

ЛЬВОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И. ФРАНКО

На правах рукописи

УДК 553.31:549.623.81 (477.63)

МЕДДАХИ РАБАХ

МИНЕРАЛОГИЯ
ТАЛЬК-СОДЕРЖАЩИХ СЛАНЦЕВ
КРИВОРОЖСКОГО БАСЕЙНА
(на примере Ингулецкого месторождения)

Специальность 04.00.20 - минералогия, кристаллография

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
геологических наук

ЛЬВОВ - 1996

Работа выполнена на кафедре минералогии, кристаллографии и
месторождений полезных ископаемых
Криворожского технического университета.

Научный руководитель -
доктор геолого-минералогических наук, профессор В.Д.Евтехов.

Официальные оппоненты:
доктор геолого-минералогических наук, профессор В.И.Павлишин
(Институт геохимии, минералогии и рудообразования
НАН Украины, г.Киев),
кандидат геолого-минералогических наук, доцент А.А.Ясинская
(Львовский государственный университет им. И.Франко).

Ведущая организация:
Научно-исследовательский горнорудный институт (НИГРИ)
г.Кривой Рог.

Защита состоится "23" апреля 1996 г. в 15⁰⁰ час. на
заседании специализированного Совета Д 04.04.07 при Львовском
государственном университете им. И.Франко.

Адрес: 290005, г.Львов-5, ул.Грушевского, 4, геологический факультет,
аудитория 319.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Львовского
государственного университета.

Автореферат разослан "20" марта 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
кандидат геолого-минералогических наук

Е.М.Сливко

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00740394 (R)

ЛННБ ім. В. Стефаника
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Тальк-содержащие сланцы образуют самостоятельный стратиграфический горизонт, относящийся к скелеватской свите криворожской серии, подстилающей продуктивную толщу Криворожского бассейна. Особое положение горизонта, уникальность минерального и химического состава слагающих его пород обусловили интерес к нему исследователей, проявившийся на протяжении более 100 лет активного геологического изучения Кривбасса.

Основное внимание уделялось геологическому изучению талькового горизонта (Н.М.Акименко и др., 1957; Я.Н.Белевцев и др., 1959, 1962; П.М.Каниболоцкий, 1946; В.Н.Котляр, 1952; Ю.Ир.Половинкина, 1956; Л.Я.Ходюш, 1953; К.Ф.Щербакова, В.Ю.Фоменко, 1959). Многие работы посвящены решению проблем генезиса тальк-содержащих сланцев (Н.Ф.Аникеева, 1955; В.С.Домарев, 1955; М.А.Еременко, 1954; Н.А.Линник, 1948; А.С.Павленко, 1959 и др.)

Минералогия тальк-содержащих сланцев изучена слабее. В литературе имеются сведения о минеральных ассоциациях тальк-содержащих сланцев и содержатся отдельные данные о результатах определения химического состава талька, его оптических характеристик и некоторых других физических свойств (Я.Н.Белевцев и др., 1962; Е.К.Лазаренко и др., 1977; Ю.Ир.Половинкина, 1956; К.Ф.Щербакова, В.Ю.Фоменко, 1959).

Актуальность проблемы, решению которой посвящена диссертационная работа, определяется, с одной стороны, важностью содержащейся в минералах тальк-содержащих сланцев информации, необходимой для уточнения существующих представлений о ходе процессов минералообразования в продуктивной и вмещающих толщах Кривбасса. С другой стороны, минералогическое исследование пород талькового горизонта необходимо для решения прикладных задач, связанных с вовлечением тальк-содержащих сланцев в эксплуатацию.

Цель диссертации - разработка генетической и прикладной минералогической модели толщи тальк-содержащих сланцев Криворожского бассейна на примере Ингулецкого месторождения.

Частными задачами, решением которых было обусловлено достижение поставленной цели, являются: 1) изучение распро-

страненности тальк-содержащих сланцев в пределах Криворожского бассейна и выделение факторов, контролирующих их локализацию; 2) исследование вариаций минерального состава тальк-содержащих сланцев по простираанию толщи талькового горизонта Кривбасса; 3) изучение особенностей изменчивости минерального состава тальк-содержащих сланцев в разрезе талькового горизонта; 4) выделение и изучение роли факторов, контролирующих вариации минерального состава тальк-содержащих сланцев; 5) составление кадастра минералов талькового горизонта; 6) изучение морфологии, химического состава, физических свойств талька и других порообразующих, второстепенных и акцессорных минералов тальк-содержащих сланцев, выделение типоморфных особенностей минералов, отражающих специфику зарождения, роста и вторичных изменений их индивидов и агрегатов; 7) проведение технологических испытаний тальк-содержащих сланцев различного минерального состава и выделение минералогических факторов, определяющих их обогатимость; 8) исследование характера распределения редких и рассеянных элементов в различных продуктах обогащения тальк-содержащих сланцев и составление минералогического обоснования разработки технологии получения коллективных и индивидуальных рудных концентратов из пород талькового горизонта; 9) разработка методики минералого-технологического картирования тальк-содержащих сланцев и построение геолого-технологического разреза талькового горизонта (на примере Ингулецкого месторождения).

Фактической основой диссертационной работы являлся материал, собранный автором в 1988-1995 г. в ходе минералогических исследований тальк-содержащих сланцев 18 месторождений Кривбасса. Были отобраны и всесторонне исследованы 700 проб сланцев. Работы выполнялись в лабораториях Криворожского технического университета, Института экспериментальной минералогии РАН (Черноголовка Московской области), Института геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины (г.Киев), Института "Механобрчермет" (г.Кривой Рог), Научно-исследовательского горнорудного института (НИГРИ, г.Кривой Рог), Криворожской геологоразведочной экспедиции. Использовались как традиционные, так и современные методы исследования: рентгеноструктурный; инфракрасноспектроскопический, микро-

зондовый, термический, термобарогеохимический, электронномикроскопический, рентгеноспектральный флуоресцентный и др.

Основные защищаемые положения.

1. Минеральный состав тальк-содержащих сланцев Криворожского бассейна, содержание в них четырех основных породообразующих минералов: талька, хлорита, карбоната, актинолит-тремолита обусловлены двумя основными факторами: соотношением в исходных осадках вулканогенного (перидотитовые, пироксенитовые толеиты и толеитовые базальты), хемогенного (карбонатный материал) и кластогенного (псаммитовая и пелитовая фракции) компонентов - аутигечный фактор -, а также степенью метаморфизма исходных осадков (от условий фации зеленых сланцев до эпидот-амфиболитовой) - метаморфический фактор. Роль метасоматического фактора, обусловившего протекание процессов альбитизации и флогопитизации тальк-содержащих сланцев, проявлена локально и относительно слабо.

2. Частая незакономерная перемежаемость исходных образований различного состава является причиной слабого проявления каких-либо закономерностей в распределении породообразующих минералов в разрезе талькового горизонта. Действие же метаморфического фактора обусловило четко фиксируемую минералогическую зональность толщи талькового горизонта в пределах всего Криворожского бассейна: для наиболее высоко метаморфизованных тальк-содержащих сланцев северного и южного флангов Кривбасса характерен парагенезис тремолит-актинолит + тальк + хлорит, для слабо метаморфизованных сланцев центральной части бассейна - тальк + карбонат + хлорит.

3. Химический состав талька из слабо метаморфизованных тальк-содержащих сланцев Кривбасса определялся, преимущественно, составом субстрата. В ряду исходных пород: перидотитовые толеиты ----> пироксенитовые толеиты ----> толеитовые базальты содержание в составе сформировавшегося за их счет талька миннесотаитового минала возрастает от 2-3 до 7-8 мол. %; пиррофиллитового минала - от 0,0 до 1,5-2,0 мол. %; феррипиррофиллитового - от 0,0-0,5 до 2,0-2,5 мол. %; Са-талькового - от 0,0 до 2,0-2,5 мол. %; Мп-талькового - от 0,0 до 0,5-1,0 мол. %. С нарастанием ступени метаморфизма сланцев от условий зеленосланцевой до эпидот-амфиболитовой фации состав талька приближался к стехиометрическому, содержание миналов-примесей

снижалось, соответственно, до 1,5-2,0; 0,0; 0,0-0,2; 0,0-0,1 и 0,0 мол. %. Вариации значений оптических, плотностных и некоторых волновых характеристик талька находятся в тесной корреляционной связи с параметрами его химического состава.

4. С использованием простой и эффективной технологии возможно получение из тальк-содержащих сланцев хлорит-талькового, а также коллективного титан-хром-никель-ванадиевого концентратов; выявленные и обоснованные минералого-технологические критерии позволяют относить минеральные разновидности тальк-содержащих сланцев к различным технологическим сортам и производить минералого-технологическое картирование толщи талькового горизонта.

Новизна и научная значимость. В ходе выполнения исследований впервые были решены следующие научные проблемы:

1) обобщены и проанализированы имеющиеся в литературе данные об условиях образования тальк-содержащих сланцев; 2) определены метрические параметры талькового горизонта на всем протяжении Криворожского бассейна и выявлены факторы вариаций мощности горизонта; 3) систематически изучен минеральный состав тальковых сланцев основных месторождений Кривбасса и построена региональная карта изменчивости минерального состава пород талькового горизонта; 4) обоснована роль факторов, контролировавших минеральный состав тальк-содержащих сланцев; 5) детально изучены морфология, анатомия, химический состав, физические свойства талька и других пороодообразующих и второстепенных минералов, определены основные закономерности их изменений; 6) разработана на основе минералого-технологических исследований простая и эффективная технология получения хлорит-талькового концентрата из сланцев различного минерального состава; 7) показана возможность получения коллективного титан-хром-ванадий-никелевого концентрата из тальковых сланцев Ингулецкого месторождения; 8) разработаны основные принципы минералогического и технологического картирования толщи талькового горизонта, построены геолого-минералогический и геолого-технологический разрезы горизонта для Ингулецкого месторождения.

Практическое значение работы определяется: 1) результатами впервые проведенного морфометрического изучения толщи

талькового горизонта на всем протяжении простираения пород железисто-кремнистой формации Кривбасса; 2) разработкой методики проведения минералогического картирования талькового горизонта на примере Ингулецкого месторождения; 3) исследованием морфологии, химического состава и физических свойств талька и других породообразующих и второстепенных минералов; 4) разработкой методики получения хлорит-талькового и рудного концентратов из тальк-содержащих сланцев; 5) разработкой методики и проведением геолого-технологического картирования горизонта тальк-содержащих сланцев.

Внедрение результатов работы было проведено на месторождении шахты "Северная" рудника им. С.М.Кирова, на Анновском месторождении Северного и на Ингулецком месторождении Ингулецкого государственных горнообогатительных комбинатов. Результаты исследований автора используются при оценке сырьевой базы нерудных полезных ископаемых этих месторождений.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения, содержит 135 страниц текста, 53 рисунка и 35 таблиц (8 в тексте, 27 в приложениях); список литературы включает 306 наименований.

Публикации и апробация работы. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, 3 работы находятся в печати. Результаты исследований докладывались автором на конференции "Проблемы геологической науки и образования в Украине" (г. Львов, 1995), ежегодных научных конференциях Криворожского технического университета (г.Кривой Рог, 1990-1995), научно-технических советах Ингулецкого (г. Кривой Рог, 1994, 1995) и Северного (г. Кривой Рог, 1993, 1995) государственных горнообогатительных комбинатов, рудника им. С.М.Кирова (1993, 1994), Криворожской геологоразведочной экспедиции (1993), Научно-исследовательского горнорудного института (г. Кривой Рог, 1994, 1995).

Благодарности. В процессе сбора материалов, их обработки, анализа и в ходе написания диссертационной работы автор пользовался консультациями и советами докторов геолого-

минералогических наук, профессоров Л.С.Белокрыса, В.Я.Легеды, Б.И.Пирогова, В.Н.Трошенко, М.И.Черновского (Криворожский технический университет), О.И.Матковского (Львовский государственный университет), Г.П.Зарайского (Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка Московской обл.), кандидатов геолого-минералогических наук, доцентов Ю.Л.Ахкозова (Научно-исследовательский горнорудный институт, г. Кривой Рог), О.К.Валеева, А.И.Каталенца, И.С.Паранько, А.Н.Трунина, И.В.Холошина (Криворожский технический университет), Ю.Л.Грица, М.В.Педана (институт "Механобрчермет", г. Кривой Рог), научных сотрудников, инженеров К.В.Вана, Ф.М.Стойановской (Институт экспериментальной минералогии РАН), Л.Н.Ковальчук, Д.Н.Кондратьевой, А.Д.Чумака (Криворожский технический университет), Е.М.Шиловой (Центральная лаборатория Криворожского металлургического комбината), В.В.Черевика (институт "Механобрчермет"). Исследования проводились в тесном взаимодействии и с постоянной помощью сотрудников геологических служб предприятий Криворожского бассейна кандидата геолого-минералогических наук П.Н.Хартановича, инженеров В.М.Шпирок (Северный горнообогатительный комбинат, г. Кривой Рог), И.А.Смияновой, М.Д.Удовенко (Северно-Криворожская геологоразведочная партия управления "Укрчерметгеология"), А.Г.Задорожного (Центрально-Криворожская геологоразведочная партия управления "Укрчерметгеология"), Л.С.Варченко, И.А.Копертехина, Л.П.Пановой, (Ингулецкий горнообогатительный комбинат, г. Кривой Рог), А.И.Пинской (Криворожская геологоразведочная экспедиция).

На разных этапах проведения исследований и при оформлении диссертационной работы автору оказывали помощь сотрудники кафедр минералогии и геологии Криворожского технического университета Л.А.Выговская, Л.А.Католикова, А.В.Малышкина, Л.П.Мосинцова, Г.А.Пирогова, А.П.Шамайлова. Всем коллегам автор выражает свою благодарность.

Самую глубокую признательность автор диссертации выражает своему научному руководителю доктору геолого-минералогических наук профессору кафедры минералогии Криворожского технического университета В.Д.Евтехову за постоянный интерес к исследованиям и активную помощь в работе.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ТАЛЬКОВОГО ГОРИЗОНТА

Существующие точки зрения на проблему происхождения пород талькового горизонта можно сгруппировать в две гипотезы: Кластогенно-хемогенная и вулканогенно-эффузивная. Сторонники первой (Н.И.Свитальский и др., 1932; И.И.Танатар, 1938; В.И.Лучицкий, 1939; П.М.Каниболоцкий, 1946; Н.А.Линник, 1948; Н.П.Семенов, 1949; Л.Я.Ходюш, 1953) исходными породами определили глинисто-карбонатные, мергелистые осадки, преобразованные в тальк-содержащие сланцы в ходе динамотермального метаморфизма. Некоторыми авторами допускалось участие в этом магний-содержащих метасоматических растворов. Вулканогенно-эффузивная гипотеза сформировалась в более поздних работах В.Н.Котляра (1952); А.П.Никольского (1952); Ю.Ир.Половинкиной (1956); Н.М.Акименко и др. (1957); К.Ф.Щербаковой, В.Ю.Фоменко (1959); П.П.Назарова (1960); Я.Н.Белевцева и др. (1962); Р.И.Сироштана (1975); Е.К.Лазаренко (1977); Н.П.Щербака и др. (1988); И.С.Паранько и др. (1990, 1993); В.В.Решетняка (1993). По мнению этих авторов, исходным материалом для формирования в ходе динамотермального метаморфизма тальк-содержащих сланцев служили туфы или эффузивы базит-ультрабазитового состава.

В ходе минералогических и геохимических исследований тальк-содержащих сланцев 18-ти месторождений Криворожского бассейна автор диссертационной работы совместно с И.С.Паранько и В.Д.Евтеховым (1993) пришел к выводу о том, что изначально тальковый горизонт был сложен перидотитовыми, пироксенитовыми коматитами с прослоями коматитовых базальтов. Основными подтверждениями этой точки зрения автор считает специфические ассоциации рудных минералов (ильменит + хромит + титаномагнетит + платина), геохимическую специализацию сланцев ($Ti + V + Cr + Ni + Pt + Sc$) и результаты петрохимических расчетов, выполненных по данным исследования тальк-содержащих сланцев Ингулецкого месторождения с использованием методик Л.С.Дженсена (1976), Т.Е.Фроловой, Н.Ф.Которгина (1986).

Геологическая позиция талькового горизонта характеризуется его промежуточным положением между железорудной толщей саксаганской свиты и подстилающей толщей метакластолитов.

скелеватской свиты. Полученные автором диссертационной работы в ходе топоминералогических исследований метрические характеристики горизонта показали, что его мощность изменяется от 0 до 200-250 м. Максимальное ее значение отмечается в центральной части Криворожского бассейна (шахта им.М.В.Фрунзе), к северу и к югу мощность горизонта снижается, основным фактором, ее определяющим, автор считает тектонический. В складчатых структурах наблюдается увеличение мощности в 1,5-8 раз в шарнирах складок и снижение ее в 2-10 раз на крыльях. Разрывные нарушения, часто формировавшиеся по толще высокопластичных пород горизонта, обычно способствовали значительному уменьшению его мощности или полному его уничтожению.

Результаты этих исследований автор использовал для выбора основного объекта минералогического изучения пород талькового горизонта - Ингулецкого месторождения. В его пределах горизонт представлен достаточно мощной толщей - 50-150 м. Проявление динамотермального метаморфизма в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций, а также метасоматические воздействия обусловили большое разнообразие минерального состава тальк-содержащих сланцев.

ТОПОМИНЕРАЛОГИЯ ТАЛЬКОВОГО ГОРИЗОНТА

В некоторых ранее проведенных работах (Н.И.Свитальский и др., 1932; П.М.Каниболоцкий, 1946; Ю.Ир.Половинкина, 1956; Н.М.Акименко и др., 1957; Я.Н.Белевцев и др., 1962) отмечалось непостоянство минерального состава тальк-содержащих сланцев. Однако закономерности его вариаций до последнего времени рассмотрены не были.

Полученные автором диссертации результаты изучения свыше 720 проб тальк-содержащих сланцев 18 месторождений Кривбасса также свидетельствуют о нестабильности содержаний в составе сланцев как порообразующих так и второстепенных минералов. Полученные данные позволили выявить следующую закономерность изменчивости минерального состава сланцев на региональном уровне: из четырех порообразующих минералов сланцев (тальк, хлорит, карбонат и амфибол) парагенетическая ассоциация тальк + хлорит + карбонат максимальным распространением пользуется в пределах Центрального и Южного районов

Криворожского бассейна. Степень метаморфизма пород здесь соответствовала зеленосланцевой фации, для которой указанные минералы являются типоморфными.

Для Северного и Ингулецкого районов Кривбасса характерны более высокие значения термодинамических условий метаморфизма пород, отвечающие эпидот-амфиболитовой фации (Р.Я.Белевцев и др., 1989). В этих условиях происходило активное замещение карбоната амфиболами (преимущественно, актинолит, реже тремолит, иногда купфферит). В связи с этим для тальк-содержащих сланцев месторождений северного и южного флангов Кривбасса характерен парагенезис тальк + актинолит + хлорит.

С целью изучения вариаций минерального состава тальк-содержащих сланцев в пределах более мелких геологических объектов было выбрано Ингулецкое месторождение. Выбор был обоснован следующими причинами: 1) тальковый горизонт в пределах месторождения имеет значительную и относительно выдержанную мощность (50-150 м); 2) породы горизонта вскрыты забоями действующего карьера Ингулецкого горнообогатительного комбината, а также многочисленными разведочными скважинами; 3) породы горизонта испытали динамотермальный метаморфизм как в условиях зеленосланцевой так и эпидот-амфиболитовой фации; 4) в пределах горизонта проявились процессы щелочного метасоматоза калиевой (флогопитизация) и натриевой (альбитизация) ветвей.

Результаты детального минералогического картирования восточного, западного и южного бортов карьера, а также изучения керна разведочных скважин позволили автору работы выявить несколько общих для талькового горизонта месторождения топоминералогических закономерностей.

1. Минеральный состав тальк-содержащих сланцев центральной части горизонта однороден. В узких (мощность не более 7-10м) переходных зонах к подстилающему - так называемому "филитовому" горизонту скелеватской свиты - и перекрывающему - первому сланцевому горизонту саксаганской свиты - отмечается резкое снижение содержания в сланцах талька (с 40-80 до 0-5 объемн.%) и возрастание содержания хлорита (с 5-15 до 25-30 и более объемн.%). Дополнительной особенностью приконтактовых зон с первым сланцевым горизонтом является возрастание в их пределах железистости хлорита и амфибола. В связи с последним тремолит и актинолит здесь сменяются купфферитом и

кумингтонитом. Особенностью приконтактных зон с "филлитовым" горизонтом является повышенное содержание в сланцах флогопита и кварца.

2. В связи с неоднородностью условий динамотермального метаморфизма пород в пределах Ингулецкого месторождения участки распространения высоко и слабо метаморфизированных сланцев имеют линзовидный или пятнистый характер. Линзовидные тела имеющих существенно актинолитовый состав относительно высоко метаморфизированных тальк-содержащих сланцев обычно располагаются вдоль слабо проявленных разрывных нарушений, служивших, вероятно, каналами фильтрации метоморфических растворов. Изометричные тела хлорит-тальк-актинолитовых сланцев обычно локализуются в участках пересечения разрывных нарушений. Линзы и изометричные тела высоко метаморфизированных сланцев имеют постепенные переходы с близкими по форме телами слабо метаморфизированных хлорит-карбонат-тальковых сланцев.

Мелкие метасоматические тела альбитизированных и флогопитизированных тальк-содержащих сланцев локализуются в зонах смятия, в замковых частях мелких складок и вдоль разрывных нарушений. Мощность их не превышает 1-2 м.

ТИПОМОРФИЗМ ТАЛЬКА ИНГУЛЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ранее проведенные работы Н.И.Свительского и др. (1932), П.М.Каниболоцкого (1946), Ю.Ир.Половинкиной (1956), К.Ф.Щербаковой, В.Ю.Фоменко (1959), Е.К.Лазаренко и др. (1977) содержат отдельные сведения о минеральных ассоциациях, морфологии, химическом составе и физических свойствах талька Криворожского бассейна. Автором впервые предпринята попытка систематического изучения этих характеристик талька на примере пород талькового горизонта Ингулецкого месторождения.

Выделено два фактора, контролировавших состав минеральных парагенезисов тальк-содержащих сланцев: аутигенный и метаморфический. Роль аутигенного фиксируется по результатам изучения тальк-содержащих сланцев с различным соотношением в их исходных образованиях трех основным компонентом: 1) перидотитовых, 2) пироксенитовых каматиитов и 3) коматиитовых базальтов. В случае преобладания первых продукты их

метаморфизма в условиях фации зеленых сланцев характеризуются наиболее высоким содержанием талька (80-95 объемн.%) и незначительным количеством хлорита (до 5%). С повышением роли третьих количество хлорита в тальк-содержащих сланцах значительно возрастало (до 35-40%). Третий породообразующий минерал тальк-содержащих сланцев - карбонат - распределен в толще талькового горизонта незакономерно, вне связи с составом исходных осадков или продуктов их метаморфизма. Роль второго - метаморфического фактора- проявляется в участках Ингулецкого месторождения, характеризующихся метаморфизмом тальк-содержащих сланцев в условиях эпидот-амфиболитовой фации. Типоморфным парагенезисом здесь является тальк + актинолит (тремолит, купферит) + хлорит. Амфиболы с нарастанием ступени метаморфизма замещали карбонат, а также, частично, хлорит и тальк.

Изучение химического состава талька показало, что он близок к стехиометрическому. Примесь миннесотаитового минала составляет 2,0-7,7 мол.%, Са-талькового - 0,2-2,4; пиррофиллитового - 0,0-1,0; феррипиррофиллитового - 0,2-2,5; Мп-талькового - 0,0-0,7 мол.%. В ряду исходных пород от перидотитовых коматитов через пироксенитовые коматиты до коматитовых базальтов в случае метморфизма пород в условиях фации зеленых сланцев отмечается постепенное увеличение содержания в составе талька миналов-примесей. Повышение же ступени метаморфизма пород до условий эпидот-амфиболитовой фации сопровождалось закономерным снижением содержания примесей в составе талька.

Физические свойства талька тесно связаны с его химическим составом, главным образом, с содержанием миннесотаитового минала. От алоперидотитовых через апопироксенитовые к анобазальтовым тальк-содержащим сланцам показатели преломления талька возрастают: Ng - от 1,588-1,592 до 1,592-1,593; Np - от 1,544-1,547 до 1,549-1,552; двупреломление Ng-Np снижается от 0,040-0,048 до 0.039-0,044. С увеличением ступени метаморфизма сланцев отмечается прогрессивное снижение значений показателей преломления и увеличение двупреломления талька. Аналогичные тенденции выявлены для вариаций плотности минерала. Наиболее высокие ее значения - 2811-2857 кг/м³ - характерны для высокожелезистого талька из слабо метаморфизованных анобазальтовых тальк-содержащих сланцев: наиболее низкие - 2796-2848 кг/м³ -

для его маложелезистой разновидности из высоко метаморфизованных апоперидотитовых сланцев.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ ТАЛЬК-СОДЕРЖАЩИХ СЛАНЦЕВ

Вызванные описанными выше факторами вариации минерального состава и структурно-текстурных особенностей тальк-содержащих сланцев обусловили изменчивость их механических свойств. Плотность сланцев зависит от соотношения в их составе минералов, обладающих повышенной (актинолит, карбонат) и пониженной (хлорит, тальк) плотностью. В общем случае с увеличением ступени метаморфизма сланцев их плотность возрастает в среднем от 2746, 14 кг/м³ (зеленосланцевая фация) до 2799,47 кг/м³ (эпидот-амфиболитовая фация).

С ростом ступени метаморфизма происходило снижение средних значений пористости сланцев - соответственно от 4,11 до 3,97%. Основной причиной этого является замещение с повышением ступени метаморфизма обладающих повышенной трещиноватостью карбонатов - амфиболами.

Также тесная корреляционная связь с минеральным составом сланцев характерна для показателей их дробимости. Для слабо метаморфизованных сланцев, имеющих карбонат-хлорит-тальковый состав, этот параметр составляет в среднем 1,77 отн.ед. Для существенно актинолитовых сланцев он составляет 4,11 отн.ед.

Тальк-содержащие сланцы до последнего времени не рассматривались в качестве полезного ископаемого. С конца 80-х годов Ингулецким горнообогатительным комбинатом и шахтой "Гигант-Глубокая" начата их добыча в незначительных количествах. Использование измельченных сланцев проводилось без предварительного обогащения, что определяло узкий спектр использования получаемого сырья. Для повышения его качества предпринимались попытки создания технологии получения талькового концентрата (Т.В.Дендюк и др., 1988, 1989), однако из-за сложности и недостаточной эффективности они не были внедрены в производство.

При обосновании новой схемы обогащения тальк-содержащих сланцев, разработанной для условий Ингулецкого месторождения, автор исходил из различий физических свойств породообразующих и второстепенных минералов, главным образом, их

твердости, спайности, плотности и магнитности. По первым двум параметрам минералы тальк-содержащих сланцев Ингулецкого месторождения четко делятся на три группы. К первой относятся тальк и хлорит, обладающие весьма совершенной спайностью и минимальной твердостью (1,0-1,5 балла по шкале Ф.Мооса), во вторую группу входят карбонаты, для которых характерна совершенная спайность и более высокая твердость (3,0-4,0); третью группы составляют минералы с наиболее высокой твердостью (5,5-6,5): актинолит, тремолит, магнетит, титаномагнетит, ильменит, хромит. Рудные минералы обладают, кроме того, высокой ферромагнитностью.

Предложенная технология основана на самоизмельчении сланцев, позволяющем наиболее полно проявиться природным физическим свойствам минералов. Последующие процессы классификации по крупности продуктов и их магнитной сепарации в сильных и слабых полях позволили автору получить хлорит-тальковый концентрат высокого качества, удовлетворяющий требованиям многих отраслей промышленности.

Из полученного в качестве отходов производства хлорит-талькового концентрата черного рудного концентрата, содержащего ильменит, пирротин, хромит, магнетит и титаномагнетит, путем отмыва и последующего обогащения в слабых магнитных полях автору удалось получить коллективный рудный концентрат, содержащий до 0,7 мас.% V_2O_5 , до 12,2 мас.% TiO_2 , до 1,9 мас.% Cr_2O_3 , до 1,1 мас.% NiO и до 0,25 мас.% CoO .

По результатам минералого-технологических испытаний, тальк-содержащие сланцы месторождения были разделены на 4 технологических сорта. Выход хлорит-талькового концентрата для них изменяется от 80-90 до 50-55 мас.%. Вынесение технологических сортов на ранее построенные геолого-минералогические разрезы явилось основой технологического картирования пород талькового горизонта. Разработанные автором диссертации технология и методика картирования могут использоваться и для других месторождений Криворожского бассейна.

Выводы.

1. Мощность талькового горизонта отличается максимальной изменчивостью среди всех стратиграфических горизонтов криворожской серии. Вследствие высокой пластичности слагающих ее пород, толща горизонта легко поддавалась воздействию тектонических

нагрузок. Пликативные нарушения сопровождались заметным снижением (в 2-10 раз) мощности горизонта на крыльях складок и увеличением ее в их замковых частях (в 1,5-8 раз). Дизъюнктивные нарушения играли, преимущественно, деструктивную роль: с их проявлением связано срезание, выклинивание горизонта.

2. Реконструкция на основе минералогических исследований исходного состава пород, преобразованных впоследствии в тальк-содержащие сланцы, показала, что основными их компонентами были: вулканогенный, хемогенный и кластогенный материал. Вулканогенный материал составлял 70-95 и более объемн. % исходных образований и был представлен породами, состав которых менялся от перидотитовых толеитов до толеитовых базальтов. Кластогенный материал (не более 5-7 объемн. %) был представлен глинисто-песчанистыми фракциями, хемогенный (от 0-3 до 25-30 объемн. %) карбонатами известково-железисто-магнезиального состава.

3. Вариации минерального состава тальк-содержащих сланцев контролировались тремя факторами:

- аутигенным, роль которого определялась разными соотношениями в исходных породах следующих компонентов: а) вулканогенных образований различного состава, б) кластогенных осадков и в) карбонатного материала, - и который обусловил различные количественные соотношения в сланцах Mg-Fe-Al-содержащих силикатов, а также локальные аномалии в пределах отдельных месторождений и участков Кривбасса содержания в составе сланцев карбонатов, кварца и некоторых других обломочных материалов;

- метаморфический, определивший соотношение в составе сланцев минералов, являющихся типоморфными для пород, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации (тальк, хлорит, Ca-Fe-Mg-карбонаты - Скелеватское, Новокриворожское и другие месторождения Центрального и Южного районов Кривбасса) и характерных для пород, ступень метаморфизма которых отвечала условиям эпидот-амфиболитовой фации (тремолит, актинолит, флогопит - Ингулецкое, Первомайское, Анновское месторождения Ингулецкого и Северного районов Кривбасса);

- метасоматический, роль которого наименее значительна и который обусловил локальные повышения в составе тальк-содержащих сланцев Анновского, Первомайского, Ингулецкого и некоторых других месторождений бассейна содержания флогопита (калиевая ветвь щелочного метасоматоза) и альбита (его натриевая ветвь).

4. Минералогическая зональность талькового горизонта хорошо фиксируется при проведении топоминералогических исследований на всем протяжении Криворожского бассейна. Причина состоит в четком проявлении в его границах роли метаморфического фактора. Для центральной части бассейна, где степень метаморфизма пород соответствовала условиям зеленосланцевой фации, в тальк-содержащих сланцах преобладает парагенетическая ассоциация минералов тальк + хлорит + Ca-Fe-Mg-карбонат (магнезит, брейнерит и др.). Для тальк-содержащих сланцев северного и южного флангов Кривбасса, где для пород характерна более высокая степень метаморфизма, отвечающая условиям эпидот-амфиболитовой фации, характерен парагенезис тальк + актинолит + тремолит. В пределах отдельных месторождений вследствие близости термодинамических условий метаморфизма зональность талькового горизонта проявляется значительно слабее. Причиной этого, по мнению автора диссертации, является сложное чередование, частое фациальное выклинивание пластов и линз исходных пород различного состава.

5. Тальк в тальк-содержащих сланцах Кривбасса представлен чешуйчатыми и пластинчатыми индивидами, размер которых изменяется от 0,01-0,10 мм по длинному измерению в слабометаморфизованных сланцах до 0,05-0,30 мм в их более высоко метаморфизованных разновидностях. Кристаллы талька находятся в тесном сростании с имеющими аналогичную форму кристаллами хлорита. Карбонаты представлены порфиробластами размером от 0,1-0,3 до 3,0-5,0 мм, а в случае их высокого содержания в сланцах - образуют самостоятельные прослои и линзы мощностью от долей мм до 40-50 мм. Амфиболы, развивавшиеся в связи с повышением степени метаморфизма тальк-содержащих сланцев (актинолит, более редкий тремолит и очень редко встречающийся купферит) полностью замещали карбонаты и частично - хлорит и тальк. Они представлены игольчатыми и столбчатыми кристаллами, часто группирующимися в радиальнолучистые агрегаты. Пластинчатые кристаллы ильменита обычно слабо ориентированы по слоистости и имеют размер (в прямой зависимости от степени метаморфизма сланцев) от 0,01-0,05 до 2,0-3,0 мм по длинному измерению. Хромит, магнетит и титаномагнетит образуют мелкие (0,01-0,20 мм) ксеноморфные индивиды, распределенные в сланцах равномерно или образующие послойно ориентированные линзовидные скопления.

6. Химический состав талька зависит как от состава исходных пород так и от степени метаморфизма сланцев. Для их разновидностей,

метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации, обнаружено заметное повышение в составе талька миннесотантового, пирофиллитового, феррипирофиллитового, Са-талькового и Мп-талькового мицеллов в следующем ряду исходных пород: перидотитовые толеиты -----> пироксенитовые толеиты -----> толеитовые базальты. С нарастанием ступени метаморфизма сланцев до условий эпидот-амфиболитовой фации происходило удаление изоморфных примесей из кристаллической решетки талька, приближение его химического состава к стехиометрическому. Избыточное железо, алюминий и другие компоненты, вероятно, заимствовались кристаллическими решетками формировавшихся одновременно с этим амфиболов.

7. Результаты исследований плотностных, оптических и некоторых волновых характеристик талька выявили тесную связь значений этих показателей с параметрами его химического состава.

8. Разработанная с участием автора диссертационной работы технология обогащения позволяет получить хлорит-тальковый концентрат высокого качества, имеющий суммарное содержание талька и хлорита 90-95 объемн.% и находящий широкое применение в лакокрасочной, гидроизоляционной, резинотехнической, огнеупорной и других отраслях промышленного производства. Выход концентрата в зависимости от минерального состава сланцев изменяется от 50-55 до 80-90 мас. %.

9. Из отходов обогащения тальк-содержащих сланцев возможно получение коллективного рудного концентрата, включающего ильменит, магнетит, титаномагнетит, хромит и пирротин.

Основные положения диссертаций опубликованы в следующих работах:

1. Евтехов В.Д., Меддахи Р., Евтехов Е.В. О минералогическом контроле механических свойств тальк-содержащих сланцев Криворожского бассейна// Деп. в ГНТБ Украины 28.03.1993г, № 1273 - Ук 93.- 19 с.

2. Паранько И.С., Евтехов В.Д., Меддахи Р. К вопросу о формационной и стратиграфической принадлежности тальковых пород Криворожской структуры// Деп. в ГНТБ Украины 27.03.1993г, № 2077 - Ук 93.- 17 с.

3. Евтехов В.Д., Меддахи Р. Вариации мощности и минерального состава пород талькового горизонта Криворожского бассейна/ Разработка рудных месторождений. Республиканский межведомст-

венный научно-технический сборник// Кривой Рог, 1995.- Вып.№56.- С.148-155.

4. Меддахи Р. Технологическая минералогия тальк-содержащих сланцев Ингулецкого месторождения Криворожского бассейна // Деп. в ГНТБ Украины 04.04.1995г, № 684 - Ук 95.- 16 с.

5. Меддахи Р. Варіації хімічного складу тальку Криворізького басейну/ Проблеми геологічної науки та освіти в Україні. Матеріали наукової конференції. Львів, 19-21 жовтня 1995 р.// Львів, 1995.- С. 155-156.

6. Меддахи Р. Прикладна мінералогія талькових сланців Кривбасу// Там же.- С. 194-195.

7. Меддахи Р. К технологической минералогии тальк-содержащих сланцев Кривбасса / Современные проблемы геологии и минералогии железисто-кремнистых формаций и их обрамления. Материалы Региональной научной конференции. Кривой Рог, 11-12 апреля 1996г // Кривой Рог: Контакт, 1996. (Принято к печати).

8. Меддахи Р. Типоморфизм талька Ингулецкого месторождения// Там же.

9. Меддахи Р. Генетическая и геологическая позиция талькового горизонта Кривбасса// Там же.

ABSTRACT

Meddahi R. Mineralogy of talc-containing shales of Krivoy Rog basin (on example of Ingulets deposit)

Dissertation for candidate's degree of science in geology, the speciality 04.00.20 - mineralogy, cristallography. i.Franko Lviv state university. Lviv, 1996.

The regular variations of content of minerals of skelevatka series (Krivoy Rog basin) talc-containing shales have been studied. The main factors of their nature have been determined. The chemical composition and physicals properties of talc and it's quantity proportions with rock-forming and other minerals have been studied.

The relation between the mechanical properties of talc-containing shales and their mineral composition, structural characteristics have been determined. The mineralogical basing and technological trails of shales to obtain the chlorite-talc concentrate have been held. The mineralogical and technological sections of Ingulets deposit talc horizon have been developed.

АНОТАЦІЯ

Меддахі Рабах. Мінералогія тальк-вміщуючих сланців Криворізького басейну (на прикладі Ігулецького родовища).

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата геологічних наук з спеціальності 04.00.20 - мінералогія, кристалографія. Львівський державний університет ім. І.Франка, Львів, 1996 р.

Вивчені закономірності варіацій мінерального складу тальк-вміщуючих сланців скелеватської світи Криворізького басейну. Визначені основні фактори, що їх зумовлюють. Вивчено хімічний склад і фізичні властивості тальку, а також його кількісні співвідношення з іншими породоутворюючими та другорядними мінералами сланців. Виявлена залежність механічних властивостей тальк-вміщуючих сланців від їх мінерального складу та структурно-текстурних особливостей. Виконано мінералогічне обґрунтування та проведені технологічні випробовування сланців, що дозволило отримати хлорит-тальковий концентрат. Побудовано геолого-мінералогічні та геолого-технологічні розрізи талькового горизонту Ігулецького родовища.

Ключові слова:

залізисто-кремениста формація, тальк-вміщуючі сланці, топомінералогія, гипоморфізм тальку, механічні властивості, технологія талькових порід, мінералогічне картування, технологічне картування.

Здобувач

Меддахі Рабах