

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

\_\_\_\_\_ (інститут)  
Факультет природничих наук та технологій \_\_\_\_\_  
(факультет)  
Кафедра \_\_\_\_\_ Загальної та структурної геології \_\_\_\_\_  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
(бакалавр, спеціаліста, магістра)

студента \_\_\_\_\_ Кривулько Дарини Миколаївни \_\_\_\_\_  
(ПІБ)

академічної групи \_\_\_\_\_ 184-17 -1 \_\_\_\_\_  
(шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_ 184 Гірництво \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Обробка природних матеріалів  
(офіційна назва)

на тему Геологічна будова родовищ, технології видобування та обробки бурштину  
(назва завдання, кафедри)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Нікітенко І.С			
розділів:				
Загальний				
Спеціальний				

Рецензент				
Нормоконтролер	Шевченко С.В			

Дніпро  
2021

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

загальної та структурної геології

(повна назва)

Шевченко С.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу**ступеня бакалавр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)студенту Кривулько Дарини Миколаївни \_\_\_\_\_ академічної групи 184-17-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 184 Гірництвоза освітньою-професійною програмою « Обробка природних матеріалів »  
(за наявності)на тему Геологічна будова родовищ, технології видобування та обробки бурштинузатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 19.05.2021 № 273-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Особливості геологічної будови родовищ та технологій видобутку бурштину	30.05.2021
Спеціальний	Технології обробки бурштину, модель ювелірного виробу з бурштином	05.06.2021

Завдання **зачилено**

(підпис керівника)

Нікітенко І.С.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Кривулько Д.М.

(прізвище, ініціали)

НЕ ДЛЯ КОПЛЮВАННЯ 184-17-1

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61 с, 25 рис., 4 додатка., 37 джерел.

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА, МІНЕРАЛИ, БУРШТИН, ВИДОБУВАННЯ, КОРИСНА КОПАЛИНА, БУРШТИН-СУКЦИНІТ, ВИКОПНІ СМОЛИ, ЮВЕЛІРНІ ВИРОБИ, МЕТОДИ, ТЕХНОЛОГІЯ, ОБРОБКА.

Об'єкт дослідження – бурштин як кам'яна сировина, його родовища, розташовані на території різних країн, способи видобутку та обробки.

Предмет – сукциніт, руменіт, симетит, бірміт, чемавініт та інші викопні смоли.

Мета роботи – встановити особливості видобування, обробки та способів застосування бурштину та бурштиноподібних викопних смол у світі.

Актуальність роботи полягає у необхідності аналізу сучасного стану видобування та обробки бурштину у світі за умов зростання антропогенного впливу на оточуюче середовище.

Сфера застосування – гірничі каменеобробні та ювелірні підприємства.

Практична цінність полягає у використанні отриманих результатів при прогнозуванні перспективності видобутку та можливої реалізації бурштину в сировині та виробів з нього.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1. ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ.....	5
Висновки до розділу: .....	11
2. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РОДОВИЩ .....	2
2.1. Балтійський бурштин.....	12
2.2. Поліський бурштин .....	17
2.3. Руменіт .....	22
2.4. Бірміт.....	23
2.5. Сицилійський симетит.....	24
2.6. Канадський чемавініт.....	25
2.7. Бурштин США (шт. Нью-Джерсі) .....	26
2.8. Карибський симетит.....	27
2.9. Викапні смоли Мексики .....	29
2.10 Викапні смоли Австралії та Океанії.....	30
Висновки до розділу: .....	31
3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ БУРШТИНУ.....	32
Висновки до розділу: .....	45
4. ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ БУРШТИНУ.....	46
Висновки до розділу: .....	52
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	54
ДОДАТОК А.....	58
ДОДАТОК Б .....	59
Довідка .....	61

## ВСТУП

Бурштин – це природна органічна сполука, викопна смола хвойних дерев, що містить у своєму складі бурштинову кислоту. У ювелірній справі найчастіше використовується сукциніт, проте застосовуються й інші викопні смоли. Сукциніт є викопною смолою, що утворилася в еоцені (42 – 38 млн років тому) на європейському континенті, вона містить від 3 до 8 % (бурштинової) кислоти ( $C_4H_6O_4$ ) і має характерний інфрачервоний спектр. Інші викопні смоли можуть як містити, так і не містити бурштинову кислоту. Вони поширені по всьому світі та мають різний генезис і час утворення.

Мета роботи – встановити особливості видобування, обробки та способів застосування бурштину та бурштиноподібних викопних смол у світі.

Для досягнення мети було необхідно виконати такі завдання: визначити особливості геологічної будови та генезису родовищ бурштину та бурштиноподібних викопних смол світу, порівняти технології розробки родовищ бурштину різного генезису в основних країнах-виробниках, визначити основні технології обробки бурштину в ювелірній галузі та виділити основні традиційні способи його використання.

Об'єкт дослідження – бурштин як кам'яна сировина, його родовища, розташовані на території різних країн, способи видобутку та обробки.

Практична цінність полягає у використанні отриманих результатів при прогнозуванні перспективності видобутку та можливої реалізації бурштину в сировині та виробів з нього.

## 1. ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ

Бурштин, як самоцвітне каміння, використовується людством вже тисячі років. За даними археології та писемними джерелами відомо про використання бурштину з різних родовищ.

Стародавні єгиптяни, які дізналися про бурштин ще у IV тис. до н. е., високо цінували його. Показовим є той факт, що центральну частину корони Тутанхамона прикрашає шматок жовтого бурштину. Навколо якого розходяться діаманти, смарагди та рубіни (унікальна коштовність зберігається у Єгипетському музеї в Каїрі). У той час бурштин був одним із перших дорогоцінних каменів [1].

У Стародавньому Римі, за часів імператора Нерона, існувала мода на бурштин. Визнання та високу оцінку бурштин отримав не тільки за красу, а й за свої охоронно-цілющі властивості, що йому приписувалися. Імператор віддавав перевагу чорному бурштину. Крихітна бурштинова фігурка коштувала дорожче, ніж відмінний за фізичними даними раб [1].

Великий вчений раннього середньовіччя аль-Біруні (973-1048 рр.) в «Зборах відомостей для пізнання коштовностей» згадував про китайський та африканський бурштин [2]. Схід віддавав перевагу молочно-білому і прозоро-жовтому бурштину із зеленуватими відтінками [1].

Бурштин займає чільне місце у прикладному мистецтві Далекого Сходу. Китайці та японці охрестили вишневий бурштин кров'ю дракона. Його носили в царських родинах. Еталон бурштину визначався за прозорістю і кольором. Особливо цінувався золотисто-прозорий, проварений в меду бурштин [2].

Від часів верхнього палеоліту бурштин використовувався людиною на території України. Первісні мисливці на мамонтів Придніпров'я і Українського Полісся першими в Європі збирали і обробляли місцевий бурштин. Мисливці-збирачі жили в долинах річок Десни в с. Мезин, Дніпра в Києві, Супою в с. Добронічевка, Росі та її притоки Росави в с. Межиріччя. У

цих поселеннях Подніпров'я, а також в пізньопалеолітичних поселеннях Бармаки (м. Рівне), в басейні р. Горині і в сезонних стоянках в басейні р. Трубіж, в с. Семенівка поруч з крем'яними виробами знайдено вивітрілі шматки бурштину [3].

Є історичні свідчення про використання бурштину за доби неоліту. Так, у 1968 році поблизу с. Іванне Дубенського району Рівненської області було відкрито поховання з бурштином, датоване культурою кулястих амфор доби неоліту.

Також з археологічних джерел відомо про використання поліського бурштину за часів Київської Русі, майстерні з обробки якого існували в Києві, Житомирі, Овручі та інших місцях [3].

Найбільш дослідженою є історія використання балтійського бурштину [2]. Найстарші матеріали, що свідчать про знайомство з бурштином і його обробкою на південному узбережжі Балтійського моря, датуються VIII – IV тисячоліттями до н. е. У період античності звідси на південь Європи вели стародавні торговельні шляхи у напрямку Чорного моря, Риму (римський шлях в Аквілею) та Греції (еллінський шлях в Александрополіс).

Найдавнішим способом розробки бурштину був збір на березі моря, хоча, ймовірно, його також викопували з неглибоко залягаючих шарів ґрунту. Видобуток бурштину відкритим та підземним способом почав розвиватися у Новий час в Пруссії, особливо поблизу столиці королівства – міста Кенігсбергу. XVIII століттям датуються понад 750 місць розробки [4].

У хроніках кінця XVIII ст. згадуються шахти на півночі Польщі поблизу Глазська та Моджджанова. Для видобутку бурштину з плейстоценових відкладів тут використовували шахти глибиною понад 20 м.

Однак шахта в Моджджанові не витримала конкуренції з гірничодобувним виробництвом у Самбії, що стрімко розвивалося. [5]. До середини XIX століття вже було виявлено перше на території Східної Пруссії родовище бурштину – Пальмнікенське. Видобуток бурштину здійснювалася

шахтним способом із застосуванням проходки штолень, які закладалися в березі Балтійського моря [11].

Ареал поширення прибалтійського бурштину, з урахуванням його розносу древніми льодовиками і морськими течіями, охоплює значну частину узбережжя Балтійського і навіть Північного морів (Литва, Латвія, Естонія, Фінляндія, Норвегія, Швеція, Польща, ФРН, Данія) [2].

З 1872 року одночасно з підземними роботами на пляжній ділянці Пальмнікенського родовища стали застосовуватися відкриті гірничі роботи. Але ці розробки постійно затоплювалися морем і видобуток незабаром було припинено [11].

В даний час бурштин видобувається відкритим способом на Приморському (Пальмнікенському) родовищі. Крім цього, на території Самбійського півострова і на південному заході області вздовж узбережжя затоки виділено кілька перспективних площ, на яких є запаси бурштину за категорією С2, і його прогностичні ресурси оцінюються в кількості близько 300 тис тонн [2].

Прибалтійський бурштин розділяють на різновиди, які пов'язані плавними переходами: кристалевий (прозорий), хмарний (напівпрозорий), бастард (восковий, що просвічує в тонких відколах), кістяний (білий, непрозорий) і шпичастий (крейдоподібний)[2].

Правильне уявлення про рослинне походження бурштину висловлено М. В. Ломоносовим в працях «Слово про народження металів від трясіння Землі» (1757 г.) і «Про шари земні» (1761 г.) [2].

Польський вчений І. Яковицький у датованій 1827 р. «Оріктогнозії» перше науково схарактеризував зовнішні прикмети бурштину і описав місця його виявлення на Волині, а у праці «Мінералогія» узагальнив пошукові ознаки і дані щодо знаходження бурштину в шарах піску разом з викопним вугіллям на Волині і в Литві. Пізніше Г. Осовський у праці «Геологічно-геогностичний нарис Волинської губернії» (1867 р.) надав ґрунтовніший



мінералогічний огляд і розширив географію знахідок волинського бурштину [6].

Ріхард Клебс вперше з'ясував, що ступінь прозорості бурштину залежить від кількості і розмірів дрібних пустот, які знаходяться в ньому. У хмарному бурштині в кожному 1 мм<sup>2</sup> площі шліфа спостерігається близько 600 пустот діаметром до 0,02 мм, в кістяному бурштині число їх зростає до 900 тис., а середній розмір зменшується до 0,004 мм. Природу таких пустот прийнято пояснювати присутністю клітинного соку в вихідній живиці [2].

Перші спроби кореляції бурштинвмісних глауконітових пісків по р. Горинь на Волині з «блакитною землею» поблизу м. Кенігсберг в Пруссії зробив у 1886 р. білоруський геолог А. Гедройц [6].

Перші літературні геологічні узагальнення, присвячені поширенню бурштину в Україні, викладено в праці Ф. Келпона [6], який хоч і не згадує про знахідки бурштину на Поліссі, але пропонує стратиграфічну прив'язку формації глауконітових пісків з бурштином – олігоцен, а можливо, частково, еоцен – нижній міоцен. Паралельно їм щодо всіх відомих знахідок бурштину в межах тодішніх Волинської та суміжних губерній узагальнив П.Г. Михайловський [6].

У подальшому вивченнях геології родовищ, фізико-механічних та хімічних властивостей бурштину займались багато вчених: І.С. Васишин, М.В. Криницька, Є.Я. Києвленко, В.Н. Квасниця, М.Г. Лустюк, Є.К. Лазаренко, В.І. Панченко, Б.І. Сребродольський та інші [7].

На сьогодні український бурштин є досить добре дослідженим. Встановлено, що за вмістом бурштинової кислоти (2 – 6 %) він належить до найціннішого різновиду викопних смол – сукциніту. Показник заломлення його незмінених різновидів 1,540 – 1,551, окислених – 1,550 – 1,561. Густина складає 1,04 – 1,18 г/см<sup>3</sup>. Твердість становить 25 – 35 кг/мм<sup>2</sup>, хоча у деяких зразках карпатського бурштину вона вища й досягає 40 – 45 кг/мм<sup>2</sup> [8].

Згідно з дослідженням [7], на Рівненщині виявлено три зони і чотири райони з промисловими концентраціями бурштину. Всі вони належать до

Прип'ятського басейну седиментації, в якому одночасно з накопиченням морських відкладів в олігоцену епоху (близько 35 млн років тому) утворювались масштабні бурштинові розсипи. Загальна площа поширення перспективних бурштинвмісних горизонтів у Рівненській області – 3810 км<sup>2</sup>, що складає 18 % від її території [7].

Чудова особливість бурштину та багатьох інших викопних смол – наявність включень залишків фауни і флори. Дослідження рослин і тварин у балтійському бурштині розпочалися з історичної роботи Нітаніяса Зенделя (1686–1757), який опублікував працю «*Historia succinum scopra aliena incluventium et nature poere Pictorum et caelatorum*» об'ємом у 328 сторінок, на основі вибірки бурштинових включень. Основною його дослідження стала колекція бурштину в Королівському Дрезденському кабінеті природничих наук. Н. Зендель у своїй праці описав 600 зрзків бурштину [9].

За даними В. Катінаса [2], в прибалтійському бурштині різко переважають включення комах (87,8%), в основному двокрилих (61,4 %) і павукоподібних (11,6 %). Зустрічається також шерсть тварин і зрідка пір'я птахів. Рослинні залишки, включаючи реліктів кори і деревини, складають всього 0,4 % і представлені листям, хвоєю, пелюстками квітів, рідше гілочками і плодами хвойних і широколистяних дерев, спорами грибів і цвілі.

Біттерфельдський бурштин, родовища якого розробляються у Німеччині, завжди був дещо у тіні більш відомого, сусіднього в географічному плані, балтійського бурштину. Записи про бурштин в сучасній землі Саксонія-Ангальт сягають часів Середньовіччя, і його іноді в літературі називають «*Sächsische Bernstein*» (Саксонський бурштин) [9]. Два останні симпозиуми детально розглянули питання, що стосуються вивчення бурштину з даного регіону. В опублікованих статтях пропонується цінний підсумок сучасних досліджень [9].

В.С. Трофимов [2] виділяє дві головні бурштинові провінції світу: Євразію, що включає Балтійсько-Дніпровську, Карпатську, Північно-Сибірську, Далекосхідну, Сицилійську і Бірманську субпровінції, а також

Американську з Північно-Американською та Мексиканською субпровінціями [2]. Сьогодні бурштин і викопні смоли основних субпровінцій є достатньо дослідженими.

Мексиканський бурштин був перевідкритий в 1952 р. Перші ґрунтовні дослідження проводилися вченими з Університету Каліфорнії, якими було організовано експедицію для збору зразків та геологічних даних про родовища (Hurd et al., 1962). Більша частина мексиканського бурштину добувається в районі Сіможовель де Альєнде, шт. Чіапас, на півдні Мексики. Однак більші родовища були в подальшому виявлені в інших муніципалітетах штату [9].

Бірманський бурштин, також відомий бірманський бурштин, - різновид бурштину з північної М'янми (Бірма). Видобувається переважно в Долині Гукаунг (штат Качин). Не всі поклади бурштину в М'янмі мають однакове походження і вік, відрізняючись на десятки мільйонів років, тому поняття «бірманський бурштин» дещо розмите, у вузькому значенні це бурштин з Долини Гукаунг та прилеглих районів [9]. Бірманський бурштин відомий включеннями великої кількості залишків тварин і рослин, здебільшого комах та інших членистоногих, серед інших найвідоміших знахідок є, зокрема, частини динозаврів з пір'ям та амоніт. [9].

Домініканський бурштин, що видобувається на о. Гаїті, на думку Д. Грімальді, демонструє, найкращу якість збереження серед усіх відомих викопних смол, незважаючи на те, що в світі відомо понад 160 родовищ бурштину. Незважаючи на те, що прояви бурштину існують в інших країнах Карибського басейну, наприклад, Гаїті, Пуерто-Рико та Ямайка, він експлуатується у промислових кількостях лише в Домініканській Республіці (Iturralde-Vincnt. 2001) [9].

Перша письмова згадка про домініканський бурштин датується 16 грудня 1492 р., коли Христофор Колумб написав у своєму щоденнику, що зустрівся з вождем Таїно на своєму флагманському кораблі «Санта-Марія». Вперше про інклюзії в домініканському бурштині повідомив В. Ленгвайлер у 1939 році але

лише пізніше, у середині ХХ століття, домініканський бурштин привернув увагу вчених-палеонтологів. З тих пір у домініканському бурштині було описано понад тисячу викопних видів [9].

Сукциніт, бірміт, руменіт, а також деякі різновиди геданіту і чемавініту легко розпилюються, обточуються, свердляться і поліруються [2]. Відповідно, бурштин та більшість викопних смол можна розглядати як один вид каменесамоцвітної сировини, що має однакове застосування та обробляється за допомогою ідентичних методів незалежно від генезису.

Висновки до розділу:

1. Бурштин та викопні смоли мають довгу історію використання. Інформація про них присутня в античній та середньовічній літературі, наукові дослідження бурштину розпочалися у ХІІІ ст. На сьогоднішній день генезис, історія використання та обробки бурштину є достатньо дослідженими.

2. Найбільш вживаним у світі є європейський бурштин сукциніт, який видобувається у Прибалтиці та Поліссі та утворився в еоцені (42 – 38 млн років тому) на Європейському континенті. Найбільше значення у світі мають родовища бурштину в Калінінградській області, Прибалтиці, Поліссі.

3. Від більшості викопних смол світу відрізняються мексиканський та домініканський бурштин, які утворилися зі смоли викопного листяного дерева *Hymenaea protera* (бобові).

## 2. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РОДОВИЩ

### 2.1. Балтійський бурштин

Балтійський бурштин, також відомий як сукциніт (англ. succinite) – різновид бурштину з узбережжя Балтійського моря, поширений переважно в Калінінградській області Росії, а також в Польщі та Литві, у значно меншій мірі – в інших прибалтійських країнах. Датується пізнім еоценом (близько 40 мільйонів років тому) [10].

Масові перевідкладення балтійського бурштину мали місце у плейстоцені, тобто протягом останніх двох мільйонів років. Льодовики, що рухалися на південь зі Скандинавії, несли величезні маси ґрунту та гірських порід, включаючи бурштиноносні відклади, на північноєвропейські рівнини [9].

Бурштин містить багато включень викопних членистоногих доби еоцену, особливо комах, також рослин, молюсків, нематод, оніхофор тощо, та має велике значення для палеонтології. Балтійський сукциніт серед інших викопних смол видобувається наймасовіше та є одним з найбільш доступних. Бурштин переважно знаходили вимитим на березі моря або на мілководді, сьогодні значення видобутку в результаті збирання на пляжі є мінімальним [9].

Учені виділили чотири головні етапи перетворення живиці-смоли в бурштин-сукциніт і викопні смоли: 1 – виділення живиці та її первинні зміни в відстеленні "бурштинового" лісу; 2 – фосилізація смоли в палеоторф'яниках; 3 – фосилізація в морських водоймах; 4 – завершальний етап фосилізації смол у наземних і підземних умовах континенту [4].

Більш детальні дослідження нинішнього ареалу балтійського бурштину, який простягається на схід до Росії, на захід до Нідерландів та англійського узбережжя та на південь від регіону Німецького пагорба, довели, що ці

кордони були фактично ідентичними межам покриву льодовикової долини. На рисунку 1 показано розповсюдження балтійського бурштину, геологічний поперечний розріз біля селища Янтарний, а також західний вид на нижню сторону шахти «Приморська» [9].



Рисунок 2.1 – А – Розповсюдження балтійського бурштину. В – Геологічний поперечний розріз біля селища Янтарний. С – Західний вид на нижню сторону шахти «Приморська»

Поклади бурштину в Калінінградській області становлять не менше 90 % від світових. Найбільше в світі промислове родовище бурштину знаходиться в сорока кілометрах від Калінінграда, поруч із селищем Янтарний, де організовано його промисловий видобуток та переробку.



Котлован кар'єра бурштинового комбінату розташований недалеко від берега Балтійського моря [9].

Бурштиноносні поклади Калінінградського (Земландського) півострова займають площу близько 300 км<sup>2</sup>. Калінінградській півострів відноситься до крайової частини Польсько-Литовської синеклізи, в межах якої широко розвинуті континентальні й мілководні морські відклади палеоген-неогену, перекриті суцільним покривом четвертинних льодовикових і сучасних лужких порід потужністю до 20 м і більше [2].

Палеоген-неогенова товща залягає майже горизонтально зі слабким нахилом на південь і південний схід. У її складі В. Калінас [2], В. Балтакіс і А. Григян виділяють три формації:

- 1) глауконіт-карбонатну, що включає монський члус раннього палеоцену і самбійську світу раннього еоцену, загальною потужністю до 110 м;
- 2) теригенно-глауконітову, представлену алкською і пруською світами еоцену й олігоцену, загальною потужністю до 85 м; [2]
- 3) буровугільну неогенну, потужністю близько 75 м. Бурштиноносна теригенно-глауконітова формація – головним чином пруська світа і в меншій мірі алкська [2].

На рисунку 2.2 показано геологічну будову Калінінградської області Росії.

Промисловий вміст бурштину встановлено на чотирьох ділянках: Прикар'єрній, Приморській, Пляжній та Майській. Вони розташовані в приморській смузі на відстані до 5 – 6 км від берега. Глибина залягання пласту «блакитної землі», в міру віддалення від моря, збільшується від 3,5 (Пляжна ділянка) до 45 – 50 м (Приморська і Майська ділянки), а абсолютна висотна відмітка його покрівлі знижується від 1,4 до 12 – 15 м нижче рівня моря. На головній – Приморській ділянці – потужність продуктивної «блакитної землі» складає 0,5 – 17,4 м, в середньому близько 7,5 м [2].

Спорідненими різновидами еоценового бурштину, що також називалися балтійським бурштином, є рівненський бурштин (Україна), біттерфельдський бурштин (Німеччина) та данський бурштин (Данія) [11].

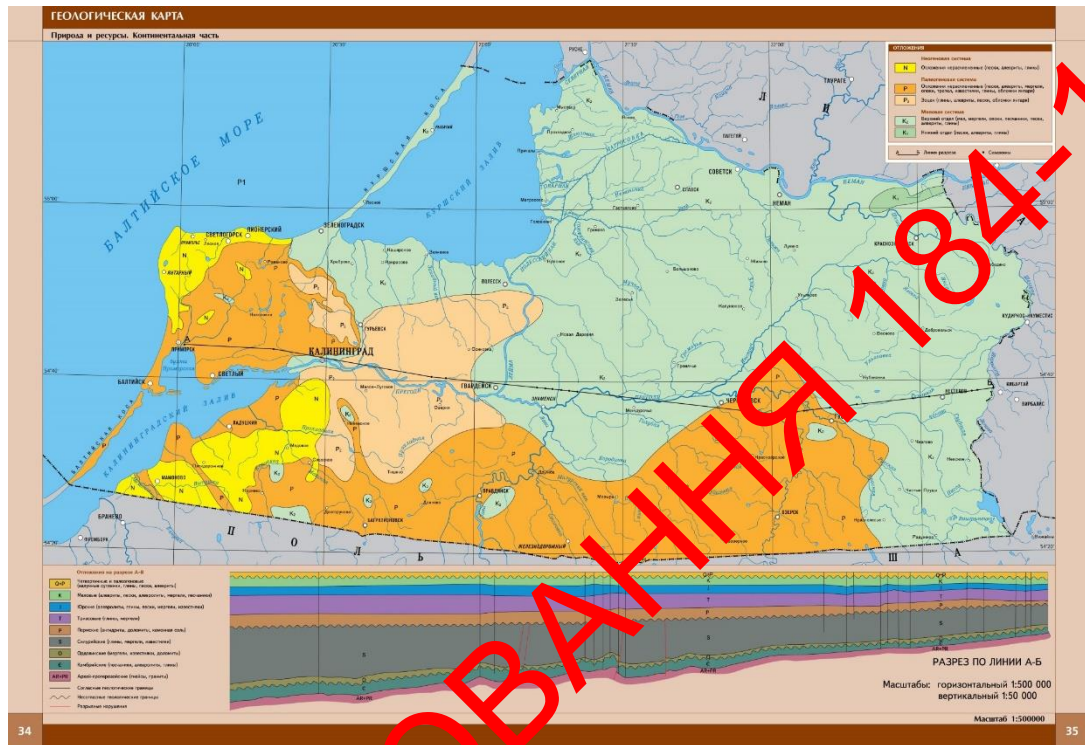


Рисунок 2.2 – Геологічна карта Калінінградської області [15]

Спосіб утворення родовищ бурштину в голоцені на косі Гданської затоки (Польща), який складає перед собою характерні конуси та зандри (рівнинні заливні ділячки), достатньо відомий і неодноразово описувався [36]. Формування накопичень пов'язане з формуванням узбережжя Балтії під час трансгресії літорину.

В результаті ерозійних процесів, що супроводжували трансгресією моря, береги півострова Самбія складені бурштиновою блакитною землею.[5]

У наш час трансгресивні утворення Литоринового моря (так звані викопні пляжі), представлені пісками з бурштином, виходять за межі дюни, як правило, трапляються під еоловим покривом коси, на пісках і грязях коси, яка розширювалася у той час [5].



Повторне відкладення бурштинових покладів уздовж берега моря призвело до формування бурштиноносних зон у межах викопних пляжів довжиною від декількох до 100 – 200 м. Ці зони розташовані смугами, паралельними береговій лінії. Подекуди бурштинові зони також перпендикулярні або похилі до берега, ймовірно вздовж каналів вигоду дощової води [5].

Поблизу м. Гданська на морському узбережжі відомі багаті скопчення бурштину в голоценових литоринових пісках, що містять прошарок торфу. бурштиноносний пласт потужністю близько 8 м підстилається глинами і перекритий сучасними дюнними пісками. Бурштин у вигляді лінзоподібних скопчень зустрічається, в основному, в нижній частині пласта, його концентрація складає 0,9 – 2,6 кг/м<sup>3</sup>. Гданський розсіп, вірогідно, є вторинним і утворився в результаті розмиву замландських (калінінградських) розсіпів і перевідкладень бурштину уздовж узбережжя Гданської бухти в зонах морських повеней [5].

Геологічні розрізи через Віслинську косу в районі (А) Собешево-Котнарного та (Б) Янтару наведено на рисунку 2.3. [5]

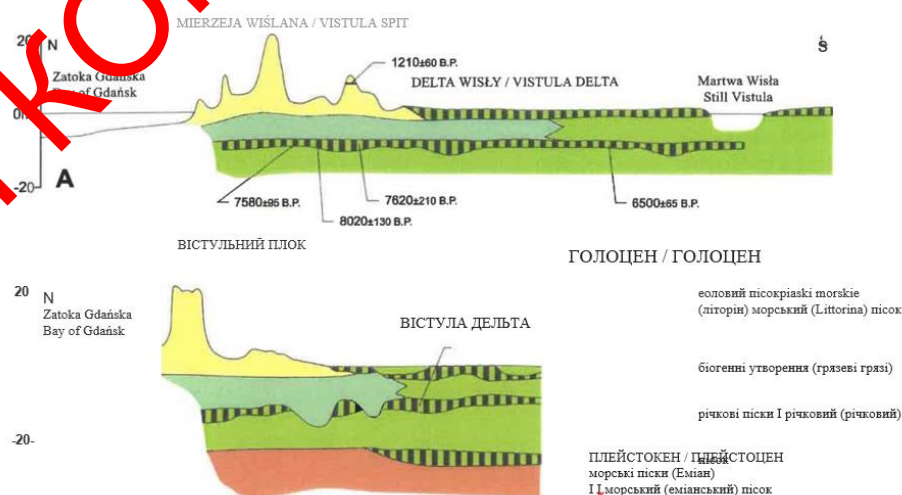


Рисунок 2.3 – Геологічні розрізи через Віслинську косу в районі (А) Собешево-Котнарного та (Б) Янтару (згідно з Tomczak et al. 1989, 1990; змінено Tomczak 1995; частково змінено)

На території м. Ястарня бурштин зустрічався на глибині 106 і 110 м. Також бурштин зустрічається у Пуцьку, Ястрженбій-Гурі, Гданську (район Єлітково), Карвії, Мерошиному, Полчиному, Сопоті (район Бродвіново), Старжині та ін. [5].

## 2.2. Поліський бурштин

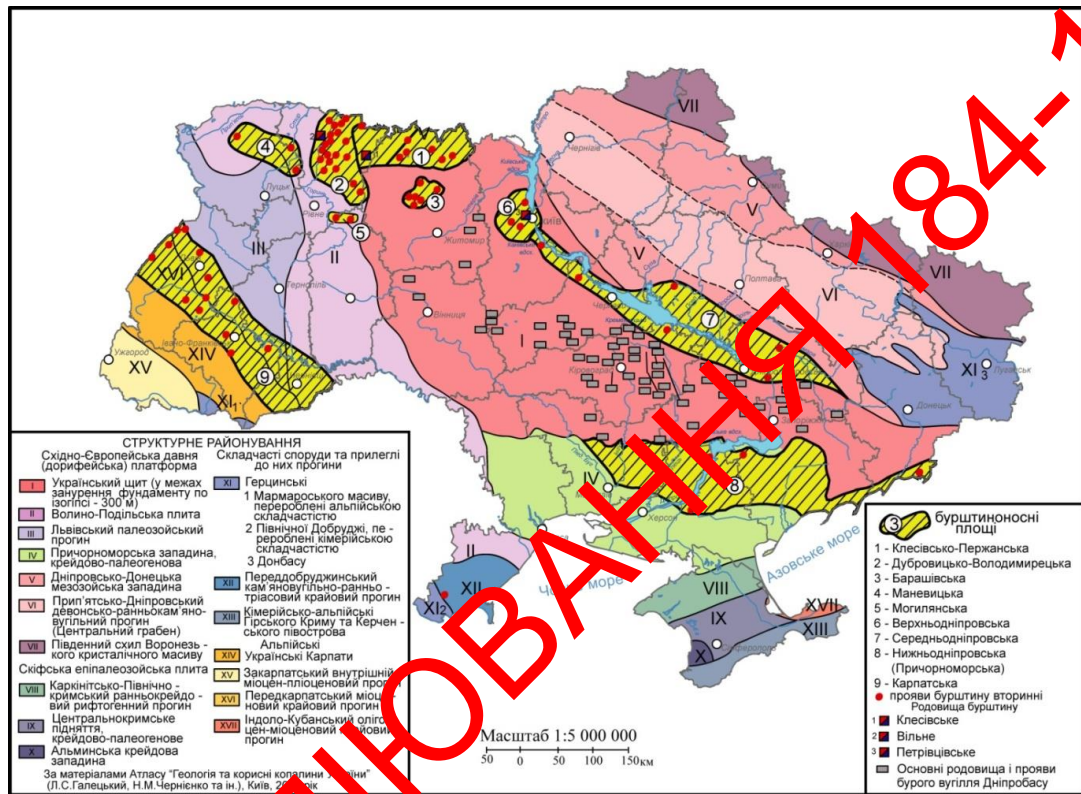
Поліський бурштин є унікальним автохтонним коштовним каменем органічного походження, який за своїми петролого-геомологічними характеристиками не поступається бурштинув Прибалтики і разом з тим має низку позитивних особливостей, котрі зумовлюють його оригінальність і товарну цінність. Зокрема, поліський бурштин відрізняється від найбільш поширеного прибалтійського різноманітнішим забарвленням і тому більше ціниться [17].

Поліський бурштин поширений в Українському та Білоруському Поліссі, а також на сході Польщі. У Польщі родовища та прояви бурштину знаходяться поблизу м. Люблін [16].

Найбільші родовища зосереджені в Українському Поліссі, де виявлено чотири зони кількох районів з промисловими концентраціями бурштину. Всі вони належать до Прип'ятського басейну седиментації, в якому одночасно з накопиченням морських відкладів в олігоцену епоху (близько 35 млн. р. тому) утворювались масштабні бурштинові розсипи. Вони розташовані в північній та північно-західній частинах Житомирської та Рівненської областей, північно-східній частині Волинської області. Розвідані на Поліссі родовища Клесів, Вільне, Володимирець Східний (Рівненська область) містять понад 128 тонн бурштину [17].

В межах України родовища ювелірно-виробного бурштину пов'язані з Балтійсько-Дніпровською субпровінцією, яка простягається на 2000 км у

північно-західному напрямку. В стратиграфічному відношенні бурштиноносні поклади встановлені на різних рівнях палеогену, неогену, антропогену. Багаті розсипи тяжіють до приконтартових шарів еоцену і олігоцену — обухівська і межигірська світи (рисуюнок 2.4) [26].



Рисуюнок 2.4 – Бурштиноносність України

Рівненський бурштин, який іноді називають українським бурштином, [12] – це бурштин, знайдений у Рівненській області та прилеглих регіонах України та Білорусі. Бурштин датується пізнім еоценом та раннім міоценом, і, як вважається, утворився одночасно з балтійським бурштином. Основні розвідки і видобуток бурштину розпочалися лише в 1990-х роках.

Рівненський бурштин, так само, як і балтійський, на 3 – 8 % складається з бурштинової кислоти. Оскільки за своїми фізико-хімічними властивостями рівненський бурштин практично не відрізняється від балтійського, деякі вчені називають його балтійським. Але рівненський «сонячний камінь» має



особливий зеленуватий відтінок і, за словами майстрів, легше обробляється [12].

Бурштин пізнього еоцену залягає серед відкладів межигірської та обухівської світ харківської серії палеогену [13].

Формації, виявлені вздовж північно-західного краю Українського кристалічного щита [13], проявлені в Рівненській області України та через кордон поблизу Речиці в Гомельській області Білорусі. Серед основних родовищ рівненського бурштину: Клесівське (Клесів) та Дубровицьке (Дубровиця).

Бурштин на Люблінському родовищі в Польщі зафіксований на дуже невеликій глибині 0,2 – 2,3 м під поверхнею землі поблизу ставка Семен, за 8 км на захід від Парчева; тут родовища бурштину знаходились на глибині понад 2,6 м [23]. Бурштинові відклади також були знайдені на річці Вепш, за 15 км на північ від Любартува. На рисунку 5 відображена р. Вепш, де знайдені відклади бурштину. [23]

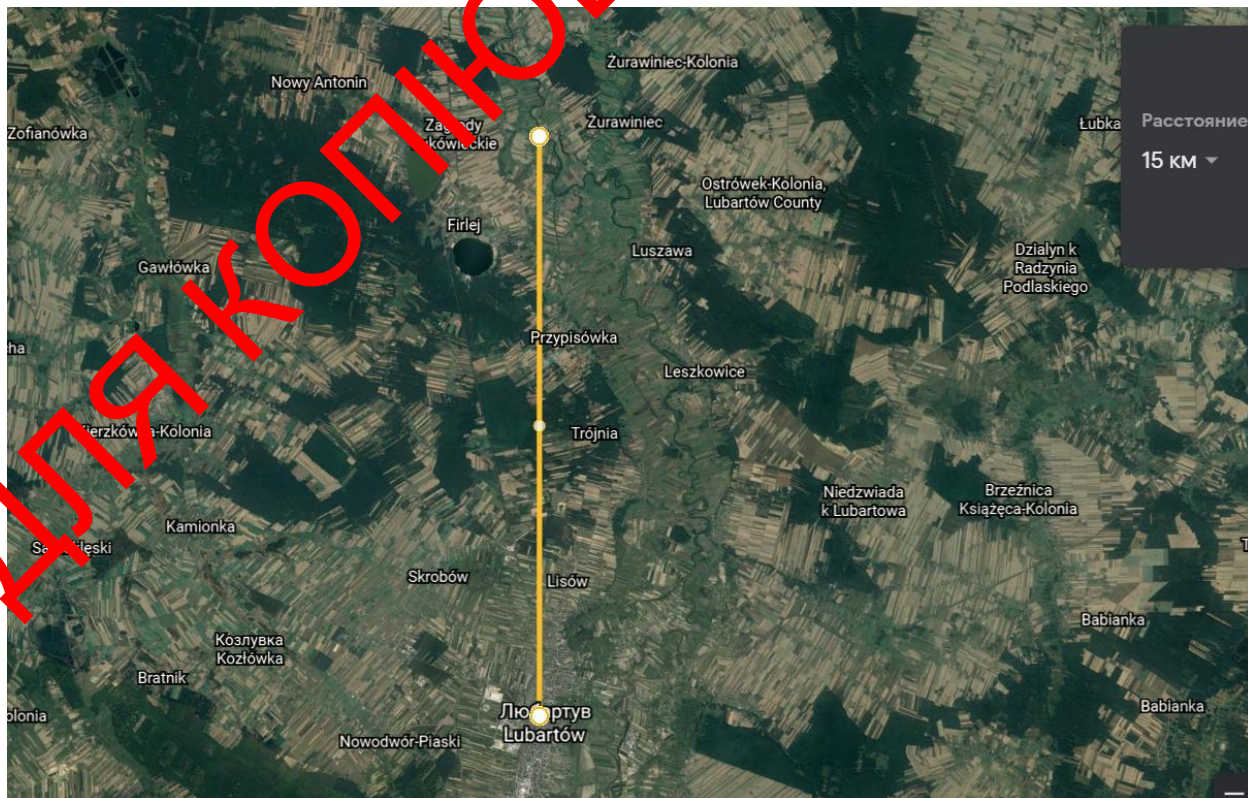


Рисунок 2.5 – Відклади бурштину на річці Вепш

Літологія та фації Люблінського родовища представлені кластичними відкладами семенської світи. В межах літостратиграфічної колонки цієї формації можуть бути утворені від двох до п'яти літологічних комплексів [23]. Вони такі:

1) комплекс дрібних та середніх зеленкуватих кварц-глауконітових пісків з вставками крейдової карбонатної кори вивітрювання в нижній частині. У нижній частині колони трапляються кварцово-гравійні зерна (так звані "боби") діаметром до 2 см, зерна лідіту та округлі фосфатні конкременти діаметром до 6 см. Товщина комплексу: до 3,8 м; [23].

2) шар з дуже дрібних сіро-зеленкуватих (зелених зверху) кварц-глауконітових пісків з добавками мулу та одиночними фосфатними конкрементами, товщиною до 2,3 м; [23].

3) шар з дуже дрібних сіро-зеленкуватих мулистих і глинистих кварц-глауконітових пісків з дуже частими некруглими фосфатними конкрементами діаметром до 6 см, з молюсками (хламис, острея) та кораловими рештками діаметром до 4 см; рибні рештки та вуглецевий рослинний детрит також можуть бути присутніми в цьому комплексі. Товщина шару: до 0,3 м [23].

4) комплекс дрібних і дуже дрібних сіро-зеленкуватих кварц-вапнякових пісків, що містять глауконіт і бурштинові добавки з молюсковим та кораловим мінеральним скелетом крейджаних вивітрілих мергелів [23].

5) комплекс темно-зелених глауконітових диференційованих відкладів: глинисті мули, дуже дрібні кварц-глауконітові мулисті піски, глинисті покладів та бурштин. Тут також трапляються тонкі інтеркаляції твердого зерна із залишками фауни (молюски родів хламис та острея, риб'ячі зуби). Товщина комплексу: до 3,0 м [23].

Зерна бурштину трапляються здебільшого в найтонших за розміром зерен відкладах через низьку щільність бурштину близько  $1,15 \text{ мг/м}^3$ ; це робить зерна бурштину осадовим еквівалентом дуже дрібних кварцових зерен [23].

Стратиграфічне положення бурштинової асоціації належить до декількох літостратиграфічних одиниць верхньої крейди та нижнього палеогену (рисунок 2.6) [23].

1) Відклади нижнього Маастрихту, представлені мергелями, вапняками та декальцинованими кременистими породами, зазвичай товщиною 2-5 м, хоча в окремих частинах вони досягають товщини 10 м;

2) Сохачевська формація (данський ярус), представлена кварцово-глауконітовими пісками (частково силіцифікованими) з фосфатами та мергелем, сірими органодетритними вапняковими інтеркаляціями із залишками молюсків та ехіноїдів;

3) Пулавська формація (монський ярус) трапляється у вигляді глинистих/мергелистих відкладів, проміжків та органічно-детритових вапняків. У досліджуваному районі відкладів верхнього палеоцену (танетський ярус) та нижнього еоцену.

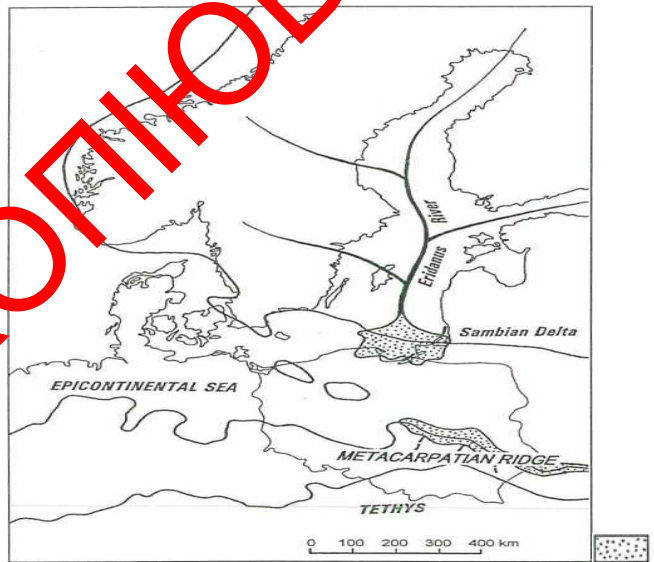


Рисунок 2.6 – Центральноєвропейський еоценовий морський епіконтинентальний басейн

### 2.3. Руменіт

У Румунії існує інший бурштиновий різновид – руменіт, що характеризується дещо підвищеною твердістю і щільністю у порівнянні з прибалтійським бурштином. Головні місця видобутку руменіту знаходяться в повіті Бузеу, а його невеликі прояви зафіксовані у повітах Сучава, Нямц, Бакеу, Алба, Сібіу, Прахова і Олт [2].

Руменіт – в'язка викопна смола, поклади якої приурочені до східних схилів Румунських Карпат. Перша згадка про цю викопну смолу датується 1578 роком. Руменіт був детально описаний О. Хелмом у 1881 році, який визначив, що руменіт містить до 5,2 % бурштинової кислоти. Він має високу в'язкість, невисоку розчинність в органічних розчинниках та підвищений вміст сірки [21].

Основні кольори руменіту – червоно-коричневий, жовто-коричневий, темно-червоний, чорний, проте відомо багато різновидів за відтінками (рисунок 2.7). Різновиди зеленуватого, блакитного та чорного кольорів з виразною флуоресценцією були дорожчі за балтійський бурштин. Природний румунський руменіт може мати перламутровий блиск [21].





## Рисунок 2.7 – Руменіт

Видобуток руменіту проводився в регіонах Бузеу (Buzău), Колць (Colți), Сібіу (Sibiu) та інших. Руменіт цих регіонів має відмінності за зовнішніми та внутрішніми властивостями, що пов'язано з його різним геологічним походженням. У Колці бурштин видобували з 1828 року, в кращі роки обсяг видобутку становив до 500 кг на рік [21].

## 2.4. Бірміт

Бірманський бурштин бірміт, також відомий як бурміт або качинський бурштин, – це бурштин із долини Хуканг на півночі М'янми (рисунок 2.8). Вік бурштину датується приблизно 99 мільйонами років, найдавнішим етапом сеноманського віку пізньої крейди [18].

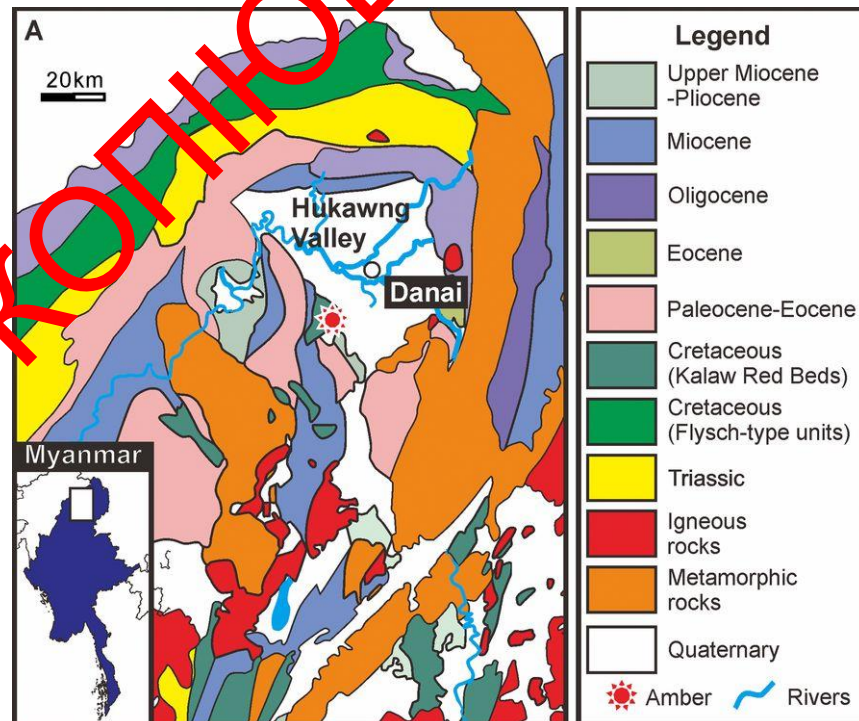


Рисунок 2.8 – Геологічний контекст бірманського бурштину на півночі М'янми [18].



Бурштин зустрічається в басейні р. Хуканг, великого крейдокайнозойського осадового басейну на півночі М'янми. Пласти зазнали певних деформацій у своїй структурі. У Нойе-Бум, розташованому на хребті, бурштин знаходиться в тонкозернистих пластичних породах, як правило, від сірого до сірувато-зеленого кольору, в результаті чого до його складу входять зерна чорного, жовтого, сірого та світло-зеленого кольорів [18].

Дрібнозернисті гірські породи – це насамперед дрібно-дуже дрібнозернистий пісковик, із прошарками мулу, тонкими сланцями (товщиною 1–2 мм), вугільними горизонтами. Також трапляються масивні прошарки вапняку товщиною 6–8 сантиметрів, які часто містять вуглистий рослинний матеріал. Зазвичай ця фаційна асоціація має товщину близько 1 метра і, як правило, тонкошарувата та ламінована [18].

Басейн Хуканг складається в основному з осадових порід, які включають пластичні осадові породи, вапнякові шари та багато вуглистої матеріалу [19].

Бурштин має значний палеонтологічний інтерес через різноманітність флори та фауни, що міститься у вигляді включень, особливо членистоногих, включаючи комах та павукподібних, але також птахів, ящірок, змій, жаб та фрагментарних залишків динозаврів. Бурштин комерційно експлуатується з першого століття нашої ери, а науці відомий з середини XIX століття [20].

Дослідження родовища викликали суперечки через його передбачувану роль у фінансуванні внутрішнього конфлікту в М'янмі та шкідливі умови праці на шахтах, де він видобувається [20].

## 2.5. Сицилійський симетит

У Італії на о. Сицилія в провінції Катанія відомий червоно-коричневий симетит, названий так на честь р. Симето, де його вперше було знайдено.

Симетит – сицилійський бурштин, відомий за античних часів під назвою «лінкуріон». Окрім долини р. Симето, його знаходили у відкладах ріки Сальса, до того ж у період опадів він вимивався з міоцен-плейстоценових відкладів у низці місць біля підніжжя гір на півночі Сицилії. Також він зустрічався вздовж берегової ділянки між гирлами річок Симето і Катанія [21].

Типові первинні родовища бурштиноподібного симетиту відомі в центральній частині о. Сицилія на південних схилах Північного хребта поблизу населених пунктів Леонфорте, Сан-Філіппо, Де-Агерта. Зкупчення симетиту спостерігаються в буро-сірих слабозцементованих пісковиках палеогену, що містять вуглисті матеріал і рідкісні пропластки лігнітів.

## 2.6. Канадський чемавініт

Канадський бурштин (седарит чемавініт) – викопна смола, знайдена в Канаді в районі озера Седар, де ще канадські індіанці в доколумбовий період збирали його невеликі зразки [21].

Бурштин крейдяного віку з Канади є надзвичайно чудовим джерелом добре збережених скам'янілостей найрізноманітніших комах та тварин. Оскільки ці скам'янілості можуть дати багато інформації про форми та умови життя в крейдяному періоді близько 75 мільйонів років тому, вони представляють надзвичайно цікавий і цінний науковий ресурс [22].

Чемавініт (рисунок 2.9) зустрічається в алювіальних відкладах басейну р. Саскачеван в провінціях Альберта, Саскачеван і Манітоба. Його промислові зкупчення знаходяться в Манітобі, головним чином поблизу місця впадіння р. Саскачеван в оз. Цедар-Лейк, а також в дельті цієї річки, що з'єднує оз. Цедар-Лейк з оз. Вінніпег [2].

Смолоносні дельтові відклади простежуються вздовж південно-західного узбережжя оз. Цедар-Лейк на відстані понад 1,5 км. Шматочки чемавініту

розміром до 3 – 4 см в діаметрі разом з уламками лігнітів і бурого вугілля складають включення у нижньочетвертинних глинисто-вапнякових пісках і гравії [2].



Рисунок 2.9 – Канадський асфальт

### 2.7. Буріття США (шт. Нью-Джерсі)

Бітуміні смоли знайдені в багатьох місцях США (штати Массачусетс, Нью-Йорк, Нью-Джерсі, Меріленд, Північна Кароліна, Теннессі, Міссісіпі, Арканзас, Канзас, Техас, Південна Дакота, Колорадо, Вайомінг, Нью-Мексико, Каліфорнія, Оклахома), в Канаді, Мексиці, на о. Пуерто-Ріко (залежна територія від США).

Кращі родовища викопних смол в США знаходяться в шт. Нью-Джерсі і пов'язані з відкладами теригенної глауконітової формації крейдового віку, розвиненими уздовж Атлантичного узбережжя [2].

В шт. Нью-Джерсі на кордоні округів Мерсер і Барлінгтон на південний схід від м. Трентон у вугільних пластах р. Кроссвікс-Крік відомі і корінні скупчення дрібних жовтих і жовтувато-білих зерен викопної смоли [2].

У пониззі р. Олдмен-Крік поблизу м. Харрісонвіл, по р. Мантуя-Крік у м. Севелл в окрузі Глоучестер і в інших місцях у вапнякових пісковиках і мергелеподібних глинах з глауконітом зустрічаються рясні скупчення смоли, що нагадує прибалтійський сукцинит [2].

За свідченням Дж. Сінканкаса, багато якісного виробного матеріалу було видобуто на початку ХХ ст. супутньо з мергелем, що використовувалися в якості добрива, і в меншій мірі з будівельними пісками і глинами. Спроби спеціального відпрацювання бурштиноносних покладів виявилися безуспішними і, після припинення розробки мергелів, замінених більш ефективними калієвими добривами, видобуток бурштину різко скоротився.

## 2.8. Карибський симетит

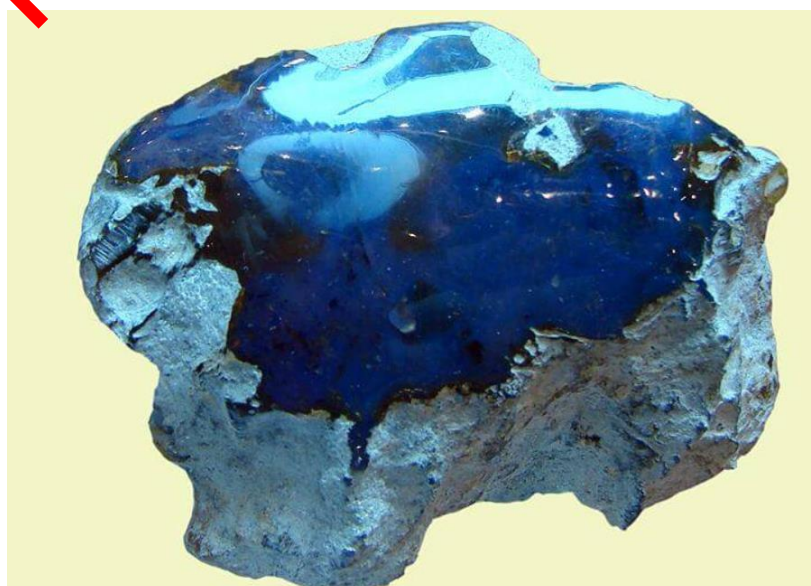
Карибський бурштин – це викопна смола, подібна сицилійському симетиту, що видобувається в Карибському басейні, перш за все, у Домініканській Республіці. Вважається, що смола вимерлого дерева *Hymenaea* рідко є джерелом карибського бурштину і більшості подібних викопних смол, знайдених у тропіках. Карибський бурштин поділяється на дві підкатегорії: домініканський бурштин і колумбійський бурштин [25].

Карибський бурштин був утворений в епоху олігоцену і міоцену кайнозойської ери і має вік близько 25 мільйонів років. Найстарший і найтвердіший з цих бурштинів походить з гірського регіону на північ від м. Сантьяго (рисунок 2.10). Гірничодобувні підприємства Ла-Кумбре, Ла-Тока, Пало-Кемада, Ла-Букара і Лос-Какаос знаходяться недалеко від Сантьяго в районі гірського хребта Кордильєра-Септентріональ. Бурштин також був

знайдений в південно-східній частині муніципалітету Баягуана – в районі м. Сабана-де-ла-Мар [25].



Рисунок 2.10 Розташування родовищ симетиту у Домініканській Республіці



## Рисунок 2.11 – Синій бурштин з території карибського басейну

Симетит можна знайти в багатьох кольорах. Жовтий і медовий колір є досить поширеними. Є також червоний і зелений в менших кількостях і рідкісний синій бурштин який флуоресцює (рисунок 2.11) [25].

### 2.9. Викопні смоли Мексики

Мексиканський бурштин – викопна смола, яку знаходять на території Мексики. Він відомий з доколумбових часів, коли індіанці використовували його для виготовлення прикрас та культових виробів [21].

Ця викопна смола прозора, має золотисто-жовтий, жовто-коричневий колір, у деяких випадках з незвичайною флуоресценцією. Мексиканський бурштин утворився одночасно з домініканським бурштином, тому його вік становить 15–20 мільйонів років [9]. Головні родовища бурштину знаходяться в басейні р. Хунтанак в районі Сімоїовель (шт. Чіапас) [9].

Викопні смоли зустрічаються у вапнякових пісковиках і глинистих сланцях пізнього олігоцену. Ці відклади розглядаються як прибережні фації олігоценового моря, у зв'язку з чим мексиканські родовища можна вважати вторинними [2].

Протягом середнього міоцену смола, що утворює бурштин, затверділа в лісовій підстилці і транспортувалася до дельтової системи потоками та річками, відклавшись у прибережній зоні або поблизу неї. За даними Джин Лангенгейм під час кайнозою Сімоїовель був прибережною зоною і бурштиновий ліс знаходився в мангровому лісі або поруч з ним [9].

Колір мексиканського симетиту жовтий, рідше оранжевий до червонуватого, кірка бура, вивітрілий. [2].

Характерна флуоресценція в зелених тонах. Він часто містить включення залишків фауни і флори, головним чином комах і павукоподібних. Переважають двокрилі, жорстkokрилі, ногохвостики, різнокрилі,



щетинохвістки, павуки та кліщі. Родовища Південно-Східної Мексики, Юкатану, Гватемали і Домініканської Республіки об'єднані В. С. Трофімовим в Мексиканську субпровінцію Американської бурштинової провінції.

Аналогічні родовища відомі на півострові Юкатан і в прилеглих районах Гватемали.

Велика кількість фауни з мексиканського бурштину тісно пов'язана з досі існуючими родичами, що живуть сьогодні в прибережних зонах, а деякі навіть безпосередньо пов'язані з мангровими заростями. Відповідно, можна зробити висновок, що мексиканський бурштиновий ліс був лізичним лісом у мангровому регіоні [9].

#### 2.10 Вископні смоли Австралії та Океанії

Незважаючи на те, що родовища вископних смол мають значне поширення, в Австралії місця їх знахідки раніше обмежувалися кількома дуже малими родовищами в Яллуін, Аллендейл і Лал Лал у шт. Вікторія [24].

Однак нещодавно на віддалених пляжах біля мису Веймут на східному узбережжі півострова Кейп-Йорк, у його північній частині, були виявлені шматочки вископної смоли, схожі на бурштин. Було знайдено близько 300 включень членистоногих у бурштині з мису Йорк. Вірогідно, вони походять з четвертинних відкладів, що межують з узбережжям [24].

В регіональній геології переважають мезозойські русла Хелбі в басейні Кергентарії. Ці відклади навряд чи були джерелом бурштину на мисі Йорк. Включення квіткових та фруктових залишків у бурштині мають юрський вік. Враховуючи це, можна припустити, що бурштин має кайнозойський вік. [9].

Колір матеріалу варіює від прозорого блідо-жовтого до темно-коричневого і майже непрозорого. Присутні численні включення, в тому числі

скам'янілі комахи. Дослідження показали, що серед викопних смол мису Йорк присутні як бурштин, так і копали, що робить їх цікавими для гемологів [9].

Висновки до розділу:

1. Родовища бурштину та бурштиноподібних викопних смол зустрічаються у Прибалтиці, Українському Поліссі, Мексиці, США, Польщі, Домініканській Республіці, Канаді, М'янмі, Італії, Австралії та ін. Найбільше родовище в світі розташоване у Калінінградській області Росії у селищі Янтарний.

2. Сукцинїт – бурштин, що містить бурштинову кислоту – поширений у країнах Прибалтики, Калінінградській області Росії, Українському Поліссі, Польщі та ін. Сукцинїт утворився в результаті петрифікації смоли викопної палеогенової сосни *Pinus succinifera*. Зустрічається як первинні палеогенові, так і перевідкладені четвертинні родовища.

4. Карибський та Мексиканський бурштин – симетит – утворився зі смоли викопного листяного дерева *Lumnitzera protera* (бобові) і за своїм походженням є наймолодшим з усіх різновидів бурштину, йому близько 15 – 30 мільйонів років.

5. Бірманський бурштин (бірміт) є найстаршим, йому близько 100 млн. років. Він утворився з хвойних дерев родин *Araucariaceae* чи *Pinaceae*.



### 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ БУРШТИНУ

Видобування бурштину із розсіпних родовищ в основному здійснюється двома способами: механічним та гідравлічним. Механічний спосіб являє собою механічну розробку масиву ґрунту в кар'єрі або під землею (рисунок 3.1) [27].

Розробка бурштину цим способом включає: розкриття продуктивного шару ґрунту, екскаваційні роботи, транспортування породи від місця розробки до грохоту, де відбувається відділення бурштину від породи шляхом миття, та рекультивацію земель. Недоліками такого способу є великі експлуатаційні та економічні затрати, винос породи на поверхню і негативний екологічний вплив на навколишнє середовище [27].

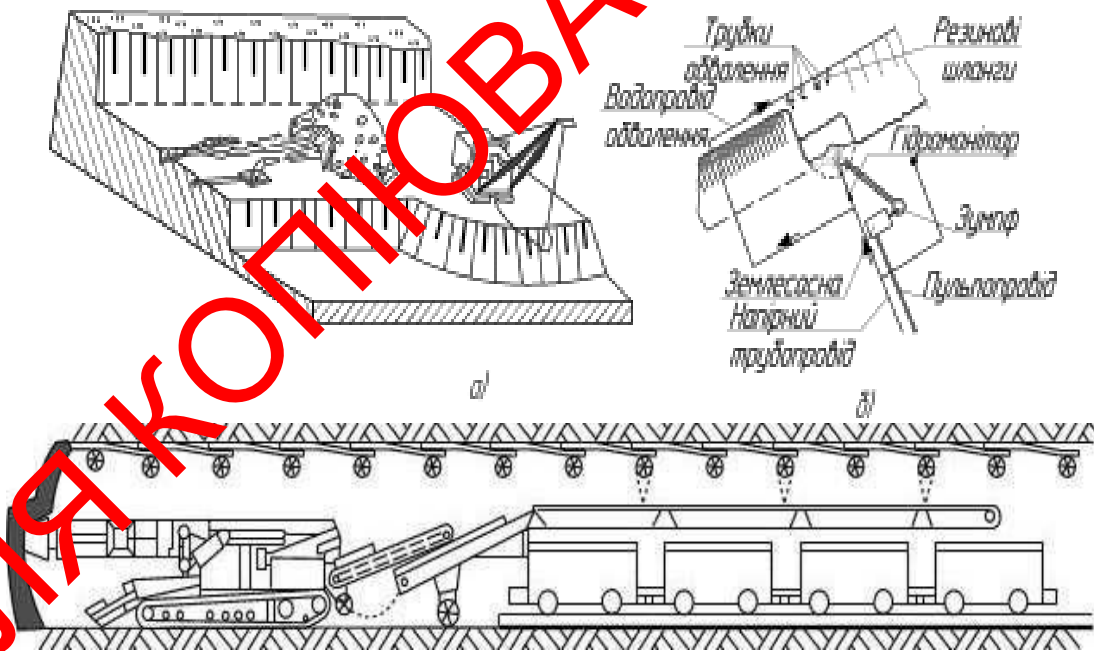


Рисунок 3.1 - Механічний спосіб видобутку бурштину (а, б – кар'єрний, в – підземний)

Гідравлічним способом здійснюється розмиванням продуктивного шару ґрунту струменем високого тиску, що призводить до виносу бурштину на поверхню родовища гідравлічними потоками [27].

Спосіб свердловинного гідравлічного видобутку корисних копалин (рисунок 3.2) включає розкриття продуктивного горизонту свердловинами по контуру видобувної камери, їх обсадку, встановлення в них гідродобувного обладнання з видавальним пристроєм, сполучення між свердловинами, підрізання продуктивного горизонту і заповнення підрізаної щілини водою, руйнування порід продуктивного горизонту в підрізну щілину, гідродомив породи в затопленому вибої та підняття пульпи на поверхню по свердловині самовиливом за рахунок постійного надходження рідини в робочу зону в центрі видобувної камери [27].

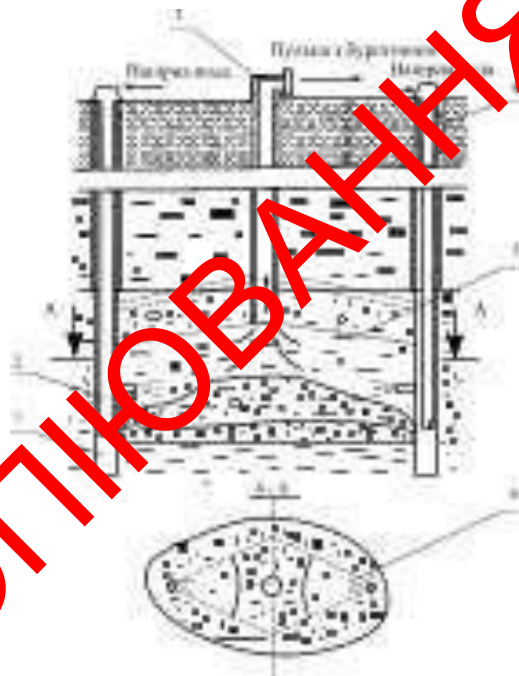


Рисунок 3.2 – Розкриття чергового обвалюваного шару продуктивного горизонту [27].

Спосіб реалізується наступним чином. На родовищі по контуру видобувної камери бурять периферійні свердловини глибше рівня продуктивного горизонту з діаметром, достатнім для розміщення в них гідродобувного обладнання. В центрі видобувної камери бурять додаткову видавальну свердловину з діаметром, який би забезпечував вільне

проходження бурштину максимального діаметра. Свердловини обсаджують обсадними трубами до межі продуктивного горизонту. Потім в периферійних свердловинах розміщують гідродобувне обладнання, яке включає гідромонітор і видавальний пристрій. Гідромонітор виводять на рівень границі підстилаючих порід, які розмивають породу, формуючи на межі з продуктивним горизонтом горизонтальну підрізну щілину. Обертанням гідромонітора в горизонтальній площині в межах видобувної камери утворюють сектор розмиву [27].

Для зменшення часу формування підрізної щілини розмив ведеться в осушеному вибої. При вилученні пульпи на поверхню використовують видавальний пристрій [27].

Відомим є спосіб добування бурштину з глинистих родовищ за допомогою фрези у вигляді пустотілого валу з отворами, рознесеними по висоті, до якого несиметрично кріпляться криволінійні змішувальні елементи з напівкруглими ріжучими крошками на кінцях, що забезпечують ортогональне відокремлення стружки з наступним її насиченням і розчиненням до стану суспензії. Така модель представлена на рисунку 3.3 [27].

Робочий орган складається з пустотілого валу 1, на якому кріпляться руйнівні елементи 2. В нижній частині валу з рознесенням по висоті виконуються отвори 3, які з'єднують порожнину валу з навколишнім середовищем, верхній кінець валу шарнірно з'єднаний з водопровідним рукавом 4.

При обертанні валу і подачі води від рукава 4 через порожнину валу 1 і отвори 3 в масив, фреза занурюється в ґрунт. При поздовжньому переміщенні машини фреза руйнує різцями ґрунт, перемішує його з водою до суспензного стану, при цьому корисні копалини звільняються від зв'язків з масивом і під дією виштовхувальної сили спливають на поверхню родовища.

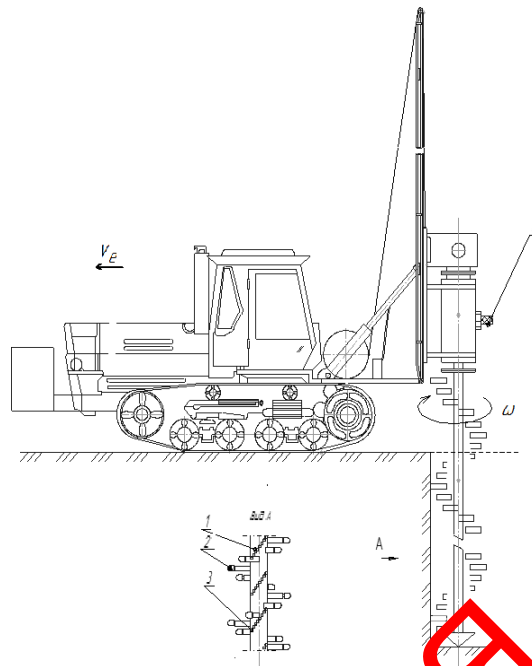


Рисунок 3.3 – Робочий орган землерийної машини для видобування корисних копалин: 1 – пустотілий вал; 2 – різці; 3 – отвори, рознесені по висоті; 4 – водопровідний рукав [27].

В Україні фахівцями Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП) розроблений гідромеханічний спосіб підйому бурштину на поверхню піщаного родовища [27].

Суть наведеного способу полягає в тому, що масив, насичений водою, активізується шляхом механічного збудження (віброзбудження) до утворення суцільного суспензійного шару такої густини, при якій виникає виштовхувальна сила, яка піднімає бурштину на поверхню родовища. Тобто механічною дією за наявності в масиві води доводимо його до повної втрати зв'язків між частинками, вивільнення бурштину та досягнення середовищем суспензійного шару з густиною, яка більша від питомої сили тяжіння бурштину, що дозволяє останньому спливати на поверхню родовища за рахунок Архімедової сили [27].

Сьогодні засоби вібраційного впливу на ґрунтове середовище широко застосовуються при заглибленні в ґрунт шпунтів, труб, оболонок, паль, а

також при розробці і обробітку ґрунтів, бурінні свердловин, ущільненні особливо рихлих і водонасичених піщаних ґрунтів [27].

Спосіб реалізується наступним чином: в бурштиноносний масив вібраційним методом занурюються штанги у вигляді труб, із яких подається вода і на яких закріплені віброзбуджувачі. При цьому масив насичується водою і віброзбуджувачами приводиться в коливальний рух. Бурштин звільняється від зв'язків з середовищем і спливає на поверхню [27].

Такі засоби, як правило, включають збудники коливань (вібратори), віброснаряди з вібровипромінювачами, апаратуру для вимірювання, контролю й управління вібрацією, пристрої для попередження, гасіння, ізолювання шкідливого розповсюдження вібрації.

Потужне вібраційне обладнання встановлюється на спеціальну базу (рисунок 3.4) або підвішується до кранових установок (рисунок 3.5) [27].

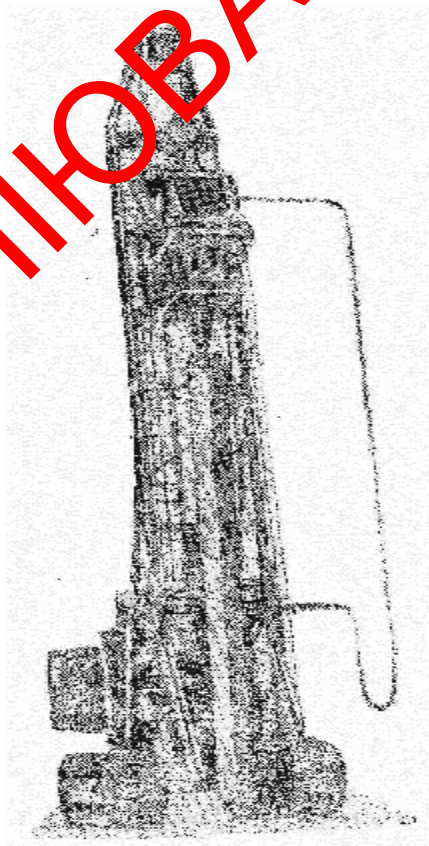


Рисунок 3.4 Віброзаглиблювач ВВПС-20/11 [27].

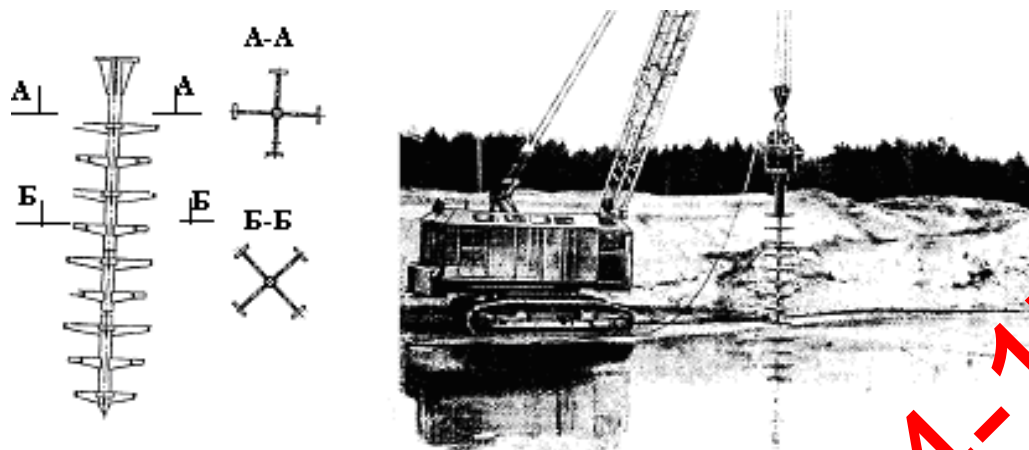


Рисунок 3.5 - Установка ВУУП-6 [27].

Існуючі вібрснаряди виконані для досягнення максимального ущільнення ґрунту. Серед них слід виділити вібрснаряди з гвинтовими (рисунок 3.6) і біконічними вібровипромінювачами (рисунок 3.7) [27].

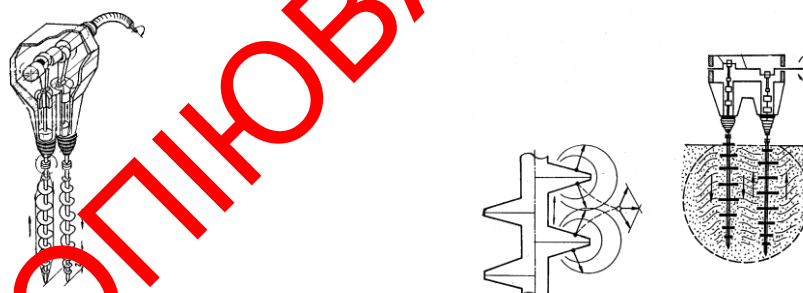


Рисунок 3.6 – Глибинний віброущільнювач бетонних сумішей [27].

Найбільш ефективними щодо об'ємної передачі вібраційних сил є снаряди з біконічними вібровипромінювачами. Тому, саме вони покладені в основу створення віброгідрравлічних інтенсифікаторів для видобутку бурштину з піщаних родовищ.

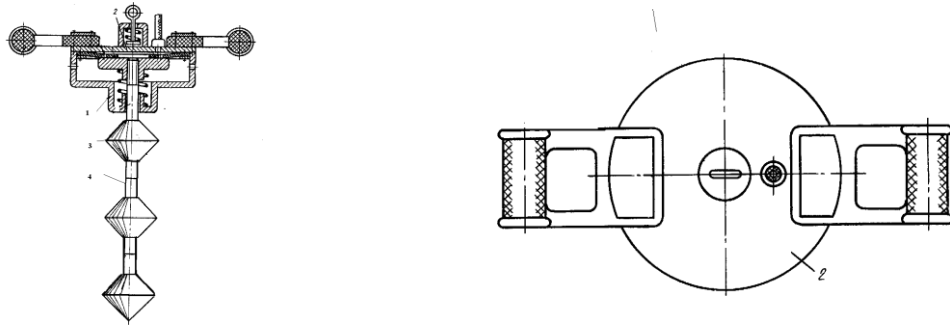


Рисунок 3.7 – Глибинний віброщільнювач [27].

Бурштин видобувають із родовищ різними методами, залежно від виду родовища. Видобуток бурштину з шару палеогенових відкладів на півострові Самбія проводиться відкритим методом. [28].

Бурштиноносний пласт досягається через зведнену видобувну виїмку, яка риється після видалення верхнього шару розкривних порід. Бурштиноносна порода дістається з виїмки за допомогою драглайнового екскаватора-штабелера [28].

Видобутий матеріал поперечно подрібнюється сильним потоком води, що подається гідромоніторами, і гідравлічно транспортується через трубопровідну систему до сортувальної установки, розташованої за межами виїмки. На менших українських виробках видобутий матеріал подається безпосередньо на набір сит, розташованих поблизу гірничої виїмки [28].

На території Польщі палеогенове родовище у Люблінському воєводстві, в районі Гурка Лубартовська – Неджвядя, планується розробляти відкритим способом [28].

Поклади, що включають скупчення бурштину в голоценових відкладах, експлуатуються переважно гідравлічним методом. Цей метод полягає у виготовленні вирв з земної поверхні з використанням потоку води, що вимиває розкопаний ґрунт. Вода подається в ґрунт за допомогою гнучкого шлангу, закінченого головкою. Подача відбувається вручну за допомогою маніпуляційних стрижнів [28].



У 2012 р. було вперше застосовано метод мокрої відкритої розробки бурштину з голоценового родовища у Гданську (Польща). Бурштин видобувається з дна водоймища і транспортується конвеєрною стрічкою до сит (рисунок 3.8), де відокремлюється від піщаного матеріалу.



Рисунок 3.8 – Видобуток бурштину з родовища у Гданську з дна виїмки за допомогою конвеєрної стрічки [28]

З дна водойм також видобувалися прибалтійський бурштин. У другій половині XIX століття бурштин з дна Куршської затоки розроблявся драгами з паровим приводом [28].

У Гданській затоці в Польщі на початку 2000-х років було використано експериментальний метод розробки бурштину з морського дна. Метод роботи полягав у задіянні землесосу (рисунок 3.9), з'єданого трубопроводом з понтоном, на якому був розташований набір решіт для відділення бурштину від осадків [28].

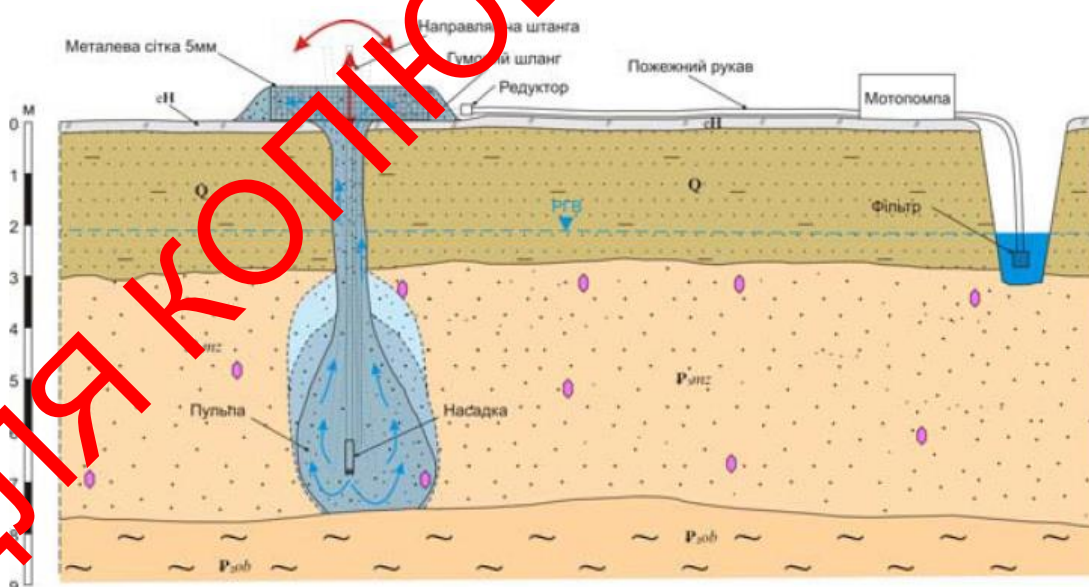
Одним з найбільш поширених є спосіб видобутку бурштину підземним гідравлическим способом. Даний спосіб є комплексом заходів, націлених на вилучення бурштину з надр за рахунок дезінтеграції і руйнування продуктивної бурштиноносної товщі напірним низхідним струменем води з наступним винесенням на денну поверхню шматків бурштину (рисунок 3.10). Даний спосіб прийшов в Україну на початку 90-х років минулого століття з сусідньої Польщі. Його суть полягає у вертикальному розмиванні



піщано-глинистих гірських порід напірними водами та піднятті бурштину разом з висхідними потоками пульпи [29].



Рисунок 3.9 – Робота землесоса, що з'єднаний трубопроводом з понтоном [29]



Умовні позначення

	Грунтово-рослинний шар		Піски різнозерністі бурштиномішучі міжгірської світи
	Піски, суглинки, суглинки четвертинного віку		Глини, алеврیتی обухівської світи

Рисунок 3.10 – Принципова схема видобутку бурштину способом підземного гідровимивання.

Для гідророзмиву використовуються гідропомпові агрегати, що складаються з забірної, подавальної та нагнітальної частин (рисунок 3.11). Забірна частина – це пожежний шланг великого діаметру (140 мм), що опускається у водний об'єкт – джерело забору води. Подавальна частина являє собою потужний гідронасос на основі двигунів від автомобілів марок BMW, Audi, Mercedes, Volkswagen та пожежний шланг діаметром 100 мм довжиною 20–300 (до 500–800 м) з редуктором на кінці.

Нагнітальна частина – це гумовий шланг малого діаметру (80 мм) з циліндричним сталевим наконечником – брандспойтом, що на кінці обладнаний міцними гострокутними зубцями. Така конструкція дає змогу створювати на виході з наконечника напір води з витратою у 800-1800 л/хв і розмивати щільні алевритисті та глинисті породи [29].



Рисунок 3.11 – Засоби видобутку бурштину способом підземного гідророзмивання [29]

Для розробки глибокозалягаючих (до 35 м і більше) бурштиноносних пластів на родовищах України з перекриваючою товщею розкривних порід і болотистою місцевістю Центром з сапропелю (м. Астрахань, Росія)

запропоновано спосіб і пересувне обладнання для роторно-гідравлічного свердловинного видобутку (РГСД) [30].

Дана технологія рекомендується Центром з сапропелю для використання на розсипних і осадових родовищах корисних копалин, таких як: бурштин, фосфорит, алмази, сапфіри, кварцовий і золотоносний пісок, місячний камінь, гагат, реліктовий сапропель, лікувальні грязі та ін. Безпосередньо для видобутку бурштину технологія включає в себе технологічний опис розкриття, ведення експлуатаційних робіт і специфікацію обладнання [30].

Процес видобутку за технологією полягає у:

- розкритті продуктивного пласта роторним коловим буром (рисунок 3.12) свердловиною великого діаметру;
- обсадці розкривної товщі порід трубою;
- спуску в свердловину (рисунок 3.13) до вибою обертового приймача крупнокускового бурштину, гідромонітору та ерліфтного підйомника;
- встановленні у свердловині промивного агрегату, компресора, напірного насоса;
- облаштуванні присвердловинного майданчика шурфом-відстійником і водовідвідною каналом;
- подачі води до свердловини гідромонітором і розмив внутрішньосвердловинної порожнини (камери) на всю потужність продуктивного пласта;
- відкачуванні корисних копалин у вигляді водо-повітряної суміші з розмитою породною масою на промивку;
- промиванні бурштину від піску і глини;
- скиданні піщано-глинистих «хвостів» на закладку відпрацьованого простору в раніше відпрацьовану свердловину;
- відстої і освітленні води, подачі її на повторне використання у видобувному процесі [30].

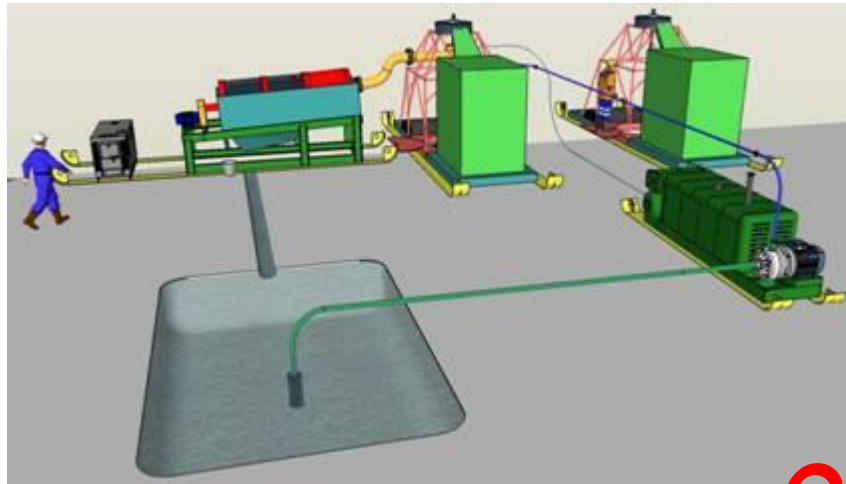


Рисунок 3.12 – Розкриття продуктивного пласту [30]

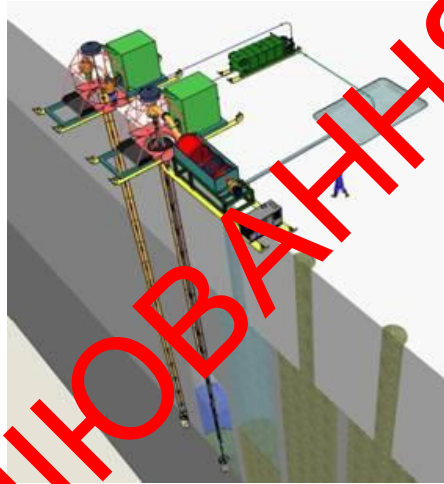


Рисунок 3.13 – Спуск у свердловину до вибою обертового приймача [30]

Обладнання складається з модульного мобільного видобувного, промислового і допоміжного агрегату, встановлених на пневматичному або гусеничному ході. Глибина розробки покладів – до 35 м, продуктивність комплексу по пульпі – 100–450 м<sup>3</sup> / год. Обслуговуючий персонал – 3 чол. [30]

На кар'єрі Калінінградського бурштинового комбінату з метою видобутку корисних копалин розробляється пласт «блакитної землі». Екскаватор ЕШ-6/45 розробляє пласт на повну потужність з розміщенням бурштиноносної породи в конусі навалу на покрівлі пласта. Ширина видобувної заходки – 50 м, середня товщина стружки складає близько 11 см,



а крок пересування ЕШ-6/45 – 25 м. Розмив проводиться гідромонітором ДМН-250 [31].

Внаслідок розмиву навалу «блакитної землі» гідросуміш самопливом тече по канаві та стікає в забійний зумпф, а землесос ЗГМ-2М (розмір прохідного перерізу – 180 мм) здійснює підйом гідросуміші на 28 м по трубопроводу діаметром 530 мм, довжиною 1000–1600 м на вузол збагачення.

Дана технологія має свої недоліки. Вона призводить до втрати якості бурштину внаслідок його руйнування ковшем екскаватора при розмиванні гідромонітором, в робочому колесі землесоса і стирани в пульповоді [31].

Сьогодні в Калінінградській області проводиться опробування віброакустичного методу. Створено відповідну установку для промивання, класифікації та обезводнення гірських порід (рисунок 3.14).

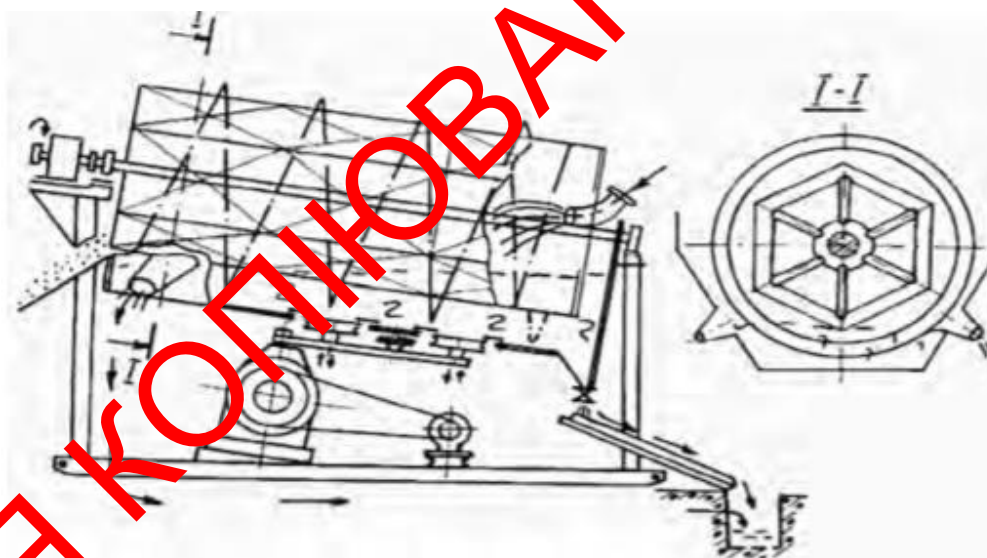


Рисунок 3.13 - Віброакустична промивально-класифікуюча машина [31]

Принцип роботи полягає в тому, що на сітчастих елементах обертового барабана під дією віброакустичного коливання і відцентрових сил відбувається поділ частинок гірської породи по заданому класу і їх промивка. Транспортування готового продукту здійснюється за допомогою спіральної перегородки, встановленої всередині обертового барабану, а зневоднення проводиться у верхній частині барабану на рівні води у ванні [31].

Висновки до розділу:

1. Для розробки бурштину використовуються механічний та гідравлічний методи.

2. Найчастіше застосовується метод гідровимивання. Найсучаснішим методом, що дає можливість найбільш ефективного вилучати бурштину, є віброакустичний. Він дозволяє поділяти частинки гірської породи за заданим класом. Найбільш екологічним є метод вібраційного впливу.

НЕ ДЛЯ КОПІЮВАННЯ 184717

#### 4. ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ БУРШТИНУ

При обробці природного бурштину проводиться ціла низка спеціальних підготовчих операцій. Спочатку бурштин відчищають і сортують, оскільки вигляд у природного каменю не завжди може показати його декоративні властивості (рисунок 4.1). Головною причиною цього є те, що бурштин покритий коричневою окисленою кіркою. Після ретельного сортування з каменю знімають поверхневу кірочку, полірують і дивляться, що собою являє даний матеріал. Заготовки майбутніх виробів являють собою грубооброблені шматки природного бурштину [32, 33].

Для детальної характеристики подальшої обробки бурштину застосовуються візуальний огляд (за допомогою мікроскопу), мінералогічний та гемологічний методи дослідження. На абразивному верстаті каменю надається необхідна форма. Така процедура називається грубим шліфуванням.

Серед основних видів обробки бурштину можна виділити такі: обдирка, формування, вирівнювання, шліфування, полірування, при останньому з яких досягається дзеркальний ефект. Також застосовується метод пресування [32].

*Обдирка* – зняття кірки, патини, що утворилася в результаті вивітрювання, за допомогою грубозернистої шкурки, напилка. До обдирки завжди приступають з прозорого боку каменю. Нижня кіркова частина в подальшому слугує фоном для майбутнього бурштинового виробу [32].

*Формування* – надання заготівці задуманої форми. За допомогою тих же інструментів і пристосувань каменю надається певний об'єм, силует, просторовий рисунок [32].

*Вирівнювання.* Отриманий після обдирання і формування виріб має порівняно грубий, з видимими подряпинами, шорсткий вигляд. Шкуркою середньої зернистості загладжують всю поверхню. Рухи шкурки або каменю – легкі, без натиску, кругові, обертальні [32].



*Шліфування* – даний прийом в точності копіює попередній, тільки в цьому випадку шкурка береться більш дрібною зернистості. Такий прийом здійснюють в декілька заходів, потроху знижуючи ступінь зернистості. Шкірку беруть водостійку, обробку ведуть, зволожуючи камінь або шкурку.

*Полірування* – заключна операція, що надає бурштиновому виробу досконалого товарного вигляду. Виконується вручну на повсті, шкірі, фетрі, фланелі або міткالی, обертальних кругах, виготовлених з того ж матеріалу. На виробництві вироби з бурштину полірують на бязевому крузі натертому спеціальною пастою з бурштинової стружки, парафіну і крейди. Легкими круговими рухами здійснюється полірування вручну. На обертальних кругах поверхні полірують легким дотиком із постійним переміщенням.

*Дзеркальний ефект.* При якісному поліруванні, у глянцевої поверхні бурштину, як у дзеркалі, відбиваються всі предмети. Закінчивши обробку, самоцвіт розміщують у спеціально виведеному для нього місці, а далі вже нанизують на нитку, вставляють в оправу, скріплюють ланцюжком або наклеюють на основу і т.д. [32].

Ще одним методом обробки бурштину є *пресування*. Бурштин є дуже пластичним при нагріванні. Бурштиновий злиток очищають від первісної кірки. Корочку смоли знімають за допомогою барабана, в якому обертаються камені. На дні цієї машини знаходиться шліфувальний круг, об який шматки бурштину труться. Потім бурштин подрібнюють в порошок і закладають в прес-форму. При температурі 180–220 °С і тиску порошок стає в'язкою масою. Потім його формують і дають затвердіти, охолоджуючи [32]. Такий бурштин використовують в ювелірній промисловості, для виготовлення медичного посуду, а також у промисловості як ізолятор.

Існує також хімічна обробка бурштину. Залишки після обробки великих каменів розігрівають в резервуарах при температурі 350–370 °С, і в результаті хімічних реакцій бурштин розкладається на бурштинове масло (15 % від загальної маси) та бурштинову кислоту (1,2 %) [32].

Одним з наймасовіших видів виробів з бурштину, напівфабрикатом для ювелірних виробів, є бурштинові кульки. Сьогодні чорнову обробку кульок виконують механізованим способом на шліфувальних верстатах. Прикладом такого верстата може бути верстат шліфувальний SW1 фірми Avalon (Польща) [32], який призначений для ручної шліфовки біжутерії, штамповок, відливки, виробних каменів, бурштину та інших виробів, з подачею охолоджувальної рідини (води).

Можливою є установка шліфувального круга з алмазним напиленням (рисунок 4.1- 4.2) або зі спеціальною водостійкою шкіркою. Отримання досить точної сферичної форми бурштинових «каліброваних» куль здійснюється шляхом шліфування напівфабрикату у вигляді «м'ятої» кулі на спеціалізованих шліфувальних верстатах. Як правило, це настільні верстати з ручним приводом радіальної подачі і ручним (або механізованим) приводом кругової подачі, так звані «кулекрутки» [32]. Деяке поширення отримали верстати напівавтомати [32].

Бурштин – крихкий матеріал, його обробка призводить до суттєвого зменшення первинного розміру і ваги каменів, що в свою чергу є причиною удорожчання ювелірного виробу [33].

На даний час існують оригінальні технології обробки для надання бурштину бажаних кольору і фактури: освітлення, накалювання, нагрів, хімічна обробка, шліфування, огранювання, різьблення по каменю та інші. Також особливо варто відзначити пресований бурштин [33, 34, 35].

Освітлення бурштину проходить в спеціальних автоклавах, де з бурштину випаровується волога (приблизно 5–10 %). Напівпрозорі та прозорі камені тримають під тиском в азоті при температурі 250 °С протягом 16 годин. За допомогою освітлення бурштин ущільнюється, стає більш прозорим і менш крихким, що сприятливо позначається на його подальшій обробці, в тому числі на свердлінні (рідше розколюється) [33].

Щоб надати прозорому бурштину більш іскристої фактури, застосовують накалювання. У бурштині завжди присутні найдрібніші бульбашки повітря,

при накаливанні в автоклаві вони лопаються і утворюють блискучі лінзи, диски або лусочки.

Для зміни кольору бурштину застосовують різні методи окислення (хімічний, термічний). При окисленні бурштин покривається тонкою скоринкою коричневого кольору. Окислення бурштину відбувається не тільки штучним способом, але і природним – фотостаріння. При легкій поліровці кірка зберігається, при шліфуванні вона знімається і бурштин стає таким, яким був від природи. Якщо нагрівати підданий накаливанню бурштин, то вийде темний камінь з іскорками. При нагріванні бурштину до температури 100–250 °С колір прозорого каменю змінюється зі світло-жовтого на більш темний – вишневий. Нагрівають бурштин тільки після освітлення, інакше він розбухає і тріскається [33].

Та або інша техніка обробки бурштину може бути використана не тільки для розкриття природної краси каменю, але і бути даниною моді, або маскувати дефекти (шаруватість, тріщини, мутність).

У давнині для надання необхідної чистоти і відтінку бурштин прогрівали в дрібному піску або солі, гримали в печі, варили в меду, олії або жиру. Старовинні сімейні рецепти до сих пір використовуються як ексклюзивні при виробництві ювелірних прикрас в Прибалтиці.

Основні види прикрас, що виготовляються з бурштину, це намиста, брошки, браслети, кулони, камінь вставляють в кільця. Бурштин використовують для інкрустації декоративних виробів, з пресованого бурштину роблять фігурки, статуетки, вазочки, шкатулки [33].

Бурштин здавна застосовується для виготовлення предметів побуту. З нього виробляють портсигари, попільниці, скриньки і навіть годинники.

Особливе місце в мистецтві займає знаменита Бурштинова кімната [33, 35].





Рисунок 4.1 – Відмивання і сортування бурштину



Рисунок 4.2 – Виготовлення заготовки потрібної форми з бурштину

Серед відомих підприємств, що займаються обробкою бурштину в Україні, можна згадати компанію Alatur, яка знаходиться у м. Рівному та створює вироби з бурштину: намиста, каблучки, кулони, канцелярські набори, сувеніри, картини, панно, елементи інтер'єру (рисунки 4.3–4.4) [37].



Рисунок 4.3 – Кулон з бурштину у золоті



Рисунок 4.4 – Каблучка з включеннями фауни

Висновки до розділу:

1. Основними технологіями, що сьогодні застосовуються для обробки бурштину, є обдирання, формування, вирівнювання, шліфування, полірування і пресування.
2. Для покращення кольорових характеристик і прозорості використовують різні методи окислення (хімічний, термічний).
3. У ювелірній та каменерізній справі бурштин використовується для виготовлення бус, сережок, намист, браслетів, колічок, підвісок, кулонів, статуєток тощо.

НЕ ДЛЯ КОПІЮВАННЯ 104171



## ВИСНОВКИ

Найбільш вживаним у світі є європейський бурштин сукцинїт, який видобувається у Прибалтиці та в Поліссі та утворився в еоцені (42 – 38 млн років тому). Найбільше значення мають родовища бурштину в Калінінградській області.

Сукцинїт – бурштин, що містить бурштинову кислоту, утворився в результаті петрифікації смоли викапної сосни *Pinus succinifera*.

У бурштині нерідко знаходять включення, так звані «інклюдзи» – членистоногі комахи, які прилипли до краплі смоли і не тонули в ній, а перекривалися новими порціями смоли, внаслідок чого комаха гинула в швидко застигаючій масі. Це забезпечувало добре збереження найдрібніших деталей. Такі зразки на ринку коштують дорожче, ніж бурштин без інклюдзій.

Для розробки бурштину використовуються механічний та гідравлічний методи, найчастіше застосовується метод гідровимивання.

Бурштин є добрим матеріалом для каменеобробки. Основними технологіями, що сьогодні застосовуються для обробки бурштину, є обдирання, формування, вирівнювання, шліфування, полірування і пресування. Для покращення кольорових характеристик і прозорості використовують різні методи окислення (хімічний, термічний).

У ювелірній та каменерізній справі бурштин використовується для виготовлення бус, сережок, намист, браслетів, каблучок, підвісок, кулонів, сережок тощо.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gavlovska K. «Examined is in the culture of the world people A specific and legends, related to the natural mineral – amber are examined.»; Випуск 12. 2012
2. Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н. Геологія родовищ виробних каменів. 2-е изд., Перераб. і доп.- М.: Недра, 1983, с. 101..- 117, с. 108
3. Історія українського бурштину  
<https://wacukraine.com/ru/encyclopedia/history>
4. Ковалевський С. Б., Ковалевський С. С. «Бурштинові копалини: історія вивчення, методи добування та вплив на лісові екосистеми»: науковий вісник НЛТУ, Україна с. 56-58.
5. Kosmowska-Ceranowicz\_Krajanaska\_2018 «BURSZTYN WAŁTYCKI - SKARB ŻĄTOKI GDAŃSKIEJ» с. 11.
6. Криницька М. В. Історія досліджень поліського бурштину / М. В. Криницька, В. Г. Мельничук // Записки Українського мінералогічного товариства. - 2016. - Т. 13. - с. 1, с. 52-55.
7. Корнієнко В. Я. Аналіз особливостей використання, залягання та добування бурштину в Україні та світі / В. Я. Корнієнко, В. Я. Романовський // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. - 2018. - Вип. 1. - с. 254-263.
8. Бурштин України (продовження рубрики “Мінерали України”)  
<https://www.geo.gov.ua/burshtin-ukraïni-prodovzhennya-rubriki-minerali-ukraïni/>
9. Penney D., Solorzano Kraemer M., Dunlop J., Perkovsky E., Nel A, McKellar R. & Wolfe Brasero A., Grimaldi D. & Nascimbene P., Perrichot V., Ross et al A., Penalver E. & Delclos X., Azar D. *et*

al. «BIODIVERSITY OF FOSSILS IN AMBER FROM THE MAJOR WORLD DEPOSITS»

[https://books.google.com.ua/books?id=YIb0\\_tXhT\\_4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.ua/books?id=YIb0_tXhT_4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true) с.42 - 52., с. 81-83., с.208

10. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Балтійський\\_бурштин](https://uk.wikipedia.org/wiki/Балтійський_бурштин)
11. <http://www.ambercombine.ru/dobycha/istoriya-mestorozhdeniya>
12. Sontag, E.; Szadziewski, R (2011). "Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Eocene Baltic amber from the Rovno region (Ukraine)". Polish Journal of Entomology/Polskie Pismo Entomologiczne. 80 (4): с. 779–800.
13. Perkovsky, E. E.; Rasnitsyn, A. P.; Vlasov, A. P.; Taraschuk «A comparative analysis of the Baltic and Rovno amber arthropod faunas: representative samples» с. 229–245
14. Рівненський бурштин  
[https://uk.wikipedia.org/wiki/Рівненський\\_бурштин](https://uk.wikipedia.org/wiki/Рівненський_бурштин)
15. Карти Калінінградської області  
<http://www.hge.sph.su/inapgis/subekt/kalinin/kalinin.html>
16. Бурштин у Польщі: 7 міст розташування  
<https://polska24.com/statji/iantar-v-polshe-7-mest-gde-ego-legko-mozhno-najti-2795/>
17. Мельничук В.Г. Бурштин Полісся. Довідник / В.Г. Мельничук, М.В. Криницька – Рівне : НУВГП, 2018  
[http://ep3.nuwm.edu.ua/14531/1/Довідник\\_%20бурштин\\_%202018%20281%29.pdf](http://ep3.nuwm.edu.ua/14531/1/Довідник_%20бурштин_%202018%20281%29.pdf)
18. Geological context, depositional environment and age  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Burmese\\_amber#Geological\\_context,\\_depositional\\_environment\\_and\\_age](https://en.wikipedia.org/wiki/Burmese_amber#Geological_context,_depositional_environment_and_age)
19. Zherikhin V.V., Ross A.J. A review of the history, geology and age of Burmese amber (Burmite)

## ДОДАТОК Г

## Розробка 3D моделі ювелірного виробу

Побудова 3D моделі ювелірного виробу – це половина успішного лиття. Щоб краще зрозуміти методи і параметри розробки цифрового дизайну.

3D модель дозволяє корегувати, а також наглядно бачити готовий виріб. При вірній побудові та дотриманні вірної геометрії фігури моделі вона буде виглядати як на рисунках.

