

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

УДК 549.892.1 (476)

БОГДАСАРОВ МАКСИМ АЛЬБЕРТОВИЧ

ЯНТАРЬ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

04.00.20-минералогия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Минск-1998

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. На территории Беларуси большая часть известных в настоящее время проявлений ископаемых смол, приуроченных к отложениям антропогенного возраста, встречается преимущественно в юго-западной части республики. Поскольку янтарь может считаться практически единственным видом камнесамоцветного сырья в регионе, детальное изучение особенностей распространения, свойств и состава, а на их основе диагностика и решение вопросов генезиса позволит в дальнейшем целенаправленно планировать все работы по янтарю, который находит все более широкое применение в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Несмотря на большой вклад, внесённый рядом ученых в решение данной проблемы, актуальность проводимых исследований, помимо их несомненной практической значимости, определяется далеко не полной изученностью физико-химических свойств, элементного состава и генезиса белорусских ископаемых смол из антропогенных отложений. Положение усугубляется появлением в литературе терминологических неточностей, в том числе объединением всех ископаемых смол под термином «янтарь», что приводит к усреднению характеристик различных видов смол и, как следствие, к неправильным оценкам территории на янтареносность.

Связь работы с крупными программами, темами. Исследования физико-химических особенностей ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси проводились в Брестском государственном университете и Институте геологических наук НАН Беларуси в 1991-1998 гг. и представляли собой раздел (часть) институтской темы, входившей в отраслевую программу: «Программа ускорения геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 1993-1995 гг. и на период до 2000г». Полученные автором за этот период материалы вошли в три научно-исследовательских отчета.

Цель и задачи исследования. Основная цель работы - диагностика и решение вопросов генезиса ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси на основе комплексного и детального изучения их физико-химических характеристик. В задачи исследования входило:

- изучение геологического строения янтареносных антропогенных отложений и выявление особенностей распространения в них ископаемых смол, в том числе находок янтаря из археологических раскопок;
- исследование физических, физико-химических и химических особенностей ископаемых смол;
- диагностика ископаемых смол, распространенных в пределах исследуемой территории;
- уточнение представлений о генезисе ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси;

- изучение поведения ископаемых смол в процессе их переработки и определение перспектив дальнейшего использования белорусского янтаря.

Научная новизна полученных результатов заключается в разработках теоретического и прикладного характера:

- определены характерные свойства и установлен элементный химический состав ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси;
- по характерным признакам и особенностям состава установлено, что ископаемые смолы из антропогенных отложений Беларуси представлены сукцинитом;
- уточнена генетическая схема формирования россыпей янтаря в антропогенных отложениях Беларуси;
- предложена гипотеза местного происхождения части янтарных находок из археологических раскопок Беларуси;
- показана возможность использования белорусского янтаря в качестве сырья для изготовления ювелирной продукции и химической переработки.

Научно-практическая значимость полученных результатов состоит в том, что они, во-первых, устанавливают факт распространения в антропогенных отложениях Беларуси только одного вида ископаемых смол - сукцинита. Во-вторых, дают право критически относиться к попыткам ревизии существующих ныне представлений о механизме повсеместного распространения янтаря в пределах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции. В-третьих, показывают возможность получения из белорусского янтаря, как ювелирных изделий, так и продуктов химической переработки. Прикладные аспекты исследования заключаются в использовании полученных результатов при прогнозировании и подсчете запасов янтаря на проявлении Гатча-Осово НИП БелГЕО («Вещественный состав и технологические свойства янтаря») и применении их в учебном процессе на географическом факультете БрГУ («Геология и полезные ископаемые Беларуси»), что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Экономическая значимость полученных результатов может быть оценена в случае принятия решения о промышленной эксплуатации Гатча-Осовского проявления янтаря. Применение технологии переработки белорусского янтаря, апробированной на Калининградском янтарном комбинате и получение из него опытных образцов ювелирных изделий, подтверждает высокую эффективность возможного использования результатов работы.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Ископаемые смолы в антропогенных отложениях Беларуси представлены только одной разновидностью - янтарем (сукцинитом), по физико-химическим свойствам и элементному составу подобном янтарю (сукциниту) крупнейших месторождений Балтийско-Днепровской янтареносной провинции.

2. Янтарь (сукцинит) из антропогенных отложений Беларуси представляет собой материал ближнего переотложения из материнских палеогеновых янтареносных отложений. Находки янтаря из археологических раскопок Беларуси в районах распространения антропогенных янтареносных отложений могут иметь местное происхождение.
3. Янтарь (сукцинит) из антропогенных отложений Беларуси обладает достаточным утилитарным потенциалом и по своим минералогическим особенностям пригоден для изготовления ювелирной продукции и химической переработки.

Личный вклад соискателя. Диссертационные исследования базируются на изучении физико-химических свойств, элементного состава и минералогических особенностей ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси, выполненном автором при участии коллег, произведших некоторые аналитические определения. Автором лично был собран и подготовлен к аналитическим исследованиям фактический материал, были проведены минералогическое изучение и описание образцов, спектрометрический и люминесцентный анализы, электронная микроскопия.

Автором интерпретированы результаты изучения пластических и термических свойств, осуществлена первичная обработка химико-аналитических определений и интерпретированы их результаты, изучено поведение белорусских ископаемых смол в процессе переработки на Калининградском янтарном комбинате, проведена диагностика и установлено происхождение изученной разновидности ископаемых смол и даны рекомендации по ее практическому использованию.

В процессе диссертационных исследований автор принимал участие в коллективных работах, в которых содержатся результаты и выводы, полученные автором самостоятельно и представленные в виде отдельных частей, и обобщения, базирующиеся на результатах коллектива соавторов. Кроме того, в работе использованы фондовые и опубликованные данные, касающиеся общих сведений о янтаре и особенностях геологического строения янтареносных отложений. На все использованные материалы есть ссылки в тексте диссертации.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на 15 национальных и международных конференциях и семинарах: «Биогеология-92» (Луцк, 1992); «Географический анализ природных и социально-экономических образований» (Рязань, 1992); «Памятники истории и культуры Брестчины» (Брест, 1993); «Минералогия и жизнь» (Сыктывкар, 1993); «Археология. МАКСИМУ» (Одесса, 1995); «Лауреаты республиканского конкурса научных работ студентов» (Минск, 1995); «Высшая школа. Состояние и перспективы» (Минск, 1995); «Брестчина. От прошлого к будущему» (Брест, 1995); «Высшее образование в Беларуси. Международное сотрудничество и развитие» (Минск, 1996); «Янтарь и торговые пути как фактор культурных миграций» (Брно,

1996); «Минералогия и жизнь. Биоминеральные взаимодействия» (Сыктывкар, 1996); «Янтарь Европы» (Бохум, 1996); «Физика конденсированных сред» (Гродно, 1997); «Структура и эволюция минерального мира» (Сыктывкар, 1997); «Балтийский янтарь и другие ископаемые смолы» (Гданьск, 1997).

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 40 научных работ, в том числе одна коллективная монография (за рубежом), одна брошюра, 8 статей в журналах, 6 статей в сборниках, 24 тезиса конференций и семинаров, общим объемом 189/134 страницы.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, шести глав, основных результатов и списка использованных источников. Общий объем работы 144 страницы, в том числе 36 страниц иллюстраций, 14 страниц таблиц, 4 страницы приложений (1), 18 страниц списка использованных источников (225 наименований).

Автор выражает искреннюю признательность д.г.-м.н., проф., академику РАН Н.П.Юшкину, д.г.-м.н., проф. Э.А.Левкову, д.ф.-м.н., проф. В.А.Лиопо, д.г.-м.н. Л.Ф.Ажгиревич, д.г.н. Я.К.Еловичевой, д.г.-м.н. Н.Н.Левых, к.г.н., проф. В.Я.Науменко, к.г.-м.н., проф. С.С.Савкевичу, к.г.-м.н. В.Е.Бордону, к.г.-м.н. В.И.Кузьмину, к.г.-м.н. В.П.Самодурову, к.г.-м.н. И.И.Урьеву, чьими советами и консультациями он пользовался на разных этапах своей работы.

Автор также благодарен Л.Р.Дудецкой, В.А.Жуковой, М.В.Капсаровой, С.И.Лебедевой, В.П.Лютюеву, Н.И.Макаревич, Р.Н.Модяновой, В.И.Назарову, А.Д.Народецкой, В.Ф.Недобоевой, Л.Р.Новиковой, Л.Л.Ширяевой, которые выполнили аналитические определения.

Особую признательность автор выражает научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору, академику НАН Беларуси А.В. Матвееву за внимательное отношение и всестороннюю поддержку в процессе выполнения работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЯНТАРЕ

Янтарь известен человечеству с незапамятных времен, упоминания о нем со-
держатся в древнейших памятниках культуры. Впервые в наиболее полном и си-
стематизированном виде сведения о янтаре приводятся в широко известной "Есте-
ственной истории" Плиния Старшего /I век н.э./. Значительный вклад в решение
многих вопросов, касающихся тех или иных аспектов этой проблемы на разных
этапах внесли работы Г.Агриколы /Agricola, 1546/, А.Аурифабера /Aurifaber, 1551/
М.В.Ломоносова /1711-1765/, И.Джона /John, 1816/, И.Берцелиуса /1829/
Г.Гепперта /1838/, Э.Цаддаха /Zaddach, 1860/, О.Гельма /Helm, 1881-1896/
А.Гедройца /1886/, Г.Конвенца /Conwenz, 1890/, Ф.Кеппена /1893/, П.Даамса
/Dahms, 1894-1922/, П.Тутковского /1911/, К.Плонайта /Plonait, Eisenack, 1930/
А.Чирха /Tschirch, Stock, 1933-1936/, Н.А.Орлова и В.А.Успенского /1936/ и др.

Последний этап в исследовании янтара формально начинается с 1945 года,
однако новые работы по изучению свойств и состава ископаемых смол современ-
ными физико-химическими методами появляются лишь в конце следующего деся-
тилетия. Важнейшими отечественными достижениями современного этапа являют-
ся труды С.С.Савкевича /1965 и др./, В.С.Трофимова /1965 и др./, В.И.Катинаса
/1966 и др./, Н.П.Юшкина /1973 и др./, Б.И.Сребродольского /1980 и др./ и других.
Среди зарубежных авторов отметим работы К.Бека /Beck, Wilbur, Meret, 1964/
Дж.Лангенгейма /Langenheim, 1969/, Р.Роттлендера /Rottlender, 1970/
Б.Космовской-Церанович /Kosmowska-Ceranowicz, 1985/, Э.Фракей /1990/, а также
фундаментальный труд "Янтарь" коллектива ученых и специалистов из разных
стран мира /Bernstein..., 1996/.

Современные представления о янтарености территории Беларуси сфор-
мировались благодаря исследованиям Э.А.Левкова и С.С.Манькина /1969/
А.П.Башаркевича, Г.И.Илькевича и Л.И.Матрунчика /1983, 1984/, А.А.Богдасарова
и И.И.Урьева /1990 и др./, Л.Ф.Ажгиревич /Критерии..., 1995; Установить..., 1997/ и
других. Многочисленные сведения о янтарености недр Беларуси содержатся
также в специализированных отчетах Белорусской геолого-гидрогеологической
экспедиции /Отчет..., 1982; Прогнозно-геологическая..., 1986; Отчет..., 1986/, ПО
"Волынькварцсамоцветы" /Отчет..., 1984; Перспективная..., 1991/, Брестского гос-
ударственного университета /Янтарь..., 1984; Закономерности..., 1991/, Института
геологических наук НАН Беларуси /Критерии..., 1995/, НИП "БелГЕО" /Отчет...,
1995; Установить..., 1997/ и др.

Янтарь /сукцинит/ представляет собой преимущественно палеогеновую ис-
копаемую смолу определенных видов хвойных деревьев, которая в процессе фос-
силизации утратила большую часть летучих компонентов. Основной ареал распро-

странения янтаря - Балтийско-Днепровская янтареносная провинция, которая охватывает территорию Дании, юг Швеции, север Германии, практически всю Польшу, Калининградскую области России, Литву, юг Латвии, юго-запад Беларуси и большую часть правобережной Украины. Основным источником янтаря в мире являются древние погребенные прибрежно-морские и лагунно-дельтовые россыпи палеогенового возраста /Пальмникенское и Приморское месторождения в Прибалтике, Клесовское месторождение на Украине, значительные проявления на территории Польши/.

В пределах территории юго-запада Беларуси подавляющее большинство находок ископаемых смол приурочено к флювиогляциальным и озерно-аллювиальным отложениям антропогенного возраста. Проведенные в последние годы исследования позволили выявить и задокументировать информацию о геологическом строении антропогенных проявлений, характере залегания и отдельных минералогических особенностях смол. Однако, до сих пор, нет ни одной работы, в которой комплексно и на современном уровне знаний были бы рассмотрены ископаемые смолы из антропогенных отложений Беларуси с целью установления их генетической принадлежности, а, следовательно, и возможности дальнейшего использования в народном хозяйстве. Последнее обстоятельство и послужило основанием для проведения данного исследования.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЯНТАРЯ И ДРУГИХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

Основной фактический материал для выполнения диссертационной работы был собран автором во время полевых исследований 1991-1995 гг. Всего было отобрано около 500 образцов ископаемых смол с более чем 25 точек находок Брестской области. Также изучались образцы ископаемых смол и изделий из них из археологических раскопок Беларуси. При подготовке образцов для лабораторных исследований и проведении анализов применялись стандартные методические приемы, а при обобщении аналитических данных - традиционные для этой области минералогии способы обработки, представления и интерпретации результатов. В процессе сопоставления последних осуществлялась корректировка и отбраковка сомнительных цифр. Полученные результаты представлены графически или сведены в таблицы. В работе использованы следующие методы диагностики ископаемых смол: люминесцентный анализ, метод вдавливания твердого тела, электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, электронный парамагнитный резонанс, термический анализ, инфракрасная спектрометрия, элементный анализ, эмиссионная спектрометрия. Материалы выполненных исследований представляют интерес не только с точки зрения характеристики качества минерального сырья, но и позволяют уточнить ряд особенностей генезиса ископаемых смол.

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ В АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ

В антропогеновых отложениях Беларуси находки ископаемых смол известны преимущественно в юго-западных районах, тяготея, в основном, к зандровым и озерно-аллювиальным равнинам Брестского Полесья и озерно-аллювиальным и аллювиальным равнинам Припятского Полесья. Изучение распределения находок ископаемых смол по разрезу показывает четкую приуроченность их к флювиогляциальным и озерно-аллювиальным образованиям. Всего к настоящему времени в антропогеновых отложениях юго-запада Беларуси отмечено около пятидесяти точек находок ископаемых смол.

Наиболее крупным и хорошо изученным проявлением ископаемых смол в антропогеновых отложениях Беларуси является Гатча-Осовское, расположенное в Брестской области в междуречье левых притоков реки Мухавец - рек Осиповка и Тростяница, примерно в 12 км к юго-западу от г. Кобрин. Геологическое строение Гатча-Осовского янтарепроявления является типичным для большинства сколко-нибудь значительных скоплений ископаемых смол в антропогеновых отложениях Беларуси, что и определяет необходимость его более подробного рассмотрения /Der Bernstein ..., 1996/.

Анализируя геологическое строение проявления Гатча-Осово, состав слагающих его отложений и особенности распределения в них ископаемых смол можно заключить, что продуктивными здесь являются верхнеднепровские пески и песчано-гравийные смеси, залегающие на днепровской морене и покрытые поозерскими озерно-аллювиальными отложениями, также содержащими отдельные зерна ископаемых смол, и голоценовыми отложениями различного генезиса. Особенности распределения смол в плане и по разрезу толщи, их фактические концентрации /среднее содержание 34,1 г/м³/ чрезвычайно варьирующие даже на небольших расстояниях /25-50 м/ указывают на то, что дальнейшие поиски должны быть направлены на выявление мелких, трудно поддающихся оконтуриванию скоплений.

Особый интерес представляют находки янтаря и янтарных изделий из археологических раскопок. Наиболее древние находки такого рода в Беларуси датируются концом неолита - началом бронзового века. Условия нахождения образцов янтаря часто в принципе одинаковы: насыщенный органическими остатками песчаный или песчано-гравийный слой, как правило, темного цвета и повышенной влажности, иногда с вкраплениями глин или суглинков. Это характерный для всех городов культурный слой X-XIII вв., к которому и приурочена большая часть сделанных в Беларуси находок янтаря из археологических раскопок /Клецк, Полоцк, Берестье и др./.

ГЛАВА 4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Морфология. Размеры. Масса. Морфологические разновидности зерен янтаря весьма разнообразны и представляют собой одну из важнейших его характеристик. В зависимости от условий формирования выделения смолы имеют специфические особенности и разделяются на две группы: наствольные и внутривольные. По данным подсчета 500 зерен янтаря на долю наствольных форм приходится не более 14-15%, внутривольных - около 6%.

Подавляющее большинство зерен янтаря /около 80%/ возникло, скорее всего, в результате дробления более крупных кусков наствольных и внутривольных выделений, либо их растворения. Более точная идентификация невозможна ввиду небольших размеров и отсутствия на поверхности таких зерен каких-либо признаков, указывающих на происхождение янтаря. Последнее в равной мере относится и к образцам необработанного янтаря из археологических раскопок.

В пределах изученной территории в антропогеновых отложениях преобладают /66%/ зерна янтаря небольших размеров /менее 23 мм по наибольшему измерению/. Крупные образцы /свыше 40 мм в длину и не менее 10 мм в толщину/ встречаются не часто /8%/. Тем не менее, доля поделочного янтаря первого и второго классов составляет в сумме 33,8%, а всех трех поделочных классов - 67,8%. Следовательно, янтарь Беларуси, по своей размерной характеристике, в целом, вполне пригоден для изготовления промышленной продукции разного рода. Крупнейшим из известных в Беларуси кусков янтаря является образец, имеющий размеры 200x100x56 мм и массу 556,8 г найденный на проявлении Гатча-Осово.

Оптические свойства. Цветовая гамма белорусского янтаря включает в себя красновато-коричневые, желто-коричневые, желто-оранжевые, светло-желтые, медово-желтые, золотисто-желтые, а также светло-коричневые и бело-матовые разновидности. Окисляясь, янтарь часто приобретает интенсивную красно-бурую или желто-бурую окраску. Проведенное спектрометрическое исследование показало, что цвет янтаря обусловлен поглощением им фиолетово-голубой части спектра / λ от 340 до 510 нм/ и пропусканием световых волн в диапазоне λ от 510 до 760 нм и далее, которые и придают янтарю хорошо известные оттенки желтого и красного цветов.

Прозрачность зависит от количества, размеров и распределения в янтаре пузырьков воздуха, наличия в нем механических примесей других веществ, а также степени выветривания самого зерна. По степени прозрачности могут быть выделены следующие разновидности янтаря: прозрачный, дымчатый, бастард, костяной, пенистый. Блеск янтаря - стеклянный, жирный, восковой или матовый, в зависимости от характера поверхности, отражающей световые лучи. Иногда разные стороны одного куска могут иметь неодинаковый блеск.

Результаты исследования янтаря под электронным микроскопом могут быть сведены к следующему. Прозрачные разности характеризуются наличием небольшого количества отдельных мелких пустот, размером от 0,0001 до 0,0025 мм и, как правило, отсутствием каких-либо иных включений. Внутреннее строение полупрозрачных зерен несколько сложнее - пустоты могут иметь большие размеры /от 0,0001 до 0,01 мм/, группироваться в скопления неправильной формы или образовывать линейные прожилки. Непрозрачные образцы янтаря характеризуются наиболее сложным внутренним строением - пустоты имеют большие размеры /до 0,01 мм и более/, число их очень велико, почти всегда они сгруппированы в скопления и прожилки, границы пустот размыты.

Исследования люминесценции янтаря показали, что образцы, как правило, покрыты тонким слоем измененного вещества, отличающегося по своим люминесцентным свойствам от неизменной внутренней части. Большая часть зерен в исходном состоянии люминесцирует желтым светом. Свежий скол дает голубоватое или фиолетовое свечение, хотя чисто визуально "корка" и "ядро" могут и не отличаться по своей окраске. Спектрально-кинетические исследования фото- /лазеро- люминесценции позволили отметить наличие в спектрах всех образцов двух широких полос: "голубой" / $\lambda_{\max} = 435$ нм, полуширина 130 нм/ и "желтой" / $\lambda_{\max} = 560$ нм, полуширина 150 нм/. Суперпозиция этих двух полос и дает белесо-голубое свечение наблюдаемое при лазерном возбуждении.

Механические свойства. Твердость и хрупкость - это характеристики позволяющие определить принадлежность исследованных образцов к классам вязких или хрупких смол. Пределы колебаний микротвердости белорусского янтаря лежат в области от 22,1 до 30,4 кг/мм², а средние значения для различных зерен колеблются в границах 25,3-26,9 кг/мм². При этом твердость практически не зависит от сортности янтаря и значения её примерно одинаковы для прозрачных, полупрозрачных и непрозрачных зерен. Хрупкость /пластичность/ связана со степенью твердости зерен, хотя эта связь не всегда является прямой. Для белорусского янтаря число хрупкости составляет в среднем 150-200 г и более, уменьшаясь до 120 г у окисленных разностей, т.е. достигает значений в целом характерных для вязких смол. Образцы янтаря из археологических раскопок характеризуются меньшей твердостью и большей хрупкостью, чем их природные аналоги.

Излом характеризует поверхность разламывания янтаря и зависит, в основном, от его структурных особенностей. Различают следующие виды излома: ровный, неровный, раковистый, ступенчатый и занозистый. По характеру излома исследованные образцы не обнаруживают заметных различий, однако, уменьшение прозрачности зерен способствует усложнению поверхности излома. Трещиноватость на поверхности янтаря во многом зависит от степени окисления зерна, хотя встречаются образцы не обнаруживающие такой зависимости. Трещины могут быть полыми, либо же заполненными рыхлыми песчано-глинистыми породами, а в

редких случаях - янтарем другого сорта, создавая т.н. "эффект залечивания". Мощность корочки окисления, как правило, не превышает 2,0-3,0 мм, цвет ее несколько темнее цвета самого образца.

Просмотр и анализ растровых электронных микрофотографий свежего скола неизменных зерен свидетельствует о достаточно высокой степени сохранности янтаря и отсутствии на его поверхности следов сильных деформаций. Характер поверхности большинства образцов археологического янтаря в целом неровный с многочисленными мелкими углублениями и сколами. На отдельных образцах отмечаются следы ручной обработки (Берестье, Минск, Полоцк) и реже, термического воздействия (Берестье, Лоск, Никодимово).

Плотность. Для всех исследованных образцов янтаря, характерна плотность от 1,02 до 1,10 г/см³. В дистиллированной воде практически все образцы тонут, в соленой морской - всплывают. Различий между неизменными разностями природного и археологического янтаря по этому показателю не обнаружено. Некоторое увеличение плотности отмечается у сильно окисленных зерен при развитии процессов "залечивания" пор.

Рентгенография. Проведенное исследование подтвердило, что янтарь аморфен, но иногда может содержать кристаллические фазы. Гало на рентгенограммах янтаря всех изученных проявлений находятся в области рассеивания 11-20⁰ с максимумом 15-16⁰. Бреговские рефлексы минеральных включений белорусского янтаря соответствуют межплоскостным расстояниям 3,302 Å, 3,186 Å, 2,710 Å. Радиусы первой и второй координационных сфер лежат, соответственно, в интервалах 2,0-2,2 Å и 3,5-4,0 Å.

Электронный парамагнитный резонанс. В исходных образцах наблюдается очень слабая, почти симметричная линия с $g = 2,0036 \pm 5/$ или $2,0041 \pm 5/$ и шириной, определенной по экстремумам производной, равной $11 \pm 1/$ э. Оцененная концентрация спинов $n \cdot 10^{17}$ сп/г. После облучения во всех образцах появляется интенсивный сигнал в виде синглетной линии $g = 2,0036 \pm 5/$, $\Delta H = 33$ э/. Сверхтонкое расщепление составляет около 5 э и, вероятно, связано с протонами. Концентрация спинов повышается на два порядка. Рентгеновское излучение стимулирует разрыв связей в молекулах янтарной кислоты и образование стабильных свободных радикалов. Детализация их природы требует дальнейшего изучения.

Термические свойства. Кривым ДТА исследованных образцов янтаря свойствен широкий и сравнительно слабый эндоэффект, максимум которого смещается от 160 до 185⁰С у различных зерен. Он сменяется сравнительно сильным экзотермическим подъемом в области более высоких температур, который прерывается слабым эндотермическим эффектом в области температур 320-360⁰С. Затем на кривых ДТА большинства образцов имеются два широких экзотермических эффекта в области температур 355-375⁰С и 490-520⁰С, разделенных пологим эндоэффектом, максимум которого смещается от 395 до 420⁰С. Конец реакции находится

в интервале 575-605⁰С. В целом, кривым ДТА белорусского янтаря свойствен такой же набор эндо- и экзоэффектов, что и кривым ДТА вязких ископаемых смол. Температура размягчения для разных зерен колеблется от 120 до 180⁰С, температура течения от 370 до 420⁰С.

Инфракрасная спектроскопия. Спектры анализированных образцов белорусского янтаря очень схожи между собой, состоят из набора одних и тех же полос поглощения и отличаются лишь соотношением интенсивности этих полос. Применение метода подтвердило наличие в структуре смол карбоксильных, перекисных, гидроксильных и сложноэфирных функциональных групп, а также двойных связей. Вместе с тем, наложение различных полос и отсутствие в ряде случаев однозначной их химической интерпретации не дают исчерпывающей информации о структуре этих сложных полимерных органических соединений. В целом характер спектров /рисунок/ позволяет относить исследованные образцы к определенной разновидности вязких ископаемых смол – сукцинину.

Химический элементный состав. Янтарь Беларуси характеризуется значительными колебаниями состава основных элементов. Процентное содержание углерода по отдельным образцам составляет 74,38-81,97%, при среднем его содержании 78,52%. Количество водорода колеблется от 9,61 до 11,70%, в среднем составляя 10,52%. Особый интерес представляет также изучение отношения углерода к водороду, являющееся показательным для углеводородистых соединений. Величина этого отношения колеблется от 6,67 до 8,04, составляя в среднем 7,64. Сера в янтаре присутствует далеко не во всех изученных образцах, а значимые ее содержания в среднем составляют 0,42-0,44%. Содержание кислорода в янтаре Беларуси лежит в пределах 6,22-15,20%, в среднем составляя 10,53%.

Зольность янтаря низкая и находится чаще всего в пределах 0,20-0,25%. Исследование золы показало присутствие в ней следующих элементов-примесей: Mg, Ti, Cr, Mn, Cu, Si, Al, Fe, V. Содержание янтарной кислоты в продуктах сухой перегонки образцов янтаря колеблется от 3,25 до 3,95% у прозрачных зерен, увеличивается до 3,90-5,87% у полупрозрачных и достигает 5,34-7,81% у непрозрачных разновидностей. Химический состав янтаря из археологических раскопок характеризуется в целом более низким содержанием основных элементов - углерода /72,55-79,61%/ и водорода /9,56-10,85%/ и более высоким кислорода /9,48-16,96%/ по сравнению с природными находками, что связано, в первую очередь, с большей степенью его окисления.

Включения. В образцах белорусского янтаря включения отмечаются в основном в виде минеральных зерен, газовой-жидкой фазы или одного вида янтаря в другом. Представители класса насекомых /Diptera, Hymenoptera/ впервые были обнаружены в 1993 году в трех образцах прозрачного натечного янтаря медово-желтого и светло-оранжевого цвета, найденных в пределах проявления Гатча-Осово.

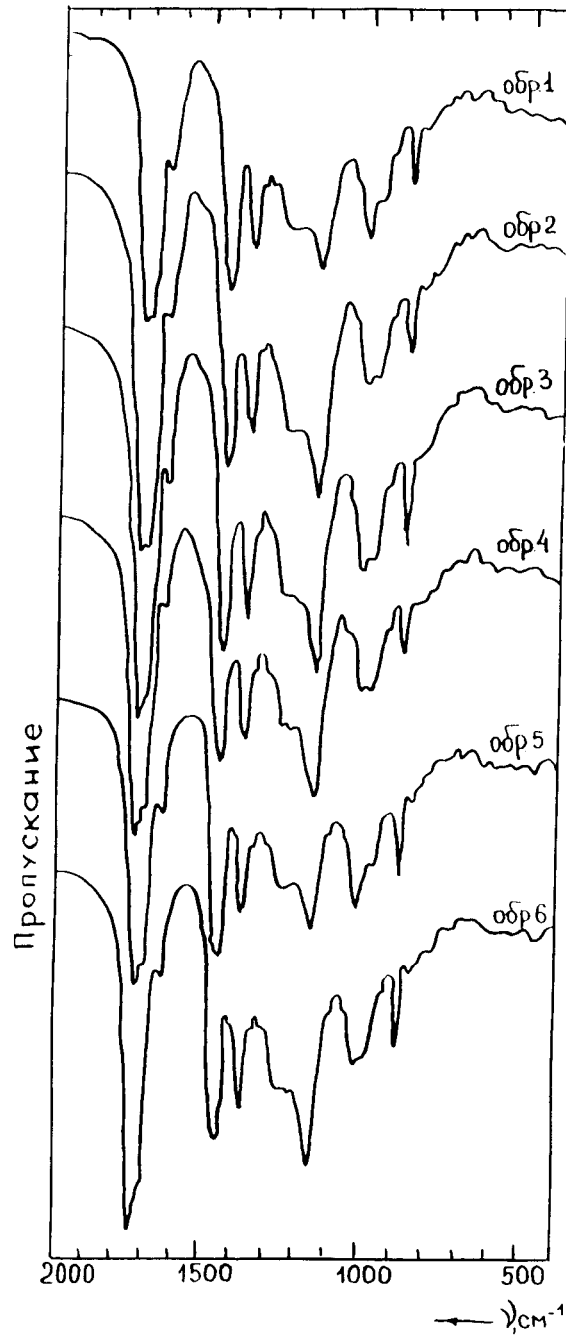


Рис. 4.37 ИК-спектры янтаря Беларуси.

1-5 Гатча: 1 - красный прозрачный, 2 - медово-желтый прозрачный, 3 - коричневато-красный полупрозрачный, 4 - беловато-желтый бастардный, 5 - лимонно-желтый прозрачный; обр. 6 - Микашевичи, бело-желтый бастардный.

ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ГЕНЕЗИСА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Проблема генезиса янтаря и других ископаемых смол, известных в границах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции тесно связана с вопросами их диагностики. Поскольку давно не вызывает сомнений тот факт, что в пределах даже одного проявления совместно могут встречаться несколько минеральных видов ископаемых смол, остро назрела необходимость в проведении ревизии на этот счет ряда крупных месторождений. Необходимы также большие статистические выборки детальных минералогических исследований ископаемых смол, которые могут привести к открытию их новых видов, а в конечном итоге - к решению вопросов генезиса проявлений и прогноза территорий на янтареносность.

Именно такой комплексный подход и был использован при изучении белорусских ископаемых смол из антропогенных отложений. При этом для более точной минералогической идентификации образцов проводилась сравнительная оценка полученных результатов с характеристиками относительно неплохо изученных янтарей Пальмникенского /Савкевич, 1970Г/ и Клесовского /Сребродольский, 1984А/ месторождений. Применение ряда современных методов исследований /термический анализ, ИК-спектрометрия, элементный анализ, эмиссионная спектрометрия и др./ позволило уточнить свойства и состав минерального вида ископаемых смол распространенного на территории юго-запада Беларуси и однозначно /учитывая вышеизложенное/ диагностировать данный вид как сукцинит.

Основными факторами, определяющими своеобразие распределения залежей этого вида сырья в антропогенных отложениях юго-запада Беларуси, являются: наличие областей распространения и размыва материнских янтареносных пород палеогена; приуроченность ископаемых смол к определенным генетическим типам антропогенных отложений /флювиогляциальным и озерно-аллювиальным/; связь проявлений с особенностями геоморфологического строения территории /наилучшие условия для скопления ископаемых смол созданы в районах, где соседствуют зандры и озерно-аллювиальные равнины/; приуроченность ископаемых смол к горизонтам, содержащим органические остатки и др.

Итоговая модель условий образования янтарных россыпей в антропогенном покрове Беларуси на основании полученных данных представляется следующим образом. Вынос янтаря из коренных отложений прусской свиты в Прибалтике и её аналогов на Украине начался одновременно с их образованием в позднем эоцене и осуществлялся морскими течениями и реками. В неогеновое время они также размывались реками, а в антропогене - разрушались ледниками по всей территории Балтийско-Днепровской янтареносной провинции.

Ледники разрушали палеогеновые залежи, выпаживая из них янтарь, который оказался включенным в моренные образования, представленные валунными глинами, суглинками и супесями. Распределение янтаря в моренных горизонтах, как правило, весьма неравномерное и достаточно бедное, поэтому эти отложения не имеют промышленного значения, но являлись источником многочисленных россыпей, возникавших при их размыве тальными водами. При этом во флювиогляциальных потоках янтарь, который обладает высокой плавучестью, разносился на большие площади и поэтому не образовывал значительных сложений в соответствующих отложениях. Более благоприятные условия для его накопления возникали в озерах, существовавших в перигляциальных областях. Иногда россыпи, возникавшие на первых стадиях оледенения, в последующем подвергались деформации и частичному уничтожению под воздействием вновь надвигавшихся льдов.

Проведенные параллельно по сходной методике исследования янтаря из археологических памятников Беларуси позволяют высказать предположение о местной природе южных находок /Берестье, Баранцы, Пинск, Городище, Туров, частично Клецк/, расположенных в пределах области распространения янтареносных отложений антропогенного возраста, так как по составу и свойствам они идентичны. Находки янтаря на севере Беларуси /Полоцк, Витебск, Кривина, Прудники/, вероятно, являются предметом импорта из Прибалтики. Близость свойств и состава янтаря из археологических памятников Беларуси его природным аналогам не позволяет более точно идентифицировать его происхождение.

ГЛАВА 6. МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯНТАРЯ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Янтарное сырье с целью извлечения полезного компонента, его доводки и сортировки на отдельные классы подвергается обогащению, а затем и переработке на Калининградском янтарном комбинате АО "Русский Янтарь". Поскольку по своим физико-химическим особенностям белорусский янтарь во многом аналогичен прибалтийскому, то естественно предполагать, что и процессы их обогащения и переработки будут сходными. Следовательно, технология, используемая на Калининградском янтарном комбинате, может применяться при разработке залежей белорусских ископаемых смол. Проведенные исследования, в результате которых были получены опытные образцы изделий из белорусского янтаря и продукты его переработки показали, что по своим утилитарным качествам он не уступает янтарю Прибалтики и пригоден как для изготовления ювелирной продукции, так и для химической переработки.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные выводы диссертационной работы сводятся к следующему.

1. В антропогенных отложениях Беларуси, находки ископаемых смол известны преимущественно в юго-западных районах. Они в основном тяготеют к равнинам и низинам Брестского и западной части Припятского Полесий. Изучение распределения находок по разрезу показывает четкую приуроченность их к флювиогляциальным и озерно-аллювиальным образованиям. Всего к настоящему времени в антропогенных отложениях Беларуси выявлено около пятидесяти точек находок ископаемых смол, некоторые из которых характеризуются довольно значительными запасами (Der Bernstein..., 1996; Богдасаров, 1997Б).
2. Ископаемые смолы в антропогенных отложениях юго-запада Беларуси представлены только одной разновидностью – янтарем (сукцинитом), по своим диагностическим признакам (инфракрасная спектрометрия, пластические и термические свойства, особенности элементного состава и др.) подобном янтарию (сукциниту) крупнейших месторождений Балтийско-Днепровской янтареносной провинции (Богдасаров, 1996А, 1997А, 1997В; Богдасаров и др., 1996, 1997А, 1997Б).
3. Сходство свойств и состава янтаря из антропогенных отложений Беларуси, Пальменикенского и Клесовского месторождений подтверждает справедливость современных представлений о механизме его распространения в пределах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции. Янтарь из антропогенных отложений Беларуси является материалом ближнего переотложения из материнских янтареносных пород палеогенового возраста (Der Bernstein..., 1996; Богдасаров, 1997Б).
4. Находки янтаря из археологических раскопок Беларуси в области распространения антропогенных янтареносных отложений могут иметь местное происхождение, в отличие от находок такого рода в северной части республики, которые представляют собой предмет импорта из стран Балтии (Богдасаров, 1995Г, 1996Б; Bogdasarov, Bogdasarov, 1996).
5. Янтарь из антропогенных отложений Беларуси обладает высокими утилитарными качествами и может быть использован для нужд ювелирной и химической промышленности. Продукты переработки янтарного сырья местного происхождения не уступают аналогичным из янтаря Прибалтики и Украины (Богдасаров и др., 1994, 1997Б).

РЕЗЮМЕ

Богдасаров Максим Альбертович

«Янтарь из антропогенных отложений Беларуси»

Ключевые слова: янтарь, сукцинит, ископаемые смолы, палеоген, антропоген, археологические раскопки, физико-химические особенности, диагностика, генезис, обогащение, переработка, ювелирные изделия.

Объект исследования: ископаемые смолы из антропогенных отложений Беларуси.

Цель работы: диагностика и решение вопросов генезиса ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси на основе комплексного и детального изучения их физико-химических характеристик.

Методы исследования и аппаратура: люминесцентный анализ, электронная микроскопия, инфракрасная спектрометрия, термический анализ, рентгеновская дифракция, электронный парамагнитный резонанс, элементный анализ, эмиссионная спектрометрия.

Полученные результаты и их новизна: а/ определены характерные свойства и установлен элементный состав ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси; б/ изученная разновидность смол диагностирована как янтарь /сукцинит/; в/ уточнена генетическая схема формирования янтарных россыпей в антропогенных отложениях Беларуси; г/ предложена гипотеза местного происхождения части находок янтаря из археологических раскопок Беларуси; д/ показана возможность использования белорусского янтаря в качестве сырья для ювелирной промышленности и химической переработки.

Степень использования: результаты работы использованы при прогнозировании и подсчете запасов янтаря на проявлении Гатча-Осово, а также в учебном процессе при изучении курса "Геология и полезные ископаемые Беларуси" и опубликованы в научных журналах и сборниках.

Область применения: промышленная эксплуатация Гатча-Осовского проявления янтаря, геологоразведочные работы на янтарь на других проявлениях республики.

РЭЗІЮМЭ

Багдасараў Максім Альбертавіч

«Бурштын з антрапагенавых адкладаў Беларусі»

Ключавыя словы: бурштын, сукцыніт, выкапнёвыя смолы, палеаген, антрапаген, археалагічныя раскопы, фізіка-хімічныя асаблівасці, дыягностыка, генэзіс, абагачэнне, перапрацоўка, ювелірныя вырабы.

Аб'ект даследавання: выкапнёвыя смолы з антрапагенавых адкладаў Беларусі.

Мэта работы: дыягностыка і рашэнне пытанняў генэзісу выкапнёвых смол з антрапагенавых адкладаў Беларусі на аснове комплекснага вывучэння іх фізіка-хімічных характарыстык.

Метады даследавання і апаратура: люмінесцэнтны аналіз, электронная мікраскапія, інфрачырвоная спектраметрыя, тэрмічны аналіз, рэнтгенаструктурны аналіз, метады электроннага парамагнітнага рэзанансу, элементны аналіз, эмісійная спектраметрыя.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: а/ азначаны характэрныя ўласцівасці і ўстаноўлены элементны састаў выкапнёвых смол з антрапагенавых адкладаў Беларусі; б/ даследаваная разнавіднасць смол дыягнастыравана як бурштын (сукцыніт); в/ удакладнена генэтычная схема фарміравання бурштынавых россыпаў у антрапа-генавых адкладах Беларусі; г/ прапанавана гіпотэза мясцовага паходжання часткі знаходак бурштыну з археалагічных раскопаў Беларусі; д/ паказана магчымасць выкарыстання беларускага бурштыну ў якасці сыравіны для ювелірнай прамысло-васці і хімічнай перапрацоўкі.

Ступень выкарыстання: вынікі работы выкарыстаны пры прагназаванні і падліку запасаў бурштыну на праяўленні Гатча-Восава, а таксама ў вучэбным працэсе пры вывучэнні курса «Геалогія і карысныя выкапні Беларусі» і анублікаваны ў навуковых часопісах і зборніках.

Сфера выкарыстання: прамысловая эксплуатацыя Гатча-Восаўскага праяўлення бурштыну, геалагаразведачныя работы на бурштын на іншых праяўленнях рэспублікі.

SUMMARY

Bogdasarov Maxim Albertovitch

«Amber obtained from anthropogenous deposits in Belarus»

Key Words: amber, suktsinit, fossil resins, paleogen, anthropogen, archeological excavations, physical-chemical peculiarities, diagnostics, genesis, enriching, processing, jewellery.

The Object of Investigation: fossil resins from anthropogenous deposits in Belarus.

The Aim of the Study: diagnostics and solving the problems of the genesis of fossil resins obtained from anthropogenous deposits in Belarus on the basis of complex study of their physical-chemical characteristics.

Methods of Investigation and Apparatus: luminescence analysis, electronic microscopy, infra-red spectrometry, thermal analysis. X-ray structural analysis, the method of electronic paramagnetic resonance, elements analysis, emission spectrometry.

The Results Obtained and their Novelty: a/ the characteristic properties and the elementary composition of fossil resins obtained from anthropogenous deposits in Belarus are defined; b/ the studied variety of resins is diagnosed as amber (suktsinit); c/ the genetic scheme of the formation of amber-fields in anthropogenous deposits in Belarus is made more precise; d/ a hypothesis of the local origin of partial amber finds from archeological excavations in Belarus is proposed; e/ the possibility of utilization of Belarussian amber as a raw material for jewellery industry and chemical processing is shown.

The Degree of Utilization: the results of the study are used for the purpose of forecasting and calculating amber supplies at Gatcha-Osovo field as well as during teaching process at the geographical faculty "Geology and Minerals of Belarus" and they are published in scientific journals and collections.

The Field of Application: the industrial exploitation of Gatcha-Osovo amber field, amber geology prospecting at the other fields of the Republic.