

3. О. Чибухчан

К ВОПРОСУ ДИСПЕРСИИ ДВУПРЕЛОМЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

В оптических исследованиях кристаллических веществ используется коэффициент дисперсии двупреломления, представляющий собою (Кузнецов, 1959) отношение разностей хода световых волн различной длины. Для представления сущности явлений, имеющих место при дисперсии двупреломления, важны исследования А. М. Гринчаренко (1959^{1,2}), выявившего сложную картину поверхностей двупреломления кристаллов — различных по форме для разных длин волн.

В общем виде коэффициент дисперсии двупреломления имеет следующий вид:
$$K_g = \frac{(n_g - n_r)_{\text{расч.}} \cdot \lambda_{\text{ст}}}{(n_g - n_r)_{\text{ст.}} \cdot \lambda_{\text{расч.}}},$$
 где $(n_g - n_r)_{\text{расч.}}$ и $\lambda_{\text{расч.}}$ — двупреломление и длина волны рассчитываемые, а $(n_g - n_r)_{\text{ст.}}$ и $\lambda_{\text{ст.}}$ — двупреломление и длина волны стандартные.

При отсутствии дисперсии двупреломления, величина ее коэффициента графически выражается плавной кривой. Действительно, при нулевой дисперсии $\Delta i = \Delta_{\text{ст.}}$ и $\lambda_{\text{ст.}} = \text{const}$, формула коэффициента дисперсии приобретает вид
$$K_g = \frac{\text{const}}{\lambda_i}.$$

При исследовании минералов колеблющегося состава кривая коэффициента дисперсии, получаемая для разных длин волн, имеет характерные перегибы (максимумы и минимумы), которые находятся в связи с составом, а также структурой минерала (Кузнецов, 1962; Чибухчан, 1963).

Ю. Д. Пушкарев и В. Б. Татарский (1965), а также В. Г. Фекличев (1969) ставят под сомнение изломанность кривой коэффициента дисперсии двупреломления и считают, что кривые должны иметь монотонный характер изменения по всему измеряемому спектру. Это утверждение основывается на той посылке, что показатели преломления минералов изменяются монотонно. В этом случае, если рассматривать вышеприведенную формулу коэффициента дисперсии двупреломления в следующем виде:
$$K_g = \frac{(n_g - n_r)_{\text{расч.}}}{\lambda_{\text{расч.}}} \cdot \frac{\lambda_{\text{ст.}}}{(n_g - n_r)_{\text{ст.}}},$$

где отношение $\frac{\lambda_{\text{ст.}}}{(n_g - n_r)}$ является постоянной, то выражение

($n_2 - n_1$) расч. должно быть монотонно изменяющейся, поскольку величины длин волн (λ расч.) представляют последовательный ряд чисел, а следовательно будет монотонно изменяющимся и коэффициент дисперсии двупреломления.

В подтверждение своего мнения В. Г. Фекличев, на основании данных показателей преломления ряда минералов, имеющих в литературе, по вышеприведенной формуле рассчитал коэффициенты дисперсии двупреломления некоторых минералов, которые указывают на отсутствие перегибов на спектральных кривых для анатаза, апатита, брусита и др. и противопоставляются результатам, полученным нами.

С целью проверки положений, полученных нами при экспериментальных исследованиях, по формуле были рассчитаны коэффициенты дисперсии для минералов группы цеолита, антофиллита, нефелина. Показатели преломления указанных минералов определены с точностью, которой оперируют и наши оппоненты, что необходимо для правомерности сопоставления полученных результатов.

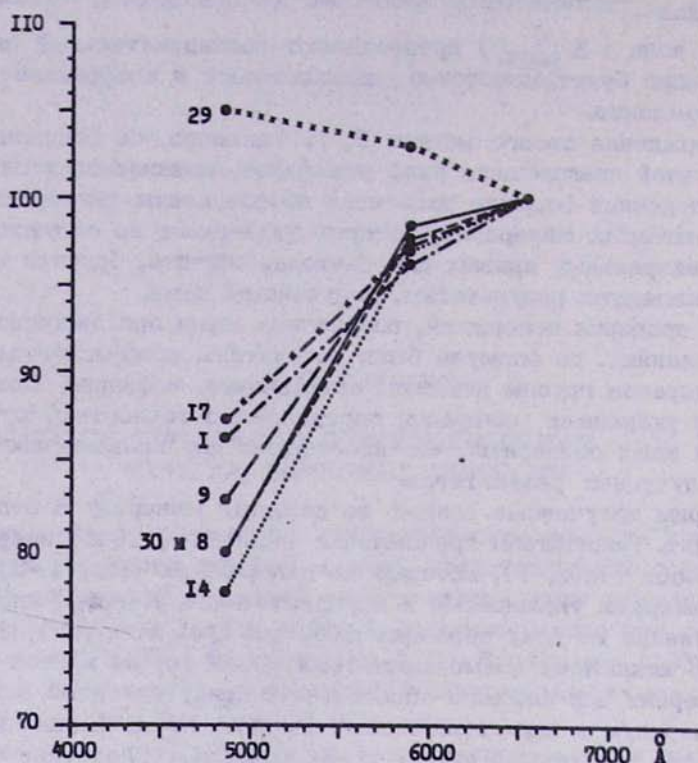
Рассмотрим полученные данные по каждому минералу в отдельности. Антофиллит. Показатели преломления (Rabbitt, 1948) взяты для всех 7 образцов (табл. 1), которые на диаграммах (фиг. 1-3) приведены под номерами указанными в первоисточнике. К сожалению показатели преломления во всех образцах даны для трех длин волн (4861, 5893 и 6563 Å), что исключает возможность выяснения формы кривой коэффициента дисперсии для каждого образца, при принятии одной длины волны за стандартную и малочисленности опорных точек. Если сделать допущение, что все кривые имеют плавный изгиб, вследствие чего не могут нести в себе какой-либо информации о составе, то сопоставление кривых различных длин волн относительно одной стандартной волны должно было бы констатировать или их совпадение друг с другом, что имело бы место при сходстве состава, или равномерное схождение в одну точку (точку стандартной волны), что было бы вероятным для эталонов разного состава.

Поскольку ни одно из этих явлений мы не наблюдаем, а имеет место перекрещивание кривых, то приходится придти к выводу, что это их поведение содержит конкретную информацию по составу каждого эталонного образца. К этому нас побуждает и большое количество образцов, и значительный разброс точек на диаграммах.

Количество же информации зависит от числа опорных точек, что мы проиллюстрируем на последующих примерах.

Эдингтонит. Показатели преломления образца эдингтонита, заимствованные из статьи Хей (Heu, 1934, стр. 483), приведены в табл. 2. На диаграмме (фиг. 4) совмещены кривые для всех главных сечений, форма которых отнюдь не плавная кривая и значительно расходится с линией нулевой дисперсии. Особенно значительный пик имеется при длинах волн 5780 и 6000 Å.

Томсонит. Показатели преломления для образца томсонита (Heu, 1932, стр. 51) приведены в табл. 3. Расчеты произведены для всех главных сечений, а кривые распределения коэффициента дисперсии двупреломления совмещены на единой диаграмме (фиг. 5). Также, как и в случае с эдингтонитом, для томсонита четко проявляется сложный

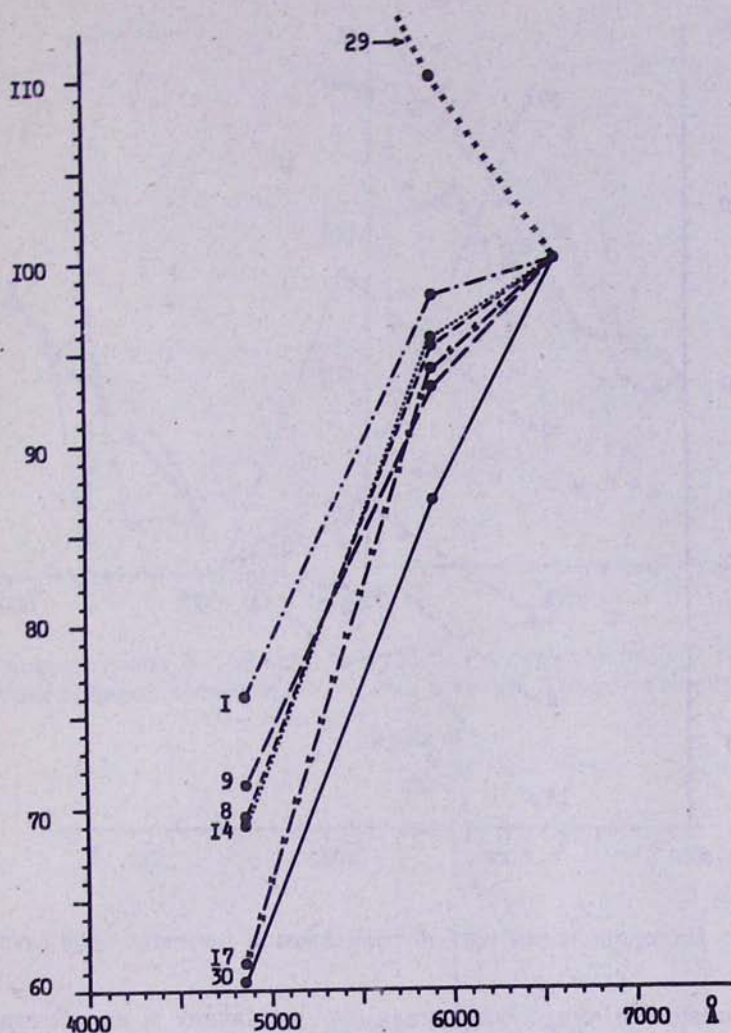


Фиг. 1. Распределение $K\delta$ антофиллита в сечении $Ng - Np$

характер кривых $K\delta$ со многими перегибами. Особенно наглядно это выражено для сечения $Nm - Np$.

Натролит. Сходную с эдингтонитом и томсонитом форму имеет и кривая распределения $K\delta$ натролита. Образец из Бенальта (Неу, 1932₂, стр. 243) рассчитан на основании большого количества данных (табл. 4), которые нанесены на диаграмму (фиг. 6). Для образца натролита из Бенальта в качестве стандартной принята волна с длиной 7682 Å.

Поскольку для натролита имеются данные для четырех образцов, в табл. 5 приведены данные по показателям преломления и расчеты $K\delta$ применительно к единой стандартной волне (6708 Å). На сводной диаграмме (фиг. 7) кривые $K\delta$ обозначены под теми же номерами, под которыми они фигурируют в таблице. Как видно из диаграммы, расположение кривых для отдельных образцов относительно друг друга, также как и в случае с антофиллитом, свидетельствует о возможности получения информации по составу. Количество определений показателей преломления для всех образцов не равнозначно и с определенностью говорить о том, что на какой волне определяется тот или иной компонент не представляется возможным. Однако и в этом случае (для одного лишь сечения $Ng - Np$) констатируется волна с длиной 5350 Å, реагирующая на содержание кремния и алюминия (фиг. 8), с характерным

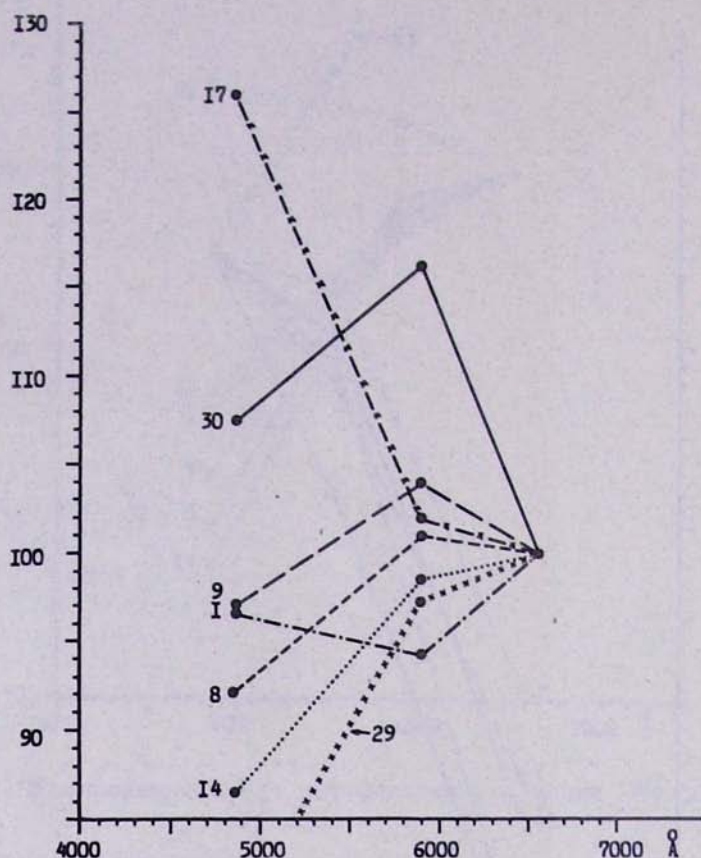


Фиг. 2. Распределение K_{δ} антофиллита в сечении $Ng - Nm$

взаимным наклоном прямых "состав- K_{δ} ", что свойственно для минералов с изоморфным замещением элементов.

Нефелин. Рассмотрение особенностей распределения коэффициента дисперсии двупреломления четырех образцов нефелина (фиг. 9), рассчитанных по заимствованным у Баннистера (Bannister, Hey, 1931) данным показателей преломления (табл. 6), также свидетельствует о наличии довольно значительных перегибов на кривых K_{δ} для всех эталонных образцов.

Для нефелина также построена сводная диаграмма распределения K_{δ} в сечении $No - Ne$, причем для образца У1 даются кривые для двух кристаллов. Линии K_{δ} для кристаллов У1₁ и У1₂ отличны, что



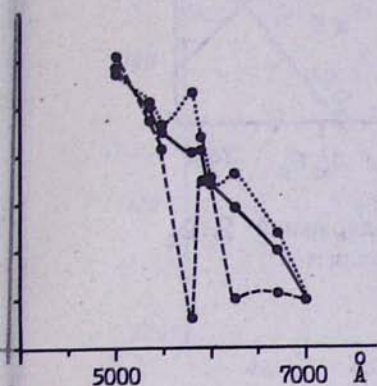
Фиг. 3. Распределение K_{δ} антофиллита в сечении $Nm - Np$

свидетельствует о чутко улавливаемых различиях в их составах при исследовании дисперсии двупреломления.

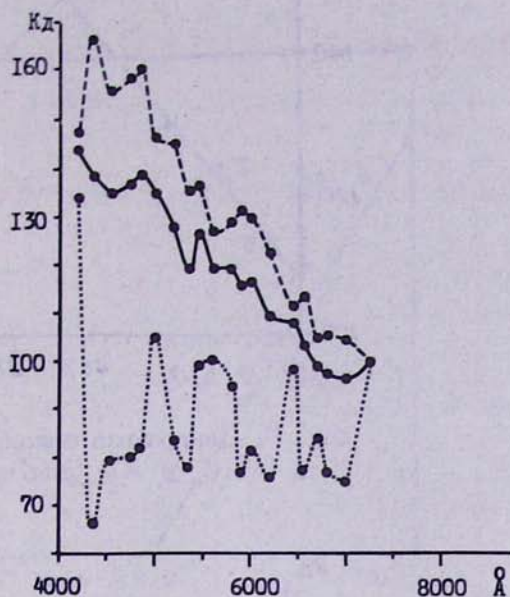
По приведенным у Банистера и Хей химическим анализам и рассчитанным нами значениям K_{δ} построена диаграмма связи содержания SiO_2 и Al_2O_3 (фиг. 10), также со взаимным наклоном кривых.

Приведенные примеры позволяют констатировать наличие перегибов (максимумов и минимумов) на кривых спектрального распределения коэффициента дисперсии двупреломления. Наглядно видна поразительная схожесть кривых K_{δ} , получаемых экспериментальным и расчетным путем, и игнорировать это положение нельзя. Возникает вопрос — чем объяснить такое различие в примерах, приведенных нами и нашими оппонентами?

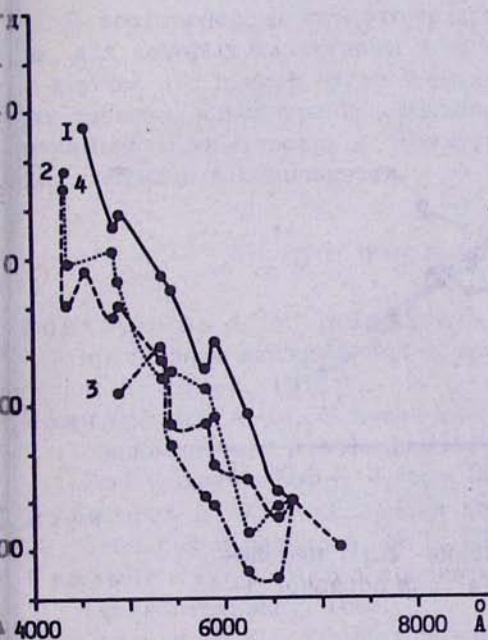
Ответ нам кажется кроется в следующем. В качестве примеров, подтверждающих монотонный характер кривых K_{δ} брались данные по минералам простого и постоянного состава, для которых характерно устойчивое соотношение компонентов. Естественно, в этих условиях



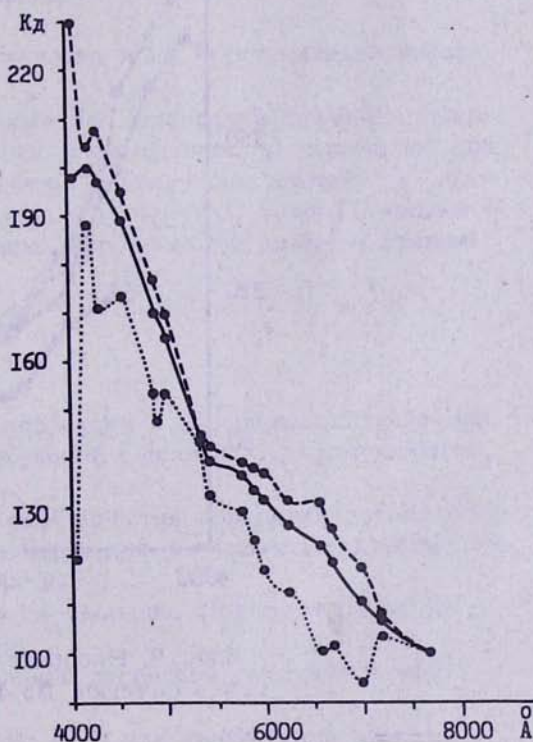
Фиг. 4. Распределение К эдинг-
нитита в трех главных сечениях.



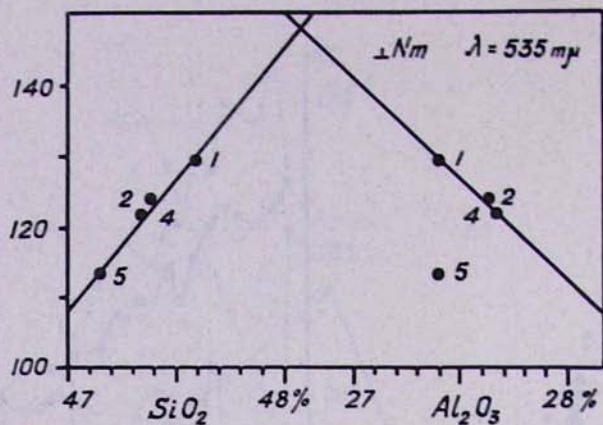
Фиг. 5. Распределение К томсо-
нита в трех главных сечениях.



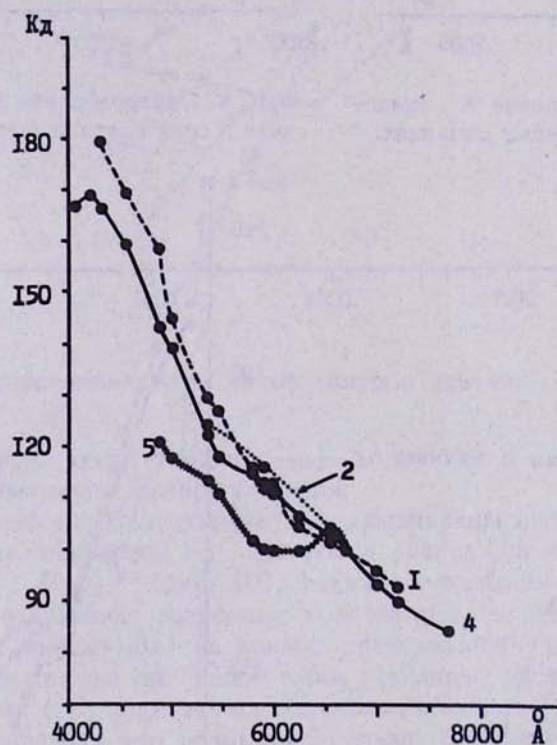
Фиг. 6. Распределение К натролита
в трех главных сечениях.



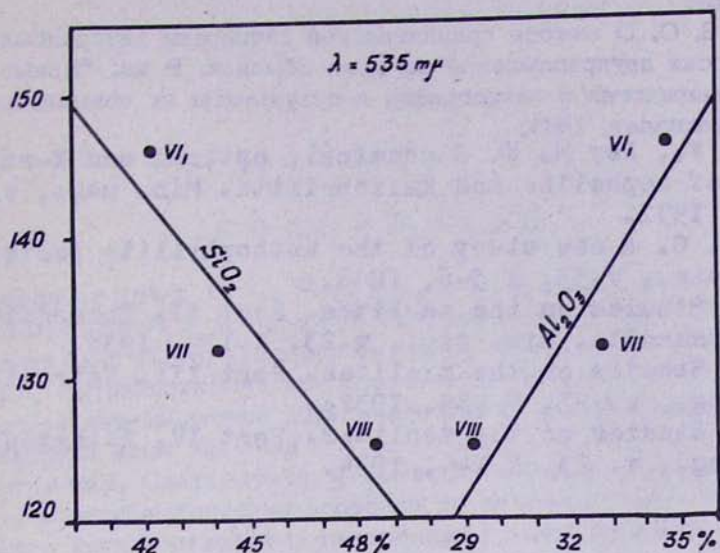
Фиг. 7. Распределение К натролита
в сечении для образцов 1, 2, 4 и 5.



Фиг. 8. Диаграмма связи содержаний SiO_2 и Al_2O_3 с K_δ для натролитов.



Фиг. 9. Распределение K_δ нефелинов в сечении No-Ne для образцов 1-4.



Фиг. 10. Диаграмма связи содержаний SiO_2 и Al_2O_3 с K_δ для нефелинов.

кривые распределения K_δ не могут нести и не несут никакой информации о составе.

В противоположность этому кривые K_δ минералов сложного состава, для которых характерны изоморфные замещения, не совпадают друг с другом и с линией нулевой дисперсии. Более того, кривые K_δ имеют сложную конфигурацию, максимумы и минимумы, которые являются отражением химических и структурных особенностей каждого эталонного образца в отдельности.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаренко А. М. Поверхность рефракции и абсорбции поглощающих кристаллов моноклинной и триклинной сингоний. Кристаллография, т. 4, вып. 3, 1959₁.
- Гончаренко А. М. О некоторых особенностях поведения показателей преломления и коэффициентов поглощения поглощающих кристаллов. Кристаллография, т. 4, вып. 5, 1959₂.
- Кузнецов Е. А. О дисперсии двупреломления. Известия ВУЗ-ов. Геология и разведка, № 1, 1959.
- Кузнецов Е. А. Метод сравнительной дисперсии двупреломления. Госгеолтехиздат, 1962.
- Пушкарёв Ю. Д., Татарский В. Б. О так называемом методе сравнительной дисперсии двупреломления. Зап. Всес. минералог. общ., т. 94, вып. 5, 1965.

- Фекличев В. Г. О методе сравнительной дисперсии двупреломления и свойствах коэффициента K_g . Известия АН СССР, сер. геол., № 2, 1969.
- Чибухчан З. О. О методе сравнительной дисперсии двупреломления и дисперсия двупреломления роговых обманок. В кн. "Новые методы в минералогии и петрографии и результаты их применения". Госгеолтехиздат, 1963.
- Bannister F., Hey M. H. A chemical, optical and X-ray study of nepheline and kaliophilite. Min. mag., v. 22, N 134, 1931.
- Rabbitt J. C. A new study of the anthophyllite series. Amer. min., v. 33, N 5-6, 1948.
- Hey M. H. Studies on the zeolites. Part II. Thomsonite and gonnardite. Min. mag., v. 23, N 137, 1932.
- Hey M. H. Studies on the zeolites. Part III. Natrolite. Min. mag., v. 23, N 139, 1932.
- Hey M. H. Studies on the zeolites. Part IV. Edingtonite. Min. mag., v. 23, N 144, 1934.