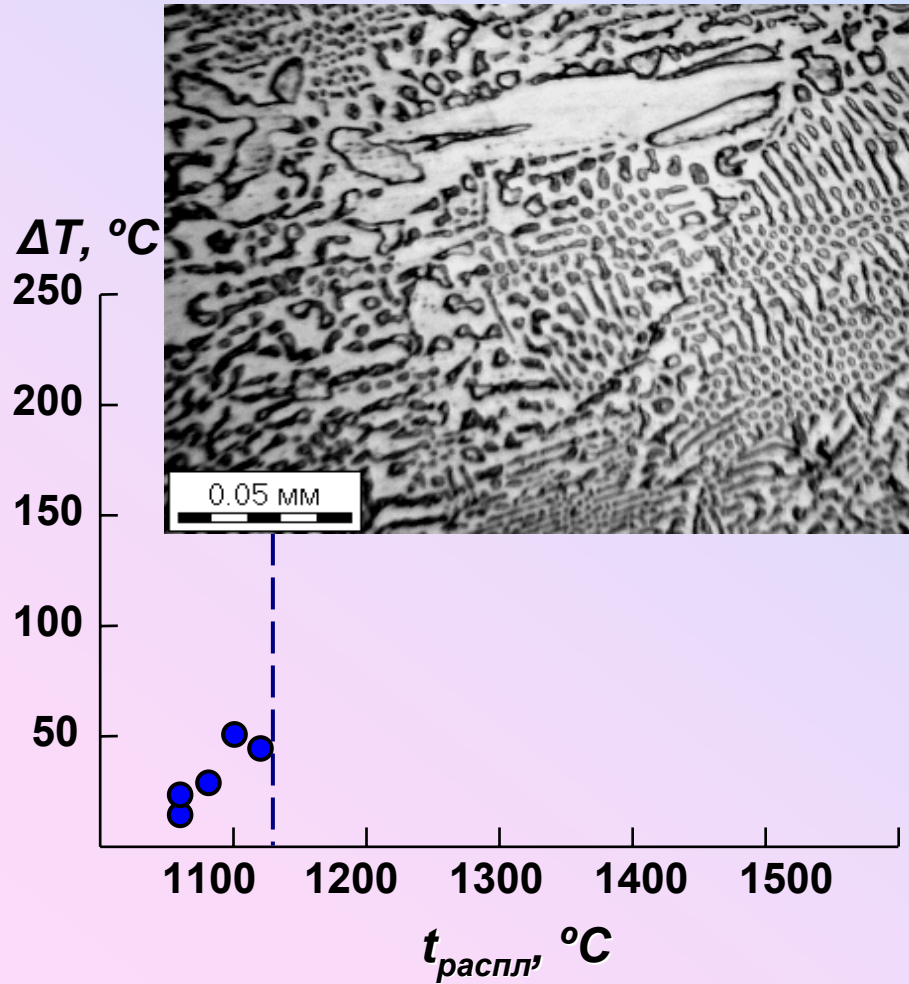




Температурная зависимость переохлаждения (ΔT) при термоциклировании сплава $\text{Fe}_{83}\text{P}_{17}$

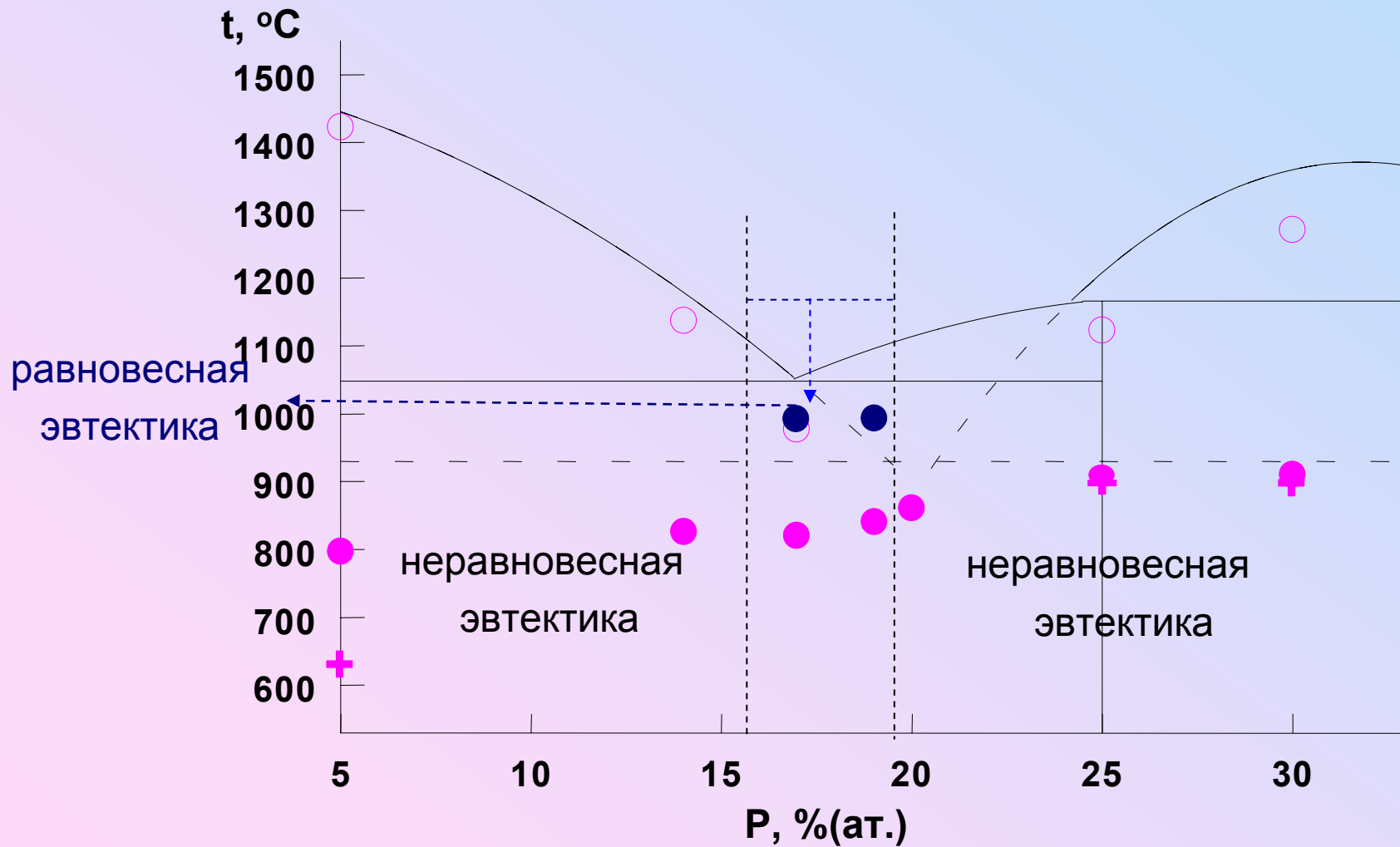
от 1100°C

от 1550°C





Температуры фазовых превращений на фоне равновесной диаграммы состояния при охлаждении сплавов Fe-P

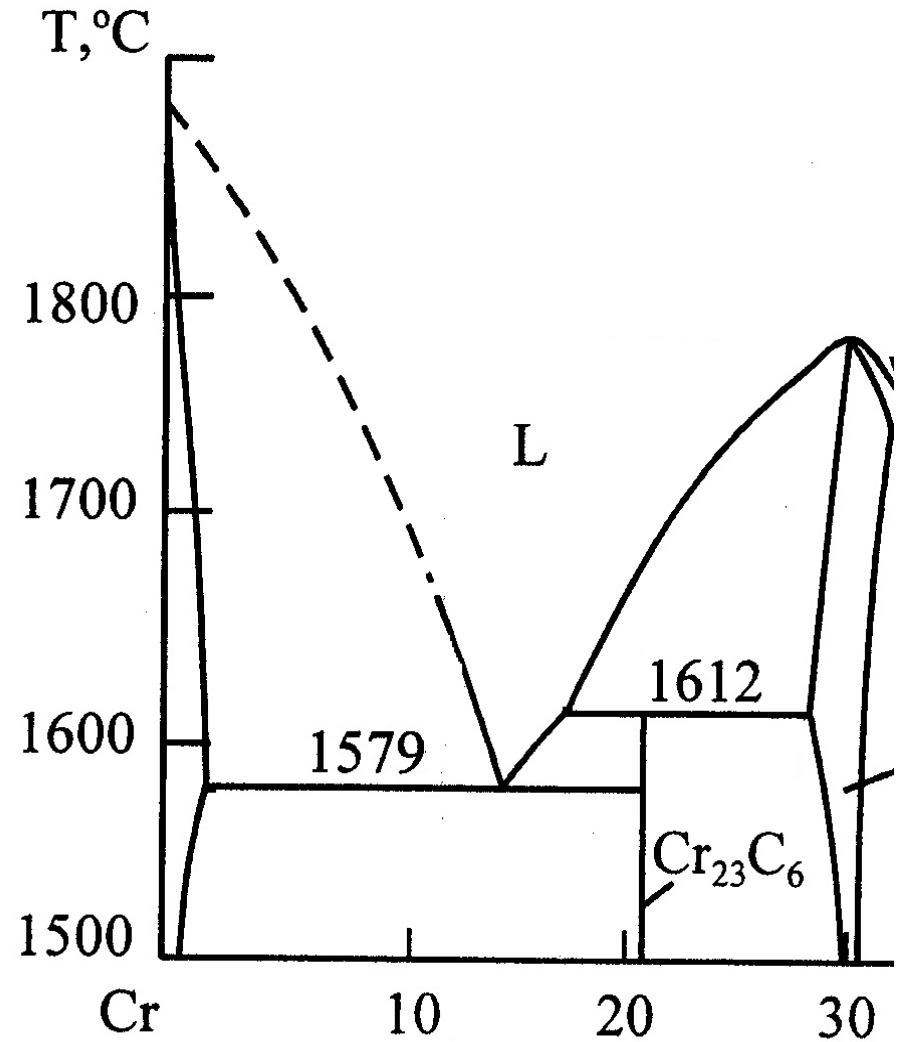
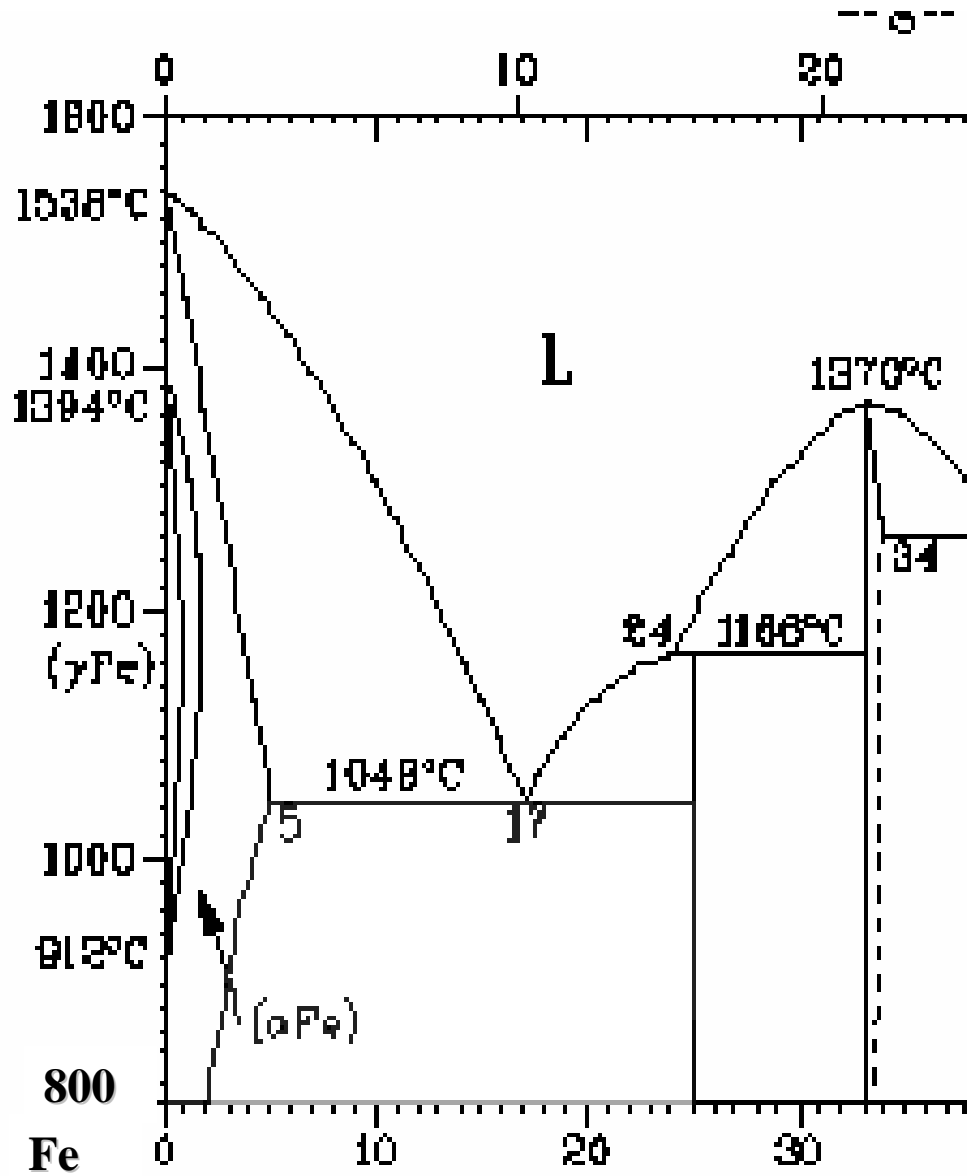




Диаграммы состояния систем

Fe-P

Cr-C





Температурная зависимость переохлаждения (ΔT) при термоциклировании сплава $\text{Cr}_{86}\text{P}_{14}$

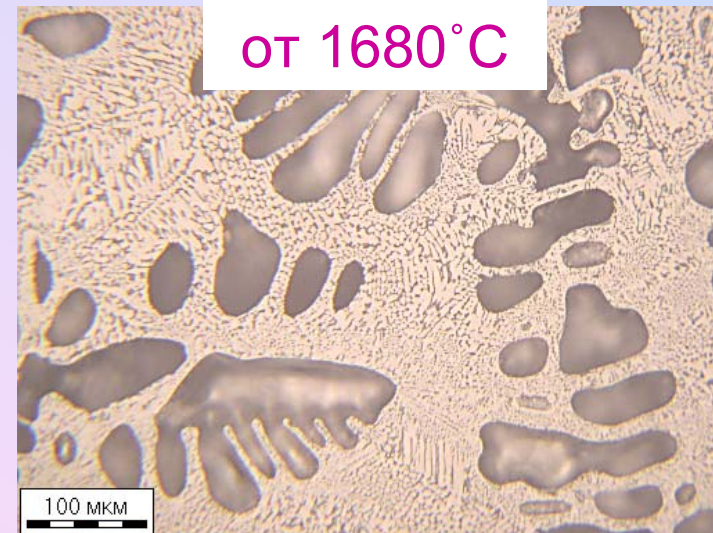
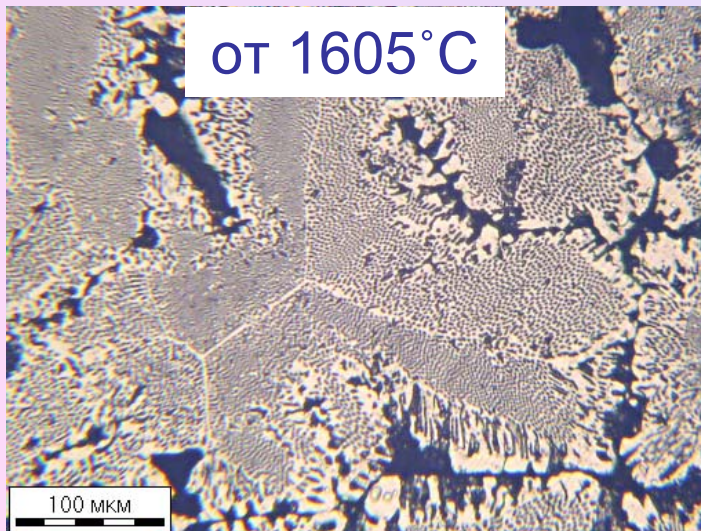
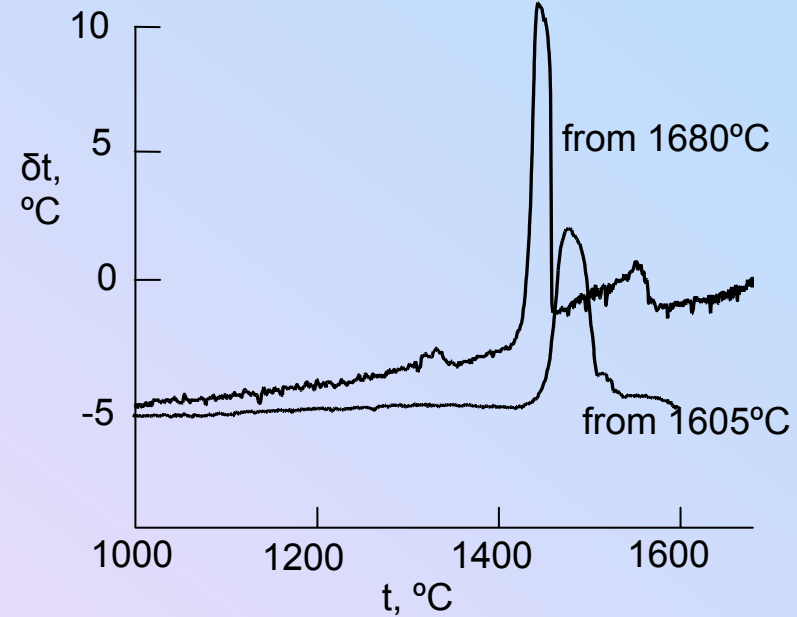
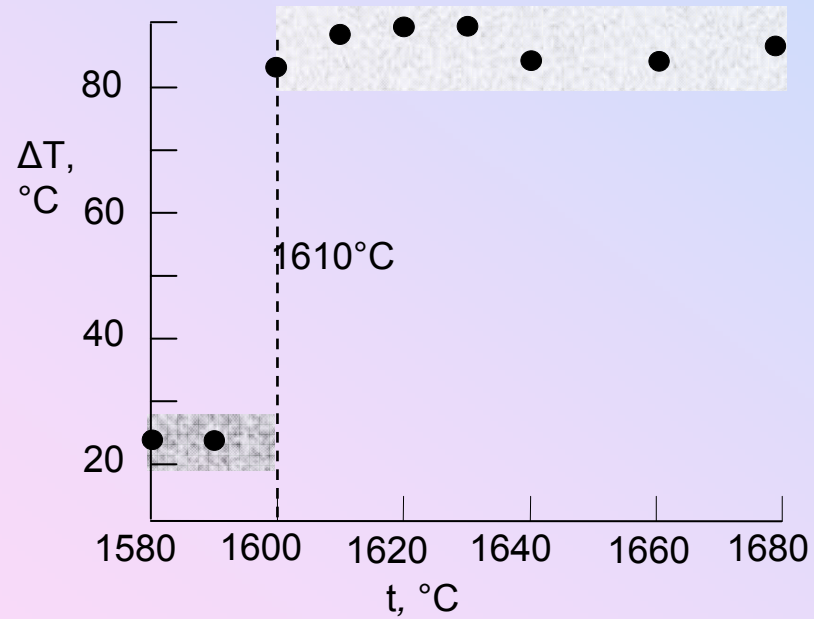
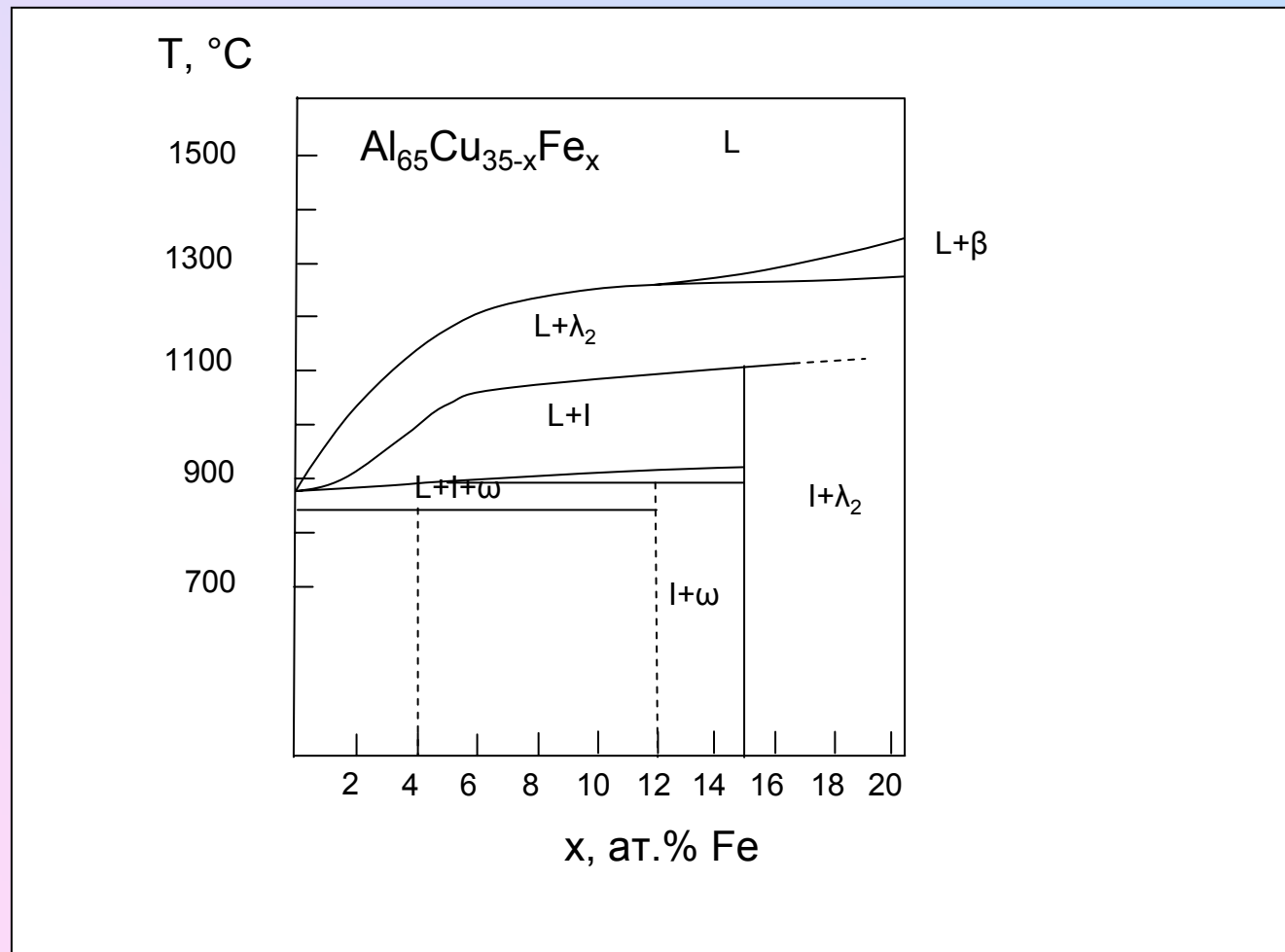




Диаграмма состояний системы Al-Cu-Fe

Y. Yokoyama, K. Fukaura, H. Sunada, R. Note, K. Hiraga, A. Inoue, Mater. Sci. Eng. A294–296 (2000) 68–73.



Выводы

Проведенные исследования показывают, что вязкость расплавов Al-Cu-Fe слабо зависит от содержания меди в расплавах в области концентраций от 15,5 до 40,5 ат.%Cu и монотонно увеличивается при увеличении содержания железа от 2,5 до 22 ат.%. Концентрационное поведение вязкости всех исследованных расплавов согласуется с изменением их температуры плавления.

Кристаллизация исследованных расплавов в условиях охлаждения со скоростями 20-100 С/мин, независимо от образующихся фаз начинается в условиях небольшого переохлаждения (15-30 °С) и протекает согласно диаграмме состояний. Высокие значения переохлаждения (80 °С) наблюдаются в области концентраций от 2,5 до 6 ат.%Fe и концентрации меди 35 ат% при охлаждении от температур выше 1050 °С.

Спасибо за внимание