



# СЕРПЕНТИНИТЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА КАКИЕ ОНИ ЕСТЬ

К. г.-м. н.

**Н. И. Брянчанинова**

Д. г.-м. н.

**А. Б. Makeev**

makeev@geo.komisc.ru

Ультрабазиты складчатых областей, и полярноуральские массивы в том числе, характеризуются значительным развитием вторичных минералов, которые в мелких массивах всегда, а в крупных — часто практически полностью замещают минералы первичных пород, поэтому понятия ультрабазиты и серпентиниты употребляются как синонимы. Степень серпентинизации полярноуральских массивов в целом составляет 50—60 %. Минеральный состав серпентинитов весьма разнообразен, хотя первичные породы (фот. 1), по которым они развиваются, отличаются исключительной простотой состава и содержат оливин, орто- и клинопироксены, хромшпинелиды.

В группу собственно серпентинов, имеющих в структуре Mg в качестве октаэдрических катионов, объединены минералы с общей формулой  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$  — лизардит, антигорит и хризотил. Катионы магния могут изоморфно замещаться катионами  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ , а кремний в тетраэдрах — катионами  $Al^{3+}$  и  $Fe^{3+}$ .

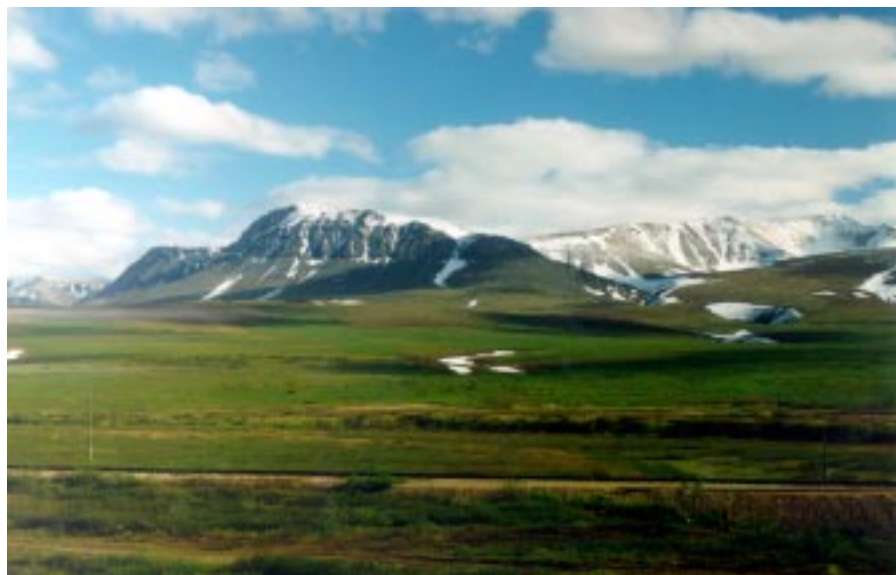
Согласно классификации А. С. Варлакова (1986) из минералов группы серпентина на Полярном Урале встречаются  $\alpha$ - и  $\beta$ -лизардит, антигорит, хризотил, повлен-хризотил (серпофит). Наиболее широко распространены  $\alpha$ -лизардит и антигорит.

Петельчатый  $\alpha$ -лизардит — самый распространенный вторичный минерал в хромитоносных ультрабазитах Урала. Название «петельчатый серпентин» точно отражает форму его выделений в шлифах и потому пользуется популярностью. Он развивается по оливину и энстатиту и слагает от 2 до 80 % породы. В гарцбургитах и лерцолитах встречается бастит, т. е. псевдоморфозы серпентина по энстатиту, но основная масса  $\alpha$ -лизардита развивается по оливину. Под микроскопом видно, что  $\alpha$ -лизардит образует шнуровидные выделения, которые разбивают оливин на мелкие блоки, формируя характерную петельчатую или сет-

чатую структуру (фот. 2, 4). Очень часто наблюдается псевдоволокнистость  $\alpha$ -лизардита, слагающего серпентиновые петли.

Лизардитом часто сложен цемент хромовых руд (фот. 5). Плотные яблочно-зеленые серпентиниты даже считали поисковым признаком на хромовые руды. Розовый хлоритовый (кеммереритовый) цемент появляется в хромовых рудах (фот. 6), претерпевших метаморфические преобразования про-

грессивного этапа. Вообще так называемая «хлоритовая рубашка» вокруг зерен хромовой шпинели (фот. 3) в ультрабазитах Полярного Урала — явление весьма распространенное. Наблюдать типичные для хлорита паркетовидные сростки кристаллов (серые в скрещенных николях) среди породообразующих силикатов (фот. 7) удается в перекристаллизованных породах зоны прогрессивного метаморфизма на Райизском массиве.

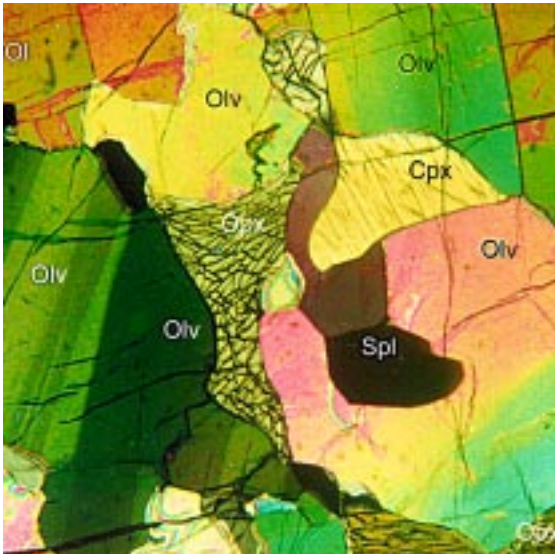


Райизский ультрабазитовый массив, вид с северной стороны

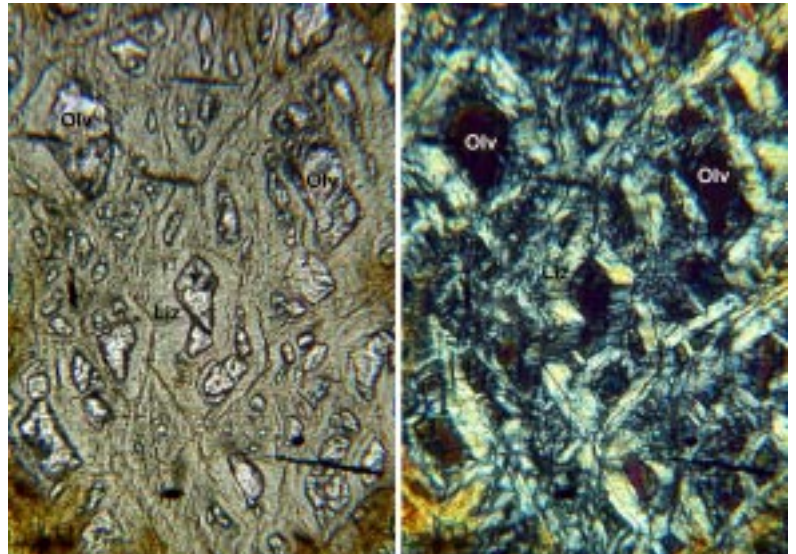


Сыумкеуский ультрабазитовый массив, вид со стороны озера Ингилор



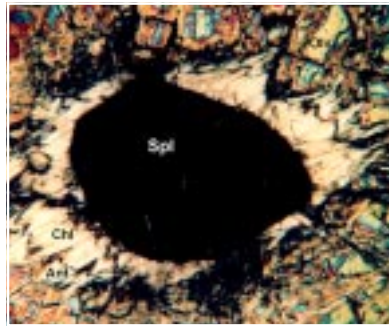


Фот. 1. Неизменный лерцолит. × 80, (+)

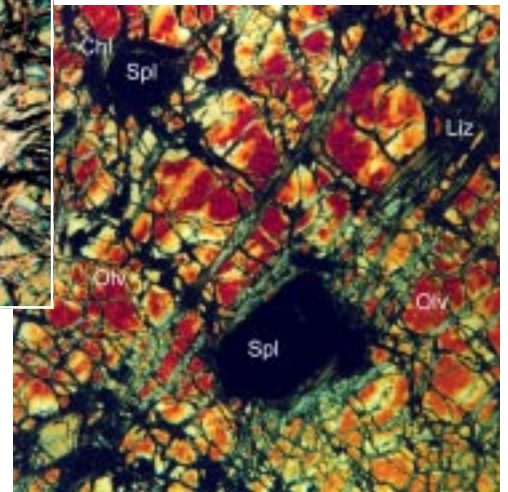


Фот. 2. Аподунитовый серпентинит, николи параллельны (II) слева и скрещены (+) справа. × 40

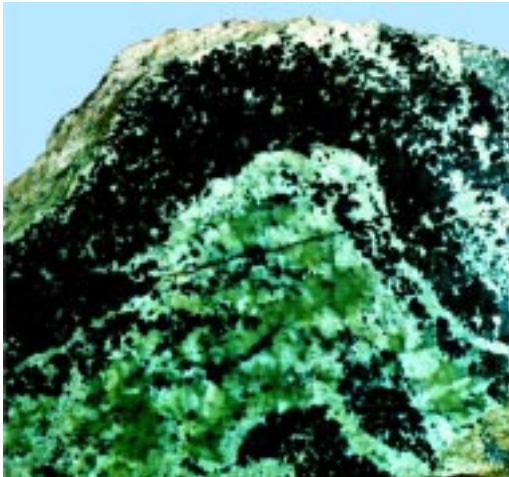
Условные обозначения минералов на фотографиях: Act — актинолит, Ant — антигорит, Brc — брусит, Chl — хлорит, Crx — диопсид, Ens — энстатит, Hzl — хризотил, Liz — лизардит, Mzt — магнетит, Mgt — магнетит, Oliv — оливин, Tlc — тальк, Trm — тремолит, Spl — хромитинелиды.



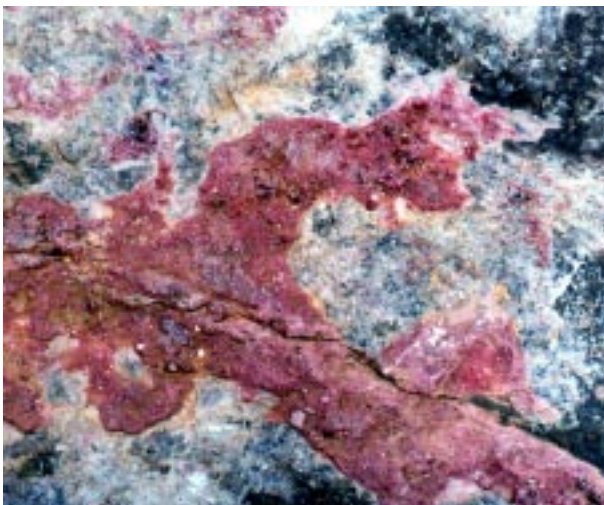
Фот. 3. Зерно аксессуарного хромита в хлоритовой рубашке. × 35, (+)



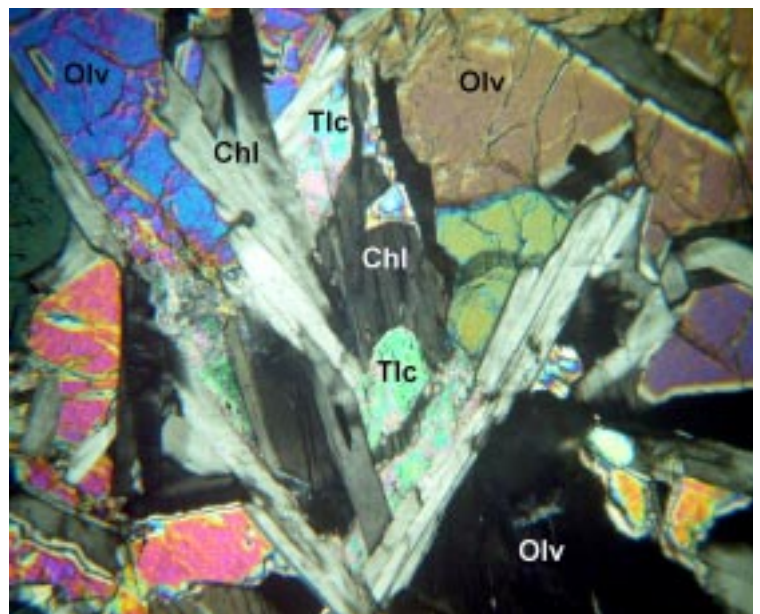
Фот. 4. Серпентинизированный (α-лизардит) дунит. × 100, (+)



Фот. 5. Хромитовая руда с яблочно-зеленым серпентиновым цементом. Уменьш. 2



Фот. 6. Хромовая руда с кеммереритом. Уменьш. 2



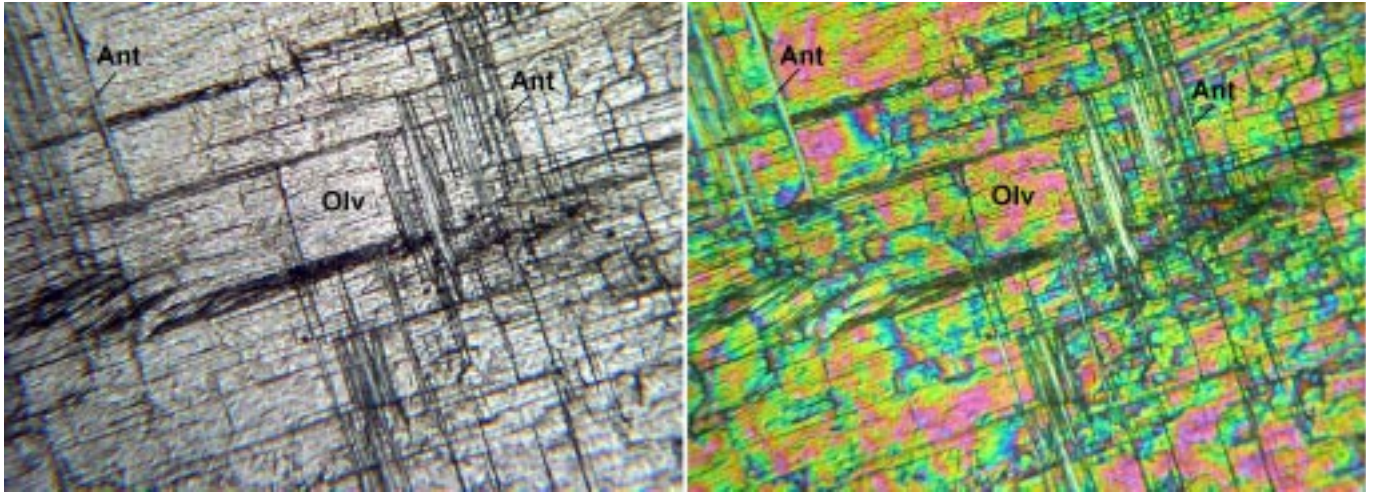
Фот. 7. Паркетовидные сростки кристаллов хлорита в оливин-энстатитовой породе. × 40, (+)

© Все фотографии А. Б. Макеева и Н. И. Брянциановой.

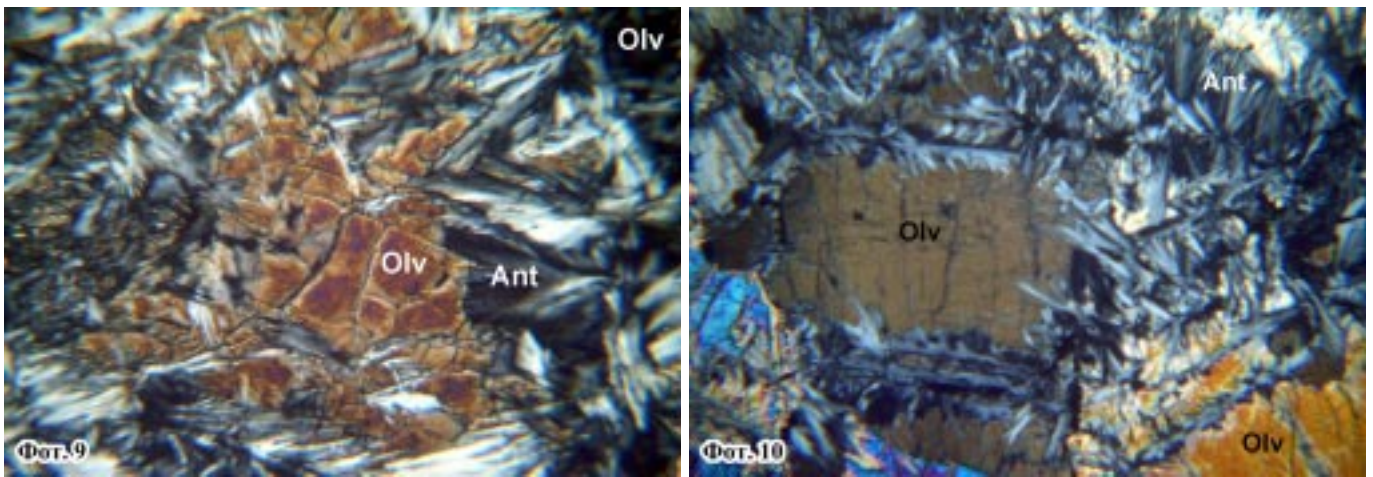




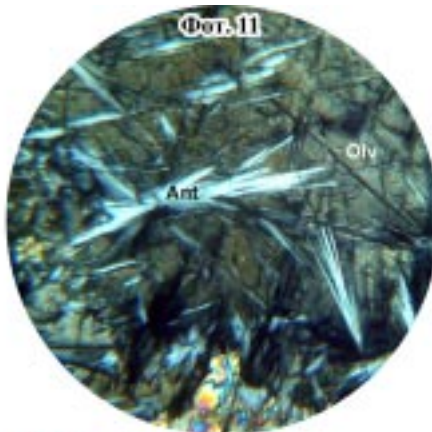
### АНТИГОРИТОВЫЕ ПОРОДЫ



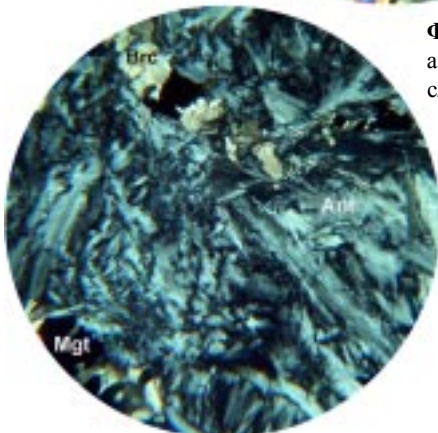
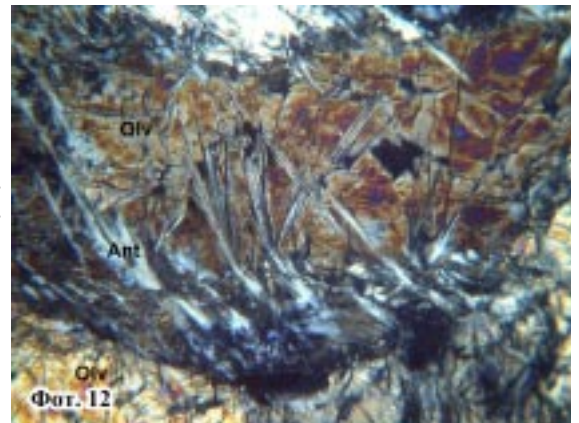
Фот. 8. Тонкие пластинки антигорита в гигантозернистом дуните  $\times 80$ , (II), (+)



Перистый антигорит. Войкарит.  $\times 100$ , (+)



Сноповидные выделения антигорита. Войкарит.  $\times 100$ , (+)



Фот. 13. Брусит-антигоритовый сланец.  $\times 40$ , (+)



Фот. 14. Жильный антигорит. Рай-Из. Уменьш. 2

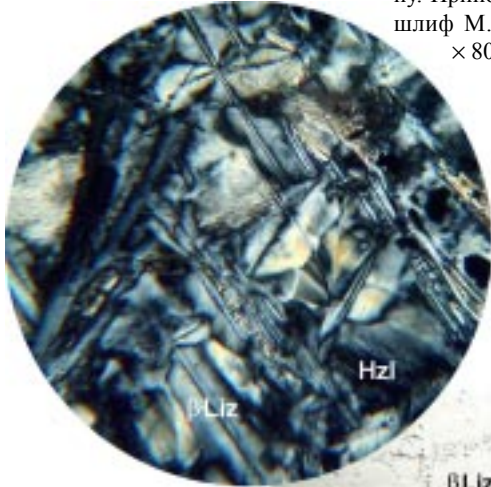
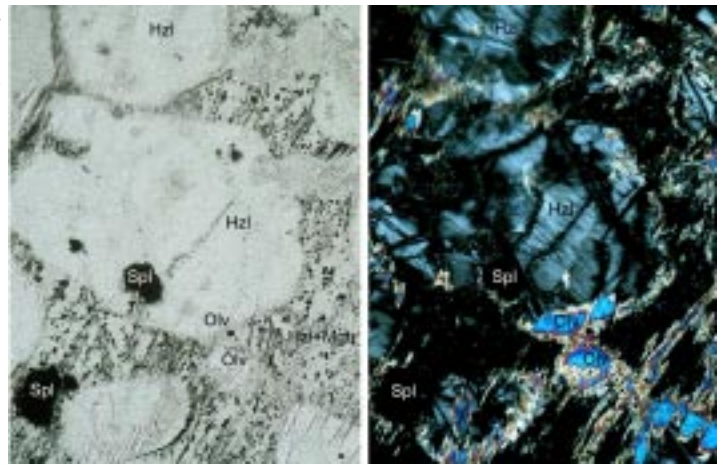




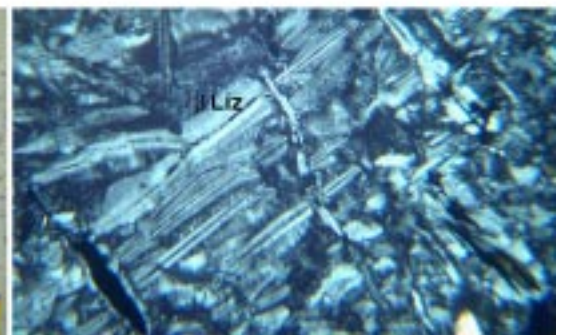


### ХРИЗОТИЛОВЫЕ СЕРПЕНТИНИТЫ

Фот. 15. Псевдоморфозы хризотила по оливи-ну. Приполярный Урал, шлиф М. В. Фишмана. × 80, (II), (+)

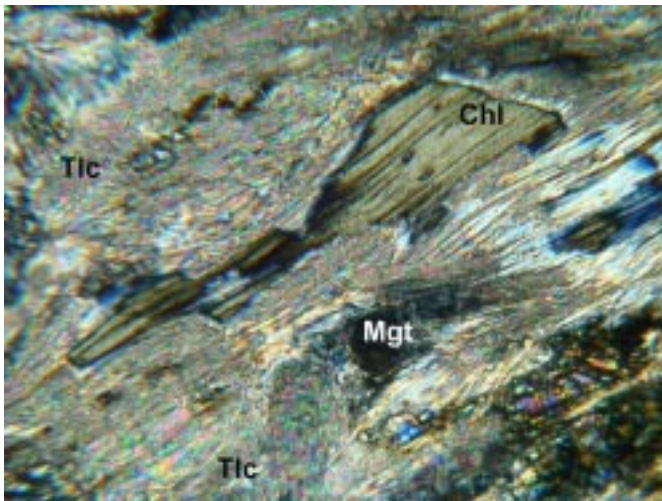


Фот. 16. Хризотиловый серпентинит с  $\beta$ -лизардитом. × 100, (+)

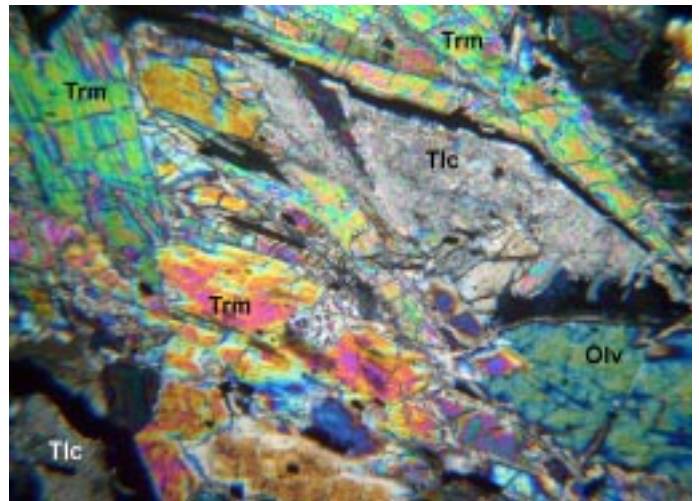


Фот. 17. Хризотиловый серпентинит по гарцбургиту. × 100, (II), (+)

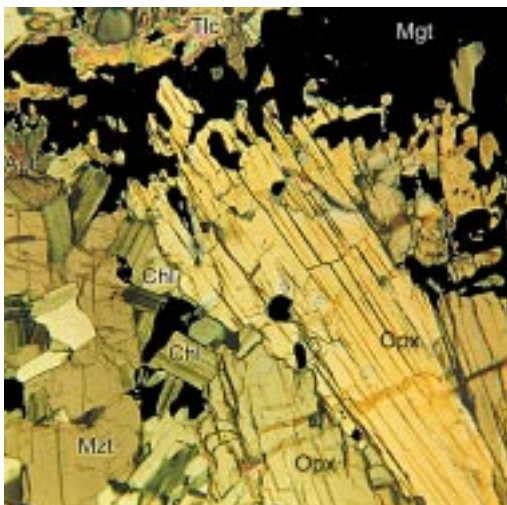
### ПОРОДЫ ЗОНЫ ПРОГРЕССИВНОГО МЕТАМОРФИЗМА МАССИВА РАЙ-ИЗ



Фот. 18. Кристаллы хлорита в тальке. × 90, (+)



Фот. 19. Амфиболовые оливин-энстатитовые породы. × 30, (+)



Фот. 20. Сагвандит. × 80, (+)



Фот. 21. Образец сагвандита. Уменьш. 2.







Антигоритовая серпентинизация в ультраосновных массивах Урала распространена нешироко, но для целого ряда объектов, в том числе и для полярноуральских массивов, она весьма характерна.

В ультрабазитах Полярного Урала антигорит представлен тремя генерациями. Самая ранняя генерация образуется по оливину на этапе регрессивного метаморфизма и предшествует петельчатой серпентинизации. Содержание раннего антигорита в породах не превышает 1—5%. Он наблюдается в шлифах пегматоидных дунитов в виде иголок при отсутствии магнетита.

Массовое выделение антигорита связано с этапом локального (прогрессивного) метаморфизма и следует с некоторым перерывом за петельчатой серпентинизацией. Такой антигорит образуется по  $\alpha$ -лизардитовым дунитам и перидотитам, ассоциируется с магнетитом и отличается в шлифах по перистым и гребенчатым агрегатам (фот. 9, 10). В условиях длительно протекающего процесса прогрессивного он хорошо раскристаллизовывается и при структурных исследованиях дает характерную дифрактограмму с большим количеством ярко выраженных рефлексов и четкую электронограмму. Пластинчатая форма кристаллов антигоритов хорошо выявляется под электронным микроскопом (фот. 22).

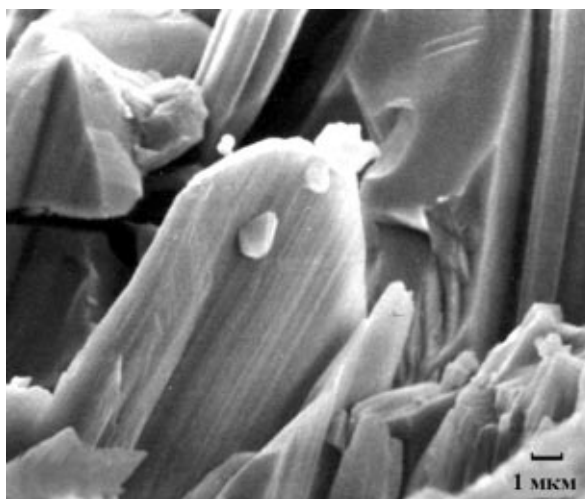
В краевых частях массивов встречаются антигоритовые породы, отличительной особенностью которых является развитие антигорита непосредственно по оливину, в отличие от войкаритов, где антигорит замещает лизардито-

вый агрегат. Характерные для оливин-антигоритовых пород приконтактных частей ультраосновных массивов сноповидный и пластинчатый антигорит показаны на фот. 8, 11 и 12. К этой группе антигоритовых пород относятся также антигорит-бруситовые сланцы, практически нацело сложенные агрегатом пластинчатого и перистого антигорита (фот. 13). В породах контактовых зон массивов вместе с антигоритом встречаются ферробрусит, гидродиопсид и магнетит. Как показали изотопные исследования, антигорит данных пород и войкаритов различается по содержанию

но-волоконная структура, присущая хризотиловым серпентинитам, в ультрабазитах Полярного Урала выявляется крайне редко. Хризотилловые серпентиниты из зоны западного и северного контактов Райзского массива — пример этих мало распространенных в данном регионе серпентинитов (фот. 16, 17). Вместе с хризотилом в этой породе встречается  $\beta$ -лизардит. Визуально ни под микроскопом, ни тем более макроскопически различить их в данном случае невозможно, но они легко поддаются приборной диагностике (на дериватографе).

В других породах (краевых частей ультраосновных массивов), где  $\beta$ -лизардит встречается в ассоциации с  $\alpha$ -лизардитом, его отличают по цепочкам магнетита в серпентиновых шнурах  $\beta$ -лизардита, что не характерно для  $\alpha$ -лизардита, образующего поперечно-волоконистые петельчатые агрегаты. Соответственно магнитная восприимчивость серпентинитов, сложенных  $\beta$ -лизардитом, в десятки и сотни раз больше, чем у серпентинитов, состоящих из  $\alpha$ -лизардита.

В процессе наиболее высокотемпературной перекристаллизации серпентинитов, которая, в частности, проявилась в осевой зоне Райзского массива, сформировались обезвоженные оливин-энстатитовые породы, получившие название сагвандиты, и тальк-тремолитовые породы, микрофотографии шлифов которых приведены под номером 18—21. Эту уникальную зону, не имеющую аналогов на Полярном Урале, называют зоной прогрессивного метаморфизма.



Фот. 22. Пластинчатые кристаллы антигорита. РЭМ

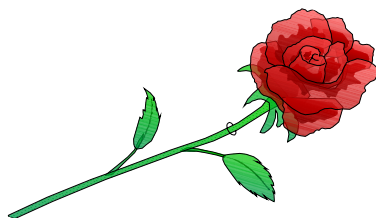
дейтерия. В зоне серпентинитового меланжа по краям массивов встречаются редкие мономинеральные жилы «голубого» антигорита (фот. 14).

Хризотил — самый нехарактерный серпентин для хромитоносных массивов. Псевдоморфозы хризотила по оливину (фот. 15), обычные для ультрабазитов других типов, на Полярном Урале не встречаются. Ячеистая секториаль-



**АРАСЛАНОВУ**  
Расиму  
Синятуловну

**ПОЗДРАВЛЯЕМ**  
с награждением Почетными грамотами  
Российской академии наук и  
Профсоюза работников РАН



**ЛАВРЕНКО**  
Нину  
Семеновну

*Желаем дальнейших успехов!*