

**А.А. Богдасаров**  
**М.А. Богдасаров**

**ИСКОПАЕМЫЕ СМОЛЫ БЕЛАРУСИ**

**БРЕСТ**  
**2003**

**УДК 549.892.1 (476)**

**Богдасаров А.А., Богдасаров М.А. Ископаемые смолы Беларуси – Брест, 2003.**

Рассмотрены история изучения и современные представления о янтаре, выработан методический подход к оценке янтарепроявлений и даны рекомендации по заполнению кадастра, изучены региональные и локальные критерии прогноза в палеогеновых и антропогеновых отложениях, даны представления о генезисе янтаря.

Изучены физико-химические особенности янтаря - сукцинита и принципы классификации янтареподобных ископаемых смол. Исследованы морфология, размерность, цвет, прозрачность, блеск, твердость, хрупкость, пластичность, плотность, излом, люминесценция, трещиноватость, отдельность, включения, элементный химический состав, рентгенография, ЭПР, ИК-спектметрия, термические свойства янтаря.

Описаны области применения янтаря и технические требования к янтарному сырью. Приведена технология прессования янтаря, его химической переработки с получением янтарного лака, янтарного масла и янтарной кислоты. Показана возможность получения ювелирных изделий из натурального янтаря Беларуси и его мелких фракций, поддающихся прессованию и изготовлению из пресс-форм опытных образцов бус, вставок для колец, кулонов, брошей и серег с высокими декоративными и цветовыми характеристиками.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЯНТАРЕ... 8	8
1.1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯНТАРЯ.....	8
1.2. СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЯНТАРЯ И ДРУГИХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ В МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ КЛАССИФИКАЦИЯХ.....	10
1.3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЯНТАРЯ КАК ПРИРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НЕКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ.....	13
1.4. ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЯНТАРЕНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗЕМНОГО ШАРА.....	15
1.5. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ .....	16
1.6. НАХОДКИ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ РАСКОПОК БЕЛАРУСИ.....	22
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ .....	24
2.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ПОИСКОВЫХ РАБОТ .....	24
2.2. ПРИНЦИПЫ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЯВЛЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЯНТАРЮ.....	26
2.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ КАДАСТРА .....	34
2.4. ЗАПОЛНЕНИЕ КАДАСТРА НА ПРИМЕРЕ ГАТЧА-ОСОВСКОГО ЯНТАРЕПРОЯВЛЕНИЯ .....	37
2.5. ПРИБОРНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ДИАГНОСТИКИ СМОЛ.....	38
ГЛАВА 3. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ.....	44
3.1. ПЕРВИЧНЫЕ БИОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	44
3.2. ВТОРИЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РОССЫПИ) .....	46
3.2.1. СОВРЕМЕННЫЕ РОССЫПИ .....	46
3.2.1.1. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ РОССЫПИ .....	47
3.2.1.2. РОССЫПИ МОРСКИХ ПЛЯЖЕЙ.....	47
3.2.2. ДРЕВНИЕ ПОГРЕБЕННЫЕ РОССЫПИ .....	47
3.2.2.1. МОРСКИЕ ЛАГУННО-ДЕЛЬТОВЫЕ РОССЫПИ.....	47
3.2.2.2. ОЗЁРНО-ЛЕДНИКОВЫЕ РОССЫПИ .....	50
ГЛАВА 4. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ.....	52
4.1. БАЛТИЙСКО-ДНЕПРОВСКАЯ ПРОВИНЦИЯ .....	52
4.2. О НАХОДКАХ ЯНТАРЯ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТОРФА БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	52
4.3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯНТАРЯ В АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ.....	52

4.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯНТАРЯ В ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ .....	57
4.4.1. РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА ЯНТАРЕННОСТИ .....	57
4.4.2. КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА ЯНТАРЕННОСТИ АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ .....	59
ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ГЕНЕЗИСА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ.....	62
5.1. ДИАГНОСТИКА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ .....	62
5.2. ГЕНЕЗИС ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ.....	68
ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОГО ЯНТАРНОГО КОМБИНАТА).....	73
6.1. ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОБОГАЩЕНИЯ ЯНТАРЯ .....	73
6.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕССОВАНИЯ ЯНТАРЯ .....	74
6.3. ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЯНТАРЯ .....	75
ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯНТАРЯ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В МЕДИЦИНЕ .....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	83
ЛИТЕРАТУРА.....	85

## ВВЕДЕНИЕ

Бурные политические события последних лет коренным образом изменили карту некогда крупнейшей в мире державы, непредсказуемо повлияли на её экономику. Республика Беларусь в силу объективных обстоятельств оказалась в самой гуще этих процессов. Провозглашение государственного суверенитета совершенно по-новому поставило задачу обеспечения промышленности минеральным сырьем. Общеизвестно, что ни одна страна, даже самая богатая, не в состоянии полностью обеспечить себя всеми видами полезных ископаемых, однако вполне оправдано, стремление государства быть подготовленным к максимальному использованию возможностей собственных недр, к наиболее полному раскрытию своих природных ресурсов в качестве определенной гарантии от капризов мирового рынка. В этом свете стремление оценить свои минерально-сырьевые ресурсы, выявить новые виды полезных ископаемых, поставить их на службу Родине, представляется важнейшей народно-хозяйственной задачей.

Геологи Беларуси немало сделали для разрушения исторически сложившихся представлений о бедности её земель полезными ископаемыми. К традиционным торфу, пескам, глинам, мелу, сапропелям и болотным окислам железа во второй половине прошлого века добавились калийные и каменные соли, нефть и попутный газ, бурые угли, горючие сланцы и фосфориты, а затем коренные железные руды, содово-алюминиевое сырье (давсонит), гипсы, богатые йодом и бромом высокоминерализованные растворы, термальные воды. На повестке дня поиски алмазов, меди, драгоценных металлов, редких и рассеянных элементов, камнесамоцветного сырья и др. В последнее время белорусские геологи все чаще возвращаются к оценке перспектив осадочной толщи республики на янтарь - окаменевшую ископаемую смолу хвойных деревьев, произраставших на Земле 65-25 млн. лет назад.

Янтарь по праву считается одним из самых популярных ювелирно-поделочных камней известных человечеству 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 хвойных деревьев. С течением времени янтарь в качестве предмета товарообмена 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 и проявлениями, но и в других районах. Появление в последние десятилетия ряда 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.

На территории Беларуси в последние годы открыты ряд янтарепроявлений приуроченных, в основном, к отложениям антропогенного возраста, развитым преимущественно в юго-западной части республики. Поскольку янтарь может считаться практически единственным видом камнесамоцветного сырья в Беларуси, детальное изучение особенностей распространения, свойств и состава, а на их основе диагностика и решение вопросов генезиса ископаемых смол из антропогенных отложений Беларуси позволит в дальнейшем целенаправленно планировать все работы по янтарю, который находит все более широкое применение в различных отраслях промышленности, медицины и сельского хозяйства. Несмотря на большой вклад, внесенный рядом ученых в решение данной проблемы, актуальность проводимых исследований определяется неполной изученностью физико-химических свойств и элементного состава белорусских ископаемых смол, усугубляющейся появлением в литературе терминологических неточностей, в том числе объединением всех ископаемых смол под термином «янтарь», что приводит к усреднению характеристик различных видов смол и, как следствие, в конечном итоге, к неправильным оценкам территорий на янтареносность.

Целью настоящих исследований являлась диагностика и решение вопросов генезиса ископаемых смол из палеоген-неогеновых и антропогенных отложений Беларуси на основе комплексного и детального изучения их физико-химических характеристик.

В задачи исследования входили: выработка методического подхода к оценке ископаемых смол Белорусского Полесья в качестве комплексного геммологического и химического сырья, изучение геологического строения янтареносных отложений и выявление особенностей распространения в них ископаемых смол, исследование физических, физико-химических и химических особенностей ископаемых смол, установление граничных параметров смол, определяющих пригодность их как поделочного ювелирного сырья на основании гранулометрического состава, физико-химических свойств, декоративно-художественных показателей, диагностика ископаемых смол, распространенных в пределах исследуемой территории, решение вопросов генезиса ископаемых смол из палеогеновых и антропогенных отложений Беларуси, определение пригодности к прессованию, использование прессованного янтаря как ювелирного и технического сырья, определение возможностей и условий использования не ювелирной части ископаемых смол для получения химических

продуктов (янтарная канифоль, янтарная кислота, янтарный лак) на основании физико-химических показателей.

В настоящей работе изучены морфология, размерность, цвет, прозрачность, блеск, твердость, хрупкость, плотность, люминесценция, излом, трещиноватость, отдельность, включения, элементный химический состав, рентгенография, электронный парамагнитный резонанс, ИК-спектметрия, термические свойства янтаря, что позволило отнести последний к типу вязких смол и диагностировать его как янтарь – сукцинит, в целом подобный янтарю - сукциниту Пальмникенского месторождения Прибалтики. В работе приводится технология обогащения янтаря на примере обогатительной фабрики Калининградского янтарного комбината, химической переработки янтаря с получением янтарного лака, янтарного масла и янтарной кислоты. Показана возможность получения ювелирных изделий из натуральных образцов белорусского янтаря и его мелких фракций, поддающихся прессованию, и изготовления из пресс-форм опытных образцов бус, вставок для колец, кулонов и серег с высокими декоративными и цветовыми характеристиками. Полученные минералого-технологические показатели белорусского янтаря могут быть использованы в предполагаемом подсчете запасов месторождения Гатча-Осово, лечь в основу технико-экономического обоснования кондиций, при непосредственной обработке янтаря и получения товарной продукции.

Аналитические исследования проводились в лабораториях БрГУ им. А.С. Пушкина (Брест), ГрГУ (Гродно), ИГН НАН Беларуси, ИФОХ НАН Беларуси, Центральной лаборатории Управления геологии РБ (Минск), ВИМС, ИМГРЭ (Москва), Институте геологии Коми научного центра УО РАН (Сыктывкар).

Авторы выражают искреннюю признательность академику НАН Беларуси А.В.Матвееву, академику РАН Н.П.Юшкину, д.г.-м.н. Л.Ф.Ажгиревич, к.г.-м.н. В.Е.Бордону, к.г.-м.н. И.И.Урьеву, чьими советами и консультациями они пользовались на разных этапах своей работы.

Авторы также благодарят кабельное телевидение «Элсат» в лице директора Ю.А.Федюшкина за помощь в издании данной монографии.

## 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 стратиграфического 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), А.А.Богдасарова и И.И.Урьева (1990), Э.Фракей (1990) и др. Наиболее значительным изданием в этой области стал вышедший в 1996 году в Бохуме (Германия) каталог “Янтарь” (Bernstein ..., 1996), в создании которого принимало участие более 50 ученых и специалистов из разных стран мира, в том числе и авторы данной книги.

## ***1.2. СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЯНТАРЯ И ДРУГИХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ В МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ КЛАССИФИКАЦИЯХ***

Современные представления об уровне организации вещества, о малоупорядоченных фазах, а также развитие теории и методов изучения вещества и аппаратуры для минералогических исследований позволяют

расширить круг объектов минералогии и подойти к систематическому изучению органических минералов полимерного строения и других некристаллических соединений литосферы. Основными задачами такого изучения должны явиться ревизия известных минеральных видов, изучение их структуры и свойств, выявление областей применения в народном хозяйстве, определение роли и места этих соединений в общей эволюции литосферы и построение их структурно-генетической классификации.

Несмотря на то, что янтарь является одним из первых минералов известных человеку и нашедших практическое применение, его положение в современных минералогических классификациях остается спорным. Классификационным признаком ископаемых смол в ранних минералогических классификациях являлся их вещественный состав, поэтому в одну группу вместе со смолами нередко попадали битумы и угли, другие кислородсодержащие вещества, асфальтиты и кристаллические смолы. Характерно, что всегда отмечалась разница между собственно янтарем, под которым подразумевается сукцинит, и другими видами ископаемых смол (табл. 1).

Таблица 1

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЯНТАРНЫХ СМОЛ, %

Химический элемент	Виды смол				
	Сукцинит	Румэнит	Бирмит	Симетит	Цедарит
С	79,75	81,64	80,05	69,48	78,50
Н	10,35	9,65	11,50	9,24	9,93
О	9,60	7,56	8,43	20,76	11,25
другие	0,30	1,15	0,02	0,52	0,32

Развитие физики и химии органических соединений позволило определить разные совокупности показателей, которыми описываются органические и неорганические тела, разные методы их изучения и принципы построения классификаций. Для неорганических минералов таким принципом стал вещественно-структурный, а для органических, в основном генетический или структурно-генетический, что в свою очередь послужило основанием для развития биоминералогии и выделения минералогии органических соединений в самостоятельную ветвь общей минералогии.

В этот период наиболее полно ископаемые смолы (более 70 видов) были описаны в минералогии каустобиолитов Н.А. Орлова и В.А. Успенского (1936). Это одна из первых классификаций органических соединений литосферы, в которой, наряду со свойствами смол, используется генетический принцип. В ней выделяется несколько классов органических соединений: ископаемые смолы, битумы, парафины, соли органических кислот и др. Класс смол делится на два подкласса: ретиниты и кристаллические смолы. Разделение на семейства ископаемых смол производится с учетом особенностей вещественного состава, свойств и морфологических признаков.

Довольно часто органические соединения литосферы выделяют по признаку горючести в группу каустобиолитов. Применение термина

«каустобиолиты» для обозначения органических соединений в настоящее время подвергается справедливой критике, как по причине несоответствия смысловому содержанию (биогенное происхождение может быть присуще не только объектам органического состава, а признак горючести характерен и для части неорганических соединений), так и из-за неполноты охвата природных органических веществ (соли органических кислот, как правило, не горючи).

Попытки построения классификации ископаемых смол предпринимались В.С. Трофимовым (1973), который, ссылаясь на мнение исследователей XIX века об изменчивости свойств янтаря и невозможности по этой причине выделения минеральных видов, исключил ископаемые смолы из числа минералов вовсе. Вряд ли эту классификацию можно считать шагом вперед. Генетический принцип, положенный в основу, не реализован из-за отсутствия четких представлений как о свойствах ископаемых смол, так и влиянии геологической обстановки на процессы, происходящие в смолах.

Для обозначения природных органических и некристаллических веществ нередко используется термин «минералоид», который определяется по-разному различными исследователями. Обычно к числу минералоидов относят некристаллические соединения, для которых характерно некоторое постоянство состава. Трудно согласиться с необходимостью введения столь неопределенного термина для обозначения части природных химических соединений, не являющихся упорядоченными кристаллическими фазами. В.И. Вернадский (1988), Д.П. Григорьев (1943), Н.П. Юшкин (1993) все неорганические и органические, кристаллические и аморфные вещества, наблюдаемые в природе и образующиеся во время земных реакций, считают минералами.

Как это не удивительно, но самой полной минералогической сводкой ископаемых смол до сих пор остается монография Н.В. Орлова и В.А. Успенского (1936), хотя следует отметить, что многие минеральные виды описаны в ней по единичным анализам. Имея возможность сравнивать только единичные находки нельзя сделать какие-либо выводы относительно различия или идентичности ископаемых смол из различных местонахождений. При столь незначительных статистических выборках выделение минеральных видов ископаемых смол, а также их семейств и групп, может быть поставлено под сомнение (М.А. Богдасаров, 2001). Так, в связи с последующим уточнением ряда свойств ископаемых смол и границ существования некоторых минеральных видов и их генетических соотношений выяснилась неправомерность отнесения сукцинита и румэнита к разным семействам, а также объединение в семействе ретинитов столь различных по генезису и свойствам видов, как геданит и ретиниты.

Таким образом, несмотря на определенный прогресс, достигнутый в последние годы в области изучения структуры и свойств сукцинита и в значительно меньшей степени других ископаемых смол, положение с минералогической изученностью смол в целом ничуть не лучше, чем со многими другими органическими минералами, изученность которых все еще находится в зачаточном состоянии.

### **1.3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЯНТАРЯ КАК ПРИРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НЕКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

Для процесса образования и сохранения янтаря были необходимы определенные палеогеографические условия. Известно, что во всей геологической истории Земли до начала кайнозойской эры, т.е. до палеогена янтарь почти не встречается. Средняя продолжительность эпохи янтареобразования определена приблизительно в 3 млн. лет и соответствует концу среднего (киевский век) - началу позднего (харьковский век) эоцена, в абсолютном летоисчислении 43-40 млн. лет тому. 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 (М.А.Богдасаров, 1998).

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 объяснявшая обильное смоловыделение сосен неблагоприятными условиями их произрастания. С.С.Савкевич (1966) 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.

Процесс образования янтаря по современным представлениям распадается на несколько этапов. Первый из них охватывает образование живицы, ее истечение из дерева, а также начальные моменты фоссилизации живицы на дневной поверхности. Выделение 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+20<sup>0</sup>C), свободном доступе кислорода и азота и воздействии 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 (1968) 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 (1970) и Б.И.Сребродольский (1980), 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.

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. 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 (М.А.Богдасаров, 2001).

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 ископаемых смол, знания о них еще далеки от полноты, что находит отражение в отсутствии общепризнанной и твердо обоснованной генетической концепции.

#### **1.4. ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЯНТАРЕНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗЕМНОГО ШАРА**

Проблема современного районирования территории земного шара применительно к ареалам образования и распространения янтаря созрела уже давно. До настоящего времени единственной более-менее объёмной классификацией янтареносных провинций мира является классификация В.С.Трофимова (1974).

Согласно данной классификации, по морфологическому и геологическому строению, распространению растительности и отдельных климатических зон, а также типам месторождений янтаря, их возрасту и размещению в мире выделяется всего две янтареносные провинции – Евразийская и Американская. Каждая из них подразделяется, в свою очередь, на ряд субпровинций, выделяемых на основе пространственного размещения первичных и вторичных месторождений янтаря, их сохранности, возрасту, составу и свойствам заключенного в них янтаря. В пределах Евразийской янтареносной провинции В.С.Трофимов выделяет шесть различных пространственно разобщенных субпровинций: Балтийско-Днепровскую, Карпатскую, Северо-Сибирскую, Дальневосточную, Сицилийскую и Бирманскую, а в пределах Американской – две: Северо-Американскую и Мексиканскую.

Необходимо отметить, что В.С.Трофимов использовал термин «янтарь» для обозначения всех без исключения видов ископаемых смол, как вязких, так и хрупких, как древних, мел-палеогеновых, так и молодых, неоген-четвертичных. О недопустимости подобного подхода в современной минералогической систематике, говорилось уже не раз (Савкевич, 1970; М.А.Богдасаров, 2001). По нашему мнению районирование янтареносных провинций на основе анализа распространения ископаемой смолоносной растительности, без учета факторов действующих на живицу в процессе её диагенеза, приводящих к образованию различных видов ископаемых смол, не позволяет должным образом идентифицировать те или иные характерные особенности присущие как самим смолам, так всей палеогеографической обстановке их образования, тем более, что и химический состав янтаря из отложений разного возраста различный (табл. 2).

**Таблица 2**

#### **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА, %**

Состав / Время	С	Н	О	S	зола
Палеоген	82,2	10,3	6,8	11,1	0,32
Мел	75,5	9,4	15,0	0,31	0,31

При детальном анализе богатых и разнообразных данных по ископаемым смолам Евразии, которые находятся в нашем распоряжении, необходимым становится выдвижение для обсуждения нескольких принципов, на которых, как представляется, должна строиться современная система районирования

территории земного шара, применительно к ареалам образования и распространения янтаря. Важнейшими принципами являются следующие:

- Диагностика разных видов ископаемых смол, основанная на комплексном исследовании их физических свойств, химического состава и различных включений в них.
- Изучение геологического строения и закономерностей размещения месторождений и проявлений каждого из диагностированных видов смол.
- Анализ палеогеографической ситуации времени образования, переотложения и накопления ископаемых смол применительно к конкретному ареалу распространения каждого вида.

Именно так, последовательно, от частного к общему, должно строиться современное районирование янтареносных областей земного шара, основываясь на фактическом материале, доступном для взаимной проверки разными методами. К сожалению, сведения, содержащиеся в большинстве литературных источников, представляют собой результаты единичных анализов, сделанных ещё в первой половине прошлого века (исключение составляет детально изученный сукцинит). По нашему мнению, в ряде случаев, выделение новых видов, было совершенно неоправданным, так как базировалось на различиях в химическом составе образцов, который, как теперь известно, не может служить определяющим критерием при диагностике видов ископаемых смол.

Районирование янтареносных регионов мира в настоящее время может быть сведено к следующему. Выделение В.С.Трофимовым Евразийской и Американской провинций представляется чрезмерно генерализированным, лишенным практической значимости обобщением. В пределах Евразии могут быть выделены Балтийско-Днепровская, Северо-Сибирская и Дальневосточная провинции, а также ряд янтареносных областей. В пределах Нового Света разумно выделять Канадскую и Мексиканскую провинции.

### ***1.5. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ***

Первые документальные свидетельства о находках янтаря в Беларуси на территории Полесья принадлежат польскому натуралисту А.Жончинскому и датируются 1736 г. Позднее, А.Гедройц в 1886 г. обратил внимание на одновозрастность янтареносных отложений Полесья и Прибалтики, а Ф.Кеппен в 1893 г. сделал обзор всех известных в то время находок янтаря в Полесье. Важной вехой явились работы П.А.Тутковского, который в 1913 г. подтвердил янтареносность пород палеогена в бассейнах рек Горынь и Случь.

После 1925 г. (последняя работа П.А.Тутковского) литературные данные о находках янтаря на Полесье отсутствуют вплоть до 1966 г., когда при бурении скважины для водоснабжения в городе Иваново Брестской области на глубине 32,5 м в палеогеновых отложениях были встречены мелкие кусочки янтаря в темно-зеленой слюдистой супеси, которые послужили основанием для проведения первых в республике специализированных разведочных работ на янтарь. В 1973 г. Белорусской геолого-гидрогеологической экспедицией проведены геолого-гидрогеологические работы по проверке заявок на янтарь.

Обследованы четыре точки находок янтаря в районе г. Иваново Брестской области. Три точки из четырех обследованных не подтвердились и только в скважине № 3, на глубине 34,0-35,5 м в толще глинистых палеогеновых глауконитово-кварцевых песков с прослоями алеврита песчаного, обнаружены кусочки янтаря весом 36 г.

В 1979 г. группа геологов НИИ земной коры ЛГУ под руководством Л.И.Серебрицкого, при изучении коренных пород северо-западного склона Украинского щита и Микашевичско-Житковичского выступа фундамента, обратила внимание на находки янтаря при добыче строительного камня. На основании полученных данных Л.И.Серебрицкий ещё раз подчеркнул необходимость проведения специализированных работ в этом районе. На основании этих рекомендаций Геохимической тематической партией БГПЭ в 1979-1982 гг. выполнены работы по оценке янтарености палеоген-неогеновых отложений юга Беларуси. Основной задачей этих исследований было выявление региональных закономерностей распределения ископаемых смол с выделением площадей, перспективных на обнаружение промышленных россыпей янтаря.

В результате этих работ подтверждены выводы о позднеэоценовой и раннеолигоценной эпохе коренного янтаренакопления на изученной территории, детализированы площади распространения янтареносных пород, подмечена связь максимального янтаренакопления с регрессивной стадией на границе зон палеоподнятий. Выяснена приуроченность смол к отложениям внешней волно-прибойной, подводно-дельтовой и внутренней зон шельфа на участках относительно спокойной гидродинамической среды. Выделены Западно-Белорусская, Полесская и Микашевичско-Житковичская янтареносные области. Подтверждены ранее известные и выявлено 8 новых проявлений и 117 точек минерализации янтаря в 125 скважинах на юге Беларуси. Выделено 5 площадей, перспективных на обнаружение промышленных концентраций ископаемых смол (Дрогичинская, ресурсы категории  $P_3$  (тыс. тонн) - 56,15; Лельчицкая - 6,75; Житковичско-Слуцкая - 28,5; Заозёрная - 1,43 и Речицко-Лоевская - 13). Первые три из них были рекомендованы и переданы ПО «Западкварцсамоцветы» (Украина) к первоочередному обследованию.

В 1982-1983 гг. геолого-поисковой партией ПО «Западкварцсамоцветы» проведены общие поиски янтаря на территории Ровенской и Житомирской областей УССР и Гомельской области БССР. В результате выполненных поисково-ревизионных работ установлено, что наиболее перспективными районами на обнаружение россыпей янтаря являются зона сочленения кристаллических пород Украинского щита с осадочными образованиями его северного обрамления, где в палеогене располагалась значительная по площади прибрежно-лагунная область, в пределах которой происходило накопление осадков с янтарём, выносимым водными потоками из почв хвойных лесов, произраставших на территории современной Белорусской антеклизы и северо-западной части Украинского щита. На основании этих работ прогнозные ресурсы Припятского бассейна были оценены и приняты НТС ПО «Кварцсамоцветы» по состоянию на начало 1988 г. по категории  $P_3$  в количестве 7672 т. в т.ч. в РБ - 3572 т (Дрогичинская площадь - 1786 т и Лельчицкая

площадь - 1786 т), а на смежной территории Украины - 4100 т (Клёсовская янтареносная зона - 3013 т. в т.ч. Клёсовское месторождение - 106 т и Барашиовская янтареносная зона - 1087 т).

В 1983 г. в статье А.П.Башаркевича, Г.И.Илькевича, Л.И.Матрунчика и А.С.Махнача (Башаркевич и др., 1983) обобщены результаты исследований, выполненных в Белорусской геолого-гидрогеологической экспедиции по разрезам 290 скважин (5000 проб), характеризующих распространение смол в палеогеновых отложениях. Подчёркнуто, что максимальные концентрации их приурочены к верхам позднего эоцена и низам раннего олигоцена. Наибольший интерес для поисков морских палеогеновых россыпей представляют проявления в районе Пинска, Иванова, Берёзы, Пружан, где встречены максимальные ( $110 \text{ г/м}^3$ ) содержания ископаемых смол при наибольшей (1,5-2,5 м) мощности продуктивного пласта и наименьшей (38-49 м) мощности вскрыши.

Начиная с 1983 г. изучением антропогеновых янтарепоявлений юга Беларуси планомерно занималась лаборатория прикладной минералогии Брестского госпединститута им. А.С.Пушкина под руководством профессора А.А.Богдасарова, накапливающая в составе тематической группы новые факты нахождения янтаря в антропогеновых отложениях Брестского Полесья. Отчет о результатах проведенных работ под названием «Янтарь Гатча-Осовского месторождения торфа» в 1984 г. был принят ПО «Западкварцсамоцветы» как заявка на открытие месторождения.

В 1984 г. появляется вторая публикация А.П.Башаркевича, Г.И.Илькевича, Л.И.Матрунчика и А.С.Махнача (Башаркевич и др., 1984), посвящённая характеристике янтареносности антропогеновых отложений Белорусского Полесья. В ней дано подробное описание проявлений янтаря в районе д. Оброво и п.г.т. Микашевичи, а также вблизи пос. Ленино, на участке Гатча-Осово. Подчёркнута чёткая связь проявлений ископаемых смол в антропогеновых отложениях запада и юга Беларуси с зонами гляциодислокаций. Отмечено, что янтарь из антропогеновых отложений, в основном, мелкий (доли сантиметра, максимум до 3, иногда 10 см), без корки окисления, что свидетельствует о значительной его транспортировке до вторичного отложения. Концентрации его небольшие (до  $33 \text{ г/м}^3$ ) и, как правило, непромышленные.

В 1984-1986 гг. Вилейско-Свислочской геолого-съёмочной партией проведены работы по проверке заявок на выявление янтаря в южной части Брестской области скважинами колонкового бурения. В результате этих работ на Кобринском и Лунинецком участках выявлено 7 перспективных площадей на янтарь, в пределах которых возможна его промышленная концентрация (Кобринская, Осиповичская, Мухавецкая, Гатча-Осовская, Ореховская и Бостынская). Первые три связаны с палеогеновыми отложениями, а остальные - с четвертичными.

Кобринская площадь занимает  $544 \text{ км}^2$ . Прогнозные ресурсы янтаря при средней мощности палеогеновых отложений 8,4 м и концентрации ископаемых смол  $49,44 \text{ г/м}^3$  оценены в 11296 т по категории  $P_3$ . По трём поисковым скважинам глубиной 10-20 м проведены откачки с созданием каверн в антропогеновых отложениях. Получено 540 зёрен и кусочков янтаря, весовое содержание которого ( $15,98-30,73 \text{ г/м}^3$ ) ниже промышленного минимального,

определённого браковочными кондициями для проявлений Припятского янтареносного бассейна (33,2 г/м<sup>3</sup>).

На Осиповичской площади ресурсы янтаря при концентрации ископаемых смол 11,1 г/м<sup>3</sup> оценены в 1983 т, на Лунинецкой (10,87 г/м<sup>3</sup>) - в 1514 т. Прогнозные ресурсы янтаря категории Р<sub>3</sub> в современной аллювии р. Мухавец (89,8 г/м<sup>3</sup>) оценены в 235,7 т, в озёрно-аллювиальных отложениях поозёрского возраста Гатча-Осовской площади (148,8 г/м<sup>3</sup>) - в 5827 т, в озёрно-ледниковых поозёрских и подстилающих их флювиогляциальных отложениях времени отступления днепровского ледника на Ореховской и Бостынской площадях (22,4 и 11,63 г/м<sup>3</sup> соответственно) - в 5098 и 1570 т. Общие прогнозные ресурсы янтаря категории Р<sub>3</sub> Кобринского участка (Кобринская, Осиповичская, Мухавецкая, Гатча-Осовская и Ореховская площади) оценены в 24440 т, а Лунинецкого (Лунинецкая и Бостынская площади) - в 3084 т.

В 1986 г. Белорусской геолого-гидрогеологической экспедицией проведена прогнозно-геологическая оценка янтареносности перспективных площадей Брестской впадины и юго-западной части Припятского прогиба. В результате впервые выполнена комплексная оценка янтареносности четвертичных отложений юга Беларуси и выявлено 7 проявлений янтаря. Подтверждена связь находок янтаря в четвертичных отложениях с гляциодислокациями. Установлена приуроченность вторичных россыпей янтаря на юге Беларуси к современным аллювиальным (пойма р. Мухавец), поозёрским озёрно-аллювиальным (проявления Гатча, Микашевичи, Почапово, Доброе) и флювиогляциальным отложениям времени отступления поозёрского (Брест) и сожского (Кобрин) ледника, реже озёрным либо пойменным отложениям рославльского аллювиального цикла шкловского межледниковья (уч. Оброво).

Выявленные проявления обособлены в 2 перспективные площади: Дрогичинскую и Микашевичскую. Ресурсы россыпей янтаря, связанных с морскими палеогеновыми отложениями, оценены на этих площадях соответственно в 42,85 тыс. т (14,85 в северной части Дрогичинской площади и 28 - в южной) и 2,53 тыс. т, а вторичных россыпей, связанных с четвертичными отложениями - в 52,04 и 3,95 тыс. т и квалифицированы по категории Р<sub>3</sub>). Отмечено, что объектами первоочередного изучения на этих площадях должны считаться районы проявлений палеогеновых россыпей янтаря.

В 1984-1996 гг. продолжаются исследования янтареносности Беларуси в Брестском государственном пединституте им. А.С.Пушкина, выходит ряд работ (А.А.Богдасаров и др., 1988, 1994), посвящённых морфологии и физико-химическим особенностям янтаря из антропогеновых слоев Брестского Полесья, в которых дается ИК-спектрометрическая, рентгеновская, химическая характеристика ископаемых смол, их морфологические и физико-механические свойства, состав микроэлементов, типы инклюзов, обсуждаются вопросы генезиса вторичных смол на описываемой площади и некоторые другие показатели с общими рекомендациями по направлению поисков янтаря в республике. Показано, что все находки антропогеновых ископаемых смол минералогически относятся к сукциниту и по богатству цветовой гаммы и красоте не уступают янтарю Пальменикенского месторождения.

В 1989-1991 гг. Волынской ГРЭ ПО «Кварцсамоцветы», по упомянутой ранее заявке А.А.Богдасарова на открытие месторождения, произведены поисковые работы на янтарь на участке Гатча-Осово Жабинковского района и оценены прогнозные ресурсы по состоянию на начало 1991 г. В результате установлена приуроченность скоплений янтаря к контактной зоне мелкозернистых озёрно-аллювиальных песков с прослоями и линзами среднезернистых песков, с галькой, гравием, реже прослойками алевритов. При промывке керн в полевых условиях весовой янтарь выявлен в 6 скважинах (прямые находки). При лабораторных исследованиях лёгкой фракции знаки янтаря установлены в пробах 153 скважин или 13,4% от количества всех выработок, пробуренных на площади 110 км<sup>2</sup>. Они сосредоточены на трёх площадях с повышенной концентрацией янтаря (Богдавская, Озятинская, Ольховская), прогнозные ресурсы которых оценены по категории Р<sub>2</sub> в количестве 199 т.

Валовое опробование янтареносных отложений на указанных площадях произведено шурфами, расположенными по сети 200х200 м, показало, что мощность их колеблется от 0,6 до 15 м. Янтарь встречается по всей мощности, однако, прослой с повышенной его концентрацией в них развиты локально, мощности их весьма незначительные (в 20 случаях из 26 равны всего 0,3 м. в 3 случаях – 0,6 и лишь в 3 выработках достигают 0,9-1,2 м) и составляют в среднем 0,4 м. Распределение янтаря отличается чрезвычайной невыдержанностью и весьма прихотливой рассредоточенностью как по разрезу, так и по площади, и нередко янтарь залегает небольшими локальными гнёздами в углублениях кровли подстилающих пород. Концентрация янтаря варьирует от 0 до 1,1-46,2 г/м<sup>3</sup> и лишь в 3 точках из 26 превышает 33,2 г/м<sup>3</sup>, установленные браковочными кондициями в качестве предельного минимального промышленного содержания для месторождений и проявлений янтаря Припятского янтареносного бассейна. Среднее содержание янтаря на участке Гатча оценено ПО «Кварцсамоцветы» в 12,9 г/м<sup>3</sup>.

В 1993-1995 гг. БелГЕО проведены поисково-оценочные работы на янтарь в палеогеновых отложениях на участках Мотоль и Иваново Ивановского района, Столин Столинского района Брестской области. Пройдено 40 скважин колонкового бурения диаметром 132 мм. При промывке керн в полевых условиях янтарь не был выявлен. При лабораторных исследованиях лёгкой фракции зёрна янтаря установлены в пробах 27 скважин. Опробование керн 40 поисковых скважин на трёх участках показало, что исследованные морские палеогеновые отложения включают микроскопические зёрна янтаря повсеместно, от кровли до подошвы, но наиболее обогащена ими подтолща отложений харьковской свиты.

В 1993-1996 гг. БелГЕО проведены поисково-оценочные работы на янтарь в четвертичных отложениях на участке Гатча месторождения Гатча-Осово. На январь 1997 г. было пройдено 544 скважины шнековым способом, диаметром 230 мм, средней глубиной 8,2 м по сети 50х50 м и 100х100 м; 70 шурфов средней глубиной 6,2 м по сети 100х100 м. Произведена проходка разведочных канав длиной 89 и 78,6 м соответственно, глубиной 3,3 м. Все породы, которые могли бы содержать янтарь, опробовались в полевых условиях (грохочение с

промывкой). Отобрано и обработано 8504 пробы из скважин, 1198 проб из шурфов, 139 проб из канав. Янтарь встречен в 260 скважинах, в 26 шурфах, канава вскрыла янтарь на всём своём протяжении. В результате проведенных работ подсчитаны прогнозные ресурсы янтаря по категории  $P_1$  в количестве 16,4 т при среднем содержании янтаря  $34,1 \text{ г/м}^3$  (от 9,5 до  $59,4 \text{ г/м}^3$ ) и оценены прогнозные ресурсы по категории  $P_2+P_3$  в количестве 311 т.

В 1995 г. БелГЕО проведены поисковые маршруты на заболоченных участках Осово и частично Гатча месторождения Гатча-Осово. Общее количество точек наблюдений на болоте Осово составило 831, из них в 106 точках найдено 307 обломков янтаря, общим весом 237,48 г. На болоте Гатча общее количество точек наблюдений составило 134, янтарь найден в 14 точках (42 кусочка), общим весом 22,26 г. Находки янтаря группируются по площади в небольшие россыпи, протяжённостью 25-100 м, ориентировка которых обусловлена обнажениями вдоль канав. Одна из россыпей, описанная в точке наблюдения № 530, заверена скважиной, в которой на глубине 4,5-5 м вскрыт янтареносный горизонт с содержанием полезного ископаемого  $195,2 \text{ г/м}^3$ . Рекомендовано провести поисково-оценочные работы на болоте Осово по левобережью канала Чёрный Ров, так как эта территория обнажена, имеет лучшие транспортные условия и преобладающее количество находок янтаря.

В 1995-1997 гг. в БелГЕО выполнялись работы по теме «Установить закономерности размещения и условия формирования янтареносных отложений Беларуси, как научную основу прогноза и планирования геологоразведочных и добычных работ». На основании анализа результатов этих исследований получены данные, которые могут быть использованы для решения проблем генезиса янтаря белорусского региона. Данные характеристики различных площадей по степени их перспективности могут и должны быть использованы при планировании геологоразведочных работ на поиски янтаря, а также определении наиболее оптимальных участков для проведения опытно-промышленной добычи янтаря с целью определения его качества и технологических свойств.

Общие прогнозные ресурсы ископаемых смол, по данным Л.Ф.Ажгиревич, А.А.Богдасарова, Л.Я.Затуренской, В.Д.Непокульчицкой и И.И.Урьева (Ажгиревич и др., 2000), составляя 4849,9 т для палеогеновых и 1048,3 т для антропогеновых отложений, свидетельствуют о значительных запасах янтаря в недрах Беларуси. Палеогеновые янтарепроявления в настоящий момент и в будущем могут картироваться попутно при поисково-ревизионных работах на другие полезные ископаемые. Однако если в будущем и будет вставать вопрос о добыче янтаря из палеогеновых отложений, то необходимо учесть вариант безотходного производства с получением янтаря, тяжелого шлиха, глауконита и пр. Проведенные же исследования по изучению янтареносных отложений не исключают обнаружения в них месторождений янтаря типа Клёсова, которые могут быть локализованы в пределах наиболее перспективных зон (Пружанская, Мотольская, Ивановская, Столинская, Микашевичско-Житковичская и Лельчицкая).

В 1998 г. М.А.Богдасаровым впервые в республике была защищена кандидатская диссертация на тему «Янтарь из антропогеновых отложений

Беларуси». Результаты изучения физико-химических свойств и элементного химического состава белорусского янтаря, опубликованные в 2001 г. в виде одноименной монографии (М.А.Богдасаров, 2001), свидетельствуют об их высоких геммологических качествах и о близости по составу к сукциниту Прибалтики. Следует отметить, что на данном этапе практически все научно-исследовательские работы следует сосредоточить на антропогенных проявлениях и, в первую очередь, на месторождении Гатча-Осово, выявленном в отложениях этого возраста, первом в Беларуси и не имеющем аналогов для технико-экономической оценки, как в Беларуси, так и в СНГ. Исследования геологии, состава и свойств белорусского янтаря должны быть, несомненно, продолжены. При этом изучение качественных показателей ископаемых смол должно сопровождать все этапы геологоразведочных и поисковых работ в Белорусском Полесье.

### ***1.6. НАХОДКИ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ РАСКОПОК БЕЛАРУСИ***

Особый интерес представляют находки янтаря и янтарных изделий из археологических раскопок Беларуси (рис. 1). Археологи уделяют большое внимание необработанным кусочкам янтаря и изделиям из него. Раскапывая места, где тысячелетия тому назад были стоянки первобытного человека, ученые исследуют состав янтаря, 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; Тарасаў, 1988; Поздняков, 1991; Богдасаров, 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; Позняков, 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; Минералогическо-археологические..., 1992; Сравнительная..., 1992; Минералогические..., 1993; Богдасаров и др., 1993Б,1996Б; Багдасарау і інш., 1994,1997; Багдасарау, Жлоба, 1994; Богдасаров, Жлоба, 1995; Богдасаров, 1995В,1996Б).

## ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

### *2.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ПОИСКОВЫХ РАБОТ*

При составлении проекта геолого-съёмочных и поисковых работ различного масштаба следует выделять районы, перспективные для выявления месторождений и проявлений ископаемых смол. Выделение таких районов должно производиться на основе изучения материалов по геологии и литологии района предполагаемых работ, как литературных, так и фондовых. Определение перспектив районов должно производиться с учетом сведений о распространении янтареносных отложений на исследуемой территории, условий образования месторождений и геологических предпосылок. При этом следует учитывать, что наибольший интерес представляют районы, где можно ожидать встретить вторичные месторождения янтаря, образовавшиеся в меловое и палеогеновое время, в том числе районы, в геологическом строении которых принимают участие прибрежно-морские, дельтовые и лагунные песчано-глинистые глауконитсодержащие отложения.

Как указывает С.С.Савкевич (1975) наиболее перспективны дельтовые отложения крупных палеорек с обширной площадью водосбора, на которой росли хвойные леса, а также отложения зоны шельфа палеогеновых и меловых морских бассейнов, куда впадали эти реки. Известный интерес для поисков современных пляжных и аллювиальных россыпей представляют участки морского побережья и долины рек, расположенные вблизи выходов янтареносных пород. Исходя из имеющихся материалов о распространении янтареносных отложений, ориентировочно можно указать, что перспективными в западных районах СНГ (Прибалтика, Беларусь, Украина) являются палеогеновые прибрежно-морские отложения, а также аллювиальные отложения современных рек, протекающих в районах развития этих отложений.

При проведении поисковых работ и обнаружении ископаемых смол следует учитывать, что ископаемые смолы пользуются довольно широким распространением, но не все из них по качеству смолы пригодны для ювелирной промышленности. Сведения о химическом составе и физических свойствах важнейших из ископаемых смол, находящихся применение в ювелирной промышленности, приведены в табл. 3. В связи с этим в первую очередь нужно определять три показателя – хрупкость ископаемой смолы, размер кусков и содержание в породе кусков разных размеров. Смола, обладающая повышенной хрупкостью, легко раскашивается в пальцах, в то время как вязкая выдерживает значительную нагрузку. Наряду с этим следует определять и другие физические свойства ископаемой смолы – цвет, прозрачность, блеск, характер излома, твердость, наличие включений (инклюдозов) и их состав (насекомые, растительные остатки). Нужно также отмечать, кроме размеров кусков, и их форму. Кроме этих важнейших показателей следует определять примерные масштабы проявления, мощность янтареносных пород, элементы залегания, литологический состав пород и др.

Таблица 3

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЕЛОЧНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ**  
(по Е.Я. Киевленко, Н.Н. Сенкевичу, 1976; М.А. Богдасарову, 1998)

Наименование вида	Средний химический состав, %				Цвет	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердость по Моосу	Т плавления, С <sup>0</sup>	Содержание янтарной кислоты, %	Примеры месторождений
	С	Н	О	S						
Янтарь (сукцинит)	79,85	10,25	9,60	0,30	Желтый, белый	1,01-1,10	2,0-2,5	320-370	3-8	Прибалтика, Беларусь, 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	Украина, 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	Мьянма
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

При отсутствии хороших обнажений следует пройти несколько легких выработок (расчисток), расстояние между которыми определяется в зависимости от масштаба проявления и может колебаться от 5-10 до 100-200 м. В том случае, если на протяжении имеется несколько янтареносных горизонтов, качественную и количественную оценку янтаря каждого горизонта нужно дать отдельно. При этом следует учитывать, что, как указывалось выше, в полевых условиях определение качества янтаря и его принадлежность к определенному типу может быть произведено только приближенно и окончательный вывод делается после проведения лабораторных исследований, включая инфракрасную спектроскопию. С этой целью на выявленном проявлении следует произвести отбор проб. В пробу отбираются кусочки янтаря всех размеров и разновидностей с определением % содержания каждой разновидности. Вес пробы может быть самый различный, но желательно не менее 100 грамм. Отобранные пробы документируются и направляются на дальнейшие исследования.

## ***2.2. ПРИНЦИПЫ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЯВЛЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЯНТАРЮ***

Тематика настоящих исследований в 1994-1998 годах являлась составной частью «Программы ускорения геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 1993-1995 и на период до 2000 года». Одна из главных задач, сформулированных в перечне направлений и основных заданий геологоразведочных и научно-исследовательских работ для второй группы месторождений минерального сырья (к этой группе относятся янтарепроявления Белорусского Полесья) - установление целесообразности подготовки к промышленному освоению.

Неотъемлемой частью решения этой практической задачи наряду с постановкой поисково-оценочных и геологоразведочных работ является всесторонняя характеристика качества используемого продукта для наиболее рациональной утилизации не только фракций, кондиционных для ювелирного дела, но также и используемых в качестве сырья для химической переработки. Без такой характеристики не возможна обоснованная оценка целесообразности подготовки к промышленному освоению выявленных залежей ископаемых смол, предусмотренная республиканской программой.

Программой подчеркивалась необходимость сочетания региональных геологических исследований по выявлению основных закономерностей размещения полезных ископаемых с отраслевыми научно-исследовательскими программами, направленными, в частности, на установление качественных характеристик минерального сырья. Сложность в решении этой проблемы, ведущей к повышению эффективности поисковых и оценочных работ, состоит в том, что до сих пор не разработаны технические требования к ювелирно-подделочному янтарю. Кроме того, отсутствуют и полевые методы определения пригодности ископаемых смол для ювелирной промышленности.

Такие диагностические признаки как цвет, прозрачность, излом, блеск, твердость, хрупкость, горючесть, и другие характерны не только для вязких смол - янтаря (сукцинита), но и для ряда хрупких ископаемых смол,

непригодных для ювелирной обработки. Окончательное же отнесение ископаемой смолы к тому или иному виду и определение её пригодности для ювелирной промышленности может быть произведено только после тщательных лабораторных исследований, включающих проведение инфракрасной спектроскопии, элементного химического состава, рентгенографии минеральных включений, термического анализа и пробной технической обработки янтаря.

В настоящее время в Беларуси используется промышленная классификация ископаемых смол, применяемая в России и Украине. Она включает в себя пять сортов янтаря: прозрачный - различных оттенков желтого цвета; дымчатый - слегка мутноватый с прозрачными участками; бастард - восково-желтого цвета, просвечивающий; костяной - непрозрачный, цвета слоновой кости; пенный - светлый, непрозрачный мелкопористый. В полевых условиях, при предварительной оценке данных сортов, должны определяться следующие показатели: твердость, хрупкость, размер и форма отдельных зерен, цвет, блеск, степень прозрачности, излом, характер поверхности, степень окисления, наличие инклюзов, т.е. типичные признаки и свойства, которые играют немаловажную роль в определении дальнейшей пригодности янтаря при его обработке. Всю эту информацию необходимо размещать на специальных карточках, куда заносят все необходимые данные не только о свойствах и особенностях янтаря, но и о конкретном янтарепроявлении. В сущности, уже на стадии полевых исследований необходим паспорт-кадастр янтарепроявления.

«Кадастр» - (фр. cadastre) систематизированный свод сведений, составляемый периодически или путем непрерывных наблюдений над соответствующим объектом. Кадастр - это прежде всего системность. Преимущества кадастра очевидны: компактность и полнота сведений. Попытки создать кадастры были сделаны еще в Римской империи. Однако назвать эти своды данных «кадастрами» можно лишь условно, им не хватает полноты и системности. С течением времени кадастровый учет получил распространение и развитие, однако большинство принципиально важных вопросов до сих пор не разрешено.

Белорусским законодательством предусмотрены климатический, земельный, территориальный, водный, лесной кадастры, кадастр атмосферного воздуха, кадастр недр, кадастры животного, растительного мира, торфяного фонда, кадастр отходов. Однако полости (пустоты) недр до сих пор остаются неучтенными, а без системы мониторинга окружающей среды нереально существование климатического кадастра. Большинство из составляемых кадастров имеют всего лишь информационную ценность, так как содержат далеко не все сведения, которые необходимы для составления полной характеристики объектов. Некоторые кадастры, к примеру, требуют радикального изменения, как названия, так и упорядочения структуры и содержания. Кадастр месторождений полезных ископаемых и кадастр торфяного фонда целесообразно объединить в кадастр недр, присовокупив сюда же сведения и об их пустотах (полостях), кадастр атмосферного воздуха оправдано трансформировать в кадастр атмосферного пространства.

Все существующие и разрабатываемые кадастры ведутся разрозненно по разным методикам и не предполагают согласованности и оперативного

обновления данных. До настоящего времени как в республике, так и за рубежом не разработана унифицированная структура кадастра. Характеристики ресурсам даются выборочно и фрагментарно. Для комплексного решения всех указанных проблем необходимо создать универсальную структуру типового кадастра, для чего обозначим основные элементы содержания любого типа кадастров:

- естественно-физический, включающий качественную и количественную характеристику объекта кадастра как природного ресурса;

- антропогенный, регистрирующий изменения природной среды;

- хозяйственный, характеризующий производственную и непроизводственную ценность природного ресурса в качестве средства производства;

- экономический, включающий экономико-стоимостную оценку природного ресурса;

- экологический, характеризующий природный ресурс как компонент экосистемы;

- правовой, определяющий право собственности на природный ресурс, режим его использования и охраны.

Назрела необходимость создания единой нормативно-правовой базы для урегулирования кадастровых отношений в виде закона о природно-ресурсных кадастрах и соответствующих подзаконных актов. В этом плане интересны кадастры для отдельного конкретного вида минерального сырья, в данном случае для янтаря и янтарепроявлений.

Нами разработан пример кадастра янтарепроявлений, включающий в себя 29 пунктов, охватывающих как целый ряд свойств самого янтаря, так и геолого-географических особенностей самого янтарепроявления (рис. 2) которые позволяют сделать обоснованное заключение о перспективности исследуемого объекта. Отбор пунктов производился по нескольким категориям: характеристика янтарепроявления (п.п. 1-14, 18, 25, 26), характеристика янтаря (п.п. 15, 19-23), заключение и перспективы янтарепроявления (п.п. 16-17, 27).

Разумеется, что каждое месторождение, будь то газ или нефть, а в нашем случае янтарь, имеет свое название, и поэтому наличие такого пункта не должно вызывать сомнение (п. 1 - Название янтарепроявления). Однако одно название не говорит, где расположено месторождение. Нужен такой пункт, который указывал бы точные координаты (п. 2 - Местоположение), а чтобы наглядно можно было представить, где оно расположено, в кадастре предусмотрено место, где можно вычертить или вклеить карту.

История Земли длится уже почти 5 млрд. лет и на протяжении большей её части образовывались разнообразные полезные ископаемые. Для каждого этапа развития Земли характерны свои полезные ископаемые, ведь недаром некоторые периоды в геологическом летоисчислении названы в их честь (каменноугольный, меловой). По праву янтарным «веком» можно назвать палеоген. Определение геологического возраста смолы дает сразу некоторые сведения о ней, так как химический состав янтарей различного возраста не одинаков. Но так как на территории Беларуси залежи янтаря вторичного происхождения (россыпи), то необходимо определять геологический возраст отложений (п. 6 - Геологический возраст: а) отложений, б) янтаря).

Абсолютный геологический возраст – это возраст горных пород, минералов и руд, выраженный в единицах астрономического времени и устанавливаемый различными радиологическими методами по накоплению в минералах и горных породах продуктов распада радиоактивных элементов. Проходили многие годы, прежде чем человек узнавал о сокровищах, которые хранятся в Земле. Порой даже проживая на самом месторождении, человек не подозревает о том, что находится под его домом. Именно так было в районе дд. Озяты и Бараны до тех пор, пока там не были открыты янтарепроявления (п. 3 - Время открытия).

Как уже отмечалось выше, большинство, янтарепроявлений на территории Беларуси относятся к вторичным месторождениям. К этой группе относится большое количество проявлений ископаемых смол, образовавшихся за счет размыва первичных месторождений и переотложения смол. Вторичные месторождения образуются в различных геологических условиях. Некоторые из них образуются недалеко от коренного месторождения (делювиальные и пролювиальные россыпи). В других случаях янтарь переносится до нового погребения на значительные расстояния или даже подвергается неоднократному переносу (морские, аллювиальные, озерно-ледниковые месторождения).

Все месторождения ископаемых смол относятся к экзогенной, генетической группе и к двум генетическим классам - биогенно-осадочные (первичные) и россыпи (вторичные), которые в свою очередь делятся на генетические типы (п. 5 - Генетический тип). Генетический тип - это совокупность отложений образовавшихся в результате работы определенных геологических агентов. Генетический тип отложения - это категория, объединяющая комплексы осадочных образований в целом родственных друг другу по общим законам строения и истории формирования.

Только определение генетического типа янтарепроявления дает некоторую приблизительную информацию о масштабах проявления янтаря. Например, если россыпь янтаря морского или лагунно-дельтового происхождения, то уже можно говорить о том, что здесь большое скопление янтаря, чего не скажешь о янтарепроявлении озерно-ледникового происхождения. Именно морские и лагунно-дельтовые древние погребенные россыпи являются основным источником получения ювелирно-поделочного янтаря. И возможно, что самое крупное месторождение янтаря еще не открыто. Во всяком случае, так считают польские геологи. Проанализировав все исследования побережья Балтийского моря, они пришли к выводу, что на дне Гданьской бухты расположено самое крупное месторождение янтаря в мире. Такой вывод был сделан на основе того факта, что Гданьская бухта была дельтой большой реки, крупнее, пожалуй, чем Дунай, по берегам которой росли сосны-гиганты, продуцирующие янтареносную живицу.

С генетическим типом тесно связано то, в каком виде встречается янтарь, т.е. тип проявления (п. 7). Разумеется, чтобы делать какие-то выводы о том или ином янтарепроявлении необходимы разведочные работы. Именно на основе разведки можно будет конкретно предсказать судьбу янтарепроявления, А так как конкретное янтарепроявление зачастую обнаруживается случайно, то и степень разведанности (п. 8) их будет различна. Степень разведанности -

соответствие полноты достоверности, представительности и надежности, полученных при разведке данных о геолого-промышленных параметрах месторождения, требованиям промышленности предъявляемым при проектировании и строительстве горнорудного предприятия. Различной будет и степень освоения янтарепроявления (п. 9).

На основе полученных данных при разведке выясняются такие критерии как: вмещающие породы (п. 10), глубина залегания (п. 11), мощность янтареносного слоя (п. 12), площадь янтарепроявления (п. 13.) и концентрация янтаря (п. 14).

Порода вмещающая - горная порода, в которой заключена рудная залежь, жила или иное тело с полезными ископаемыми. Концентрация - величина, характеризующая количество какой-либо составной части в определенном количестве фазы сложного состава. Все эти пункты играют немаловажную роль в определении перспективности янтарепроявления. Разумеется, что чем меньше глубина и чем выше мощность, площадь и концентрация, тем меньше себестоимость добываемого янтаря. Но для того, чтобы сразу можно было определить, рентабельна ли добыча янтаря, необходимо вычислить максимальное значение глубины залегания и минимальное значение для остальных пунктов. Это можно сделать в виде таблицы.

Кроме перечисленных пунктов на оценку янтарепроявления (п. 16) влияют следующие факторы:

1. Физико-механические свойства (вязкость, твердость) и предполагаемый тип ископаемой смолы.
2. Размер и примерное содержание относительно крупных зерен янтаря на 1 м<sup>3</sup> породы.
3. Геолого-промышленный тип, к которому относится янтарепроявление.
4. Условия залегания продуктивных горизонтов.
5. Литологический состав вмещающих пород.
6. Транспортные условия.

Наибольший интерес естественно представляют находки крупных кусков вязкого (нехрупкого) янтаря размером от 1-3 см и крупнее, обладающих красивым цветом или прозрачностью. Но следует учитывать, что содержание крупных кусков янтаря, пригодного в качестве ювелирно-поделочного камня, даже на таком уникальном месторождении как Приморское, не превышает 12%. А для точного определения технологичности янтаря проводится пробная ювелирная обработка (п. 15), которая включает в себя: распиловку, шлифовку, полировку и подаваемость сверлению. Следует также учитывать, что мелкий янтарь можно прессовать, а также то, что янтарь является ценным сырьем для ряда отраслей промышленности (химической, медицинской и др.).

При возможности обогащения месторождения, даже с очень низким содержанием поделочных разностей или содержащих только крупные разности ископаемых смол, доступных для извлечения, месторождение может представлять интерес для промышленности (п. 17 - Промышленное значение). Ведь кроме ювелирной промышленности янтарь применяется в электротехнике как хороший изолятор. В медицине используется еще не полностью изученное свойство - тормозить разрушение кровеносных телец - эритроцитов и тем самым

препятствовать свертыванию крови. Низкосортные и загрязненные разновидности янтаря перерабатывают в легкоплавкую янтарную канифоль и янтарный лак. Этим лаком, очень стойким и прочным, покрывают мебель, деки музыкальных инструментов, днища кораблей, автомашин. Янтарная кислота и её соли применяются в фармакологии. Благодаря биологической активности она входит в такие препараты, как витамин Д<sub>3</sub>, кортизонацетат и др.

Разумеется, что кроме янтаря на проявлении есть и другие минералы. И наряду с добычей янтаря можно проводить попутную добычу какого-либо ценного минерала. А для того, чтобы это отразить в кадастре, в него включена таблица (п. 13 - Список минералов янтарепроявления), которая имеет три раздела: главные, второстепенные и редкие минералы вскрышных, вмещающих и подстилающих горных пород.

Но так как кадастр составляется для янтарепроявления, то все внимание уделяется янтарю. Поэтому многие минералогические (п. 19), и химические (п. 22) особенности включены в кадастр. В пункт «Минералогические особенности» включено 25 параграфов, которые можно объединить в группы: физические, оптические и механические свойства янтаря, его состав и т.д. В каждый параграф заносятся данные об особенностях всех встреченных разновидностей данного признака и отмечаются наиболее часто встречаемые из них.

1. Цвет - свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным способом отраженного или испускаемого излучения. Цветовая гамма янтаря очень обширна - от кристально прозрачного до абсолютно черного. Но наиболее ценным являются оттенки лучисто-желтого и медового янтаря.

2. Прозрачность - свойство, характеризующее способность пропускать свет. Различают пять типов прозрачности янтаря: прозрачный, дымчатый, бастардный, костяной и пенистый. Для ювелирной промышленности наибольший интерес представляют первые три типа прозрачности.

3. Блеск - характерное физическое свойство минералов, зависящее в основном от показателей светопреломления и типа агрегата. Гамма такого свойства также разнообразна, он может быть жирным, матовым стеклянным и т.д.

4. Излом - форма поверхности, образующаяся при раскалывании минералов, не обладающих спайностью. Излом характеризует поверхность разламывания (раскола) янтаря. Различают излом ровный, ступенчатый, неровный, занозистый, раковистый и полураковистый. Излом янтаря зависит в основном от его структурных особенностей и связанных с ними прозрачностью и однородностью.

Плоскость излома редко бывает чистой, обычно она усложнена узором, образованным сочетанием тонких линий. Эти линии, видимо, фиксируют распространение упругих поперечных волн, возникших при механическом воздействии на янтарь. Линии причудливо переплетаются между собой. Нередко на одной, плоскости находится несколько систем волновых линий, фронты которых направлены навстречу друг другу. Прозрачный янтарь - наиболее благоприятная среда для распространения упругих волн, которые обычно проходят в нем сразу в нескольких направлениях.

5. Цвет корочки окисления (см. цвет янтаря).

6. Толщина корочки окисления измеряется в миллиметрах.

7. Степень окисления. Янтарь обладает свойством окисляться в зависимости от того, в каких условиях находился. От этих условий меняется толщина корочки окисления, её цвет и степень окисления.

8. Характер поверхности. Поверхность янтаря, как и поверхность любого другого тела, не имеет абсолютно ровной поверхности, а изобилует множеством неровностей, трещин, вмятин.

9. Размер кусков янтаря в исследованных проявлениях колеблется от мельчайших кусочков и капелек до кусков в несколько сотен граммов, возникших благодаря обильному и продолжительному истечению смолы из хвойных деревьев. Для ювелирной промышленности пригодным считается янтарь размером более 5x5x5 мм. Для остальных областей применения янтаря и продуктов его переработки размеры не имеют большого значения.

10. Вес – это сила, с которой тело действует на опору, препятствующую его свободному падению. Измеряется в граммах.

11. Степень окатанности. Так как на территории Беларуси большинство янтарепоявлений вторичного происхождения, то янтарь, проходя путь от коренного месторождения до места накопления, естественно подвергался физическому воздействию, разрушая свои первоначальные формы. А так как приносился он водным путем, то естественно, что часть янтаря, перекатываясь по дну, принимала округлую, окатанную форму.

12. Форма зерен. Форма зерен янтаря зависит от условий вытекания живицы из янтареносных сосен. Она делится на две категории: внутривольную и наствольную. Обычно янтарь находят в виде капель сталактитов, желваков, лепешек, натечных форм, сосулук, неправильных кусков различной величины.

13. Включения. Включения в янтаре довольно частое явление. Их можно разделить на три группы: растительного происхождения, животного происхождения и включения неживой природы (воздух, минералы, песчинки и др.). Наиболее интересными являются включения животного мира. По ним можно судить о формах жизни далекого прошлого, видеть некоторых обитателей (порой уже несуществующих) древних субтропических лесов.

В янтарях Прибалтики во включениях обнаружено свыше ста видов растений, в том числе листья, цветы, споры и т.д., несколько сотен видов фауны. Среди фауны, кроме многочисленных насекомых, встречаются кораллы, черви, разнообразные членистоногие, пауки, гастроподы. Известны и более крупные животные, попадавшие в плен янтаря. Так геологи Доминиканской Республики обнаружили кусок янтаря, внутри которого была «законсервирована» лягушка, попавшая в мягкую смолу более 25 млн. лет назад. В Брестской области уже найдено несколько экземпляров янтаря с насекомыми. А одна из этих находок после тщательной экспертизы была диагностирована как доселе неизвестный представитель насекомых - новый ископаемый вид муравья.

14. Абсолютная твердость. Твердость - сопротивления механическому воздействию другого, более прочного тела, обусловленное в основном прочностью кристаллической структуры минерала. Измеряется в г/мм<sup>2</sup>.

15. Твердость по шкале Мооса. Шкала Мооса - набор эталонных минералов для определения относительной твердости методом царапания. Оценивается по 10 бальной шкале: от 1 до 10 баллов.

16. Плотность. Плотность - физическое свойство тел. Масса единичного объема вещества. Величина обратная удельному объему. Измеряется в г/см<sup>3</sup>.

17. Хрупкость (вязкость). Хрупкость - свойство тел разрушаться после незначительной пластической деформаций, вязкость - сопротивление перемещению частиц под влиянием приложенной силы. Вязкость один из главных факторов, влияющих на поддаваемость янтаря ювелирной обработке.

18. Температура плавления. Температура перехода из твердого в жидкое состояние. Температура плавления янтаря колеблется от 315°C до 375°C. Если янтарную крошку нагревать без доступа кислорода до 140-150°C, она становится пластичной и поддается прессованию. Большинство изделий из янтаря в ювелирных магазинах в настоящее время - это прессованный янтарь.

19. Внутреннее строение. Янтарь может состоять из нескольких, различных по цвету и прозрачности, разновидностей, порой образуя причудливые рисунки.

20. Растворимость. Янтарь обладает свойством частично растворяться в органических соединениях (спирте, ацетоне, эфире и др.). Растворимость - способность вещества в смеси с одним или несколькими другими веществами образовывать однородные системы - растворы. Растворимость - важный показатель в определении разновидности янтаря.

21. Характер люминесценции. Люминесценция - свечение вещества под действием света, радиоактивного и рентгеновского излучения, электрического поля, при химических реакциях и при механических воздействиях.

22. Химический элементный состав. Янтарь (ископаемая смола) представляет собой аморфный углеводород, высокомолекулярное органическое соединение. Он формируется в процессе окисления и полимеризации нелетучих компонентов природных смол, выделяемых деревьями или кустарниками при их повреждении. Природные смолы представляют собой или бальзам (раствор смолы в эфире), или живицу (раствор смолы в эфирных маслах).

В составе янтаря присутствуют органические кислоты, такие как сукцининовая, муравьиная, масляная, и, как правило, множество примесей: сера, азот, различные микроэлементы. Состав отдельных образцов даже из одного и того же месторождения, может сильно колебаться в зависимости от растения-источника, а также геологической истории именно этого конкретного куска янтаря.

Изучение химического состава янтаря необходимо для диагностирования различных разновидностей янтаря. На основе минералогических и химических данных можно сделать вывод, к какому сорту принадлежит янтарь (п. 22). Поскольку на янтарепроявлении встречается янтарь не только различный по промышленной классификации (по прозрачности), но и по минеральному виду, целесообразно такой пункт сделать в виде таблицы, где бы указывалось процентное содержание каждой разновидности минерального вида.

Несомненно, чтобы узнать, где будет применяться янтарь с конкретного проявления, нужно провести гранулометрический анализ (п. 21). Например, если

янтарь будет очень мелким, то даже при большой концентрации и выгодных условиях залегания янтарепроявления, на сегодняшний день он не будет иметь промышленного значения. Объяснения этому просты - нет пока такой технологии по извлечению из недр мелкого янтаря. Поэтому чем больше относительно крупного янтаря, тем больше промышленное значение будет иметь проявление.

Само собой разумеется, что в кадастр невозможно внести все сведения о янтаре и янтарепроявлении, поэтому в кадастре отведено место для дополнительной информации (п. 24), которая, как и вся основная информация, была получена на основе материалов разведки. Разведка янтарепроявления, впрочем, как и других месторождений, включает в себя бурение скважин, позволяющих узнать о многих особенностях данного янтарепроявления.

Информация, получаемая из скважин, действительно обширна. Такие пункты в кадастре как «Глубина залегания» (п.11), «Вмещающие породы» (п. 10), «Список минералов» (п. 19), «Мощность янтареносного слоя» (п. 12) и другие получены именно на основе буровых скважин, поэтому было бы несправедливо не привести в кадастре геологический разрез скважины (п. 25), а конце на основе буровых скважин строится геологический разрез янтарепроявления (п. 26).

Итогом всех исследований, как самого янтаря, так и янтарепроявления является заключение о перспективности янтарепроявления. Если признано, что добыча янтаря возможна, необходимо подобрать наиболее приемлемый путь по добыче и переработке янтаря (п. 27 - Технологический режим и схема переработки). В конце кадастра, как и каждой научной работы, указывается список используемой литературы (п. 28 - Литература).

### ***2.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ КАДАСТРА***

#### **П. 1. Название янтарепроявления.**

Свое название янтарепроявление может получать по нескольким положениям: а) по близлежащему населенному пункту; б) по исторически сложившемуся названию местности; в) по названию месторождения полезных ископаемых, где янтарь является сопутствующим самоцветом.

#### **П. 2. Местонахождение.**

Указывается административно-территориальная единица, т.е. область и район нахождения точки янтарепроявления. Делается географическая привязка, т.е. указывается направление и удаление янтарепроявления от ближайшего крупного населенного пункта или ж.д. станции. Для наглядности в кадастр вклеивается карта данной местности с обозначенным проявлением. В правом нижнем углу указывается масштаб.

#### **П. 3. Время открытия.**

Указывается документально подтвержденная дата, когда впервые был найден янтарь.

#### **П. 4. Геологическая позиция.**

Сообщается место данного проявления ископаемых смол в соответствии с тем, какую территорию занимает проявление на данной геологической карте.

П. 5. Генетический тип.

Указывается генетический тип и класс месторождения.

П. 6. Геологический возраст.

Указывается, к какому возрасту относятся отложения пород, вмещающие янтарь, и возраст самого янтаря.

П. 7. Тип проявления.

В этом пункте описывается характер залегания янтаря. Например: неравномерные вкрапления; скопления, рассеянные зерна.

П. 8. Степень разведанности.

Оценка степени разведанности производится по следующим предлагаемым категориям:

1. Не разведано. Известны единичные находки янтаря. Разведка не проводилась.

2. Слабо разведано. Производилась приблизительная разведка.

3. Хорошо разведано. Производилась комплексная разведка и оценка янтарепроявления с подсчетом запасов.

П. 9. Степень освоения.

Степень освоения янтарепроявления оценивается по следующей предлагаемой шкале:

1. Не освоено. На данном проявлении добыча янтаря не производится, за исключением коллекционного материала.

2. Слабо освоено. Добыча янтаря не имеет систематического характера, а происходит при случайном открытии янтареносного горизонта.

3. Средняя степень освоения. Добыча янтаря производится систематически мелкими партиями, кустарным способом.

4. Хорошая степень освоения. Добыча янтаря производится систематически, крупными партиями, кустарным способом.

5. Высокая степень освоения. Добыча янтаря производится промышленным способом.

П. 10. Вмещающие породы.

Перечисляются все породы янтарепроявления, в которых был обнаружен янтарь.

П. 11. Глубина залегания.

В данном пункте указывается верхняя и нижняя границы залегания янтареносного слоя.

П. 12. Мощность слоя.

Приводится минимальная, максимальная и на их основе средняя мощность янтареносного слоя. Например: от 0,5 до 2,6 м, средняя - 1,6 м.

П. 13. Площадь янтарепроявления.

Площадь янтарепроявления указывается в нулевых границах в га или км<sup>2</sup>.

П. 14. Концентрация янтаря.

Указывается минимальная, максимальная и на их основе средняя концентрация янтаря. Например: от 0,06 до 0,18 кг/м<sup>3</sup>, средняя – 0,12 кг/м<sup>3</sup>.

П. 15. Пробная ювелирная обработка.

Пробная ювелирная обработка включает в себя следующие свойства янтаря: поддаваемость шлифовке, полировке, распиловке, сверлению, а также

прессованию отходов переработки и некондиционного янтаря с последующей ювелирной обработкой.

П. 16. Оценка янтарепроявления.

Оценка янтарепроявления производится на предмет перспективности добычи янтаря. Для Приморского месторождения приняты следующие кондиции: среднее содержание ископаемой смолы-сырца не менее 0,25 кг/м<sup>3</sup>; минимальная мощность янтареносного слоя по скважинам не менее 2,5 м; максимальная глубина залегания янтареносного пласта до 75 м. Минимальный размер зерен не оговорен, так как вся извлекаемая ископаемая смола используется в промышленности.

Для Клесовского месторождения приняты совсем другие нормы, значительно меньше приведенных для Приморского месторождения. Но добыча, тем не менее, на Волыни производится. Поэтому необходимо установить рамки рентабельности для проявлений Республики Беларусь. При невыполнении таких условий промышленная добыча янтаря нерентабельна, однако разработка янтарепроявления может проводиться кустарным способом при условии, что янтарь залегает на небольшой глубине и пригоден к ювелирной обработке.

П. 17. Промышленное значение.

Указывается возможность применения янтаря в том или иной промышленной области при условии, что янтарепроявление при его разработке не будет убыточным.

П. 18. Список минералов янтарепроявления.

В данный пункт вносятся все встречающиеся на территории янтарепроявления минералы, т.е. минералы вскрышных, вмещающих и подстилающих пород.

П. 19. Минералогические особенности.

Пункт включает в себя две таблицы, состоящие из 25 параграфов. Перечисляются все разновидности янтаря проявления и наиболее часто встречаемые из них. Пункты: цвет, прозрачность, блеск; излом, цвет корочки окисления, степень окисления, характер поверхности, степень окатанности, форма, включения, внутреннее строение и характер люминесценции заполняются согласно вышеназванным правилам.

Показатель преломления - через тире заносятся минимальные и максимальные показатели преломления для янтаря данного проявления. Например, 1,538- 1,542 (среднее 1,540). Пункты: абсолютная твердость, твердость по шкале Мооса, плотность, хрупкость, температура плавления, растворимость, вес, размеры - заполняются аналогично.

П. 20. Сорт янтаря.

В этом пункте указывается вид янтаря (сукцинит, геданит и т.п.) и процентное содержание вида определенного типа (прозрачный и т.д.).

П. 21. Гранулометрический анализ янтаря.

Янтарь делится на две фракции: более 5x5x5 мм и менее 5x5x5 мм. Процентное содержание каждой фракции от общего количества янтаря заносится в таблицу.

П. 22. Химический элементный состав.

В таблицу вносится содержание данного химического элемента в %.

П. 23. Спектральный анализ.

В данный пункт вносятся данные, полученные при спектральном анализе янтаря (содержание элементов-примесей в % или г/т).

П. 24. Дополнительные сведения.

Заносятся по усмотрению составителя кадастра.

П. 25. Геологический разрез скважины.

Вклеивается или вычерчивается геологический разрез скважины или нескольких скважин, типичных для данного янтарепроявления. Место скважины указывается на геологическом разрезе янтарепроявления.

П. 26. Геологический разрез янтарепроявлений.

Вклеивается или вычерчивается геологический разрез янтарепроявления. В левом верхнем углу указывается ориентация разреза по сторонам света (при возможности линию разреза можно показать на карте). В правом верхнем углу указывается составитель и дата составления разреза, в нижней части разреза должны быть условные знаки и масштаб.

П. 27. Технологический режим и схема переработки.

Вносится наиболее подходящий режим добычи и обработки янтаря с учетом местных специфических факторов при условии, что добыча янтаря возможна.

П. 28. Литература.

Записывается вся используемая при заполнении кадастра литература (опубликованная и фондовая).

#### ***2.4. ЗАПОЛНЕНИЕ КАДАСТРА НА ПРИМЕРЕ ГАТЧА-ОСОВСКОГО ЯНТАРЕПРОЯВЛЕНИЯ***

Разработанная кадастровая карточка с вышеописанными методическими пояснениями наглядно иллюстрирует её возможности после анализа материала, внесенного в кадастр. Это показано на примере заполнения кадастра Гатча-Осовского янтарепроявления (рис. 3). Составленный кадастр не претендует на полноту всех сведений, и вполне вероятно, что в будущем он будет изменяться, что-то станет более необходимым, и будет включено в кадастр, а что-то будет исключаться. Но можно сказать с уверенностью, что кадастр - это план исследования янтаря и янтарепроявлений. Из заполненного кадастра Гатча-Осовского торфяного массива видно, что по многим пунктам информация отсутствует, и поэтому впереди еще много работы, которая может стать темой для глубокого специального изучения янтаря. Сравнительный анализ заполненных кадастров по конкретным точкам янтарепроявлений будет соответствовать более полному изучению янтарености территории Беларуси и обнаружению месторождений янтаря. В настоящее время производится заполнение кадастров для точек находок янтаря, обозначенных на рис. Кадастр крайне необходим геологам-производственникам для оценки качественной характеристики янтарепроявлений республики, что дает возможность составления различного рода карт, и в первую очередь карты прогнозной оценки изучаемой площади. Кроме того, намечается и ряд вопросов необходимых для дальнейших научно-исследовательских работ.

## ***2.5. ПРИБОРНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ДИАГНОСТИКИ СМОЛ***

При подготовке образцов для лабораторных исследований и проведении анализов должны применяться стандартные методические приемы, а при обобщении аналитических данных - традиционные для этой области минералогии способы обработки, представления и интерпретации результатов. В процессе сопоставления последних может осуществляться корректировка и отбраковка сомнительных цифр. Полученные результаты представляются графически или сводятся в таблицы. Методы, используемые для диагностики ископаемых смол можно разделить на две категории: 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 применяется достаточно сложное оборудование. При этом учитывается, что ни один метод в отдельности не может считаться универсальным, а привлечение тех или иных из них зависит от конкретной цели и особенностей исследуемого материала.

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

***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 mV, ДТГ - 500 mV, 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 СНГ 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. Получаемый 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, 1964, 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, инфракрасная спектроскопия дает хорошие результаты.

Инфракрасные спектры поглощения образцов ископаемых смол СНГ получены в двух различных лабораториях независимо друг от друга на следующих приборах: ИК-спектрометре DS-710С (Сыктывкар, Институт геологии, аналитик Л.Л.Ширяева, 1993-1996) и Specord-75 (Минск, Институт физики, аналитик к.ф.-м.н. Н.И.Макаревич, 1994-1995). 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<sup>-1</sup>) при одних и тех же условиях. Спектры были записаны в частном диапазоне 4000-400 см<sup>-1</sup>, однако в работе они представлены в более узкой области - 2000-400 см<sup>-1</sup>, в которой имеющиеся спектральные различия проявляются наиболее отчетливо.

**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 и 1997 годах (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  $136^{\circ}$ . Количественная характеристика твердости, полученная методом вдавливания на отдельном микроучастке поверхности янтаря, называется его микротвердостью и выражается в кг/мм<sup>2</sup>.

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 ископаемых смол СНГ 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 ископаемых смол СНГ было проведено на базе кафедры физики в Гродненском государственном университете в 1992-1996 гг. 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  $\text{PLG}$  учитывался. Расчет корреляционной функции проведен по уравнению Цернике-Принса, пределы суммирования по  $S$  от 0,08 до  $0,71 \text{ \AA}^{-1}$  с шагом  $\Delta S = 0,01$ .

**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 ископаемых смол СНГ проводилось на базе лаборатории аналитической химии Брестского государственного университета им. А.С.Пушкина в 1997 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  $K_{\lambda}$  - 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 ископаемых смол СНГ проводилось на базе геологической лаборатории Брестского государственного университета им. А.С.Пушкина в 1997 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 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 ископаемых смол СНГ исследовались с помощью растрового сканирующего электронного микроскопа JSM-35 в ИГН НАН Беларуси в 1995-1998 годах.

**Электронный парамагнитный резонанс и ядерный магнитный 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 ископаемых смол СНГ. 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.

**Элементный химический 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 СНГ методом микроанализа осуществлялось в навеске от 2,0 до 10,0 мг, что позволяло в большинстве случаев исследовать отдельные зерна, а не усредненную пробу. Для каждого образца независимо анализировалось 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 составляла  $\pm 0,5$  %, т.е. в ряде случаев лежала в пределах их содержания. Содержание кислорода, как правило, вычислялось по разности элементов (в том случае, когда азот не определялся, это число, строго говоря, являлось суммой кислорода и азота). В некоторых случаях независимо друг от друга 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 ископаемых смол СНГ анализировались впервые в лаборатории микроанализа Института физико-органической химии НАН Беларуси (аналитики М.В.Капсарова и Л.Г.Новикова, 1990-1998). Параллельно по той же методике были выполнены анализы элементного состава образцов янтаря из некоторых археологических памятников Беларуси.

**Эмиссионная спектрометрия.** При исследовании методом эмиссионной спектрометрии (аналитик А.Д.Народецкая, ИФОХ НАНБ, 1992) образец ископаемой смолы 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).

## ГЛАВА 3. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ

### 3.1. ПЕРВИЧНЫЕ БИОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Первичные месторождения смол обычно имеют небольшое практическое значение. Они встречаются в ископаемых почвах «янтарных» лесов, представляющих собой континентальные песчано-глинистые образования с растительными остатками и торфяниками. Эти отложения в той или иной степени метаморфизированы и могут быть превращены в песчаники, алевролиты и аргиллиты с линзами и прослоями лигнитов и бурых углей. Возраст первичных месторождений от нижнемелового до нижнечетвертичного.

Необходимо отметить, что первичное залегание ископаемых смол в песчано-глинистых отложениях не всегда очевидно, и ряд месторождений отнесен к типу первичных условно. В лигнитах и бурых углях мела, палеогена и неогена встречаются, главным образом, хрупкие смолы семейства ретинитов. В песчаных отложениях мела и палеогена с линзами углей встречаются ископаемые смолы, пригодные для ювелирной промышленности. Для первичных месторождений ископаемых смол характерно обычно неравномерное и низкое их содержание, а также преобладание мелких кусков (табл. 4).

Первичные месторождения, относящиеся к классу биогенно-осадочных и образующие первый геолого-промышленный тип, пользуются преимущественным развитием на севере Сибири, Дальнем Востоке и другие. Для севера Сибири характерна приуроченность скоплений смол к угольным месторождениям мезозоя, где они встречаются в линзах и пластах угля, залегающих среди песков и песчаников. Содержание их достигает  $2,5 \text{ кг/м}^3$ . Преобладают (до 97 %) мелкие кусочки размером до 5 мм. В этой провинции наибольшее количество ископаемых смол было обнаружено в угленосных отложениях Хатангской впадины.

На значительное распространение находок ископаемых смол в арктических областей указывает и Н.П. Юшкин (1973), причем основными районами, по его данным, являются – Печерско-Беломорский, Восточно-Уральский, Карский, Индигирский и Пенжинско-Анадырский. Как указывают С.С. Савкевич и Т.Н. Попкова (1973), изученные ими ископаемые смолы из меловых отложений правобережья рек Хеты и Хатанги представлены двумя разновидностями, отличными по внешним признакам, физико-механическим показателям и спектрам поглощения света. По этому показателю одна из смол близка к геданиту, а другая не имеет аналогов среди ископаемых смол СНГ.

На Дальнем Востоке ископаемые смолы связаны преимущественно с палеогеновыми угленосными отложениями. В Приморском крае ископаемая смола встречается в отложениях угловской палеогеновой угленосной свиты, в виде мелких включений (8-15 мм). Смола хрупкая, принадлежит в основном к группе ретинита. На Камчатке ископаемые смолы в виде мелких вкраплений встречаются в бурых углях в Пенжинской губе. Часто встречается ископаемая смола в угленосных отложениях на Сахалине.

Таблица 4

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮВЕЛИРНО-ПОДЕЛОЧНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ**

(по В.С. Трофимову, 1974; Е.Я. Киевленко, Н.Н. Сенкевичу, 1976; М.Б. Григоровичу, 1979; М.А. Богдасарову, 1998)

Тип месторождений	Вмещающие породы	Характеристика продуктивных залежей	Тип скоплений ископаемых смол	Характеристика ископаемых смол	Промышленное значение	Примеры месторождений
Первичные месторождения в ископаемых почвах «янтарных» лесов четвертичного, неогенового, палеогенового и мелового возрастов	Пески, песчанистые глины с растительными остатками, песчаники, аргиллиты, лигниты, и бурые угли	Пласты и линзы от 100 до 1500 м и более по простиранию и мощностью от 1,5 до 20 м с обогащенными янтарем прослоями мощностью от 0,3 до 1,5 м	Неравномерные вкрапления и отдельные гнездообразные скопления зерен, реже желваков	В четвертичных отложениях – копалы, в палеоген-неогеновых глауконитовых глинисто-песчаных породах – вязкие смолы, в лигнитах и бурых углях – хрупкие смолы	Главным образом как источник для образования вторичных месторождений	Месторождения Сибири, Дальнего Востока, Казахстана, Азербайджана
Вторичные месторождения (россыпи): 1. Современные россыпи: Аллювиальные Морских пляжей	Галечники, пески, песчано-гравийные смеси	Скопления и отдельные зерна янтаря в прибрежно-морских и прибрежно-речных отложениях	Рассеянные зерна и скопления	Более или менее окатанные зерна и желваки, состав зависит от коренного источника	Небольшое, возможны периодические сборы	Месторождения побережья Балтийского моря (Польша, Литва, Латвия)
2. Древние погребенные россыпи: Морские лагунно-дельтовые  Озёрно-ледниковые	Глинисто-известковые пески, песчанистые глины, алевриты с глауконитом, песчаники Глинистые пески с углем, валунные глины	Пластообразные и линзообразные залежи, содержащие скопления янтаря  Пластообразные и линзообразные залежи, содержащие скопления янтаря	Скопления желваков и зерен  Скопления желваков и зерен	Неокатанные и слабо окатанные желваки и зерна  Неокатанные и слабо окатанные желваки и зерна	Большое – обладают значительными запасами и являются главным источником получения янтаря  Небольшое – запасы меньше, но тоже являются источником янтаря	Приморское (Прибалтика), Беларусь, Украина  Штуббенфельд (ФРГ), мелкие месторождения в Польше

В Северном Казахстане имеется Худайкульское месторождение ископаемых смол, сложенное неогеновыми слабосцементированными песчаниками с линзами глин, содержащими смолы. Известны находки ископаемой смолы в северо-западной части Аральского моря, где она встречается олигоценовых лигнитовых глинах. Размер зерен достигает 8,0х3,5х2,0 см (Великий, 1974). Оценка качества отсутствует.

В Азербайджане имеется Верхне-Агджакендское месторождение ископаемой смолы, приуроченное к песчано-глинистым отложениям альбского яруса нижнего мела. Продуктивный горизонт представлен зеленовато-серыми и темно-серыми песчаными глинами с прослойками гравелита и небольшими линзами бурого угля. Прослежен горизонт на 1,5 км. Мощность продуктивного горизонта 10-18 м, а прослоев, обогащенных ископаемой смолой – 0,35-1,30 м. Эта смола в прослоях встречается в виде желваков и мелких зерен, неравномерно рассеянных, а также образующих скопления. Среднее содержание ископаемой смолы 0,210 кг/м<sup>3</sup>, максимальное 1,2 кг/м<sup>3</sup>. Принадлежность ископаемой смолы месторождения к той или иной разновидности и возможность ее применения в ювелирном деле изучены недостаточно. В.А. Осколков (1938) относит ее копалам, с чем нельзя согласиться, так как копалы встречаются только в четвертичных отложениях.

### ***3.2. ВТОРИЧНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РОССЫПИ)***

Вторичные месторождения янтаря развиты главным образом в Прибалтике, Беларуси, Украине, Польше, но встречаются также и в других районах. К этому классу относится большое количество проявлений ископаемых смол, образовавшихся за счет размыва первичных месторождений и переотложения смол. Вторичные месторождения образуются в различных геологических условиях. Некоторые из них образуются недалеко от коренного месторождения (делювиальные и пролювиальные россыпи). В других случаях янтарь переносился до нового погребения на значительные расстояния или даже подвергался неоднократному переносу (аллювиальные, морские прибрежные, озерно-ледниковые месторождения). Среди месторождений класса россыпей выделяются два геолого-промышленных типа – современные россыпи и древние погребенные россыпи.

#### **3.2.1. Современные россыпи**

Среди скоплений янтаря, относящихся к этому типу, некоторое промышленное значение имеют два подтипа – аллювиальные россыпи и россыпи морских пляжей. Промышленное значение их невелико, так как сбор ископаемой смолы может производиться только периодически, после размыва коренных месторождений, вызванного морским штормом или паводком рек, и выноса янтаря на дневную поверхность. Пролувиальные, делювиальные и другие разновидности современных россыпей обычно серьезного промышленного значения не имеют.

### ***3.2.1.1. Аллювиальные россыпи***

В связи с низкой плотностью ископаемых смол они редко образуют значительные скопления в отложениях текучих вод, и аллювиальные россыпи могут образовываться только в специфических условиях: в речных древесных завалах; на дне рек, содержащих скопления обломков стволов и веток деревьев, крупных валунов и гальки, что способствует возникновению турбулентных движений воды и оседанию взвешенных в воде смол; на низких заболоченных берегах, покрытых мелкой кустарниковой растительностью, заливаемой при разливе рек, во время которого приносимые водой смолы задерживаются ветками кустарника. В аллювии современных рек янтарь, вымываемый из коренных или переотложенных месторождений, известен во многих районах. На Украине янтарь встречается в современной аллювии по берегам р. Днепр, вблизи Каховки и Борислава (Херсонская область), в районе Кременчуга (Полтавская область), а также руслах других рек (р. Хорол, р. Самара). Скопления янтаря небольшие и серьезного промышленного значения не имеют.

### ***3.2.1.2. Россыпи морских пляжей***

Россыпи такого подтипа образуются при размыве (во время штормов) янтарных месторождений, расположенных ниже уровня моря, или при размыве реками во время половодья первичных и вторичных янтарных месторождений, расположенных в их бассейне, с последующим переносом продуктов размыва на морское побережье. Янтарь, приносимый на берег, попадая в среду действия морских волн, приливов и отливов, разносился течениями вдоль берега и частично выбрасывался на берег, образуя пляжевые россыпи. Современные пляжевые россыпи широко распространены по берегам многих морских бассейнов и известны на берегах Средиземного (о. Сицилия), Чёрного (дельта Дуная), Балтийского (Калининградская область, Литва, Латвия, Польша, Дания, Германия) и дальневосточных (о. Сахалин, Камчатка, Алеутские о-ва, Аляска) морей. Скопления янтаря в пляжевых морских россыпях могут достигать значительных размеров.

## **3.2.2. Древние погребенные россыпи**

Среди месторождений, относящихся к этому геолого-промышленному типу, выделяются два подтипа – морские лагунно-дельтовые россыпи и озерно-ледниковые россыпи. Наибольшее промышленное значение имеют древние морские лагунно-дельтовые россыпи, обладающие иногда крупными запасами янтаря, исчисляемыми сотнями тысяч тонн и высоким содержанием янтаря.

### ***3.2.2.1. Морские лагунно-дельтовые россыпи***

Древние морские россыпи пользуются широким распространением в пределах прибалтийских стран. Переотложение вымытого из первичных месторождений янтаря происходило в морском заливе или в дельте крупной

реки, впадавшей в залив. Такие месторождения распространены на территории Балтийско-Днепровской провинции от южной Швеции до побережья Черного моря. Наиболее крупные месторождения янтаря сосредоточены в Калининградской области в 40 км к северо-западу от г. Калининграда. Общая площадь распространения янтареносных отложений здесь достигает 300 км<sup>2</sup>.

Северной и западной границами этой площади является Балтийское море, восточная граница примерно совпадает с железнодорожной линией Зеленоградск – Калининград. В пределах этой площади расположены относящиеся к первому подтипу крупнейшие в мире Пальмникенское и Приморское месторождения янтаря, границы которых на севере уходят под уровень Балтийского моря. Суммарные запасы янтаря-сырца на месторождениях определяются несколькими сотнями тысяч тонн. Месторождения состоят из нескольких участков.

Первоначально янтарь на Пальмникенском месторождении собирали на побережье и со дна моря, а систематическая разработка началась в 17 веке, и велась с помощью карьерных и подземных работ. В настоящее время месторождение разрабатывается рядом крупных карьеров, в которых вскрыша производится мощными экскаваторами и гидромониторами. Продуктивный пласт разрабатывается при помощи ковшовых экскаваторов, и добытая янтарная порода поступает для промывки и отбора янтаря на обогатительную фабрику.

Месторождение образовано палеогеновыми отложениями, наиболее древними из которых являются породы самбийской свиты нижнего эоцена. На эту свиту с угловым несогласием налегает алкская свита эоцена, трансгрессивно перекрываемая прусской свитой верхнего эоцена – нижнего олигоцена, к которой и приурочен продуктивный янтареносный пласт «голубой земли». На палеогеновые отложения с размывом налегает буроугольная формация миоцена мощностью до 37 м. На ней, также с размывом, лежат ледниковые образования, мощность которых обычно не превышает 18-25 м.

Источником поступления янтаря в палеогеновые отложения Калининградского полуострова являлись коренные месторождения, расположенные главным образом на территории современной южной Швеции и на дне Балтийского моря. На территории, охватывающей ФРГ, части Швеции, Польши и Украины, существовал пролив, протягивающийся почти до Черного моря. В районе Калининградского полуострова в этот пролив впадали многочисленные реки, бравшие начало на Скандинавском полуострове. Эти реки интенсивно размывали и сносили в мелководные заливы и куски янтаря, отлагавшиеся в наиболее спокойных участках, образуя лагунно-дельтовые и шельфовые россыпи.

Образование на Калининградском полуострове крупнейших в мире россыпей высокосортного янтаря было обусловлено сочетанием исключительно благоприятных условий: интенсивным размывом коренных месторождений, переносом янтаря в море, отложением его в шельфовой зоне и быстрым захоронением песчано-глинистым материалом.

На Приморском месторождении янтарь встречается как отдельными рассредоточенными кусками, так и их скоплениями. Величина янтаря варьирует от мелких зерен до крупных глыб весом до 10 кг. Около 75 % извлекаемого на месторождении янтаря имеют размер более 1 см. Куски имеют различную,

большую часть угловатую форму. В разных частях разреза месторождения содержание янтаря сильно колеблется и наиболее высокое наблюдается в основном промышленном горизонте – «голубой земле» – где оно составляет от 0,1 до 10 кг/м<sup>3</sup>. Причем в этом горизонте преобладают крупные куски, в то время как в «зеленой стене» или «белой стене» доминируют мелкие.

На подводных склонах Калининградского полуострова также зафиксированы янтареносные отложения того же состава и возраста, что и на Приморском месторождении. По данным А.И. Блажчишина, В.А. Бондарева и Ю.Д. Шуйского (1976), эти же породы вскрыты на четырех участках: в районе г. Светлогорска и г. Приморска, на северном побережье и в районе пос. Янтарного и Покровской бухты – на западном побережье. Этот последний участок является наиболее перспективным. Янтареносная порода залегает здесь на площади 9 км<sup>2</sup> при средней мощности 7 м и среднем содержании янтаря 0,250 кг/м<sup>3</sup>. Прогнозные запасы янтаря-сырца этого участка оцениваются в 16 тыс. т.

По степени пригодности янтарь Приморского месторождения распределяется следующим образом: поделочный – 12,4 %, прессованный – 7,05 %, лаковый – 80,55 %. Как указывалось выше, на месторождении выделяются несколько разновидностей поделочного янтаря (сукцинита): прозрачный, дымчатый, бастард, костяной и пенистый. Кроме того, выделяются следующие виды: глессит, содержащий следы янтарной кислоты, хрупкий; геданит – не содержащий янтарной кислоты, хрупкий, светло-желтого цвета; стантиенит – хрупкий, черного или черно-бурого цвета; беккерит – вязкий, янтарная кислота отсутствует, цвет темно-бурый и серовато-коричневый; кранцит – упругий, мягкий, янтарной кислоты не содержит, цвет светло-желтый или зеленоватый.

Содержание минеральных видов ископаемых смол на месторождении определяется следующими цифрами: сукцинит около 98 %, геданит – 2 %, глессит – менее 1 %, стантиенит (редкий), беккерит (редкий), кранцит (очень редкий). В янтаре месторождения встречаются включения (инклюдзы) насекомых и растительных остатков. Включения содержатся в 8-9 % добываемого янтаря. Из общего числа включений насекомые составляют 86,7 %, паукообразные 11,6 %, растительные остатки 0,4 %, прочие 1,3 % (Катинас, 1971).

Многочисленные погребенные морские россыпи янтаря, связанные с палеогеновыми отложениями, известны в Карпатах на территории Румынии и прилегающих частей Польши и Украины. Янтарь встречается в толще песчаников верхнего эоцена и олигоцена. На западе Украины и в Румынии янтарь встречен также и в миоценовых песчаниках. На Украине находки янтаря известны в Стрыйском районе Львовской области, на северо-восточном склоне Северных Карпат. Здесь, у слияния рек Опор и Стрый янтарь приурочен к прослою песчаника верхнего эоцена, содержащего глауконит и растительные остатки. По своим свойствам эта ископаемая смола наиболее близка к румэуниту и представляет интерес для ювелирной промышленности (Ладыженский, Савкевич, 1969).

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).

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 в отложениях неогенового возраста, образующих так называемую “буроугольную” формацию южных районов Беларуси (Ажгиревич, 1981). Янтарь обнаружен 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. Значительных скоплений янтаря в неогеновой толще Беларуси ожидать не приходится.

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

Полоса янтареносных отложений Литоринового моря прослежена от северного побережья Балтийской косы до Куршского залива. В Польше, в районе Гданьска, выявлены довольно богатые скопления янтаря, приуроченные к голоценовым отложениям зоны прибрежных пляжей, залегающих на плейстоцене. Янтарь приурочен к верхнему комплексу, сложенному литориновыми песками с торфом. Эти скопления местами разрабатываются.

### ***3.2.2.2. Озёрно-ледниковые россыпи***

Месторождения янтаря, относящиеся к этому подтипу, известны в основном в Германии и Польше. Как указывалось выше, в этой провинции значительным распространением пользуются древние россыпи янтаря, образовавшиеся при размыве первичных месторождений и выведенные на

земную поверхность. В четвертичный период ледники при своем движении на юг выпахивали янтаресодержащие породы и уносили их с собой. В дальнейшем эти россыпи размывались ледниковыми водами и сносились в ледниковые озера, где возникали иногда довольно значительные скопления янтаря. В следующую стадию оледенения двигавшиеся ледники сминали ранее образовавшиеся озерно-ледниковые россыпи и моренные глины в складки, иногда с образованием чешуйчатых надвигов. Месторождения этого подтипа имеют небольшое промышленное значение.

К подтипу озерно-ледниковых относится месторождение Штуббенфельд, расположенное в ФРГ на побережье Балтийского моря около морен Ускеритц. Месторождение представляет из себя россыпь янтаря в флювиогляциальных песках, образовавшуюся на дне ледникового озера и залегающую на моренных глинах. Россыпь приурочена к нижней части 40-метровой толщи песков и глин, смятой ледником. Наибольшая концентрация янтаря отмечена на глубине 8 м при максимальном содержании 0,3-0,5 кг на 1 м<sup>3</sup> песков. На месторождении Штуббенфельд имеется несколько разновидностей янтаря, различных по цвету – желтый, прозрачный и полупрозрачный, цвета слоновой кости и красный прозрачный. В ледниковых отложениях янтарь встречается в ряде районов ФРГ. Значительным развитием мелкие ледниковые месторождения янтаря пользуются в Польше, где они на некоторых участках разрабатываются.

## **ГЛАВА 4. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ**

### ***4.1. БАЛТИЙСКО-ДНЕПРОВСКАЯ ПРОВИНЦИЯ***

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 (1970) выделяет основной ареал распространения янтаря - Балтийско-Днепровскую янтареносную провинцию (рис. 4), 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. Вместе с тем следует отметить возможность расширения 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).

### ***4.2. О НАХОДКАХ ЯНТАРЯ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТОРФА БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ***

Большая часть материалов научно-исследовательского отчета по месторождению торфа Гатча-Осово (Янтарь Гатча-Осовского..., 1984) одного из авторов данной работы, легла в основу заполнения кадастра Гатча-Осовского проявления янтаря и заявки на открытие месторождения янтаря, поданной в 1984 году в ПО «Западкварцсамоцветы». В данных материалах впервые была отмечена промышленная значимость янтаря на Гатча-Осовском месторождении торфа и особенности минералогических, литологических и геоморфологических критериев оценки янтареносности данного района. К сожалению, во всех последующих публикациях по янтарю различных авторов не было ссылок на данную работу и, тем самым не отмечался целый ряд особенностей Гатча-Осовского проявления янтаря. Поэтому авторами данной монографии было признано целесообразным, поместить основные положения этой работы в виде отдельного раздела, чтобы подчеркнуть авторство на ряд ключевых моментов в оценке проявления янтаря Гатча-Осово.

### ***4.3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯНТАРЯ В АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ***

Как уже отмечалось выше, в антропогеновых отложениях Беларуси находки ископаемых смол известны преимущественно в юго-западных районах, тяготея, в основном, к задровым и озерно-аллювиальным равнинам Брестского

Полесья и озерно-аллювиальным и аллювиальным равнинам Припятского Полесья. Изучение распределения находок ископаемых смол по разрезу показывает четкую приуроченность их к флювиогляциальным и озерно-аллювиальным образованиям (табл. 5). Всего к настоящему времени в антропогеновых отложениях юго-запада Беларуси отмечено около пятидесяти точек находок ископаемых смол (рис. 5).

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 подробного рассмотрения (Der Bernstein..., 1996).

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. 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 антропогеновой системы, сплошным чехлом покрывающие описываемый район, генетически связаны, в основном, с древними материковыми оледенениями. В строении янтарепроявления Гатча-Осово принимают участие моренные и надморенные флювиогляциальные образования днепровского времени, озерно-аллювиальные отложения поозерского времени и современные озерные, болотные, аллювиальные и эоловые комплексы.

Моренные образования днепровского времени являются подстилающими для янтареносных 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 янтарепроявления они вскрыты поисковыми выработками на глубинах 0-6 м, в краевой юго-восточной части - 7-9 м, а в северной и юго-западной 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 янтарепроявления 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, с гравием и галькой (до 10 %) изверженных и осадочных пород. В них отмечаются прослои песчано-гравийно-галечного материала с содержанием гравия и гальки до 50 % и мощностью 0,5-3 м.

Таблица 5

**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
	I 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 <sup>s</sup>	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	f II sz <sup>s</sup>	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 <sup>s</sup>	11	12	54	14
	gt II d	-	-	-	-
	g II d	3	3	5	1
	f, lg II d <sup>i</sup>	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
l, a, b II alk		-	-	-	-
Березинский горизонт	f, lg I br II d	15	17	66	17
	f, lg I br <sup>s</sup>	НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			
	g I br	2	2	2	0,5
	f, lg I br <sup>i</sup>	-	-	-	-
l, a, b I		НЕ ИЗУЧАЛИСЬ			

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

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

Янтарь встречается по всей мощности песчаных и песчано-гравийных отложений, но содержание его варьирует в очень широких пределах - от 1 до 100 г/м<sup>3</sup>, 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 янтаря приурочены к фракциям мелкозернистого (0,10-0,25 мм) и среднезернистого (0,25-0,50 мм) песка и сопровождаются обилием крупных обугленных древесных обломков окатанной формы. Распределение скоплений янтаря 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 размером 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; Еловичева, Богдасаров, 1999).

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.

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/м<sup>3</sup>), 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.

Проявление янтаря Каташи было изучено в Кобринском районе Брестской области в 8 км южнее г. Кобрин на месте бывшего песчаного карьера. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 142 до 144 м. В геологическом 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.

#### **4.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯНТАРЯ В ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ**

##### **4.4.1. Региональные и локальные критерии прогноза янтарености**

Анализ материалов по янтарености Беларуси позволил установить ряд критериев поиска и прогноза янтарености, как для палеогеновых, так и для антропогеновых отложений, которые характерны в целом для всей Балтийско-Днепровской провинции. В связи с тем, что накопление янтаря в земной коре определяется совместным действием четырех основных факторов (литологического, стратиграфического, тектонического и минералогического), основные критерии поисков и прогноза месторождений янтаря можно считать аналогичными. При этом следует отметить, что они справедливы и существенны в первую очередь для месторождений палеогенового возраста, образовавшихся в прибрежной зоне палеогенового моря Балтийско-Днепровской янтареностной провинции, в состав которой и входит территория Белорусского и Украинского Полесий, образующая Полесскую янтареностную область.

Для выявления и оценки янтарености палеогеновых отложений необходимыми и в какой-то мере достаточными являются стратиграфические и палеогеографические критерии, включающие как составные слагающие литологические, минералогические, геоморфологические и палеотектонические признаки.

Стратиграфические критерии являются основополагающими именно потому, что с палеогеновыми (верхнеэоценовыми) породами связаны и самые крупные в мире месторождения - Пальмникенское и Приморское в Прибалтике, Клесовское на Украине, а также проявления Польши и Беларуси. В этой связи картирование янтаресодержащих толщ в стратиграфическом разрезе и прослеживании их по площади является одной из главных задач геолого-поисковых работ. Литологический контроль размещения месторождений янтаря предопределяется геотектоническим режимом, в котором происходило осадконакопление, рельефом дна бассейна осадконакопления обусловленные особенностями палеотектоники и палеогеоморфологии данной территории.

Месторождения янтаря связаны генетически с терригенно-глауконитовой формации, на территории Южной Прибалтики чаще всего перекрываемой буроугольной формацией позднего олигоцена - неогена. Более того, по мнению Б.И.Сребродольского (1984), в этом районе наличие буроугольной формации над палеогеновыми отложениями является одним из поисковых критериев.

Янтаресодержащая порода в наиболее богатых месторождениях и разрезах перспективных площадей представляет собой глауконитово-кварцевый и кварц-глауконитовый песок - ожелезненный, зеленовато-серого ила светло-зеленого цвета с включениями гравийных зерен кварца. Для породы характерно присутствие сложного силиката-глауконита, придающей ей зеленовато-голубоватый оттенок. Янтарь концентрируется преимущественно в нижней части разреза – «голубой земле», что на территории Беларуси характеризуется также аномальными концентрациями рутила, ильменита и циркона.

К минералогическим критериям в первую очередь следует отнести присутствие глауконита в тех или иных количествах во всех месторождениях и янтарепроявлениях, приуроченных к морским лагунно-дельтовым отложениям. Совместное нахождение янтаря и глауконита объясняется тем, что заключительные этапы трансформации ископаемой смолы в янтарь и образование глауконита происходили в одной и той же окислительно-восстановительной обстановке (Сребродольский, 1984). Глауконит является индикатором слабощелочной и восстановительной среды и формируется за счет гелей кремния, алюминия и железа. Присутствие в осадке органических веществ благоприятствует нахождению в нем реакционно-способного железа, а увеличение содержания калия приводит к более быстрому окислению ископаемой смолы и превращению ее в янтарь.

Типоморфной особенностью глауконита, отложившегося вместе с янтарем, является его состав: глауконит из месторождений янтаря безнатриевый, с повышенным содержанием окиси железа (20%) и калия (7%). Некоторые микроэлементы в глауконите (титан, кобальт, хром, циркон и стронций) сорбированы, либо связаны с тонкой примесью ильменита, циркона, граната, пирита и указывают в основном на состав источников сноса. Янтареносные палеогеновые отложения Балтийско-Днепровской провинции маркируют этап образования цеолитов, в связи с чем, их можно рассматривать как комплексное сырье.

Геоструктурный фактор определяет положение месторождений янтаря вдоль границ крупных структурных элементов или зон сочленения краевых прогибов с платформой. В тектоническом отношении месторождения Южной Прибалтики приурочены к западной части Балтийской синеклизы, платформенный чехол которой залегает на докембрийском кристаллическом фундаменте. Клесовское месторождение Украины находится в зоне обрамления протерозойских кристаллических пород северо-западной части Украинского щита осадочными породами палеогена (Сребродольский, 1984).

Тектоническим критерием регионального ранга, можно считать положение полосы янтареносных отложений палеогена, протягивающейся вдоль северного борта Украинского щита через западную часть Подляско-Брестской впадины, Полесской седловины, западную часть Припятского прогиба, образующую в позднеэоценовое время пролив, по которому происходило соединение палеогеновых морей Западной и Восточной Европы. Приуроченность месторождений и проявлений к мелким тектоническим элементам (к сводовым частям и склонам положительных структур северо-восточного простирания в Прибалтике и южной части Полесской седловины в Беларуси) относится к рангу локальных критериев и может быть использовано уже применительно в решении задач локального прогноза.

Важность геоморфологических критериев определяется тем, что основным и главным является анализ характера рельефа для бассейна седиментации и картирования палеодельт на основе фациального анализа дельтовых в широком смысле (с набором всех радиальных типов осадков) отложений: для месторождений Южной Прибалтики - Балтийская река, несущая со Скандинавского щита ископаемую смолу в бассейн седиментации (Катинас,

1971), для Клесовского месторождения - Федоровская и другие реки (Майданович, Макаренко, 1988). В пределах белорусской части Полесской янтареносной области Л.И.Матрунчиком (1981) была закартирована дельта палеореки Палео-Словечна, положение которой определяет контуры Лельчицкого янтарепроявления. Направление водных потоков четко фиксируется в районе Ивановского и Микашевичско-Житковичского янтарепроявления.

Таким образом, для формирования янтареносных отложений необходимы своеобразные условия. В этой связи для разработки критериев поисков и оценки их необходимо учитывать весь комплекс критериев в соответствии с рангом и стадийностью исследований. А именно, региональная оценка перспектив янтареносности должна базироваться на стратиграфических, геоструктурных и некоторых позициях палеогеографического критериев (общий характер бассейна седиментации, распространение и мощности отложений, области питания бассейна и др.).

Локальная оценка территории на поиски площадей янтаренакоплений и выявление месторождений должны быть основаны на литологических, структурных и геоморфологических критериях, разработанных в результате глубокого анализа разностороннего (геологоразведочного, геофизического, лабораторного) изучения комплексных материалов специализированных исследований. При этом предусматривается широкое использование материалов литолого-фациального анализа с построением разномасштабных карт (литолого-фациальных и палеогеографических) для регионального и локального прогноза.

#### **4.4.2. Критерии прогноза янтареносности антропогенных отложений Беларуси**

Для антропогенных площадей янтаренакопления основная роль принадлежит геоморфологическому и неотектоническому критериям, определяющим расположение россыпей янтаря по площади. Кроме того, важным является также присутствие янтареносных отложений палеогена вблизи площадей локализации янтаря. Для антропогенных россыпей янтаря Беларуси определяющими критериями янтареносности имеющими одинаковую значимость являются наличие в областях сноса янтареносных отложений и существование отрицательных форм рельефа в пределах областей аккумуляции.

Основное количество находок янтаря и янтарепроявлений приурочено к зонам размыва янтареносных отложений палеогена, что свидетельствует о разрушении значительной части палеогеновых россыпей, которые затем аккумуляровались в различных частях антропогенного разреза. Здесь же в этой области (западная часть Белорусского Полесья) выявлено большинство ложбинообразных понижений в рельефе коренных пород (Нечипоренко, 1989), которые локализованы в пределах Подляско-Брестской впадины, на западном склоне Полесской седловины и вдоль Свислочского и Ляховичского разломов. В геоморфологическом отношении все площади янтареносных отложений приурочены к зандрово-озерно-аллювиальной равнине Брестского Полесья (Гатча, Каташи и др.) и аллювиальной равнине Припятского Полесья (Оброво).

В тектоническом отношении перспективные на выявление янтаря в антропогене площади чаще всего приурочены к зонам сочленения крупных и средних тектонических структур первого и второго порядка. Высокперспективная Полесская площадь расположена в южной части Брестской впадины в области сочленения Мухавецкой и Рытской неотектонических зон, Споровская перспективная площадь находится в области сочленения Бобринской и Пинской зоны, проявление янтаря Микашевичи - в пределах Микашевичско-Житковичского выступа кристаллического фундамента. Отмечается связь янтареносности с генетическими типами антропогеновых отложений - озерно-аллювиальными и флювиогляциальными. В связи с этим, можно четко выделить следующие критерии прогноза янтареносности в антропогеновых отложениях, которые могут рассматриваться на двух уровнях: региональном и локальном (Ажгиревич и др., 2001).

К числу региональных критериев следует отнести следующие:

1. Наличие областей распространения и размыва янтареносных (материнских) пород палеогена. Основное количество янтарепроявлений и находок янтаря приурочено к зонам развития и размыва янтареносных отложений палеогена, что свидетельствует о разрушении значительной части палеогеновых россыпей янтаря.

2. Связь янтарепроявлений с геоморфологическим строением территорий. Янтарепроявления приурочены к постднепровским отложениям зандрово-озерно-ледниковой равнины Брестского Полесья и озерно-аллювиальной и аллювиальной равнины Припятского Полесья, на площади которых выявлено большинство ложбинообразных понижений в рельефе коренных пород.

3. Локализация почти всех янтарепроявлений внутри или вблизи зон сочленения крупных тектонических и неотектонических структур (Полесской седловины и Ивацевичского погребенного выступа кристаллического фундамента, Полесской седловины и Подляско-Брестской впадины, Мухавецкой и Рытской, Пинской и Бобринской новейших структур).

4. Приуроченность янтарепроявлений к строго определенным генетическим типам антропогеновых отложений.

Локальные критерии янтареносности разработаны (Ажгиревич и др., 2001) на эталонной территории Гатча-Осовского янтареносного района, приуроченного к Гатчинской кольцевой структуре размером 8,5x10 км, являющейся внутренней частью более крупной кольцевой структуры диаметром до 40 км и могут быть использованы при оценке перспектив янтареносности других площадей Беларуси.

К числу локальных критериев следует отнести следующие:

1. Приуроченность месторождений и янтарепроявлений к особым типам тектонических структур (Гатчинская кольцевая структура).

2. Локализация наиболее перспективных участков янтарепроявления в незначительных по площади отрицательных формах остаточного рельефа. Последние в ряде случаев подчеркивают геоморфологические уровни, а иногда осложняют поверхность древней озерно-аллювиальной равнины. Наличие этих форм остаточного рельефа свидетельствует об активности тектонических процессов на неотектоническом этапе.

3. Корреляция направлений флювиогляциальных потоков (древних палеодолин) с расположением россыпей янтаря, которые имеют ориентировку с юго-запада на северо-восток, что характерно как в целом для Гатча-Осовского янтареносного района, так и в частности для наиболее изученной части - Гатчинского месторождения.

4. Отчетливая приуроченность янтаря к горизонтам, содержащим органические остатки, что можно рассматривать в качестве одного из существенных литологических критериев локального прогноза.

5. Приуроченность наиболее богатых янтарем отложений к глубинам 3-6 м, причем по размерной классификации янтарь является пригодным для изготовления ювелирной продукции, технической продукции и составления минералогических коллекций.

К западу от выявленных в Брестской области янтарепроявлений протягивается янтареносная полоса в антропогеновых отложениях Польши (Белостокское, Ольштынское и Варшавское воеводства), уходящая далее на территорию Германии.

## ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ГЕНЕЗИСА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ

### 5.1. ДИАГНОСТИКА ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ 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 подолочных ископаемых смол. Необходимы также большие статистические выборки детальных минералогических исследований 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-спектрометрию (в основном в области частот  $2000-400 \text{ см}^{-1}$ ), метод ЭПР (с чувствительностью не менее  $1 \cdot 10^{13} \text{ г}^{-1}$  неспаренных электронов) при разных температурах, дериватографию на низких скоростях нагрева (порядка  $3^\circ\text{C мин}^{-1}$  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 ископаемых смол Балтийско-Днепровской янтареносной провинции. При этом для более точной минералогической идентификации образцов проводилась сравнительная оценка полученных нами результатов исследований белорусского янтаря из антропогенных отложений с характеристиками янтаря Пальменикенского (Савкевич, 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. 6.). 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).

Таблица 6

РАЗМЕРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЯНТАРЯ БЕЛАРУСИ<sup>1</sup>

Янтарь	Размеры, мм	Число зерен, кусков	Содержание, %
Уникальный <sup>2</sup>	>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.

**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 коричневато-красные 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. По текстурным особенностям существенных различий в образцах не установлено. Результаты изучения тонких

особенностей текстуры по данным электронной микроскопии (табл. 7) могут быть сведены к следующему:

1. Прозрачные разности янтаря характеризуются наличием небольшого количества отдельных мелких пустот, размером от 0,0001 до 0,0025 мм, и, как правило, отсутствием каких-либо иных включений. 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 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 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 - 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.

Цвет черты у всех сопоставляемых разностей 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 разностей – 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 и украинских.

**Механические свойства.** По показателям твердости и хрупкости, особенностям излома, трещиноватости и отдельности белорусские образцы идентичны прибалтийским и украинским. Колебания микротвердости у белорусских образцов составляет 22,10-30,40 кг/мм<sup>2</sup>, а средние значения для различных зерен колеблются в еще более узких границах – от 25,30 до 26,90 кг/мм<sup>2</sup>. Средние значения у сукцинита Прибалтики варьируют от 20,0 до 27,0 кг/мм<sup>2</sup>, т.е. данные по изученному янтарию, 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 окисленных разностей этот показатель снижается до 120 г, а у археологических образцов до 80-120 г.

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

Текстурные особенности	Разновидности янтарей		
	Прозрачный	Полупрозрачный	Непрозрачный
<b>Беларусь</b>			
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
<b>Прибалтика</b>			
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
<b>Украина</b>			
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

**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<sup>-1</sup> 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 янтара приурочена к интервалу 120-180°C (сукцинита Прибалтики – 130-170°C), а  $T_t$  – 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 янтара очень похожи между собой, состоят из набора одних и тех же полос поглощения и различаются лишь соотношением интенсивности этих полос (рис. 6). Описание и интерпретация ИК-спектров белорусского янтара 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. В то же время 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%.

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. 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.

Свободная янтарная кислота в прозрачных разностях 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 разностях 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.

**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 Пальмникене 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 Пальмникена и Клесова.

Резюмируя все вышеизложенное, ниже приводятся основные черты сходства белорусского янтаря из антропогенных отложений с сукцинитом Пальмникенского и Клесовского месторождений, а также его основные отличительные особенности. Проведенные исследования в области изучения минералогии и химии ископаемых смол Беларуси, Прибалтики и Украины позволяют выявить как отличительные особенности, присущие только белорусскому янтарию, так и черты сходства между смолами названных регионов. Обобщенные результаты приводятся в таблицах 8 и 9.

Проведенный комплекс исследований физических и химических особенностей белорусских смол позволяет однозначно диагностировать их как янтарь (сукцинит) в целом подобный сукциниту Прибалтики и Украины. Правда, необходимо отметить, что ископаемые смолы Клесовского месторождения по ряду показателей отличаются от янтаря Прибалтики и Беларуси. 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 смол (клесовит?).

## **5.2. ГЕНЕЗИС ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ 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 характеризуемого 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 антропогеновое 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 антропогеновых 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 разностей смол, что привело к формированию менее богатых залежей (Клесовское месторождение), чем в Прибалтике. Во время антропогеновых оледенений эти залежи эродировались и снова переотлагались. Таким образом и возникли все известные проявления янтаря в антропогеновых 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.

Таблица 8

**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 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 ( $\lambda$ , от 340 до 510 нм) и пропусканием световых волн в диапазоне ( $\lambda$ от 510 до 760 нм), которые придают янтарю оттенки желто-коричневого цвета.
Рентгенография	Гало на рентгенограммах находится в области углов рассеивания 11 -200 с максимумом 15-160 . Брегговские рефлексии минеральных включений соответствуют межплоскостным расстояниям 3,302Å, 3,168Å, 2,710Å. Радиусы координационных сфер лежат в интервале 2,0-2,2Å и 3,5-4,0Å. Данные параметры ближе к прибалтийским.
ЭПР	Значительно меньше число парамагнитных центров, по сравнению с темно-коричневыми и красноватыми образцами Клесова.
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 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 и др. Присутствие кобальта, натрия, молибдена. Низкое содержание железа, марганца, магния, кальция.
Включения	В количественном отношении значительно меньше органических, минеральных и газовой-жидких включений. Включения с фауной насекомых отмечены только в трех образцах, очень мало включений с отпечатками древесины, отсутствуют включения растительных волокон, листьев.

Таблица 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 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. 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 1,545-1,554. Двупреломление: 0,006-0,009.
Твердость и хрупкость	Колебания микротвердости всех исследуемых образцов вписываются в пределы от 20 до 30 кг/мм <sup>2</sup> , 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 <sup>3</sup> . У окисленных образцов плотность 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°С) и температура течения (370-420°С) белорусского янтаря соответствуют таковым янтаря Прибалтики, что указывает на элементы подобию в их строении.
Инфракрасная спектроскопия	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 состав	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 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.

Наиболее вероятная 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 тальными 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 разных проявлений в пределах этой провинции (Пальмникен и Клесов) 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).

## ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОГО ЯНТАРНОГО КОМБИНАТА)

### 6.1. ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОБОГАЩЕНИЯ ЯНТАРЯ

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/см<sup>3</sup> на основе раствора хлористого натрия по следующей схеме (рис. 7). 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/см<sup>3</sup>. В этом плане физические константы белорусского янтаря, такие как твердость (2,0-2,5), степень прозрачности и плотность (от 1,02 до 1,10 г/см<sup>3</sup>) 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 ввиду, что размерная классификация белорусского янтаря (см. табл. 6.) 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 (рис. 8), которые по своим декоративным и художественным особенностям практически не отличались от аналогичных изделий изготовленных из балтийского янтаря.

## **6.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕССОВАНИЯ 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  $220^{\circ}\text{C}$  и удельном давлении  $2400\text{-}2700\text{ кг/см}^2$ . 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 рис. 9 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.

### ***6.3. ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЯНТАРЯ***

В качестве сырья для химической переработки и получения плавленного янтаря (рис. 10), технической и реактивной янтарной кислоты (рис. 11) может применяться янтарь любого класса 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. 10.). 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 обугливается. Кроме того, при загрузке в горячий котел мелко янтаря он частично уносится с отходящими газами, забивает газоходы и может образовывать взрывчатую смесь.

Таблица 10

### 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. 11), 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 11**  
**ПИРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯНТАРЯ, t<sup>0</sup>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

## ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯНТАРЯ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В МЕДИЦИНЕ

Янтарь с древнейших времен считался во многих странах чуть ли не панацеей от различных заболеваний. Его использовали как внутреннее средство в виде порошка, втирали в кожу в виде мази, им окуривали помещения как очищающим благовонием. Талисманы из янтаря были призваны предохранять от дурного глаза, способствовать плодородию, излечивать лихорадку, изгонять злых духов. В своей «Естественной истории» Гай Секунд Плиний Старший упоминает об использовании янтаря в медицине. По его свидетельству, растертый в порошок и смешанный с розовым маслом, он помогает при болезнях горла и ушей. Взбитый с аттическим медом, лечит ослабленное зрение, а его порошок в чистом виде или смешанный со смолой мастикового дерева и водкой служит лекарством при болезнях желудка. Итальянские крестьянки, жившие в долине реки По, как указывал уже Плиний Младший, носили янтарные медальоны, бусы и ожерелья как средство и талисман против заболеваний горла. Римский врач и естествоиспытатель Клавдий Гален писал в своих трактатах об использовании янтаря в лечебных и профилактических целях.

Не обошел целебных свойств янтаря и Авиценна в своем «Каноне врачебной науки» - этой фундаментальной энциклопедии медицинских знаний средневекового Востока. Янтарь тогда применяли при язвах, нагноениях, астматических приступах, заболеваниях кожи, сердца, женских болезнях, ангине, базедовой болезни, при расстройствах сна. На Беларуси издревле существовало поверье, что янтарь приносит облегчение при бессоннице. Необработанные куски янтаря клали под подушку или подвешивали у изголовья кровати. К людям, свято верившим в силу янтаря, приходил сон, и наступало душевное облегчение. С точки зрения современной медицины, бессонницу излечивал не столько янтарь, сколько самовнушение, а это уже область психотерапии. Но в древности даже один случай вылечивания янтарем бессонницы способствовал укреплению этого поверья. Скорее всего, только этим можно объяснить, что вера в янтарь как прекрасное снотворное средство не проходит и в начале XXI столетия.

В работах придворных медиков прусского герцога Альберта (XVI век) Гебеля и Аурифабера приведено около 50 рецептов применения янтаря в медицине. При этом считалось, что наиболее ценны снадобья из белого янтаря. Мартин Лютер, чтобы предотвратить образование камней в почках, постоянно носил в карманах большие куски янтаря. Камилл Леонард писал, что янтарь применяют при расстройствах желудка, он является эффективным средством при всех заболеваниях горла. Если положить янтарь на грудь спящей жены, то она признается во всех своих дурных поступках и прегрешениях. Янтарь укрепляет расшатавшиеся зубы, а его дымом отгоняют ядовитых насекомых.

В средневековой Англии с помощью янтаря лечили от чахотки, сильного кашля, облегчали мочеиспускание, принимали внутрь при расстройствах сна и судорогах, при истерии и ипохондрии, при кровотечениях, и кровоизлияниях. Считалось, что янтарь избавляет от головокружений и болезней зоба.

В Китае в качестве успокаивающего средства применяли бальзам, приготовленный из янтаря с опиумом. Янтарное масло с нашатырем и спиртом широко использовалось французскими медиками. В серьезных журналах медико-хирургического общества Парижской медицинской Академии еще в середине прошлого века публиковались наблюдения по целебным свойствам янтаря при коклюше, судорогах и коликах у детей, при прорезывании зубов и болезнях горла.

Сегодня может показаться смешным, что в России кормилицы носили бусы из необработанного янтаря, чтобы отвести болезни от себя и младенца, а в старые времена в богатых русских домах надевали массивные тяжелые янтарные бусы даже на няnek и прислугу. Считалось, что это защитит ребенка и всех в доме от дурного глаза и принесет им здоровье. Крестьяне надевали невестам перед венчанием янтарное ожерелье. В истории известен случай, когда литовский герцог Альбрехт свое пожелание скорейшего выздоровления, направленное Лютеру, сопровождал кусками этого красивого замечательного камня, выброшенного во время шторма на сушу. Кстати, янтарь по-литовски – «гинтарас», что в переводе означает «защищающий от болезней». Многие женщины, почитательницы янтаря, и сейчас уверены в том, что он не только выгодно оттеняет красоту их кожи, но и делает ее матовой, чистой и здоровой.

Учеными установлено, что народный опыт лечения янтарем интуитивно родился на научной основе. Современная медицина, вобрав многовековой опыт, отменила все наивное и ненаучное, сохранила рациональное зерно в использовании янтаря в лечебных целях, его медико-биологические особенности. Сейчас установлено, что янтарная кислота, соли которой содержат ископаемые смолы, обладает широким диапазоном биостимулирующих средств: она укрепляет деятельность нервной системы, кишечника, почек, применяется при кожных заболеваниях, язвах, астматических и сердечных приступах, нарушениях менструального цикла, при затруднительном мочеиспускании, как антистрессовое, противовоспалительное и антитоксическое средство. Особенно широко препараты янтаря используются гомеопатами. Использование препаратов, содержащих янтарнокислый натрий, способствует нормализации кислотно-щелочного равновесия крови и восстановлению сил, особенно у людей преклонного возраста.

Янтарную кислоту специалисты медики любят сравнивать с топливом, сгорающим в клетках человека, причем здоровые клетки в ней не нуждаются, и, особенно, к ним янтарная кислота не поступает. Она безошибочно находит только больные клетки, быстро в них проникает и поддерживает нормальную жизнь того или иного пораженного органа.

В Томской области на химфармзаводе, впервые в мире осуществлен выпуск лекарственных препаратов на основе янтарной кислоты - веществ отвечающих в организме человека за энергетический обмен. Очень важно, что выпускаемые таблетки янтарной кислоты обладают не только уникальной способностью повышать устойчивость организма к воздействию радиации и токсических веществ, но и помогают противостоять стрессу. Кстати, положительные результаты массового применения янтарной кислоты были получены в Армении, во время трагического Спитакского землетрясения.

Больные и раненные, получавшие наряду с проводимым лечением янтарную кислоту, выздоравливали намного быстрее, им требовался меньший объем медицинской помощи. Янтарная кислота помогала даже в тех случаях, когда у врачей не оставалось никаких шансов на спасение больного. Из янтарной кислоты изготавливают витамин Д<sub>3</sub>, кортизонацетат, янтарную ртуть, антисептик «иодоль», различные вещества, входящие в состав зубных паст, мыла, специальных кремов и биологически активных добавок.

При действии янтарной кислоты на организм больного повышается количество относительно низкомолекулярных белков (альбуминов) и уменьшается количество белков высокомолекулярных (глобулинов). При этом повышается качество ферментов, их способность снижать энергетические пороги реакций. Терапевтическое действие янтарной кислоты на организм больного выражается в нормализующих действиях за счет усиления восстановительных процессов в биохимическом и физиологическом смысле. Особенно выражена нормализация янтарной кислотой метаболического ацидоза при ослаблении деятельности почек, сердца, возрастных нарушениях нервных регуляторных центров, при интенсивной мышечной работе, а также при действии на организм больного токсических веществ, в том числе и различных лекарственных препаратов. Повышается эффективность терапии янтарной кислотой путем ее влияния на активность сукцинатгидрогеназы и образования эндогенной янтарной кислоты.

Совместные исследовательские работы биофизиков с физиологами и клиницистами привели к заключению, что окисление янтарной кислотой эффективно поддерживает компенсаторные процессы в организме, восстанавливающие исходное состояние больного. Это особенно относится к патологии сердечной мышцы.

Так, в Киевском институте грудной хирургии была показана высокая эффективность при сердечной патологии в послеоперационный период препаратами на основе натриевой соли янтарной кислоты. Есть все основания полагать, что активными положительными действиями обладают и другие ее соли - калия, лития, аммония, кальция, железа.

В настоящее время освоены и внедрены в производство ряд биологически активных добавок (БАДов), как производные янтарной кислоты. (Москва, Санкт-Петербург, Томск, Варшава):

1. *Препарат «Яна»* - на основе янтарной кислоты. В виде таблеток, обладающих уникальной способностью повышать устойчивость организма к воздействию радиации, токсических веществ и противостоять стрессу.

2. *Эликсир «Янтарный»*, обеспечивающий оптимальный уровень энергетических процессов в организме, профилактический препарат в капсулах, содержащий 100 миллиграмм янтарной кислоты. Эффективен для работы мозга, почек и печени, предотвращает сердечно-сосудистые заболевания.

3. *Препарат «Витар С»* - биостимулятор на основе янтарной кислоты в аэрозольной упаковке немедленного действия.

4. *Янтавит* - препарат на основе натуральной янтарной кислоты с глюкозой служит регулятором защитных сил организма и улучшает его энергетический обмен.

5. *Янта* - способствует нормализации желудочно-кишечного тракта и улучшению усвояемости ценных пищевых веществ, необходимых для более полноценного функционирования организма (рис. ).

6. *Митомин* - активизирует иммунитет, нормализует все виды обмена веществ и энергии на клеточном уровне и активизирует окислительно-восстановительные процессы в организме.

7. *Метавит янтарный* - способствует нормализации артериального давления, замедлению процессов старения и профилактики онкозаболеваний и атеросклероза.

8. *Янтарь-антитокс* нормализует кислотно-щелочной баланс, выводит из организма токсические вещества, усиливает восстановительные свойства тканей, уменьшает хроническую интоксикацию при туберкулезе.

9. *Сухая янтарная кислота* в виде кристаллообразного порошка, по вкусу очень напоминающая лимонную кислоту, и получающаяся при переработке натурального янтаря - сукцинита. Рекомендуются при хронических сердечно-сосудистых заболеваниях и перенесенным инфарктом миокарда.

10. *Янтарь «Геронто»* для профилактики преждевременного старения, как общеукрепляющее и тонизирующее средство для пожилых, при утомлении, слабости, нарушении сна и памяти, при снижении защитных сил организма после тяжелой болезни для повышения эффективности лекарственной терапии хронических заболеваний.

11. *Янтарь «Кардио»* рекомендуется в качестве средства, способствующего нормализации энергетического обмена и снижающего риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Общеизвестно, что ослабленный организм в большей мере подвержен заболеваниям. Поэтому больным людям, особенно пожилым, янтарная кислота просто необходима - она способствует восстановлению нарушающегося с возрастом энергетического баланса клеток организма, помогает вернуть силу прежних лет. В обычной пище содержание янтарной кислоты невысоко, а продукты с повышенным ее содержанием достаточно редки и экзотичны в рационе простого человека (спаржа, глубоководные моллюски, выдержанные сыры, марочные красные вина). Вот почему даже в малых дозах (таблетки) янтарная кислота столь нужна для восполнения этого дефицита в организме человека. Янтарная кислота - совершенно не скапливающееся вещество и она обеспечивает естественную нормализацию всего организма человека.

Благоприятное влияние янтарная кислота оказывает на людей страдающих болезнями щитовидной железы. Вообще-то, здесь наиболее эффективным считается метод втирания в область щитовидной железы непосредственно янтарного масла, получаемого при плавлении натурального янтаря - сукцинита. Но янтарное масло обладает весьма неприятным специфическим запахом и поэтому чаще всего рекомендуется носить на шее короткую вязку бус из необработанного полупрозрачного красноватого янтаря и пить слабый раствор янтарной кислоты, которая очень хорошо растворяется в теплой воде.

Начинать курс восстановления необходимо с дозы 0,3-0,5 грамма соли янтарной кислоты на один стакан кипяченой воды (желательно предварительно отфильтрованной). Принимать ежедневно утром после еды. Пить в течении трех

дней с перерывом 2-3 дня. Затем курс повторить дважды и следующее применение янтарной кислоты можно производить уже через 10-12 месяцев. При субъективном ощущении бодрости, хорошего настроения и самочувствия днем, а также с улучшением ночного сна, дозу можно снижать до 0,3-0,1 грамма в день или же при первоначальной дозе принимать препарат в два приема ( утром после еды и за 2-3 часа до сна). Укорочение сна к утру, хотя и с ощущением общей свежести, служит сигналом передозировки. Пациенты, строго следя самостоятельно за своим состоянием, могут сами выбирать необходимый минимум препарата, обеспечивающий поддержание активного и бодрого состояния.

После больших физических нагрузок и интенсивных занятий спортом очень полезен и эффективен однократный прием янтарной кислоты (половина чайной ложки на один стакан кипяченой воды). Повышенная доза эффективна при простудных заболеваниях, радикулитах и миозитах. И еще одна интересная деталь - янтарная кислота прекрасно нейтрализует алкоголь в крови человека. Если вы ненароком встали утром с «больной головой» и неприятными ощущениями в желудке, то достаточно одной ударной дозы янтарной кислоты, чтобы незамедлительно наступило общее облегчение. Людей, регулярно употребляющих янтарную кислоту, никогда не покидает чувство бодрости, повышенной активности и свежести. У них всегда хорошее настроение, прекрасное самочувствие отсутствует слабость, бессонница и неприятные ощущения в области сердца. Так что пейте янтарную кислоту - источник молодости, жизнелюбия и долголетия.

Люди, обогащающие свой рацион питания препаратами на основе янтаря и янтарной кислоты, существенно повышают защитные силы своего организма. Человек становится устойчивее не только к повышенному воздействию химических веществ и радиации, но и к стрессу, умственным и физическим перегрузкам, инфекционным заболеваниям. Препараты янтарной группы не вызывают никаких реакций, присущих чужеродным соединениям. И ребенок, и взрослый человек, и особенно пожилые люди, принимая эти препараты, лишь помогают своему организму восстановить защитные силы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом авторских исследований явились новые данные по изучению янтареносности юго-запада Беларуси, свойств и особенностей янтаря - сукцинита из антропогенных отложений и его минералого-технологических особенностей, позволяющих дать оценку янтарию как комплексному сырью для ювелирной, химической и медицинской промышленности.

1. 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 - это Балтийско-Днепровская янтареносная провинция, которая охватывает территорию Дании, юг Швеции, север Германии, практически всю Польшу, 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 и значительные проявления на территории Польши.

2. В пределах территорий юго-запада Беларуси подавляющее большинство находок ископаемых смол приурочено к флювиогляциальным и озерно-аллювиальным отложениям антропогенного возраста Брестского и Припятского Полесья, где отмечено около пятидесяти точек находок ископаемых смол, некоторые из которых образуют довольно значительные скопления. Для янтарепроявлений и их геологической документации разработан специальный «кадастр янтарепроявления», практическая значимость которого показана на примере Гатча-Осовского месторождения торфа. Использование кадастра, включающего в себя целый ряд свойств янтаря и геолого-географических особенностей самого янтарепроявления, позволяет сделать обоснованное заключение о перспективности исследуемого объекта.

3. Наиболее крупным и хорошо изученным янтарепроявлением, геологическое строение которого типично для большинства скоплений ископаемых смол в антропогенных отложениях Беларуси, является Гатча-Осовское, занимающее большую часть одноименного янтареносного района, в Брестской области. Вмещающая толща представлена верхнеднепровскими песками и песчано-гравийными смесями, которые залегают на днепровской морене и перекрыты поозерскими озерно-аллювиальными песками, содержащими отдельные зерна янтаря, и голоценовыми отложениями различного генезиса. Среднее содержание янтаря - 34,1 г/м<sup>3</sup>. Запасы янтаря по категориям С<sub>2</sub> - 25 тонн, общие ресурсы янтаря составляют 327 тонн.

4. Находки янтаря и янтарных изделий из археологических раскопок Беларуси подчеркивают наличие этого самоцвета в недрах республики, наиболее древние находки датируются концом неолита - началом бронзового века. Условия нахождения янтаря в принципе одинаковы: насыщенный органическими остатками песчаный или песчано-гравийный слой темного цвета и повышенной влажности, иногда с вкраплениями глины или суглинков. Основная масса находок археологического янтаря - культурные слои X-XIII веков.

5. Разработаны региональные и локальные критерии прогноза янтарепроявлений для палеогеновых и антропогеновых отложений: совокупность литологического, стратиграфического, тектонического и минералогического факторов, а для антропогеновых площадей, кроме того, геоморфологические и неотектонические особенности. Факторами прогноза янтарепроявлений в антропогеновых отложениях являются: наличие областей распространения и размыва янтареносных отложений палеогена, связь янтарепроявлений с геоморфологическим строением региона, локализация находок янтаря в зонах сочленения тектонических структур и приуроченность янтарепроявлений к определенным типам антропогеновых отложений.

6. Детальные химико-минералогические исследования ископаемых смол из антропогеновых отложений Беларуси позволили отнести последние к типу вязких смол и диагностировать их как янтарь (сукцинит) в целом подобный янтарю (сукциниту) Пальменикенского месторождения.

7. Мелкие кусочки из различных проявлений Беларуси (в основном, участки Гатча, Осово, Озяты, Болота, Каташи, Микашевичи) послужили материалом для прессования по технологии Калининградского янтарного комбината. Из полученных прессованных стержней и пластинок изготовлены опытные образцы бус, вставок для колец, кулоны и серьги, которые характеризуются высокими декоративными и цветовыми характеристиками, прозрачностью, прочностью и соответствуют требованиям к ювелирным изделиям получаемым из янтаря Пальменикенского месторождения

8. Подобно балтийскому сукциниту белорусский янтарь хорошо поддается технической обработке в соответствии с технологической схемой принятой на Калининградском янтарном комбинате, о чем говорят полученные образцы бус, кулонов и брошей. Схожесть основных физических и химических констант позволит (при наличии больших объемов некондиционных мелких фракций) получать из белорусского янтаря продукты химической переработки - янтарное масло, янтарный лак, техническую и реактивную янтарную кислоту, которая находит широкое применение в медицине в качестве различных лекарственных препаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгиревич Л.Ф., Богдасаров А.А., Затуренская Л.Я., Непокульчицкая В.Д., Урьев И.И. Проблемы янтареносности Беларуси. – Минск: Изд-во БелГЕО, 2000. – 144 с.
2. Башаркевич А.П., Илькевич Г.И., Матрунчик Л.И., Махнач А.С. Ископаемые смолы Белорусского Полесья // Доклады АН БССР. - 1983. - Т. 27. - № 7. - С. 664-665.
3. Башаркевич А.П., Илькевич Г.И., Матрунчик Л.И., Махнач А.С. Новые проявления ископаемых смол на Белорусском Полесье // Доклады АН БССР. - 1984. - Т. 28. - № 7. - С. 654-656.
4. Богдасаров А.А. О находках янтаря 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.
5. 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.
6. Богдасаров А.А., Силич С.А. Элементы и минералы биологически активных добавок. - Брест: Изд-во С. Лаврова, 2003. — 224 с.
7. Богдасаров А.А., Урьев И.И. В мире янтаря. - Минск: Наука и техника, 1990. - 71с.
8. 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.
9. Богдасаров М.А. Янтарь из антропогенных отложений Беларуси. - Брест: Изд-во С. Лаврова, 2001. — 136 с.
10. Богдасаров М.А. Янтарь из археологических памятников Беларуси. - Брест: Талер, 1995. - 74с.
11. Бордон В.Е., Матрунчик Л.И. Окаменевшие слезы, или Сказание о янтаре Полесья. - Минск: Наука и техника, 1989. - 111с.
12. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. - М.: Наука, 1988. - 520с.
13. 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.
14. Еловичева Я.К., Богдасаров М.А. К вопросу о возрасте и условиях формирования вмещающих янтарь отложений на участке Гатча-Осово в Беларуси // Доклады НАН Беларуси. - 1999. - Том 43. - № 5. - С. 106-110.
15. 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.

16. Инклюдзы 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. семин. - Сыктывкар, 1993. - С. 74-75.
17. 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.
18. Катинас В.И. Янтарь и янтареносные отложения Южной Прибалтики // Сб. трудов ЛитНИГРИ. Вып. 20. - Вильнюс: Минтис, 1971Б. - 150с.
19. Киевленко Е.Я. Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней. - М.: Недра, 1980. - 166с.
20. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. - М.: Недра, 1976. - 280с.
21. 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.
22. 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: Руководители работы Л.Ф. Ажгиревич и И.И. Урьев; № ГР 19942370. - Минск, 1995. - 181с.
23. Левков Э.А., Маныкин С.С. Янтарь Белоруссии // Третья научная конференция молодых геологов Белоруссии: Тез. докл. конф. - Минск, 1969. - С. 304-306.
24. Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений: В 5 т. / АН СССР. - М.; Л.; 1954. - Т. 5. - 747с.
25. Майданович И.А., Макаренко Д.Е. Геология и генезис янтареносных отложений Украинского Полесья. - Киев: Наукова думка, 1988. - 84с.
26. Матвеев А.В. История формирования рельефа Белоруссии. - Минск: Навука і тэхніка, 1990. - 144с.
27. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.Н. Рельеф Белоруссии. - Минск: Навука і тэхніка, 1988. - 319с.
28. 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.
29. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней. Янтарь. - М.: Союзкварцсамоцветы, 1979. - Вып. 24. - 42с.
30. 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.
31. 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.

32. Назараў У.І., Багдасараў А.А., Ур'еу І.І. Першыя знаходкі вусякоў у бурштыне Беларускага Полесся // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. - 1994. - № 2. - С. 104-108.

33. 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.

34. Орлов Н.А., Успенский В.А. Минералогия каустобиолитов. - М., Л.: АН СССР, 1936. - 198с.

35. 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.

36. 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.

37. 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.

38. 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.

39. 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.

40. 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.

41. Савкевич С.С. Новое в минералогическом изучении янтаря и некоторых других ископаемых смол // Сб. Самоцветы. - Л.: Наука, 1980. - С. 17-28.

42. Савкевич С.С. Предпосылки для поисков янтаря // Семинар. центр. правления науч.-техн. горн. об-ва: Тез. докл. семинар. - М., 1975. - С. 13-16.

43. 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, 1988A. - С. 33-34.

44. 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.

45. 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.

46. 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.

47. Савкевич С.С. Состояние изученности и перспективы янтареносности СССР // Советская геология. - 1973А. - № 5. - С. 48-55.

48. Савкевич С.С. Физические методы диагностики янтареподобных смол (для оценки их промышленного значения) // Сб. Минералогия - народному хозяйству. - Л.: Наука, 1987. - С. 246-247.

49. Савкевич С.С. Янтарь и янтареподобные ископаемые смолы Украины // Первое Украинское литологическое совещание: Тез. докл. совещ. - Киев, 1973Б. - С. 116-117.

50. Савкевич С.С. Янтарь. - Л.: Недра, 1970Г. - 190с.

51. Савкевич С.С., Соколова Т.Н. Янтареподобные ископаемые смолы Евразии // Конденсированное некристаллическое состояние вещества земной коры: Тез. докл. семин. - Сыктывкар, 1989. - С. 82-83.

52. 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.

53. Соколова Т.Н. Янтареподобные ископаемые смолы (на примере Хатангского района): Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.20 / ЛГУ. - Л., 1987. - 24с.

54. 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.

55. Сребродольский Б.И. Геологическое строение и закономерности размещения месторождений янтаря СССР. - Киев: Наукова думка, 1984А. - 166с.

56. Сребродольский Б.И. Мир янтаря. - Киев: Наукова думка, 1988. - 144с.

57. Сребродольский Б.И. Янтарь Украины. - Киев: Наукова думка, 1980Б. - 124с.

58. Сребродольский Б.И. Янтарь. - М.: Наука, 1984Б. - 109с.

59. Трофимов В.С. «Янтарь» или «ископаемые смолы»? // Литология и полезные ископаемые. - 1980. - № 2. - С. 124-132.

60. Трофимов В.С. Основные этапы образования янтаря и принципы его классификации // Изв. АН СССР. Сер. Геология. - 1978А. - № 2. - С. 128-138.

61. Трофимов В.С. Янтарь и классификация ископаемых смол // Литология и полезные ископаемые. - 1973. - № 1. - С. 100-106.

62. Трофимов В.С. Янтарь. - М.: Недра, 1974. - 183с.

63. Тутковский П.А. Янтарь в Волынской губернии // Труды об-ва исследователей Волыни. - 1911. - Т. 6. - С. 19-58.

64. 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.

65. 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.
66. 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.
67. Фракей Э. Янтарь. - М.: Мир, 1990. - 198с.
68. Чеботарева Н.А., Сыч. Е.В., Богдасаров А.А. Первые находки включений беспозвоночных в янтарях Беларуси // Сб. научных трудов факультета естествознания БрГПИ. - Брест: БрГПИ, 1993. - С. 151-152.
69. Шкала геологического времени / У.Б. Харленд, А.Б. Кокс., П.Г. Ллевелин и др.: Под ред. В.В. Меннера. - М.: Мир, 1985. - 139с.
70. Юшкин Н.П. Механические свойства минералов. - Л.: Наука, 1971. - 123с.
71. Юшкин Н.П. Сингенез, взаимодействие и коэволюция минерального и живого вещества // Минералогия и жизнь: Тез. докл. конф. - Сыктывкар, 1993. - С. 5-7.
72. Юшкин Н.П. Янтарь арктических областей. - Препринт / Коми филиал АН СССР. - Сыктывкар, 1973. - 45с.
73. Юшкин Н.П., Сергеева Н.Д. Текстурные особенности Югорского янтаря // Доклады АН СССР. - 1974. - Т. 216. - № 3. - С.637-640.
74. Янтарь Гатча-Осовского месторождения торфа: Отчет о НИР / Брестский государственный педагогический институт; Руководитель работы А.А. Богдасаров. - Брест, 1984. - 32с.
75. Янтарь Северной Украины / А.И. Серебрицкий, Г.А. Ильинский, С.С. Савкевич и др. // Вестник ЛГУ. Геология и география. - 1979. - № 2. - С. 34-43.
76. Agricola G. De natura fossilium. — Basileae, 1546.
77. Aurifaber A. Succini historia. — Königsberg, 1551.
78. 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.
79. 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.
80. 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.
81. Beck C.W., Wilbur E., Meret S. Infrared spectra and the origin of amber // Nature. — 1964. — Vol. 201. — N 4916. — P. 99-111.
82. Bernstein — Tränen der Götter / M.Ganzelwski, R.Slotta (Hrsg.). — Bochum: Dt. Bergbau—Museum, 1996. — 585p.

83. Bogdasarov A.A., Bogdasarov M.A. Besonderheiten den bernsteins aus archäologischen grabunge in Belorussland // *Peregrinatio gothica: Supplementum ad Acta Musei Moraviae, Scientiae sociale LXXXII*, 1997. — Brno, 1997. — P. 201-208.
84. Bogdasarov M.A. Wlasciwosci bursztynu z archeologicznych wykopalisk Bialorusi // *Prace Muzeum Ziemi PAN*, Nr. 46, 2001. - Warszawa, 2001. — S. 125-126.
85. Conwentz H. Monographie der baltischen Bernsteinbäume. — Danzig, 1890.
86. Dahms P. Mineralogische Untersuchungen über Bernstein. I-XIV. // *Schr. d. Naturf. Ges. Danzig*. — 1894-1922. — Bd. 8-15.
87. Helm O. Mitteilungen über Bernstein. I-XVII. // *Schr. d. Naturf. Ges. Danzig*. — 1881-1896. — Bd. 5-9.
88. John J.F. Naturgeschihchte des Succins. — Köln, 1816.
89. 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.
90. 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.
91. Kosmowska-Ceranowicz B., Konart T. Tajemnice bursztynu. - Warsaw: Museum of the Earth PAN, 1989. — 45s.
92. Kosmowska-Ceranowicz B., Leciejewicz K. Zloza bursztynu na polydniwym brzegu morza eocenskiego // *Konferencje Naukowe, Streszczenia referatow.* — Gdansk, 1995. — S. 4-22.
93. Langenheim J.H. Amber: a botanical inquiry // *Science*. — 1969. — Vol. 163. — P. 123-134.
94. 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.
95. Plonait C., Eisenack A. Laboratoriumsgeräte aus Bernstein // *Chem. Fabrik*. — 1930. — Bd. 3.
96. Rottländer R.C.A. On the formation of amber from Pinus resin // *Archaeometry*. — 1970. — Vol. 12. — P. 31-46.
97. Rottländer R.C.A. Versuch einer Analyse von Massenspektren von Bernstein // *Act a Prehistorica et Archaeologica*. — 1981/1982. — N 11-12. - S. 28-34.
98. Rzaczynski A. *Auctuarium hist. nat. Cur. regni Poloniae*. — 1736. — P. 258-259.
99. Tschirch A., Stock E. *Die Harze*. — Berlin, 1933-1936.
100. Zaddach E.G. Über die Bernstein — und Braunkohlenlager des Samlandes // *Schr. Physik. — Ökonom. Ges. Königsberg*. — 1860. — Jg. 1.