

Organische Mineralogie: Objekte, Aufgaben, Methoden

Von Sviatoslav S. SAVKEVIČ

Zusammenfassung:

Die Kenntnis über die Zusammensetzung und Eigenschaften organischer (überwiegend amorpher) Minerale stammt vorwiegend vom Ende des 19. Jahrhunderts. Die scheinbare Unerkennbarkeit dieser Objekte führte Mitte des 20. Jahrhunderts zur Tendenz, lediglich natürliche Kristalle und im Extremfall Kristalle nichtbiogener Entstehung als Minerale zu betrachten (POVARENNYCH, 1966).

Heute sind solche Beschränkungen kaum begründet, weil, ausgehend von der Konzeption über unterschiedliche geologische Niveaus der Organisation der Materie, außer der Mineralogie keine Wissenschaft existiert, die alle Objekte des übermolekularen Organisationsniveaus betrachtet.

Diese Überlegungen rechtfertigen physikalisch abgesonderte organische Verbindungen – Produkte geologischer (und kosmischer) Prozesse – als Objekte der Mineralogie zu betrachten. Unter den organischen Mineralen sind, ebenso wie unter den anorganischen, extreme Ordnungsgrade der Individuen bekannt: Kristalle und amorphe Körper. Der Unterschied zwischen diesen beiden Mineralsystemen besteht darin, daß die Mehrzahl der anorganischen Minerale über eine geordnete Struktur verfügt, während den Mineralen mit schlechtem Ordnungszustand nur geringe Bedeutung in der physiko-chemischen Entwicklung der äußeren Erdkruste zukommt. Innerhalb der organischen Minerale ist dieses Verhältnis umgekehrt. Da die übergroße Mehrzahl der organischen Minerale sich mittels Polykondensation und/oder Kopolymerisation bildet, werden in diesem System Mineralarten sowohl mit auseinandergehenden als auch mit geschlossenen Grenzen der Veränderlichkeit eine überwiegende Rolle spielen. Die am eingehendsten erforschten organischen Minerale sind deren wenige kristalline Vertreter. Weitaus weniger bearbeitet sind die amorphen Minerale, hauptsächlich mit polymerem Aufbau. Trotzdem hat sich die ontogenetische Erforschung dieser Objekte in Verbindung mit modernen physikalischen Methoden als sehr fruchtbringend erwiesen.

Eines der Hauptziele der mineralogischen Forschung auf dem Gebiete der physikalisch isolierten organischen Verbindungen der Erdkruste ist die Klärung der Zusammenhänge zwischen ihrer Zusammensetzung, Struktur und ihren Eigenschaften wie auch der geologischen Bedingungen, welche ihre Bildung und Veränderungen verursacht haben.

Summary:

Knowledge of the composition and properties of organic (on the whole-amorphous) minerals dates mostly from the end of the 19th century. The apparent incognoscibility of these objects led by the midtwentieth century to the tendency to retain as objects of mineralogy only the natural crystals and as extremity, crystals of non-biogenic genesis (POVARENNYCH, 1966).

At present such limitations are hardly warranted, since on the basis of the concept of different geologic levels of the organisation of substance (matter) there is no science, besides mineralogy, which encompasses all objects of the mineral (supermolecular) levels of organisation.

The above considerations justify the inclusion of physically isolated organic compounds – products of the geologic (and space) processes – among the objects of mineralogy. The organic minerals, as well as the inorganic ones, contain extremely regular and irregular individuals: crystals and amorphous bodies. The difference between these two systems of minerals consists in the majority of inorganic minerals being represented by regular structures, while the irregular ones are of a definitely minor importance in the physico-chemical environment of the outer shell of the Earth's crust. The opposite correlation is observed for the organic minerals.

Insofar as the overwhelming majority of organic minerals is formed by polycondensation and/or copolymerization, they represent extreme and/or intermediate members of transitory series which can be identified with mineral species with both diverging and closed limits of variability. The best studied among the known organic minerals are their few crystalline representatives. Incomparably less studied are the amorphous ones (mainly those of polymeric structure). Nevertheless, the ontogenetic approach to the study of these objects has proved highly fruitful, and so has the research with the aid of a complex of modern physical methods.

One of the main objectives of mineralogical study of the physically isolated organic compounds of the Earth's crust is the exposure of correlation between their composition, structure and properties, as well as of the geologic factors causing their formation and changes.

Das Streben, die Zusammensetzung, Struktur und die Eigenschaften von Mineralarten zu erforschen, das heißt physikalisch und in gewissen Grenzen, chemisch individualisierte Bestandteile der Gesteine und Erze, welche Produkte der Naturprozesse in der Erdkruste, im Mantel bzw. in kosmischen Körpern darstellen, ist einer der Beweggründe für die Entwicklung der Mineralogie. Die Möglichkeiten für die Erwerbung solcher Kenntnisse nehmen infolge des Entstehens immer feinerer Untersuchungsmethoden ständig zu, welche in die Struktur des Stoffes tiefer eindringen sowie vielseitiger und genauer dessen Eigenschaften erforschen lassen. Im Verlaufe der letzten 30 Jahre sind solche Untersuchungsmethoden wie ESR, KMR und einige andere entstanden, deren Anwendung bei der Untersuchung von Mineralen anscheinend eine Epoche in der Entwicklung der Mineralogie bilden wird, wie dies seinerzeit das Heranziehen der Röntgenmethoden war.

Trotzdem finden nicht alle Bestandteile der Gesteine und Erze, welche Produkte der geochemischen Prozesse darstellen, gleiche Beachtung bei den Mineralogen. Eine große und wichtige Gruppe, genauer gesagt, eine Infraklasse – organische Verbindungen –, wird aus unbekanntem Gründen von den Objekten der Mineralogie ausgeschlossen. Bei Betrachtung einiger Aspekte der Geschichte der Mineralogie versuchen wir diesen Prozeß zu verfolgen und auf dessen Gründe einzugehen.

Seit uralten Zeiten ist der Menschheit Bernstein, Asphalt, Ozokerit, Gagat bekannt. Aus diesem Grunde ist es ganz selbstverständlich, daß in der Zeit der Entstehung der geologischen Wissenschaften diese Objekte, die nach dem Merkmal der Brennbarkeit in einer Gruppe vereinigt werden, neben den anderen Mineralen: Erzen, Erden und Salzen von der Klassifikation erfaßt waren und später als gleichwertige Objekte der Mineralogie galten. In bedeutendem Maße hat dazu die Autorität von G. AGRICOLA (1546) beigetragen, der die abiogene Genesis sowohl dem Asphalt, Gagat als auch dem Bernstein zugeschrieben hat.

Die Entwicklung des Bergbaus in Europa im XVI. bis XVII. Jahrhundert führte zu intensiven Erforschungen nicht nur von Mineralen, sondern auch von tauben Gesteinen, und die Ansammlung der Kenntnisse über physikalische Eigenschaften und morphologische Besonderheiten der sie bildenden Bestandteile war Anregung zur Aussonderung der Mineralogie als selbständige Wissenschaft. Selbstverständlich beruhen die ersten mineralogischen Klassifikationen hauptsächlich auf physikalischen Merkmalen unter Heranziehung der Morphologie als Hilfsmerkmal. Eine weitere Vervollkommnung der Klassifikation durch Heranziehen der Angaben über die chemische Elementarzusammensetzung gab bei den Untersuchungen noch keinen Anlaß, die Klasse der inflammablen Minerale speziell auszusondern (bzw. auszuschließen), ungeachtet dessen, daß nach den Arbeiten von M. W. LOMONOSSOW die biogene Entstehung der meisten Einheiten der Klasse der inflammablen Minerale außer Schwefel und Diamant offensichtlich war.

Solch eine „Hartnäckigkeit“ bei der Erhaltung der Klassifikationseinheit, welche sich sowohl in der Genesis als auch in der Zusammensetzung grundsätzlich unterscheidet, in den mineralogischen Klassifikationen der überwältigenden Mehrheit von bedeutenden Gelehrten Ende des XVIII. und Anfang des XIX. Jahrhunderts (I. G. WALLERIUS, F. A. KARTHEUSER, M. G. KLAPROTH, R. KIRWAN, R. HAÜY, A. G. WERNER, J. BERZELIUS, A. BREITHAUPT und andere), kann man kaum durch die Anhänglichkeit an die Traditionen oder durch Konservatismus erklärt werden. Anscheinend kam darin bewußt oder unbewußt der Gedanke zum Ausdruck, daß ein Mineral in erster Linie ein Bestandteil der Gesteine und Erze ist, welcher im Verlaufe der Entstehung (und der Änderung) der Erdkruste, darunter auch deren Ablagerungsschicht entsteht und sich weiterentwickelt.

Besonders deutlich ist es im Buch von Jakob BERZELIUS (1816) zu sehen, wo er ganz eindeutig die Objekte der Mineralogie in zwei Grundklassen einteilt: die Klasse der anorganischen Verbindungen der abiogenen Genesis und die Klasse der organischen Verbindungen der biogenen Genesis. Dabei schreibt er über die letzteren folgendes: „Auch sieht man diese Fossilien als Produkte einer zerstörten Organisation an. Ich habe sie in 6 Klassen geteilt, fortschreitend im Verhältnis wie die Spur ihrer vormaligen Organisation mehr und mehr verschwindet.“ Somit ist in dieser Arbeit im wesentlichen die Idee der Aufteilung der Mineralogieobjekte in

zwei Teile zum ersten Mal so deutlich ausgedrückt. Dabei ist er von verschiedenen Grundsätzen ihrer chemischen Struktur ausgegangen.¹

Die weitere Entwicklung und Erstarkung der chemischen und kristallographischen Richtung in der Mineralogie führte nach und nach dazu, daß diese zwei großen Systeme von Mineralen ganz verschieden erforscht wurden. Das Hauptinteresse der Mineralogen galt den anorganischen Mineralen, in der Regel mit einem guten kristallinen Gefüge. Es gab einige Gründe dafür. Einer der Hauptgründe scheint das Auftreten der kristallographischen Formen beim größten Teil der Einheiten der Klasse von anorganischen Mineralen zu sein, da wie W. I. WERNADSKIJ (Geschichte der Minerale in der Erdkruste, Band I, S. 363²) schreibt: „... am Ende der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts ist die Kristallographie zum Hauptobjekt der Mineralogen geworden, und die kristallographischen Eigenschaften wurden in wissenschaftlichen Berichten auf den ersten Platz vorgerückt.“ Eine nicht geringfügige Rolle spielte auch das Spezifikum des Chemismus der organischen Minerale: eine relativ einfache Elementarzusammensetzung, eine scheinbar unbeständige Zusammensetzung infolge einer unzureichenden Standfestigkeit des organischen Stoffes unter hypergenen Bedingungen und, letzten Endes, ein komplizierter und weniger klarer Charakter der Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der Zusammensetzung (und/oder von den strukturellen chemischen Besonderheiten).

Die erwähnten Umstände erschwerten stark die Beschreibung und die Klassifikation der organischen Minerale, welche keine Kristallform besitzen, und allmählich führten diese Umstände zur Umwandlung dieser vollberechtigten Klasse in eine unverbindliche Beilage zu den mineralogischen Klassifikationen.³ Aus diesem Grunde versucht man ungefähr von den 20er Jahren des XX. Jahrhunderts an die Erforschung der organischen Verbindungen der Erdkruste der Geochemie und der sogenannten „Lehre über Kaustobiolithe“ zu übertragen, obwohl keine dieser Wissenschaften sich mit mineralogischen Forschungen befaßt.⁴ Diese Tendenz verstärkte sich auch noch dadurch, daß so eine hochwirkungsvolle Methode der Mineraluntersuchung wie die Röntgenbeugungsanalyse absolut unnütz bei der Erforschung der meisten Vertreter der Klasse von organischen Mineralen war, die von polymerem Aufbau sind.

¹ Es muß hier vermerkt werden, daß bei solch einer Fragestellung J. BERZELIUS eine gewisse Inkonsequenz zuläßt, da er Ammoniumsalze dem zweiten Teil zurechnet. Trotzdem kann man kaum ihm es zuschulden kommen lassen, da auch heute noch das Problem der Zugehörigkeit der anorganischen Verbindungen der biogenen Abstammung zu einer Klasse heiß umstritten ist.

² Es wird aus „Ausgewählten Werken“, Moskau, 1959, Band IV, zitiert.

³ Es ist hier angebracht ins Gedächtnis zu rufen, daß die derartigen Gründe auf einer bestimmten Entwicklungsstufe der Mineralogie auch Tonmineralien außerhalb der vorgeschlagenen Klassifikationen beließen.

⁴ Die Aufgaben der Geochemie und deren Korrelation mit der Mineralogie sind allgemein bekannt. Was die sogenannte „Lehre über Kaustobiolithe“ angeht, so ergab ihre Aussonderung zu einem selbständigen geologischen Wissenschaftszweig nichts Neues in der uns interessierenden Richtung. Da die Grundmethoden der Analyse die kohlepetrographischen Methoden geworden sind und der Zweck die Untersuchung der räumlichen Wechselbeziehungen zwischen ihrer geochemischen Geschichte nach verschiedenen Kohlenkomponenten, in der Regel ohne Deutung ihrer chemischen Struktur sowie technologische Versuche ist.

Man kann nicht umhin zu bemerken, daß die Bezeichnung selbst „Kaustobiolith“ alle Vielfalt der organischen Minerale der Erdkruste nicht umfaßt und es unmöglich macht, im Rahmen dieser „Lehre“ die organischen Minerale der abiogenen Entstehung zu erforschen. Es gibt noch eine ganze Reihe von formellen Gründen, über die schon viel geschrieben wurde (MURATOV, 1961), warum weder die Bezeichnung dieser Richtung noch deren Inhalt den modernen Vorstellungen über das erforderliche wissenschaftliche Niveau der Untersuchung der organischen Bestandteile der Erdkruste entsprechen.

Nichtsdestoweniger kann man in der ersten Hälfte des XX. Jahrhunderts einzelne Versuche sehen, mineralogische Untersuchungen der organischen Bestandteile der Erdkrustgesteine fortzusetzen. Dazu wird ein ganzer Komplex der organischen Chemie angewendet. Zu den Arbeiten dieser Art gehört das Buch von K. W. CHARITSCHKOV „Kohlenstoffmineralogie oder organische Mineralogie“ (1911) und weiter mit 25jährigen Pausen die Bücher „Mineralogie der Kaustobio-lithe“ von A. N. ORLOV und V. A. USPENSKIJ (1936) sowie „Versuch einer genetischen Klassifikation der organischen Minerale“ von W. N. MURATOV (1961).

Wenn das erste Buch die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler auf die Erforschung der organischen Minerale anhand der Methoden der organischen Chemie lenkt, und gerade darin besteht seine große Bedeutung, so finden wir im zweiten Buch nicht nur die Übersicht sämtlicher vorangegangener Untersuchungen auf diesem Gebiet, sondern auch den Versuch, die erreichten Resultate auf eine neue Weise auszuwerten und die organischen Minerale je nach den Unterschieden in der Genesis zu ordnen. Dieses Buch enthält mehr oder weniger vollständige Beschreibungen von 243 zu jener Zeit bekannten organischen Mineralen. Jedoch, strenggenommen, bedarf die Mehrzahl der gruppierten Mineralarten einer Revision, da dieselben in der physikalischen und chemischen Hinsicht nicht ganz vollständig den Anforderungen der damaligen Zeit charakterisiert sind. Der Titel des letzten von den erwähnten Büchern entspricht vollkommen dessen Inhalt. Wegen des bis zur letzten Zeit unzureichenden Erforschungsstandes der organischen Minerale muß hier festgehalten werden, daß es ungeachtet der großen Erfolge in der Klassifikation nach den genetischen Merkmalen bis jetzt keine Angaben für die Klassifikation nach dem chemisch-strukturellen Merkmal gibt.

Im Zusammenhang mit dem Dargelegten kommen rechtmäßig drei Fragen auf:

1. In welchem Maße, ausgehend von den heutigen Vorstellungen der Mineralogie, ist die Aussonderung einer selbständigen Klasse – der Klasse der organischen Verbindungen – rechtmäßig?

2. Wie groß ist die Notwendigkeit der Untersuchung der organischen Minerale?

3. Wie sind die Möglichkeiten und Aussichten für die Entwicklung dieser wissenschaftlichen Richtung?

Die Aussonderung einer selbständigen Klasse der Minerale – der Klasse der organischen Verbindungen – widerspricht den bestehenden Vorstellungen über das Mineral als Bestandteil der Gesteine, welche im Ergebnis der Naturprozesse entstanden sind, obwohl die einschränkenden Bedingungen in bezug auf die Genesis des Zustandes des Stoffes, die von einzelnen Forschern aufgestellt werden, zu widersprüchlichen und manchmal zu paradoxen Schlußfolgerungen führen. So lesen wir, zum Beispiel, in der bekannten Monographie von A. S. POVARENNYCH (1966) Seite 27–28 folgendes: „Minerale heißen nur diejenigen kristallinen Stoffe, die ihre Entstehung den chemisch-physikalischen Naturprozessen verdanken, welche in der Erdkruste verliefen. Daraus folgt, daß sämtliche Kristalle der organischen Herkunft . . . zu den Mineralen nicht gehören.“ Diese Feststellung, obwohl der Form nach verallgemeinernd, widerspiegelt in ihrem Wesen die Vollständigkeit der Objekte der Welt der Minerale nicht und kommt in Widerspruch mit einer Reihe der gut bekannten Tatsachen: Die kristalline Naturverbindung Whewellit (das Wasser-Kalziumoxalat) entsteht bei der Oxydation der Steinkohle (selbstverständlich in der chemisch-physikalischen Umgebung in der Hypergenesezone bzw. in der Zone der Kontaktmetamorphose). Trotz der zwei wichtigen Merkmale – kristalliner Phasenzustand und Entstehung im Ergebnis der Naturprozesse – kann der Whewellit, ausgehend aus der oben angeführten

Ausführung, zu den Mineralen nicht zugerechnet werden, da er eine organische Verbindung darstellt.

Eine noch mehr paradoxe Situation kann entstehen, wenn wir bei der Untersuchung der mineralen Bestandteile der dicken Massen der organogenen Kalksteine oder der Ansammlungen von Graphiten in den metamorphen Gesteinen den vorgeschlagenen Bedingungen folgen. In diesen Fällen dürfen weder Kalkspat noch Graphit als Minerale nur wegen ihrer biogenen (organischen) Herkunft betrachtet werden, ungeachtet dessen, daß sie anorganische Verbindungen darstellen, welche sich infolge der chemisch-physikalischen Naturprozesse gebildet haben, die in der Erdkruste verliefen.

Schließlich muß beachtet werden, daß einige hypergene Minerale (wie z. B. Schwefel) und deren große Ansammlungen, geeignet für industrielle Gewinnung, Produkte der Lebenstätigkeit von Bakterien sind. Solche Beispiele könnte man viel mehr anführen.

Nach der Beschaffenheit und Vollkommenheit der Struktur gibt es zwischen den organischen und anorganischen Mineralen eine vollständige Analogie. Unter den einen wie den anderen gibt es polare Formen ihrer Struktur nach – Kristalle und amorphe Körper. Ein bestimmter Unterschied besteht darin, daß unter anorganischen Mineralen die überwiegende Mehrheit der bekannten Mineralarten durch geordnete Strukturen vertreten ist, und die nicht geordneten Strukturen haben in der chemisch-physikalischen Lage des Außenmantels der Erdkruste stark untergeordnete Bedeutung. Innerhalb der organischen Minerale ist das Verhältnis umgekehrt. Dieser Unterschied ist durch chemische Besonderheiten des Kohlenstoffes bedingt, der das Grundgerüst der Struktur bildet – das Kohlenstoffgerüst sämtlicher organischer Verbindungen. Auf Grund dessen, daß die überwiegende Mehrzahl der organischen Minerale infolge der Polykondensation und (oder) Kopolymerisation entsteht, werden in dieser Klassifikationsklasse Mineralarten sowohl mit lockeren als auch mit geschlossenen Grenzen der Veränderlichkeit eine dominierende Rolle spielen (GRIGORIJEV, 1961).

Man denke nur nicht, daß diese zwei dem Umfang (und der Bedeutung) nach riesigen Gruppen von chemischen Verbindungen der Erdkruste getrennt existieren. Des öfteren beeinflussen sie einander katalytisch und können Zwischenverbindungen bilden, die eine Brücke zwischen diesen Gruppen schließen, was ganz genau durch die Fachausdrücke organisch-mineralische und metallisch-organische Komplexe definiert wird. Am deutlichsten treten die Verbindungen dieser Art nur unter dispersen anorganischen Mineralen, Tonmineralen einerseits und unter verschiedenen organischen Verbindungen auf; und nur die sind bis jetzt bekannt. Die Verbindungen haben in diesem Falle einen scharf ausgeprägten chemischen Charakter.

Eine aufmerksame Untersuchung der Struktur und der Eigenschaften der Randschicht der anorganischen Minerale wird anscheinend den Kreis der Verbindungen dieser Art zu erweitern ermöglichen mit Rücksicht auf die schon mehrmals erwähnten Möglichkeiten der epitaktischen Aufwachsungen von künstlichen organischen Verbindungen von polymerem Aufbau auf der Oberfläche solcher gesteinsbildender Minerale wie Quarz, Feldspat, Glimmer.

Die Vorgänge, die einander aufzuwiegen scheinen, ergeben in Wirklichkeit kein Gleichgewicht. Wir machen nur solch eine Annahme, indem wir von den vorkommenden Veränderungen wegblicken. Für die organischen Minerale ist das Problem des Ungleichgewichts (unter den Bedingungen der Hypergenesezone) besonders akut. Die Haupteigenschaft der organischen Minerale besteht in ihrem ausgeprägten Ungleichgewicht in bezug auf die Atmosphäre. Dies definiert die

Anforderungen an die Bedingungen des Experiments im Laufe deren Untersuchung. Für wasseraufnahmefähige organische Minerale (Huminsäuren) kommt selbstverständlich eine zusätzliche Anforderung in Frage sowie eine Einschränkung mit Rücksicht auf diese Eigenschaften. Bei anorganischen Mineralen in der Hypergenesezone ist dieses Problem nicht so dringend. Infolge einer besseren Strukturordnung und der Besonderheit der chemischen Zusammensetzung sind die anorganischen Minerale weniger reaktionsfähig. Deshalb unterscheidet sich für die meisten von ihnen die Geschwindigkeit der Veränderung (die Geschwindigkeit wird kleiner) im Vergleich zu den organischen Mineralen. Ausnahmen sind einige Minerale des 2-wertigen Eisens, z. B. Ferribrushit, Vivianit, sowie Kristallhydrate mit solchen Anionen wie Sulphat-Anion, in kleinerem Maße Karbonat-Anion usw. Hierher gehören auch polymere anorganische Minerale (z. B. Opal).

Eine der wichtigsten Aufgaben der mineralogischen Untersuchungen der physikalisch besonderen organischen Verbindungen in der Erdkruste ist die Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung, Struktur und Eigenschaften sowie geologischen Faktoren zu erkennen, welche deren Bildung und Änderungen bedingen. Die Lösung dieser Aufgabe und, genauer gesagt, eines Komplexes von Aufgaben, ist nicht nur von wissenschaftlichem, sondern auch von praktischem Interesse, da sie neue Möglichkeiten für die Anwendung und Verarbeitung solcher Bodenschätze wie Steinkohle, Brennschiefer, Torf erschließt. Dies läßt auch eine deutlichere Vorstellung über den Verlauf der Erdölbildung und der Prozesse gewinnen, die in den Böden vor sich gehen, sowie über den Entstehungsprozeß der mit industriellen Methoden auszubeutenden Ansammlungen einiger Erzarten.

Bevor jedoch mit der Lösung des erwähnten Aufgabenkomplexes begonnen wird, muß einiges durchgeführt werden:

- a) Revision der bis heute bekannten Arten der organischen Minerale;
- b) Ansammlung neuer analytischer Daten über bekannte organische Minerale (da das uns interessierende Gebiet der Mineralogie sich zur Zeit im wesentlichen im prä-berzeliusschen Zustand befindet);
- c) Ermittlung der Übergangsreihen der organischen Minerale (Analogien der isomorphen Reihen);
- d) Aufbau einer Klassifikation auf struktur-chemischer Grundlage.

Die Entwicklung der organischen Mineralogie als selbständige wissenschaftliche Richtung wurde durch zwei grundlegende Voraussetzungen vorbereitet:

1. durch theoretische Beweisführungen, welche die organischen Bestandteile der Gesteine und Erze (unabhängig von deren Genesis) zu den Mineralen zuordnen;

2. durch Möglichkeiten der analytischen Methoden in der heutigen Entwicklungsstufe der Wissenschaft im Ganzen. Die Erfahrung bei der Erforschung einiger organischer Minerale von polymerem Aufbau wie Bernstein und einige andere fossile Harze gestatteten die Ausarbeitung eines Komplexes von Methoden für die erfolgreiche Lösung derartiger Aufgaben (S. S. SAVKEVIČ, 1970). Zu diesem Komplex gehören IRS, ESR, KMR, Dünnschichtchromatographie und eine Reihe anderer moderner chemisch-physikalischer Methoden, welche häufig in der modernen Mineralogie angewandt werden. Als sehr konstruktiv erwies sich auch das ontogenetische Verfahren zur Erklärung einiger Strukturumwandlungen in bernsteinähnlichen fossilen Harzen.

Literatur:

- AGRICOLA, G., 1546: De natura fossilium. – Basileae.
BERZELIUS, J. I., 1816: Neues System der Mineralogie. – Nürnberg.
CHARITSCHKOV, K. W., 1911: Kohlenstoffmineralogie oder organische Mineralogie. – Tiflis.
GRIGORIJEV, D. P., 1961: Was ist ein Mineral? – Westliche Allunions-Mineralogiegesellschaft, Teil 90, Heft 1.
MURATOV, W. N., 1961: Aufbauversuch der genetischen Klassifikation der organischen Minerale. – Westnik der Leningrader Staatlichen Universität. Geologie, Geographie, 3. Ausgabe.
ORLOV, N. A. und W. A. USPENSKIJ, 1936: Mineralogie der Kaustobiolithe. – Verlag der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau–Leningrad.
POVARENNYCH, A. S., 1966: Kristallochemische Klassifikation der Mineralarten. – Verlag „Naukova Dumka“, Kiew.
SAVKEVIČ, S. S., 1970: Bernstein. – Verlag „Nedra“, Leningrad.
VERNADSKIJ, W. I., 1925: Geschichte der Minerale der Erdkruste. – Band I, Ausgabe 1, Petrograd.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. S. S. SAVKEVIČ

Mineralogische Gesellschaft der UdSSR

199026 Leningrad, 21 Line, 2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Savkevic Sviatoslav S.

Artikel/Article: [Organische Mineralogie: Objekte, Aufgaben, Methoden 3-10](#)