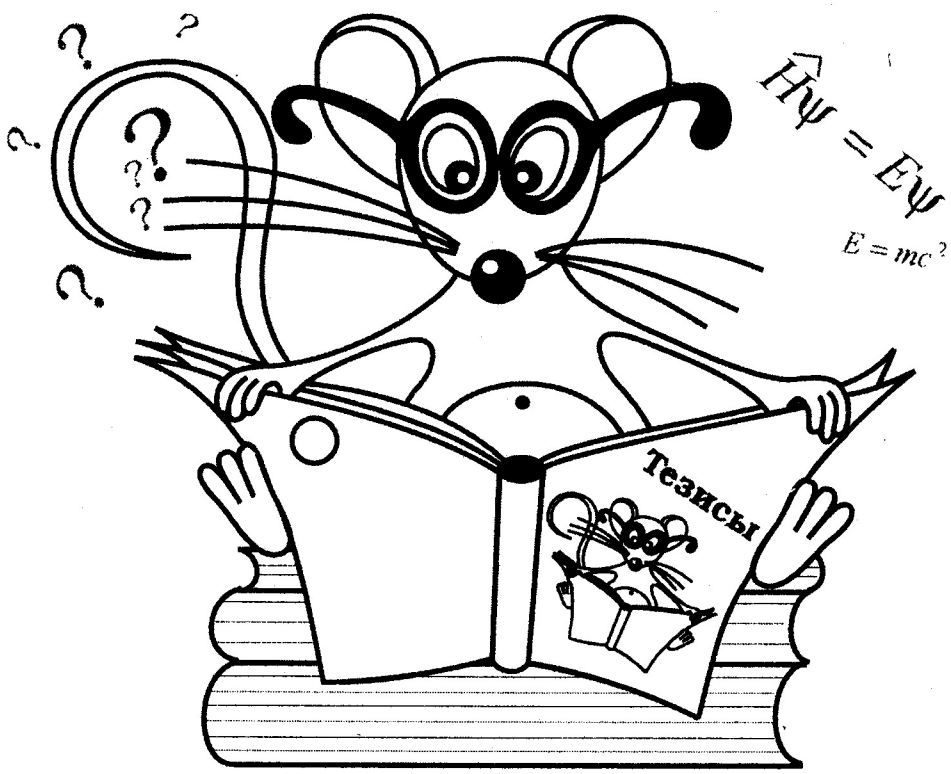
Уральское отделение РАН
Институт физики металлов УрО РАН
Институт теплофизики УрО РАН
Челябинский государственный университет
Уральский государственный университет им. А.М. Горького

IX МОЛОДЕЖНАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР

по проблемам физики конденсированного состояния вещества



17-23 ноября 2008 г.

Тезисы докладов

Екатеринбург
2008

О ВЯЗКОСТИ И МЕХАНИЗМЕ ПРОЦЕССА РЕЛАКСАЦИИ В АМОРФИЗУЮЩИХСЯ РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ Al-Ni-РЗМ ПОСЛЕ ПЛАВЛЕНИЯ

Васин М.Г.[1], *Меньшикова С.Г.*[2], *Бельтюков А.Л.*[1], *Ладьянов В.И.*[1]

[1] Физико-Технический Институт УрО РАН, 426000, Ижевск, ул. Кирова, 132
E-mail: las@pti.udm.ru
[2] Удмуртский государственный университет, НИИ Термофизики новых материалов, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: svetlmensh@mail.ru

В настоящей работе предложено теоретическое описание наблюдаемых экспериментально немонотонных температурных и временных зависимостей кинематической вязкости (ν) расплавов [см., например [1] для $Al_{86}Ni_8(La/Ce)_6$ и $Al_{86}Ni_6Co_2Gd_4(Tb/Y)_2$].

Учитывая микронеоднородность строения жидкости было предположено, что наблюдаемая картина изменения вязкости является следствием изменения концентрации оставшихся после плавления неравновесных микрогетерогенных атомных группировок на основе тугоплавких химических соединений, содержащих РЗМ. Предположено, что это изменение определяется двумя процессами: диспергированием (измельчением) крупных кластеров, которое приводит к увеличению концентрации всех кластеров и растворением (диссоциацией) наиболее мелких, что приводит, соответственно, к уменьшению их общей концентрации. Характерное время диссоциации больших ассоциатов:

$$\tau_{dis} = \tau_0 e^{\frac{E_{dis}}{kT}} \tag{1}$$

характерное время растворения мелких ассоциатов:

$$\tau_{cut} = \tau_0 e^{\frac{E_{cut}}{kT}} \tag{2}$$

Тогда изменение концентрации нераспавшихся агрегатов может быть описано следующей полуэмпирической временной зависимостью:

$$c(t,T) = c^* e^{-\frac{t}{\tau_{cut}}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{dis}}}\right) \tag{3}$$

где c^* - максимальная концентрация.

Выражение для вязкости неравновесных расплавов может быть представлено в виде:

$$\eta(\omega) = \eta_0 + \frac{\eta_0 \pi}{\sqrt{\gamma}} exp(-1/\omega\tau_0) \tag{4}$$

где τ_0 - временной масштаб релаксации, ω - частота крутильных колебаний вискозиметра. Полагая, что концентрация «твёрдых» кластеров находится вблизи перколяционного предела c_{cr} можно записать:

$$\gamma = \gamma_0 (c_{cr} - c(t,T)) = \gamma_0 \left(c_{cr} - c^* e^{-\frac{t}{\tau_{cut}}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{dis}}}\right)\right) \tag{5}$$

Полученная зависимость вязкости от времени изотермической выдержки для разных температур расплава качественно хорошо согласуется с экспериментальными данными [1].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-03-90415-Укр_а.

1. Ладьянов В.И., Бельтюков А.Л., Меньшикова С.Г., Волков В.А., МиТОМ, 5, 26, (2007)