

**БОГДАСАРОВ
МАКСИМ АЛЬБЕРТОВИЧ**

ЯНТАРЬ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Издательство С.Лаврова

Брест 2001

ББК 26.325.28 (4Бен)

УДК 549.892.1 (476)

Б 73

Б73 Янтарь из антропогенных отложений Беларуси/ М.А.Богдасаров. Брест. Издательство Сергея Лаврова, 2001 –с.124

Рассмотрены история изучения и современные представления об ископаемых смолах из антропогенных отложений Беларуси. Изучены физико-химические особенности янтаря-сукцинита и принципы классификации янтареподобных смол. Исследованы морфология, размерность, цвет, прозрачность, блеск, твердость, хрупкость, пластичность, плотность, излом, люминесценция, трещиноватость, отдельность, включения, элементный химический состав, рентгенография, радиометрия, ЭПР, ИК-спектрометрия и термические свойства янтаря. Описаны области применения янтаря и приведены его минералого—технологические особенности. Показана возможность получения ювелирных изделий из янтаря Беларуси.

Книга адресована специалистам, занимающимся вопросами геологии и минералогии ископаемых смол, а также географам, биологам, краеведам, историкам и студентам геологического, географического и исторического профиля.

Редактор - А.В.Матвеев, академик НАНБ, доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Рецензенты - Н.П.Юшкин, академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор;

В.Е.Бордон – член-корреспондент ПАНИ, кандидат геолого-минералогических наук.

Табл. 23 Илл. 18 Фото 24 Библиогр. 225 назв.

ISBN985-6371-59-7

© Богдасаров М.А., 2001
© Издательство С.Лаврова, 2001

ВВЕДЕНИЕ

Янтарь считается одним из самых популярных ювелирно-поделочных камней известных человеку еще с глубокой древности. Необработанные куски янтаря встречаются в палеолитических стоянках, возраст которых превышает 12 тысяч лет, а в более поздних погребениях, начиная с эпохи мезолита, находят бусины, пуговицы, примитивные фигурки людей и животных, и другие изделия из этой окаменевшей смолы. С течением времени янтарь широко распространился по странам древних цивилизаций, о чем наглядно свидетельствуют, как богатые археологические материалы, так и дошедшие до нас письменные источники.

В настоящее время география размещения и качественное состояние сырьевой базы янтаря в мире требуют развертывания работ по поискам промышленных скоплений этого самоцвета, не только на площадях с уже известными месторождениями, но и в других районах. Появление в последние десятилетия ряда новых физических методов исследования вещества дало возможность провести ревизию выделенных ранее минеральных видов ископаемых смол, идентифицировать их, а также, по большой статистике анализов, выделить промежуточные члены существующих в природе рядов янтареподобных ископаемых смол.

При проведении подобного рода исследований следует принимать во внимание, следующее обстоятельство: янтарь является природным полимером, строение которого полностью не расшифровано до сих пор. Слабая изученность ископаемых смол связана с отсутствием у них кристаллической структуры, а значит малой информативностью или просто непригодностью традиционных минералогических методов для их изучения. При работе с ископаемыми смолами необходимо учитывать особенности их строения и интерпретировать их свойства согласно представлениям, развитым в физике и физико-химии полимеров, используя для этих целей соответствующие методы.

Открытие в антропогеновых отложениях Беларуси ряда проявлений и точек находок ископаемых смол, подчеркивает необходимость скорейшего и детального изучения последних, в первую очередь потому, что янтарь является практически

единственным видом ювелирно-поделочного сырья в недрах региона. В последнее время, благодаря появлению специфических технологических приемов переработки, значительно возросло его использование в самых разнообразных отраслях народного хозяйства. Решение комплекса вопросов, связанных с диагностикой ископаемых смол Беларуси, позволит уточнить представления об их генезисе и перспективах дальнейшего использования.

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, Г.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 редактору книги доктору геолого-минералогических наук, профессору, академику НАН Беларуси А.В.Матвееву за внимательное отношение и всестороннюю поддержку в процессе написания работы.

ГЛАВА 1

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЯНТАРЕ

1.1. История изучения янтаря

Янтарь известен человечеству с незапамятных времен, упоминания о нем содержатся в древнейших памятниках культуры. Самым ранним из дошедших до нас письменных упоминаний о янтаре, по-видимому, следует считать клинопись на обелиске X века до нашей эры, хранящемся в Британском музее. В ней имеется указание, что янтарь добывают в северных странах.

Впервые в наиболее полном и систематизированном виде сведения о янтаре приводятся в широко известной “Естественной истории” Плиния Старшего (I век нашей эры), который вполне однозначно говорит о растительном происхождении янтаря, образующегося из жидкой живицы хвойных деревьев, которая со временем затвердевает, попадая в волны прибоя. Дальнейшие упоминания о янтаре у ряда римских, византийских и арабских авторов ничего нового, по сравнению с данными Плиния, не внесли.

Сильно возрос интерес к янтарю лишь на рубеже XV-XVI веков, когда развитие горнодобывающего дела в Европе обусловило необходимость более детального изучения полезных ископаемых. Наблюдения над многочисленными рудными месторождениями способствовали появлению представлений о неорганическом происхождении янтаря. Решающим было мнение крупнейшего специалиста того времени в области поисков и добычи полезных ископаемых Г.Агриколы (Agricola, 1546), который считал, что янтарь образуется при затвердевании на воздухе жидкого битуминозного вещества, вытекающего из недр Земли.

В 1551 году появляется первая монография, посвященная янтарю (Aurifaber, 1551) по форме приближающаяся к современным научным публикациям. По существу, в ней впервые после многовекового перерыва вновь серьезно поднимается проблема всестороннего изучения янтаря. В отличие от сравнительно отрывочных сведений, содержащихся в работах древних и средневековых авторов, А.Аурифабер обобщил все имевшиеся к его времени сведения о янтаре, классифицируя и порой критически пересматривая их на основании собственных наблюдений и опытов. Во взглядах на происхождение янтаря

А.Аурифабер полностью находился под влиянием Г.Агриколы, точка зрения которого являлась господствующей в течение последующих двухсот лет.

Поворотным моментом в развитии взглядов на происхождение янтаря можно считать вторую половину XVIII века. В этот период обращают на себя внимание труды великого русского ученого М.В.Ломоносова (1711-1765). В своих работах он приводит неоспоримые доказательства растительного происхождения янтаря и подвергает справедливой критике доводы большинства ученых свидетельствующие якобы о его неорганической природе (Ломоносов, 1954). Геологические построения М.В.Ломоносова намного опередили научную мысль своей эпохи, поэтому труды его в течение длительного времени не находили должного отклика. Такая же судьба постигла взгляды ученого относительно происхождения янтаря.

Борьба органической и неорганической теорий происхождения янтаря протекала примерно до конца первой четверти XIX века. Прочное и впоследствии всерьез неоспариваемое место в науке заняла теория о растительном происхождении после выхода в свет монографии профессора химии И.Ф.Джона “Естественная история янтаря” (John, 1816). Химические характеристики в совокупности с изучением физических свойств дали основание ученому установить генетическую принадлежность и произвести классификацию изученных им веществ. Проведенные исследования привели его к заключению, что янтарь представляет собой почти неизменную смолу деревьев, которые были родственниками каучуконосов.

В начале второй четверти XIX века теория органического происхождения янтаря стала общепринятой. Однако единого мнения о том, к каким родам и видам следует причислять растительность, за счет смолы которой возникал янтарь, в то время еще не было. Г.Гепперт (1838) первым пришел к заключению, что янтарь образовался за счет смолы хвойных, которые он объединял под общим названием *Pinus succinifera* (сосна янтареносная). Это же мнение разделял Г.Конвенц (Conwentz, 1890), впервые давший подробное описание янтареносного леса и высказавший долгое время пользовавшееся популярностью предположение относительно причин обильного выделения хвойными смолы. Последнее, по его мнению, могло быть обусловлено постоянными ранениями сосен и их болезненным состоянием из-за многочисленных вредителей и стихийных бедствий.

Основоположником исследований янтареносных отложений Прибалтики является Э.Цаддах (Zaddach, 1860), который выявил черты их геологического строения и стратигра

фического расчленения и наметил два принципиально возможных способа переотложения янтаря (морской и речной). Конкретно для скоплений янтаря Самбии Э.Цаддах принимал оба этих способа, считая, что янтарь захоронялся на небольшом расстоянии от первичных залежей (ископаемых почв янтареносных лесов), поскольку при продолжительной транспортировке куски не сохранили бы первоначальной формы и, тем более, разнообразных тонких структур и отпечатков на своей поверхности.

Интенсификация добычи янтаря во второй половине XIX века дает толчок его всестороннему изучению. В этот период выходят в свет два крупных цикла работ по минералогии янтаря, из которых первый, принадлежащий О.Гельму “Сообщения о янтаре” публикуется в течение 1881-1896 годов (Helm, 1881-1896), а второй “Минералогическое изучение янтаря”, автором которого является П.Даамс, в течение 1894-1922 годов (Dahms, 1894-1922). Работы этих авторов положили начало детальному минералогическому изучению янтаря и подразделению его на ряд минеральных видов, различающихся по свойствам и составу. В это же время происходит более четкое оформление идей об изменчивости янтаря под действием некоторых факторов внешней среды.

В первой половине XX века усиливается внимание к приемам диагностики ископаемых смол (Plonait, Eisenak, 1930), в частности сукцинита, на основании изучения их физических и химических свойств. Многие работы, однако, носят компилятивный характер (Tschirh, Stock, 1933-1936), так как их авторы не внесли ничего нового по сравнению с опубликованным ранее. Существенно отличается от таких исследований монография Н.А.Орлова и В.А.Успенского “Минералогия каустобиолитов” (1936). Используя литературный материал, накопленный их предшественниками, авторы переосмыслили его, что вылилось в совершенно новую и принципиально отличную от всех предыдущих классификацию ископаемых смол, во многом сохраняющую свое значение и до настоящего времени.

Последний этап в исследовании янтаря формально начинается с 1945 года, однако новые работы по изучению свойств и состава ископаемых смол современными физико-химическими методами появляются лишь в конце следующего десятилетия (Безверхий, Ткаченко, 1958; Рождественский, Серганова, 1958А, 1958Б; Савкевич, Шакс, 1964А, 1964Б, 1964В; Beck, Wilbur, Meret, 1964; Серганова, Рафиков, 1965; Langenheim, Beck, 1965; Алексеева, Самаркина, 1966; Несмелова, Хабаков, 1967; Ладыженский, 1967; Ладыженский, Савкевич, 1968; Савкевич, 1968; Langenheim, 1969; Rottlander, 1970). Важнейшими отечественными публикациями данного этапа без преувеличения можно считать

монографии С.С.Савкевича “Янтарь” (1970Г) и В.И.Катинаса “Янтарь и янтареносные отложения Южной Прибалтики” (1971Б), первая из которых посвящена изучению физической и химической природы и вопросам генезиса янтаря, а вторая, помимо этого, раскрывает также особенности формирования янтареносных отложений.

Значительный вклад в решение многих вопросов, касающихся тех или иных аспектов рассматриваемой проблемы, на разных этапах внесли также работы И.Я.Берцелиуса (1829), М.Мак-Куллоха (1829), Г.Е.Щуровского (1858), П.Г.Михайловского (1903), Л.М.Хандросса (1937), И.Г.Пидопличко и Е.И.Кондратюк (1953,1955), Е.Е.Рожко (1964), С.С.Савкевича (1965 и др.), В.С.Трофимова (1965 и др.), В.И.Катинаса (1966 и др.), К.Бека (Beck, Gerving, Wilbur, 1966,1967; Векс, 1982), А.А.Шалыгина (1970), Н.П.Юшкина (1973 и др.), С.Г.Краснова и А.А.Каплана (1976А,1976Б), В.П.Аронскинда и Л.Д.Шишкиной (1977), А.И.Серебрицкого и Г.А.Ильинского (Янтарь..., 1979), Б.И.Сребродольского (1980 и др.), Е.А.Киевленко (1980), А.С.Антипова и В.К.Силантьева (1980), В.П.Дроздова и Г.Б.Мильгрома (1981), В.И.Панченко и В.Н.Квасницы (1982), И.С.Василишина и В.И.Панченко (1982), В.М.Мацуй и В.Б.Савронь (1985), Б.Космовской-Церанович (Kosmowska-Ceranowicz, 1985 и др.), Т.Н.Соколовой (1987), В.В.Жерихина (1988), И.А.Майдановича и Д.Е.Макаренко (1988), Э.Фракей (1990) и других. Наиболее значительным изданием в этой области стал вышедший в 1996 году в Бохуме (Германия) каталог “Янтарь” (Bernstein ..., 1996), в создании которого принимало участие более пятидесяти ученых и специалистов из разных стран мира, в том числе и автор данной монографии.

Первые документальные свидетельства о находках янтаря в Беларуси на территории Полесья принадлежат польскому натуралисту А.Жончинскому (Rzaczynski, 1736) и некому неизвестному автору (О нахождении..., 1834; Описание..., 1834). Позднее, А.Гедройц (1886) обратил внимание на одновозрастность янтареносных отложений Полесья и Прибалтики, а Ф.Кеппен (1893) сделал обзор всех известных в то время находок янтаря в Полесье. Окончательно же подтвердил янтареносность палеогеновых отложений бассейнов рек Горынь и Случь выдающийся ученый и исследователь Полесья П.Тутковский (1911).

Современные представления о янтареносности территории Беларуси сформировались благодаря наблюдениям Э.А.Левкова и С.С.Манькина (1969), впервые отметивших наличие янтаря в кернах скважин, которые вскрыли отложения палеогена в Брестской и Гомельской областях, работам А.П.Башаркевича, Г.И.Илькевича, Л.И.Матрунчика и А.С.Махнача (1983,1984), суммировавших результаты проведенного изучения янтареносности палеогеновых и антропогеновых отложений республики, исследованиям

А.А.Богдасарова, М.А.Богдасарова, Л.Ф.Ажгиревич и И.И.Урьева (Der Bernstein..., 1996), изучивших янтарепроявления антропогенного возраста и янтарь из них.

Многочисленные сведения о янтареносности 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 государственного университета (Янтарь..., 1984; Закономерности..., 1991), Института геологических наук НАН Беларуси (Критерии..., 1995), НИП БелГЕО (Отчет..., 1995; Установить..., 1997) и др.

Завершая данный обзор, следует обратить внимание на тот факт, что термин “янтарь” в геологической литературе не имеет однозначного толкования, являясь фактически термином свободного пользования для обозначения целого ряда ископаемых смол. Подобное объединение под одним термином любых ископаемых смол без учета их физических и химических особенностей является неправомерным и неоправданным с научной точки зрения. Понятие “балтийский янтарь” более конкретно, но и оно используется как собирательный термин для обозначения совокупности ископаемых смол, которые встречаются преимущественно на юго-западном побережье Балтийского моря. По степени распространенности их можно расположить в такой последовательности: сукцинит (98%), геданит (2%), стантинит (редкий), глессит (редкий), беккерит (редкий), кранцит (очень редкий). В целях устранения неточностей и путаницы наиболее рациональным представляется использовать термин “янтарь” исключительно как синоним термина “сукцинит” (Савкевич, 1970Г). Ископаемые смолы не являющиеся по своим физическим, физико-химическим и химическим особенностям сукцинитом не следует называть “янтарём”.

1.2. Современные представления о янтаре

Янтарь (сукцинит) представляет собой преимущественно палеогеновую ископаемую смолу определенных видов хвойных деревьев, которая в процессе фоссилизации утратила большую часть летучих компонентов. В качестве основного классификационного признака янтара в минералогии используется его растительное происхождение, что впервые нашло отражение в минералогической системе И.Я.Берцелиуса (1829). В дальнейшем генетический принцип стал ведущим и отмечен в ряде важнейших работ по минералогии органических соединений (Орлов, Успенский, 1936; Григорьев, 1943; Муратов, 1961).

Вместе с тем выделение минералов органического происхождения в обособленную группу привело к тому, что она впоследствии оказалась как бы за пределами собственно минералогических классификаций. Этому в значительной степени способствовало отсутствие единства мнений относительно задач минералогии, вытекающее из различного толкования смыслового содержания понятия “минерал” разными авторами. Начиная от И.Г.Валлерия (1763) и до наших дней во многих работах прослеживается мысль о том, что для минерала обязательно неорганическое происхождение, а во второй половине XX столетия обязательным условием для включения каждого природного соединения или однородного тела в понятие “минерал” становится его кристаллическое фазовое состояние.

В то же время существуют и другие, более широкие взгляды на содержание понятия “минерал”, которые мы находим у В.И.Вернадского (1988) и ряда других исследователей: Д.П.Григорьева (1943), В.Н.Муратова (1961), А.Е.Ферсмана (1962), Е.К.Лазаренко (1963), С.С.Савкевича (1970Г) и др. Эти ученые не исключают возможности отнесения к числу минералов физически и химически индивидуализированных органических соединений - продуктов природных процессов в земной коре, пусть даже биогенного происхождения и некристаллического строения.

Находки янтаря встречаются довольно часто, однако ареал его распространения далеко не так обширен, каким он кажется некоторым авторам (Трофимов, 1974; Майданович, Макаренко, 1988). Объясняется это тем, что до последнего времени все известные находки янтареподобных ископаемых смол (геданита, румэнита, бирмита и др.) без необходимой и достаточной идентификации принимались за янтарь. Имевшиеся в литературе данные о свойствах и составе ископаемых смол из различных проявлений и состоянии изученности процессов их эволюции не позволяли до последнего времени обосновать критерии для диагностики и классификации известных минеральных видов, что приводило к необоснованным оценкам территории на янтареносность.

При изучении закономерностей распространения ископаемых смол на земном шаре нетрудно заметить, что различные их минеральные виды приурочены в основном к территориям, характеризующимся определенными чертами геологической истории. С.С.Савкевич (1970Г) выделяет основной ареал распространения янтаря - Балтийско-Днепровскую янтареносную провинцию, которая охватывает территорию Дании, юг Швеции, север Германии, практически всю Польшу, Калининградскую область России, Литву, юг Латвии, юго-запад Беларуси и большую часть правобережной Украины (рис.1.1). Редкие находки янтаря за пределами указанной территории связаны, по-

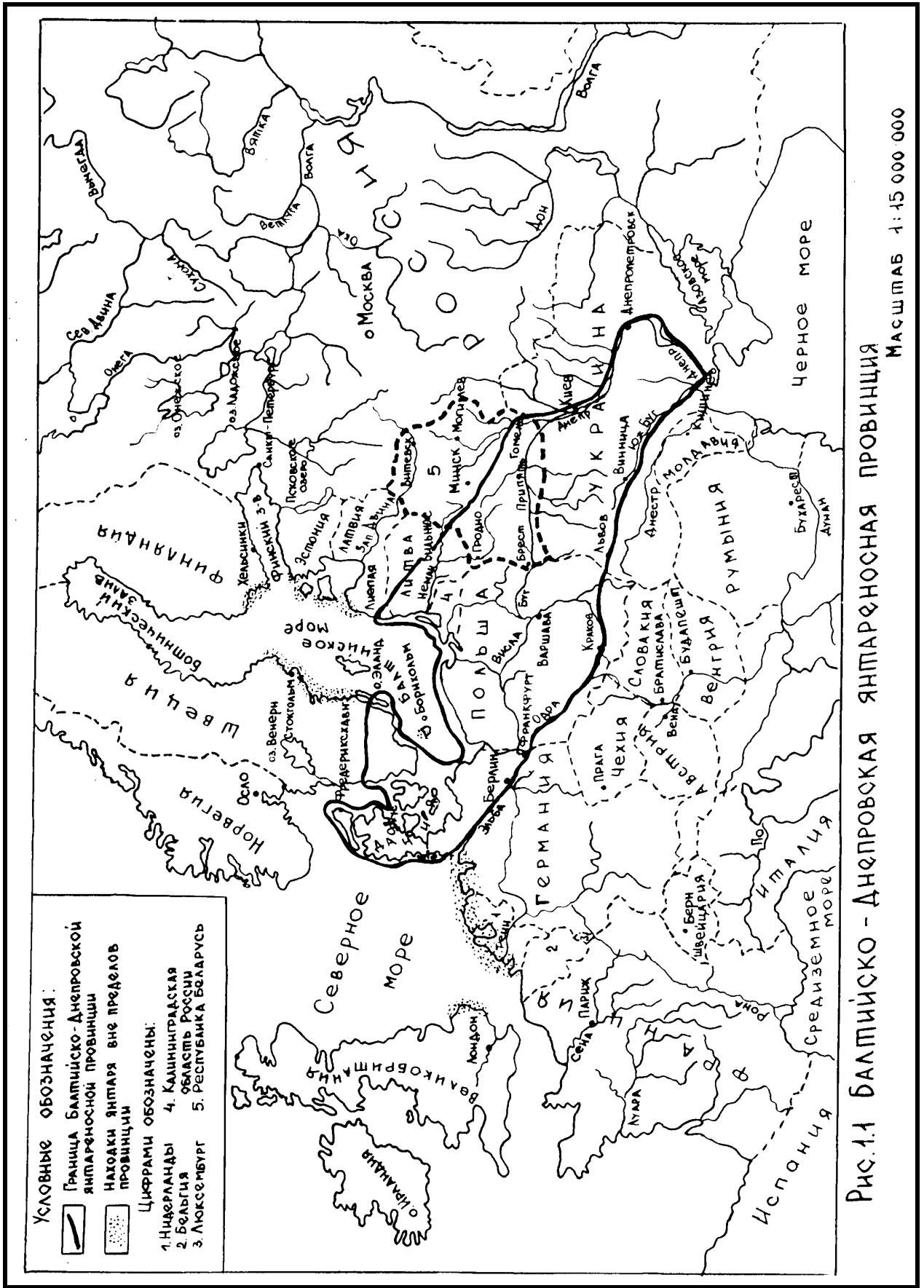


Рис.1.1 Балтийско - Днепровская янтареносная провинция

МАСШТАБ 1:15 000 000

видимому, с транспортировкой морскими течениями и реками. Этим обстоятельством и объясняется тот факт, что не все места находок янтаря, известные в литературе (Финляндия, Нидерланды, Великобритания) охвачены границами выделенной провинции.

Вместе с тем следует отметить неправомерность расширения некоторыми исследователями границ Балтийско-Днепровской янтареносной провинции и выделения так называемой Балтийско-Черноморской провинции. Основанием для подобных предположений, по мнению И.А.Майдановича и Д.Е.Макаренко (1988), а также Л.Ф.Ажгиревич (Критерии..., 1995; Установить..., 1997), может служить янтареносность олигоцен-миоценовых отложений бассейнов рек Днестр, Прут, Дунай (проявления Предкарпатского прогиба и Румынских Карпат), Северский Донец (Харьковское проявление), лимана Ялпуг (Одесское проявление). При полном отсутствии данных о минералогии и элементном составе, не говоря уже о более подробной информации об ископаемых смолах этих проявлений, необоснованным и вызывающим сомнение является отнесение последних к проявлениям янтаря (сукцинита). Непосредственная близость некоторых проявлений упомянутых выше к областям распространения другого минерального вида ископаемых смол - румэнта также заставляет задуматься о правомерности включения их в состав Балтийско-Днепровской янтареносной провинции.

Для процесса образования и сохранения янтаря были необходимы определенные палеогеографические условия (Богдасаров и др., 1993А). Известно, что во всей геологической истории Земли до начала кайнозойской эры, т.е. до палеогена янтарь почти не встречается. Средняя продолжительность эпохи янтареобразования определена (Майданович, Макаренко, 1988) приблизительно в 3 млн. лет и соответствует концу среднего (киевский век) - началу позднего (харьковский век) эоцена, в абсолютном летоисчислении 43-40 млн. лет тому назад (Шкала..., 1985). Эти выводы, получены исходя из фактических данных по встречаемости янтаря, которая увеличивается, начиная со второй половины киевского (бартонский век, интервал 44-42 млн. лет) и до первой половины харьковского (приабонский век, интервал 42-38 млн. лет) времени.

Янтарь представляет собой продукт жизнедеятельности ископаемых сосен объединяемых под общим названием *Pinus succinifera* (сосна янтареносная). До сих пор, однако, не существует единого мнения относительно причин обильного выделения этими ‘

хвойными смолы, впоследствии превратившейся в янтарь. Довольно долгое время популярностью пользовалась гипотеза Г.Конвенца (Conwentz, 1890) объяснявшая обильное смоловыделение сосен неблагоприятными условиями их произрастания. С.С.Савкевич (1970Г) не касаясь, по его мнению, еще не достаточно исследованных причин сукциноза, оставлял этот вопрос открытым, полагая только, что периодически повторяющееся обильное истечение смолы из одной и той же раны могло быть вызвано какими-то специфическими патологическими процессами янтареносного дерева, обусловленными в значительной мере внешними причинами.

Принципиально новый подход к проблеме был выдвинут украинскими геологами И.А.Майдановичем и Д.Е.Макаренко (1988) и их белорусскими коллегами В.Е.Бордоном и Л.И.Матрунчиком (1989), впервые рассмотревшими геохимические условия произрастания янтареносных лесов, которые могли явиться определяющими в проблеме поиска причин сукциноза.

Гипотеза украинских ученых предполагает, что источником болезненного раздражения хвойных, вызвавшим обильное смоловыделение, явилось сероводородное заражение позднеэоценового моря, которое было вызвано, по их мнению, поступлением в его воды значительных масс ювенильной серы. По мере трансгрессии эоценового моря и увеличения в его водах доли сероводорода значительные площади хвойных лесов оказывались подтопленными сероводородным мелководьем, в результате чего нарушился баланс минерального питания деревьев, в составе которого значительную и губительную для растений долю составили соединения серы.

Важнейшей особенностью янтареносных отложений, с позиций белорусских геологов, также является их микроэлементный состав, и в частности, повышенное содержание бора. Анализ отложений, на которых могли расти сосновые леса, по данным этих авторов, показывает, что в палеогеновых глауконитово-кварцевых песках Беларуси бора почти в десять раз больше, чем в ниже- и вышележащих пластах. Хвойные, постепенно заселявшие прибрежные территории с повышенными концентрациями этого элемента, реагировали на них смоловыделением, принимавшим гипертрофические размеры.

Процесс образования янтаря по современным представлениям (Савкевич, 1970Г; Катинас, 1971Б; Трофимов, 1974; Сребродольский, 1984А; Фракей, 1990) распадается на несколько этапов. Первый из них охватывает образование живицы, ее истечение из дерева, а также начальные моменты фоссилизации живицы на дневной поверхности. Выделе

ние живицы было быстрым, кратковременным, интенсивным и часто повторяющимся. Вероятно, она представляла собой прозрачную светло-желтую слабовязкую жидкость, часто включавшую клеточный сок. Поверхностные изменения живицы, происходившие при относительно высокой температуре (+18+20⁰С), свободном доступе кислорода и азота и в действии света, вызывавших испарение летучих компонентов, приводили к ее потемнению, затвердеванию и увеличению плотности. Продолжительность первого этапа была невелика и ограничивалась временем существования янтареносного дерева, т.е. несколькими столетиями.

После отмирания деревьев смола попадала в почву, где и происходили основные процессы ее фоссилизации, которые длились до начала размыва первичных залежей смолы, образовавшихся на месте существования “янтарного” леса. Продолжительность второго этапа соответствует миллионам лет. Все это время, находясь в почве, смола претерпевала различные изменения исключительно тесно связанные с процессами почвообразования. Их своеобразие определялось характером среды. Совокупность ряда молекулярных превращений в итоге привела к образованию большинства основных составных частей янтаря уже на втором этапе изменения смолы. Одновременно произошли и некоторые изменения ее физико-химических свойств - увеличилась твердость, повысилась температура плавления и т.д.

Третий этап в образовании янтаря ознаменовался размывом, переносом и отложением ископаемой смолы из лесных почв в водный бассейн. В.И.Катинас (1971Б) превращения смолы на конечном этапе образования янтаря рассматривает лишь как дополнение к тем изменениям, которые происходили в почве “янтарного” леса и которые, по его мнению, и придали смоле основные свойства янтаря. Иной точки зрения придерживаются С.С.Савкевич (1970Г) и Б.И.Сребродольский (1984А), по данным которых превращение смолы в янтарь в течение третьего этапа проходит при участии кислородосодержащих, обогащенных калием щелочных иловых вод. Последние, взаимодействуя со смолой, способствуют дальнейшему протеканию в ней ряда превращений, приводящих, в конечном итоге, к образованию в свободном виде янтарной кислоты и некоторых оксисоединений.

Первичные залежи янтаря в пределах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции в настоящее время неизвестны. Первичными, в строгом понимании этого термина, могут считаться только ископаемые почвы лесов, однозначно характеризующиеся наличием в них корневой системы и (или) стволов деревьев в ненарушенном залегании. Ввиду очевидной переотложенности янтаря в палеогеновых отложениях Прибалтики, выяснение условий

образования месторождений различные авторы (Zaddach, 1860; Conwentz, 1890) уже в прошлом веке сводили к реставрации процесса разрушения первичных янтареносных залежей, транспортировки янтаря к месту его вторичного залегания и захоронения в породе.

В настоящее время известно два принципиально возможных способа переотложения янтаря и формирования россыпей. Первый - это захоронение в устье реки, эродировавшей янтареносные отложения на площади своего водосбора и вымывавшей из них янтарь (Катинас, 1971Б). В этом случае связь крупных концентраций ископаемых смол на Самбийском полуострове с уникальной авандельтовой обстановкой, в сущности, дает отрицательный прогноз на возможность обнаружения новых промышленных скоплений янтаря на территории Балтийско-Днепровской провинции и требует всесторонне критического подхода от каждого исследователя, разделяющего эту гипотезу.

Второй способ - это захоронение янтаря в прибрежных осадках трансгрессировавшего моря, размывавшего сушу с его первичными залежами (Краснов, 1977). Связь крупных концентраций янтаря с фацией открытого шельфа снимает ограничения, касающиеся размеров и размещения янтареносных площадей, неизбежно налагавшиеся дельтовой концепцией. Открытие новых месторождений, связанных с палеогеновыми отложениями, возможно, таким образом, в некоторых районах Польши, Беларуси и Украины.

Попыткой снять все противоречия, имеющиеся между дельтовой и шельфовой концепциями формирования янтареносных отложений можно считать точку зрения В.Е.Бордона и Л.И.Матрунчика (1989), в соответствии с которой накопление янтаря происходило в условиях обширных лагун, не полностью отгороженных от открытого моря низкой косой или баром. Следует, однако, отметить, что хотя, по мнению этих авторов, только такой механизм может объяснить все литологические особенности пород продуктивного горизонта и характер распределения янтаря в плане и по разрезу толщи, он не является общепризнанным и требует дальнейшего изучения.

Типизация месторождений и проявлений янтаря и других ископаемых смол имеет важное прикладное значение, так как знание генезиса месторождений является основой их прогноза и поисков. Первичная геологическая информация, как правило, является отрывочной и большей частью не дает необходимых оснований для отнесения того или иного проявления к определенному генетическому типу. Тем не менее, к сожалению, в литературе известны лишние необходимых геологических предпосылок и недостаточно доказательные работы, в которых предлагаются примеры различных генетических типов ме

сторождений янтаря (Трофимов, 1974; Киевленко, Сенкевич, 1976; Методические..., 1979). Представляется очевидным, что важнейшими предпосылками для типизации месторождений (проявлений) янтаря, должны служить минералогические определения ископаемых смол и детальная реконструкция условий формирования вмещающих пород, выполненная на основании комплекса специальных геологических исследований.

Учитывая недостаточный объем информации о генезисе большинства известных месторождений и проявлений янтаря, их классификацию целесообразно проводить лишь в общих чертах, выделяя первичные месторождения (проявления), характеризующиеся отсутствием переноса ископаемых смол и вторичные месторождения (проявления), образование которых связано с процессами переноса и переотложения ископаемых смол в различных масштабах. Последние, в свою очередь, могут делиться на погребенные и современные россыпи разных типов. Вследствие низкой плотности, высокой хрупкости и относительно небольшой твердости янтаря для концентрации его в россыпях требуются особые условия, которые наблюдаются в природе в редких случаях. Тем не менее, известны россыпи ископаемых смол почти всех существующих генетических типов, но лишь отдельные из них имеют промышленную ценность (Савкевич, 1975,1979).

Древние погребенные прибрежно-морские и лагунно-дельтовые россыпи палеогенового возраста являются основным источником янтаря в мире. В пределах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции к прибрежно-морскому и лагунно-дельтовому типам принадлежат Пальмникенское и Приморское месторождения в Прибалтике (Савкевич, 1970Г; Катинас, 1971Б), Клесовское месторождение на Украине (Сребродольский, 1984А; Майданович, Макаренко, 1988), значительные проявления на территории Польши (Kosmowska-Ceranowicz, 1985 и др.). Янтареносные отложения палеогенового возраста, развитые в юго-западной части Беларуси, также относятся к прибрежно-морскому и лагунно-дельтовому типам (Матрунчик, 1981; Отчет..., 1982; Неотектоника..., 1984; Критерии..., 1995).

Древние погребенные флювиогляциальные и озерно-аллювиальные россыпи антропогенного возраста в пределах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции известны в областях распространения древних материковых оледенений (Савкевич, 1970Г; Катинас, 1971Б; Трофимов, 1974; Bernstein...,1996). К этим генетическим типам относятся все известные в антропогенных отложениях Беларуси проявления и точки находок янтаря (Богдасаров, 1988; Закономерности..., 1991; Богдасаров и др., 1993,1995,1997).

В настоящее время известно, что в одном месте могут встречаться несколько минеральных видов ископаемых смол. Современные физико-химические методы исследования позволяют однозначно диагностировать янтарь (сукцинит), равно как и прочие ископаемые смолы, уступающие янтарю, как по качеству, так и по стоимости. К сожалению, несмотря на большой вклад, внесенный рядом ученых и исследователей в изучение белорусских ископаемых смол, знания о них еще далеки от полноты (Богдасаров, Урьев, 1990; Богдасаров, Полх, 1995), что находит отражение в отсутствии общепризнанной и твердо обоснованной генетической концепции.

Выводы

Янтарь (сукцинит) представляет собой преимущественно палеогеновую ископаемую смолу определенных видов хвойных деревьев, которая в процессе фоссилизации утратила большую часть летучих компонентов. Основной ареал распространения 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. Последнее обстоятельство и послужило основанием для проведения данного исследования.

ГЛАВА 2

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЯНТАРЯ И ДРУГИХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

Основной фактический материал для выполнения данной 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 (Гатча-Осово, Белоозерск, Микашевичи и др.). Также изучались образцы ископаемых смол и изделий из них из археологических раскопок Беларуси (Берестье, Клецк, Полоцк и др.), предоставленные Институтом истории НАН Беларуси, Национальным музеем истории и культуры и другими музеями республики. В работе были использованы многочисленные опубликованные данные, касающиеся общих сведений о янтаре и других ископаемых смолах, и фондовые материалы, характеризующие особенности геологического строения янтареносных отложений.

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.

Методы, использованные для диагностики ископаемых смол можно разделить на две категории: сравнительно простые и сложные. К первой группе могут относиться приемы определения физических характеристик смол (формы, размеров, массы, цвета, прозрачности, блеска, излома и т.д.). Для более подробного изучения свойств и точной идентификации янтаря применялось достаточно сложное оборудование. При этом учитывалось, что ни один метод в отдельности не может считаться универсальным, а привлечение тех или иных из них зависело от конкретной цели и особенностей исследуемого материала.

В целом в работе использованы следующие лабораторные методы диагностики ископаемых смол.

Спектрометрия и люминесцентный анализ. Метод спектрометрии заключается в определении числовых промежутков, которые характерны для тех или иных оттенков

минерала. Изучение спектров поглощения ископаемых смол позволяет уточнить длины световых волн, обуславливающих ту или иную окраску. Спектрометрическое исследование белорусского янтаря проводилось на базе лаборатории аналитической химии Брестского государственного университета им. А.С.Пушкина в 1994 году. С помощью спектрометра ЛЭТИ-2 были изучены спектры поглощения некоторых характерных зерен. Исследования велись в диапазоне длин волн от 340 нм до 1100 нм. Полученные приборные данные были приведены в единую соизмеримую систему в соответствии с формулой: $K_{\lambda}=(1/d)J$, в которой K_{λ} - коэффициент поглощения для данной длины волны, d - толщина янтарной пластинки (в мм) через которую пропускался свет, J - показания спектрометра для данной длины волны.

Люминесцентный анализ позволяет определить окраску и интенсивность свечения облученных ультрафиолетовым излучением образцов ископаемых смол. Имеющиеся в литературе данные (Трофимов, 1974), характеризующие люминесценцию некоторых видов ископаемых смол, нуждаются в уточнении, так как практически ничем не отличаются от таковых, полученных для многих органических соединений. Подобные спектры не дают никакой информации об электронно-колебательных состояниях молекул и не могут являться характерными для ископаемых смол (Соколова, 1987). Исследование люминесценции белорусского янтаря проводилось на базе геологической лаборатории Брестского государственного университета им. А.С.Пушкина в 1992 году при помощи люминескопа ЛПК-1 при комнатной температуре.

Помимо изучения люминесценции в ультрафиолетовых лучах были также проведены фото- и рентгенолюминесцентные исследования янтаря и изучение некоторых его оптических характеристик. Работа выполнена на базе лаборатории физических методов анализа во Всероссийском институте минерального сырья (Москва) под руководством и наблюдением старших научных сотрудников В.А.Жуковой и И.Н.Руденковой в 1992 году. Целью исследований ставилось выявление разделительных признаков для предварительного обогащения янтаря (Исследования..., 1992; Богдасаров, 1997А).

Анализы проводились по следующей схеме:

- визуальный просмотр образцов под люминесцентным осветителем ОИ-18 со сменным светофильтром на пути возбуждающего потока ультрафиолетовых лучей на окулярах бинокулярной лупы, а также в нефильтрованном свете;
- изучение оптических характеристик (спектра отражения) на приборе Specord-M40;

- выявление спектральных фотолюминесцентных характеристик (возбуждение - лазер ЛТИ-505; регистрация - ФЭУ-100);
- изучение рентгенолюминесценции образцов янтаря (УРС-55, ФЭУ-100).

Электронная микроскопия. Метод исследования тонких особенностей текстуры ископаемых смол, в интервале размеров 10^4 - 10^8 см, который основан на применении электронного микроскопа (Юшкин, 1973, 1974). Как правило, анализируются свежие сколы янтаря напыленные золотом для улучшения контрастности изображения. Метод позволяет изучить внутреннее строение зерен, определяющее их прозрачность, плотность и др. Тонкие особенности текстуры зерен белорусского янтаря исследовались с помощью растрового сканирующего электронного микроскопа JSM-35 в Институте геологических наук НАН Беларуси в 1995 году.

Определение твердости и хрупкости (метод вдавливания твердого тела). Исследование твердости янтаря не рекомендуется проводить царапаньем, поскольку оно малоинформативно и разрушает материал. Твердость поверхности образца может варьировать в зависимости не только от его разновидности, но и условий, в которых он находился после извлечения из недр. Для количественного определения величины твердости применяется метод вдавливания, при котором минерал сопротивляется не разрушению царапаньем, а деформации при вдавливании твердого тела (Ильинский, 1963; Савкевич, 1967; Юшкин, 1971; Сребродольский, Степанов, 1982; Попкова, 1984).

Исследования проводились в лабораториях ИМГРЭ РАН и ФТИ НАНБ в 1992 году (аналитики С.И.Лебедева и Л.Р.Дудецкая) с помощью микротвердометра ПМТ-3 и основаны на принципе статического вдавливания четырехгранной алмазной пирамиды с квадратным основанием и углом при вершине между противоположными гранями, равным 136^0 . Количественная характеристика твердости, полученная методом вдавливания на отдельном микроучастке поверхности янтаря, называется его микротвердостью и выражается в кг/мм².

Хрупкость - это свойство минерала сопротивляться раздавливанию. Представления о хрупкости янтаря при изучении его микротвердости можно получить в результате изучения трещин вокруг отпечатка полученного при вдавливании алмазной пирамиды. Нагрузка, при которой возникает первая видимая трещина разрыва, называется числом хрупкости и выражается в граммах.

Плотность образцов белорусского янтаря определялась методом непосредственного измерения объема и массы (аналитик В.Ф.Недобоева, ИМГРЭ РАН, 1992).

Рентгеновская дифракция. Метод позволяет точно установить кристаллическую структуру молекул, поскольку кристаллические решетки в то же время являются и дифракционными решетками. Промежутки между рядами атомов в решетках составляют несколько ангстрем, что соответствует длинам волн рентгеновских лучей. На основании полученных дифракционных рентгеновских картин можно рассчитать и составить трехмерные пространственные схемы твердой кристаллической решетки. Метод эффективен в первую очередь для современных и молодых ископаемых смол (Безверхий, Ткаченко, 1958; Рентгенографическое..., 1992).

Рентгенографическое исследование янтаря Беларуси было проведено на базе кафедры физики в Гродненском государственном университете в 1996 г. Результаты его были интерпретированы д.ф.-м.н. В.А.Лиопо. Сравнение проведено по параметрам радиального распределения атомной плотности (корреляционным функциям) и по рентгенометрическим характеристикам кристаллических включений. Использовался статистический метод оценки информативности набора изучаемых параметров, и анализ ранжировки по индивидуальной информативности. Съемка рентгенограмм выполнена на фильтрованном $\text{CuK}\alpha$ -излучении, фактор PLG учитывался. Расчет корреляционной функции проведен по уравнению Цернике-Принса, пределы суммирования по S от 0,08 до $0,71 \text{ \AA}^{-1}$ с шагом $\Delta S = 0,01$.

Ядерный магнитный резонанс и электронный парамагнитный резонанс. Методы основаны на поглощении энергии радиочастотного излучения веществом, помещенном в сильное и однородное магнитное поле. Взаимодействие вещества с таким полем приводит к изменению величины напряженности этого поля в зависимости от магнитной восприимчивости изучаемого образца. Магнитная восприимчивость может быть положительной (парамагнитные вещества) и отрицательной (диамагнитные вещества). Первый случай имеет место при наличии в молекулах вещества неспаренных электронов и составляет предмет исследования электронного парамагнитного резонанса. Методом ядерного магнитного резонанса исследуются почти исключительно диамагнитные вещества (Эндрю, 1962; Бершов, Марфунин, 1963; Савкевич и др., 1966).

Спектры ЭПР получены на радиоспектрометре РЭ-1306 при комнатной температуре. В качестве эталона концентрации использовался ДФПГ. Исследовались исходные и облученные в течение 9 часов рентгеновским излучением (трубка БСВ-2, M_0 , 55 кВ, 14 А) образцы белорусского янтаря. Исследование было проведено в Институте геологии Коми

научного центра Уральского отделения РАН (Сыктывкар) в 1996 году и результаты его были интерпретированы к.г.-м.н. В.П.Лютоевым.

Дифференциальный термический анализ. Этот метод применяется для исследования воздействия тепла на смолы. Термическое исследование проводилось в Институте геологии Коми НЦ УО РАН (Сыктывкар) в 1996 году на дериватографе Q-1500 аналитиком Р.Н.Модяновой. Условия проведения эксперимента были следующими: максимальная температура нагрева печи - 1000 °С, скорость нагревания - 10 °С/мин, навески - 25,0 - 30,0 мг, ДТА - 500 мВ, ДТГ - 500 мВ, ТГ - 100 мг, Σn 100 %, тигли платиновые. Реакции, выделяющие тепло (экзотермические), отражаются на графике в виде направленных вверх пиков, а поглощающие тепло (эндотермические) - в виде впадин. Более высокое содержание летучих компонентов в современных смолах в сравнении с ископаемыми выражается в виде увеличения глубины впадин в более низком температурном диапазоне (Ки, 1966).

Наблюдение ископаемых смол в температурном поле производилось на температурном столике под бинокулярным микроскопом МБС-2. Температура размягчения фиксировалась по сбою резкости микроскопа, т.е. вязкость падала до такой степени, что под действием постоянной нагрузки (кварцевого стекла в 50 раз превышающего вес частицы) начинала развиваться высокоэластичная деформация. Температура течения фиксировалась как температура, при которой проба переходила в жидко - текучее состояние. Эти температуры являются важнейшими показателями, характеризующими структурные особенности смол. Термические характеристики могут быть использованы для выявления различий между группами вязких и хрупких ископаемых смол, но эти результаты не позволяют диагностировать отдельные виды смол внутри названных групп (Савкевич, 1970Г; Савкевич и др., 1974; Соколова, Савкевич, 1989), так как они не полностью подтверждаются инфракрасной спектроскопией.

Инфракрасная спектроскопия. Вещества любого типа (газы, жидкости или твердые тела) в определенной мере можно идентифицировать по их способности поглощать световую энергию инфракрасного излучения. Получающийся спектр поглощения позволяет произвести количественный анализ сложных соединений, определить примеси и установить атомную структуру молекул (Беллами, 1957, 1963; Кросс, 1961). Образцы ископаемых смол разного возраста или с разных месторождений обычно имеют характерные спектры. Хотя и имеются некоторые отклонения, но более 500 спектров сукцинита дают хорошо узнаваемую повторяющуюся картину (Савкевич, Шакс, 1964А, 1964Б, 1964В,

1969, 1970; Болдырев, 1976; Савкевич, 1980, 1987; Сребродольский, 1984А; Beck, Wilbur, Meret, 1964; Langenheim, Beck, 1965; Beck, 1982).

Применимость метода инфракрасной спектроскопии при изучении ископаемых смол, найденных при археологических раскопках, некоторыми авторами (Rottlander, 1970, 1981-1982) подвергается сомнению, однако трудно опровергнуть высокий процент успешных результатов, подтвержденных очень большим количеством спектральных анализов (Beck, 1982 и др.). С.С. Савкевич (1987, 1988А) считает, что сукцинит в Европе имеет слишком широкое природное распространение, чтобы можно было четко определить его конкретную географическую принадлежность, но и он признает, что там, где природные ареалы распространения ископаемых смол более узки, как, например, в Японии, инфракрасная спектроскопия дает хорошие результаты.

Инфракрасные спектры поглощения образцов белорусского янтаря получены в двух различных лабораториях независимо друг от друга на следующих приборах: ИК-спектрометре DS-710С (Сыктывкар, Институт геологии, аналитик Л.Л.Ширяева, 1993) и Specord-75 (Минск, Институт физики, аналитик к.ф.-м.н. Н.И.Макаревич, 1994). В первом случае образцы готовились путем прессования 1,5 мг смолы с 800 мг оптически чистого KBr в обойме диаметром 20 мм в специальной пресс-форме под давлением с откачкой воздуха. Прибор имел смещение полос поглощения в сторону уменьшения частот. Во втором случае порошок янтаря в количестве 8 мг прессовался в таблетку с 800 мг оптически чистого KBr и, следовательно, концентрация анализируемого вещества была значительно выше (около 1 %), чем в первом случае. Для устранения гигроскопичности среды применялся гексахлор-1,3-бутодиен. Все образцы были сняты в одном масштабе (7,5 мм / 100 см⁻¹) при одних и тех же условиях. Спектры были записаны в частном диапазоне 4000-400 см⁻¹, однако в работе они представлены в более узкой области - 2000-400 см⁻¹, в которой имеющиеся спектральные различия проявляются наиболее отчетливо.

Элементный анализ. Совокупность методов, применяемых для количественного определения или качественного обнаружения элементов, входящих в состав органических соединений. Элементный анализ состоит из двух стадий: разложения органического вещества, сопровождающегося выделением определяемого элемента в виде его неорганического соединения, и количественного или качественного определения элемента методами неорганического анализа.

Исследование химического элементного состава ископаемых смол методом микроанализа осуществляется в навеске от 2,0 до 10,0 мг, что позволяет в большинстве случа

ев исследовать отдельные зерна, а не усредненную пробу. Для каждого образца независимо анализируется две навески. К отрицательным чертам метода можно отнести его недостаточную чувствительность к азоту и сере. Из-за малой величины навески и точности микровесов ошибка анализа для этих элементов составляет $\pm 0,5$ %, т.е. в ряде случаев лежит в пределах их содержания. Содержание кислорода, как правило, вычисляется по разности элементов (в том случае, когда азот не определяется, это число, строго говоря, является суммой кислорода и азота). В некоторых случаях независимо друг от друга могут быть проанализированы неокисленные внутренние части янтарных зерен и снятая с них корочка окисления (Савкевич, 1970Г; Сребродольский, 1984А; Богдасаров и др., 1988; Урьев и др., 1990).

Образцы янтаря из антропогенных отложений Беларуси анализировались впервые в лаборатории микроанализа Института физико-органической химии НАН Беларуси (аналитики М.В.Капсарова и Л.Г.Новикова, 1991-1995). Параллельно по той же методике были выполнены анализы элементного состава образцов янтаря из некоторых археологических памятников Беларуси.

Эмиссионная спектроскопия. При исследовании методом эмиссионной спектроскопии (аналитик А.Д.Народецкая, ИФОХ НАНБ, 1992) образец янтаря испаряется при высокой температуре, и возбужденные этой энергией атомы или молекулы можно идентифицировать по длине волны света, который они испускали. Установив, какие элементы присутствуют в проанализированных образцах, можно попытаться определить различия между смолами разных месторождений. Однако имеются две основные особенности применения этого метода. Во-первых, каждый образец имеет конкретные характеристики, обусловленные непосредственно окружающей средой, и в опубликованных справочных данных отмечаются очень большие пределы изменений этих характеристик. Во-вторых, материал для исследований приходится брать из внутренней части исследуемых зерен чтобы исключить поверхностное загрязнение, что не всегда возможно (Фракей, 1990).

Выводы

Основной фактический материал для выполнения данной 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. В работе были использованы многочисленные опубликованные данные, касающиеся об

щих сведений о янтаре и других ископаемых смолах, и фондовые материалы, характеризующие особенности геологического строения янтареносных отложений.

В процессе исследований применялись стандартные методические приемы подготовки и проведения анализов, а при обобщении аналитических данных - традиционные для этой области минералогии способы обработки, представления и интерпретации результатов. Используются следующие методы диагностики ископаемых смол: спектрометрия, люминесцентный анализ, метод вдавливания твердого тела, электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, электронный парамагнитный резонанс, дифференциальный 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 пределах территории Беларуси, находки ископаемых смол в антропогеновых отложениях известны, главным образом в юго-западной части республики, однако по данным ряда авторов (Отчет..., 1982; Критерии..., 1995) заметные скопления смол, представляющие определенный практический интерес, приурочены здесь и к отложениям более древнего возраста, в первую очередь палеогеновым.

Палеогеновые отложения Беларуси занимают особое положение среди потенциально янтареносных комплексов западной части Восточно-Европейской платформы. Входя в состав Балтийско-Днепровской провинции, территория юго-западной Беларуси расположена между площадями с доказанной янтареносностью на Самбийском полуострове и северо-западных склонах Украинского щита. В строении, составе и условиях образования палеогеновых отложений этих регионов отмечается много общих черт, что наряду с непосредственными находками янтаря в пределах Белорусского Полесья, подчеркивает перспективность обнаружения здесь значительных его концентраций (Балтакис, 1970; Григалис и др., 1971; Катинас, 1971Б; Сребродольский, 1982А; Майданович, Макаренко, 1988; Критерии..., 1995; Установить..., 1997).

Основная масса находок янтаря в морских палеогеновых отложениях Беларуси, в соответствии с исследованиями Л.И.Матрунчика (1981), описавшего глауконитово-кварцевую янтареносную формацию позднего эоцена, приурочена к отложениям, выделенной А.Ф.Бурлак (1992) нижней части харьковской свиты, которые представлены песками алевритистыми, алевритами песчанистыми, глауконитово-кварцевыми, слюдистыми. Янтарь в кернах скважин встречается, как правило, в виде мелких обломков зерен размером не более 5,0 мм. Вполне возможно, что все они раздроблены при бурении. По результатам ревизионно-опробовательских работ (Матрунчик, 1981; Отчет..., 1982) в Беларуси выделены Западно-Белорусская, Полесская (наиболее перспективная) и Микашевичско-Житковичская янтареносные области.

Единичные находки мелких зерен янтаря известны также в отложениях неогенового возраста, образующих так называемую “буроугольную” формацию южных районов Беларуси (Ажгиревич, 1981). Янтарь обнаружен в преимущественно мелкозернистых

кварцевых песках, содержащих мелкий растительный детрит и отдельные зерна выветрелого глауконита. Источником янтаря, по-видимому, служили денудировавшиеся по мере обнажения, подстилающие угленосную толщу янтареносные отложения (Отчет..., 1986). Значительных скоплений янтаря в неогеновой толще Беларуси ожидать не приходится.

В антропогеновых отложениях Беларуси находки ископаемых смол известны преимущественно в юго-западных районах республики (Богдасаров, 1988; Богдасаров и др., 1997Б), ареал их распространения в основном совпадает с выделенными Л.И.Матрунчиком и А.П.Башаркевичем (Отчет..., 1982) янтареносными областями в палеогеновых отложениях. Всего к настоящему времени в антропогеновых отложениях юго-запада Беларуси отмечено около пятидесяти точек находок ископаемых смол (рис.3.1.), некоторые из которых образуют довольно значительные скопления, представляющие первоочередной интерес для исследований (Богдасаров и др., 1988; Урьев и др., 1990).

В геоморфологическом отношении янтареносные площади тяготеют, в основном, к задровым и озерно-аллювиальным равнинам Брестского Полесья и озерно-аллювиальным и аллювиальным равнинам Припятского Полесья. Изучение распределения находок по разрезу (Установить..., 1997) показывает четкую приуроченность их к флювиогляциальным и озерно-аллювиальным образованиям (табл.3.1), причем содержание находок янтаря во флювиогляциальных песках и песчано-гравийных смесях уменьшается вверх по разрезу (от 66 в березинском горизонте до 10 в сожском) из-за многократного размыва и переотложения. В поозерских озерно-аллювиальных комплексах зафиксировано 179 находок янтаря. Более детально особенности геологического строения янтарепроявлений могут быть проиллюстрированы на приведенных ниже примерах.

Наиболее крупным и хорошо изученным проявлением янтаря в антропогеновых отложениях юго-запада Беларуси является Гатча-Осовское (Янтарь..., 1984; Отчет..., 1995), занимающее большую часть одноименного янтареносного района, расположенного 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 сколько-нибудь значительных скоплений янтаря в антропогеновых отложениях юго-запада Беларуси, что и определяет необходимость его более подробного рассмотрения (Der Bernstein..., 1996, Богдасаров и др., 1996; Богдасаров, 1997Б).

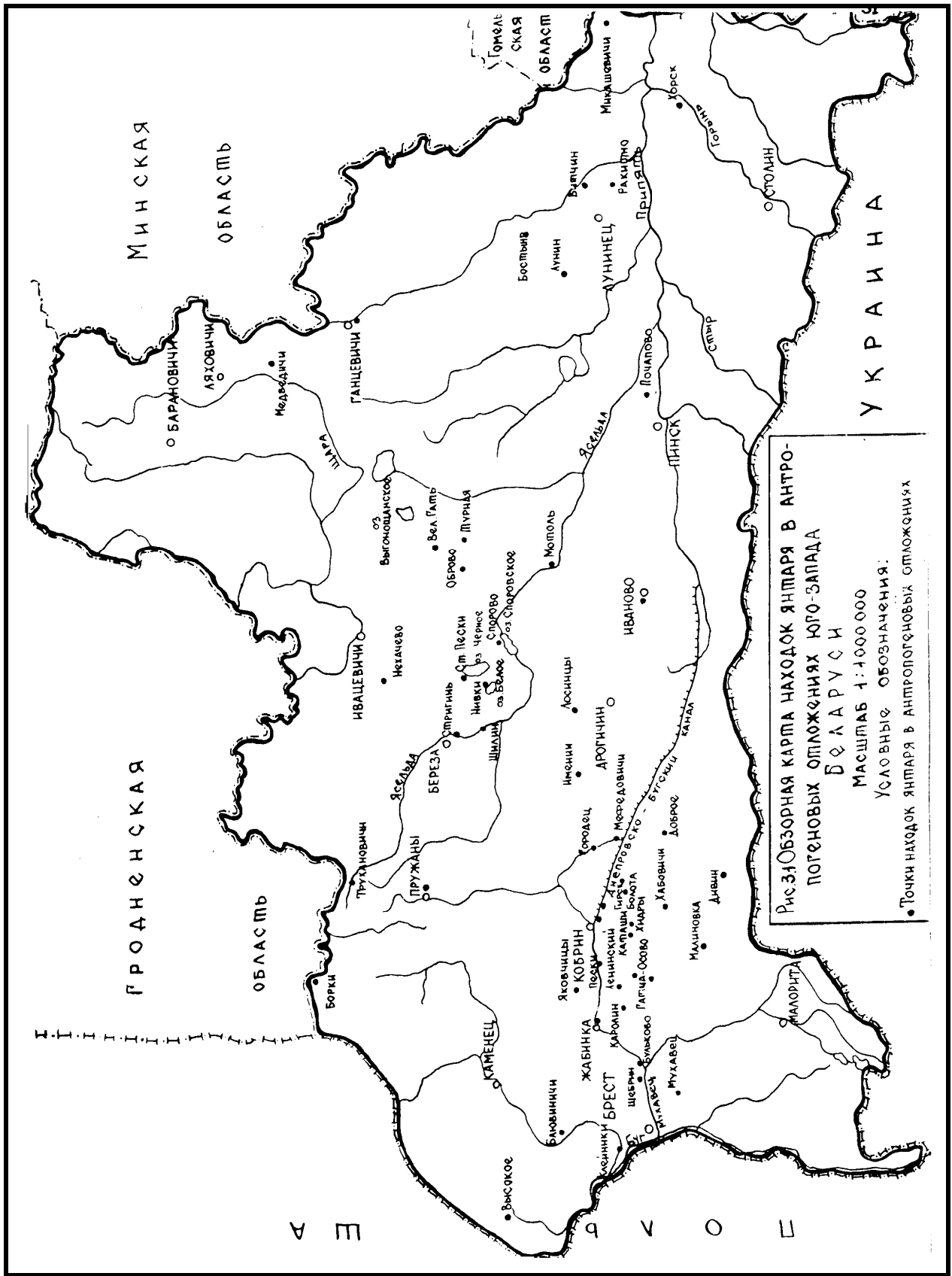


Таблица 3.1.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАХОДОК ЯНТАРЯ В РАЗРЕЗЕ АНТРОПОГЕНОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ***

Возраст и генезис пород		Количество выработок вскрывших янтарь		Количество зерен в выработках	
		штук	%	штук	%
Поозерский горизонт	b IV	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	a IV	7	8	13	3
	l IV	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	v III-IV	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	a III pz	-	-	-	-
	la III pz	34	38	179	46
l, a, b III mr		4	5	4	1
Сожский горизонт	lg II sz ^s	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	f II sz ^s	5	6	10	3
	g II sz	-	-	-	-
l, a, b II sk		1	1	47	12
Днепровский горизонт	f, lg II d-sz	7	8	7	2
	f II d ^s	11	12	54	14
	gt II d	-	-	-	-
	g II d	3	3	5	1
	f, lg II d ^l	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
l, a, b II alk		-	-	-	-
Березинский горизонт	f, lg I br II d	15	17	66	17
	f, lg I br ^s	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	g I br	2	2	2	0,5
	f, lg I br ^l	-	-	-	-
l, a, b I		НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			

Примечание: * по данным Л.Ф.Ажгиревич и др. (Установить..., 1997)

Территориально проявление Гатча-Осово совпадает с одноименным торфяным месторождением состоящим, по существу, из двух самостоятельных участков - Гатча на севере и Осово на юге, которые соединены между собой узким перешейком (рис.3.2.). В геоморфологическом отношении территория находится в центральной части плоских местами пологоволнистых зандровых и озерно-аллювиальных равнин Брестского Полесья с преобладающими абсолютными отметками 140-142 м. Отложения антропогенной системы, сплошным чехлом покрывающие описываемый район, генетически связаны, в основном, с древними материковыми оледенениями. В строении янтарепооявления Гатча-Осово принимают участие моренные и надморенные флювиогляциальные образования днепровского времени, озерно-аллювиальные отложения поозерского времени и современные озерные, болотные, аллювиальные и эоловые комплексы (рис.3.3).

Моренные образования днепровского времени являются подстилающими для янтарепооявления песков и представлены серыми, зеленовато-серыми, голубовато-серыми грубыми супесями с включениями гравия, гальки и валунов изверженных и осадочных пород. В кровле супесей иногда отмечаются линзы грубых суглинков и опесчаненных глин мощностью до 2-3 м. Залегают моренные образования на глубинах от 0 до 9 м и более. В центральной части янтарепооявления они вскрыты поисковыми выработками на глубинах 0-6 м, в краевой юго-восточной части - 7-9 м, а в северной и юго-западных частях - глубже 9 м. Вскрытая мощность моренных образований редко превышает 1,5 м и лишь в отдельных случаях достигает 4 м.

Надморенные флювиогляциальные отложения развиты на всей площади янтарепооявления и представлены желтыми, буровато-желтыми, серыми, зеленовато-серыми, голубовато-серыми плохо отсортированными песками, кварц-глауконитового и кварц-полевошпатового состава, различной зернистости - от тонкозернистых до крупнозернистых (табл.3.2.), с гравием и галькой (до 10 %) изверженных и осадочных пород. В них отмечаются прослойки песчано-гравийно-галечного материала с содержанием гравия и гальки до 50 % и мощностью 0,5-3 м. Повсеместно, в поисковых выработках и отвалах мелиоративных канав, где отмечаются выходы песков, наблюдается крупная галька и валуны изверженных пород размером до 1 м. Иногда в песках встречаются мелкие линзы грубых моренных супесей мощностью 0,5-1 м. По всему разрезу песчаной толщи отмечаются обугленные древесные обломки, позвонки, зубы и кости мелких животных, раковины моллюсков, а также янтарь. На дневную поверхность флювиогляциальные отложения вы

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОЕ ЗВЕНО

Алювиальные опложнения пойм
dIV

Болотные опложнения
BIV

Верхнее современное звено
VIII-IV

Золотые опложнения
Lallpz

Верхнее звено
fild^s

Поздережские озерно-алювиальные опложнения

Среднее звено
Флювиогляциальные опложнения
времени отступления
днеровского ледника

Обозначения вещественного состава

Торф

Песок мелкозернистый

Песок среднезернистый

Песок мелкозернистый с включением гравия

Границы антропогенных опложнений разного возраста или генетического типа а-дословные, б-предпологаемые

Границы разновозрастных опложнений различного вещественного состава

Контуры кольцевой структуры

Выработки, вскрывшие янтарь

Находки янтаря с поверхности

Участки месторождения галча, оцененные по категории Р

Заказчик янтаря по результатам бурения АП

"Кварцсамоцветы", 1994 г

Линия уэкоколенки

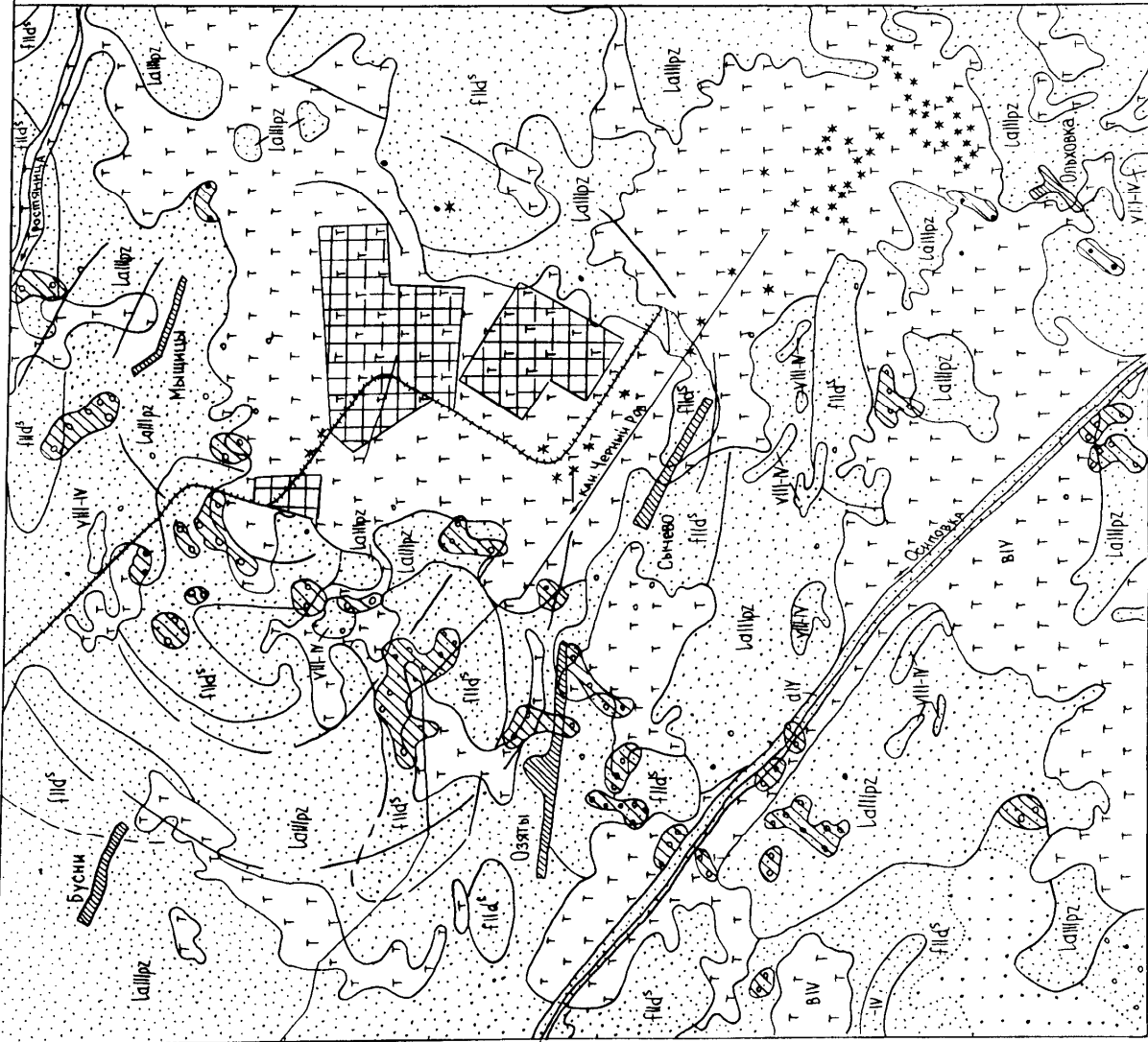
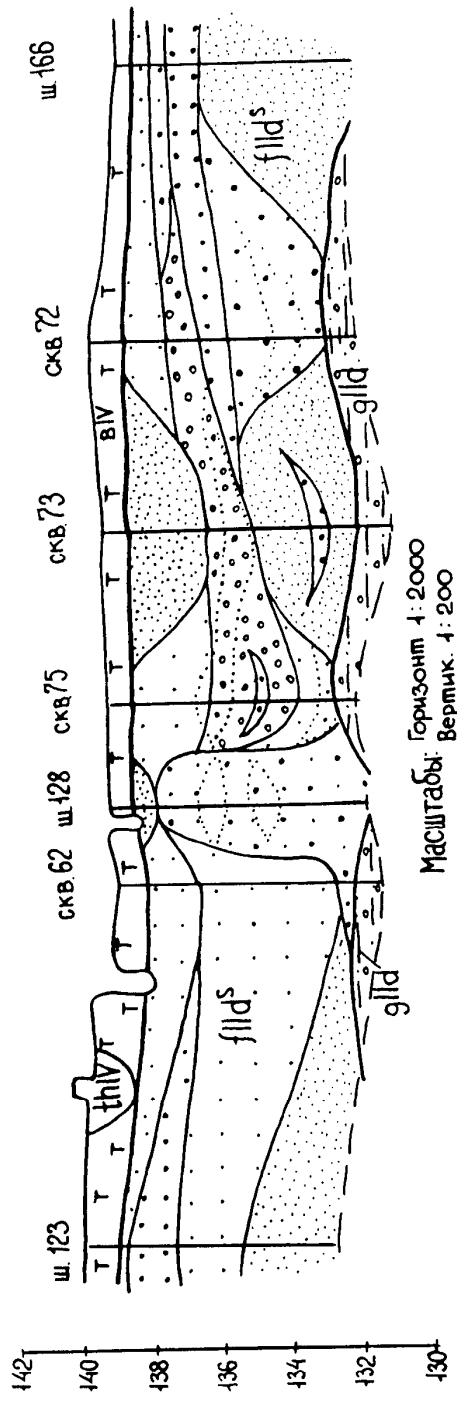


Рис. 32 Геологическая карта Галча Обовского янтареносного района
Масштаб 1:50 000. Автор: Запуренская, 1997



Масштабы: Горизонт 1:2000
Вертик. 1:200

У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

- | | | | |
|--|--------------------------------------------|--|----------------------------------------|
| | Торф | | Среднезернистые, крупнозернистые пески |
| | Тонкозернистые, мелко-тонкозернистые пески | | Песчано-глинистая смесь |
| | Мелкозернистые пески | | Моренные супеси, суглинки |
| | Мелко-среднезернистые пески | | Янтареносные пески |

Рис. 3.3 Геологический разрез части проявления ГАПЧА - Особо.
Автор: Панин В.В., 1995.

ходят на большей части янтарепооявления, мощность их зависит от положения кровли подстилающих моренных образований и не превышает обычно 9 м.

Таблица 3.2.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯНТАРЕНОСНЫХ ПЕСКОВ ГАТЧА-ОСОВОСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ

Участок	Содержание, %	Фракции, мм						
		2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	<0,01
ГАТЧА	от	0,10	0,58	16,47	15,50	0,73	0,06	0,01
	до	8,61	12,25	76,57	74,05	20,31	6,34	2,69
	среднее	4,36	6,42	46,52	44,78	10,52	3,20	1,35
ОСОВО	от	0,03	0,05	5,37	17,94	2,00	0,10	0,15
	до	3,40	19,75	55,38	83,62	37,59	0,43	0,72
	среднее	1,72	9,90	30,38	50,78	19,80	0,27	0,44

Янтарь встречается по всей мощности песчаных и песчано-гравийных отложений, но содержание его варьирует в очень широких пределах - от 1 до 100 г/м³, а иногда и более. Предположительно, высокие концентрации образуют линзовидные залежи, ориентированные на север-северо-восток, протяженностью 40-50 м и мощностью 0,5-4 м при ширине 20-30 м. Также не исключается гнездообразный характер отдельных скоплений. Наиболее значительные содержания янтара приурочены к фракциям мелкозернистого (0,10-0,25 мм) и среднезернистого (0,25-0,50 мм) песка и сопровождаются, как правило, обилием крупных обугленных древесных обломков окатанной формы. Распределение скоплений янтара по площади крайне неравномерное. В разрезе отложений наиболее высокие концентрации смол встречаются на глубине 3-6 м от кровли песков.

Озерно-аллювиальные отложения поозерского горизонта заполняют широкие понижения в кровле флювиогляциальных днепровских образований. Сложены они серыми, реже желтовато-серыми однородными тонкозернистыми песками с остатками водорослей, травы и кустарников. В песках нередко отмечаются отдельные зерна мелкого гравия раз

мером до 2-3 мм, а также янтарь. Площади распространения озерно-аллювиальных отложений хорошо выделяются по наличию в ландшафте густых зарослей растительности кустарникового типа. Вскрытая мощность этих отложений не превышает 4 м.

Современные озерные отложения не имеют широкого распространения и занимают небольшие площади на поверхности поозерских и днепровских образований. Представлены они мергелями, сапропелями, тонкими супесями и суглинками, илистыми песками с прослоями торфа и травянистыми остатками. Мощность их достигает 1,5 м. Современные болотные отложения - торф, который на большей части проявления отработан. Останцы торфяной залежи имеют мощность 0,3-0,4 м, иногда до 1 м. Современные аллювиальные пески мощностью до 0,5 м приурочены к руслам мелиоративных каналов. На небольшой части территории развиты эоловые песчаные образования верхнеантропогенного - современного возраста мощностью не более 1-2 м (Еловичева, 1996).

Анализируя геологическое строение Гатча-Осовского янтарепроявления, состав слагающих его отложений и особенности распределения в них янтаря можно заключить, что янтареносными являются верхнеднепровские пески и песчано-гравийные смеси, залегающие на днепровской морене и покрытые поозерскими озерно-аллювиальными отложениями, также содержащими отдельные зерна янтаря, и голоценовыми отложениями различного генезиса (Der Bernstein..., 1996).

В 1989-1991 годах ПО "Волынькварцсамоцветы" (Перспективная..., 1991) по заявке геологической лаборатории Брестского государственного университета им. А.С.Пушкина об открытии месторождения (Янтарь..., 1984) и в 1993-1995 годах НИП БелГЕО (Отчет..., 1995) на янтарепроявлении были проведены поисково-оценочные работы по результатам которых были подсчитаны прогнозные ресурсы янтаря составившие по категориям P1+P2+P3 свыше 327 т, в том числе по категории P1 на площади 71,4 га в центральной части массива Гатча около 16,36 т. По площади проявление не оконтурено, работы по его оценке рассчитаны еще на несколько лет. Особенности распространения янтаря в плане и по разрезу толщи, его фактические концентрации (среднее содержание 34,1 г/м³), чрезвычайно варьирующие даже на небольших (25-50 м) расстояниях, указывают на то, что дальнейшие поиски должны быть направлены на выявление мелких, трудно поддающихся оконтуриванию скоплений (Багдасару і інш., 1993; Богдасаров и др., 1993В).

Проявление янтаря Каташи было изучено автором в Кобринском районе Брестской области в 1 км юго-восточнее д. Каташи и в 8 км южнее г. Кобрин на месте бывшего песчаного карьера. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 142 до 144 м. В гео

логическом строении этого участка до глубины 12 м принимают участие моренные и надморенные янтареносные флювиогляциальные образования днепровского времени. Моренные образования днепровского горизонта представлены суглинками, которые повсеместно залегают на глубинах от 8,1 до 12 м и более. Вскрытая мощность их не превышает 1,8 м. Надморенные флювиогляциальные желтые, желтовато-серые, серые, плохо отсортированные пески кварц-полевошпатового состава различной зернистости, с включениями гравия и гальки (менее 10 %) изверженных и осадочных пород развиты на всей площади проявления. Находки янтаря отмечаются по всей толще песчаных отложений и приурочены главным образом к фракции мелкозернистого (0,10-0,25 мм) песка. Флювиогляциальные отложения повсеместно выходят на дневную поверхность. Вскрытая их мощность изменяется от 8,1 до 12 и более метров.

Проявление янтаря Микашевичи расположено в Лунинецком районе Брестской области в 0,5 км западнее г.п. Микашевичи на месте одноименного месторождения строительного камня. Это самая восточная перспективная площадь в отложениях антропогенного возраста на изученной территории. Восточнее известны только две находки янтаря в районе г.п. Житковичи. В геоморфологическом отношении площадь приурочена к низменности Припятского Полесья, в пределах Микашевичско-Житковичского выступа кристаллического фундамента. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 129 до 131 метров. Находки янтаря отмечаются во флювиогляциальных и озерно-аллювиальных образованиях нерасчлененного комплекса березинско-днепровского времени. Они представлены желтыми, желтовато-серыми, серыми плохо отсортированными песками средне- и мелкозернистыми кварц-полевошпатового состава, залегающими на глубине 10-30 м, мощностью 5-20 м. Отложения комплекса подстилаются породами палеоген-неогенового возраста, а там, где последние размыты – архейско-нижнепротерозойскими образованиями. Перекрываются озерно-аллювиальными поозерскими отложениями, залегающими обычно с поверхности, мощностью до 20 м.

Особый интерес представляют находки янтаря и янтарных изделий из археологических раскопок Беларуси (рис.3.4.). Археологи уделяют большое внимание необработанным кусочкам янтаря и изделиям из него. Раскапывая места, где тысячелетия тому назад были стоянки первобытного человека, ученые исследуют технологию обработки янтаря, его историю, знакомятся с торговыми путями самоцвета. История находок янтаря на Беларуси тянется непрерывной временной нитью от эпохи древних племен, обитавших на берегах белорусских рек и озер до настоящего времени (Исаенко, 1973; Лысенко, 1985; Та

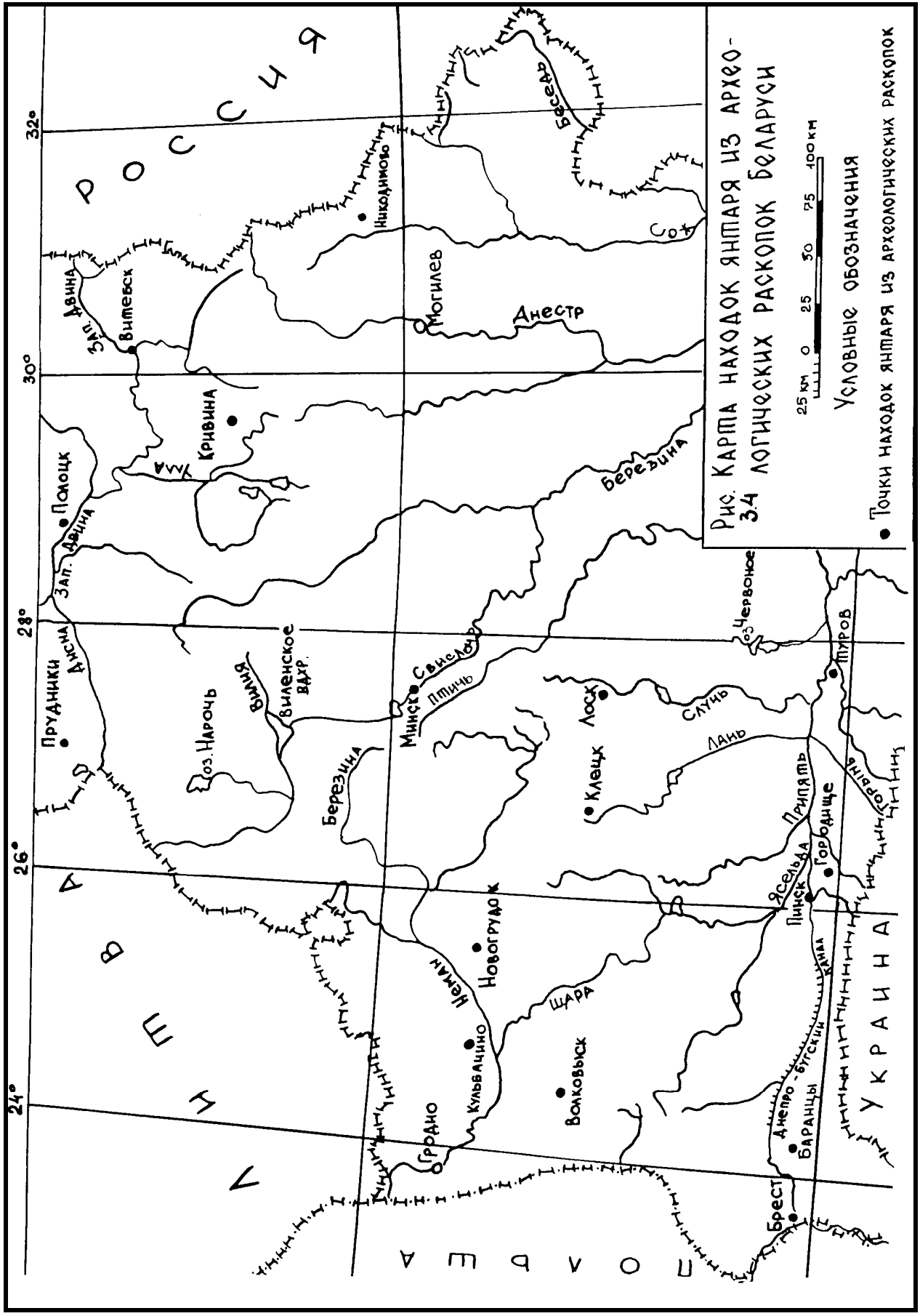


Рис. Карта находок янтаря из археологических раскопок Беларуси

25 км 0 25 50 75 100 км

Условные обозначения

● Точки находок янтаря из археологических раскопок

расау, 1988; Поздняков, 1991; Богдасаров, 1994А, 1995Г, 1996В; Bogdasarov, Bogdasarov, 1996).

Наиболее древние находки в Беларуси датируются второй половиной третьего – первой половиной второго тысячелетия до нашей эры, т.е. могут быть отнесены к концу неолита – началу бронзового века. Немалый интерес представляет тот факт, что наряду с необработанными кусочками янтаря, обнаружены хорошо сохранившиеся янтарные украшения, в частности подвески, которые являются древнейшим произведением искусства на территории Беларуси, изготовленном из янтаря (География..., 1995; Минералогические..., 1997).

В средневековых городах Киевской Руси X-XIII веков уже существовали ремесла с довольно высокой технологией производства и значительной специализацией по отраслям, среди которых многообразна была продукция древних ювелиров. Нередки, потому, археологические открытия ремесленных ювелирных мастерских, особенно в крупных поселениях и городах, где обработка янтаря сочеталась с обработкой кости и цветных металлов. Условия нахождения образцов янтаря часто в принципе одинаковы: насыщенный органическими остатками (древесная щепка и т.п.) 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 веков (Тарасаў, 1988; Поздняков, 1991; Богдасаров, 1995Г).

Известные еще в начале века и участвовавшие в послевоенные годы в связи с проведением комплексного изучения древних стоянок и городищ, находки такого рода отмечены на севере (Полоцк, Витебск, Кривина, Прудники) и юге (Берестье, Баранцы, Городище, Пинск), в западных (Новогрудок, Кульбачино, Волковыск), центральных (Минск, Клецк, Лоск) и восточных (Никодимово, Стрелица) районах Беларуси (Исследование..., 1992; Минералого-археологические..., 1992; Сравнительная..., 1992; Минералогические..., 1993; Богдасаров и др., 1993Б, 1996Б; Багдасараў і інш., 1994, 1997; Багдасараў, Жлоба, 1994; Богдасаров, Жлоба, 1995; Богдасаров, 1995В, 1996Б).

Выводы

В антропогенных отложениях Беларуси находки ископаемых смол известны преимущественно в юго-западных районах в пределах зандровых и озерно-аллювиальных равнин Брестского Полесья и озерно-аллювиальных и аллювиальных равнин Припятского Полесья. Изучение распределения находок 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, некоторые из которых образуют довольно значительные скопления.

Наиболее крупным и хорошо изученным янтарепроявлением, геологическое строение которого типично для большинства сколько-нибудь значительных скоплений ископаемых смол в антропогеновых отложениях Беларуси, является Гатча-Осовское, занимающее большую часть одноименного янтареносного района, расположенного в Брестской области. Основная вмещающая толща представлена здесь верхнеднепровскими песками и песчано-гравийными смесями, которые залегают на днепровской морене и перекрыты по озерскими озерно-аллювиальными песками, также содержащими отдельные зерна янтаря, и голоценовыми отложениями различного генезиса.

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 глины 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.

ГЛАВА 4

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

4.1. *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 - форму, размеры, массу, характер включений и т.д. Поэтому возможно полное изучение этих особенностей позволяет в достаточной степени достоверно восстанавливать условия, при которых происходило истечение живицы, впоследствии превратившейся в янтарь. При этом предполагается, что в далеком прошлом смола образовывала на деревьях формы, близкие тем, которые можно наблюдать в настоящее время у смолы, продуцируемой современными хвойными.

Среди типичных для янтарей - угловатых, уплощенных и округлых форм зерен, не поддающихся генетической интерпретации, в антропогеновых отложениях Беларуси встречаются формы, отражающие различные явления онтогении этого самоцвета. Это, прежде всего выделения в виде капель, сосулков, натеков, а также куски янтаря с поперечным сечением серповидной или линзовидной формы, зачастую несущие на себе более или менее четкие отпечатки древесины. По этим данным все выделения янтаря разделяются на две группы: наствольные и внутривольные.

По данным подсчета 500 зерен янтаря на долю наствольных форм (каплевидных, натечных и т.д.) приходится не более 14-15%. Правильные капли янтаря встречаются очень редко, большая часть их сильно деформирована и представляет собой, скорее, натеки каплевидной формы. Поверхность таких капель может быть гладкой, однако чаще гладкой является не вся, а только нижняя половина натека. Верхняя половина капли отчетливо морщинистая. Это так называемые частично высохшие капли. Почти все каплевидные зерна янтаря покрыты маломощной корочкой окисления. Поверхность натеков разбита на множество разновеликих полигонов трещинами, ориентированными перпендикулярно главной оси капли.

Натечные образования концентрически-скорлуповатого строения, цилиндрической или конусовидной формы называют “сталактитами” (фото 1). Образование “сталак

тата” происходило в результате периодически повторяющегося поступления смолы из дерева. В большинстве своем отдельные слои “сталактита” (число их может достигать 20 и более) соединены между собой очень слабо, что свидетельствует о достаточной продолжительности перерывов между истечениями отдельных порций смолы. Предыдущий слой “сталактита” успевал не только застыть, но и покрыться на воздухе тончайшей корочкой окисления, благодаря которой слои легко отделяются друг от друга.

Натечные пластинки янтаря образуются в результате стекания смолы по отвесным ветвям или стволу дерева. Пластинки сложены плотно, текстура их массивная. Поверхность, примыкавшая к стволу, может иметь отпечатки коры и другие неровности, внешняя поверхность, как правило, гладкая. При интенсивном и длительном течении смолы из раны образуются так называемые наствольные натеки - слегка вогнутые пластины, в поперечном сечении имеющие форму полумесяца. К этому типу образований относятся почти все крупнейшие образцы янтаря из антропогенных отложений Беларуси. В редких случаях, помимо обычных для янтаря минеральных и воздушных включений, именно натечные формы содержат в себе инклюзы насекомых или других представителей органического мира.

Смола, выделившаяся и застывшая внутри ствола дерева, образует скопления серповидной, линзовидной или клиновидной формы - своего рода слепки полостей, которые могли возникнуть как в процессе роста дерева, так и при различных его повреждениях (фото 2). Внутривольные формы выделений присущи примерно 6% описанных образцов янтаря. Янтарь, выполняющий смоляные карманы, имеет вид слегка вогнутых пластинок, постепенно утончающихся к краям. Отличительной особенностью подкорковых и межкорковых образований является наличие на их поверхности отпечатков волокон древесины, узора коры дерева и т.п.

Подавляющее большинство зерен янтаря (около 80%) скорее всего, возникло в результате дробления более крупных кусков наствольных и внутривольных выделений, либо их растворения. Более точная их идентификация невозможна ввиду небольших размеров и отсутствия на поверхности таких зерен каких-либо признаков, указывающих на происхождение янтаря. По внешнему виду их можно разделить лишь условно на угловатые и округлые. Первые преобладают. Поверхность зерен может быть гладкой, но чаще несет на себе следы транспортировки в виде борозд, шрамов и углублений различной длины и глубины (фото 3), а также различной мощности корочки окисления. Следует также отметить, что в большей или меньшей степени разрушению подвергались практиче

ски все известные нам зерна янтаря, однако процент относительно “молодых” сколов сравнительно невелик - 20-30% и, следовательно, степень разрушения янтаря в процессе его переноса и переотложения может быть определена как средняя.

Размеры и масса кусков янтаря в исследованных проявлениях колеблются от мельчайших кусочков и обломков до крупных образований. Самые крупные из известных в Беларуси кусков янтаря имеют следующие размеры: 200x100x56 мм, массой 556,8 грамма и 110x90x36 мм, массой 308,2 грамма (фото 4), найденные, соответственно, на янтаре-проявлениях Гатча-Осово и Каташи. Вариации соотношения размеров и массы средних (фото 5) и мелких зерен весьма разнообразны. Размерная классификация янтаря из антропогенных отложений Беларуси представлена в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

РАЗМЕРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЯНТАРЯ БЕЛАРУСИ ¹

Янтарь	Размеры, мм	Число зерен, кусков	Содержание, %
Уникальный ²	>150x15	1	0,2
Поделочный первого класса	>40x10	39	7,8
Поделочный второго класса	>32x8	58	11,6
	>23x8	72	14,4
Поделочный третьего класса	>14x5	82	16,4
	>8x5	88	17,6
Мелкий	<8	160	32,0

Примечания: 1. составлена на основе классификации на янтарное сырье производства АООТ "Русский янтарь" (1995, с сокращениями автора).

2. масса не менее 500 г.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что на территории Беларуси в отложениях антропогенного возраста 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 нечасто (8%), а к уникальным может быть отнесен лишь один из них, размеры и масса которого приведены выше. Тем не менее, доля по

делочного янтаря первого и второго классов составляет в сумме 33,8% а всех трех подклассов 67,8%. Следовательно, янтарь Беларуси по своей размерной характеристике в целом вполне пригоден для изготовления промышленной продукции разного рода.

Образцы необработанного янтаря из археологических памятников Беларуси характеризуются примерно теми же особенностями, что и большинство зерен небольших размеров описанных выше. Генетическая морфологическая классификация их затруднена, преобладают зерна угловатой, уплощенной и удлинённой формы (фото б), размеры которых (Клецк) не превышают 56x24x14 мм (фото 7), а масса (Лоск) - 15,7 г (Богдасаров, 1993, 1994А, 1994Б, 1995Б).

4.2. Оптические свойства

Цветовая гамма белорусского янтаря включает в себя красновато-коричневые, бу-ро-красные, желто-коричневые, желто-оранжевые, светло-желтые, медово-желтые, золотисто-желтые, а также светло-коричневые и бело-матовые разности. Очень редко встречаются образцы голубоватого и серо-белого цветов. Окисляясь, янтарь часто приобретает более интенсивную красно-бурую или желто-бурую окраску. Корочка окисления чаще всего бывает окрашена в более темные тона, чем неокисленная часть зерна. В целом цветовая гамма янтаря из антропогенных отложений Беларуси (фото 8 и 9) может считаться богатой и разнообразной. Аналогичен по цвету и археологический янтарь.

Окраска янтаря, в зависимости от факторов ее обуславливающих, может быть первичной и вторичной. Наиболее распространенный, желтый цвет, обусловлен, в первую очередь наличием занимающих строго определенное положение в молекуле групп С=О. Важное значение имеют условия среды, сопутствовавшие процессам выделения и застывания на воздухе живицы, и, безусловно, состав и свойства последней. Вязкая живица, застывшая постепенно, превращалась в однородный по цвету янтарь, жидкая - захватывала множество мельчайших пузырьков воздуха, которые рассеивают белый свет и изменяют окраску зерен. На цвет также влияли разного рода твердые включения, придающие янтарю, как правило, темные оттенки. Вторичная окраска - это результат воздействия внешних процессов на уже сформировавшийся янтарь. Аналогичен по цвету и археологический янтарь.

По данным спектрометрических исследований (табл. 4.2.) были построены графики коэффициентов поглощения света для исследуемых разностей янтаря (Богдасаров,

Таблица 4.2.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА БЕЛОРУССКОГО ЯНТАРЯ

$\lambda \backslash n$	Образец 6 (Гатча)	Образец 7 (Каташи)	$\lambda \backslash n$	Образец 6 (Гатча)	Образец 7 (Каташи)
340	0,8487	0,5698	640	0,1051	0,0808
350	0,8671	0,5824	650	0,1014	0,0754
360	0,8671	0,5824	660	0,1020	0,0770
370	0,8917	0,5866	670	0,1039	0,0773
380	0,8733	0,5656	680	0,1020	0,0758
390	0,8548	0,5111	690	0,1020	0,0758
400	0,8118	0,4567	700	0,1008	0,0758
410	0,6949	0,3896	710	0,0977	0,0708
420	0,5965	0,3310	720	0,0984	0,0716
430	0,4920	0,2773	730	0,0959	0,0720
440	0,4182	0,2430	740	0,0953	0,0703
450	0,3567	0,2131	750	0,0916	0,0682
460	0,3050	0,1885	760	0,0916	0,0674
470	0,2675	0,1696	770	0,0885	0,0632
480	0,2415	0,1529	780	0,0910	0,0666
490	0,2121	0,1483	790	0,0904	0,0624
500	0,1924	0,1307	800	0,0854	0,0624
510	0,1777	0,1231	825	0,0836	0,0615
520	0,1648	0,1152	850	0,0848	0,0599
530	0,1506	0,1081	875	0,0861	0,0611
540	0,1426	0,1018	900	0,0824	0,0611
550	0,1377	0,0930	925	0,0824	0,0615
560	0,1266	0,0896	950	0,0744	0,0687
570	0,1199	0,0913	975	0,0738	0,0599
580	0,1168	0,0846	1000	0,0762	0,0611
590	0,1143	0,0838	1025	0,0787	0,0611
600	0,1223	0,0879	1050	0,0768	0,0615
610	0,1137	0,0878	1075	0,0805	0,0687
620	0,1125	0,0875	1100	0,0756	0,0666
630	0,1027	0,0791			

1997В), которые имеют почти одинаковый характер кривой (рис. 4.1.) со сходным положением пиков, склонов и ложа. Последнее располагается, как правило, в области значений соответствующих желто-зеленому и красно-оранжевому участкам спектра. Пики соответствуют фиолетовой, и синей части спектра. Следует обратить внимание на то, что степень прозрачности янтаря, равно как и интенсивность его окраски также получили отражение на построенных графиках. Так, степень поглощения света у слабопрозрачных и непрозрачных разновидностей выше, чем у прозрачных, что на графиках отображается изменением положения всей кривой на несколько пунктов вверх. Интенсивность окраски зерен отмечается на графиках большей высотой пиков.

Проведенные исследования показали, 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.

Цвет черты определялся практически для каждого образца. Особых колебаний не обнаружено - черта, в основном, белая или светло-желтая, реже желто-бурая. Потемнение цвета черты зависит, главным образом, от степени окисления зерна и мощности реакционной корочки.

Прозрачность янтаря обусловлена количеством, размером и распределением в нем пузырьков воздуха, наличием механических примесей других веществ, а также степенью выветривания зерна. По степени прозрачности могут быть выделены следующие разновидности белорусского янтаря: прозрачный, лимонно-желтого и желто-коричневого цвета (фото 10.); дымчатый, слегка замутненный, желтого и темно-желтого цвета; бастард, средней прозрачности, желтого цвета с темным оттенком (фото 11.); костяной, непрозрачный, желто-серого и желто-белого цвета; пенистый, непрозрачный, светлых оттенков желтого цвета. Практически для удобства следует оперировать тремя категориями прозрачности янтаря: прозрачный янтарь, полупрозрачный янтарь (дымчатый и бастард) и непрозрачный янтарь (костяной и пенистый), поскольку среди выделенных сортовых разновидностей фиксируются многочисленные взаимопереходы, что характерно также и для археологического янтаря.

Результаты исследований тонких особенностей текстуры янтарных зерен с помощью растрового сканирующего электронного микроскопа могут быть сведены к следующему:

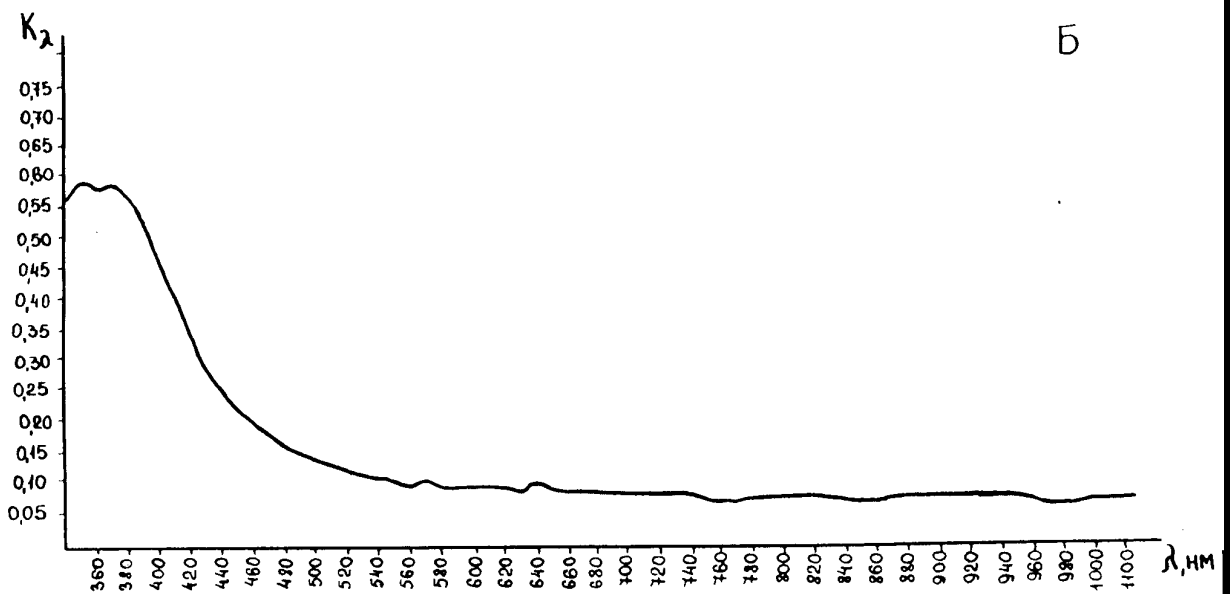
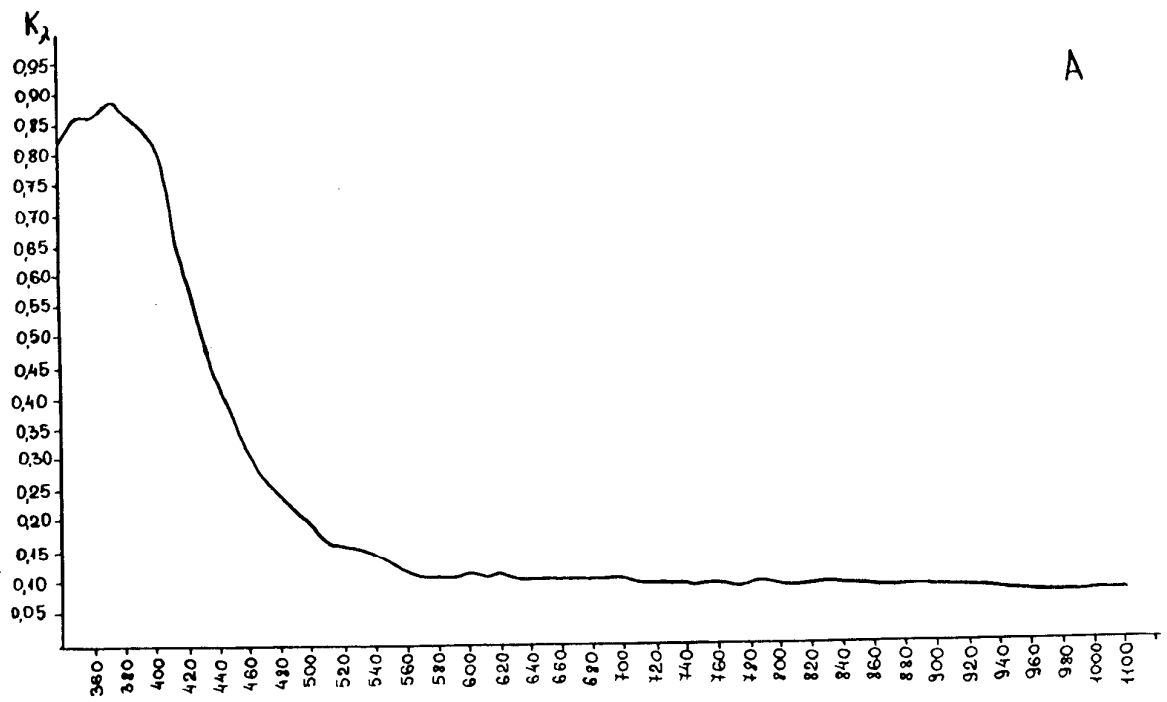


Рис. 4.15 ГРАФИКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОГЛОЩЕНИЯ

СВЕТА БЕЛАРУСКОГО ЯНТАРЯ

А - ОБРАЗЕЦ №6

Б - ОБРАЗЕЦ №7

Гатча-Осово
Желтый

Каташи
темно-желтый

1. Прозрачные разновидности янтаря характеризуются наличием небольшого количества отдельных мелких пустот, размером от 0,0001 до 0,0025 мм, и, как правило, отсутствием каких-либо иных включений (фото 12). Форма пустот округлая, довольно правильная, границы контактов четкие, ясные. Иногда отмечаются незначительные редкие трещины, которые не препятствуют свободному прохождению светового потока.
2. Внутреннее строение полупрозрачных зерен (фото 13) несколько сложнее - пустоты могут иметь большие размеры (от 0,0001 до 0,01 мм), группироваться, в скопления неправильной формы или образовывать линейные прожилки. Форма пустот близка к эллипсоидальной, границы контактов чаще размыты. Иногда отмечаются небольшие иглоподобные и хлопьевидные включения, природа которых неясна. Последние, равно как и небольшие трещины, наблюдаемые в янтаре, значительно усложняют прохождение света через образец.
3. Непрозрачные образцы янтаря характеризуются наиболее сложным внутренним строением (фото 14) - пустоты имеют большие размеры, число их очень велико, почти всегда они сгруппированы в скопления и прожилки, границы пустот размыты; выделяются включения хлопьевидной формы, природа которых остается неясной, и большое количество внутренних трещин. Взаимосочетания, всех этих элементов настолько сложны и разнообразны, что выделить какие-то характерные признаки или закономерности часто не представляется возможным.

Одно из наиболее заметных изменений прозрачности янтаря происходит в результате его выветривания (окисления). Процесс этот интенсивно протекает в условиях хорошего доступа к янтарию кислорода и воды. При этом поверхность прозрачных кусков мутнеет и постепенно превращается в бурую корку, распространяющуюся в глубину на 1-2 мм. Небольшие прозрачные кусочки янтаря, окисляясь на всю толщину, становятся непрозрачными. Бурой корочкой окисления покрываются и костяные янтарные зерна. В отличие от прозрачных они в ходе этого процесса теряют воздушные пузырьки и заметно просветляются.

Блеск янтаря может быть стеклянный, жирный, восковой или матовый, в зависимости от характера поверхности, отражающей световые лучи. Отражение от зеркально гладкой поверхности способствует возникновению стеклянного блеска, характерного для прозрачных разновидностей янтаря. Свет, отраженный от шероховатой поверхности, становится рассеянным и обуславливает появление жирного блеска, который характерен для вывет

рельных разностей. Восковой блеск создается при отражении света от сравнительно грубой, неровной поверхности и присущ костяному янтарию. Большое количество очень мелких пустот на поверхности скола способствует отражению света во всевозможных направлениях и создает эффект матового блеска, характерного для внутривольных разностей серого костяного янтара. Иногда разные стороны одного куска янтара могут иметь неодинаковый блеск, что характерно также и для археологического янтара.

Исследование люминесценции янтара Беларуси показало, что для подавляющего большинства прозрачных и значительной части полупрозрачных разностей характерно голубое, либо светло-синее свечение разной интенсивности, оцениваемой визуально. Для непрозрачных свечение либо не отмечалось, либо наблюдалось в виде слабого, чаще всего светло-кремового или бело-матового оттенков. Последнее также характерно для большей части зерен янтара, которые обнаружены при проведении археологических раскопок. Сведения о люминесценции наиболее характерных образцов приведены в табл. 4.3

Таблица 4.3.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЯНТАРЯ БЕЛАРУСИ

Проявление	Цвет образца	Прозрачность	Люминесценция (свечение)	
			Необработанный янтарь	Отполированная поверхность
Гатча-Осово	стеклянно-желтый	прозрачный	темно-желтое	темно-голубое
Гатча-Осово	темно-бурый	полупрозрачный	темно-коричневое	бело-голубое
Гатча-Осово	красно-коричневый	непрозрачный	не люминесцирует	не люминесцирует
Каташи	светло-коричневый	полупрозрачный	бледно-желтое	бело-голубое
Каташи	светло-коричневый	полупрозрачный	желто-оранжевое	Голубое
Микашевичи	молочно-желтый	полупрозрачный	голубое	бело-голубое
Микашевичи	желто-коричневый	прозрачный	темно-синее	бело-голубое
Берестье (археол.)	медово-желтый	прозрачный	желто-коричневый	темно-голубое
Берестье (археол.)	красно-коричневый	прозрачный	не люминесцирует	не люминесцирует
Клецк (археол.)	оранжево-желтый	прозрачный	не люминесцирует	не люминесцирует
Клецк (археол.)	буро-коричневый	непрозрачный	не люминесцирует	не люминесцирует
Полоцк (археол.)	желто-коричневый	непрозрачный	не люминесцирует	не люминесцирует
Полоцк (археол.)	золотистый	прозрачный	голубое	бело-голубое

Проведенные исследования показали, что образцы, как правило, покрыты тонким слоем (т.н. “коркой”) измененного вещества, отличающегося по своим люминесцентным свойствам от “ядра”. Большая часть зерен в исходном состоянии имеет желтую люминесценцию (от слабой до яркой, неравномерной, отсутствует в темноокрашенных образцах). Свежий скол дает голубоватое или фиолетовое свечение, хотя чисто визуально “корка” и “ядро” могут и не отличаться по своей окраске. Применение сменных светофильтров усиления или уменьшения эффекта свечения не дало. В нефильтрованном свете ртутной лампы почти все исследуемые образцы имеют интенсивную желтую окраску как “корки”, так и “ядра”. Некоторые темноокрашенные разности на свежих сколах приобретают красноватые оттенки.

Спектрально-кинетические исследования фото- (лазеро-) люминесценции позволили сделать следующие выводы, свидетельствующие о наличии в спектрах всех образцов двух широких полос:

- а) “голубой” - $\lambda_{\max} = 435$ нм, полуширина 130 нм, $\tau \leq 100$ нс;
- б) “желтой” - $\lambda_{\max} = 560$ нм, полуширина 150 нм, $\tau \leq 100$ нс.

Суперпозиция этих двух полос и дает белесо-голубое свечение, наблюдаемое при лазерном возбуждении. Для “ядра” наиболее выражена “голубая” полоса. Для “корки” интенсивность “желтой” полосы равна или превосходит интенсивность “голубой”. Спектры фотолюминесценции образцов белорусского янтаря приведены на рис. 4.2. Вероятно, чем свежее скол, тем больше соотношение λ “голубого” / λ “желтого”. Следует также отметить длительное зеленоватое послесвечение (фосфоресценцию), особенно заметное при лазерном возбуждении. Оптические спектры (спектры отражения, рис. 4.3.) не имеют выраженной структуры, различие отмечается только в яркости окраски. Нет различия и в спектрах “корки” и “ядра”. При рентгеновском облучении янтарь, как правило, не люминесцирует. Иногда, правда, фиксируется очень слабая широкая бесструктурная полоса с максимумом около 400 нм.

Показатель преломления неизменных разностей белорусских ископаемых смол из антропогенных отложений колеблется в небольших пределах (1,537-1,543). Никакой зависимости между показателями преломления и определенными разновидностями смол (светлые, темные и т.д.) не выявлено. У выветрелых разностей смол показатель преломления несколько выше (1,545-1,550).

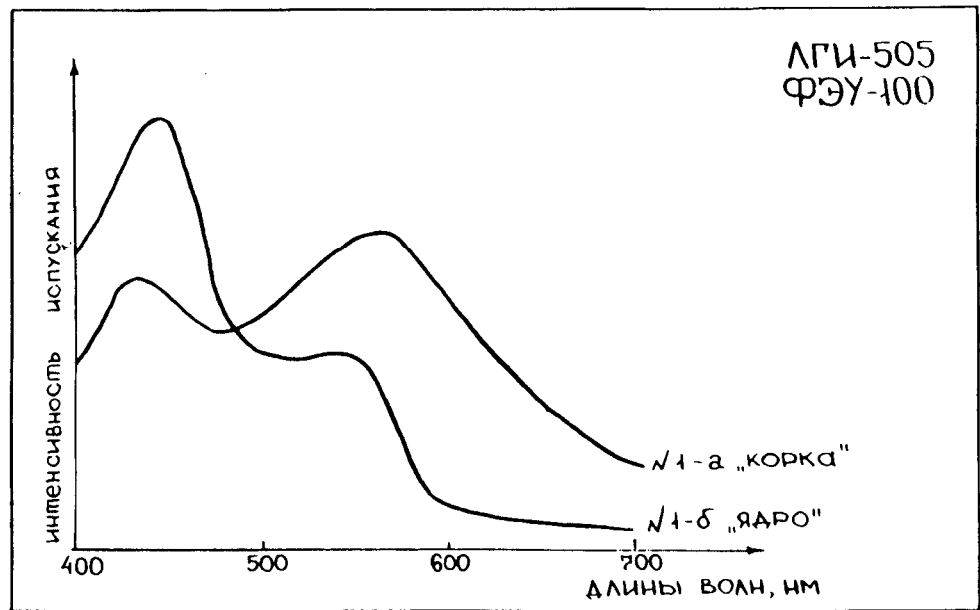


Рис.4.22 Спектры лазеролюминесценции янтарей
(№1а,б - Гатча - Осово)

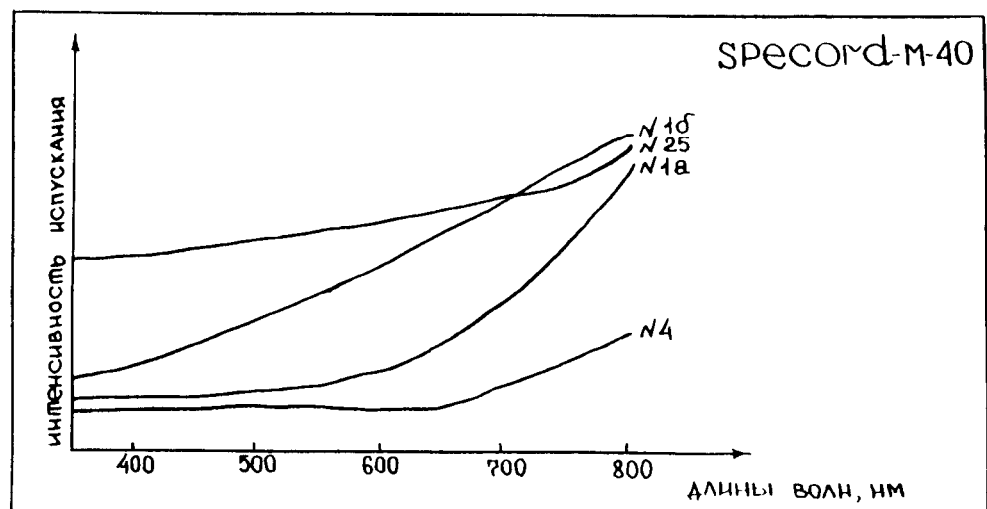


Рис.4.23 Спектры отражения разноокрашенных
янтарей
№1 - желтый
№1-а „КОРКА“ №1-б „ЯРО“
№25 светлоокрашенный
№4 темноокрашенный
(все Гатча - Осово)

4.3. Механические свойства

Твердость и хрупкость янтаря представляют собой те физические характеристики, которые позволяют определить принадлежность исследуемых образцов к классам вязких или хрупких смол, а также предсказать некоторые их утилитарные качества, например, возможность обработки и, следовательно, использования в ювелирном деле (Богдасаров, 1993).

По шкале Мооса твердость янтаря лежит в пределах значений 2,0-2,5. Результаты независимых определений микротвердости янтаря Беларуси оказались сопоставимы и приводятся в табл. 4.4. Как видно из приведенных данных, пределы колебаний микротвердости белорусского янтаря лежат в области от 22,1 до 30,4 кг/мм², а средние значения для различных зерен колеблются в еще более узких границах - от 25,3 до 26,3 кг/мм². При этом твердость практически не зависит от сортности янтаря и значения ее примерно одинаковы для прозрачных, полупрозрачных и непрозрачных зерен. Твердость археологического янтаря несколько ниже в силу большей степени его окисления.

Хрупкость или пластичность исследуемых зерен связана со степенью их твердости, хотя эта зависимость далеко не всегда является прямой. Хрупкость определяется той нагрузкой, при которой на образце появляется первая видимая трещина разрыва. Число хрупкости неизменных разностей белорусского янтаря составляет 150-200 г и более. Для образцов в той или иной степени подвергшихся процессам окисления эта величина колеблется от 120 до 180 г. Янтарь из археологических раскопок характеризуется числом хрупкости от 80 до 120 г.

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 янтарь из антропогенных отложений и археологических раскопок Беларуси не обнаруживает заметных различий, однако, уменьшение прозрачности зёрен способствует усложнению поверхности излома. В целом, у прозрачных разностей излом неровный, может быть раковистый. Поверхность излома, как правило, редко бывает чистой, чаще она усложнена узорами, образованными сочетанием тонких прямых линий. Излом дымчатых и бастардных разностей неровный, часто раковистый, реже занозистый. Его поверхность обычно покрыта узорами, образованными сочетанием прямых и зигзагообразных линий. В костяном янтаре отмечаются все виды излома, иногда встречающиеся даже в пределах одного зерна. Характер узоров на плоскостях излома костяных разностей отличается наибольшей сложностью.

Таблица 4.4.

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОТВЕРДОСТИ ЯНТАРЯ БЕЛАРУСИ (кг/мм²)

Проявление	Разновидность янтаря	Нагрузка, г		
		5	50	100
Гатча-Осово*	Светло-желтый, прозрачный	22,20	30,40	28,20
Гатча-Осово*	Медовый, прозрачный	23,10	29,90	27,90
Гатча-Осово*	Медовый, полупрозрачный	22,10	28,90	28,70
Гатча-Осово*	Белый, бастард	23,20	29,59	26,42
Гатча-Осово*	Светло-желтый, бастард	23,40	29,34	27,63
Оброво*	Желто-коричневый полупрозрачный	-	-	26,53
Оброво*	Желто-коричневый, прозрачный	-	-	26,48
Оброво*	Светло-медовый, непрозрачный	-	-	25,53
Оброво*	Коричнево-желтый, непрозрачный	-	-	25,16
Оброво*	Белый, непрозрачный	-	-	24,84
Каташи**	Темно-желтый, прозрачный	23,20	29,14	27,14
Каташи**	Темно-желтый, прозрачный	23,50	29,33	27,19
Белоозерск**	Светло-желтый, прозрачный	22,30	27,92	28,44
Белоозерск**	Желтый, бастард	23,32	27,13	26,72
Микашевичи**	Бело-желтый, полупрозрачный	22,90	28,06	25,12
Клецк (археол)**	Красно-коричневый, полупрозрачный	22,10	27,10	24,80

Примечание: Определения производились в ИМГРЭ РАН* и ФТИ АНБ**

Трещиноватость на поверхности янтаря во многом зависит от степени окисления зерна, хотя встречаются образцы не обнаруживающие такой зависимости. Различают первичную и вторичную трещиноватость. Первичные трещины закладываются на ранних стадиях выделения смолы, а в процессе фоссилизации последней наследуются янтарем. Ориентировка таких трещин может быть самой разнообразной, поскольку зависит она от воздействия внешних факторов на еще не застывшую живицу. Вторичная трещиноватость в янтаре появляется в результате выветривания (окисления), а также, возможно, под воздействием значительных напряжений испытываемых всей толщей янтареносных отложений. Линии вторичных трещин ограничиваются прямолинейными и волнообразными видами, создающими при пересечении сложный рисунок напоминающий мозаику (рис. 4.4.).

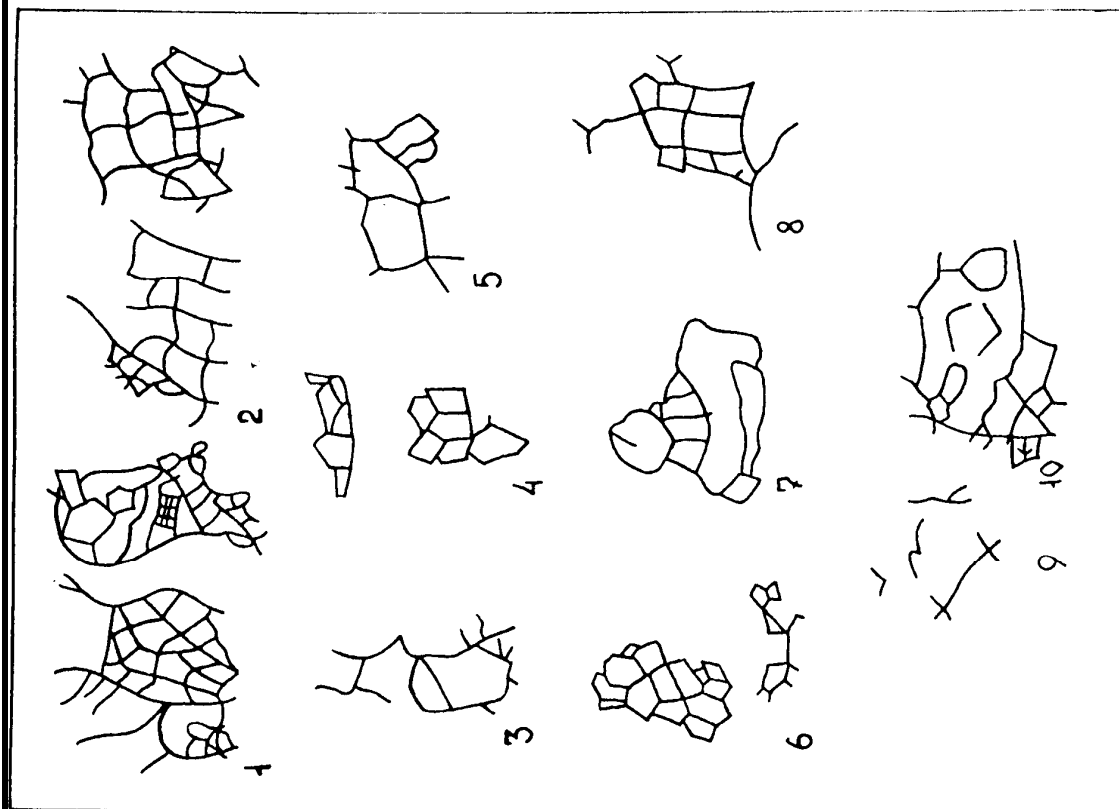
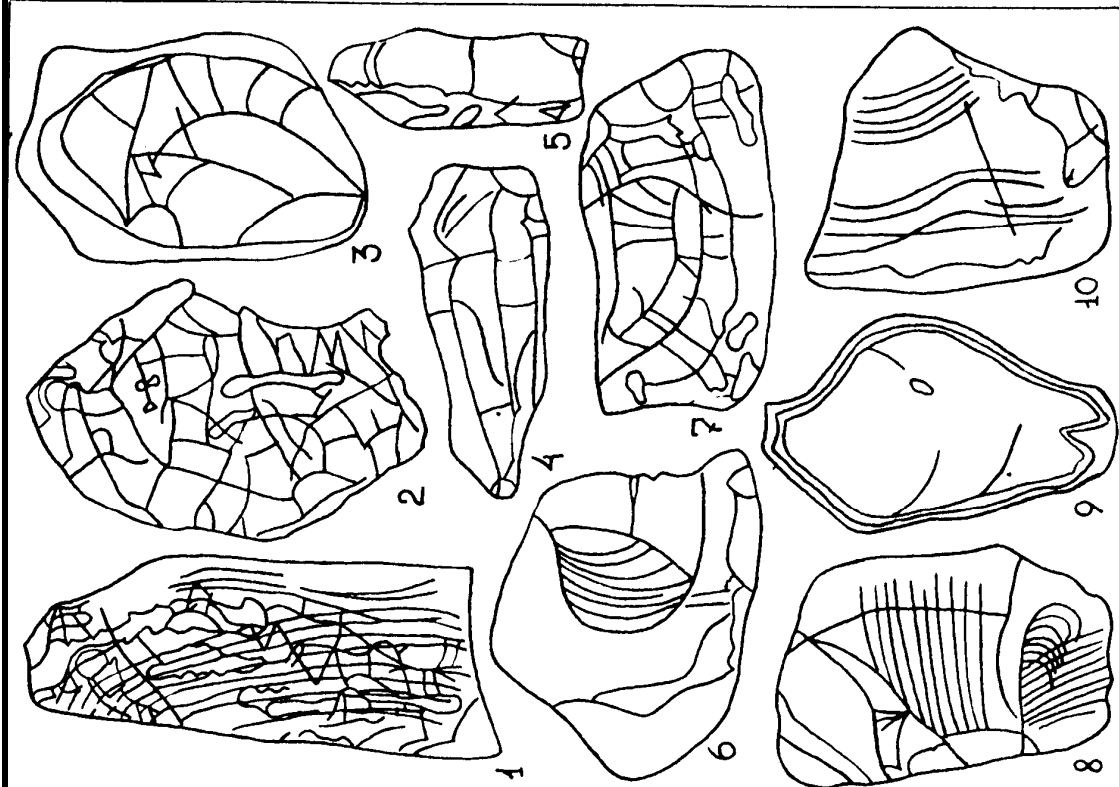


Рис. 4.24 Особенности узоров на плоскостях излома и характер прещиноватости на выветрелой поверхности янтарей из антропогенных -отложений Беларуси.
 (№ 1-5 - Гатча - Осово, 6-8 - Каташи, 9-10 - Клецк)

Трещины могут быть полыми либо же заполненными рыхлыми песчано-глинистыми примесями, а в редких случаях янтарем другого сорта, создавая так называемый “эффект залечивания”.

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 (фото 15, 16, 17, 18, 19).

Характер поверхности большинства образцов археологического янтаря в целом неровный с многочисленными мелкими углублениями и сколами. На отдельных образцах отмечаются следы ручной обработки (Берестье, Клецк, Минск, Полоцк, Витебск) и реже, термического воздействия (Берестье, Лоск, Никодимово).

Отдельность, т.е. способность раскалываться в определенных направлениях на сравнительно правильные кусочки, обусловлена внутренним строением янтаря. Это свойство можно наблюдать только у натечных разностей, которые при ударе разделяются на отдельные пластинки, скорлупки и т.п. В образцах янтаря других морфологических разновидностей подобное свойство отмечено не было.

4.4. Плотность

Плотность образцов янтаря из антропогенных отложений Беларуси (табл. 4.5.) колеблется от 1,02 до 1,10 г/см³. В дистиллированной воде практически все образцы тонут, в морской - всплывают. Таким образом, по этому показателю значимых различий между образцами не фиксируется. Различий между неизменными разностями природного и археологического янтаря по плотности также не обнаружено. Некоторое увеличение плотности отмечается у сильно окисленных зерен при развитии процессов “залечивания” пор.

4.5. Рентгенография

Янтарь аморфен, но иногда содержит кристаллические фазы. Определить, чем вызвана такая дифракция рентгеновских лучей в янтаре, в настоящее время не представляется возможным. Гало на рентгенограммах янтаря (рис. 4.5.) находятся в области рассеивания 11-20° с максимумом 15-16°. Брегговские рефлексии 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 (Богдасаров и др., 1997).

Таблица 4.5.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТНОСТИ ЯНТАРЯ БЕЛАРУСИ

Проявление	Разновидность янтаря	Плотность, г/см ³		
		от	до	средняя
Гатча-Осово	Светло-желтый, полупрозрачный	1,05	1,06	1,06
Гатча-Осово	Красно-матовый, полупрозрачный	1,10	1,10	1,10
Гатча-Осово	Медовый, полупрозрачный	1,08	1,10	1,09
Гатча-Осово	Белый до темно-желтого, непрозрачный	1,07	1,13	1,10
Гатча-Осово	Светло-желтый, непрозрачный	1,03	1,05	1,04
Оброво	Желто-коричневый полупрозрачный	1,06	1,08	1,07
Оброво	Желто-коричневый, прозрачный	1,07	1,08	1,08
Оброво	Светло-медовый, непрозрачный	1,05	1,07	1,06
Оброво	Коричнево-желтый, непрозрачный	1,05	1,06	1,06
Оброво	Белый, непрозрачный	1,01	1,03	1,02
Каташи	Темно-желтый, прозрачный	1,07	1,09	1,08
Каташи	Темно-желтый, прозрачный	1,07	1,09	1,08
Белоозерск	Светло-желтый, прозрачный	1,06	1,06	1,06
Белоозерск	Желтый, бастард	1,07	1,08	1,08
Микашевичи	Белый, полупрозрачный	1,02	1,06	1,04
Микашевичи	Желтый, полупрозрачный	1,06	1,10	1,08
Клецк (археол.)	Желтый, прозрачный	1,04	1,06	1,05
Клецк (археол.)	Красно-коричневый, полупрозрачный	1,02	1,06	1,04

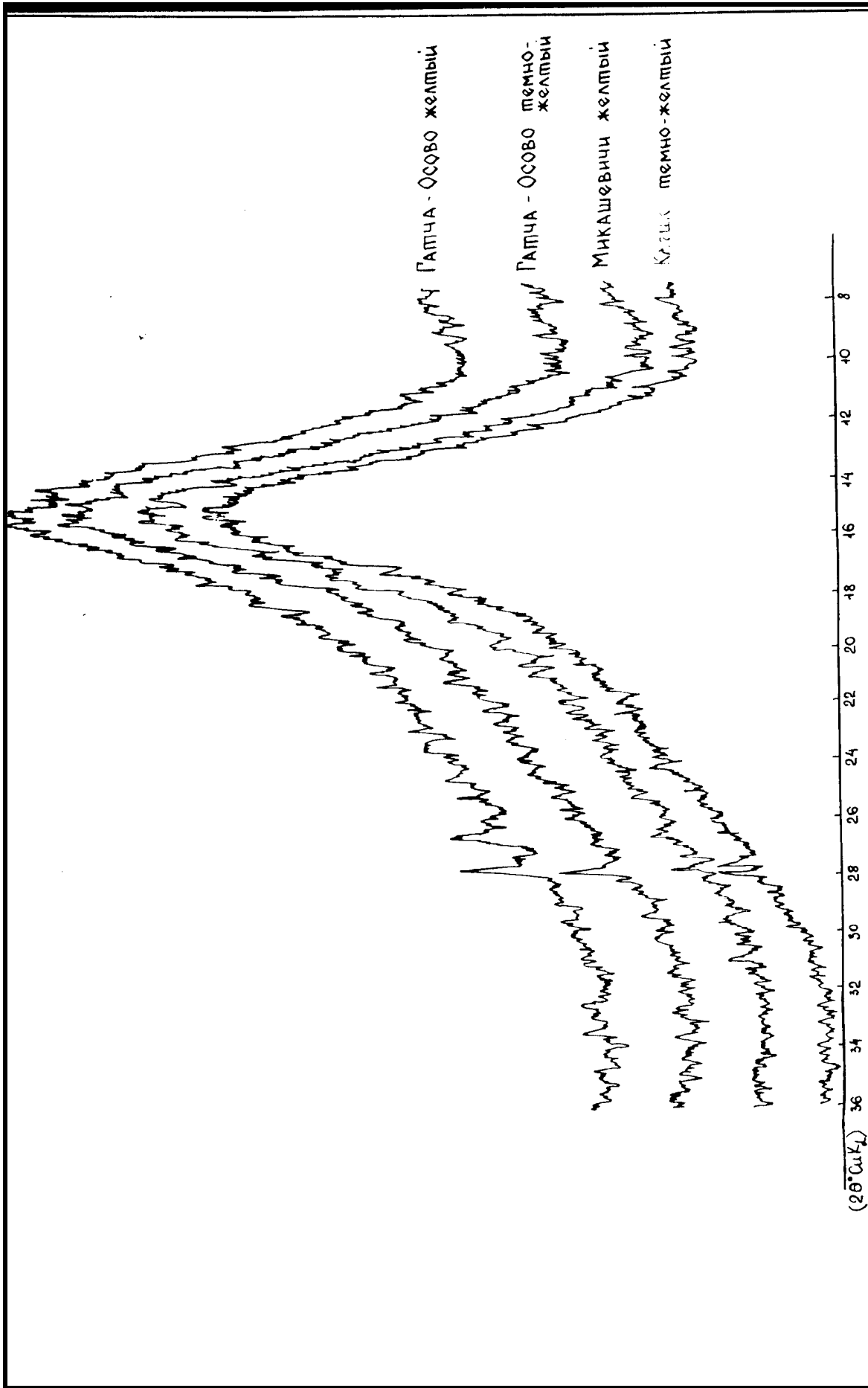


Рис. 4.31 Дифрактограммы янтарей из антропогенных отложений Беларуси

4.6. 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/грамм. После облучения во всех образцах появлялся интенсивный сигнал в виде синглетной линии ($g = 2,0036 (\pm 5)$, $\Delta H = 33$ э), осложненной неразряженной СТС. Сверхтонкое расщепление составляло около 5 э, и вероятно, связано с протонами. Концентрация спинов после облучения повышается на два порядка. В пределах погрешности измерения концентрации спинов в образцах 3а, 3б и 4 совпадают. В образце 7 она почти в 4 раза ниже, что возможно связано с его сильной окисленностью. Все данные сведены в табл. 4.6. Природа сигнала представлена на рис. 4.6. Рентгеновское излучение стимулирует разрыв связей в молекулах янтарной кислоты и образование стабильных свободных радикалов. Детализация их природы требует дальнейшего изучения (Богдасаров и др., 1997).

Таблица 4.6.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ЯНТАРЕ БЕЛАРУСИ

№№	$\Delta H, \text{э}$	$\Delta H_1, \text{э}$	g	$C, \text{сп/г} \cdot 10^{19}$
3а	11 ± 1	-	2,0041 (5)	$0,020 \pm 0,007$
3б	11 ± 1	-	2,0041 (5)	$0,030 \pm 0,010$
3а*	33 ± 1	$4,7 \pm 0,5$	2,0036 (5)	$3,7 \pm 1,1$
3б*	33 ± 1	$5,6 \pm 0,5$	2,0036 (5)	$3,6 \pm 1,1$
4	12 ± 1	-	2,0038 (5)	$0,010 \pm 0,003$
4*	35 ± 1	$4,6 \pm 0,5$	2,0034 (5)	$3,7 \pm 1,1$
7	11 ± 1	-	2,0036 (5)	$0,030 \pm 0,010$
7*	34 ± 1	$6,0 \pm 0,5$	2,0036 (5)	$1,0 \pm 0,3$

Примечание. * - образцы были облучены рентгеновскими лучами.

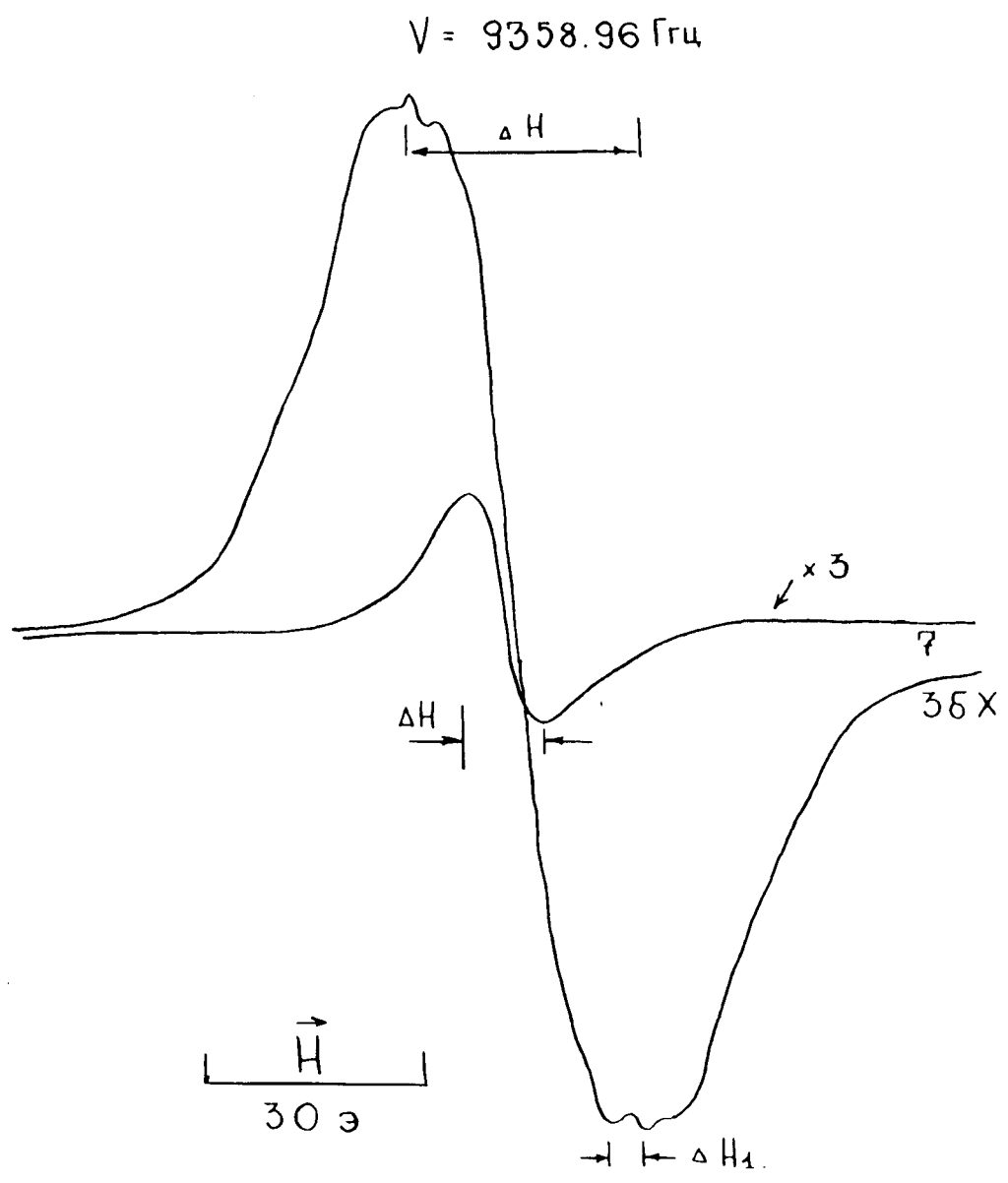


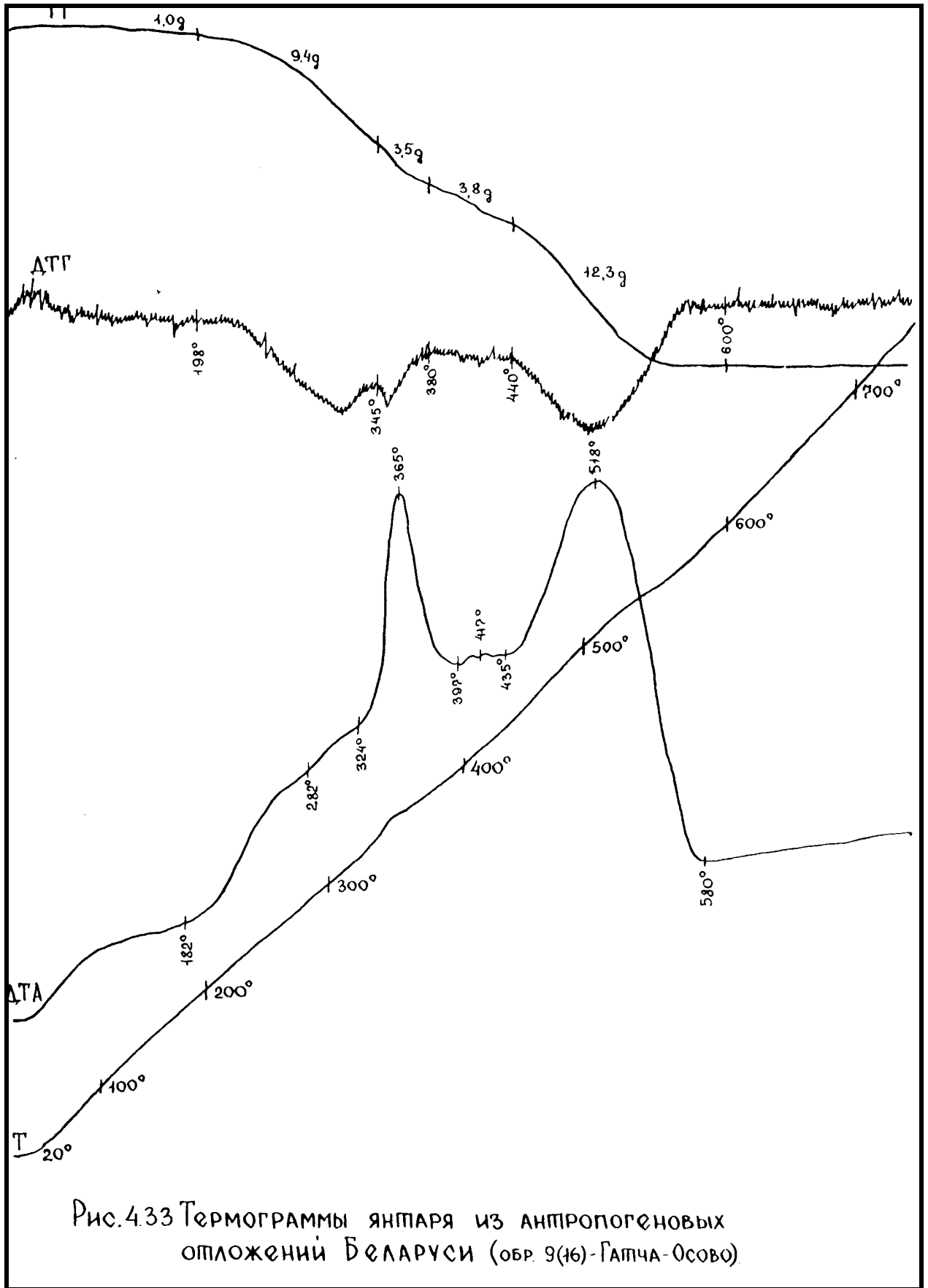
Рис.4.32 Кривые сигнала ЭПР в янтаре Беларуси
(№№ 35 и ? - Гатча - Осово)

4.7. Термические свойства

Термические свойства янтаря во многом определяются его аморфностью и полимерным строением. Термограммы образцов белорусского янтаря приведены на рис. 4.7., 4.8., 4.9., 4.10. Кривым ДТА исследованных янтарей свойствен широкий и сравнительно слабый эндоэффект, максимум которого смещается от 160 до 185⁰С у различных образцов. Он сменяется сравнительно сильным экзотермическим подъемом в области более высоких температур, который прерывается слабым эндотермическим эффектом в области температур 320-340⁰С. Затем на кривых ДТА ряда образцов (9(16) и 10(7)) имеются два широких экзотермических эффекта в области температур 355-370⁰С и 490-520⁰С, разделенных пологим эндоэффектом, максимум которого смещается от 395 до 420⁰С. Кривые ДТА других образцов (11 и 12) характеризуются наличием трех экзотермических эффектов в области температур 355-370⁰С, 420-435⁰С и 515-535⁰С, разделенных эндоэффектами, максимумы которых смещаются от 370-390⁰С и от 435-455⁰С. Конец реакции находится в интервале 575-605⁰С.

Ввиду того, что образцы нагревались на воздухе, специфические эффекты термической деструкции янтаря осложнялись интенсивными процессами окисления. Таким образом, полученные эффекты не могут дать информацию о течении всех индивидуальных реакций, имеющих место при пиролизе янтаря. Это обстоятельство делает весьма затруднительной интерпретацию полученных эффектов. Если первый пологий эндоэффект в области низких температур не может быть однозначно истолкован (возможно, он отражает разрыв слабых связей и выделение части летучих компонентов), то сменяющий его экзотермический подъем указывает на сильное окисление янтаря, сопровождающееся дальнейшим уже интенсивным отщеплением и возгонкой фрагментов его молекулы. Возможно, этому предшествовала какая-то внутри- или межмолекулярная перестройка (например, так называемая холодная кристаллизация - образование более упорядоченных участков в структуре полимера).

Слабый эндотермический эффект в области температур выше 320⁰С может быть обусловлен процессами плавления, что подтверждается визуальным наблюдением за плавлением янтаря в реторте. Плавление полимеров обычно характеризуется четким эндоэффектом, иногда состоящим из двух близкорасположенных пиков, первый из которых соответствует переходу, обусловленному внутренним вращением молекул, а второй - обычному плавлению. Плавление в полимерах осуществляется всегда в некотором интервале, получившем название температурного интервала плавления. Следующие за плавлением янтаря экзотермические эффекты можно приписать процессам окисления расплава. Они сопрово



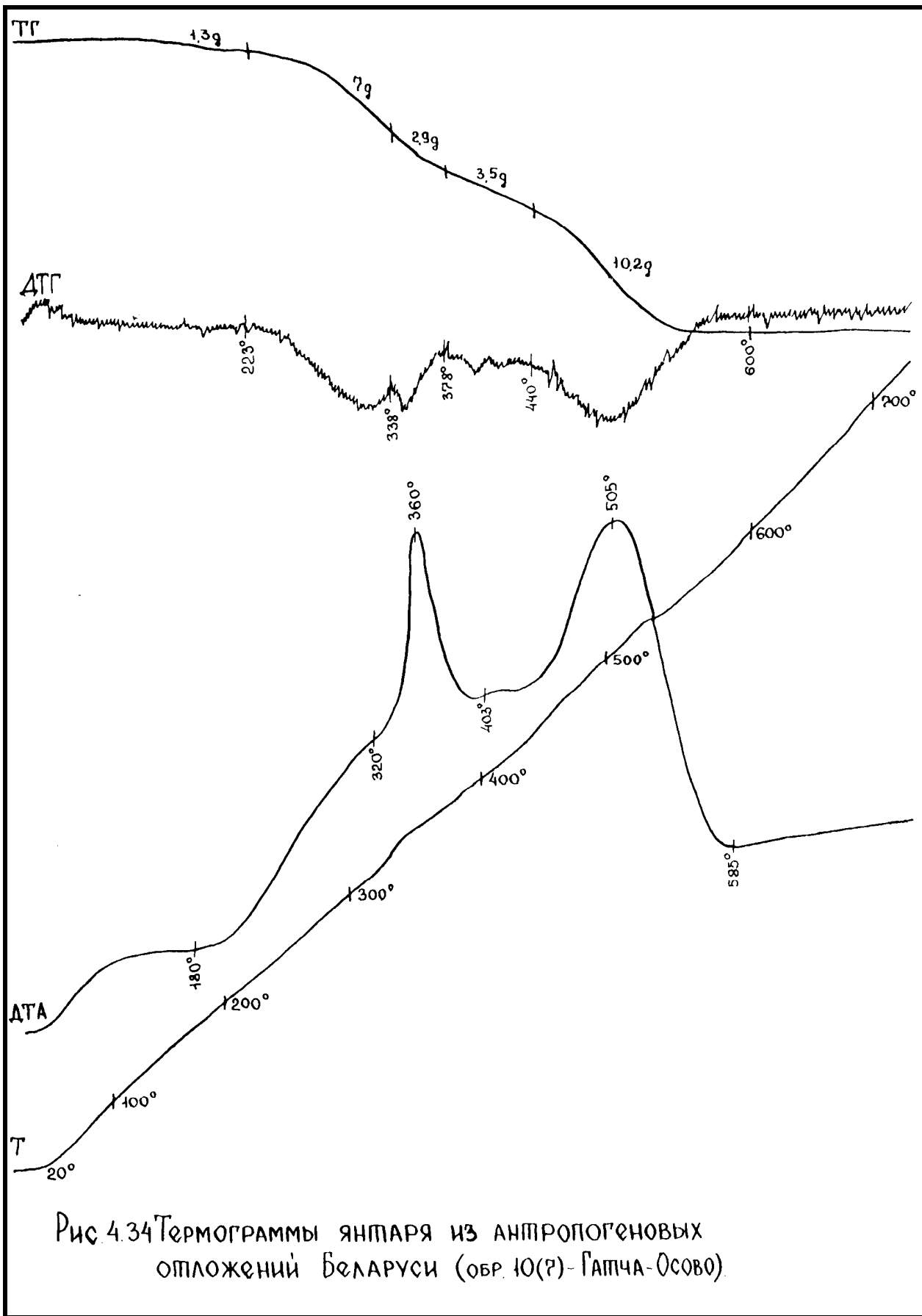
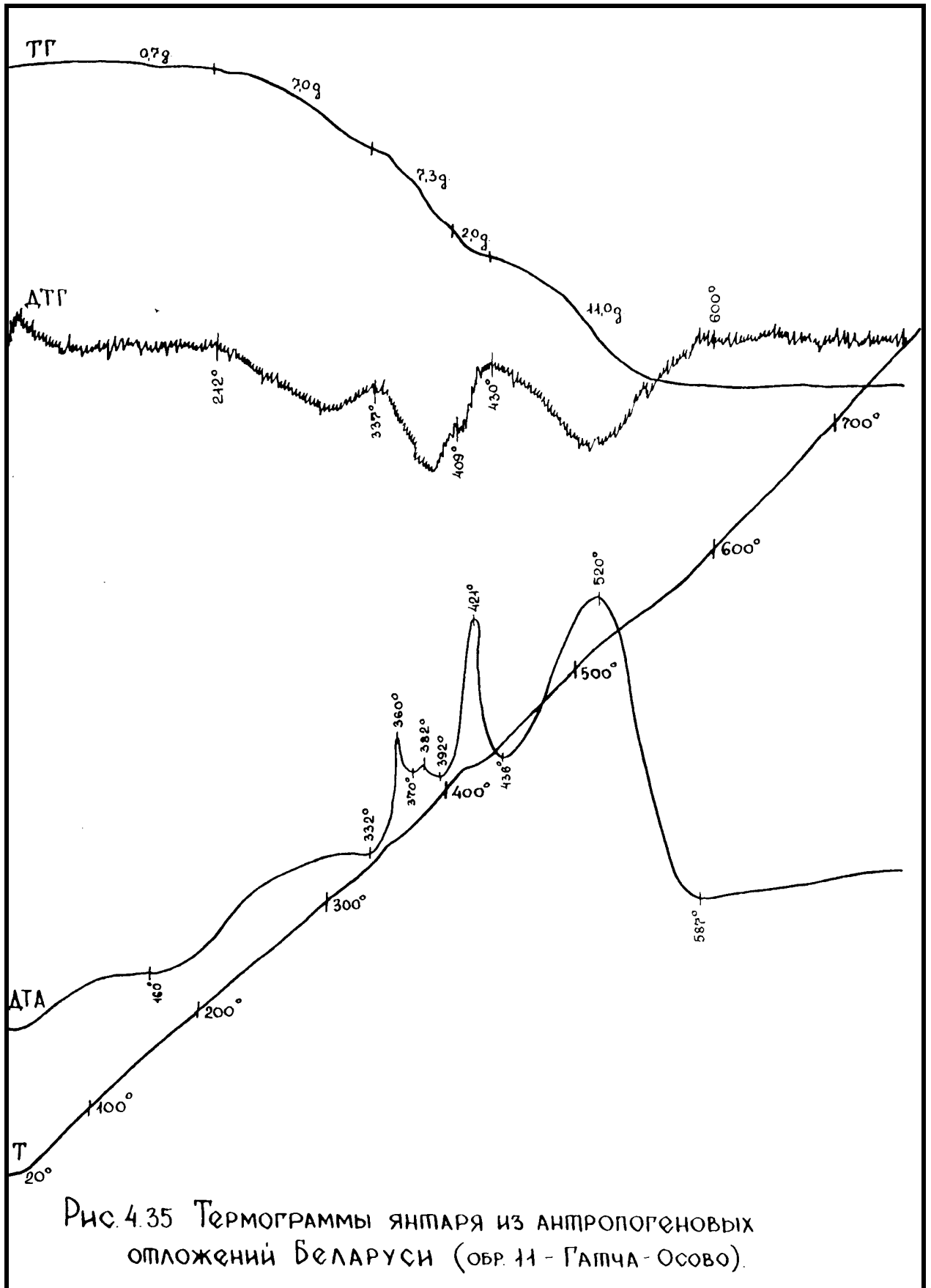
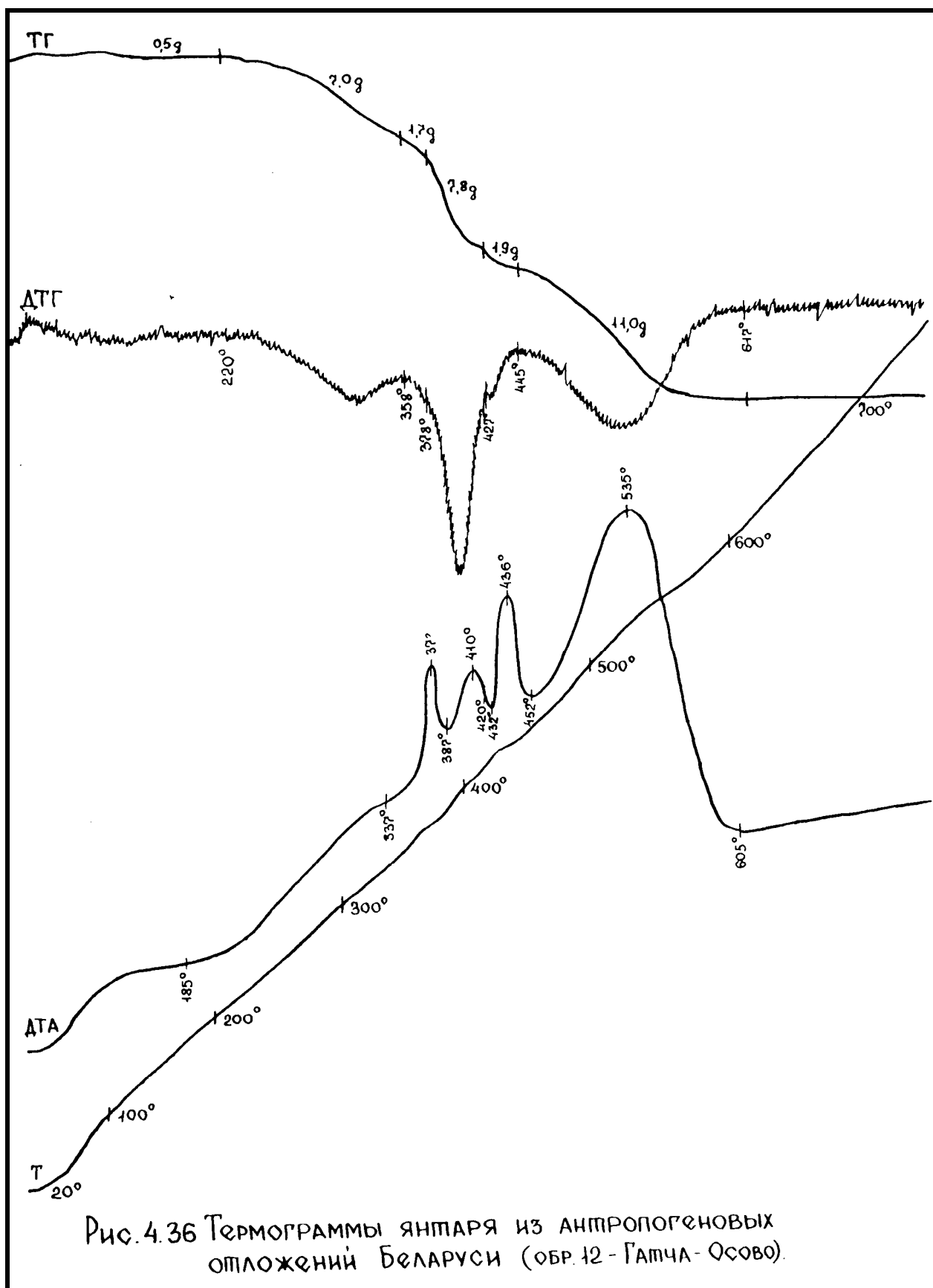


Рис. 4.34 Термограммы янтаря из антропогенных отложений Беларуси (обр. Ю(Р)-Гатча-Осово).





ждаются дальнейшей деструкцией фрагментов макромолекулы сукцинита и отгонкой продуктов реакции, о чем свидетельствуют разделяющие их пологие эндотермические эффекты.

Изучение поведения янтаря и других ископаемых смол при нагревании важно для определения их технологических характеристик и изучения структурных особенностей. Для диагностики смол по этому признаку используются такие показатели как температура размягчения (T_r) и температура течения (T_t), которые, применительно к полимерным соединениям некристаллического строения являются более информативными, чем температура плавления. Температура размягчения зависит от природы полимера, температура течения отражает степень полимеризации. Наблюдение белорусского янтаря в температурном поле позволило определить T_r в интервале 120-180⁰С, а T_t – в интервале 370-420⁰С.

4.8. Инфракрасная спектроскопия

Инфракрасные спектры поглощения дают информацию о наличии и соотношении разных структурных элементов в янтаре. Ископаемые смолы, по современным представлениям, сложены набором большого числа полимерных органических молекул, соотношение и сочетание которых зависит от многих факторов, связанных как с исходным составом живицы, так и с условиями ее fossilization. Проведенное исследование показало, что 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 (рис. 4.11.).

Согласно ИК-спектрам в составе изучаемых смол имеется большое количество CH_2 и CH_3 -групп, валентные колебания которых обуславливают полосы в интервале 2800-3000 cm^{-1} . Плоскостным деформационным колебаниям этих групп δ соответствуют полосы в интервале 1340-1450 cm^{-1} . При этом в ряде случаев хорошо видно, что полоса при 1380 cm^{-1} представляет собой дублет- свидетельство возможного присутствия в структуре изопропильной группировки $\text{CH} < \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$. О наличии ненасыщенных связей $\text{C}=\text{C}$ в структуре янтаря свидетельствует полоса 1640 cm^{-1} , обусловленная валентными колебаниями этой связи ν ($\text{C}=\text{C}$), а также полосы при 3080 cm^{-1} и в области 650-900 cm^{-1} , обусловленные соответственно валентными ν (CH) и неплоскими деформационными ν (CH) колебаниями $=\text{CH}$ - и $=\text{CH}_2$ -групп при ненасыщенной $\text{C}=\text{C}$ связи. Так, резкую средней интенсивности полосу при 890 cm^{-1} вероятнее всего связать с присутствием концевой метиленовой групп

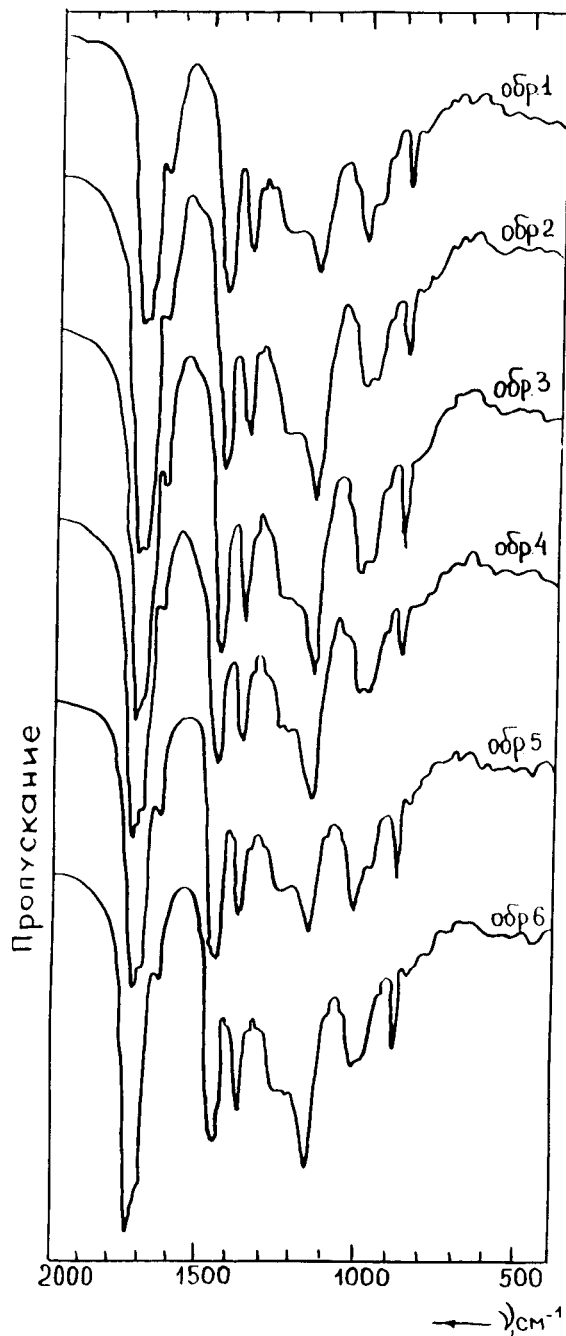


Рис. 4.37 ИК-спектры янтаря Беларуси.

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.

пы в составе группировки $R_1R_2C=CH_2$. Наблюдаемые различия по набору полос в зоне $650-900\text{ см}^{-1}$ и их интенсивность свидетельствуют о различном характере ненасыщенных связей и, возможно, наличии циклических соединений, в частности, группировки $>C=C-H$ в цикле (полосы примерно при 800 и 850 см^{-1}). Говоря о ненасыщенных связях в циклах, следует подчеркнуть, что в анализируемых образцах не наблюдается ароматических соединений. Об этом свидетельствует отсутствие характерных для них резких интенсивных полос в интервале $650-800\text{ см}^{-1}$, а также в области $1480-1600\text{ см}^{-1}$.

В составе изученных образцов янтаря представлены разные кислородосодержащие группы. О наличии карбоксильных групп можно судить по интенсивной полосе в области $1700-1735\text{ см}^{-1}$. Сложный контур этой полосы связан с наложением близко расположенных полос ν ($C=O$), обусловленных сложноэфирным (1735 см^{-1}) и карбоксильным (1700 см^{-1}) группами. Кроме того, частота колебаний ν ($C=O$) сложноэфирной группы может несколько уменьшиться при наличии по соседству ненасыщенных $C=C$ связей. Контур обсуждаемой полосы у белорусского янтаря различен: интенсивности различных полос ν ($C=O$) могут быть примерно одинаковы или же более интенсивной является полоса валентных колебаний ν ($C=O$) сложноэфирной группировки при 1735 см^{-1} . Кроме полосы ($C=O$), с карбоксильной группой связано поглощение в области 3200 см^{-1} ν (OH), а также при $1150-1200\text{ см}^{-1}$ - сложное колебание ν ($C-O$) в δ (OH). Наблюдаемое положение полос поглощения карбоксильной группировки показывает, что она включена в водородную связь, однако не образует характерных для смоляных кислот димеров. Причиной этого может быть наличие стерических препятствий, обусловленных пространственной структурой янтарей.

Сложноэфирные группировки, кроме полосы ν ($C=O$), дают полосы ν ($C-O$), положение которых сильно зависит от соседних в молекуле групп и связей и может меняться от 1160 до 1240 см^{-1} . Валентные колебания ν ($C-O$) сложноэфирной группировки, таким образом, дают вклад в широкую полосу в интервале $1050-1300\text{ см}^{-1}$. В этот интервал частот попадают и колебания $C-O$ связей простых эфиров, вторичных и третичных спиртов. Для первичных спиртов - это полоса примерно при 1050 см^{-1} . В случае алициклических соединений ν ($C-O$) спиртов может смещаться в сторону низких частот до 1000 см^{-1} . В спектрах янтарей именно этими группировками может быть обусловлена полоса 1010 см^{-1} . Спиртовые OH -группировки обуславливают поглощение в области 3400 см^{-1} - валентные колебания ν (OH). Наличие водородных связей возможно и определяет трехмерный характер структуры янтаря. Происхождение полосы при 970 см^{-1} , имеющейся в спектрах практически всех образцов, но

различной по интенсивности весьма проблематично, на этой частоте может давать поглощение ряд рассматриваемых выше ненасыщенных группировок. Полоса в интервале 970-980 см⁻¹ разной интенсивности присутствует в спектрах всех смоляных кислот.

Представленные материалы по ИК-спектromетрии янтаря Белорусского Полесья подтверждают плодотворность применения этого метода для исследования ископаемых смол. 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. Для освещения подобного комплекса вопросов требуется более широкое поле физических и химических методов исследования.

4.9. Химический элементный состав

Янтарь Беларуси, по нашим данным, характеризуется значительными колебаниями состава основных элементов. Результаты анализов 45 образцов янтаря из антропогенных отложений Беларуси представлены в табл. 4.7. Процентное содержание углерода по отдельным образцам составляет 74,38-81,97%, при среднем его содержании 78,52%. Количество водорода колеблется от 9,62 до 11,70%, в среднем составляя 10,52%. Особый интерес представляет также изучение отношения углерода к водороду, являющегося 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 могут достигать 1,18%. Среднее содержание серы в белорусском янтаре 0,43%. Высокое содержание кислорода присуще, в первую очередь, сильно окисленным разностям, характеризующимся довольно низкими значениями содержания углерода и водорода, и наоборот. Содержание кислорода в янтаре Беларуси лежит в пределах 6,22-15,20%, в среднем составляя 10,53% (Богдасаров, 1996А).

Важными также представляются результаты химического элементного анализа отдельных, более крупных штуфов янтаря и покрывающей их реакционной корочки. Как видно из приведенных данных (табл. 4.8.), корочка отличается от внутренней, свежей части штуфа ощутимым повышением содержания кислорода в ущерб, главным образом, содержанию углерода и водорода.

Зольность янтаря низкая и находится чаще всего в пределах 0,20-0,25%. У некоторых зерен зольность практически отсутствует. Исследование золы полуколичественным спектральным анализом показало присутствие в ней следующих элементов-примесей:

Таблица 4.7.

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЯНТАРЯ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

№№	Шифр пробы	Характеристика янтаря	Содержание, %					Соотношение C\H
			C	H	S	N	O	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	91/104	Желтый непрозрачный	76,74	9,99	отс.	отс.	13,27	7,68
2.	91/105	Оранжевый прозрачный	77,49	10,16	отс.	отс.	12,35	7,63
3.	91/106	Темно-красный полупрозрачный	77,94	9,99	0,67	отс.	11,40	7,80
4.	92/7	Желтый полупрозрачный	79,83	10,57	0,53	отс.	9,07	7,55
5.	92/8	Оранжевый полупрозрачный	79,80	10,47	0,57	отс.	9,16	7,62
6.	92/9	Темно-красный прозрачный	78,64	10,25	отс.	отс.	11,11	7,67
7.	92/10	Желтый полупрозрачный	79,75	10,25	0,25	отс.	9,75	7,60
8.	93/5	Светло-желтый непрозрачный	78,05	10,72	отс.	не опр.	11,23	7,28
9.	93/5A	Светло-желтый полупрозрачный	78,23	10,74	отс.	не опр.	10,03	7,27
10.	93/6	Буро-коричневый непрозрачный	75,59	10,53	0,16	не опр.	13,72	7,20
11.	93/9	Белый непрозрачный	79,65	10,67	0,30	не опр.	9,38	7,46
12.	93/10	Темно-коричневый непрозрачный	76,13	10,11	0,66	не опр.	13,10	7,53
13.	93/11	Светло-желтый непрозрачный	80,85	11,37	отс.	не опр.	7,78	7,11
14.	93/3	Красно-коричневый полупрозрачный	78,75	10,32	0,45	не опр.	10,48	7,63

Продолжение таблицы 4.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15.	93/3А	Темно-коричневый непрозрачный	74,38	9,32	0,80	не опр.	15,20	7,73
16.	92/23	Желтый, усредненная проба	78,62	11,20	отс.	отс.	10,18	6,98
17.	92/24	Желтый, усредненная проба	78,32	11,28	отс.	отс.	10,40	6,94
18.	91/103	Красно-оранжевый прозрачный	77,03	9,80	0,37	отс.	12,80	7,86
19.	92/5	Желтый, усредненная проба	79,29	10,40	0,55	отс.	9,76	7,62
20.	94/3	Желто-коричневый непрозрачный	77,44	10,75	0,35	не опр.	11,46	7,20
21.	94/4	Желтовато-белый непрозрачный	80,38	10,85	0,19	отс.	8,58	7,41
22.	94/5	Красно-коричневый непрозрачный	75,20	10,28	1,02	отс.	13,50	7,31
23.	94/6	Коричневый прозрачный	79,61	10,76	0,67	не опр.	8,96	7,40
24.	94/7	Желтый полупрозрачный	79,76	10,68	0,51	не опр.	9,05	7,47
25.	94/8	Светло-желтый полупрозрачный	80,55	11,29	0,53	отс.	7,63	7,13
26.	94/9	Медово-желтый прозрачный	80,12	10,72	0,77	отс.	8,39	7,47
27.	94/10	Желтый прозрачный	80,30	10,49	0,64	не опр.	8,57	7,65
28.	94/11	Светло-желтый прозрачный	79,77	10,79	0,74	не опр.	8,70	7,39
29.	94/12	Медово-желтый полупрозрачный	80,07	10,57	1,11	не опр.	8,25	7,37

Продолжение таблицы 4.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30.	94/5	Желто-коричневый полупрозрачный	78,18	9,72	0,52	отс.	11,58	8,04
31.	91/99А	Темно-коричневый, усредненная проба	74,85	10,19	отс.	отс.	14,96	7,72
32.	91/99В	Красно-коричневый непрозрачный	74,85	10,03	0,35	отс.	14,77	7,46
33.	91/99С	Медово-бурый полупрозрачный	78,14	10,39	отс.	отс.	11,47	7,52
34.	93/14	Светло-желтый полупрозрачный	81,97	10,35	0,80	не опр.	6,88	7,92
35.	93/15	Желто-коричневый полупрозрачный	81,92	10,33	0,41	не опр.	7,34	7,93
36.	95/16	Желто-коричневый полупрозрачный	78,43	10,30	0,52	не опр.	10,75	7,61
37.	95/22	Темно-коричневый непрозрачный	74,95	10,00	0,62	не опр.	14,43	7,49
38.	95/23	Желто-бурый непрозрачный	80,88	11,35	1,15	не опр.	6,62	7,13
39.	92/26	Желтый, усредненная проба	78,09	11,70	0,43	отс.	9,78	6,67
40.	92/27	Желтый, усредненная проба	78,21	11,59	0,20	отс.	10,00	6,73
41.	95/13	Медово-желтый полупрозрачный	80,38	10,83	0,25	не опр.	8,54	7,42
42.	91/100	Желтый полупрозрачный	78,32	10,13	0,45	отс.	11,10	7,79
43.	91/101	Темно-желтый полупрозрачный	78,39	10,03	0,64	0,10	10,84	7,81
44.	91/102	Светло-желтый полупрозрачный	78,27	10,28	отс.	отс.	11,45	7,61
45.	92/6	Бело-желтый полупрозрачный	79,46	10,70	1,01	0,28	8,55	7,43

Таблица 4.8.

**ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВНУТРЕННЕЙ ЧАСТИ И РЕАКЦИОННОЙ КОРОЧКИ ОБРАЗЦОВ ЯНТАРЯ
БЕЛАРУСИ**

№№	Место находки	Характеристика янтаря	Содержание, %			
			С	Н	S	O+N
1.	Гатча-Осово	Оранжевый, полупрозрачный	79,80	10,47	0,57	9,16
		Корочка на нем	73,88	9,91	0,06	16,15
2.	Гатча-Осово	Белый, непрозрачный	79,65	10,67	0,30	9,38
		Корочка на нем	75,93	10,56	0,35	13,16
3.	Кобрин	Желто-коричневый, непрозрачный	77,44	10,75	0,35	11,46
		Корочка на нем	74,59	9,51	0,80	15,72
4.	Клецк (археол.)	Желто-коричневый, полупрозрачный	76,89	10,33	отс.	12,78
		Корочка на нем	75,54	9,62	отс.	14,86
5.	Полоцк (археол.)	Желтый, полупрозрачный	79,61	10,68	0,23	9,48
		Корочка на нем	77,59	10,28	следы	12,13

магний, титан, хром, марганец, медь, кремний, алюминий, железо, ванадий. Эти же элементы характерны и для живицы современных хвойных деревьев, т.е. подчеркивается биогенный характер перечисленных элементов.

Существенное значение для характеристики химического состава янтаря имеет содержание янтарной кислоты – $C_4H_6O_4$. В продуктах сухой перегонки образцов содержание янтарной кислоты 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 разностей янтаря (Богдасаров и др., 1996, 1997А).

Химическому элементному анализу также были подвергнуты специально подготовленные пробы светло- и темноокрашенных прозрачных, полупрозрачных и непрозрачных янтарей из археологических раскопок Баранцов, Берестья, Пинска, Витебска, Полоцка, Волковыска, Новогрудка, Клецка и Минска. Результаты анализов химического элементного состава янтаря из археологических памятников Беларуси представлены в табл. 4.9. Рассматривая полученные данные нельзя не отметить в целом более низкое содержание основных элементов - углерода (72,55-79,61%) и водорода (9,56-10,85%) и более высокое кислорода (9,48-16,96%) по сравнению с природными находками. Это связано, по нашему мнению, в первую очередь, с большей степенью окисления исследуемых зерен янтаря из археологических раскопок (Богдасаров, 1995А; 1996Б).

4.10. Включения

В образцах янтаря из антропогенных отложений Беларуси включения отмечаются в основном в виде минеральных зерен, газовой-жидкой фазы (Богдасаров, Полх, 1994) или одного вида янтаря в другом. Органические включения впервые удалось обнаружить в трех образцах прозрачного натечного янтаря медово-желтого и светло-оранжевого цвета (фото 20 и 21, рис. 4.12.), найденных в пределах Гатча-Осовского янтарепроявления в 1993 году (Инклюзы..., 1993; Чеботарева и др., 1993). Они представлены насекомыми (Diptera, Hymenoptera), обнаруженными в очищенных от корочки окисления штуфах янтаря, которые были определены и описаны В.И.Назаровым (Назараў і інш., 1994).

Таблица 4.9.

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЯНТАРЯ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ БЕЛАРУСИ

№№	Место находки	Характеристика янтаря	Содержание, %				Соотношение С/Н
			С	Н	S	O+N	
1.	Полоцк	Желтый полупрозрачный	79,61	10,68	0,23	9,48	7,45
2.	Полоцк	Золотистый, прозрачный	77,45	10,47	1,28	10,80	7,40
3.	Витебск	Желтый непрозрачный	78,45	10,85	отс.	10,70	7,23
4.	Витебск	Желтый непрозрачный	76,84	10,65	отс.	12,51	7,22
5.	Минск	Желтый непрозрачный	78,21	10,47	0,58	10,74	7,47
6.	Минск	Темно-красный прозрачный	73,68	9,56	отс.	16,76	7,71
7.	Клецк	Красно-коричневый полупрозрачный	77,70	10,47	отс.	11,83	7,42
8.	Клецк	Желто-коричневый, полупрозрачный	76,89	10,33	отс.	12,78	7,44
9.	Клецк	Светло-желтый, прозрачный	73,94	10,39	отс.	15,48	7,12
10.	Клецк	Темно-желтый, полупрозрачный	73,30	9,70	0,50	16,25	7,56
11.	Новогрудок	Белый непрозрачный	73,46	10,24	0,15	16,15	7,17
12.	Волковыск	Темно-коричневый непрозрачный	72,54	10,30	0,20	16,96	7,04
13.	Волковыск	Темно-желтый, непрозрачный	71,13	9,92	0,20	18,75	7,17
14.	Баранцы	Желто-коричневый, полупрозрачный	75,88	10,18	0,30	13,64	7,45
15.	Берестье	Золотистый, прозрачный	74,37	10,23	отс.	15,40	7,27
16.	Пинск	Светло-желтый, прозрачный	74,36	10,38	отс.	15,26	7,16

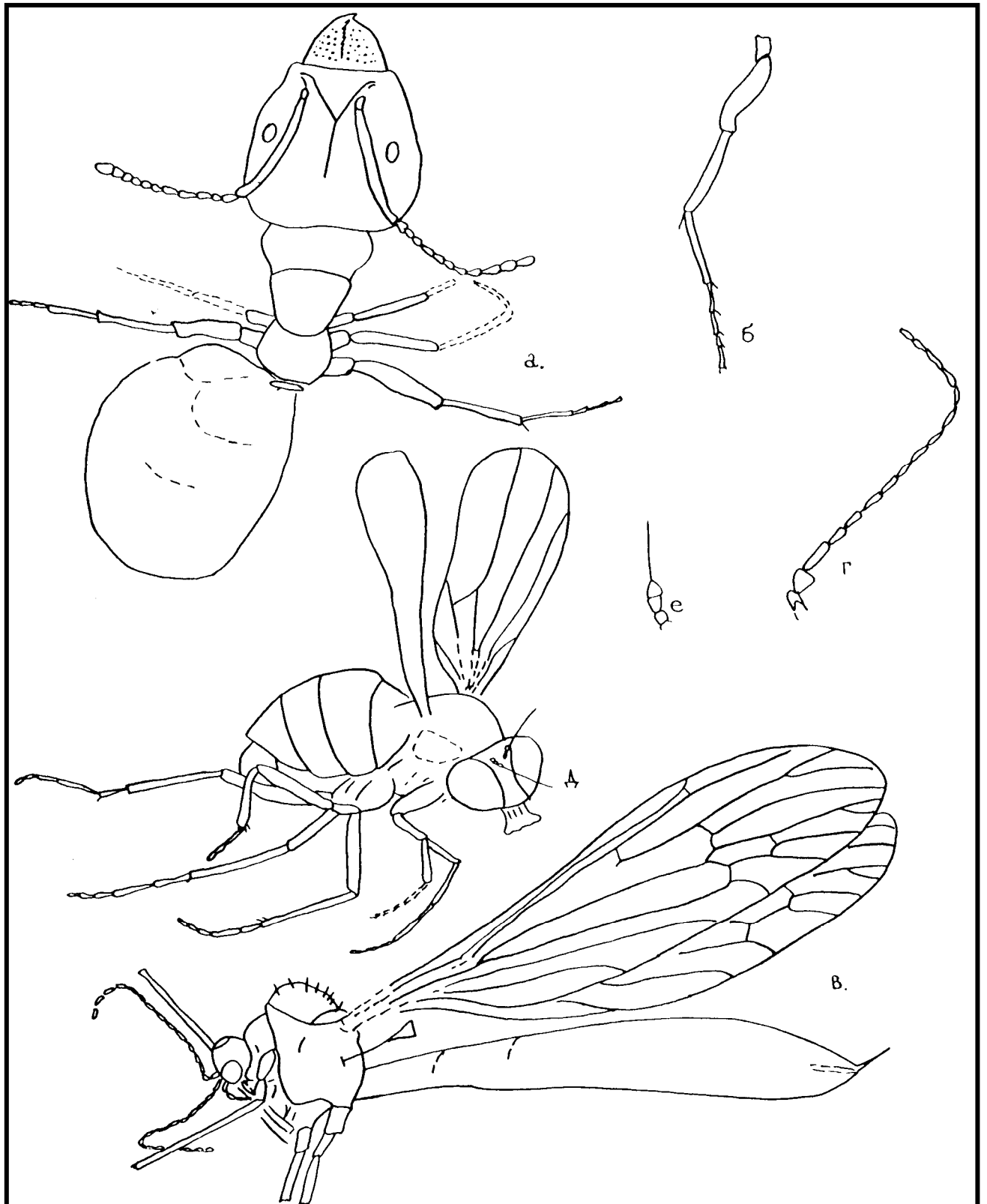


Рис. 4.40 Ископаемые насекомые из янтарей Белорусского Полесья:
 а. *Iridomyrmex bogdassarovi* V.Nasarov, sp. nov.; б. то же, задняя нога;
 в. *Ryta berestiana* V.Nasarov, gen. sp. nov.; г. то же, усик;
 д. *Anepsiomyia alterraneus* V.Nasarov, sp. nov.; е. то же, усик.

Выводы

Ископаемая смола из антропогенных отложений юго-запада Беларуси обладает следующими характерными признаками:

1. Подавляющее большинство зерен (около 80%) представляют собой обломки крупных кусков, вследствие чего генетическая интерпретация их невозможна. Крупные образования можно разделить на две группы: наствольные (натечные, каплевидные и т.д.) и внутривольные (в т.ч. подкорковые и внутрикоровые). Размеры крупнейших образцов белорусского янтаря не превышают 200x100x56 мм. Масса не более 556,8 г. Вариации соотношения размеров и массы средних и мелких зерен очень разнообразны.
2. Цветовая гамма включает в себя красновато-коричневые, буро-красные, желто-коричневые, желто-оранжевые, светло-желтые, медово-желтые, золотисто-желтые, а также светло-коричневые и бело-матовые различия. По степени прозрачности выделяются прозрачные, дымчатые, бастардные, костяные и пенистые разновидности. Применение метода электронной микроскопии позволило выявить закономерность между количеством внутренних пустот в образце и степенью его прозрачности. Чем больше пустот, тем меньше прозрачность. Блеск образцов может быть стеклянный, жирный, восковой или матовый, в зависимости от характера поверхности. Исследование люминесценции показало, что для большинства прозрачных и дымчатых разновидностей характерно светло-голубое свечение разной интенсивности, а у непрозрачных образцов свечение, как правило, отсутствует, либо отмечается как бело-матовое.
3. Микротвердость изученных образцов колеблется в пределах от 22,1 до 30,4 кг/мм² и не зависит от степени их прозрачности. Микрохрупкость этих же образцов связана со степенью их твердости, хотя подобная зависимость не всегда является прямой. Число хрупкости составляет в среднем 150-200 г, снижаясь до 120 г у сильно окисленных разновидностей. В целом образцы могут быть отнесены к группе вязких смол. Янтарь из археологических раскопок характеризуется микротвердостью от 22,1 до 27,1 кг/мм² и числом хрупкости 80-120 г. Отмечены следующие виды излома зерен: ровный, неровный, ступенчатый и занозистый. Трещиноватость, в первую очередь, зависит от степени окисления зерна: чем она выше, тем сложнее рисунок узоров. Отдельность присуща только натечным разновидностям, которые при ударе разделяются на отдельные пластинки.
4. Плотность изученных образцов колеблется в пределах от 1,02 до 1,10 г/см³. Значимых различий по этому показателю между отдельными зёрнами не фиксируется. Некоторое

увеличение плотности отмечается у окисленных зерен при развитии процессов “залечивания” пор.

5. Рентгенографическое исследование показало, что все образцы отличаются аморфным строением, но могут содержать отдельные кристаллические включения. Гало на рентгенограммах находятся в области углов рассеивания 11-20° с максимумом 15-16°. В целом этот метод в приложении к изучению конституции ископаемых смол несет в себе сравнительно мало информации.
6. Спектры электронного парамагнитного резонанса в янтаре характеризуются появлением после облучения интенсивного сигнала в виде синглетной линии ($g = 2,0036 (\pm 5)$, $\Delta H = 33$ э), а концентрация спинов повышается на два порядка, достигая значений $3,6-3,7 (\pm 1,1) \times 10^{19}$ сп/г. Рентгеновское излучение стимулирует разрыв связей в молекулах и образование свободных радикалов.
7. Кривым дифференциального термического анализа изученных образцов свойствен набор эндо- и экзоэффектов типичных для вязких ископаемых смол. Температура размягчения для разных зерен колеблется от 120 до 180°C, температура течения - от 370 до 420°C. Это указывает на наличие элементов сходства в их строении.
8. Инфракрасные спектры анализированных образцов очень схожи между собой, состоят из набора одних и тех же полос поглощения и отличаются лишь соотношением интенсивности этих полос. Применение этого метода подтвердило наличие в структуре смол карбоксильных, перекисных, гидроксильных и сложноэфирных функциональных групп, а также простых и двойных связей. В целом характер спектров типичен для определенной разновидности вязких ископаемых смол - сукцинита.
9. Элементный состав смол таков: С - 74,38-81,97%; Н - 9,62-11,70%; О - 6,62-15,20%. Сера присутствует далеко не во всех образцах, среднее содержание ее около 0,42-0,44%. Величина отношения С/Н колеблется в пределах от 6,67 до 8,04. Зольность не более 0,25%. Исследование золы показало в ней присутствие элементов-примесей: Mg, Ti, Cr, Mn, Cu, Si, Al, Fe, V. Содержание янтарной кислоты в продуктах сухой перегонки образцов колеблется от 3,25-3,95% у прозрачных зерен до 5,34-7,81% у непрозрачных.
10. Включения в образцах отмечаются в основном в виде минеральных зерен или газовой фазы. Также отмечены представители класса насекомых (Diptera, Hymenoptera) в трех прозрачных образцах медово-желтого и светло-оранжевого цвета, найденных на проявлении Гатча-Осово.

ГЛАВА 5

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ГЕНЕЗИСА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

5.1. Диагностика ископаемых смол из антропогенных 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, как правило, совместно могут встречаться несколько минеральных видов смол, различающихся по свойствам и составу, а значит и по возможности использования, остро назрела необходимость в проведении ревизии на этот счет ряда крупных месторождений поделочных ископаемых смол (табл. 5.1.). Необходимы также большие статистические выборки детальными минералогическими исследованиями смол, которые могут привести к открытию их новых видов, а в конечном итоге - к решению вопросов генезиса проявлений и прогноза территорий на янтареносность.

Применение физических и физико-химических методов анализа к познанию конституции аморфных органических минералов полимерного строения, в том числе и ископаемых смол, позволили С.С.Савкевичу (1970Г) рекомендовать для этих целей ИК-спектроскопию (в основном в области частот $2000-400\text{ см}^{-1}$), метод ЭПР (чувствительностью не менее $1 \cdot 10^{13}\text{ г}^{-1}$ неспаренных электронов) при разных температурах, дериватографию на низких скоростях нагрева (порядка 3°C мин^{-1} и ниже), рентгенографию, элементный химический анализ, определение содержания элементов-примесей и янтарной кислоты и др. Позднее Т.Н.Соколовой (1987) была показана целесообразность использования для диагностики ископаемых смол методов изучения их пластических и термических свойств. Наряду с классическими минералогическими исследованиями все это позволяет диагностировать ископаемые смолы вплоть до определения вида (сукцинит, румэнит, бирмит и т.д.).

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 янтаря Пальменикенского (Савкевич,

Таблица 5.1.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЕЛОЧНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

Наименование вида	Средний химический состав, %				Цвет	Плотность, г/см ³	Твердость по Моосу	Т плавления, С ⁰	Содержание янтарной кислоты, %	Примеры месторождений
	С	Н	О	S						
Янтарь (сукцинит)	79,75	10,35	9,60	0,30	Желтый, белый	1,05-1,09	2,0-2,5	340-360	3-8	Прибалтика, Украина
Румэнит	81,64	9,65	7,56	1,15	Красный, бурокрасный, коричневый	1,03-1,12	2,5-3,0	350-375	1-5	Карпаты, Румыния
Бирмит	80,05	11,50	8,43	0,02	Темно-красный, медовый, коричневый	1,03-1,09	2,5-3,0	340-350	следы	Бирма
Симетит	69,48	9,24	20,76	0,52	Желтоватый, вишневый	1,05-1,07	2,0-2,5	350-370	следы	Сицилия
Цедарит	78,50	9,93	11,25	0,32	Медово-желтый, темно оранжевый	1,05-1,08	2,0-2,5	340-350	нет	Канада

1970Г) и Клесовского (Сребродольский, 1984А) месторождений. Результаты подобного сопоставления приводятся ниже.

Морфология, размеры, масса. Подавляющее количество зерен белорусского янтаря (около 80%) представляют собой, как указывалось выше, обломки более крупных кусков, часть из которых характеризуется довольно высокой степенью окатанности и тонкой корочкой окисления, что затрудняет их генетическую интерпретацию. Сохранившиеся крупные куски по аналогии с образованиями Прибалтики и Украины можно разделить на наствольные и внутривольные.

У белорусских образцов первичные капли сильнее деформированы, “сталактиты” невелики по размерам и имеют в поперечнике, как правило, свежий излом, натечные пластины тоньше, поверхность зерен несет на себе многочисленные следы транспортировки в виде борозд и углублений. Таким образом, налицо визуально различимая степень деформированности образцов янтаря Беларуси с одной стороны и Прибалтики и Украины с другой.

На белорусских образцах почти отсутствуют отпечатки коры деревьев, древесных волокон и листьев, что свидетельствует о довольно значительной их транспортировке от мест первичного образования. Об этом же говорит и размерная характеристика белорусских образцов (см. табл. 4.1.). Вариации соотношения размеров и массы крупных, средних и мелких зерен весьма разнообразны, но в целом доля крупных образований в Беларуси намного меньше, чем в Прибалтике и на Украине (Савкевич, 1970Г; Сребродольский, 1984А; Богдасаров, 1988).

Оптические свойства. Цвет сукцинита Прибалтики варьирует в довольно широких пределах: от бледно-желтого, почти бесцветного до красно-коричневого (Савкевич, 1970Г). В янтарях Украины несколько преобладают желто-коричневые и коричневатокрасные оттенки (Сребродольский, 1984А), причем последние присутствуют как на Клесовском месторождении, так и в других местах и содержат в своем составе достаточно высокое (до 0,1%) количество железа. Цветовая гамма белорусского янтаря включает в себя практически все оттенки описанных разностей, за исключением голубоватых и зеленоватых (Прибалтика) и вишнево-красных (Украина). В целом преобладают многочисленные переходные разности желтого и желто-коричневого цветов. Степень прозрачности изученных образцов янтаря варьирует от совершенно прозрачного до непрозрачного. Она зависит от количества, размеров и распределения в нем пузырьков воздуха, наличия механических примесей других веществ и степени выветривания. Результаты изучения тонких особенностей текстуры зерен по данным электронной микроскопии приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ТЕКСТУРНЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ЯНТАРЯ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ**

Текстурные особен- ности	Разновидности янтарей		
	Прозрачный	Полупрозрачный	Непрозрачный
Беларусь			
Размеры пустот, мм	0,0001-0,0025	0,0001-0,0100	0,0010-0,0250
Форма пустот	Округлая	Эллипсоидальная	Сложная
Границы контактов между слоями	Четкие, ясные	Размытые	Размытые
Включения	Отсутствуют	Иглоподобные	Хлопьевидные
Количество трещин, препятствующих прохождению света	Незначительное	Среднее	Большое
Прибалтика			
Размеры пустот, мм	0,0001-0,0025	0,0025-0,0125	0,0025-0,0400
Форма пустот	Округлая	Сферическая	Эллипсоидальная
Границы контактов между слоями	Четкие, ясные	Размытые	Размытые
Включения	Отсутствуют	Иглоподобные	Хлопьевидные
Количество трещин, препятствующих прохождению света	Незначительное	Среднее	Большое
Украина			
Размеры пустот, мм	0,00015-0,0030	0,0030-0,0500	0,0010-0,0500
Форма пустот	Округлая	Сферическая	Эллипсоидальная
Границы контактов между слоями	Четкие, ясные	Размытые	Размытые
Включения	Отсутствуют	Иглоподобные	Хлопьевидные
Количество трещин, препятствующих прохождению света	Незначительное	Среднее	Большое

По текстурным особенностям существенных различий в образцах Беларуси, Прибалтики и Украины не установлено.

Цвет черты у всех сопоставляемых разновидностей одинаков. Неокисленные образцы имеют белую или светло-желтую черту, окисленные – желто-коричневую до красноватой. Густота окраски возрастает с повышением степени окисления и мощности реакционной корочки. Блеск у большинства образцов стеклянный, жирный, у костяных и пенистых разновидностей – восковой, реже матовый. Иногда разные стороны даже одного куска имеют неодинаковый блеск. Различий блеска у образцов из различных регионов не наблюдается.

Спектр люминесценции сукцинита Прибалтики характеризуется широкой полосой испускания в области 390-610 нм. Спектрально-кинетические исследования фотолюминесценции белорусских образцов определили наличие в спектрах полос с длинами волн от 435 до 560 нм, т.е. спектры люминесценции белорусских образцов почти не отличаются от прибалтийских. То же касается и сравнения с образцами Украины.

По показателю преломления значительных различий у сопоставляемых разновидностей смол не фиксируются (табл. 5.3.).

Таблица 5.3.

ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЯНТАРЯ

Характеристика образца	Беларусь	Прибалтика	Украина
Неокисленный	1,537-1,543	1,588-1,543	1,539-1,542
Окисленный	1,545-1,550	1,550-1,554	1,545-1,546

Механические свойства. По показателям твердости и хрупкости (табл. 5.4.), особенностям излома, трещиноватости и отдельности белорусские образцы идентичны прибалтийским и украинским. Колебания микротвердости у белорусских образцов составляет 22,10-30,40 кг/мм², а средние значения для различных зерен колеблются в еще более узких границах – от 25,30 до 26,90 кг/мм². Средние значения у сукцинита Прибалтики (Савкевич, 1970Г) варьируют от 20,0 до 27,0 кг/мм², т.е. данные по изученному янтарю, включая археологический, вписываются в пределы колебаний твердости сукцинита Прибалтики. Пластичность (хрупкость) исследуемых образцов (число хрупкости 150-200 г и более) позволяет характеризовать их как вязкие, что также соответствует образцам Прибалтики и Украины. У окис

ленных разностей этот показатель снижается до 120 г, а у археологических образцов до 80-120 г.

Таблица 5.4.

МИКРОТВЕРДОСТЬ ЯНТАРЯ, кг/мм²

Наименование участков	Нагрузка, г		
	5	50	100
Гатча	22,10	28,90	28,70
Каташи	23,20	29,14	27,14
Осово	22,20	30,40	28,20
Белоозерск	22,30	27,92	28,41
Микашевичи	22,90	28,06	25,12
Клецк (археол.)	22,10	27,10	24,80
Пальмникен	26,10	26,80	28,90
Куршская коса	23,60	25,80	26,90
Язовское	26,40	27,90	29,20
Клесово	26,30	27,20	29,20

По **плотности** (табл. 5.5.) значимых различий у белорусских, прибалтийских и украинских янтарей не установлено.

Таблица 5.5.

СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ ЯНТАРЯ

Наименование участков	Плотность, г/см ³		
	От	до	средняя
Клесово	1,00	1,10	1,05
Пальмникен	0,98	1,08	1,04
Куршская коса	1,00	1,10	1,06
Гатча-Осово	1,02	1,10	1,05
Клецк (археол.)	1,02	1,06	1,04

Рентгенография. Сравнение образцов Беларуси, Прибалтики и Украины по параметрам радиального распределения атомной плотности (корреляционным функциям) и по рентгенометрическим характеристикам кристаллических включений показало, что белорусский янтарь несколько ближе к прибалтийскому, чем к украинскому. Гало на рентгенограммах янтарей всех месторождений и проявлений находятся в области углов рассеяния 11-20°, с максимумом 15-16°.

Электронный парамагнитный резонанс. Применяя метод ЭПР, было установлено наличие в янтаре свободных радикалов в количестве 10^{14} - 10^{16} г⁻¹ при ширине сигнала от 10 до 15 э. Концентрация парамагнитных центров в образцах Клесовского месторождения (Сребродольский, 1984А) – в тех же параметрах, причем количество центров обусловлено наличием радикалов, которые образуются под действием свободного кислорода (Савкевич, 1970Г).

Спектры электронного парамагнитного резонанса белорусских образцов характеризуются появлением после облучения интенсивного сигнала в виде синглетной линии ($g=2,0036(\pm 5)$; $\Delta H=33\varepsilon$), а концентрация спинов повышается на два порядка, достигая значений $3,6-3,7(\pm 1,1)\times 10^{19}$ сп/г. Рентгеновское излучение стимулирует разрыв связей в молекулах янтарной кислоты и образование свободных радикалов.

Термические свойства. Кривым ДТА сукцинита Прибалтики характерен широкий и сравнительно слабый эндоэффект, максимум которого смещается от 98 до 130°C (у белорусских образцов от 160 до 185°C). Этот эффект сменяется сравнительно сильным экзотермическим подъемом в области более высоких температур, который обрывается резким эндотермическим дублетом, в области температур 311-330°C (у белорусских образцов от 320 до 340°C). Затем на кривых ДТА имеются два широких экзотермических эффекта в области температур 350-365°C и 478-508°C (для белорусских образцов соответственно 355-370°C и 490-520°C), разделенных пологим эндоэффектом, максимум которого смещается от 400 до 425°C (для белорусских образцов от 395 до 420°C). Конец реакции находится в интервале 540-565°C (у белорусских образцов в интервале 575-605°C). Кривые ДТА образцов из Клесовского месторождения характеризуются подобным же набором температурных эндо- и экзоэффектов.

Как было показано выше, более информативными для диагностики ископаемых смол являются не определение температуры плавления, а такие показатели как температура размягчения (T_r) и температура течения (T_t). T_r белорусского янтаря приурочена к интервалу

120-180°C (сукцинита Прибалтики – 130-170°C), а Тт – к интервалу 370-420°C (сукцинита Прибалтики 370-410°C), т.е. по последнему показателю, являющемуся диагностическим, сопоставленные смолы сходны.

Инфракрасная спектроскопия. Инфракрасные спектры образцов белорусского, прибалтийского и украинского янтаря очень похожи между собой (рис. 5.1.), состоят из набора одних и тех же полос поглощения и различаются лишь соотношением интенсивности этих полос. Описание и интерпретация ИК-спектров белорусского янтаря приводимые выше, позволяют утверждать, что применение этого метода квалифицированно подтверждает наличие в структуре исследуемых смол карбоксильных, перекисных, гидроксильных и сложноэфирных функциональных групп, а также простых и двойных связей и в конечном итоге дают право диагностировать их как сукцинит.

Элементный химический состав. Сравнение элементного состава янтарей Беларуси, Прибалтики и Украины показало, в общем, их схожесть по основным элементам (С, Н, О) и резкие различия по содержанию серы (табл. 5.6.).

Таблица 5.6.

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЯНТАРЯ БЕЛАРУСИ, ПРИБАЛТИКИ И УКРАИНЫ

Точки находок	Кол-во проб	Средние содержания, %				С/Н
		С	Н	S	О	
Беларусь	45	78,52	10,52	0,43	10,53	7,64
Прибалтика	30	79,75	10,35	0,26	9,24	7,70
Украина	12	78,05	9,55	1,20	11,24	8,17

В то же время из данных табл. 5.6. следует, что соотношение углерода и водорода, являясь важным показателем для углеводородистых соединений, также как и содержание серы, резко отличается у янтарей Беларуси и Прибалтики от аналогичных показателей, характерных для смол Украины. В то же время янтарь Беларуси, при сопоставимых средних значениях основных элементов, характеризуется более значительными колебаниями состава. Так, например, содержание водорода колеблется от 9,62 до 11,70%, углерода - от 74,38 до 81,97%, кислорода – от 6,62 до 15,20%, в то время как колебания состава элементов у прибалтийского янтаря на 1-2% меньше. По содержанию серы янтарь Беларуси (среднее 0,43%) занимает промежуточную позицию между янтарем Прибалтики (среднее 0,26%) и Украины (среднее 1,20%), хотя отдельные пробы содержат серу в количестве до 1,18%.

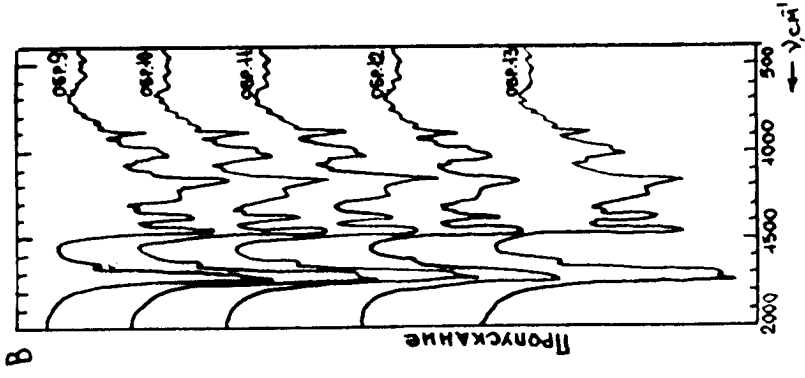
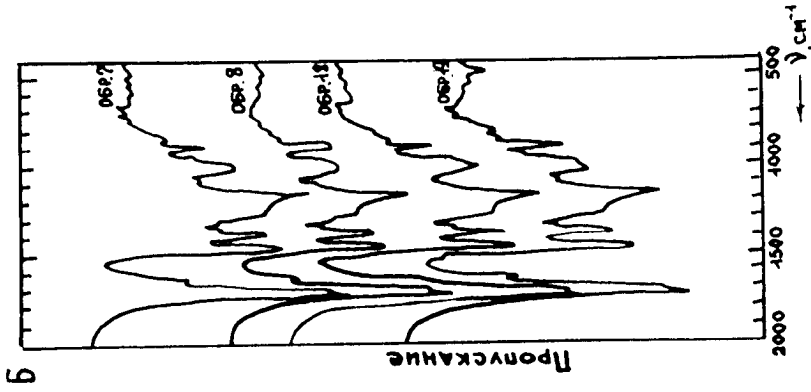
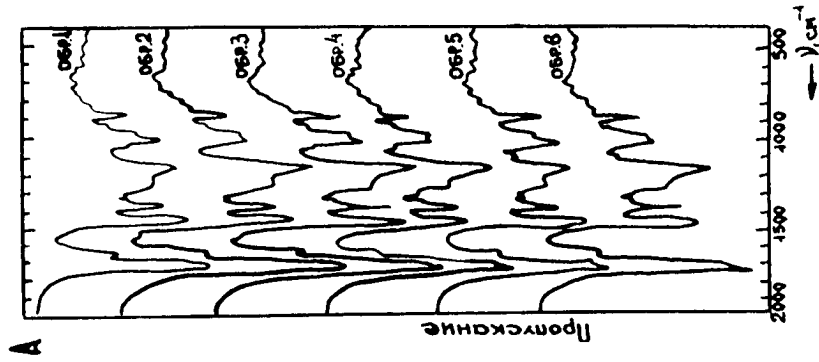


Рис. 5.1 ИК-спектры янтаря

А. БЕЛАРУСИ

1-5 Гамча

6 Микашевичи

Б. УКРАИНЫ

7,8,18 Клессово

19 Н.Петриwczy

В. ПРИБАЛТИКИ

9-10 Светлогорск

11-13 Янтарный

Определенный интерес представляют результаты химического элементного анализа отдельных штуфов янтаря и покрывающей их реакционной корочки. Как правило, корочка отличается от внутренней свежей части штуфа ощутимым повышением содержания кислорода в ущерб, главным образом, содержанию углерода и водорода. Подобная картина наблюдается и для янтаря Прибалтики и Украины. В процессе окисления в янтаре возрастает количество кислорода, а количество остальных элементов уменьшается.

Зольность янтаря связана с включениями в нем различных минеральных образований. У образцов белорусского и прибалтийского янтаря она низкая – 0,20-0,75%, у отдельных разновидностей бастардного и костяного янтаря Прибалтики – до 0,80% (Савкевич, 1970Г). Зольность янтаря Украины значительно превышает эти значения и достигает иногда 8,67% (Сребродольский, 1984А). В янтаре обнаруживается довольно широкий состав элементов-примесей, причем в смолах Прибалтики и Беларуси их несколько меньше, чем на Украине (табл. 5.7.). В украинском янтаре присутствует иттрий, цирконий, свинец, цинк и некоторые другие элементы, которых в янтаре Прибалтики и Белоруссии либо нет вообще, либо в количественном отношении значительно меньше. Известно, что качественно и количественно состав элементов-примесей отражает общую геохимическую специфику питающих провинций. Так, широкий спектр элементов-примесей украинского янтаря можно объяснить составом вмещающих пород, сформировавшихся в районе Украинского щита.

Существенное значение для характеристики химического состава янтаря имеет содержание янтарной кислоты – одного из важнейших диагностических признаков и наиболее характерной особенности сукцинита, позволяющей восстановить палеогеографическую обстановку среды янтареобразования. На содержание янтарной кислоты исследовались прозрачные образцы (13), непрозрачные (17), костяные (4), слабоокисленные (8) и сильноокисленные (11), отобранные с двух янтарепроявлений Беларуси – Гатча и Каташи и полученные результаты оказались сравнимы с данными по содержанию янтарной кислоты в образцах Прибалтики (табл. 5.8).

Свободная янтарная кислота в прозрачных разновидностях сукцинита либо отсутствует (Plonait, Eisenak, 1930), либо ее содержание не превышает 3,20-4,50% (в белорусском янтаре – 3,47-3,95%). Колебания содержания янтарной кислоты в других разновидностях сукцинита (полупрозрачные, непрозрачные, костяные, окисленные и т.д.) достигает значений от 3,20-4,50% до 8,22-9,44%. Отмечено, что количество янтарной кислоты непостоянно не только в различных образцах, но даже в одном и том же образце в зонах неодинаковой степени окисленности.

Таблица 5.7.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРИМЕСИ В ЯНТАРЯХ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, %

Элементы	Пальмникен (10 анализов)	Гатча-Осово (13 анализов)	Клесово (13 анализов)
Ванадий	-	0,000-0,0005	0,0001-0,0005
Марганец	0,001	0,0002	0,003-0,005
Медь	0,0003-0,001	0,0001	0,0003-0,001
Титан	0,001-0,01	0,005	0,001-0,002
Цирконий	-	-	0,003
Алюминий	0,0003-0,003	0,0003-0,009	0,0003-0,003
Кремний	0,003-0,03	0,001-0,1	0,003-0,1
Магний	0,003-0,01	0,0001	0,001-0,1
Кальций	0,1-0,3	0,01-0,05	0,05-0,5
Железо	0,01	0,005	0,003-0,1
Свинец	-	-	0,001-0,005
Цинк	-	-	0,001-0,003
Хром	-	0,0005	0,0007
Барий	-	0,0001	0,0001
Кобальт	0,0003	0,0001	-
Натрий	0,001-0,003	0,0001	-
Стронций	-	-	-
Никель	-	-	-
Молибден	-	0,0001	-
Иттрий	-	-	0,0005

Таблица 5.8.

**СОДЕРЖАНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ В СУКЦИНИТЕ ПРИБАЛТИКИ И ЯНТАРЕ
БЕЛАРУСИ, %**

Наименование разновидностей сукцинита	Точки отбора		
	Гатча	Каташи	Пальменикен*
Прозрачный	3,47-3,95	3,25-3,87	3,20-4,50
Непрозрачный	4,02-5,95	3,95-5,87	4,00-6,20
Костяной	5,28-7,81	5,34-7,87	5,50-7,80
Слабоокисленный	7,85-8,01	7,92-8,09	-
Сильноокисленный	8,22-9,34	8,11-9,44	8,20

Примечание. * по Helm /1881-1896/.

Включения в янтаре Беларуси изучены в силу меньшего, чем в Прибалтики и Украине числа просмотренных образцов, недостаточно полно. В янтарях Прибалтики установлено около 200 видов споровых, голосеменных и покрытосеменных видов растительности. Отмечаются они в меньшей мере и на Клесовском месторождении. В белорусских же смолах попадаются только единичные образцы с отпечатками древесины с параллельно расположенными волокнами и плохо сохранившимися кусочками коры.

Очень много в прибалтийских янтарях включений насекомых и паукообразных, в то время как в янтарях Клесово и Гатча-Осово их находят в единичных образцах. Мало в белорусских янтарях минеральных включений (в основном примазки глинистых минералов), в то время как в Клесово и Пальменикене месторождении нередки зерна пирита, кальцита, битума и др. Тоже относится и к газовой-жидким включениям. А вот по характеру включений одного вида янтаря в другом в белорусских образцах отмечается такое же многообразие, как и в янтарях Пальменикенского и Клесовского месторождений.

Резюмируя все вышеизложенное, ниже приводятся основные черты сходства белорусского янтаря с сукцинитом Пальменикенского и Клесовского месторождений (табл. 5.9.), а также его основные отличительные особенности (табл. 5.10.). Проведенный комплекс исследований физических, физико-химических и химических особенностей белорусских ископаемых смол позволяет однозначно диагностировать их как янтарь (сукцинит) в целом подобный янтарию (сукциниту) Прибалтики и Украины. Правда, необходимо отметить, что ископаемые смолы Клесовского месторождения по ряду показателей отличаются от янтаря Прибалтики и Беларуси (Сребродольский, 1984А). Одним из таких отличий является повышенное содержание серы (до 1,2%), что характерно, например для румэнита, а следовательно, возможно предположение о существовании в районе Клесово неизвестной разновидности ископаемых смол (клесовит), встречающейся наряду с сукцинитом. Исследования в этом направлении должны быть продолжены.

Таблица 5.9.

**СХОДНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛОРУССКОГО,
ПРИБАЛТИЙСКОГО И УКРАИНСКОГО ЯНТАРЯ**

Диагностические признаки	Сходные особенности
Морфология и размеры	Наствольные и внутривольные образования, большое количество средних и мелких кусочков.
Цвет янтаря	Многочисленные переходные разности светло-желтого, желтого и желто-коричневых цветов.
Прозрачность	Прозрачные, полупрозрачные и непрозрачные разности, между которыми отмечаются многочисленные переходы. Форма пустот – округлая, сферическая, эллипсоидальная; границы контактов ясные, четкие у прозрачных разностей и размытые – у непрозрачных.
Люминесценция	Свечение у всех прозрачных образцов светло-голубое, у непрозрачных – либо отсутствует, либо отмечается как бело-желтое, реже кремово-желтое. Диапазон в спектрах люминесценции полос с длинами волн от 435 до 560 нм – наиболее характерный.
Показатель преломления	Янтарь – оптически изотропен. Показатель преломления у всех неокисленных образцов 1,537-1,543, у окисленных 1,545-1,1554. Двупреломление: 0,006-0,009.
Твердость и хрупкость	Колебания микротвердости всех исследуемых образцов вписываются в пределы от 20 до 30 кг/мм ² , включая образцы из археологических раскопок. Хрупкость – до 150-200 грамм и более, т.е. все образцы характеризуются как вязкие смолы.
Плотность	Средние значения близки между собой и колеблются от 0,98 до 1,10 г/см ³ . У сильно окисленных образцов плотность янтаря несколько увеличивается.
Рентгенография	Все образцы характеризуются аморфным строением.
Термические свойства	Всем образцам свойствен набор эндо- и экзоэффектов типичный для вязких ископаемых смол. Температура размягчения (120-180 ⁰ С) и температура течения (370-420) белорусского янтаря соответствуют таковым янтаря Прибалтики, что указывает на элементы подобия в их строении.
Инфракрасная спектрометрия	ИК-спектры всех образцов похожи между собой и состоят из набора одних и тех же полос поглощения, характерных для определенной разновидности вязких смол – сукцинита.
Химический элементный состав	Сравнение элементного состава янтарей из проявления Гатча, месторождений Пальменикен и Клесово показало, в общем, близость состава по основным элементам. Средние значения углерода колеблются в пределах 78,05-79,75%, водорода от 9,55 до 10,48% и кислорода от 9,24 до 11,24%.
Элементы – примеси	Состав элементов – примесей повсеместно характеризуется широким спектром (кремний, алюминий, железо, марганец, магний, титан, медь, кальций и др.), отражающим качественно и количественно общую геохимическую специфику питающих провинций.
Содержание янтарной кислоты	Сопоставимо с янтарем Прибалтики (до 3,95% в прозрачных разностях и до 7,81% в непрозрачных разностях). Данные по содержанию янтарной кислоты в янтарях Украины отсутствуют.
Включения	В янтарях отмечены включения минеральных зерен, газовой-жидкие включения, включения одного вида янтаря в другом, растительные включения и включения фауны насекомых.

Таблица 5.10.

**ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛОРУССКОГО
ЯНТАРЯ**

Диагностические признаки	Отличительные особенности
Морфология и размеры	Обломки более крупных кусков, меньше их размеры, более высокая степень окатанности, сильно деформированные первичные формы зерен, наличие свежих сколов, следов борозд, шрамов и углублений, отсутствие отпечатков коры деревьев, древесных волокон, листьев.
Цвет янтаря	Отсутствие голубых, зеленовато-голубых (Пальменикен) и темно-красных образцов (Клесово). Цвет белорусского янтаря обусловлен поглощением фиолетово-голубой части спектра (λ от 340 до 510 нм) и пропусканием световых волн в диапазоне (λ от 510 до 760 нм), которые придают янтарию оттенки желтого и желто-коричневого цветов.
Рентгенография	Гало на рентгенограммах находится в области углов рассеивания $11-20^\circ$ с максимумом $15-16^\circ$. Брегговские рефлексы минеральных включений соответствуют межплоскостным расстояниям $3,302\text{\AA}$, $3,168\text{\AA}$, $2,710\text{\AA}$. Радиусы координационных сфер лежат соответственно в интервалах $2,0-2,2\text{\AA}$ и $3,5-4,0\text{\AA}$. Данные параметры ближе к янтарям Пальменикенского месторождения.
Электронный парамагнитный резонанс	Значительно меньше число парамагнитных центров, по сравнению с темно-коричневыми и красноватыми образцами Клесовского месторождения.
Инфракрасная спектроскопия	ИК-спектры белорусских и прибалтийских образцов отличаются от украинских более четкими и яркими полосами поглощения.
Химический элементный состав	Значительные колебания основных элементов: водорода от 9,62 до 11,70%, углерода от 74,38 до 81,97%, кислорода от 6,62 до 15,20%. Соотношение водорода и углерода (1:7,46) сопоставимо с янтарем Пальменикена (1:7,70) и отличается от янтаря Клесово (1:8,17). По содержанию серы (среднее 0,43%) – промежуточная позиция между янтарями Прибалтики (среднее 0,26%) и янтарями Украины (среднее 1,20%).
Элементы – примеси	Меньший спектр элементов – примесей, как по количеству, так и по содержанию отдельных элементов у белорусских и прибалтийских янтарей по сравнению с украинскими. Отсутствие циркония, цинка, свинца, иттрия и др. Присутствие кобальта, натрия, молибдена. Относительно низкое содержание железа, марганца, магния, кальция.
Включения	В количественном отношении значительно меньше органических, минеральных и газовой-жидких включений, по сравнению с янтарями из Пальменикенского и Клесовского месторождений. Включения с фауной насекомых отмечены только в трех образцах, очень мало включений с отпечатками древесины, отсутствуют включения растительных волокон, листьев.

5.2. Происхождение ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси

Рассматривая вопросы генезиса янтаря и его залежей, необходимо иметь в виду ряд аспектов этой проблемы. Во-первых, требуют выяснения особенности накопления ископаемых смол в палеогеновых отложениях, а во-вторых, образование проявлений и месторождений в антропогенной толще. При решении этих проблем следует учитывать свойства характеризующего самоцвета (низкую плотность, хрупкость, небольшую твердость, наличие большого количества пустот и т.д.), которые обуславливают весьма специфические условия его концентрации, встречающиеся в природе весьма редко.

В настоящее время существуют две основные генетические концепции, пытающиеся объяснить сложный механизм образования янтарных залежей, их разрушения и переноса к местам нынешнего нахождения на территории Беларуси. Вкратце они сводятся к следующему.

1. В палеогене янтарь разносился морскими течениями из районов известных месторождений в Прибалтике по всей территории Балтийско-Днепровской янтареносной провинции. При наличии благоприятных условий могли формироваться более или менее значительные скопления этого самоцвета в палеогеновой толще и в пределах территории юго-западной Беларуси. Затем, в антропогенное время, под воздействием ледников янтарь был переотложен с образованием скоплений и залежей во флювиогляциальных и озерно-аллювиальных отложениях (Савкевич, 1970Г; Катинас, 1971Б; Трофимов, 1974; Краснов, 1977). В этом случае состав и свойства ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси должны быть близки соответствующим показателям янтаря Прибалтики.
2. Вынос янтаря мог осуществляться с суши в северо-западной части Украины. Повторное и многократное переотложение еще в палеогене обусловило разрушение неустойчивых разновидностей смол, что привело к формированию менее богатых залежей (Клесовское месторождение), чем в Прибалтике. Во время антропогенных оледенений эти залежи эродировались и снова переотлагались. Таким образом и возникли все известные проявления янтаря в антропогенных отложениях юго-западной Беларуси и северо-западной Украины (Матрунчик, 1981; Сребродольский, 1984А; Майданович, Макаренко, 1988; Критерии..., 1995). При подобном подходе состав и свойства белорусского янтаря должны совпадать или приближаться к особенностям ископаемых смол Украины.

Характер распространения янтаря в антропогеновых отложениях юго-западной Беларуси в равной мере отвечает обоим представленным выше вариантам, т.е. по полученным данным трудно определить регион, с территории которого происходил снос ископаемых смол в палеогеновое время. Основными факторами, определяющими своеобразие распределения залежей этого вида сырья в антропогеновых отложениях юго-западной Беларуси, являются: наличие областей распространения и размыва материнских янтареносных пород палеогена; приуроченность ископаемых смол к определенным генетическим типам антропогеновых 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.

Авторская модель условий образования янтарных россыпей в антропогеновом покрове Беларуси на основании полученных данных представляется следующим образом. Вынос янтаря из коренных отложений прусской свиты в Прибалтике и ее 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 деформировали палеогеновые залежи, выпавшая из них янтарь, который оказался включенным в моренные валунные глины, суглинки и супеси. 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 талыми водами. При этом флювиогляциальными потоками янтарь, который обладает высокой плавучестью, разносился на большие площади и поэтому не образовал значительных скоплений в соответствующих отложениях. Более благоприятные условия для его накопления возникали в озерах, которые характеризовались относительно интенсивной седиментацией, благоприятным гидродинамическим режимом и существовали в перигляциальных областях. Иногда россыпи, сформировавшиеся на первых стадиях оледенения, в последующем подвергались деформации и частичному уничтожению под воздействием вновь надвигавшихся льдов.

В заключение необходимо отметить, что выводы, полученные в результате проведения данного исследования, хорошо согласуются с позицией тех ученых, которые полагают, что ископаемые смолы в границах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции представлены, в основном, сукцинитом. Некоторые различия по свойствам и составу смол из раз

ных проявлений в пределах этой провинции (Пальмникен и Клесово) объясняются неодинаковыми условиями их захоронения и последующего преобразования (Савкевич, 1970Г; Сребродольский, 1984А; Богдасаров, 1988). Подобное обстоятельство несколько затрудняет идентификацию смол, которая, в принципе, возможна лишь до определения вида (сукцинит, геданит, румэнит и т.д.), но не его точного местонахождения в границах названной провинции.

Описанный механизм формирования янтарных россыпей в антропогеновых отложениях Беларуси не противоречит общепринятым представлениям об особенностях строения и условиях образования этих отложений (Цапенко, 1961; Гурский, 1974; Левков, 1980; Рельеф..., 1982; Неотектоника..., 1984; Матвеев и др., 1988; Матвеев, 1990; Закономерности..., 1991; Критерии..., 1995; Установить..., 1997).

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 антропогенового 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.

Выводы

Ископаемые смолы из антропогеновых отложений юго-западной Беларуси являются материалом ближнего переотложения из более древних янтареносных пород палеогена. Подобное заключение подтверждает гипотезу о широком распространении сукцинита в пределах Балтийско-Днепровской янтареносной провинции, где он считается наиболее часто встречающейся разновидностью ископаемых смол. Некоторые различия по свойствам и составу ископаемых смол в границах данной провинции (геданит, клесовит(?) и др.) объясняются неодинаковыми условиями захоронения и последующего преобразования живицы хвойных одних и тех же видов (*Pinus succinifera*), произраставших в палеогене, как на севере, так и на юге рассматриваемой территории.

ГЛАВА 6

МИНЕРАЛОГО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯНТАРЯ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

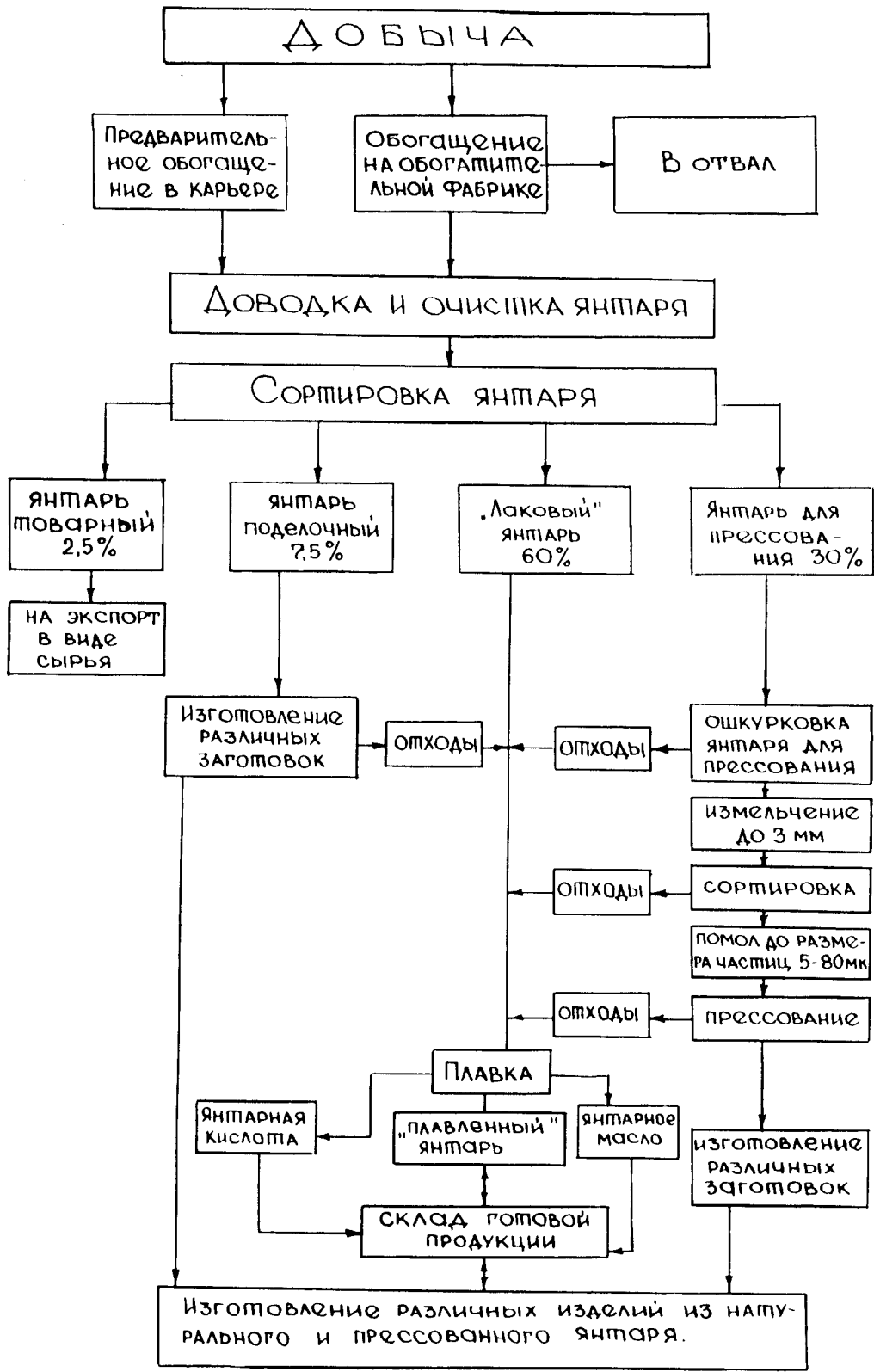
Янтарное сырье с целью извлечения полезного компонента, его доводки и сортировки на отдельные классы подвергается обогащению на Калининградском янтарном комбинате АООТ “Русский Янтарь”. Поскольку по своим свойствам белорусский янтарь во многом аналогичен прибалтийскому, то естественно предполагать, что и процессы их обогащения будут сходными. Поэтому технология, используемая на Калининградском янтарном комбинате, может применяться при разработке залежей белорусских ископаемых смол.

Процесс обогащения янтаря осуществляется в песчано-глинистых суспензиях плотностью 1,10-1,15 г/см³ на основе раствора хлористого натрия по следующей схеме (рис. 6.1.). Всплывший в основных и перечистных сепараторах янтарь вместе с другими легкими примесями и суспензией поступает на дренажные дуговые сита, промывается, обезвоживается и подается в доводочные барабаны, в которых производится удаление остатков вмещающей породы, растительных остатков, лигнита и части верхнего непрочного окисленного слоя с поверхности зерен янтаря. После доводки производится сушка янтаря до воздушно-сухого состояния с последующим грохочением и рассеиванием на три класса крупности.

Класс +32 мм направляется на ручную сортировку, а классы 8-32 мм и -8 мм, после отделения древесной щепы, лигнита и промывки на шпальных ситах и сушки - на склад готовой продукции и далее для изготовления различных ювелирных и ювелирно-художественных изделий. Основной продукцией обогатительной фабрики является янтарь доведенный, т.е. янтарь, поверхность которого очищена от песчано-глинистой породы, промытый, высушенный, отсортированный по фракциям, полностью или частично освобожденный от корочки окисления.

Добытый янтарь подразделяется на уникальный, поделочный, пластинчатый, коллекционный, прессованный и лаковый. Далее по степени прозрачности выделяются сорта, причем каждый из них характеризуется соответствующей плотностью, зависящей от пористости, наличия минеральных и древесных включений, пузырьков воздуха и т.д. Колебания плотности составляют для янтаря прозрачного 1,040-1,080, полупрозрачного 1,030-1,070, непрозрачного 1,050-1,080, костяного 1,000-1,100, пенистого 1,000-1,040 г/см³. В этом плане физические константы белорусского янтаря, такие как твердость (2,0-2,5), степень прозрач

Рис. 6.1 Принципиальная схема обработки янтаря.



ности и плотность (от 1,02 до 1,10 г/см³) практически не отличаются от янтаря прибалтийского, а меньшее количество примазок глинистых частиц и древесных остатков будут способствовать лучшей обогатимости сырья.

Отходы обогащения и потери с хвостами обогатительных сепараторов состоят из янтаря, механически увлекаемого тяжелой фракцией, зерен, которые имеют углубления и трещины, в результате чего плотность их выше плотности рабочей суспензии, и янтаря крупностью менее 2 мм, уносимых с подрешетными водами. Последнее предусматривается технологическим режимом обогащения и в общем балансе не учитывается. В процессах добычи, транспортировки и обогащения часть зерен янтаря в зависимости от твердости, хрупкости и степени окисления дробится, причем белорусский янтарь несколько превосходит прибалтийский в хрупкости и степени окисления и это необходимо учитывать в процессе обогащения.

Кроме того, следует иметь в виду, что размерная классификация белорусского янтаря (см. табл. 4.1.) характеризуется достаточно высоким выходом мелких фракций (класс -8 мм составляет 32%) и, следовательно, технологически неизбежные потери янтаря класса - 2 мм следует принимать во внимание в общем балансе технологической оценки качества янтаря. Выход фракции +32 мм и более составляет 19,6%. Из фракций такой размерности отобранных на проявлениях Гатча, Каташи и Микашевичи были изготовлены по технологии Калининградского янтарного комбината различные ювелирные изделия (фото 22), которые по своим декоративным и художественным особенностям практически не отличались от аналогичных изделий изготовленных из балтийского янтаря.

На поверхности мелких и средних зерен, как правило, всегда отмечаются трещинки, извилины, вмятины, бугорки и морщинки, а также нередко тонкий слой корочки окисления. Это делает экономически невыгодным его обработку на различные художественно-ювелирные изделия, технологические детали и камнерезную продукцию из-за большого количества потерь и получаемых отходов. Янтарь непрозрачной разновидности, вследствие его значительной пористости, снижающий диэлектрические свойства, не может быть использован для изготовления технических изделий-изоляторов. Прозрачный янтарь, который по своим свойствам мог бы быть сырьем для изготовления изоляторов, встречается в природном состоянии в незначительных количествах. По этим причинам, в целях увеличения количества поделочного янтаря для художественно-камнерезных и ювелирных изделий и возможности изготовления технических изделий-изоляторов, часть мелкого янтаря должна подвергаться прессованию. Кроме того, дополнительным сырьем для прессования янтаря являются отходы в виде ломаных деталей, получаемых при изготовлении различных янтарных изделий из натурального янтаря.

Прессование белорусского янтаря производилось в специальных пресс-формах при температуре нагрева 220⁰С и удельном давлении 2400-2700 кг/см². Подбор различного по оттенкам и степени прозрачности естественного янтаря и добавки различных красителей в сочетании с особыми режимами давления позволили получить различные по окраске и структуре предметы. При этом самые лучшие образцы прессованного янтаря с большим трудом можно было отличить от натурального.

Непосредственно процесс прессования янтаря основан на физических законах, не приводящих к изменению химического состава смол. Прессованный янтарь изготавливается в виде стержней, пластин и полуфабрикатов различной, но не очень сложной конфигурации. На фото 23 показаны формы из прессованного янтаря и изготовленные из них бусы. Материалом для прессования послужили соответствующие мелкие кусочки из различных проявлений Беларуси (в основном Гатча-Осово, Каташи, Микашевичи). Весь этот материал для прессования был разделен на две группы: без корочки окисления и с тонкой корочкой окисления (не ошкуренный) и подвергнут прессованию по технологии Калининградского янтарного комбината. Далее из полученных прессованных стержней и пластинок были изготовлены бусы, вставки для колец, кулоны и серьги. Ювелирные изделия, полученные из прессованного янтаря Беларуси, характеризуются высокими декоративными и цветовыми характеристиками, прозрачностью, прочностью и соответствуют требованиям, предъявляемым к ювелирным изделиям, полученным из янтаря Прибалтики.

Прессованный янтарь - хороший диэлектрик, его повышенная теплоемкость позволяет широко использовать его в приборостроении в качестве специальных изоляторов. Прозрачный прессованный янтарь используется также для изготовления специальной медицинской посуды. Чрезвычайно малая смачиваемость и способность препятствовать гемолизу (процессу разрушения красных кровяных телец - эритроцитов) и свертыванию крови позволяет изготавливать из прессованного янтаря различные приборы и инструменты для переливания крови, а также сосуды для ее консервирования. Прессованный янтарь имеет разнообразное сочетание цветов и оттенков, заимствованных у янтаря природного, что очень важно для изготовления различных ювелирных изделий. Излом у него раковистый, блеск слегка матовый. Прессованный янтарь легко обрабатывается резцами, хорошо шлифуется и полируется до зеркальной поверхности. Химический состав (%): углерод 78-80, кислород 9-11, водород 8-12, сера 0,01, азот 0,01.

В качестве сырья для химической переработки и получения плавленного янтаря, технической и реактивной янтарной кислоты (фото 24) может применяться янтарь любого клас

са и сорта. Однако по экономическим соображениям в плавке целесообразно использовать такие зерна, которые по своим свойствам не являются поделочными и не пригодны для прессования. Основную массу такого сырья представляют собой фракции менее 5 мм и различные отходы янтаря в виде порошка, стружки и мельчайших обломков, полученных при изготовлении ювелирных и художественных изделий или прессовании. Янтарь, предназначенный для химической переработки, содержит различные примеси минерального происхождения: песок, глину, серу, остатки окаменевшей древесины, бурого угля и др.

Процесс химической переработки янтаря сводится по сути дела к его сухой перегонке. При нагревании выше определенной температуры наступает расплавление, сопровождающееся химическими реакциями, при которых разлагаются высокомолекулярные соединения с образованием более простых веществ. Чем дольше длится нагревание, и чем выше температура, тем проще состав получающихся при этом продуктов. Если прекратить нагревание в момент расплавления то можно получить около 60% легкоплавкой и легкорастворимой канифоли, из которой изготавливают янтарный лак, причем одновременно получается свободная янтарная кислота и около 15% янтарного масла, а также газы, среди которых присутствует сероводород. Если же продолжать нагревание после расплавления янтаря, то новообразованные легкорастворимые смолы переходят в масла и газы и остается небольшое количество кокса.

Янтарь по химическому составу относится к натуральным смолам, которые применяются как основное сырье в лакокрасочной промышленности. Однако янтарь не обладает способностью полностью растворяться в растительных маслах и лаковых растворителях, и в натуральном виде практически не пригоден для изготовления лаков. Только плавленный янтарь приобретает свойства хорошей растворимости в маслах и растворителях и применяется для изготовления янтарных лаков.

Перед плавлением янтарь тщательно промывается в соляном растворе, максимально освобождаясь от механических примесей, и сортируется по сортам (табл. 6.1.). Затем из различных сортов янтаря составляется шихта, примерный состав которой состоит из 80% янтаря 1 и 2 сортов, 5% янтаря 3 сорта и 15% отходов. Состав шихты может меняться в зависимости от наличия сырья на складах и от состояния отходов. Если последние представляют собой кусочки оставшиеся после изготовления прессованного янтаря, то их добавляют в шихту до 30%. Если же отходы янтаря представлены мелкой стружкой и порошком, добавлять их в шихту не рекомендуется, так как мелочь прогревается быстрее основной массы и от сильного перегревания обугли

вается. Кроме того, при загрузке в горячий котел мелкого янтаря он частично уносится с отходящими газами, забивает газоходы и может образовывать взрывчатую смесь.

Таблица 6.1.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТНОСТИ ЯНТАРЯ

Сорт янтаря	Характеристика образцов	Цветовая гамма	Содержание влаги, %	Посторонние примеси
Сорт 1	Мелкие кусочки прозрачного и непрозрачного янтаря, фракции – 18 мм	Водянисто-желтая до светло-желтой	Не более 0,3	Не более 0,1
Сорт 2	Мелкие кусочки непрозрачного, пенистого и костяного янтаря, фракции – 18 мм	Светло-желтая до темно-коричневой	Не более 0,5	Не более 0,1
Сорт 3	Янтарь, с посторонними включениями до 50% по объему	От серой до черной	Не более 0,5	Не более 0,1
Отходы	Порошок, стружка, мелкие обломки изделий, остатки прессованного янтаря	Желтая до темно-желтой	Не более 0,5	Не более 0,3

Сравнение сортности сырья, используемого для плавления, с различными фракциями белорусского янтаря показывает, что суммарное количество фракций - 18 мм составляет более 50%. В перспективе имеется возможность при добыче и эксплуатации янтарных залежей Беларуси использовать (по мере накопления янтарной мелочи) мелкую фракцию не только для прессования, но и для получения плавленого янтаря. Так как янтарь представляет собой соединение сложных органических веществ, его пирогенетические свойства зависят от сложного состава этих веществ и химической структуры самого янтаря.

Исследования термических свойств белорусского янтаря по набору эндо- и экзоэффектов на кривых ДТА полностью соответствуют пирогенетическим свойствам различных сортов прибалтийского янтаря (табл. 6.2.), что подтверждает возможность получения высокосортного плавленого янтаря из белорусского сырья. Плавленый янтарь хорошо сплавляется с растительными маслами: льняным, подсолнечным, тунговым, растворяется в органических растворителях: бензоле, уайт-спирите, скипидаре, бензине и используется в промышленности для изготовления янтарных лаков, эмалей и красителей.

Таблица 6.2.

ПИРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯНТАРЯ, t°С

Сорт янтаря	Начало размягчения	Полное размягчение	Начало выделения Газов	Вспышки газов на воздухе	Начало плавления	Интенсивное плавление
Прозрачный	109	164	141	248	266	343
Полупрозрачный	114	164	140	261	265	317
Непрозрачный	111	170	134	237	279	379
Костяной	115	162	132	245	261	323
Пенистый	125	185	123	334	271	336
Слоистый	116	178	123	240	275	347
Черный	124	171	154	228	273	320

Выводы

Янтарь из антропогеновых отложений Беларуси по своим физическим, физико-химическим и химическим особенностям во многом подобен прибалтийскому сукциниту, что позволяет при его обогащении и переработке использовать технологию, применяемую на Калининградском янтарном комбинате. Высокие утилитарные качества белорусского янтаря также подтверждаются изготовленными из него опытными образцами изделий и продуктами его переработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы авторских исследований 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 янтарю (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, Пальменикского 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).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгиревич Л.Ф. Буроугольная формация кайнозоя Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1981. - 206с.
2. Алексеева А.С., Самаркина Л.А. К вопросу о химическом строении янтаря // Химия природных соединений. - 1966. - № 6. - С. 429-436.
3. Антипов А.С., Силантьев В.К. Вовлечение в разработку забалансовых запасов янтаря // Безопасность труда в промышленности. - 1980. - № 12. - С. 7-8.
4. Аронскинд В.П., Шишкина Л.Д. Микроморфология и химическая структура некоторых ископаемых смол // Литология и полезные ископаемые. - 1977. - № 3. - С. 165-169.
5. Багдасарау А.А., Багдасарау М.А. Беларускі бурштын // Беларуская мінушчына. - 1997. - № 5. - С. 45-47.
6. Багдасарау А.А., Багдасарау М.А., Жлоба І.С. Бурштын Берасцейшчыны - багацце Беларусі // Беларускі гістарычны часопіс. - 1994. - № 2. - С. 47-51.
7. Багдасарау А.А., Багдасарау М.А., Ур'еу І.І. Бурштын у нетрах Беларускага Палесся // Зб. Берасцейскія карані. - Брэст: Упраўленне інфармацыі Брэсцкага аблвыканкама, 1993. - С. 29-37.
8. Багдасарау М.А., Жлоба І.С. Мінералогія бурштыну з раскопак гарадзішча Бярэсце // Зб. Моладзь Берасцейшчыны. - Брэст: БрГПИ, 1994. - С. 16-20.
9. Балтакис В.И. Стратиграфия и литостратиграфическая корреляция палеогеновых отложений Самбии // Сб. Палеонтология и стратиграфия Прибалтики и Белоруссии. - Вильнюс: Минтис, 1970. - С. 325-340.
10. Башаркевич А.П., Илькевич Г.И., Матрунчик Л.И. Ископаемые смолы Белорусского Полесья // Доклады АН БССР. - 1983. - Т. 27. - № 7. - С. 664-665.
11. Башаркевич А.П., Илькевич Г.И., Матрунчик Л.И. Новые проявления ископаемых смол на Белорусском Полесье // Доклады АН БССР. - 1984. - Т. 28. - № 7. - С. 654-656.
12. Безверхий В.Д., Ткаченко К.Т. Рентгеновское исследование буроугольного янтаря // Известия Днепропетровского горного института. - 1958. - Т. 35. - С. 136-142.
13. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. - М.: Иностранная литература, 1957. - 530с.

14. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. - М.: Иностранная литература, 1963. - 590с.
15. Берцелиус И.Я. Некоторые замечания о янтаре // Горный журнал. - 1829. - Т. 3. - Кн. 9. - С. 482.
16. Бершов Л.В., Марфунин А.С. Электронный парамагнитный резонанс в минералах // Сб. Итоги науки. Сер. Геохимия, минералогия, петрография, Вып. 1. - М.: Наука, 1963. - С. 121-131.
17. Богдасаров А.А. О находках янтара в центральной части Брестско-Подлясской впадины и их физико-химические особенности // The sixth meeting on amber and amber-bearing sediments. - Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1988. - С. 23.
18. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А. Экономический потенциал полезных ископаемых Брестчины // Брестчина: От прошлого к будущему: Тез. докл. конф. - Брест, 1995. - С. 17-18.
19. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А. Камнесамоцветное сырье Беларуси // Научно-техническая конференция посвященная 30-летию Брестского политехнического института: Тез. докл. конф. - Брест, 1996А. - С. 194.
20. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А. Философские проблемы геологии в естественнонаучном образовании // Высшая школа: Состояние и перспективы: Тез. докл. конф. - Минск, 1996Б. - С. 29-30.
21. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А. Новое о содержании янтарной кислоты в белорусских янтарях // Структура и эволюция минерального мира: Тез. докл. семин. - Сыктывкар, 1997А. - С. 55.
22. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А. Янтарь Брестского Полесья // Буг. СЭЗ Брест. - 1997Б. - № 5-6. - С. 48-49.
23. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Лиопо В.А. Рентгенография и электронный парамагнитный резонанс белорусского янтара // Структура и эволюция минерального мира: Тез. докл. семин. - Сыктывкар, 1997. - С. 56.
24. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Ничипорук С.А. Первое в республике месторождение янтара // Научно-техническая конференция посвященная 30-летию Брестского политехнического института: Тез. докл. конф. - Брест, 1996. - С. 195.
25. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Урьев И.И. Перспективы исследований белорусского янтара // Биоминералогия-92: Тез. докл. конф. - Луцк, 1992. - С. 51-52.

26. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Урьев И.И. Ископаемые смолы - продукт взаимодействия живого и минерального миров // Минералогия и жизнь: Тез. докл. семина. - Сыктывкар, 1993А. - С. 94-95.
27. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Урьев И.И. Янтарь в материальной культуре мира // Минералогия и жизнь: Тез. докл. семина. - Сыктывкар, 1993Б. - С. 108-110.
28. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Урьев И.И. Янтарь Полесья // Беларуская думка. - 1993В. - № 10. - С. 33-36.
29. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Урьев И.И. Перспективы практического использования ископаемых смол Белорусского Полесья // Минералогический сборник Львовского госуниверситета. - 1994. - № 7. - Вып. 1. - С. 71-76.
30. Богдасаров А.А., Богдасаров М.А., Урьев И.И. Исследования янтарей Беларуси как пример развития вузовской науки и укрепления ее связи с производством // Высшее образование в Беларуси: Международное сотрудничество и развитие: Тез. докл. семина. - Минск, 1996. - С. 59-60.
31. Богдасаров А.А., Урьев И.И. В мире янтаря. - Минск: Наука и техника, 1990. - 71с.
32. Богдасаров А.А., Урьев И.И., Богдасаров М.А. Первые сведения о содержании янтарной кислоты в янтаре Беларуси // Минералогия и жизнь: Биоминеральные взаимодействия: Тез. докл. семина. - Сыктывкар, 1996. - С. 50-51.
33. Богдасаров А.А., Урьев И.И., Народецкая А.Д. Первые результаты сравнительного изучения белорусского янтаря // Первая республиканская конференция по биоминералогии посвященная 125-летию академика В.И. Вернадского: Тез. докл. конф. - Луцк, 1988. - С. 45-47.
34. Богдасаров М.А. Физические свойства янтарей из археологических раскопок Беларуси // Сб. научных трудов факультета естествознания БрГПИ. - Брест: БрГПИ, 1993. - С. 12-13.
35. Богдасаров М.А. Находки янтаря из археологических раскопок // География в школе. - 1994А. - № 2.- С. 62-63.
36. Богдасаров М.А. Янтарь из археологических памятников Беларуси // 3б. Моладзь Берасцейшчыны. - Брэст: БрДПІ, 1994Б. - С. 14-16.
37. Богдасаров М.А. Анализ особенностей химического элементного состава янтарей из археологических памятников Беларуси // Сб. Вычислительная техника в научных исследованиях. - Минск: КИВТ АНБ, 1995А. - С. 21-26.

38. Богдасаров М.А. Исследования физико-химических особенностей янтарей из археологических памятников Беларуси // Археологическая конференция студентов и молодых ученых: Тез. докл. конф. - Одесса, 1995Б. - С. 30-32.
39. Богдасаров М.А. Физико-химические исследования янтарей из раскопок Полоцка // Республиканская научная конференция студентов: Тез. докл. конф. - Минск, 1995В. - С. 118-121.
40. Богдасаров М.А. Янтарь из археологических памятников Беларуси. - Брест: Галер, 1995Г. - 74с.
41. Богдасаров М.А. Минералогия и химия белорусского янтаря // Минералогия и жизнь: Биоминеральные взаимодействия: Тез. докл. семин. - Сыктывкар, 1996А. - С. 51.
42. Богдасаров М.А. О природе археологического янтаря Беларуси // Литосфера. - 1996Б. - № 5.- С. 178-179.
43. Богдасаров М.А. От эпохи Плиния до наших дней // Еврорегион Буг. - 1996В. - № 1. - С. 11-12.
44. Богдасаров М.А. Исследования люминесценции янтаря Беларуси // Республиканская научная конференция студентов и аспирантов по физике конденсированных сред: Тез. докл. конф. - Гродно, 1997А. - С. 10.
45. Богдасаров М.А. Особенности янтареносности антропогена Беларуси // Структура и эволюция минерального мира: Тез. докл. семин. - Сыктывкар, 1997Б. - С. 10.
46. Богдасаров М.А. Спектрометрические исследования янтаря Беларуси // Республиканская научная конференция студентов и аспирантов по физике конденсированных сред: Тез. докл. конф. - Гродно, 1997В. - С. 11.
47. Богдасаров М.А., Жлоба И.С. Минералогические особенности обработанных и необработанных янтарей из раскопок городища Берестье // Республиканская научная конференция студентов: Тез. докл. конф. - Минск, 1995. - С. 122-124.
48. Богдасаров М.А., Полх И.П. Застывшая в янтаре атмосфера // Беларуская думка. - 1994. - № 4. - С. 50-51.
49. Богдасаров М.А., Полх И.П. Библиография янтаря как метод его исследования // Республиканская научная конференция студентов: Тез. докл. конф. - Минск, 1995. - С. 125-127.
50. Болдырев А.И. Инфракрасные спектры минералов. - М.: Недра, 1976. - 199с.

51. Бордон В.Е., Матрунчик Л.И. Окаменевшие слезы, или Сказание о янтаре Полесья. - Минск: Наука и техника, 1989. - 111с.
52. Бурлак А.Ф. Новые палинологические данные к стратиграфии и корреляции палеогеновых отложений запада СССР // Сб. Флора и фауна кайнозоя Белоруссии. - Минск: Навука і тэхніка, 1992. - С. 103-109.
53. Валлерий И.Г. Минералогия, или описание всякого рода руд и ископаемых из земли вещей. – СПб., 1763.
54. Василишин И.С., Панченко В.И. Методы поисков и оценки месторождений янтара на территории Украины и Белоруссии // Сб. Пути повышения эффективности поисковых работ на пьезооптическое и камнесамоцветное сырье. - М.: ВИЭМС, 1982. - С. 70-72.
55. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. - М.: Наука, 1988. - 520с.
56. Гедройц А. Предварительный отчет о геологических исследованиях в Полесье // Известия Геологического комитета. - 1886. - Т. 5.- С. 18-22.
57. География и минералогические особенности янтара из археологических памятников Беларуси: Отчет о НИР /внеплановый/ / Брестский государственный педагогический институт; Руководители работы В.Я. Науменко, М.А. Богдасаров. - Брест, 1995. - 185с.
58. Гепперт Г. О происхождении янтара // Горный журнал. - 1838. - Т. 3. - Кн. 9. - С. 500-502.
59. Григорьев Д.П. Основные проблемы минералогии // Зап. ВМО. - 1943. - Ч. 72. - Вып. 2. - С. 444-456.
60. Григялис А.А., Балтакис В.И., Катинас В.И. Стратиграфия палеогеновых отложений Прибалтики // Изв. АН СССР. Сер. Геология. - 1971. - № 3. - С. 107-116.
61. Гурский Б.Н. Нижний и средний антропоген Белоруссии. - Минск: Наука и техника, 1974. - 144с.
62. Дроздов В.П., Мильгром Г.Б. Особенности геологоразведочных работ на месторождениях цветных камней // Геология и разведка недр. - 1981. - № 8. - С. 7-11.
63. Еловичева Я.К. Результаты палинологических исследований отложений месторождения Гатча в Беларуси / Ред. журн. "Изв. АН Беларуси. Сер. хим. наук". - Минск, 1997. - 34с. - Деп. в ВИНТИ 22.10.1997, № 3096-В97.

64. Жерихин В.В. Закономерности захоронения насекомых в современных и ископаемых смолах // The sixth meeting on amber and amber-bearing sediments. - Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1988. - С. 29.
65. Закономерности размещения и особенности минерального состава янтарепроявлений Брестской области: Отчет о НИР /заключ./ / Брестский государственный педагогический институт; Руководитель работы А.А. Богдасаров. - Брест, 1991. - 225с.
66. Ильинский Г.А. Определение микротвердости минералов методом вдавливания. - Л.: Изд. ЛГУ, 1963. - 64с.
67. Инклюзы в янтарях - ключ к познанию жизни в мел-палеогеновое время / А.А. Богдасаров, М.А. Богдасаров, В.И. Назаров и др. // Минералогия и жизнь: Тез. докл. семина. - Сыктывкар, 1993. - С. 74-75.
68. Исаенко В.Ф. Топография и стратиграфия первобытных памятников Полесья // Сб. Проблемы палеогеографии антропогена на территории Белоруссии. - Минск: Наука и техника, 1973. - С. 210-216.
69. Исследование физических и химических особенностей янтарей из археологических раскопок Клецка: Отчет о НИР /внеплановый/ / Брестский государственный, педагогический институт; Руководители работы А.А. Богдасаров и М.А. Богдасаров. - Брест, 1992. - 69с.
70. Исследования люминесценции янтарей с целью диагностики и обогащения / А.А. Богдасаров, М.А. Богдасаров, В.А. Жукова и др. // Географический анализ природных и социально-экономических образований: Тез. докл. конф. - Рязань, 1992. - С. 35-37.
71. Катинас В.И. Условия образования и некоторые вопросы диагенеза янтаря // Сб. Литология и геология полезных ископаемых Южной Прибалтики. - Вильнюс: Минтис, 1966А. - С. 261-276.
72. Катинас В.И. Фациальное строение янтареносной толщи Прибалтики // Сб. Литология и геология полезных ископаемых Прибалтики. - Вильнюс: Минтис, 1966Б. - С. 243-259.
73. Катинас В.И. Поисковые критерии месторождений янтаря (в пределах распространения янтареносных отложений на Самбийском полуострове) // Пятая конференция геологов Прибалтики и Белоруссии: Тез. докл. конф. - Вильнюс, 1968А. - С. 393-396.

74. Катинас В.И. Процессы образования янтаря и влияние условий фоссилизации на его свойства // Научная конференция молодых ученых-геологов Литвы: Тез. докл. конф. - Вильнюс, 1968Б. - С. 71-72.
75. Катинас В.И. Перспективы янтареносности северной части залива Куршю-Марес // Сб. трудов ЛитНИГРИ. Вып. 18. - Вильнюс: Минтис, 1971А. - С. 142-147.
76. Катинас В.И. Янтарь и янтареносные отложения Южной Прибалтики // Сб. трудов ЛитНИГРИ. Вып. 20. - Вильнюс: Минтис, 1971Б. - 150с.
77. Катинас В.И. “Янтарь” или “ископаемые смолы”? // Литология и полезные ископаемые. - 1980. - № 2. - С. 115-123.
78. Кеппен Ф. О нахождении янтаря в пределах России // Журн. Мин-ва народного просвещения. - 1893. - Ч. 288. - №. 8. - С. 301-342.
79. Ки Б. Дифференциальный термический анализ // Сб. Новейшие методы исследования полимеров. - М.: Мир, 1966. - С. 286-340.
80. Киевленко Е.Я. Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней. - М.: Недра, 1980. - 166с.
81. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. - М.: Недра, 1976. - 280с.
82. Краснов С.Г. Геология и янтареносность палеогена Калининградской области: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.01 / Лен. горн. ин-т. - Л., 1977. - 24с.
83. Краснов С.Г., Каплан А.А. О генезисе янтареносных отложений палеогена Калининградской области по данным литологических исследований // Литология и полезные ископаемые. - 1976А. - № 4. - С. 95-106.
84. Краснов С.Г., Каплан А.А. Стратиграфия, литология и условия образования янтареносных отложений палеогена Калининградской области // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геологии. - 1976Б. - № 2. - С. 145-146.
85. Критерии прогноза янтареносности юга Беларуси, выделение перспективных зон и участков потенциальной промышленной янтареносности и оценка качества минерального сырья: Отчет о НИР /заключ./ /Институт геологических наук НАНБ: Руководитель работы Л.Ф. Ажгиревич и И.И. Урьев; № ГР 19942370. - Минск, 1995. - 181с.
86. Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию.- М.: Иностранная литература, 1961.- 333с.

87. Ладыженский Г.Н. Некоторые данные об ископаемых смолах верхнеэоценового флиша советских Карпат // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. - 1967. - № 4. - С. 43-47.
88. Ладыженский Г.И., Савкевич С.С. О минералогии ископаемых смол из скибовой зоны советских Карпат // Минералогический сборник Львовского госуниверситета. - 1968. - № 22. - Вып. 4. - С. 410-412.
89. Лазаренко Е.К. Курс минералогии. - М.: Высшая школа, 1963. - 462с.
90. Левков Э.А. Гляциотектоника. - Минск: Наука и техника, 1980. - 280с.
91. Левков Э.А., Манькин С.С. Янтарь Белоруссии // Третья научная конференция молодых геологов Белоруссии: Тез. докл. конф. - Минск, 1969. - С. 304-306.
92. Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений: В 5 т. / АН СССР. - М.; Л.; 1954. - Т. 5. - 747с.
93. Лысенко П.Ф. Берестье. - Минск: Наука и техника, 1985. - 169с.
94. Майданович И.А., Макаренко Д.Е. Геология и генезис янтареносных отложений Украинского Полесья. - Киев: Наукова думка, 1988. - 84с.
95. Мак-Куллох М. О животных, сохранившихся в янтаре, с замечаниями о происхождении и свойствах сего вещества // Горный журнал. - 1829. - Т. 3. - Кн. 9. - С. 483.
96. Матвеев А.В. История формирования рельефа Белоруссии. - Минск: Навука і тэхніка, 1990. - 144с.
97. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.Н. Рельеф Белоруссии. - Минск: Навука і тэхніка, 1988. - 319с.
98. Матрунчик Л.И. Состав, строение и условия образования палеогеновых отложений Белоруссии: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.21 / ИГГ АН БССР. - Минск, 1981. - 22с.
99. Мацуй В.М., Савронь В.Б. О россыпной янтареносности Украинского Полесья // Сб. Краевые образования материковых оледенений. - М.: Наука, 1985. - С. 246-247.
100. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней. Янтарь. - М.: Союзкварцсамоцветы, 1979. - Вып. 24. - 42с.
101. Минералогические особенности янтарей из археологических раскопок городища Берестье / А.А. Богдасаров, М.А. Богдасаров, С.А. Годун, И.С. Жлоба // Помнікі гісторыі і культуры Брэстчыны: Тез. докл. конф. - Брэст, 1993. - С. 8-13.

102. Минералогические особенности янтаря из археологических раскопок Беларуси: Отчет о НИР /заключ./ / Нац. музей ист. и культ. Беларуси; Руководители работы А.А. Богдасаров, М.А. Богдасаров. - Минск, 1997. - 250с.
103. Минералого-археологические исследования янтаря из раскопок Клецка / А.А. Богдасаров, М.А. Богдасаров, В.С. Поздняков, И.И. Урьев // Географический анализ природных и социально-экономических образований: Тез. докл. конф. - Рязань, 1992. - С. 88-91.
104. Михайловский П.Г. Янтарь в России // Изв. Мин-ва земледелия и государственного имущества. - 1903. - Т. 1. - № 18. - С. 395-403.
105. Муратов В.Н. Опыт построения генетической классификации органических минералов // Вест. ЛГУ. Сер. Геология, география. - 1961. - Вып. 3. - С. 125-139.
106. Назарау У.І., Багдасарау А.А., Ур еу І.І. Першыя знаходкі вусякоу у бурштыне Беларускага Палесся // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. - 1994. - № 2. - С. 104-108.
107. Неотектоника и полезные ископаемые Белорусского Полесья / А.В. Матвеев, Э.А. Левков, Л.Ф. Ажгиревич и др.; Под ред. Б.Н. Гурского. - Минск: Наука и техника, 1984. - 134с.
108. Несмелова З.Н., Хабаков А.В. Газовые включения в прибалтийском янтаре // Сб. мат. ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 110. - М.: ВСЕГЕИ, 1967. - С. 225-230.
109. О нахождении янтаря в Виленской губернии // Горный журнал. - 1834. - Т. 2. - Кн. 5. - С. 345.
110. Описание янтаря найденного при вырытии рвов Брест-Литовских укреплений // Горный журнал. - 1834. - Т. 2. - Кн. 5. - С. 345.
111. Орлов Н.А., Успенский В.А. Минералогия каустобиолитов. - М., Л.: АН СССР, 1936. - 198с.
112. Отчет о поисково-оценочных работах, проведенных в 1993-1994г.г. на части месторождения янтаря Гатча Гатча-Осовской янтареносной площади Брестской области: Отчет о НИР / НИП Бел ГЕО; Руководители работы И.А. Пивень, В.В. Панин. - Минск, 1995. - 198с.
113. Отчет о работах по проверке заявок на выявление янтаря в южной части Брестской области БССР, проведенных Вилейско-Свислочской партией в 1984-1986 г.г.: Отчет о НИР / Управление геологии БССР; Руководитель работы И.И. Алексенко. - Минск, 1986. - 232с.

114. Отчет о результатах работ по оценке янтареносности палеогеновых и неогеновых отложений юга Белоруссии за 1979-1982 г.г.: Отчет о НИР / Управление геологии БССР; Руководители работы Л.И. Матрунчик, А.П. Башаркевич; № ГР 67920023. - Минск, 1982. - 240с.
115. Отчет по общим поискам янтаря на территории Ровенской и Житомирской областей УССР и Гомельской области БССР за 1982-1984 г.г.: Отчет о НИР / ПО Западкварцсамоцветы; Руководители работы В.И. Панченко, А.С. Ткачук. - Володарск-Волынский, 1984. - 234с.
116. Панченко В.И., Квасница В.Н. Янтарь Волыни // Минералогический журнал. - 1982. - № 3. - С. 105.
117. Перспективная оценка на янтарь участка Гатча Припятского янтареносного бассейна: Отчет о НИР / ПО Западкварцсамоцветы; Руководители работы И.С. Носов, В.Н. Бурлаков. - Володарск-Волынский, 1991. - 196с.
118. Пидопличко И.Г., Кондратюк Е.Н. К вопросу о происхождении янтаря // Доклады АН УССР. - 1953. - № 1. - С. 29-32.
119. Пидопличко И.Г., Кондратюк Е.Н. О происхождении янтаря // Природа. - 1955. - № 10. - С. 104-106.
120. Поздняков В.С. Клецк X - XVIII вв. (История материальной культуры белорусского феодального города): Автореф. дисс. ... канд. ист. наук: 07.00.06 / Институт истории АН Беларуси. - Минск, 1991. - 27с.
121. Попкова Т.Н. Микротвердость некоторых янтареподобных ископаемых смол // Зап. ВМО. - 1984. - Вып. 1. - С. 128-133.
122. Прогнозно-геологическая оценка янтареносности перспективных площадей Брестской впадины и юго-западной части Припятской впадины: Отчет о НИР / Управление геологии БССР; Руководители работы И.Д. Нестерович, А.И. Таран. - Минск, 1986. - 230с.
123. Рельеф Белорусского Полесья / А.В. Матвеев, В.Ф. Моисеенко, Г.И. Илькевич и др.; Под ред. Б.И. Гурского. - Минск: Наука и техника, 1982. - 131с.
124. Рентгенографическое исследование янтарей Белоруссии / И.И. Урьев, В.А. Лиопо, А.А. Богдасаров и др. // XII совещание по рентгенографии минерального сырья: Тез. докл. совещ. - М., 1992. - С. 175.

125. Рождественский В.А., Серганова Г.К. Переработка янтаря литьем под давлением // Труды Всерос. науч.-исслед. хим. ин-та пром. мест. подчинения. - 1958А. - Вып. 7. - С. 48-60.
126. Рождественский В.А., Серганова Г.К. Снятие поверхностного окисленного слоя с янтаря // Труды Всерос. науч.-исслед. хим. ин-та пром. мест. подчинения. - 1958Б. - Вып. 6. - С. 53-62.
127. Рожко Е.Е. Янтарь и янтареносные отложения // Ученые записки ЛГПИ. - 1964. - Т. 267. - С. 162-165.
128. Роль рельефообразующих процессов в формировании залежей янтаря Белорусского Полесья / Л.Ф. Ажгиревич, Л.С. Вольская, И.И. Урьев, А.А. Богдасаров // Современные геологические процессы: Тез. докл. совещ. - Минск, 1993. - С. 3-4.
129. Савкевич С.С. Из истории добычи янтаря в Прибалтике // История науки в Прибалтике: Тез. докл. конф. - Вильнюс, 1965. - С. 110-113.
130. Савкевич С.С. К вопросу об условиях образования янтаря (сукцинита) // Доклады АН СССР. - 1966А. - Т. 168. - № 5. - С. 162-165.
131. Савкевич С.С. Об условиях образования балтийского янтаря (сукцинита) и о некотором влиянии особенностей фоссилизации на свойства ископаемых смол // Литология и полезные ископаемые. - 1966Б. - № 6. - С. 78-88.
132. Савкевич С.С. Изучение твердости и хрупкости балтийского янтаря с помощью прибора ПМТ-3 // Минералогический сборник ЛГУ. - 1967. - № 21. - Вып. 2. - С. 196-204.
133. Савкевич С.С. Янтарь Пальмникенского месторождения: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.20 / Лен. горн. ин-т. - Л., 1968. - 19с.
134. Савкевич С.С. К вопросу о влиянии особенностей фоссилизации на свойства ископаемых смол (на примере балтийского янтаря) // Труды ВНИГРИ. - 1969. - Вып. 279. - С. 312-323.
135. Савкевич С.С. Некоторые особенности морфологии и текстуры балтийского янтаря как отражение условий его образования // Сб. Онтогенетические методы изучения минералов. - М.: Наука, 1970А. - С. 187-194.
136. Савкевич С.С. Новые данные о стантините // Доклады АН СССР. - 1970Б. - Т. 195. - № 2. - С. 437-440.

137. Савкевич С.С. Об одном случае залечивания трещин в ископаемых смолах // Сб. Онтогенетические методы изучения минералов. - М.: Наука, 1970В. - С. 195-198.
138. Савкевич С.С. Янтарь. - Л.: Недра, 1970Г. - 190с.
139. Савкевич С.С. К определению поисковых критериев месторождений янтаря и некоторых других янтареподобных ископаемых смол // Сб. Основы научного прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. - Л.: Недра, 1971. - С. 444-445.
140. Савкевич С.С. Состояние изученности и перспективы янтареносности СССР // Советская геология. - 1973А. - № 5. - С. 48-55.
141. Савкевич С.С. Янтарь и янтареподобные ископаемые смолы Украины // Первое Украинское литологическое совещание: Тез. докл. совещ. - Киев, 1973Б. - С. 116-117.
142. Савкевич С.С. Предпосылки для поисков янтаря // Семин. центр. правления науч.-техн. горн. об-ва: Тез. докл. семин. - М., 1975. - С. 13-16.
143. Савкевич С.С. Проблемы промышленно-генетической типизации месторождений янтаря и янтареподобных смол // Геология. Методы поисков и оценки месторождений ювелирных и поделочных камней: Тез. докл. совещ. - Иркутск, 1979. - С. 73-76.
144. Савкевич С.С. Новое в минералогическом изучении янтаря и некоторых других ископаемых смол // Сб. Самоцветы. - Л.: Наука, 1980. - С. 17-28.
145. Савкевич С.С. Процессы превращения янтаря и некоторых янтареподобных ископаемых смол в связи с условиями их образования и нахождения в природе // Изв. АН СССР. Сер. Геология. - 1983. - № 12. - С. 96-107.
146. Савкевич С.С. Физические методы диагностики янтареподобных смол (для оценки их промышленного значения) // Сб. Минералогия - народному хозяйству. - Л.: Наука, 1987. - С. 246-247.
147. Савкевич С.С. Проблемы диагностики и номенклатуры в исследованиях янтаря и янтареподобных смол // The sixth meeting on amber and amber-bearing sediments. - Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1988А. - С. 33-34.
148. Савкевич С.С. Современное состояние изучения янтаря и прочих ископаемых смол: достижения и проблемы // The sixth meeting on amber and amber-bearing sediments. - Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1988Б. - С. 5-6.

149. Савкевич С.С., Иванова В.П., Муратова И.Г. К методике термического анализа ископаемых смол // Сб. трудов ВНИГРИ. - М.: ВНИГРИ, 1974. - С. 98-102.
150. Савкевич С.С., Сазонов А.М., Страхов Н.М. Протонный магнитный резонанс в балтийском янтаре // Изв. ЛЭТИ. - 1966. - Вып. 57. - Ч. 1. - С. 148-152.
151. Савкевич С.С., Соколова Т.Н. Янтареподобные ископаемые смолы Евразии // Конденсированное некристаллическое состояние вещества земной коры: Тез. докл. семина. - Сыктывкар, 1989. - С. 82-83.
152. Савкевич С.С., Шакс И.А. Инфракрасные спектры поглощения балтийского янтара (сукцинита) // Журнал прикладной химии. - 1964А. - Т. 37. - № 4. - С. 930-931.
153. Савкевич С.С., Шакс И.А. Инфракрасные спектры поглощения балтийского янтара (2) // Журнал прикладной химии. - 1964Б. - Т. 37. - № 5. - С. 1120-1127.
154. Савкевич С.С., Шакс И.А. Инфракрасные спектры поглощения балтийского янтара (3) // Журнал прикладной химии. - 1964В. - Т. 37. - № 12. - С. 1515-1520.
155. Савкевич С.С., Шакс И.А. Использование инфракрасных спектров поглощения для диагностики некоторых видов балтийских ископаемых смол // Труды ВНИГРИ. - 1969. - Вып. 279. - № 10. - С. 324-326.
156. Савкевич С.С., Шакс И.А. К вопросу о возможности использования инфракрасных спектров янтара для определения его происхождения в археологических объектах // Советская археология. - 1970. - № 1. - С. 265-267.
157. Савкевич С.С., Шейнерман Н.А. Способ выявления ювелирных разностей ископаемых смол // Сб. Научно-технические разработки в области нефтегазовой геологии. - Л.: ВНИГРИ, 1990. - С. 13.
158. Серганова Г.К., Рафиков Р.С. Исследования строения и свойств балтийского янтара // Журнал прикладной химии. - 1965. - Т. 38. - № 8. - С. 1813-1818.
159. Соколова Т.Н. Янтареподобные ископаемые смолы (на примере Хатангского района): Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.20 / ЛГУ. - Л., 1987. - 24с.
160. Соколова Т.Н., Савкевич С.С. Поведение янтареподобных ископаемых смол в температурном поле // Зап. ВМО. - 1989. - Вып. 5. - С. 84-89.
161. Сравнительная характеристика белорусских янтарей из археологических раскопок и антропогенных отложений / А.А. Богдасаров, М.А. Богдасаров, В.С. Поздняков, И.И. Урьев // Биоминералогия-92: Тез. докл. конф. - Луцк, 1992. - С. 50.

162. Сребродольский Б.И. Об условиях накопления янтаря // Доклады АН СССР. - 1980А. - Т. 243. - № 6. - С. 1439-1441.
163. Сребродольский Б.И. Янтарь Украины. - Киев: Наукова думка, 1980Б. - 124с.
164. Сребродольский Б.И. Украинский янтарь // Доклады АН СССР. - 1981А. - Т. 261. - № 1. - С. 177-179.
165. Сребродольский Б.И. Янтарь на Волыни // Природа. - 1981Б. - № 10. - С. 113.
166. Сребродольский Б.И. Клесовское месторождение янтаря на Волыни // Изв. АН СССР. Сер. Геология. - 1982А. - №4. - С. 79-86.
167. Сребродольский Б.И. Условия образования глауконита в месторождениях янтаря // Доклады АН СССР. - 1982Б. - Т. 262. - № 1. - С. 207-209.
168. Сребродольский Б.И. Геологическое строение и закономерности размещения месторождений янтаря СССР. - Киев: Наукова думка, 1984А. - 166с.
169. Сребродольский Б.И. Янтарь. - М.: Наука, 1984Б. - 109с.
170. Сребродольский Б.И. Находки янтаря в окрестностях Львова // Доклады АН СССР. - 1986. - № 5. - С. 1223-1225.
171. Сребродольский Б.И. Мир янтаря. - Киев: Наукова думка, 1988. - 144с.
172. Сребродольский Б.И., Панченко В.И. Янтарная россыпь на Волыни // Доклады АН СССР. - 1981. - Т. 257. - № 1. - С. 250-206.
173. Сребродольский Б.И., Степанов В.Б. Исследование твердости янтаря // Минералогический сборник Львовского университета. - 1982. - № 36. - Вып. 2. - С. 56-65.
174. Тарасау С.В. Вялікі пасад у Полацку // Помнікі гісторыі і культуры Беларусі. - 1988. - № 4. - С. 36-40.
175. Трофимов В.С. Янтарные россыпи и их происхождение // Сб. Геология россыпей. - М.: Наука, 1965. - С. 77-96.
176. Трофимов В.С. Янтарь и классификация ископаемых смол // Литология и полезные ископаемые. - 1973. - № 1. - С. 100-106.
177. Трофимов В.С. Янтарь. - М.: Недра, 1974. - 183с.
178. Трофимов В.С. Древние россыпи янтаря Прибалтики и Украины // Сб. Древние и погребенные россыпи СССР. - Киев: Наукова думка, 1977. - Ч. 1. - С. 76-83.
179. Трофимов В.С. Основные этапы образования янтаря и принципы его классификации // Изв. АН СССР. Сер. Геология. - 1978А. - № 2. - С. 128-138.

180. Трофимов В.С. Янтарные россыпи береговой зоны древних и современных морей и океанов // Литология и полезные ископаемые. - 1978Б. - № 3. - С. 43-50.
181. Трофимов В.С. “Янтарь” или “ископаемые смолы”? // Литология и полезные ископаемые. - 1980. - № 2. - С. 124-132.
182. Трофимов В.С., Булава Ю.В. Некоторые закономерности накопления янтаря в олигоценовых отложениях Земландского полуострова Калининградской области (Балтийская янтареносная провинция) // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. - 1964. - № 11. - С. 103-104.
183. Тутковский П.А. Янтарь в Волынской губернии // Труды об-ва исследователей Волыни. - 1911. - Т. 6. - С. 19-58.
184. Урьев И.И., Богдасаров А.А., Капсарова М.В. Первые сведения об элементном составе ископаемых смол Белоруссии // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. - 1990. - № 6. - С. 89-92.
185. Урьев И.И., Макаревич Н.И., Богдасаров А.А. ИК-спектроскопическая характеристика ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси // Весці АН Беларусі. Сер. хім. навук. - 1994. - № 3. - С. 106-108.
186. Установить закономерности размещения и условия формирования янтареносных отложений Беларуси как научную основу прогноза и планирования геологоразведочных и добычных работ: Отчет о НИР / НИП Бел ГЕО; Руководитель работы Л.Ф. Ажгиревич; № ГР 19962508. - Минск, 1997. - 228с.
187. Ферсман А.Е. Драгоценные и цветные камни СССР // Избранные труды. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - С. 37-39.
188. Фракей Э. Янтарь. - М.: Мир, 1990. - 198с.
189. Хандросс Л.М. Янтарь в СССР // Природа. - 1937. - № 8. - С. 79-82.
190. Цапенко М.М. Об условиях формирования антропогенных отложений БССР // Сб. Материалы по генезису и литологии четвертичных отложений. - Минск: Наука и техника, 1961. - С. 194-203.
191. Чеботарева Н.А., Сыч. Е.В., Богдасаров А.А. Первые находки включений бесцветных в янтарях Беларуси // Сб. научных трудов факультета естествознания БрГПИ. - Брест: БрГПИ, 1993. - С. 151-152.

192. Шалыгин А.Ф. Химическая природа янтаря // Ученые записки Оренбургского госпединститута. - 1970. - Вып. 29. - С. 26-30.
193. Шкала геологического времени / У.Б. Харленд, А.Б. Кокс., П.Г. Ллевелин и др.: Под ред. В.В. Меннера. - М.: Мир, 1985. - 139с.
194. Щуровский Г.Е. Янтарные острова на Балтийском море // Атеней. - 1858. - Ч. 1. - С. 77-88.
195. Эндрю Э. Ядерный магнитный резонанс. - М.: Иностранная литература, 1962. - 120с.
196. Юшкин Н.П. Механические свойства минералов. - Л.: Наука, 1971. - 123с.
197. Юшкин Н.П. Янтарь арктических областей. - Препринт / Коми филиал АН СССР. - Сыктывкар, 1973. - 45с.
198. Юшкин Н.П., Сергеева Н.Д. Тектурные особенности Югорского янтаря // Доклады АН СССР. - 1974. - Т. 216. - № 3. - С.637-640.
199. Янтарь Гатча-Осовского месторождения торфа: Отчет о НИР / Брестский государственный педагогический институт; Руководитель работы А.А. Богдасаров. - Брест, 1984. - 32с.
200. Янтарь Северной Украины / А.И. Серебрицкий, Г.А. Ильинский, С.С. Савкевич и др. // Вестник ЛГУ. Геология и география. - 1979. - № 2. - С. 34-43.
201. Agricola G. De natura fossilium. – Basileae, 1546.
202. Aurifaber A. Succini historia. – Königsberg, 1551.
203. Beck C.W. Physical methods used to determine the geological origin of amber and other fossil resins, some critical remarks: comment // Physics and Chemistry of Minerals. – 1982. - № 8. – P. 44-66.
204. Beck C.W., Gerving M., Wilbur E. The provenience of archaeological amber artifacts, part 1 // Art and Archaeology Technical Abstracts, supplement. – 1966. – Vol. 6. - № 2. – P. 215-302.
205. Beck C.W., Gerving M., Wilbur E. The provenience of archaeological amber artifacts, part 2 // Art and Archaeology Technical Abstracts, supplement. – 1967. - Vol. 6. – N 3 – P. 201-280.
206. Beck C.W., Wilbur E., Meret S. Infrared spectra and the origin of amber // Nature. – 1964. – Vol. 201. – N 4916. –P. 99-111.

207. Bernstein – Tränen der Götter / M.Ganzelwski, R.Slotta (Hrsg.). – Bochum: Dt. Bergbau–Museum, 1996. – 585p.
208. Bogdasarov A.A., Bogdasarov M.A. Mineralogische Besonderheiten der Bernsteins aus archäologischen Denkmälern Weißrußlands // Bernstein – Tränen der Götter. - Bochum: Dt. Bergbau–Museum, 1996. – P. 346-350.
209. Conwentz H. Monographie der baltischen Bernsteinbäume. – Danzig, 1890.
210. Dahms P. Mineralogische Untersuchungen über Bernstein. I-XIV. // Schr. d. Naturf. Ges. Danzig. – 1894-1922. – Bd. 8-15.
211. Der Bernstein aus quartären Sedimenten Weißrußlands / A.A.Bogdasarov, M.A.Bogdasarov, L.F.Ashgirevitsch, I.I.Urjev // Bernstein – Tränen der Götter. - Bochum: Dt. Bergbau–Museum, 1996. – P. 341-345.
212. Helm O. Mitteilungen über Bernstein. I-XVII. // Schr. d. Naturf. Ges. Danzig. – 1881-1896. – Bd. 5-9.
213. John J.F. Naturgeschihchte des Succins. – Köln, 1816.
214. Kosmowska-Ceranowicz B. Wiek i rozprzestrzenienie zywic kopalnych w Polsce i na świecie oraz największe Kolekcje inkluzji organicznych w bursztynie // Wiadom. Entom. – 1985. – N 3-4. – S. 147-157.
215. Kosmowska-Ceranowicz B. Baltic Amber and other fossil Resins in Polish Literature and Works by Polish Authors in World Literature. An annotated Bibliography. Part1: Amber in Nature, Culture and Art. – Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1993. – 73p.
216. Kosmowska-Ceranowicz B., Konart T. Tajemnice bursztynu. - Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1989. – 45s.
217. Kosmowska-Ceranowicz B., Leciejewicz K. Zloza bursztynu na polydniwym brzegu morza eocenskigo // Konferencje Naukowe, Streszczenia referatow. – Gdansk, 1995. – S. 4-22.
218. Langenheim J.H. Amber: a botanical inquiry // Science. – 1969. – Vol. 163. – P. 123-134.
219. Langenheim J.H., Beck C.W. Infrared spectra as a means of determining botanical sources of amber // Nature. – 1965. – Vol. 149. – N 3679. – P. 101-110.
220. Plonait C., Eisenack A. Laboratoriumsgeräte aus Bernstein // Chem. Fabrik. – 1930. – Bd. 3.

221. Rottländer R.C.A. On the formation of amber from Pinus resin // *Archaeometry*. – 1970. – Vol. 12. – P. 31-46.
222. Rottländer R.C.A. Versuch einer Analyse von Massenspektren von Bernstein // *Acta Prehistorica et Archaeologica*. – 1981/1982. – N 11-12. - S. 28-34.
223. Rzaczynski A. *Auctuarium hist. nat. Cur. regni Poloniae*. – 1736. – P. 258-259.
224. Tschirch A., Stock E. *Die Harze*. – Berlin, 1933-1936.
225. Zaddach E.G. Über die Bernstein – und Braunkohlenlager des Samlandes // *Schr. Physik. – Ökonom. Ges. Königsberg*. – 1860. – Jg. 1.

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 спектроскопия, термический анализ, рентгеноструктурный анализ, метод электронного парамагнитного резонанса, элементный анализ, эмиссионная спектроскопия.

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, антрапа-ген, археалагічныя раскопы, фізіка-хімічныя асаблівасці, дыягностыка, генэзіс, аба-гачэнне, 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 Бела-русі; 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 пра-цэсе 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 Belaru-sian 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1 ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЯНТАРЕ ...	5
1.1. История изучения янтаря.....	5
1.2. Современные представления о янтаре.....	9
Выводы	17
ГЛАВА 2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЯНТАРЯ И ДРУГИХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ...	18
Выводы	24
ГЛАВА 3 ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ В АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ	28
Выводы	37
ГЛАВА 4 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ	39
4.1. Морфология. Размеры. Масса.....	39
4.2. Оптические свойства	42
4.3. Механические свойства.....	50
4.4. Плотность.....	53
4.5. Рентгенография	53
4.6. Электронный парамагнитный резонанс.....	56
4.7. Термические свойства	58
4.8. Инфракрасная спектрометрия.....	63
4.9. Химический элементный состав.....	66
4.10. Включения	71
Выводы	74
ГЛАВА 5 ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ГЕНЕЗИСА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ	76
5.1. Диагностика ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси.....	76
5.2. Происхождение ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси	90
Выводы	92
ГЛАВА 6 МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯНТАРЯ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ	93
Выводы	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
ЛИТЕРАТУРА	101
РЕЗЮМЕ.....	119

Научное издание

Богдасаров М.А.

ЯНТАРЬ ИЗ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Главный редактор Лавров С.Б.

Технический редактор Матвеева Н.С.

Редактор - А.В.Матвеев, академик НАНБ, доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Рецензенты - Н.П.Юшкин, академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор;

В.Е.Бордон – член-корреспондент ПАНИ, кандидат геолого-минералогических наук.

Сдано в набор 20.01.2001г. Подписано в печать 16.02.2001г. Формат 60x84 1/8. Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ.л. 14,4 Уч. изд.л. 15,7 Тираж 110 . Заказ 12.

Обложка и термокрепление выполнено в ОАО «Брестская типография»

Издательство С.Лаврова

(ЛВ № 190 от 26.02.1999г.; ЛП № 383 от 1.03.2001)

224016, г. Брест, ул. Куйбышева, 12/1

тел/факс (0162) 23-27-10; тел. 26-54-55
