16. Псевдохроизмъ въ двойниковыхъ пластинкахъ кальцита.

В. В. Никитинъ.

(Доложено 14 января 1913 г.).

Подъ именемъ псевдохроизма Е. С. Федоровымъ [1]) было описано наблюдавшееся имъ подъ микроскопомъ для нѣкоторыхъ пластинчатыхъ веществъ явленіе окрашиванья, зависящее не отъ различія въ поглощеніи веществомъ различныхъ лучей видимой части спектра, но отъ особенностей его строенія.

Къ этому же разряду явленій относится и общеизвѣстное часто наблюдающееся явленіе окрашиванья двойниковыхъ пластинокъ, проростающихъ зерна кальцита по плоскостямъ перваго тупѣйшаго ромбоэдра $(\bar{1}0\bar{1}2)$. Въ этомъ случаѣ явленіе псевдохроизма часто очень ярко и по этой причинѣ, а также и потому, что положеніе двойниковыхъ пластинокъ здѣсь легко опредѣляется, явленіе можетъ быть легче подвергнуто изслѣдованію, чѣмъ въ случаяхъ, описанныхъ Е. С. Федоровымъ.

Настоящая работа представляетъ попытку такого изслѣдованія. Мнѣ не удалось выяснить вопросъ вполнѣ, но примѣненіе къ изслѣдованію „универсальнаго“ метода сильно пополняетъ картину явленія и позволяетъ отвѣтить на часть вызываемыхъ имъ вопросовъ. Поэтому я рѣшаюсь опубликовать полученные результаты не смотря на сознаніе неполноты освященія вопроса.

Прежде всего напомню основныя черты изучаемаго явленія:

При разсматриваніи шлифа безъ анализатора бросаются въ глаза обыкновенно блѣдно, но явственно, а иногда и ярко окрашенныя полоски, прорѣзывающія зерна кальцита. Цвѣта довольно разнообразны: желто- и оранжево-бурый, фіолетово-бурый, фіолетовый, синій, голубой, зеленый, розовый. По впечатлѣнію на глазъ эти цвѣта отвѣчаютъ интерференціоннымъ цвѣтамъ 1-го, 2-го и частью 3-го порядка, наблюдающимся при скрещенныхъ или при параллельныхъ николяхъ. Нерѣдко окраска различна для различныхъ участковъ одной и той же полоски, напримѣръ измѣняется отъ желто-бурой до зеленой черезъ фіолетовую и синюю.

Цвѣта не исчезаютъ и по удаленіи поляризатора, но становятся блѣднѣе: примѣсь бѣлаго цвѣта, довольно значительная и въ присутствіи поляризатора, становится еще значительнѣе. Не трудно убѣдиться, что окраска не связана съ частичной поляризаціей свѣта при отраженіи отъ зеркала микроскопа, такъ какъ она не исчезаетъ и при пользованіи свѣтомъ лампы непосредственно безъ помощи зеркала.

При введеніи поляризатора или анализатора окраска становится болѣе густой и наблюдается рѣзкое ея измѣненіе. Наиболѣе опредѣленные цвѣта и наибольшее различіе въ окраскѣ наблюдается большею частью при положеніяхъ, когда длина полоски параллельна или перпендикулярна къ плоскости колебаній частицъ эфира въ николѣ, но иногда наоборотъ это наблюдается при косомъ положеніи полосокъ.

Прибѣгая къ скрещеннымъ николямъ, не трудно убѣдиться, что моментамъ наибольшей густоты окраски отвѣчаютъ положенія погасанія основного зерна кальцита, прорѣзаннаго двойниковыми полосками, и, слѣдовательно, положенія параллельности одной и, соотвѣтственно, перпендикулярности другой изъ осей симметріи изслѣдуемаго сѣченія оптическаго эллипсоида кальцита плоскости колебаній николя.

Въ одноосномъ минералѣ, каковымъ является кальцитъ, одной изъ осей симметріи каждаго сѣченія эллипсоида будетъ всегда ось Nm. Совмѣщая послѣднюю съ осью I столика и устанавливая ось

[1]) Ueber Pseudocroismus und Pseudodichroismus. Tschermak's mineralogische und petrographische Mittheilungen (neue Folge). 1895. XIV B. 569 S. Основанія Петрографіи 1897, стр. 83 и 84.

I сначала въ положеніе совпаденія, затѣмъ перпендикулярности къ плоскости колебаній николя [1]) и наклоняя затѣмъ препаратъ около I, мы получимъ рядъ сѣченій кальцита съ постояннымъ положеніемъ осей ихъ, отвѣчающимъ наибольшей густотѣ и опредѣленности окраски. Попутно, наблюдая зерно при скрещенныхъ николяхъ, мы можемъ убѣдиться, что въ моменты затемнѣнія въ большинствѣ случаевъ гаснутъ и двойниковыя полоски и что, если темнота сохраняется при наклоненіяхъ около оси I, то полоски не появляются вновь и при наклонахъ. При параллельныхъ николяхъ при томъ же положеніи препарата полоски окрашены совершенно такъ же, какъ онѣ окрашены и въ присутствіи только одного изъ николей. При скрещенныхъ николяхъ, при вращеніи препарата или николей, вмѣстѣ съ освѣщеніемъ основного зерна появляется и окраска полосокъ, но она сильно затушевана интерференціонной окраской основного зерна. Окраска эта не измѣняется при вращеніи препарата и характеризуется той меньшей опредѣленностью, которая отвѣчаетъ въ присутствіи только одного изъ николей косымъ положеніямъ оси Nm кальцита по отношенію къ плоскости колебаній николя.

Наклоненіе около оси I вызываетъ измѣненіе окраски. При совпаденіи плоскости пластинки съ оптической осью микроскопа окраски не наблюдается, а сами двойниковыя пластинки представляются настолько тонкими, что толщина ихъ измѣренію не поддается. Первые слѣды окраски наблюдаются при величинѣ угла между плоскостью пластинки и оптической осью микроскопа $\psi = 5°$. Но это бываетъ очень рѣдко. Чаще всего окраску удается замѣтить только при $\psi = 15° - 20°$, но иногда особенно же, когда ось Nm перпендикулярна къ плоскости колебаній николя [1]), окраска становится замѣтной только при $\psi = 25° - 30°$. Большею частью окраска появляется раньше при положеніи, когда ось Nm перпендикулярна къ плоскости колебаній николя, чѣмъ, когда она параллельна. Для иллюстраціи измѣненій окраски, наблюдающихся при наклоненіи препарата, мы приведемъ рядъ наблюденій надъ тремя полосками кальцита, № 1 въ одномъ препаратѣ, № 2 и № 3 въ другомъ. Результаты наблюденій сгруппированы въ таблицѣ I.

[1]) Этого можно удобно достигнуть вращеніемъ накладного анализатора, конечно удаливши предварительно поляризаторъ.

[1]) Все это относится къ случаю, когда наблюденіе происходитъ въ присутствіи только одного николя.

Таблица I.

№ 1.

$J = \overline{40}^1/_2°$		$\overline{28}^1/_2°$	$\overline{23}°$	$\overline{17}^1/_2°$	$\overline{15}°$	$\overline{13}°$	$\overline{10}^1/_2°$	$\overline{7}°$	$\overline{5}°$	$\overline{1}/_2°$	$2^1/_2°$	$6^1/_2°$	$12°$	$22°$
$\psi = 0$		$12°$	$17°$	$22^1/_2°$	$25°$	$27°$	$30°$	$33^1/_2°$	$35°$	$40°$	$43°$	$47°$	$52^1/_2°$	$62^1/_2°$
При отсутств. николей.		Блѣдный красно-оранжевый.	Желтый.	Блѣдный зеленый.	Сѣров.-голубой.	Сѣров.-синій.		Фіолет.-сѣрый.	Грязный голубов.-сѣрый.	Фіолет.-сѣрый.	Оранж.-сѣрый.	Оранж.-желтый.	Блѣдный желтый.	Отсутствіе окраски.
При одномъ николѣ.	Nm перпендик. плоск. колебаній.	Красно-оранжев.	Желтый.	Зеленый.	Голубой.	Синій.	Розовый.	Очень темный фіолетовый.	Черно-фіолет. Оранж.-бурый.	Оранжевый.	Оранж.-желтый.	Желтый.	Блѣдный желтоватый.	Едва замѣтный желтый.
	Nm парал. плоск. колебаній.	Отсутствіе окраски.	Отсутствіе окраски.	Едва замѣтный сѣроватый.	Сѣрый.	Фіолет.-сѣрый.		Желт.-зеленый.	Зеленый голубой.	Синій.	Темный сѣров.-фіолетов.	Оранж.-бурый.	Блѣдный оранжевый.	Отсутствіе окраски.

№ 2.

При одномъ николѣ.		При отсутствіи николей.	$J = 24\frac{1}{2}°$	
Nm параллел. плоск. колебан.	Nm перепендик. плоск. колебан.		$\psi = 0°$	
Неопредѣленн. темно-бурый.	Желто-бурый.	Желто-бурый.	3°	$21\frac{1}{2}°$
Блѣдный сѣрый.	Желто-оранжев.	Блѣдный желто-оранжев.	10°	$14\frac{1}{2}°$
Почти безцвѣтный.	Желто-оранжев.	Блѣдный желто-оранжев.	14°	$10\frac{1}{2}°$
Желто-оранжев.	Желто-оранжев.	Желто-оранжев.	19°	$5\frac{1}{2}°$
Буро-фіолетов.	Блѣдный желто-оранжев.	Блѣдный оранж.-бурый.	23°	$1\frac{1}{2}°$
Яркій зеленый, синій, фіолетовый и бурый.	Блѣдный желто-оранжев.	Блѣдные бурый, фіолетовый и голубой.	$27\frac{1}{2}°$	$\bar{3}°$
Грязно-бурый.	Отсутствіе окраски.	Едва замѣтный бурый.	$33\frac{1}{2}°$	$\bar{9}°$
Отсутствіе окраски.	Отсутствіе окраски.	Отсутствіе окраски.	$49\frac{1}{2}°$	$\bar{25}°$
Неопредѣленн. буровато-сѣрый.	Грязный желто-бурый.	Грязный желто-бурый.	$10\frac{1}{2}°$	35°
Почти безцвѣтный.	Желто-оранжев.	Блѣдный, грязн. желто-оранж.	17°	$41\frac{1}{2}°$
Блѣдный желто-оранжев.	Желто-оранжев.	Желто-оранжев.	$24\frac{1}{2}°$	49°
Яркіе зеленый, синій, фіолетовый и бурый.	Желто-оранжев.	Фіолетовый и оранжев.-бурый.	$31\frac{1}{2}°$	56°
Оранжев.-бурый.			41°	$65\frac{1}{2}°$

№ 3.

При одномъ николѣ.		При отсутствіи николей.	$J = 38°$	
Nm параллел. плоск. колеб.	Nm перпендик. плоск. колеб.		$\psi = 0°$	
Слѣды неопред. окраски.	Красно-оранжев. и грязно-голубой.	Красно-оранжевый и грязно-голубой.	11°	27°
Блѣдный желто-оранжев.	Красно-оранжев. и грязно-фіолетов.	Желто-оранжев.	15°	23°
Оранжевый и грязно-фіолетов.	Темный желто-оранжев.	Желто-оранжев. и фіолетово-бурый.	$20\frac{1}{2}°$	$17\frac{1}{2}°$
Блѣдный фіолет., синій и зеленый.	Желто-оранжев.	Очень блѣдный оранжев., фіолет., голубой, зеленовато-желтый.	$24\frac{1}{2}°$	$13\frac{1}{2}°$
Зеленов.-желтый, оранжевый и пурпуровый.	Блѣдный оранжево-желтый.	Зеленовато-желт. и оранжевый.	$31\frac{1}{2}°$	$6\frac{1}{2}°$
Оранжев.-бурый.	Едва замѣтный желтоватый.	Блѣдный желто-оранжев.	41°	$\bar{3}°$
Отсутствіе окраски.	Отсутствіе окраски.	Отсутствіе окраски.	51°	$\bar{13}°$

Наблюденія надъ первой пластинкой (№ 1) показываютъ очень большое сходство окраски пластинки въ присутствіи николей съ той, которая наблюдается при тѣхъ же углахъ ψ въ присутствіи одного николя, при перпендикулярности оси Nm къ плоскости колебаній николя. Расхожденія наблюдаются только, начиная съ $\psi = 35°$. Для этого угла и для угловъ $\psi > 35°$ окраска представляется средней между окраской при Nm параллельномъ и Nm перпендикулярномъ плоскости колебаній николя.

При Nm, перпендикулярномъ къ плоскости колебаній николя, порядокъ цвѣтовъ при возрастаніи угла ψ отвѣчаетъ порядку пониженія интерференціонныхъ цвѣтовъ, наблюдаемыхъ при скрещенныхъ или при параллельныхъ николяхъ, причемъ, если параллезировать ихъ съ цвѣтами при параллельныхъ николяхъ, то красно-оранжевый и желтый цвѣта принадлежатъ къ цвѣтамъ 2-го порядка, остальные къ цвѣтамъ 1-го порядка. Но цвѣта не представляются вполнѣ нормальными. Особенно отличается фіолетовый цвѣтъ. Онъ на столько теменъ, что фіолетовая окраска его только съ трудомъ различима.

При параллельности оси Nm плоскости колебаній николя окраска становится ощутимой значительно позже и сначала выражается сѣрыми неопредѣленными цвѣтами, затѣмъ она частью повторяетъ цвѣта при перпендикулярности оси Nm, отставая отъ послѣдней на разность въ углахъ ψ отъ 10° до 15°.

Для полоски № 2 окраска безъ николей такъ же, какъ и для № 1, отвѣчаетъ въ началѣ окраскѣ при Nm, перпендикулярномъ къ плоскости колебаній николя. При $\psi = 19°$ она одинаково для всѣхъ трехъ случаевъ, и дальше цвѣта представляются также средними между цвѣтами при Nm перпендикулярномъ и Nm параллельномъ. Въ противоположность полоскѣ № 1 цвѣта при Nm перпендикулярномъ совершенно однообразны и несравненно однообразнѣе, чѣмъ при Nm параллельномъ плоскости колебаній. Точно такъ же въ противоположность № 1 порядокъ цвѣтовъ въ послѣднемъ случаѣ отвѣчаетъ не пониженію цвѣтовъ съ возрастаніемъ угла ψ, а повышенію ихъ. Небольшая величина угла наклона I при $\psi = 0°$ позволяетъ для полоски № 2 наблюдать появленіе цвѣтовъ съ увеличеніемъ угла ψ не только при уменьшеніи угла наклона, но и при увеличеніи его. Сравнивая соотвѣтственныя колонны таблицы, отвѣчающія близкимъ величинамъ угловъ ψ, мы можемъ видѣть, что величина угла наклона I очень мало вліяетъ на цвѣтъ окраски и измѣняетъ скорѣе только его оттѣнокъ.

Обращаясь къ полоскѣ № 3, мы замѣтимъ то же согласіе окраски безъ николей съ окраской при Nm перпендикулярномъ плоскости колебаній николя, не только при малой величинѣ угла ψ. Начиная съ $\psi = 17\frac{1}{2}°$ цвѣта отвѣчаютъ уже среднимъ между цвѣтами при Nm перпендикулярномъ и Nm параллельномъ. Аналогично полоскѣ № 2 наблюдается повышеніе цвѣтовъ въ послѣднемъ случаѣ и аналогично № 1 пониженіе при Nm перпендикулярномъ. Цвѣта при Nm перпендикулярномъ нѣсколько менѣе насыщены, чѣмъ при Nm параллельномъ плоскости колебаній николя.

Представляетъ интересъ сдѣлать попытку опредѣлить разность хода, отвѣчающую интерференціонной окраскѣ полосъ. Это могло бы быть сдѣлано при помощи компенсатора. Появленіе интерференціонной окраски безъ николей свидѣтельствуетъ о томъ, что въ двойникѣ кальцита мы имѣемъ уже и поляризаціонную систему и анизатропную пластинку, но, очевидно, мы не можемъ ввести компенсаторъ внутрь ее. Сдѣлать попытку примѣненія компенсатора мы можемъ, только основываясь на томъ фактѣ, что въ присутствіи одного изъ николей интерференціонная окраска становится болѣе насыщенной и измѣняется въ зависимости отъ положенія осей сѣченія минерала относительно плоскости колебаній николя.

Зная это мы должны вводить компенсаторъ между изслѣдуемой пластинкой и анализаторомъ или между поляризаторомъ и изслѣдуемой пластинкой.

Наиболѣе насыщенные и опредѣленные цвѣта получаются, какъ мы видѣли при параллельности или перпендикулярности оси Nm изслѣдуемаго зерна кальцита къ плоскости колебаній николя. При этомъ положеніи минерала относительно николя, очевидно, мы и должны вводить компенсаторъ. Если мы будемъ вводить его параллельно или перпендикулярно оси Nm и соотвѣтственно плоскости колебаній николя, то не замѣтимъ никакихъ измѣненій въ окраскѣ полосъ, но при введеніи компенсатора подъ угломъ 45° къ этимъ направленіямъ будемъ наблюдать рядъ измѣненій цвѣта. При этомъ мы не увидимъ знакомой картины послѣдовательнаго пониженія цвѣтовъ, характеризующаго компенсацію. Иногда мы будемъ наблюдать только исчезновеніе цвѣтовъ безъ измѣненія ихъ оттѣнка и при томъ одновременное для всѣхъ участковъ пластинки, окрашенныхъ въ различные интерференціонные цвѣта; это совершенно противорѣчитъ условіямъ компенсаціи разности хода лучей, создающей интерференціонную окраску.

Знакомясь ближе съ происходящими измѣненіями окраски, именно наблюдая ихъ при различномъ наклонѣ и, слѣдовательно, при различныхъ цвѣтахъ пластинки и сравнивая между собой измѣ-

ненія, наблюдаемыя при N*m* параллельномъ и N*m* перпендикулярномъ къ плоскости колебаній николя, мы убѣдимся, что введеніе компенсатора каждый разъ непремѣнно приводитъ къ окраскѣ, наблюдаемой безъ компенсатора при поворотѣ препарата или, что одно и то же, при поворотѣ николя, на 90°. Легко убѣдиться также въ томъ, что исчезновеніе окраски при введеніи компенсатора наблюдается только тогда, когда безъ компенсатора при поворотѣ на 90° не наблюдается окраска.

Поворотъ шлифа около оси J на 180° или одновременный поворотъ и препарата и николя около оси микроскопа на 90° никакихъ измѣненій въ наблюдаемую картину не вноситъ. Это явленіе также рѣзко противорѣчитъ условіямъ компенсаціи: при послѣдней мы всегда въ одномъ положеніи наблюдаемъ повышеніе цвѣтовъ въ другомъ пониженіе.

Такимъ образомъ, примѣняя компенсаторъ, мы можемъ подвергнуть измѣренію только разность хода, которую нужно придать или вычесть изъ наблюдаемой, чтобы получить окраску, отвѣчающую окраскѣ безъ компенсатора при перпендикулярномъ положеніи препарата. Можемъ вмѣсто того опредѣлить разность между показаніями компенсатора при приведеніи къ одному и тому же цвѣту, напр. къ чувствительному фіолетовому при N*m* параллельномъ и N*m* перпендикулярномъ къ плоскости колебаній николя. Эта разность должна отвѣчать величинѣ разности хода, показываемой компенсаторомъ при приведеніи къ окраскѣ наблюдаемой при перпендикулярномъ къ данному положеніи оси N*m*. Приведемъ нѣсколько примѣровъ такихъ измѣреній. (Табл. II). Наблюденія № 1 и № 2 произведены надъ одной и той же полоской, но при различныхъ углахъ ψ. Наблюденія № 3 и № 4 относятся къ другимъ зернамъ кальцита въ

Таблица II.

		Nm перпендикул. къ плоскостн колебаній николя.	Nm параллельно колебаній николя.
№ 1.	Величина угла ψ . . .	31°	31°
	Окраска	Блѣдн., оранж.-бурая.	Зелен., син., фіол. и оранж.
	Показан. компенсант. при:		
	окраскѣ перпенд. полож.	273 μμ.	239 μμ.
	2-мъ фіолетовомъ *) .	819 »	502 »
№ 2.	Величина угла ψ . . .	17°	17°
	Окраска	Рѣзк. желто-бурая	Едва замѣтн. оранж.
	Показ. компенс. при:		
	окраскѣ перпенд. полож.	260 μμ.	218 μμ.
	1-мъ фіолетовомъ . .	606 »	392 »
	2-мъ фіолетовомъ . .	1129 »	850 »

*) 1-й фіолетовый уже входитъ въ составъ окраски при Nm паралл. плоскости колеб.

		Nm перпендикулярно плоскости колебаній николя.	Nm параллельно плоскости колебаній николя.
№ 3.	Величина угла ψ . . .	39°	39°
	Окраска	Свѣтло-бурая	Синяя, фіолет. и бурая
	Показ. компенс. при:		
	окраскѣ перпенд. полож.	260 μμ.	282 μμ.
	2-мъ фіолетовомъ . .	850 »	524 »
	3-мъ фіолетовомъ . . .	1440 »	1076 »
№ 4.	Величина угла ψ . . .	32°	32°
	Окраска	Блѣдн. оранж.-бурая	Зелен., син. и фіолет.
	Показ. компенс. при:		
	окраскѣ перпенд. полож.	326 μμ.	304 μμ.
	2-мъ фіолетовомъ . .	850 »	564 »
№ 5.	Величина угла ψ . . .	38½°	38½°
	Окраска	Желто-оранж.-бурая	Синяя
	Показ. компенс. при:		
	окраскѣ перпенд. полож.	304 μμ.	260 μμ.
	2-мъ фіолетовомъ . .	687 »	436 »
	3-мъ фіолетовомъ . .	1232 »	893 »

томъ же препаратѣ и, наконецъ наблюденіе № 5 къ полоскѣ въ другомъ препаратѣ, измѣненія окраски которой послужило намъ однимъ изъ примѣровъ, именно № 1, въ табл. I. Въ слѣдующей таблицѣ (Табл. III) мы сопоставляемъ величины разности хода, полученныя какъ приведеніемъ къ цвѣту перпендикулярнаго положенія оси Nm, такъ и приведеніемъ къ одному изъ фіолетовыхъ. Цифры таблицы

Таблица III.

№№	Привед. къ окраск. перпенд. полож.			Приведеніе къ фіолет.				Среднее изъ всѣхъ набл.
	Nm. перпенд.	Nm. паралл.	Среднее.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	Среднее.	
	μμ.	μμ.	μμ.	μμ.	μμ.	μμ.		μμ.
1	273	239	256	—	317	—	—	276
2	260	218	239	214	279	—	246	243
3	260	282	271	—	326	367	346	309
4	326	304	315	—	286	—	—	305
5	304	260	282	—	251	339	295	288

обнаруживаютъ большія колебанія, что указываетъ на грубость наблюденій. Среднія изъ всѣхъ наблюденій довольно близки между собой: разность между максимальной и минимальной цифрами равна 66 микро-микронамъ. Наименьшая цифра 243 $\mu\mu$. принадлежитъ тому случаю (№ 2), гдѣ величина угла ψ наименьшая ($\psi = 17°$) и окраска полоски наинизшая.

Но кромѣ того никакихъ другихъ правильныхъ соотношеній уловить не удается. Если вычислить среднюю изъ всѣхъ 5 цифръ послѣдняго столбца таблицы, получимъ 284 $\mu\mu$. Эта цифра отвѣчаетъ половинѣ длины волны одного изъ среднихъ спектральныхъ цвѣтовъ, именно желтаго, довольно близкаго къ цвѣту спектра паровъ натрія ($\lambda = 589$ $\mu\mu$). Такое совпаденіе даетъ поводъ поставить вопросъ не обусловливается ли различіе разности хода, наблюдаемое при достиженіи компенсаторомъ одной и той же интерференціонной окраски при Nm перпендикулярномъ и Nm параллельномъ плоскости колебаній анализатора, той же причиной, какъ при наблюденіи соотвѣтствующей окраски при скрещенныхъ и при параллельныхъ николяхъ, т. е. постоянной разностью фазъ, равной π [1]) или иначе постоянно равной $\frac{\lambda}{2}$ независимо отъ соотношенія между коэффиціентами преломленія изслѣдуемаго анизатропнаго вещества.

Для провѣрки этого предположенія опредѣляемъ при помощи того же компенсатора, съ которымъ производили изслѣдованье двойниковыхъ пластинокъ, разность хода, отвѣчающую чувствительному фіолетовому № 1, № 2 и № 3 [2]) при скрещенныхъ и при параллельныхъ николяхъ, вычитаемъ найденныя цифры одну изъ другой и сопоставляемъ полученныя разности съ средними ариѳметическими изъ цифръ 5-го, 6-го и 7-го столбцовъ таб. III. (См. таб. IV).

Полученныя цифры разностей довольно близки къ среднимъ для фіолетов. № 1, № 2 и № 3, ко-

[1]) См. стран. 75.

[2]) Правильнѣе пурпуровому или розовому.

Таблица IV.

Фіолетовый.	Николи		Разность.	Средн. 5, 6 и 7 столб. табл. III.
	скрещены.	паралл.		
	$\mu\mu$.	$\mu\mu$.	$\mu\mu$.	$\mu\mu$.
№ 1.	590	304	286	214
№ 2.	1180	872	308	292
№ 3.	1691	1396	295	353
Средн. ариѳм.			293	297 *)

*) Средн. ариѳм. изъ всѣхъ цифръ столб. 5, 6 и 7 табл. III.

нечно, если принимать во вниманіе трудность наблюденія измѣненія цвѣтовъ въ узкихъ двойниковыхъ полоскахъ и вслѣдствіе этого грубость наблюденій. Ариѳметическая средняя изъ всѣхъ трехъ наблюденій почти совпадаетъ съ ариѳметической средней величиной изъ всѣхъ наблюденій надъ приведеніемъ къ фіолетовому цвѣту, помѣщенныхъ въ таблицахъ III и II. Это обстоятельство даетъ намъ возможность съ довольно большой увѣренностью считать дѣйствіе зерна кальцита, проросшаго двойниковой пластинкой, аналогичнымъ дѣйствію николя, въ которомъ плоскость колебаній совпадаетъ съ осью Nm каждаго даннаго сѣченія изслѣдуемаго зерна.

Если будемъ сравнивать показанія компенсатора, отвѣчающія какому либо изъ фіолетовыхъ цвѣтовъ, получающіяся при отсутствіи препарата, съ тѣми, которыя мы получили при изслѣдованіи различныхъ двойниковыхъ полосокъ (см. табл. II) то замѣ-

тимъ въ большинствѣ случаевъ значительныя различія. Соотношеніе цифръ табл. IV и II показываютъ, что случай, когда N*m* перпендикулярно плоскости колебаній николя, слѣдуетъ параллелезировать съ скрещенными николями и, когда N*m* параллельно плоскости колебаніи съ случаемъ параллельныхъ николей. При этомъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ показанія компенсатора при наблюденіи двойниковыхъ полосокъ будутъ выше, чѣмъ въ отсутствіи препарата, въ другихъ же случаяхъ наоборотъ ниже. Въ таб. V приведены разности между соотвѣтствующими цифрами таб. II и IV. Чертой сверху отмѣчены тѣ изъ нихъ, которыя оказались отрицательными. Цифры таблицы показываютъ, что разности, отвѣчающія для каждой полоски случаямъ, когда N*m* изслѣдуемаго зерна кальцита перпендикулярно къ плоскости колебаній и параллельно этой плоскости, одинаковы въ предѣлахъ чувствительности наблюденій [1]). Это показываетъ, что расхожденіе съ показаніями компенсатора, наблюдаемыми при отсутствіи препарата вызвано въ томъ и другомъ случаѣ нѣкоторой постоянной разностью хода одного и того же знака въ обоихъ случаяхъ.

Таблица V.

№№ наблюд.	Фіолет. № 1.			Фіолет. № 2.			Фіолет. № 3.			Среднее.
	Nm I.	Nm II.	Средн.	Nm I.	Nm II.	Средн.	Nm I.	Nm II.	Средн.	
	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ	μμ
1				361	370	365				365
2	16	88	52	$\overline{51}$	$\overline{22}$	$\overline{36}$				8
3				$\overline{330}$	$\overline{348}$	$\overline{339}$	$\overline{251}$	$\overline{320}$	$\overline{285}$	$\overline{312}$
4				$\overline{330}$	$\overline{308}$	$\overline{319}$				$\overline{319}$
5				$\overline{493}$	$\overline{436}$	$\overline{465}$	$\overline{459}$	$\overline{503}$	$\overline{481}$	$\overline{473}$

Очевидно, эта разность хода обусловлена только что констатированной нами выше поляризаціей свѣта въ системѣ двойника, играющей роль поляризатора, и присутствіемъ на пути поляризованнаго луча анизатропнаго вещества; при чемъ оси изслѣдуемаго сѣченія этого вещества не совпадаютъ съ плоскостями колебанія николя и съ осью N*m* зерна кальцита.

Роль такого анизатропнаго вещества могутъ играть только вросшія въ главное зерно двойниковыя пластинки кальцита. Если это такъ, то окраска двойниковыхъ полосокъ должна быть интерференціонной и должна соотвѣтствовать наблюдаемой нами разности между показаніями компенсатора при приведеніи къ одному изъ фіолетовыхъ цвѣтовъ въ присутствіи двойниковой полоски и въ отсутствіи препарата.

Обращаясь къ послѣднему столбцу таблицы V мы видимъ, что первой наблюдавшейся нами двойниковой полоскѣ соотвѣтствуетъ разность хода— 365 μμ. Этой разности [1]) отвѣчаетъ при параллельныхъ николяхъ голубой и зеленовато-голубой цвѣтъ, а при скрещенныхъ николяхъ желтый переходный къ оранжево-желтому. Въ таб. II находимъ, что въ данномъ наблюденіи полоска была окрашена при параллельности оси N*m* къ плоскости колебаній анализатора цвѣтами, измѣнявшимися въ различныхъ ея частяхъ отъ зеленаго черезъ синій и фіолетовый до оранжеваго; при N*m* перпендикулярномъ къ плоскости колебаній николя окраска полоски была блѣдно-оранжево-бурая. Такимъ образомъ это первое наблюденіе не противорѣчитъ нашему предположе-

[1]) Ошибку наблюденія здѣсь нельзя считать меньше 30—50 микро-микроновъ.

[1]) См. напр. стр. 182 и 183 курса Z. Duparc et F. Pearce. Traité de téchnique minéralogique et petrographique.

нію. Положительный характеръ разности 365 μμ. [1]) говоритъ о томъ, что оси изслѣдованнаго сѣченія двойниковой пластинки имѣли расположеніе обратное осямъ компенсатора.

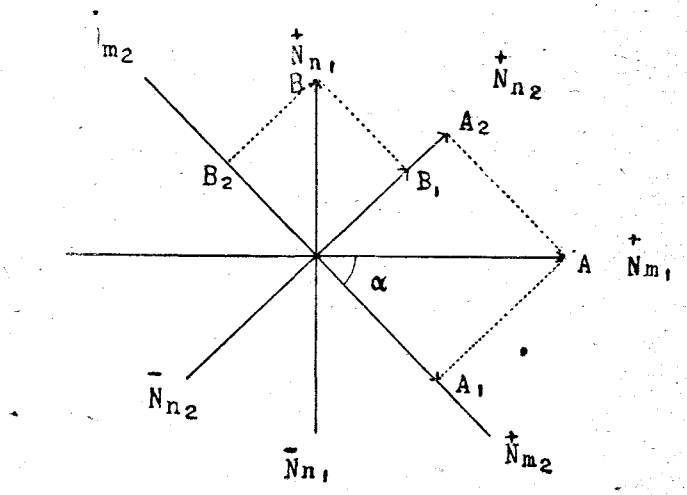
Обращаясь къ 2-му наблюденію, мы видимъ ничтожную разность хода, равную 8 μ.μ. Вмѣстѣ съ тѣмъ окраска двойниковой пластинки была совершенно не насыщена, и не обладала опредѣленными цвѣтами. Разность хода при наблюденіи 3-й и 4-й пластинки довольно хорошо согласуется съ окраской, наблюдавшейся при Nm параллельномъ плоскости колебаній анализатора, аналогичной, какъ мы упомянули выше, наблюденію при параллельныхъ николяхъ. Только при 5-мъ наблюденіи мы находимъ противорѣчіе, выражающееся въ томъ, что окраска здѣсь несмотря на болѣе высокую разность хода не только не выше, чѣмъ для предшествующаго 4-го, а даже ниже и ниже, чѣмъ она должна бы быть въ дѣйствительности [2]). Для наблюденій 3-го, 4-го и 5-го, очевидно, расположеніе осей изслѣдованнаго сѣченія двойниковыхъ полосокъ обратно наблюденію 1-му.

Изъ того, что намъ удалось выяснить до сихъ поръ, ясно, что показанія компенсатора, полученныя нами при приведеніи къ окраскѣ перпендикулярнаго положенія (см. табл. II), должны отвѣчать также разности между показаніями компенсатора при скрещенныхъ и при параллельныхъ николяхъ и, дѣйствительно, сравнивая цифры 4-го столбца табл. IV съ соотвѣтственными цифрами табл. II мы найдемъ, что расхожденіе тѣхъ и другихъ не выходитъ за предѣлы малой точности нашихъ наблюденій.

Труднѣе поддается объясненію особенность, указанная нами на стран. 159, именно отсутствіе какой либо разницы въ показаніяхъ компенсатора при введеніи его въ взаимно перпендикулярныхъ положеніяхъ, при одномъ и томъ же относительномъ положеніи плоскости колебаній николя и оси Nm. Въ согласіи съ этой особенностью стоитъ и вообще отсутствіе сколько нибудь отчетливой картины пониженія цвѣтовъ изслѣдуемой полоски при компенсаціи. Нѣкоторое объясненіе этого мы найдемъ въ слѣдующихъ соображеніяхъ:

Представимъ себѣ, что оси симметріи изслѣдуемаго сѣченія зерна кальцита имѣютъ положеніе, ось $Nm - Nm_1$ и перпендикулярная къ ней нѣкоторая произвольная по величинѣ между Nm и Np ось $Nn - Nn_1$ (фиг. 1). Оси симметріи параллельнаго ему сѣченія двойниковой полоски—Nm_2 и Nn_2, при чемъ Nm_2 образуетъ уголъ α съ осью Nm_1. Знаки + и — показываютъ направленія осей, считая отъ центра, которыя мы считаемъ положительными и отрицательными.

Простой или поляризованный лучъ свѣта, вступая въ зерно кальцита, разложится на два съ колебаніями по Nm_1 и по Nn_1. Назовемъ амплитуду перваго черезъ A и амплитуду второго черезъ B. Каждое изъ этихъ колебаній при переходѣ въ область двойниковой пластинки замѣнится въ свою очередь двумя другими колебаніями, изъ которыхъ одно будетъ отвѣчать направленію Nm_2, другое Nn_2. Такимъ образомъ по каждому изъ этихъ направленій будутъ совершаться два колебанія. Назовемъ амплитуды ихъ по Nm_2 черезъ A_1 и B_2 и по Nn_2 черезъ A_2 и B_1. Изъ данныхъ фиг. 1 можемъ видѣть, что что A_1 и B_2 разныхъ знаковъ именно A_1 положительно, B_2 отрицательно, A_2 и B_1 оба положительны. Величины амплитудъ A_1, B_2, A_2 и B_1 легко найдемъ:



Фиг. 1.

$$A_1 = A\cos\alpha \qquad -B_2 = -B\sin\alpha$$
$$A_2 = A\sin\alpha \qquad \text{и } B_1 = B\cos\alpha \ldots 1$$

Лучи съ колебаніями по Nm_1 и Nn_1 распространяются съ различной скоростью и къ моменту вступленія ихъ въ двойниковую пластинку они должны обладать нѣкоторой разностью фазъ, которую обозначимъ черезъ $\varphi_m - \varphi_{n1}$. Принимая во вниманіе эту разность фазъ, найдемъ для амплитудъ η_{m2} и η_{n2} сложнаго колебанія, являющагося результатомъ сложенія колебаній, совершающихся по Nm_2 и Nn_2, согласно общеизвѣстному выводу [1]) слѣдующія значенія:

[1]) См. табл. V.

[2]) По табл. она должна бы быть голубовато-зеленою.

[1]) См. напр. стран. 3 моего курса „Универсальный методъ Федорова“.

$$\left.\begin{aligned}\eta_{m2}^2 &= A^2\cos^2\alpha + B^2\sin^2\alpha + 2AB\sin\alpha\cos\alpha \\ &\quad \cos(\varphi_m - \varphi_{n_1}) \\ \eta_{m2}^2 &= A^2\sin^2\alpha + B^2\cos^2\alpha - 2AB\sin\alpha\cos\alpha \\ &\quad \cos(\varphi_m - \varphi_{n_1})\end{aligned}\right\} \quad .2).$$

Разность фазъ можемъ выразить въ зависимости отъ разности хода $\sigma_{n1} - \sigma_m$ и длины волны λ [1]).

$$\varphi_m - \varphi_n = \frac{2\pi(\sigma_{n1} - \sigma_m)}{\lambda}$$

Называя длину пути, пройденнаго лучами въ предѣлахъ зерна кальцита до вступленія въ двойниковую пластинку черезъ ε_1 и припоминая, что [2])

$$\sigma_{n1} - \sigma_{m_1} = \varepsilon_1\ (N_m - N_{n1})$$

получимъ

$$\varphi_m - \varphi_{n1} = \frac{2\pi\ \varepsilon_1\ (N_m - N_{n1})}{\lambda} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

Подставляя это выраженіе въ формулы (2), придадимъ имъ видъ:

$$\left.\begin{aligned}\eta_{m2}^2 &= A^2\cos^2\alpha + B^2\sin^2\alpha + 2AB\sin\alpha\cos\alpha \\ &\quad \cos\frac{2\pi\,\varepsilon_1\,(N_m - N_n)}{\lambda} \\ \eta_{n2}^2 &= A^2\sin^2\alpha + B^2\cos^2\alpha - 2AB\sin\alpha\cos\alpha \\ &\quad \cos\frac{2\pi\,\varepsilon_1\,(N_m - N_n)}{\lambda}\end{aligned}\right\} \quad .4).$$

Пройдя двойниковую пластинку, лучи снова вступаютъ въ то же основное зерно кальцита, и каждый изъ нихъ долженъ дать два луча съ колебаніями Nm_1 и Nn_1. Амплитуды этихъ отдѣльныхъ колебаній должны быть равны:

по N_{m1} —— $\eta_{m2}\cos\alpha$ и $\eta_{n2}\sin\alpha$
по N_{n1} —— $-\eta_{m2}\sin\alpha$ и $\eta_{n2}\cos\alpha$.

За время прохожденія въ предѣлахъ двойниковой пластинки также должна образоваться нѣкоторая разность фазъ $\varphi_m - \varphi_{n2}$, которая, если назовемъ длину пути лучей въ предѣлахъ двойниковой пластинки черезъ ε_2, должна равняться

$$\varphi_m - \varphi_{n2} = \frac{2\pi\,\varepsilon_2(N_m - N_{n_2})}{\lambda}$$

Располагая этими данными, мы можемъ найти амплитуды η_{m1} и η_{n1} колебаній, получающихся въ результатѣ сложенія каждыхъ двухъ колебаній совершенно такъ же, какъ мы это сдѣлали при нахожденіи η_{m2} и η_{n2}. Но выраженія, которыя мы получимъ такимъ путемъ, должны быть очень сложными. Для упрощенія обратимся къ частному случаю, именно предположимъ, что

$$\alpha = 45°.$$

Тогда $\sin\alpha = \cos\alpha$ и

$$\eta_{m_2}^2 = \sin^2\alpha\left[A^2 + B^2 + 2AB\cos\frac{2\pi\varepsilon_1(N_{m_2} - N_{n_2})}{\lambda}\right]$$

$$\eta_{n2}^2 = \sin^2\alpha\left[A^2 + B^2 - 2AB\cos\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}\right]$$

$$\eta_{m_1}^2 = \sin^4\alpha\,[2A^4 + 2B^2] - 2\sin^4\alpha\sqrt{(A^2+B^2)^2 - 4A^2B^2\cos^2\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}}\cdot\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(N_m - N_{n_2})}{\lambda}$$

$$= 2\sin^4\alpha\left[A^2 + B^2 - \sqrt{A^4 + B^4 + 2A^2B^2\left[1 - 2\cos^2\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}\right]}\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(N_m - N_{n_1})}{\lambda}\right]$$

$$\left.\begin{aligned}\eta_{n_1}^2 &= 2\sin^4\alpha\left[A^2 + B^2 + \sqrt{A^4 + B^4 + 2A^2B^2\left|1 - 2\cos^2\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}\right.}\cdot\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(N_m - N_{n_2})}{\lambda}\right]\end{aligned}\right\} \quad .\,.\,.5)$$

При $B = A$

$$\eta_{n1}^2 = 4A^2\sin^4\alpha\left[1 - \sqrt{1 - \cos^2\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}}\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(N_m - N_{n_2})}{\lambda}\right] =$$

$$\left.\begin{aligned}\eta_{m1}^2 &= 4A^2\sin^4\alpha\left[1 - \sin\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(N_m - N_{n_2})}{\lambda}\right] \\ \eta_{n_1}^2 &= 4A^2\sin^4\alpha\left[1 - \sin\frac{2\pi\varepsilon_1(N_m - N_{n_1})}{\lambda}\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(N_m - N_{n_2})}{\lambda}\right]\end{aligned}\right\} \quad .\,.\ 6)$$

Формулы (5) и (6) показываютъ, что выраженія амплитуды равнодѣйствующаго двухъ колебаній по осямъ Nm_1 и Nn_1 основного зерна кальцита отличаются другъ отъ друга только знакомъ передъ членомъ, въ составъ котораго входятъ sinus разности фазъ, создаваемой основнымъ зерномъ кальцита и cosinus разности фазъ, создаваемой двойниковой пластинкой.

Въ томъ случаѣ, когда мы ведемъ изслѣдованіе въ присутствіи анализатора и плоскость колебаній параллельна оси Nm изслѣдуемаго зерна кальцита, амплитуда наблюдаемыхъ колебаній должна отвѣчать η_{m1}; въ томъ случаѣ, когда ось Nm перпендикулярна къ плоскости колебаній анализатора, мы должны наблюдать колебанія съ амплитудой η_{n1}. Та-

[1]) См. напр. тамъ же стр. 157.
[2]) Тамъ же форм. (41) на стр. 150.

кимъ образомъ, если мы найдемъ способъ измѣнять, при наблюденіи знакъ послѣдняго члена формулъ (95), не мѣняя величины отдѣльныхъ членовъ, то получимъ возможность переходить отъ картины, наблюдаемой при Nm параллельномъ плоскости колебаній анализатора къ картинѣ, отвѣчающей той, которая получается послѣ поворота анализатора на 90°.

Примѣняя компенсаторъ въ тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ мы это дѣлали, т. е. вводя его подъ угломъ 95° къ осямъ Nm_1 и Nn_1 основного зерна кальцита и вмѣстѣ къ плоскости колебаній анализатора, мы измѣняли величину разности хода создаваемой при пересѣченіи лучами двойниковой пластинки.

$$\varepsilon_2 (Nm - Nn_2)$$

Допустимъ, что при помощи компенсатора мы придадимъ къ этой разности хода или вычтемъ изъ нея разность хода

$$\Delta = \frac{\lambda}{2}$$

Тогда разность фазъ, получающаяся при пересѣченіи лучами системы двойниковой пластинки и компенсатора должна быть равна

$$\delta\varphi = \frac{2\pi\left[\varepsilon_2(Nm - Nn_2) \pm \frac{\lambda}{2}\right]}{\lambda} = \frac{2\pi\varepsilon_2 (Nm - Nn_2)}{\lambda} \pm \pi$$

и $$\cos\delta\varphi = -\cos\frac{2\pi\varepsilon_2(Nm - Nn_2)}{\lambda}.$$

Такимъ образомъ, придавая или отнимая при помощи компенсатора отъ разности хода, созданной двойниковой пластинкой, разность хода, равную половинѣ длины волны употребленнаго при опытѣ монохроматическаго свѣта, мы должны получить въ указанныхъ выше условіяхъ, измѣненіе въ наблюдаемой картинѣ, соотвѣтствующее перемѣнѣ знака передъ послѣднимъ членомъ въ формулѣ (6) или (5), и перейти отъ картины, наблюдаемой при Nm параллельномъ плоскости колебаній анализатора, къ картинѣ, отвѣчающей перпендикулярному положенію оси Nm и наоборотъ.

Это вполнѣ подтверждается отмѣченными нами при наблюденіи фактами полученія, при введеніи компенсатора, картины, наблюдаемой безъ компенсатора послѣ поворота анализатора на 90° [1]), такъ и тѣмъ, что показывается въ этотъ моментъ компенсаторомъ разность хода отвѣчаетъ приблизительно половинѣ длины волны одного изъ среднихъ цвѣтовъ спектра [2]). Работая въ сложномъ не монохроматическомъ свѣтѣ, мы и должны были получить этотъ результатъ.

Но въ формулу (6) входитъ и величина разности фазъ, создаваемой при распространеніи свѣта въ области основного зерна кальцита въ видѣ

$$\sin\frac{2\pi}{\lambda}\ \varepsilon_1\ (Nm - Nn_1)$$

Если это отвѣчаетъ дѣйствительности, то измѣненіе разности хода $\varepsilon_1\ (Nm - Nn_1)$ на величину $\frac{\lambda}{2}$ должно также создавать измѣненіе знака послѣдняго члена формулы, не мѣняя его величины, и тѣмъ приводить къ переходу отъ окраски, наблюдаемой при Nm перпендикулярномъ плоскости колебаній николя къ окраскѣ, отвѣчающей ихъ параллельности. Между тѣмъ наблюденіе этого не подтверждаетъ: введеніе компенсатора параллельно осямъ основного зерна кальцита не вызываетъ никакихъ измѣненій въ окраскѣ двойниковыхъ полосокъ кальцита.

Выше (стр. 161) мы пришли къ заключенію, что дѣйствіе системы двойника кальцита аналогично дѣйствію николя, въ которомъ плоскость колебаній совпадаетъ съ осью Nm изслѣдуемаго сѣченія основного зерна кальцита. Если это такъ, то, очевидно, что введеніе компенсатора параллельно или перпендикулярно оси Nm аналогично введенію его параллельно или перпендикулярно плоскостямъ колебаній въ поляризаторѣ или анализаторѣ при скрещенныхъ или при параллельныхъ николяхъ и не можетъ создать никакой дополнительной разности хода.

Въ тоже время, если система двойника играетъ роль николя съ плоскостью колебаній, совпадающей съ осью Nm, то очевидно, что амплитуды двухъ колебаній, совершающихся по направленіямъ Nm_1 и Nn_1 (фиг. 1), передаются системой двойника далеко не въ равной степени и въ результатѣ въ лучахъ, пропущенныхъ двойникомъ, преобладаютъ лучи съ колебаніями по Nm_1. Это условіе мы можемъ выразить, принявъ формулахъ (5) B незначительнымъ по сравненію съ A или иначе принявъ $B = 0$. Тогда получимъ

$$\eta_{m1}^2 = 2\sin^4\alpha\left[A^2 - \sqrt{A^4}\cdot\cos\frac{2\pi}{\lambda}\varepsilon_2(Nm - Nn_2)\right] =$$

$$= 2A^2\sin^4\alpha\left[1 - \cos\frac{2\pi}{\lambda}\varepsilon_2 (Nm - Nn_2)\right] =$$

$$= 4A^2\sin^4\alpha\sin^2\frac{\pi}{\lambda}\varepsilon_2(Nm - Nn_2).$$ Откуда

$$\left.\begin{aligned}\eta_{m1} &= 2A\sin^2\alpha\sin\frac{\pi}{\lambda}\varepsilon_2(Nm - Nn_2)\\ \text{и}\quad \eta_{n1} &= 2A\sin^2\alpha\cos\frac{\pi}{\lambda}\varepsilon_2(Nm - Nn_2)\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ 7)$$

Очевидно, выведенныя формулы точно такъ же, какъ и формулы (6) удовлетворяютъ условіямъ наблю-

[1]) См. стран. 159 и табл. II.
[2]) Табл. II, III и стр. 161.

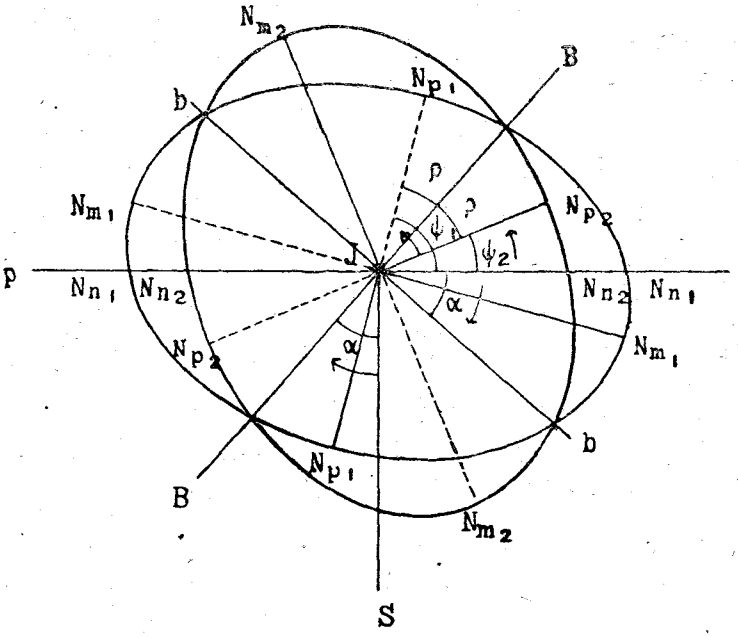
денія въ томъ отношеніи, что приводятъ величину ηm_1 къ ηn_1 и наоборотъ, при измѣненіи величины разности хода $\varepsilon_2 (Nm - Nn_2)$ на величину $\pm \frac{\lambda}{2}$.

Отмѣченная нами на стр. 20 аномалія, именно отсутствіе какой либо разницы въ показаніяхъ компенсатора при введеніи его во взаимно перпендикулярныхъ положеніяхъ, при одномъ и томъ же относительномъ положеніи плоскости колебаній николя и оси Nm, объясняется тѣмъ, что мы наблюдали не моментъ компенсаціи, а только моментъ окраски, отвѣчающій перпендикулярному положенію оси Nm.

Причины, благодаря которымъ не удается наблюдать ни момента компенсаціи ни сколько-нибудь явственнаго пониженія или повышенія цвѣтовъ въ началѣ введенія компенсатора, мнѣ не ясны. Осуществленіе опытнымъ путемъ условій наблюденія, отвѣчающихъ двойниковымъ пластинкамъ кальцита очень трудно. Мы легко можемъ приготовить пластинки кальцита съ извѣстной намъ оріентировкой, воспользовавшись хотя бы хорошей спайностью кальцита, но, устраивая разнообразныя сочетанія изъ этихъ пластинокъ, мы не будемъ въ состояніи установить между ними непосредственное соприкосновеніе: между пластинками всегда будетъ какая либо промежуточная среда (воздухъ, глицеринъ, канадскій бальзамъ и пр.), а это обстоятельство кореннымъ образомъ мѣняетъ условія, наблюдаемыя въ двойниковыхъ пластинкахъ кальцита.

Дѣйствительно, проходящіе ихъ лучи представляются поляризованными съ колебаніями, направленными по оси Nm основного индивида кальцита. Слѣдовательно, система такого двойника преимущественно пропускаетъ лучи съ колебаніями по Nm и отражаетъ лучи съ колебаніями по перпендикулярной къ ней оси сѣченія Nn. Это наблюдается всегда, независимо отъ положенія оси Nm по отношенію къ плоскости двойниковой пластинки. Между тѣмъ для системы пластинокъ кальцита ось Nm, около которой мы должны наклонять всю систему, всегда будетъ оставаться параллельной плоскости, раздѣляющей пластинки, т. е. отражающей плоскости, и отраженію подвергнутся преимущественно лучи съ колебаніями по Nm, а въ лучахъ, проникшихъ черезъ систему пластинокъ, будутъ преобладать лучи съ колебаніями, перпендикулярными оси Nm. Опытъ, дѣйствительно, это подтверждаетъ.

Если въ лучахъ, пропускаемыхъ двойниковыми пластинками кальцита преобладаютъ лучи съ колебаніями по оси Nm, то это, очевидно, обусловливается тѣмъ обстоятельствомъ, что эта ось явится неизмѣнно однимъ изъ направленій колебаній въ каждомъ сѣченіи каждаго изъ индивидовъ кальцита, т. е. какъ основного зерна, такъ и вросшихъ въ него въ двойниковомъ положеніи пластинокъ. Лучи, мѣняющіе свои колебанія отъ направленія оси Nm_1 основного зерна кальцита на направленіе оси Nm_2 двойниковой пластинки и затѣмъ снова возвращающіеся къ колебаніямъ по направленію Nm_1 будутъ въ каждомъ изъ индивидовъ кальцита обладать однимъ и тѣмъ же коэффиціентомъ преломленія $Nm = 1{,}658$ и, слѣдовательно, пройдутъ всю систему безъ преломленія и безъ отраженія на контактовыхъ плоскостяхъ. Наоборотъ, лучамъ съ колебаніями по перпендикулярнымъ къ Nm направленіямъ Nn_1 и Nn_2 (фиг. 1) будутъ отвѣчать вообще различные коэффиціенты преломленія, слѣдствіемъ чего будутъ явленія преломленія и отраженія и при этомъ неизбѣжная потеря части энергіи этихъ лучей. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при этомъ можетъ наблюдаться и явленіе полнаго внутренняго отраженія.



Фиг. 2.

Разсмотримъ немного ближе условія возможныхъ здѣсь явленій. Предположимъ частный случай, именно предположимъ, что мы имѣемъ дѣло съ случаемъ, когда лучъ распространяется по какому либо изъ направленій S (фиг. 2), лежащему въ общей для эллипсоидовъ обоихъ индивидовъ плоскости симметріи, т. е. въ плоскости, проходящей черезъ оси

вращенія Np_1 и Np_2 обоихъ индивидовъ; предположимъ также, что общая обоимъ индивидамъ ось Nm совмѣщена съ осью I столика и мы наклоняемъ препаратъ около этой оси. Фиг. 2 представляетъ разрѣзъ эллипсоидовъ плоскостью, перпендикулярной къ оси I. Линія bb слѣдъ на этой плоскости двойниковой плоскости, линія pp слѣдъ плоскости, перпендикулярной къ оси микроскопа. ВВ—перпендикулярная къ двойниковой плоскости двойниковая (бинарная) ось.

Лучъ свѣта, вступающій въ среду 1-го индивида распадается на два луча, одинъ съ колебаніями по совмѣщенной съ осью I оси Nm, другой по перпендикулярному къ ней и вмѣстѣ къ оси микроскопа направленію pp, совпадающему съ однимъ изъ діаметровъ эллипсоида 1-го индивида, промежуточнымъ по величинѣ между Np и Nm. Лучъ съ колебаніями по Nm, такъ какъ данная ось Nm общая обоимъ индивидамъ, будетъ распространяться въ средѣ 2-го индивида съ тѣмъ же направленіемъ колебаній и, какъ мы упомянули выше, никакого преломленія не претерпитъ, лучъ же съ перпендикулярнымъ къ оси Nm направленіемъ колебаній Nn_1 будетъ во 2-мъ индивидѣ совершать колебанія по діаметру эллипсоида Nn_2, вообще неравному Nn_1, но больше или меньше его. Въ томъ случаѣ, если $Nn_2 < Nn_1$ будетъ возможно, при нѣкоторой величинѣ угла паденія луча α, полное внутреннее отраженіе его.

Оси Np обоихъ индивидовъ, т. е. Np_1 и Np_2 должны образовать равные между собой углы ρ съ бинарной осью B. Для однооснаго минерала этотъ уголъ равенъ полярному разстоянію ρ двойниковой плоскости; для кальцита полярное разстояніе грани $(\bar{1}012)$ — $\rho = 26°15'$. Назовемъ уголъ, образуемый осью Np_1 съ плоскостью зрѣнія или со слѣдомъ ея pp черезъ ψ_1 и такой же уголъ для Np_2 черезъ ψ_2 и замѣтимъ, что уголъ между двойниковой плоскостью bb и плоскостью зрѣнія pp равенъ углу паденія α луча s на двойниковую плоскость. Углы ψ и α условимся считать отъ плоскости зрѣнія pp или отъ направленія луча s, при чемъ принимаемъ ихъ положительными, когда отсчитываемъ острый уголъ по направленію часовой стрѣлки, и отрицательными въ обратномъ случаѣ. На фиг. 2 уголъ α положителенъ, а ψ_1 и ψ_2 отрицательны.

Изъ данныхъ фиг. 2 можемъ видѣть:

$$-\psi_2 = -\psi_1 - 2\rho \text{ или } \psi_2 = \psi_1 + 2\rho \quad \ldots\ldots 8)$$

$$\alpha = 90° - (-\psi_2) - \rho = 90° + \psi_2 - \rho \quad \ldots\ldots 9)$$

Если замѣнимъ въ послѣдней формулѣ ψ_2 черезъ ψ_1, получимъ:

$$\alpha = 90° + \psi_1 + 2\rho - \rho = 90° + \psi_1 + \rho.$$

Полученная для α величина больше 90° [1]), и такъ какъ мы условились принимать въ расчетъ только острые углы, то слѣдуетъ за уголъ α принять дополненіе полученной величины до 180°, при чемъ эту величину мы должны будемъ считать отрицательной.

$$-\alpha = 180° - 90° - (\psi_1 + \rho) = 90° - (\psi_1 + \rho).$$

Отсюда

$$\alpha = (\psi_1 + \rho) - 90° \quad \ldots\ldots 10)$$

Наибольшее различіе въ условіяхъ распространенія луча съ колебаніями по Nn въ предѣлахъ основного зерна и двойниковой пластинки будетъ въ тѣхъ случаяхъ, когда въ одномъ изъ индивидовъ Nn совпадаетъ съ осью Np или Nm. Для того, чтобы при этомъ имѣло мѣсто явленіе полнаго внутренняго отраженія, необходимо, чтобы Nn_1 было $> Nn_2$. Для того, чтобы получить максимальную величину разности коэффиціентовъ преломленія N_1 и N_2 при этомъ условіи, мы должны принять:

1) $Nn_2 = Np$ или 2) $Nn_1 = Nm$.

Положимъ $Nn_2 = Np = 1{,}486$.

Въ этомъ случаѣ, очевидно (см. фиг. 2).

$$\psi_2 = 0$$

и изъ форм. 8)

$$\psi_1 = -2\rho = -52°30' \text{ [2])}.$$

Зная величину ψ_1 и величину двупреломленія кальцита $Nm - Np = 0{,}172$ [3]) легко найдемъ, пользуясь соотвѣтствующими таблицами [4]) или діаграммами А. К. Болдырева [5]) величину двупреломленія въ сѣченіи Nm Nn_1.

$Nm - Nn_1 = 0{,}0575$ и $Nn_1 = 1{,}6585 - 0{,}0575 = 1{,}601$.

Такимъ образомъ въ разсматриваемомъ нами случаѣ коэффиціентъ преломленія луча при переходѣ изъ основного зерна кальцита въ двойниковую пластинку измѣняется отъ величины 1,601 до 1,486. Зная это, легко находимъ предѣльную минимальную величину угла, при которомъ наступаетъ полное внутреннее отраженіе

$$\sin \alpha_0 = \frac{1{,}486}{1{,}601} \text{ и } \alpha_0 = 68°9' \text{ [6])}.$$

На самомъ дѣлѣ согласно формулѣ (9).

$$\alpha = 90° + 0 - 26°15' = 63°45'.$$

т. е. α меньше угла полнаго внутренняго отраженія.

---

[1]) При ψ_1 положительномъ.

[2]) См. стр. 156.

[3]) Для простоты можемъ принять $Nm - Np = 0{,}170$.

[4]) См. мой курсъ «Универсальный методъ Федорова» стр. 225.

[5]) Зап. Мин. Общ. ч. XLVIII вып. 1.

[6]) Если бы мы задались положеніемъ, при которомъ $Nn_1 = Nm$, то получили бы $N_{n_2} = 1{,}555$ и $\alpha_0 = 69°42'$ почти на $1'/2°$ больше чѣмъ въ 1-мъ случаѣ.

Увеличивая уголъ α, уменьшимъ разность коэффиціентовъ преломленія $N_1 - N_2$ и увеличимъ величину угла полнаго внутренняго отраженія, но, очевидно, все же можемъ ожидать, что при нѣкоторой величинѣ угла α полное внутреннее отраженіе наступитъ. Дѣйствительно, задаемся угломъ

$$\alpha = 70°45'$$

Изъ форм. (10) и (8).

$$\psi_1 = 70°45' + 90° - 26°15' = 134°30' \text{ или } \psi_1 = -$$

$$- 45°30'$$

$$\psi_2 = -45°30' + 52°30' = 7°.$$

Согласно таблицамъ [1])

$$Nm - Nn_1 = 0{,}077 \text{ и } Nn_1 = 1{,}658 - 0{,}077 = 1{,}581$$

и $Nm - Nn_2 = 0{,}166$ и $Nn_2 = 1{,}658 - 0{,}166 = 1{:}492$

$$\sin \alpha_0 = \frac{1{,}492}{1{,}581} \quad \alpha_0 = 70°41'\ ^2).$$

Полное внутреннее отраженіе имѣетъ мѣсто при углахъ паденія α, равныхъ или больше 70°40′ или иначе при величинахъ угла ψ, образуемаго плоскостью $(\bar{1}\,102)$ съ осью микроскопа, равныхъ или меньше 19°20′.

Данныя наблюденія (таб. I) показываютъ, что при этой величинѣ угла явленіе окраски полосокъ иногда еще только что успѣваетъ проявиться, наиболѣе же яркое развитіе пріобрѣтаетъ при значительно большей величинѣ угла ψ и заканчивается только при углахъ отъ 40° до 60°. Изъ этого очевидно, что, если полное внутреннее отраженіе и играетъ какую нибудь роль въ изучаемомъ нами явленіи, то только очень незначительную. Причины его должны быть другія. Скорѣе всего поляризація свѣта въ двойниковыхъ зернахъ кальцита вызывается какъ мы уже упомянули [3]), потерей части энергіи лучей, колебанія которыхъ совершаются по перпендикулярнымъ къ осямъ Nm направленіямъ Nn. Эта потеря энергіи происходитъ главнымъ образомъ за счетъ отраженія такихъ лучей. Нужно замѣтить, что въ этомъ утвержденіи есть своего рода парадоксальность.

Дѣйствительно, по отношенію къ положенію колебаній по оси Nm и перпендикулярному къ ней направленію можно бы думать, что отраженію должны подвергаться преимущественно лучи съ колебаніями по Nm, такъ какъ направленія осей Nm всѣ образуютъ очень острые углы съ отражающей двойниковой плоскостью ромбоэдра $(\bar{1}012)$. Послѣднее слѣдуетъ изъ того, что полярное разстояніе плоскости $(\bar{1}012)$ кальцита или иначе уголъ между перпендикуляромъ къ этой плоскости и осью Np равенъ 26°15′. Таковъ же, слѣдовательно, и уголъ между діаметромъ кругового сѣченія эллипсоида и двойниковой плоскостью; откуда слѣдуетъ, что максимальная величина угла между направленіями колебаній по Nm и отражающей плоскостью не можетъ превзойти тѣхъ же 26°15′. Между тѣмъ уголъ между вторымъ направленіемъ колебаній и отражающей плоскостью $(\bar{1}012)$ можетъ быть какъ угодно великъ.

Въ виду этого можно думать:

1) что, если бы мы не имѣли дѣла съ односнымъ минераломъ и коэффиціентъ преломленія для одного изъ лучей не оставался бы при переходѣ изъ одного индивида въ другой постояннымъ, то и самое явленіе поляризаціи свѣта не могло бы проявиться;

2) что отраженію, вѣроятно, подвергаются преимущественно не столько колебанія по Nn_1, сколько та часть энергіи колебаній по Nm_1, которая по пересѣченіи отражающей плоскости даетъ слагающую по Nn_2.

Поляризація при отраженіи зависитъ, какъ извѣстно, отъ угла паденія луча. При малыхъ величинахъ угла она едва замѣтна, но, начиная съ нѣкоторой величины этого угла, называемой угломъ поляризаціи, она становится уже явственно замѣтной.

Разсматривая изображеніе черезъ николь, мы замѣтимъ при этомъ углѣ паденія почти полное погасаніе изображенія тогда, когда плоскость колебанія луча въ николѣ будетъ совпадать съ плоскостью паденія и наибольшую яркость изображенія при перпендикулярности этихъ плоскостей. Величина угла поляризаціи Φ опредѣляется согласно закону Brewster'a [1]) соотношеніемъ:

$$tg\,\Phi = n \quad \ldots\ldots\ldots \quad 11)$$

гдѣ n коэффиціентъ преломленія отражающей среды, при чемъ предполагается, что наблюденіе происходитъ въ воздухѣ. Изъ закона Brewster'a вытекаетъ какъ слѣдствіе перпендикулярность при углѣ

---

[1]) Табл. XLVI моего курса «Универсальный методъ Федорова».

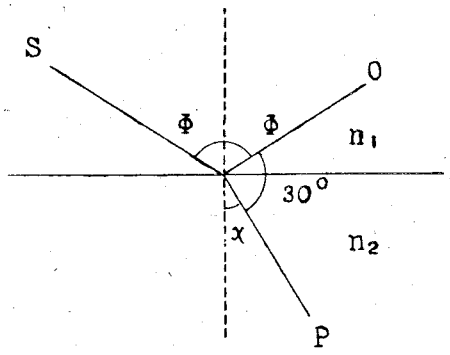
[2]) Нужно впрочемъ сказать, что полученная нами величина не будетъ точна, такъ какъ найденная по таблицамъ или діаграмамъ величина двупреломленія какого-либо косого сѣченія эллипсоида не будетъ отвѣчать дѣйствительности (см. «Универсальный методъ» стр. 288), но въ данномъ вопросѣ это не имѣетъ для насъ значенія.

[3]) См. стр. 166.

[1]) О. Хвольсонъ. Курсъ физики Т. II, стр. 647. 1904 г. 166.

поляризаціи между отраженнымъ и преломленнымъ лучемъ.

Исходя изъ послѣдняго положенія мы можемъ обобщить законъ Brewster'a и на тѣ случаи, когда средой, въ которой происходитъ отраженіе



Фиг. 3.

луча, является не воздухъ, а какое либо вещество съ коэффиціентомъ преломленія n_1. Коэффиціентъ преломленія отражающей среды назовемъ черезъ n_2. Очевидно, (фиг. 3).

$$\frac{\sin \Phi}{\sin \chi} = \frac{n_2}{n_1}$$

но

$$\chi = 180° - 90° - \Phi \qquad \sin \chi = \cos \varphi.$$

Откуда:

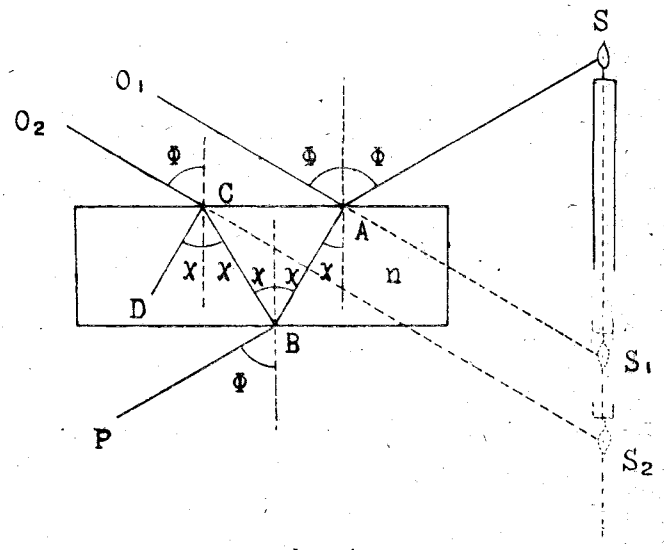
$$tg\, \Phi = \frac{n_2}{n_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 12)$$

Очень простымъ опытомъ можно подтвердить справедливость этого обобщенія по крайней мѣрѣ для того случая, когда одной средой является также воздухъ, но онъ служитъ не средой распространенія падающаго и отраженнаго луча, а отражающей средой. Возьмемъ толстую стеклянную пластинку (фиг. 4) и будемъ наблюдать черезъ николь отраженіе въ ней пламени свѣчи S отъ наружной поверхности стекла AC и отъ внутренней B.

Измѣняя уголъ паденія и вращая николь, мы замѣтимъ совершенно одновременныя аналогичныя измѣненія въ яркости отраженій S_1 и S_2 и совершенно одновременное сильное ослабленіе свѣта при увеличеніи угла паденія до угла поляризаціи (55°) стекла. Этого мы и должны ожидать.

Въ самомъ дѣлѣ, какъ въ точкѣ A отраженный и преломленный лучи AO_1 и AB образуютъ прямой уголъ, такъ перпендикулярны они между собой и въ точкахъ B и C [1]).

Изъ данныхъ наблюденія мы замѣчаемъ, что, если для случая отраженія луча отъ стекла въ воздушной средѣ величина угла поляризаціи опредѣ-



Фиг. 4.

ляется соотношеніемъ $tg\, \Phi = n$, то для случая траженія свѣта отъ воздушнаго слоя въ стеклѣ она должна опредѣляться соотношеніемъ.

$$tg\, \chi = \frac{1}{n_2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 13)$$

Формула (12) отвѣчающая болѣе общему случаю, очевидно, отвѣчаетъ и частному случаю формулы (13).

Нашъ опытъ показываетъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что даже при отраженіи подъ угломъ поляризаціи или большимъ его въ преломленныхъ лучахъ остается большой процентъ лучей съ колебаніями, параллельными отражающей плоскости, такъ какъ при положеніяхъ, когда плоскость колебаній николя перпендикулярна къ плоскости паденія яркость изображенія S_2 еще очень значительна не смотря на то, что часть его лучей теряется вновь при отраженіи въ точкѣ C.

Можно думать, что степень поляризаціи свѣта при отраженіи зависитъ отъ степени различія коэф-

[1]) Это слѣдуетъ изъ того, что въ каждой изъ этихъ точекъ лучи BC*и* CD*и* BP и CO_2 образуютъ одни и тѣ же углы χ и Φ съ перпендикуляромъ къ плоскости пластинки, а $180^0 - (\Phi + \chi) = 90^0$.

фиціентовъ преломленія отражающей среды и среды распространенія отраженнаго луча. Чѣмъ больше это различіе, тѣмъ больше будетъ въ отраженныхъ лучахъ процентъ лучей съ колебаніями, перпендикулярными плоскости паденія, а въ преломленныхъ— процентъ лучей съ колебаніями параллельными этой плоскости.

Уголъ поляризаціи Ф, какъ показываетъ форм. (12) при уменьшеніи различія между коэффиціентами преломленія n_1 и n_2 не только не будетъ возрастать, но будетъ убывать, стремясь въ предѣлѣ къ

$$\Phi = 45°.$$

Дѣйствительно, при $n_1 = n_2$ $\quad tg\,\Phi = 1.$

$$\Phi = 45°.$$

Въ нашемъ случаѣ перехода свѣта изъ одного индивида двойника кальцита въ другой различіе коэффиціентовъ преломленія ничтожно и уголъ поляризаціи долженъ быть близокъ къ 45°. Слѣдовательно, близокъ долженъ быть къ той же величинѣ и предѣльный максимальный уголъ между направленіемъ луча и отражающей плоскостью ромбоэдра $(\bar{1}012)$, названный нами выше угломъ ψ, при которомъ происходитъ болѣе или менѣе замѣтная поляризація луча при отраженіи. Обращаясь къ таб. I мы находимъ, что для наблюденій 2 и 3, дѣйствительно, исчезновеніе окраски полосокъ наблюдается при величинахъ ψ, близкихъ къ 45°, но для наблюденія 1 окраска исчезаетъ при ψ выше 60°. Такимъ образомъ, если поляризація при отраженіи и играетъ роль въ созданіи разсматриваемаго нами явленія, то во всякомъ случаѣ, не исключительную.

Вѣроятнѣе всего, что главнымъ факторомъ поляризаціи здѣсь служитъ потеря энергіи лучей обладающихъ колебаніями, перпендикулярными къ оси Nm каждаго даннаго сѣченія индивида, частью путемъ отраженія ея, частью путемъ поглощенія при преломленіи и, вѣроятно, въ малой зависимости отъ положенія линіи колебанія этихъ лучей по отношенію къ отражающей плоскости.

Резюмируя важнѣйшіе факты и выводы изслѣдованія, мы можемъ сказать:

1) Явленіе псевдохроизма двойниковыхъ полосокъ кальцита проявляется тогда, когда двойниковая пластинка образуетъ съ оптической осью микроскопа уголъ ψ не меньше 5°, чаще 15°—20° и не больше 62°, иногда не больше 50° и даже только 40° (Таб. I).

2) Въ присутствіи николя наиболѣе опредѣленная окраска двойниковыхъ полосокъ отвѣчаетъ моментамъ совпаденія съ плоскостью колебаній въ николѣ одной изъ осей перпендикулярнаго къ оси микроскопа сѣченія эллипсоида основного зерна кальцита, прорѣзаннаго двойниковой полоской. При этомъ окраска различна въ зависимости отъ того, какая изъ двухъ осей даннаго сѣченія совпадаетъ съ плоскостью колебаній въ николѣ, одна ли изъ осей Nm кругового сѣченія эллипсоида или перпендикулярная къ ней ось эллиптическаго сѣченія, отвѣчающая нѣкоторому произвольному діаметру Nn эллипсоида.

Для краткости мы будемъ называть положеніе, когда ось Nm параллельна плоскости колебаній въ николѣ „параллельнымъ“ положеніемъ, а когда она перпендикулярна,—„перпендикулярнымъ“. Одно положеніе по отношенію къ другому будемъ называть „противоположнымъ“.

3) Введеніе компенсатора между препаратомъ и анализаторомъ подъ угломъ 45° къ осямъ сѣченія основного зерна кальцита въ „параллельномъ“ или „перпендикулярномъ“ положеніи вызываетъ измѣненіе окраски двойниковыхъ полосокъ. При этомъ ни въ одномъ изъ положеній не наблюдается послѣдовательнаго пониженія цвѣтовъ; но непремѣнно наблюдается приведеніе къ цвѣту, отвѣчающему, при отсутствіи компенсатора, „противоположному“ положенію.

Поворотъ препарата около оси J столика на 180° или одновременный поворотъ и препарата и николя на 90° никакихъ измѣненій въ картину, наблюдаемую при введеніи компенсатора, не вноситъ.

4) Если опредѣлить разность хода, показываемую компенсаторомъ въ моментъ приведенія къ окраскѣ „противоположнаго“ положенія какъ въ „перпендикулярномъ“, такъ и въ „параллельномъ“ положеніи, или опредѣлить разность между показаніями компенсатора при томъ и другомъ положеніи препарата при приведеніи полосокъ къ одной и той же интерференціонной окраскѣ, напр., къ чувствительному фіолетовому цвѣту, то получимъ цифры, сходныя между собой (Таб. III) въ предѣлахъ погрѣшностей наблюденія. Эти цифры будутъ близки къ тѣмъ разностямъ, которыя получимъ въ отсутствіи препарата для тѣхъ же интерференціонныхъ цвѣтовъ, вычитая изъ показаній компенсатора при скрещенныхъ николяхъ показанія при параллельныхъ николяхъ.

5) Если сравнимъ между собой показанія компенсатора, получаемыя въ отсутствіи препарата, при проведеніи къ одной и той же интерференціонной окраскѣ при скрещенныхъ и при параллельныхъ николяхъ, съ тѣми, которыя наблюдаются при томъ же условіи для системы, состоящей изъ двойника кальцита и николя при „перпендикулярномъ“ и „па-

раллельномъ положеніи препарата, то придемъ къ убѣжденію, что дѣйствіе системы двойника и николя при „перпендикулярномъ“ положеніи слѣдуетъ считать аналогичнымъ случаю скрещенныхъ николей, а дѣйствіе ихъ въ „параллельномъ“ положеніи — аналогичнымъ случаю параллельныхъ николей.

Разности между показаніями компенсатора, при приведеніи къ одному и тому же интерференціонному цвѣту въ аналогичныхъ случаяхъ, равны между собой для каждой данной двойниковой полоски въ предѣлахъ точности [1]) нашихъ наблюденій. Но для различныхъ двойниковыхъ полосокъ эти разности варьируютъ отъ очень малой величины до 470 [2]) микро-микроновъ.

Для большинства наблюденій, полученныя разности хода приблизительно согласуются съ наблюдаемой интерференціонной окраской полосокъ при томъ же условіи параллелизаціи „перпендикулярнаго“ положенія съ скрещенными николями и „параллельнаго“ съ параллельными николями.

6) Исходя изъ наблюдаемыхъ фактовъ, можно думать, что явленіе псевдохроизма двойниковыхъ полосокъ кальцита вызывается частичной поляризаціей свѣта, характеризующейся преимущественнымъ прониканіемъ черезъ систему двойника лучей съ колебаніями по оси Nm основного зерна кальцита или иначе лучей „обыкновенныхъ“ и преимущественнымъ поглощеніемъ лучей съ перпендикулярными къ Nm колебаніями или лучей „необыкновенныхъ“.

Причину этого можно видѣть въ томъ обстоятельствѣ, что въ каждомъ произвольномъ сѣченіи эллипсоида одноосного минерала одной изъ осей сѣченія обязательно является діаметръ кругового сѣченія эллипсоида или ось Nm. Въ силу этого для одного изъ двухъ лучей съ взаимно перпендикулярными направленіями колебаній, на которые распадается простой или поляризованный лучъ свѣта, при распространеніи въ анизатропномъ веществѣ, именно для луча съ колебаніями по Nm, оба индивида двойника будутъ обладать однимъ и тѣмъ же коэффиціентомъ преломленія. Благодаря этому часть свѣтовой энергіи, совершающая колебанія по Nm, распространяется въ системѣ двойника свободно, не претерпѣвая преломленія при переходѣ изъ одного индивида двойника въ другой и не испытывая связанной съ этимъ потери свѣта черезъ отраженіе и поглощеніе.

Наоборотъ лучамъ съ колебаніями по перпендикулярной къ Nm оси сѣченія будутъ соотвѣтствовать въ каждомъ изъ индивидовъ различные коэффиціенты преломленія и, слѣдовательно, при переходѣ изъ одного индивида въ другой эти лучи будутъ испытывать преломленіе и отраженіе и связанную съ ними потерю энергіи.

7) Подвергая явленія, происходящія въ системѣ двойника, элементарному математическому анализу, мы получаемъ для величины амилитуды луча какой либо длины λ въ „параллельномъ“ и „перпендикулярномъ“ положеніи препарата и николя формулы (7), отличающіяся другъ отъ друга только тѣмъ, что въ то время, какъ въ первомъ случаѣ въ формулу входитъ sinus разности фразъ, создаваемой при прохожденіи свѣта въ предѣлахъ двойниковой пластинки, во второмъ онъ замѣняется cosinus'омъ той же разности фразъ. Благодаря этому повышеніе или пониженіе для каждой изъ формулъ разности хода лучей на величину $\frac{\lambda}{2}$ обращаетъ ее въ формулу, отвѣчающую „противоположному“ положенію.

Такія формулы вполнѣ согласуются съ упомянутымъ подъ пунктомъ (3) фактомъ полученія, при введеніи компенсатора, окраски, наблюдаемой безъ компенсатора въ „противоположномъ“ положеніи, такъ же, какъ и съ тѣмъ, что показаніе компенсатора въ этотъ моментъ равно половинѣ длины волны одного изъ среднихъ спектральныхъ цвѣтовъ (п. 4).

---

[1]) Точность эта очень мала.

[2]) Конечно, послѣдняя цифра случайна и зависитъ отъ условій нашихъ наблюденій.