

**ВИСКОЗИМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРОВ  
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**C. P. Рафиков**

Исследование вязкости растворов полимеров является удобным и быстрым методом оценки молекулярного веса вещества, что чрезвычайно важно при изучении строения полимеров, при исследовании реакций полимеризации и поликонденсации и для контроля производства и переработки высокомолекулярных соединений [1].

Зависимость вязкости разбавленных растворов линейных полимеров от молекулярного веса может быть выражена соотношением общего вида [2]:

$$[\eta] = KM^\alpha, \quad (1)$$

где  $M$  — средневесовое значение молекулярного веса;  $K$  и  $\alpha$  — эмпирические константы, характерные для данного класса полимеров в определенном растворителе; они устанавливаются на основании систематического изучения вязкости растворов полимеров, молекулярный вес которых определен абсолютными методами;  $[\eta]$  — «характеристическая вязкость» раствора полимера

$$[\eta] = \left( \frac{\eta_{\text{уд}}}{c} \right)_{c \rightarrow 0},$$

$\eta_{\text{уд}}$  — удельная вязкость раствора;  $c$  — концентрация раствора в  $\text{г}/100 \text{ мл}$ .

Недавно было показано [3], что зависимость между вязкостью растворов и молекулярным весом большинства известных классов полимеров может быть выражена более простым соотношением, имеющим только одну эмпирическую константу:

$$[\eta] = \frac{21}{m_0} \left( 4 \cdot 10^{-4} \frac{M}{m_0} \right)^\alpha, \quad (2)$$

где  $m_0$  — средний вес звена цепи полимера, а другие обозначения те же, что и в уравнении (1).

Таким образом, в обычной лабораторной практике для определения молекулярного веса полимеров, для которых известны эмпирические константы  $K$  и  $\alpha$  (или только  $\alpha$ ), достаточно измерить вязкость растворов при 4–5 концентрациях и на основании полученных данных графической экстраполяцией найти величину характеристической вязкости, т. е. значение  $\eta_{\text{уд}}/c$  (часто называемой приведенной вязкостью) для «нулевой» концентрации. Однако определение вязкости растворов при нескольких концентрациях с применением обычных типов вискозиметров Уббелоде и Оствальда требует значительного количества вещества, является довольно трудоемкой операцией и имеет много источников ошибок.

Нами для этой цели предлагается использовать видоизмененный вискозиметр Уббелоде с висячим уровнем<sup>1</sup>, фотография одного из образцов и схема которого приведены на рис. 1 и 2.

<sup>1</sup> Опытные образцы и первая партия вискозиметров предлагаемой конструкции были изготовлены мастером-стеклодувом ИНЭОС АН СССР Лапенковым.

Для уменьшения источников ошибок измерений при изготовлении вискозиметра необходимо соблюдать нижеуказанные основные размеры и придерживаться предлагаемых практических рекомендаций.

Длина капилляра 80—120 м.м. Диаметр капилляра подбирается [4] с таким расчетом, чтобы время истечения растворителя было не менее 100 и не более 200 сек. Емкость колбочки *A* = 30—50 мл, в зависимости от желаемого диапазона концентрации. Колбочка имеет конусообразную форму, нижний конец всасывающей трубки *D* не более 2—3 м.м от дна колбочки. Емкости верхнего *B* и нижнего *G* шариков ~1 мл. Диаметр широкой трубы *B* 10—12 м.м. Диаметры всасывающей *D* и воздушной *E* трубок 5—6 м.м.

Общая высота вискозиметра 200—250 м.м. Метка *a* наносится на верхней расширенной части капилляра; диаметр расширенной части обычно в 2 ра-

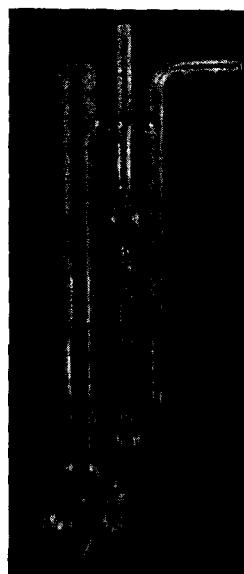


Рис. 1

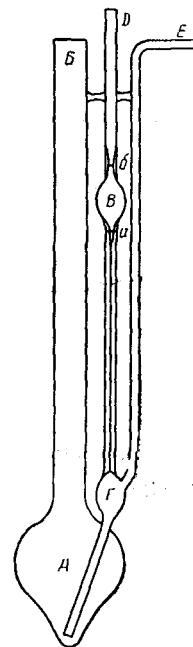


Рис. 2

Рис. 1. Общий вид вискозиметра

Рис. 2. Схематическое изображение вискозиметра (обозначения даны в тексте)

за большее диаметра самого капилляра, но не более 1,3 и не менее 0,6 м.м, длина ее 8—10 м.м. Метка *b* наносится на сужении всасывающей трубы, диаметр суженной части должен быть больше, чем диаметр расширенной части капилляра на 20—40%. Для удобства надевания каучуковых трубок конец всасывающей трубы превышает широкую трубку на 15—20 м.м, а конец воздушной трубы отгибается в сторону. Все три трубы укрепляются стеклянными перемычками в верхней части вискозиметра.

При необходимости вискозиметр может быть снабжен насадками [1] для проведения определений в атмосфере инертных газов или под различным давлением.

Опыт работы с вискозиметром указанной конструкции в лаборатории исследования полимеров ИНЭОС АН СССР и в некоторых других лабораториях показал, что он сравнительно прост для изготовления, удобен и практичен в работе, требует малого количества вещества и мало времени.

Для определения удельной вязкости растворов при 5—10 концентрациях достаточно приготовить первоначально 3—4 мл раствора наивысшей концентрации, для чего в большинстве случаев достаточно иметь ~0,05 г полимера.

После определения времени истечения раствора наивысшей концентрации он последовательно разбавляется для последующих определений. Разбавление производится непосредственно в колбочке вискозиметра фильтрованным растворителем, выдержаным предварительно при температуре измерений; после перемешивания и небольшой выдержки в термостате (10—15 мин.) можно проводить последующее определение.

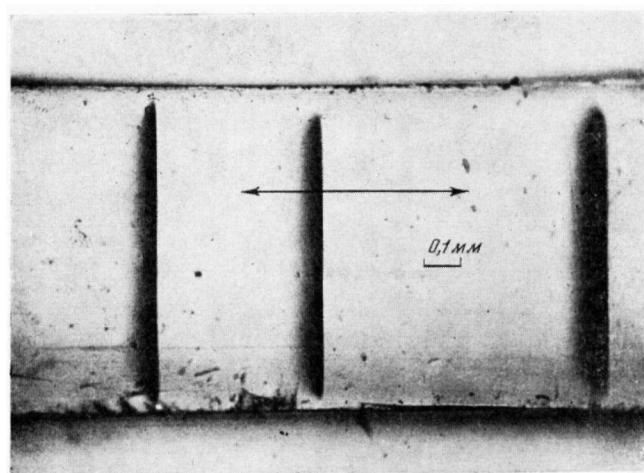


Рис. 1. Трещины в закаленном образце полистирола, возникшие в процессе растяжения при  $20^{\circ}$ .  
Фотография в проходящем свете. Образец слегка наклонен по отношению к плоскости столика микроскопа. Стрелкой указано направление растяжения

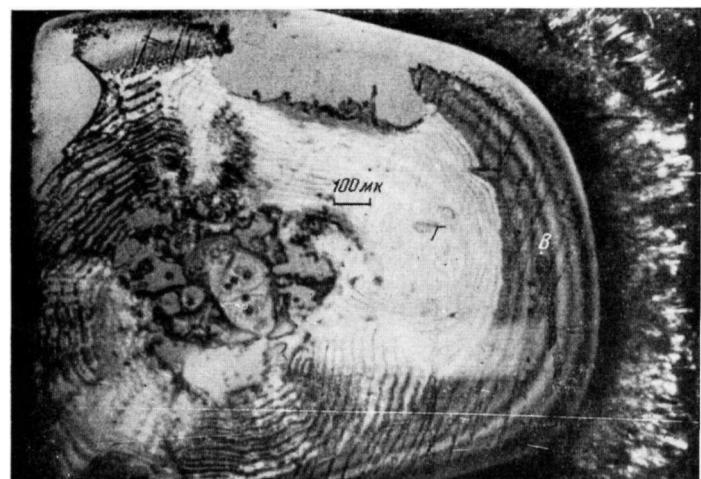
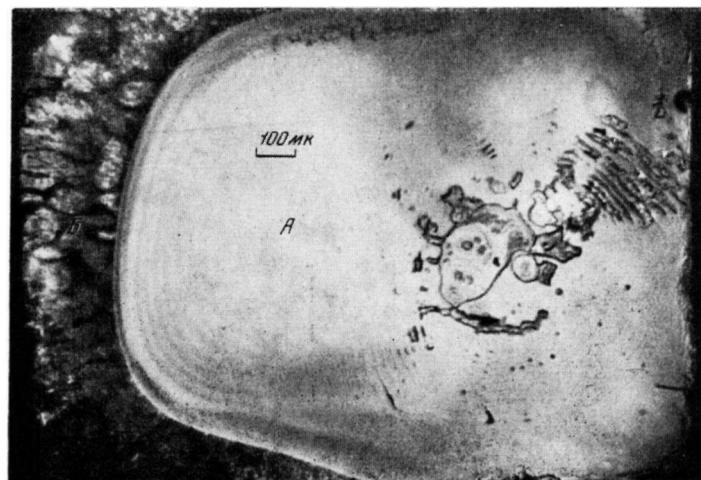


Рис. 2. Поверхности разрушения закаленного образца полистирола, испытанного на растяжение при  $20^{\circ}$ . Фотографии в отраженном свете:  
а — поверхность разрушения на левой половине образца; б — поверхность разрушения на правой половине образца (обозначения А, Б, В, Г даны в тексте)

## Выводы

Описан удобный для изготовления и практичный в работе тип вискозиметра Уббелоде с висячим уровнем для работы с малыми количествами вещества.

Институт элементоорганических  
соединений АН СССР

Поступила в редакцию  
24 VII 1959

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Коршак, С. Р. Рафиков, Введение к изучению высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, 1946, стр. 81.
2. Н. Магк, J. Amer. Chem. Soc., 65, 2319, 1943.
3. С. А. Павлова, С. Р. Рафиков, Высокомолек. соед., 1, 623, 1959.
4. Г. Барр, Выскозиметрия, ГОНТИ, 1938.

## VISCOMETER FOR DETERMINING THE VISCOSITY OF SOLUTIONS OF HIGH MOLECULAR COMPOUNDS

*S. R. Rafikov*

### Summary

A description has been given of a suspended level Ubbelohde type viscometer, easy to make and convenient in manipulation, for use with small amounts of substance.