

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ ЛЕГИРОВАНИЯ  
КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА ФТОРОМ  
МЕТОДОМ MCVD**

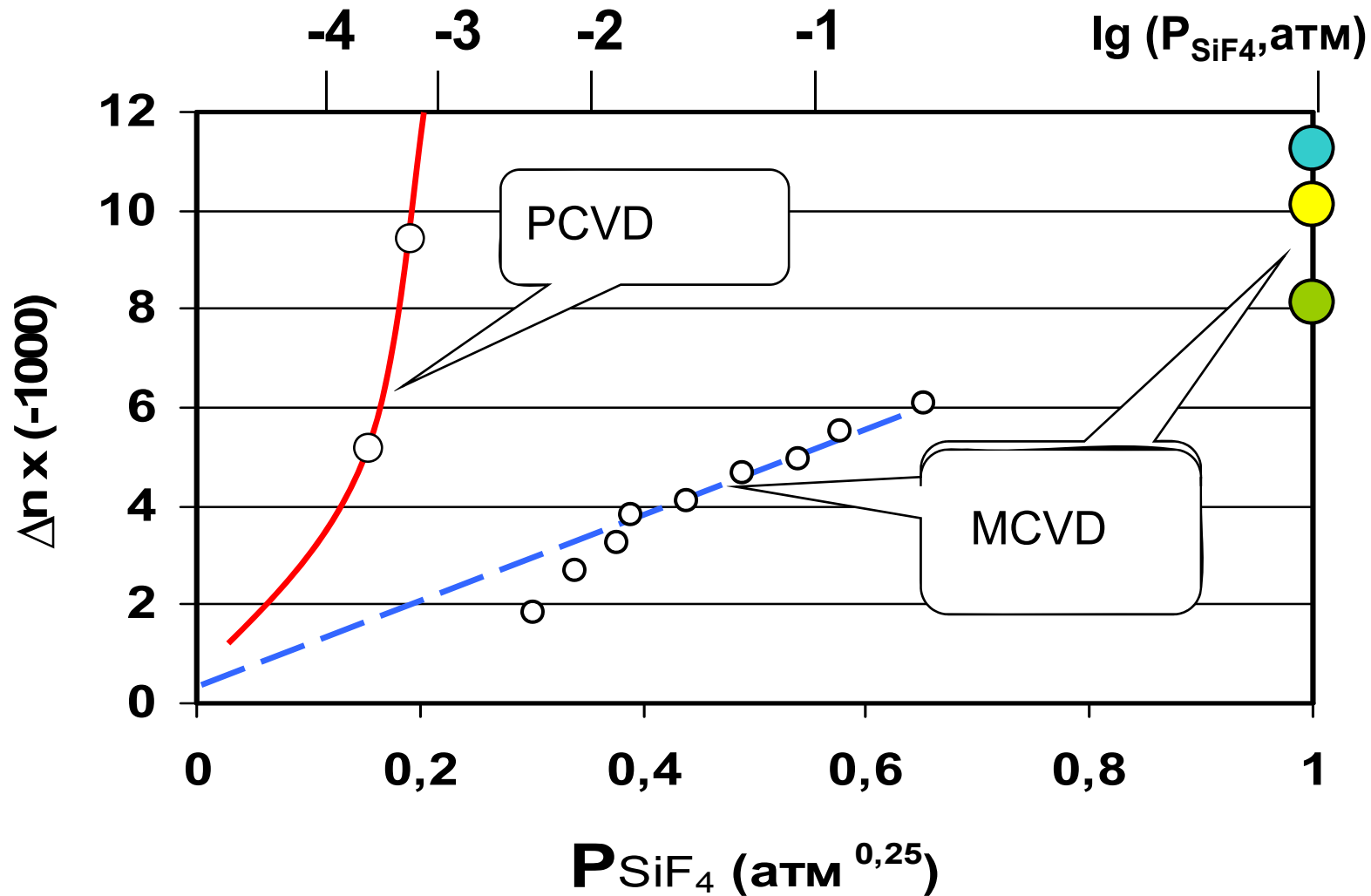
Ероньян М. А

*ОАО «НИТИОМ ВНЦ «ГОИ им. С. И. Вавилова»,  
г. С-Петербург*

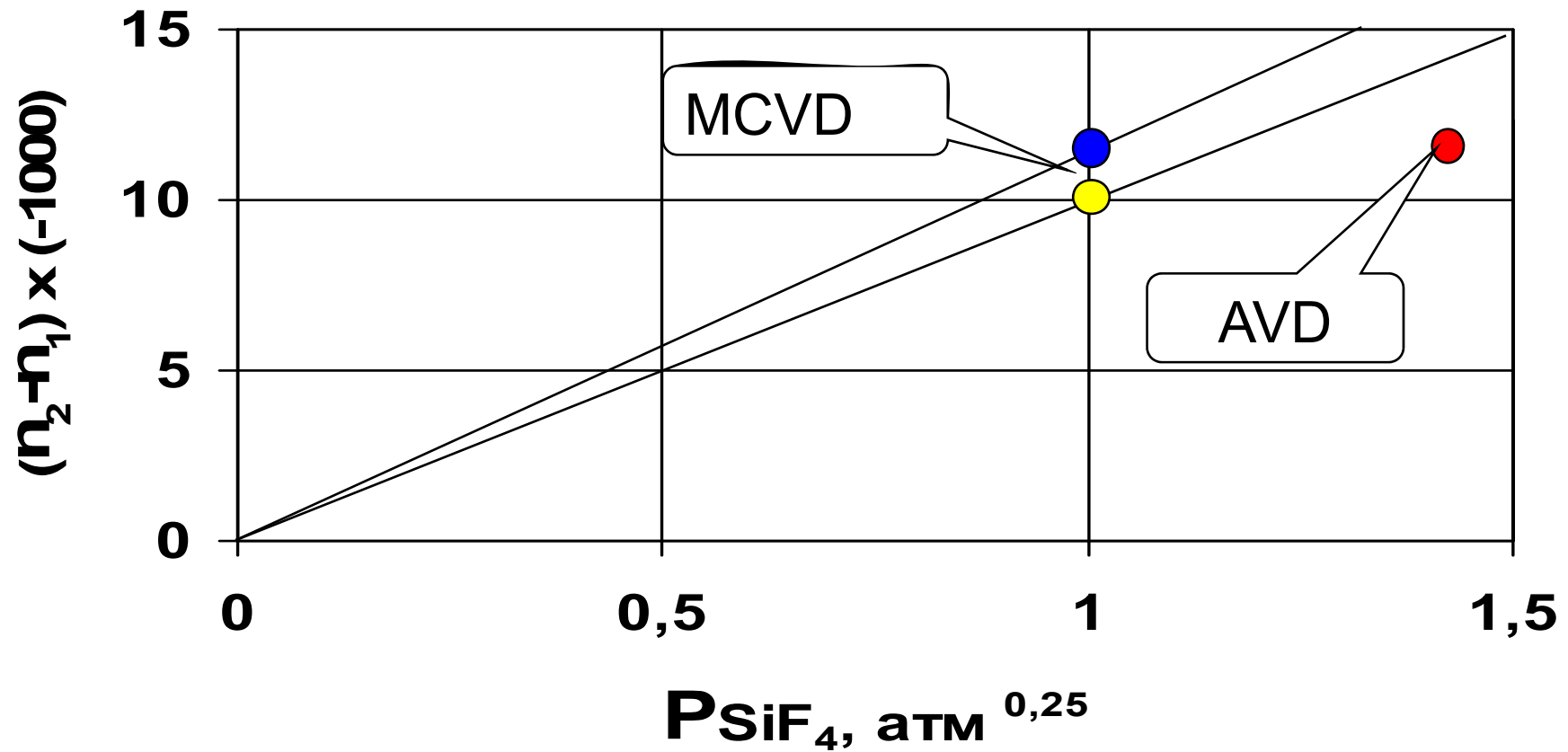
1. Abe K. Fluorine doped silica for optical waveguides. - 2nd European Conference on Optical Communication, Paris, 1976, p. 59-61.
2. Walker K. L., Csencits R., Wood D. Chemistry of fluorine incorporation in the fabrication of optical fibers. - Dig. Techn. Pap. (S. 2) 6 th Top. Meet Opt. Fiber Commun., 1983, p. 36-37.
3. Kirchhof J., Kleinert P., Unger S., Funke A. About the fluorine chemistry in MCVD: the influence of fluorine doping on SiO<sub>2</sub> deposition. - J. Cryst. Res. Technol, 1986, v. 21, № 11, p. 1437-1444.
4. Paul M.C., Sen R., Youngman R.E., Dhar A. Fluorine Incorporation in Silica Glass by the MCVD Process: Study of Fluorine Incorporation Zone, Evaluation of Optical Properties and Structure of the Glass - J. Non-Cryst. Solids. 2008. V. 354. P. 5408.
5. Kirchhof J. Thermodynamics of fluorine incorporation into silica glass. - J. Non crystalline Solids. 2008, v. 354, N 2-9, p. 540-545.

1. Долгов И. И., Иванов Г. А., Чаморовский Ю. К., Яковлев М. Я. Радиационно-стойкие одномодовые оптические волокна с кварцевой сердцевиной. «Фотон-экспресс» 2005, № 6, с. 4-10.
2. Андреев А. Г., Ермаков В. С., Крюков И. И., Цибиногина М. К., Дукельский К. В., Ероньян М. А., Петровский Г. Т., Серков М. М. Исследование процессов легирования кварцевого стекла фтором методом модифицированного химического парофазного осаждения. - Физика и химия стекла, 2006, т. 32 № 1, с. 49-55.
3. Аксенов В. А., Иванов Г. А., Исаев В. А., Лихачев М. Е. Исследование процесса осаждения слоев фторсиликатного стекла методом MCVD при использовании тетрафторида кремния. - Фотон-экспресс 2009, т. 78, № 6, с. 142-143.
4. Гурьянов А. Н., Салганский М. Ю., Хопин В. Ф., Косолапов А. Ф., Семенов С. Л. Высокоапертурные световоды на основе кварцевого стекла, легированного фтором. - Неорганические материалы, 2009, т. 45, № 7, с. 887-891.

# ИЗМЕНЕНИЕ $\Delta n$ С ДАВЛЕНИЕМ $\text{SiF}_4$



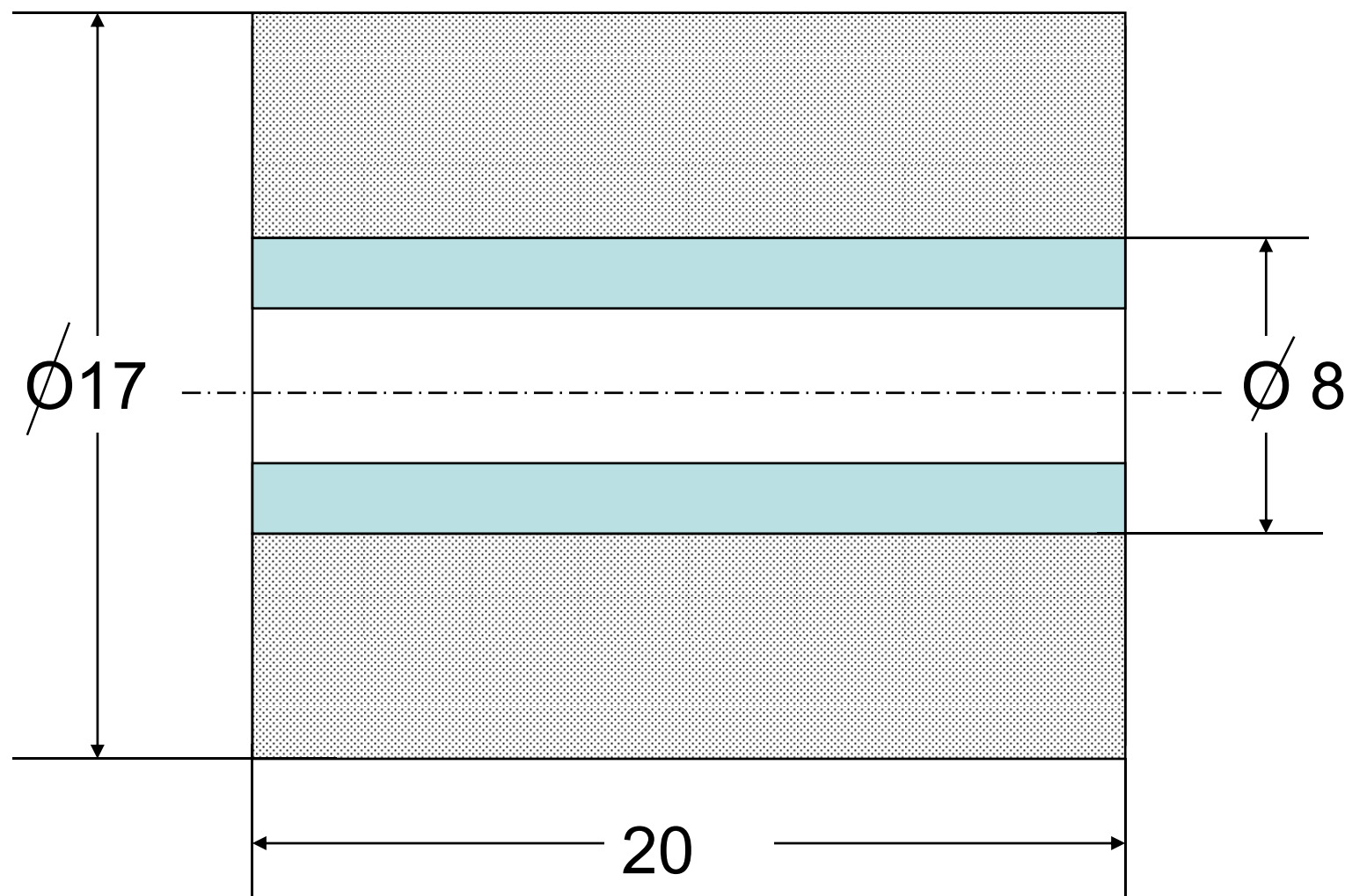
# легирование кварцевого стекла фтором в MCVD и AVD процессах



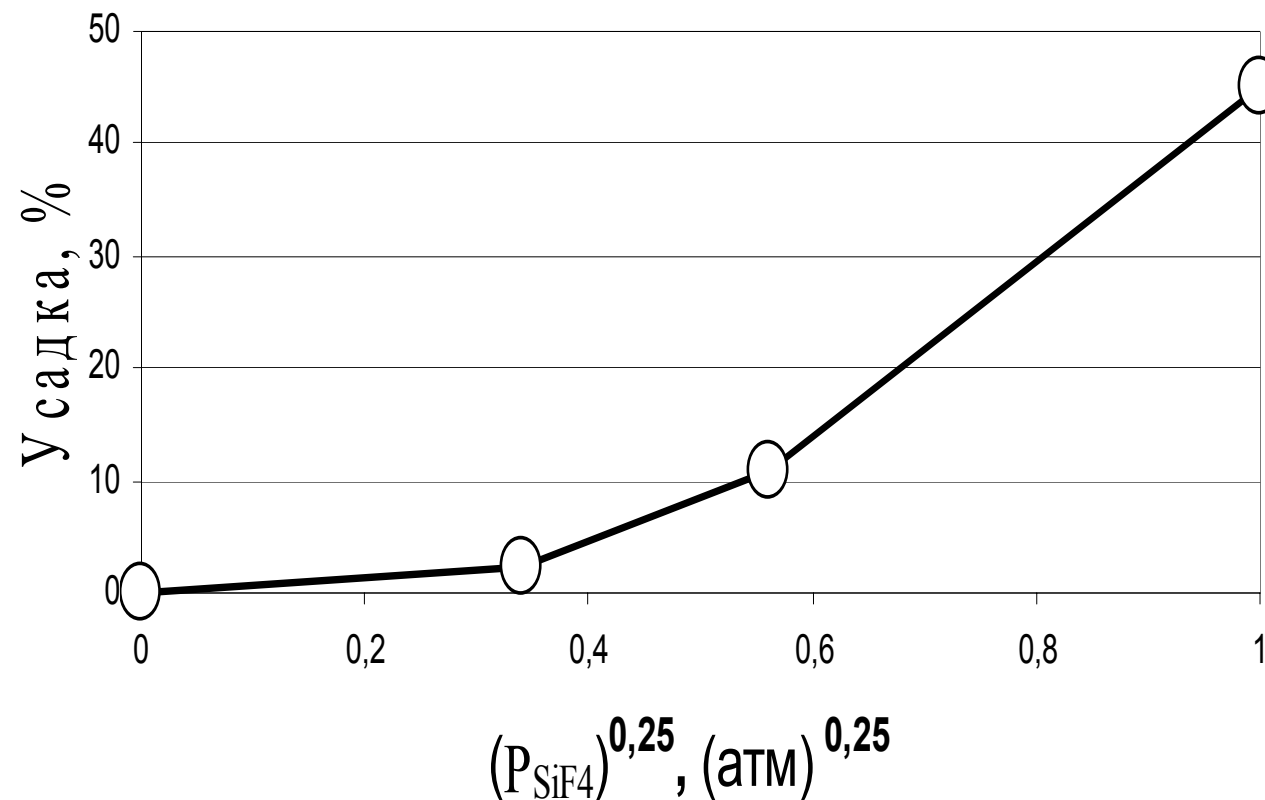
# ФОРМИРОВАНИЕ ПОРИСТОГО ОБРАЗЦА OVD МЕТОДОМ



# ГЕОМЕТРИЯ ПОРИСТОГО ОБРАЗЦА

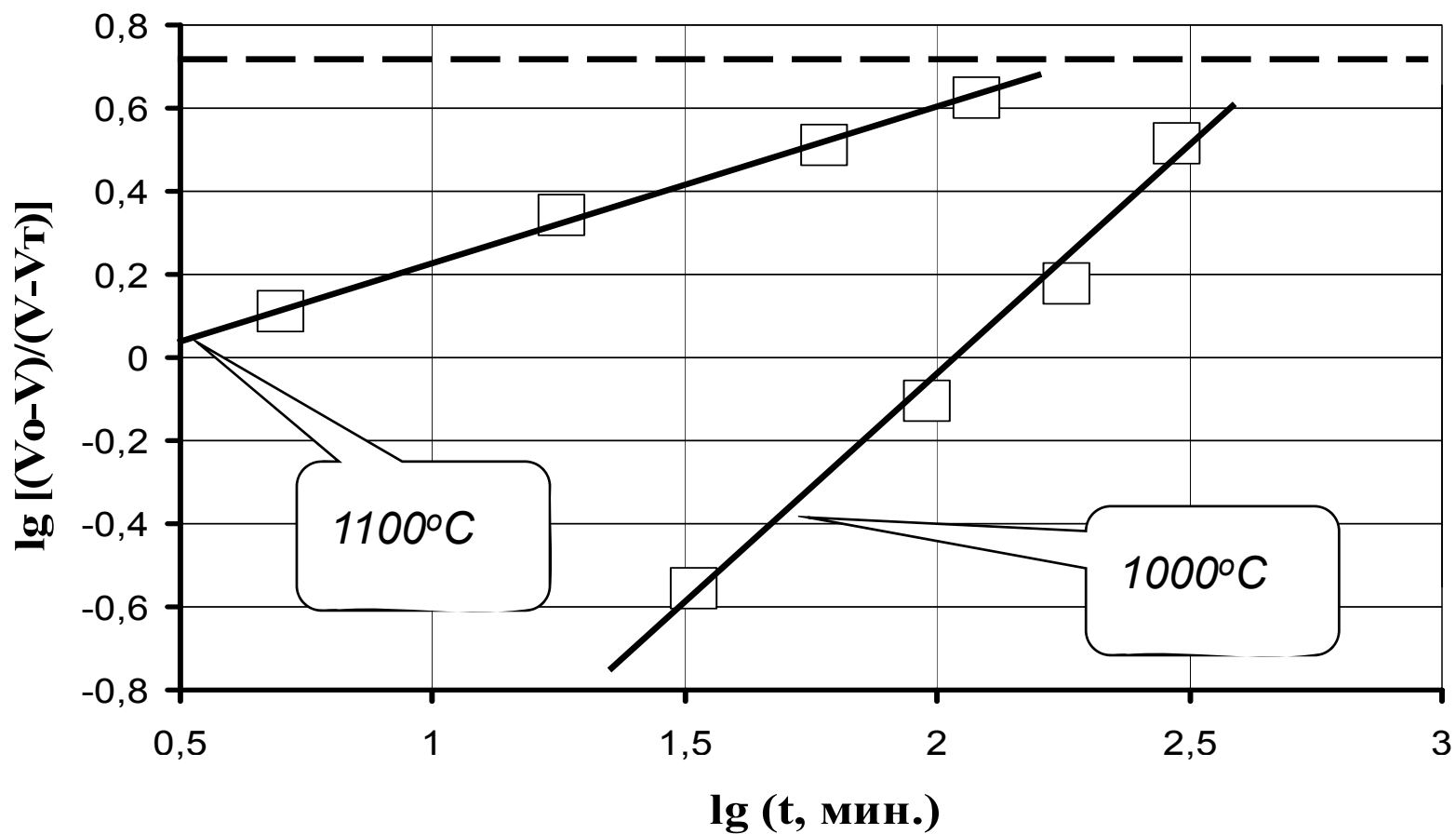


# Усадка пористых образцов $\text{SiO}_2$ после 30 минутной выдержки при $1100^\circ\text{C}$ и разных давлениях $\text{SiF}_4$

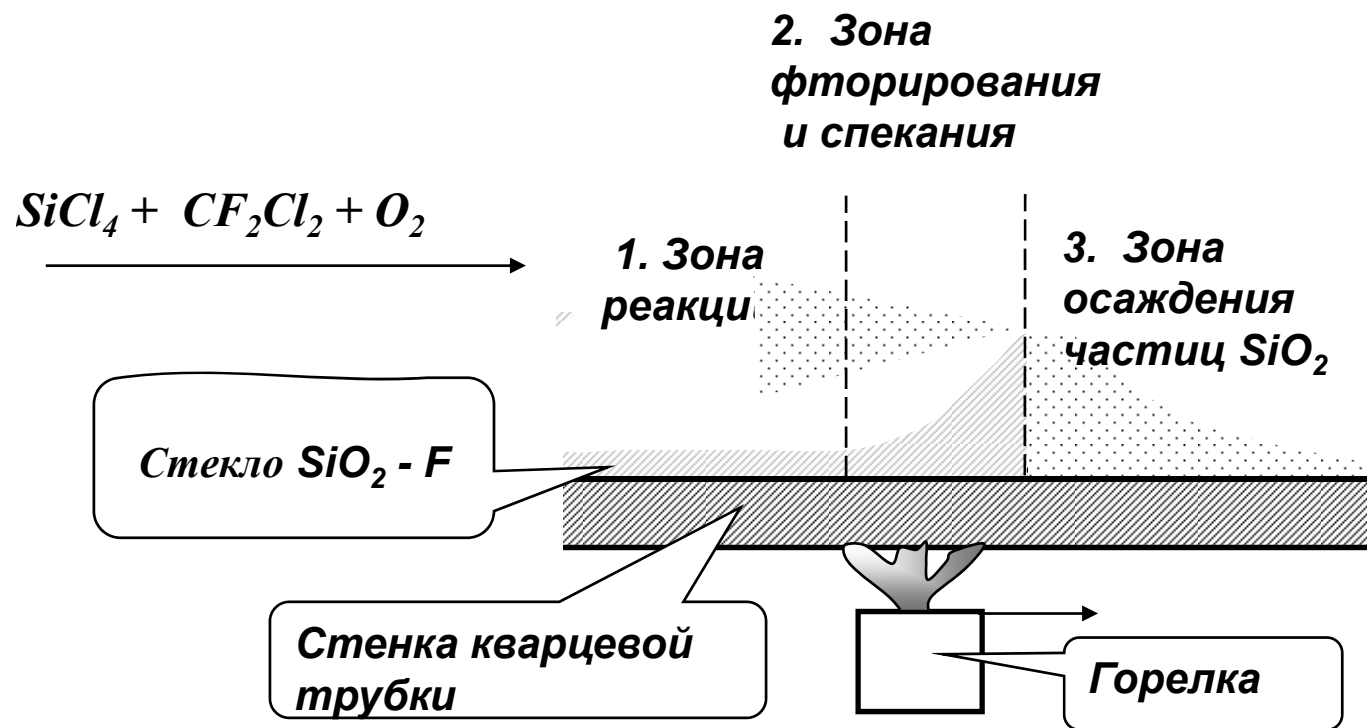




# СПЕКАНИЕ ОБРАЗЦОВ В АТМОСФЕРЕ $\text{SiF}_4$



# Легирование кварцевого стекла фтором

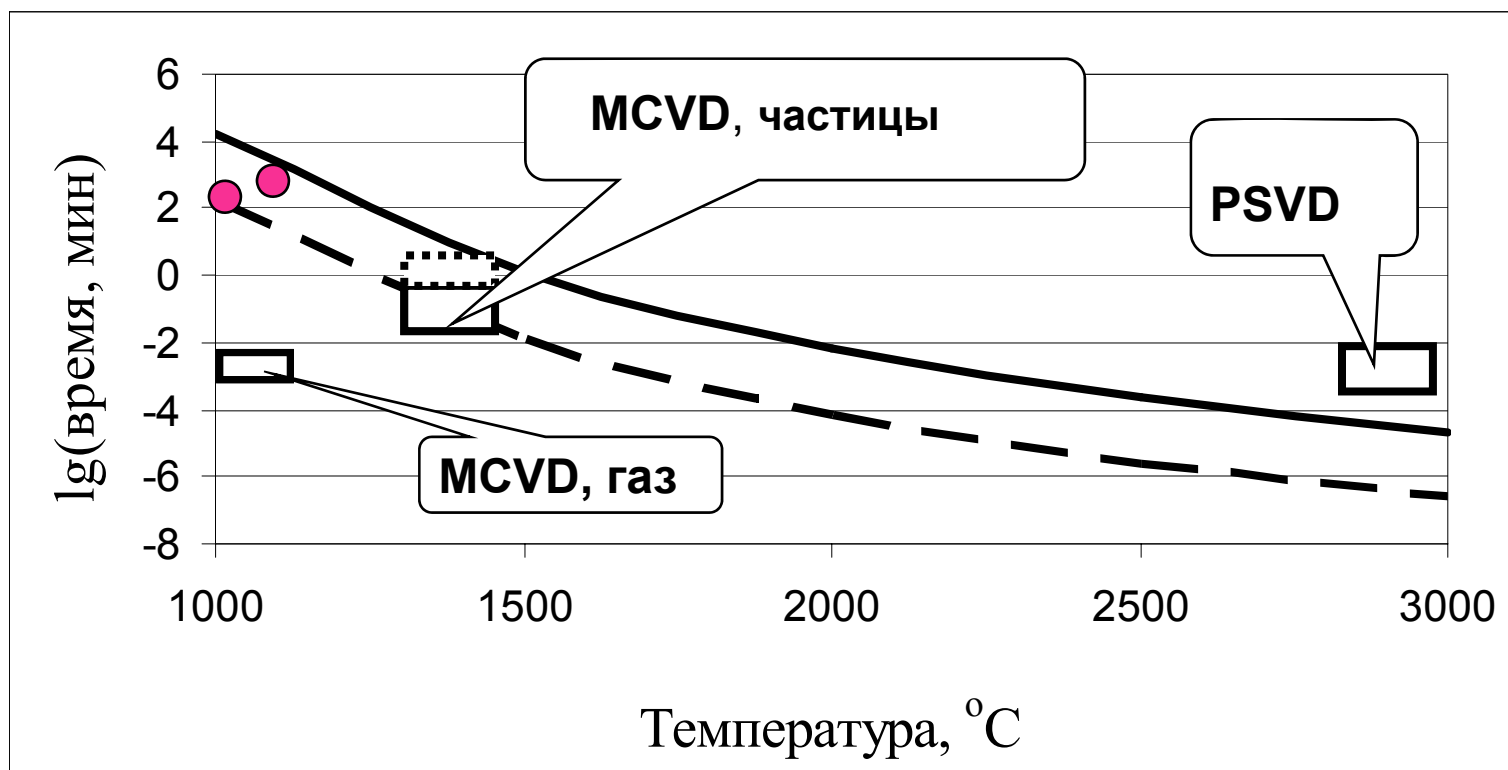


Время фторирования в зоне 1  $\approx 3 \times 10^{-3}$  мин.;  $T \approx 1100^\circ C$

Время фторирования в зоне 2  $\approx 5 \times 10^{-2}$  мин.;  $T \approx 1400^\circ C$

# ДИФФУЗИЯ ФТОРА В ЧАСТИЦЫ $\text{SiO}_2$

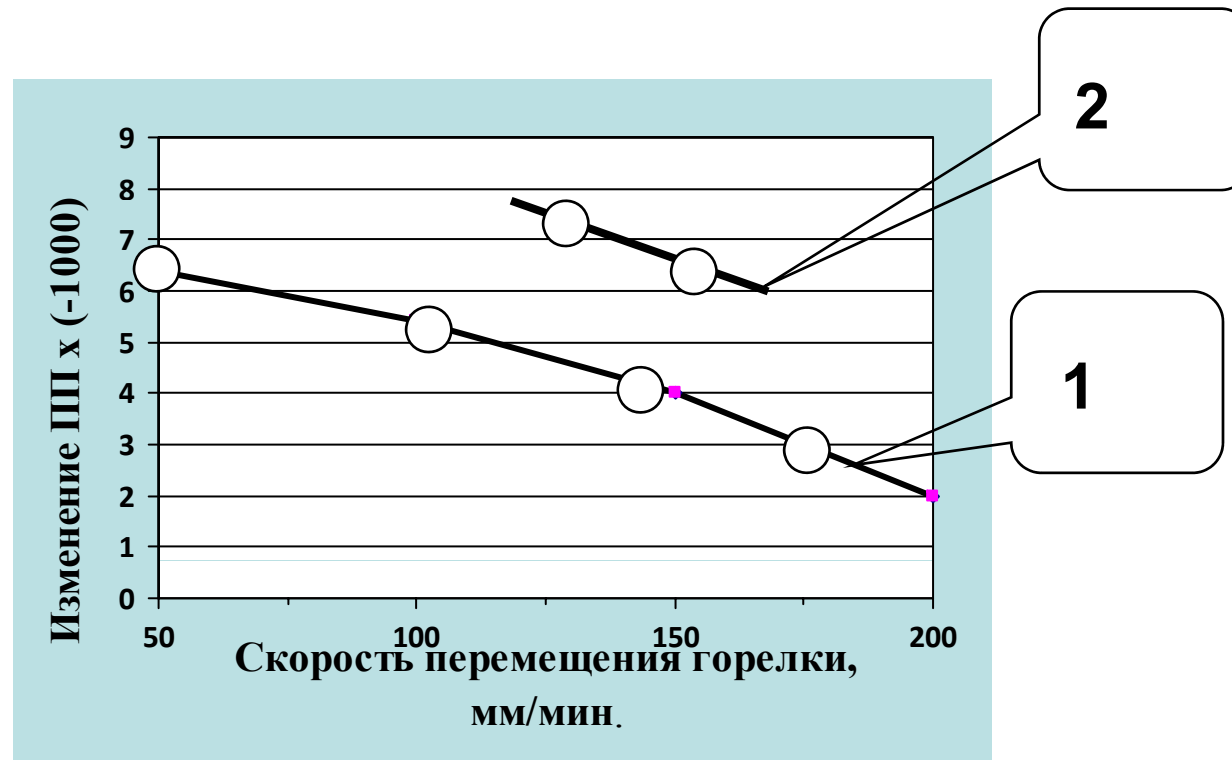
Диаметр частиц: — 200 нм, - - - 20 нм



# Температурные профили нагрева кварцевой трубки узкозонной (1) и широкозонной (2) горелками

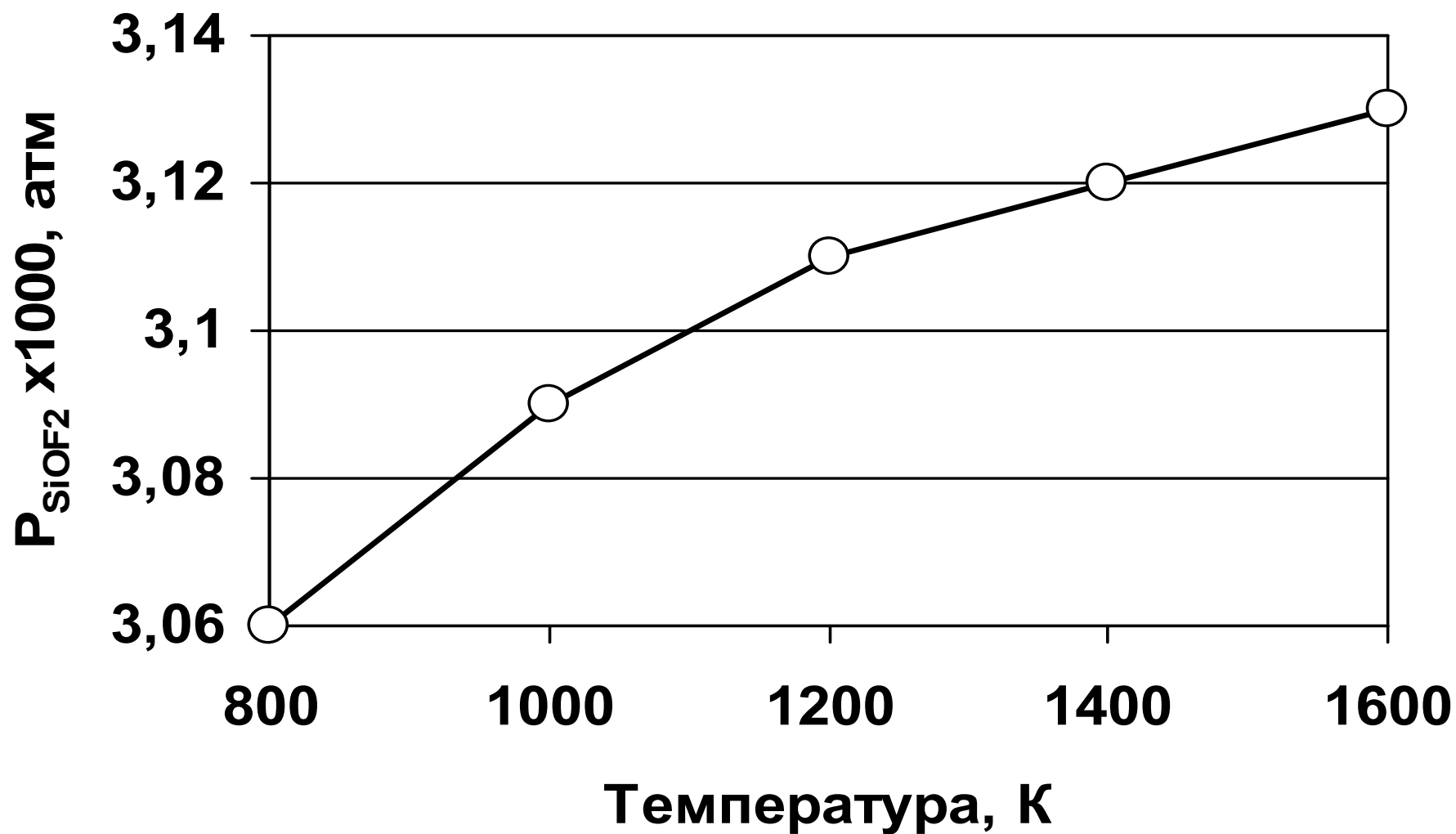


Влияние скорости перемещения горелки на  $\Delta n$  при постоянной толщине осаждаемого слоя для узкой (1) и широкой (2) зоны нагрева

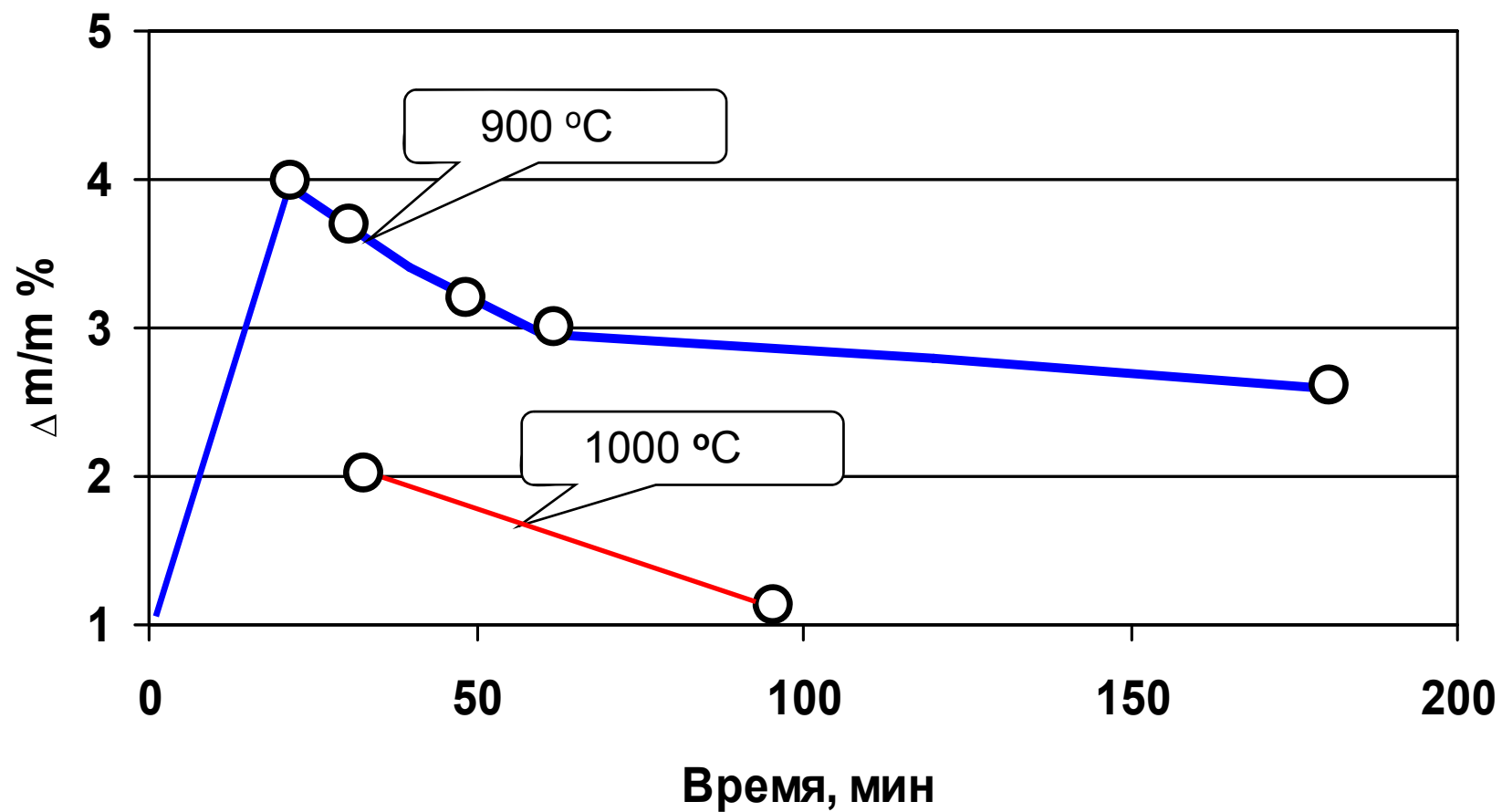


Для транспортировки  $\text{SiCl}_4$  использовался газ  $\text{SiF}_4$ .

Зависимость давления  $\text{SiOF}_2$  от температуры  
при давлении  $\text{SiF}_4 = 1$  атм для реакции:  
 $\text{SiO}_2 + \text{SiF}_4 = 2\text{SiOF}_2$



# ИЗМЕНЕНИЕ МАССЫ ОБРАЗЦОВ В АТМОСФЕРЕ $\text{SiF}_4$



# ВЫВОДЫ

- В газофазных процессах получения фторсиликатного стекла его состав определяется не только давлением фторсодержащих реагентов, но и температурно-временными режимами фторирования тонкодисперстных частиц  $\text{SiO}_2$ .
- Степень легирования кварцевого стекла фтором MCVD методом определяется конкуренцией двух процессов: диффузией фтора в частицы  $\text{SiO}_2$  и их спеканием.



***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ***