



Прогнозування виходу вагової частки готової продукції залежно від форми сировини дорогоцінного каміння та геометричних параметрів огранування

Статья посвящена прогнозированию выхода весовой доли готовой продукции в зависимости от формы сырья драгоценных камней и геометрических параметров огранки.

The article observes the question of the prognostication of output of weight part which depend from the form of gemstones raw material and geometrical parameters of cutting.

У цій статті розглянуто залежність виходу вагової частки готової продукції від форми сировини та геометричних параметрів вставки таких дорогоцінних каменів, як кварц, топаз і берил. Форма сировини є одним із важливих чинників у процесі прогнозування

виходу вагової частки поряд із такими параметрами, як дефектність, насиченість кольору та вагова група. Геометричні параметри огранування вставки також займають важливе місце серед чинників, які впливають на прогнозування виходу вагової частки.

Сьогодні в прогнозуванні виходу вагової частки готової продукції найменшу увагу приділяють формі сировини або взагалі на неї не зважають. До оцінки форми підходять формально. Визначення геометричних параметрів огранування в більшості випадків здій-

снює гранувальник на око або взагалі спірається на свій досвід.

Основним джерелом відомостей про вплив форми сировини дорогоцінних каменів та геометричних параметрів вставки є книга Дж. Сінкенкенса "Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней" [6], яка була перевидана востаннє в 1989 році. У цій книзі наведено лише загальні відомості про те, як вибирати сировину для ограновування. Основна увага приділяється визначенню дефектності та насиченості забарвлення сировини. Наведено загальні граничні показники геометричних параметрів вставки, а саме – кутів нахилу корони та павільйону. До цього питання в останні роки не зверталися. Єдиним технічним документом є технічні умови ОП "Кварцсамоцвіти" [9], введені в дію в 1994 році. Наразі ці вимоги застарілі й потребують перегляду та доопрацювання.

Мета статті – висвітлити класифікацію сировини дорогоцінних каменів за формою, визначити форму майбутніх вставок, їхню розрахункову масу та здійснити загальне номенклатурне визначення форм партії сировини, а також розрахункових геометричних параметрів вставки, притаманних певному виду мінеральної сировини. А саме: розрахунок ідеальних кутів нахилу корони й павільйону, загальної висоти каменя та співвідношень геометричних параметрів ширини і висоти.

Природні форми мінеральних зерен відзначаються внутрішньою структурою кристалічної ґратки мінералу, умовами його утворення в природному середовищі (умови кристалізації) та впливом зовнішніх факторів після його утворення – окиснення, розчинення, розтріскування, спричинене різними чинниками вивітрювання, обкатування при переміщенні в природному середовищі тощо [1]. Детальне обстеження й урахування геометричних особливостей природних форм мінеральних зерен під час виготовлення огранованих каменів дозволяє до певної міри достовірно прогнозувати вагову частку виходу готової продукції і, таким чином, визначити якість самої сировини, а також можливості отримання з неї бажаного кінцевого результату – якісного дорогоцінного каменя.

Пропонуємо виокремити такі форми каменів у сировині:

- ізометрична (**F1**) – представлена уламками кристалів ізометричного уламкового або кристаломорфного габітусу – округлі та наближені до сферичної форми (обкатані) або ті, які мають яскраво виражений кристаломорфний габітус і наближені до куба, ромбододекаедра, пентагондодекаедра, тетрагексаедра, дидодекаедра, гексаоктаедра та інших об'ємних фігур, співвідношення ширини й довжини яких не перевищує 1:1,3. Поверхня такого уламка має бути рівною, без значних заглиблень або опуклостей;

- наближена до ізометричної (**F2**) – представлена уламками кристалів або частково пошкодженими кристалами, які мають форму, наближену до ізометричної, слабо видовжені або призматичні, округлі мінеральні зерна (еліпсоїдоподібна), в яких співвідношення ширини і довжини варіює від 1:1,3 до 1:1,5, або ж із яскраво вираженим кристаломорфним габітусом – октаедр, тетрагонтритетраедр, тригональний і гексагональний трапецоедри, призми, дитригональний і тетрагональний скеленоедри, пентагонтритетраедр та інші. Поверхня мінеральних зерен близька до гладкої, але має вади у вигляді поодиноких заглиблень або пагорбів, які займають не більше 5–10 % поверхні мінерального зерна, глибина та висота яких не перевищує 1/10 їхньої ширини;

- помітно неізометрична (**F3**) – представлена уламками кристалів довільної форми, помітно видовженої або пласкуватої. До них належать окремі кристали або виколи кристалів видовженого або пласкуватога габітусу з сильно пошкодженими гранями, співвідношенням ширини і довжини від 1:1,5 до 1:1,7 або з яскраво вираженим кристаломорфним габітусом – усі дипіраміди та інші. Поверхня мінеральних зерен має значні заглиблення або горби, які мають амплітуду до 15 % ширини та займають до 10–15 % площі їхньої поверхні;

- неізометрична (**F4**) – представлена уламками кристалів, які мають довільну форму, неізометричні, видовжені, табличчасті та помірно пласкуваті. Поверхня уламка має значні заглиблення або горби з амплітудою до 20 % ширини. Співвідношення ширини й довжини від 1:1,5 до 1:2;

- несиметрична, дуже неізометрична (**F5**) – представлена пласкуватими, хи-

мерними та видовженими уламками кристалів з викривленими поверхнями, складним рельєфом поверхні, який позначений численними западинами та пагорбами з амплітудою, що становить від 20 до 30 % і більше ширини уламка, або з яскраво вираженим кристаломорфним габітусом – ромбічний і тетрагональний тетраедри та інші.

За своїм призначенням розрізняють сировину для виготовлення огранованих вставок та для виготовлення кабошонів. У цій статті йдеться лише про сировину для виготовлення огранованих вставок [4].

Перший крок, з якого розпочинають роботу з сировиною для ограновування, – визначення форми зерна або уламка (далі – каменя). Наступним кроком є визначення якісних характеристик (кольору, чистоти) та кількісних характеристик (масової групи).

Дослідженню законів ограновування та методикам прогнозування результатів обробки присвячені численні наукові праці та практичні рекомендації. Серед них особливо варто згадати роботи таких авторів, як: Є.Я. Кієвленко [5], О.Є. Ферсман [7], В.І. Єпіфанов [3], В.М. Андрєєв [1], [2], J.R. Cox [11], Nizam Peters [14], G.S. Kennedy [12], N. Perry and R. Perry [15], G. Vargas, M.Vargas [17], W. Maier [13].

Щоб перетворити шматок сировини в огранований камінь, необхідно здійснити низку послідовних операцій.

Розпилювання. Спочатку з сировини виготовляють заготовку, яку будуть гранити (рис. 1).

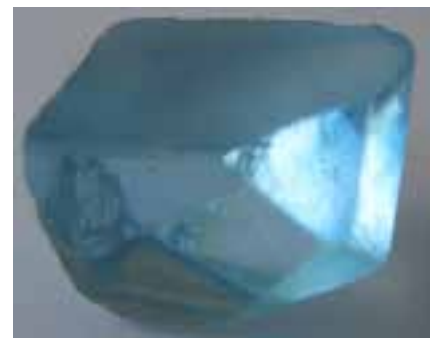


Рисунок 1. Заготовка топазу (штучно забарвлений) для квадратної форми огранування

Ця операція називається розпилюванням. При розпилюванні видаляють зайвий матеріал, надають заготовці початкової форми та розмірів, які будуть близькими до розмірів огранованої

вставки. Форма може бути паралелепіпедом, еліпсоподібною, сферичною, кубічною, циліндричною з залишками природних граней та без тощо. Під час розпилювання звертають увагу на розташування тріщин і дефектів у камені для того, щоб камінь не розколовся, а дефектів не було або вони були ледь помітними. За допомогою розпилювання видаляють більшу частину зайвого матеріалу. Частина матеріалу йде на невідворотні втрати. Виняток становлять ті випадки, коли один камінь розпилюють на дві або більше частини для подальшого огранювання кожної окремо.

Обдирання. Далі заготовці надають форми майбутньої вставки: круг, багет, квадрат, груша, серце і т. ін. Така операція називається обдиранням, весь матеріал йде на невідворотні втрати. Вибираючи форму майбутньої вставки, гранувальник визначає попередні пропорції каменя (рис. 2). На цих двох етапах втрати сировини максимальні.



Рисунок 2. Вигляд каменя після обдирання з попередньо заданими пропорціями та розмірами майбутньої вставки (димчастий кварц)

Шліфування. Камінь шліфують, у результаті чого з'являються грані. Ця операція називається шліфуванням.

Полірування. Потім грані каменя полірують. Полірування необхідне для вирівнювання граней і надання їм дзеркально рівної поверхні. Після закінчення полірування камінь промивають у спеціальних рідинах, щоб прибрати сміття та жирові плями з його поверхні (рис. 3).

На цих етапах втрата сировини незначна і її можна не враховувати. Для визначення виходу вагової частки готової продукції треба встановити, якими є втрати сировини при розпилюванні та обдиранні каменів.



Рисунок 3. Готова вставка, форма огранювання – октагон (димчастий кварц)

Для оцінки вагової частки виходу готової продукції здійснюють комплекс вимірювальних робіт і розрахунків. На першому етапі прогнозування знаходять коефіцієнт форми (K_f). Для цього за допомогою штангенциркуля або вимірювача Ліверіджа визначають три лінійні характеристики розмірів каменя (**A, B, C**), які потрібні для обчислення об'єму уявного паралелепіпеда, що описує реальне мінеральне зерно. Після завершення вимірювання вивчають габітус мінерального зерна і обирають найбільш вдале геометричне тіло для апроксимації реальної форми зерна. Залежно від пропорцій це може бути куля, еліпсоїд, куб або паралелепіпед. Найбільш зручними фігурами для апроксимації є паралелепіпед і куб. Далі обчислюють брутто-об'єм мінерального зерна (V_6), що визначається за розмірами мінімального описаного прямокутного паралелепіпеда над сировиною. Уявну геометричну фігуру, яка має об'єм V_6 і вміщує форму реального мінерального зерна, співвідносять із розрахунковим об'ємом цього самого зерна V_r , у результаті чого обчислюють коефіцієнт форми K_f . Такий само результат обчислення коефіцієнта форми має бути отриманим і при зіставленні ваги реального мінерального зерна з розрахунковою вагою його брутто-об'єму, як це описано вище.

Використовуючи формулу тотожності, за якою коефіцієнт форми, розрахований відносно брутто-об'єму, відповідає коефіцієнту форми, розрахованому для нетто-об'єму (V_n – об'єм, що визначається за розмірами мінімального вписаного прямокутного паралелепіпеда в сировину), можемо вирахувати об'єм

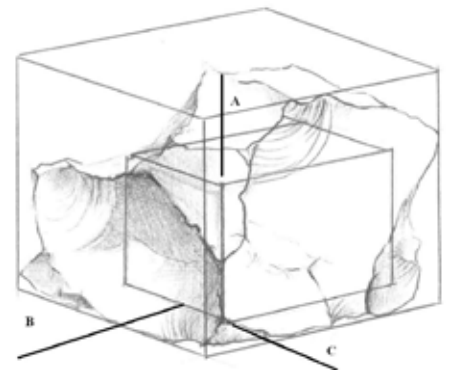


Рисунок 4. Визначення нетто-об'єму мінеральних зерен з різними пропорціями A, B, C на основі апроксимації внутрішнього простору паралелепіпедом

уявної заготовки для виготовлення огранюваного каменя (рис. 4).

Водночас слід зазначити, що геометричні пропорції нетто-об'єму залишаються невідомими, і в подальших прогнозних розрахунках це викликає невідповідність маси і розмірів уже огранюваного каменя до його прогнозованих характеристик.

Якщо припустити, що поверхня, яка розділяє описаний і вписаний об'єми апроксимуючих геометричних тіл, є довільною, маємо підстави стверджувати, що різниця реального об'єму мінерального зерна та об'єму описаної фігури дорівнює різниці між об'ємом реального зерна та уявним нетто-об'ємом вписаної фігури [8]. Крім визначення самих нетто- та брутто-об'ємів, можна так само вирахувати їхню масу.

Проводячи аналогію з вищесказаним та вписуючи в нетто-об'єм форму огранюваної вставки, можна вирахувати масу кінцевого продукту – огранюваної вставки.

Наприклад, маючи геометричні розміри каменя, ми можемо легко вирахувати брутто-об'єм:

$$V_6 = A \cdot B \cdot C,$$

де: A, B, C – геометричні розміри каменя – довжина, ширина, висота.

Далі обчислюємо розрахункову масу брутто-об'єму:

$$M_6 = V_6 \cdot \rho,$$

де: ρ – густина каменя.

Для визначення маси нетто-об'єму нам потрібно розрахункову масу брутто-об'єму розділити на реальну масу каменя, таким чином, отримаємо коефіцієнт форми K_f :

$$K_f = M_6 / M,$$

де: K_f – коефіцієнт форми; M_6 – маса бруто-об'єму; M – маса каменя.

Цей коефіцієнт застосовуємо для визначення нетто-об'єму, а саме: геометричні розміри каменя A, B, C ділимо на K_f та отримуємо геометричні розміри заготовки A_a, B_b, C_c :

$$A_a = A / K_f, \quad B_b = B / K_f, \quad C_c = C / K_f$$

Маючи геометричні розміри заготовки, можемо розрахувати нетто-об'єм та масу нетто-об'єму заготовки:

$$V_H = A_a * B_b * C_c, \quad M_H = V_H * \rho$$

Геометричні розміри A_a, B_b, C_c заготовки, з якої буде грануватися майбутня вставка, є геометричними розмірами вставки. Таким чином, знаючи всі розміри майбутньої вставки, маємо можливість розрахувати її масу (M_B) (табл. 1) [9]. Усі теоретичні та емпіричні дані вносяться до протоколу спостереження.

Таблиця 1. Розрахункові формули прогнозу маси огранованої вставки залежно від форми огранування, де: d – середній діаметр, мм

Форма огранування	Формули розрахунку маси виробів із природного каменю з різними формами огранування (в каратах)
Круг	$M_B = d^2 * C_c * \rho * 0,0020$
Овал	$M_B = A_a * B_b * C_c * \rho * 0,0021$
Груша	$M_B = A_a * B_b * C_c * \rho * 0,0020$
Маркіз	$M_B = A_a * B_b * C_c * \rho * 0,0019$
Серце	$M_B = A_a * B_b * C_c * \rho * 0,00195$
Антик	$M_B = A_a * B_b * C_c * \rho * 0,00235$

Наступними чинниками, які впливають на оцінку вагової частки виходу готової продукції, є форма, тип огранування та геометричні пропорції каменів. Вставка характеризується елементами огранування та пропорціями. Для кожного мінералу існують свої характерні пропорції огранування, яких треба дотримуватися при обробці каменя.

Розглянемо основні елементи огранованої вставки (рис. 5а, 5б).

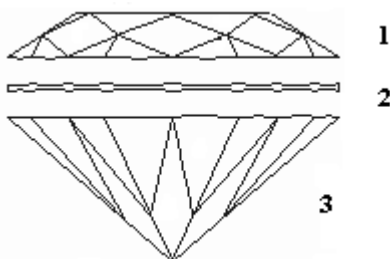


Рисунок 5а. Елементи огранування 1 – корона (верхня частина каменя), 2 – павільйон (нижня частина каменя), 3 – рундист (риска, яка розділяє нижню та верхню частини каменя)

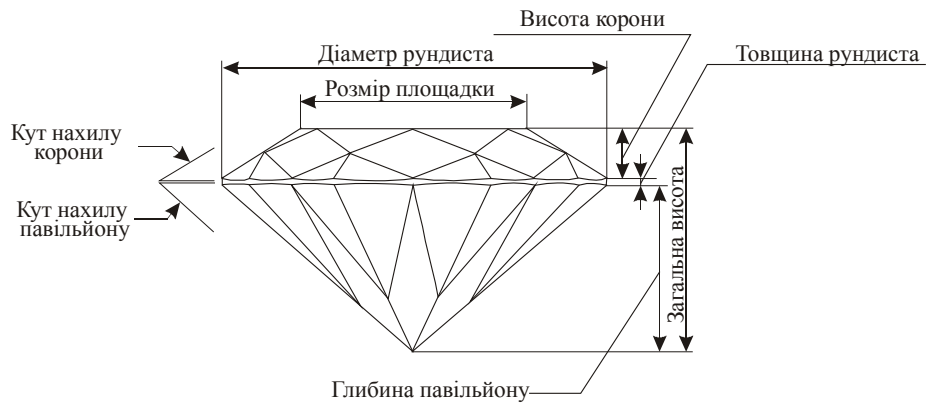


Рисунок 5б. Основні елементи огранування

При проходженні світла через огранований камінь воно частково відбивається від поверхні, частково поглинається каменем і частково проходить наскрізь. Та частина світла, яку поглинає камінь, відбивається всередині каменя від його граней і виходить на поверхню. Для того, щоб краще виявити гру та блиск каменя, потрібно, щоб якомога більша частина світлових променів, які потрапили всередину каменя через корону, відбилася від граней павільйону та вийшла назовні через корону в результаті повного внутрішнього віддзеркалення (рис. 6). Таким чином, пропорції вставки визначають її гру та блиск.

На початку ХХ століття (1919 р.) Марсель Толковський опублікував роботу "Diamond Design", де дослідив напрямок світлового променя в діаманті. За початкову форму було взято круглий діамант з 57 гранями як найбільш розповсюджений. Він розрахував пропорції та кути нахилу корони та павільйону, за яких діамант характеризується максимальним блиском і грою: розмір

площадки – 53 %, кут нахилу корони – 34,5 %, кут нахилу павільйону – 40,75 % [16].

Як відомо, при огрануванні вирішальне значення мають кути нахилу граней павільйону та корони. Якщо вони не є оптимальними для цього каменя, то більша частина світлових променів пройде крізь камінь, не відбиваючись від граней павільйону, і блиск каменя буде матовим, а колір блідим (темним). Чим більша кількість променів вийде з каменя, тим сильнішим є його блиск і гра. Для кожного каменя є свої критичні кути нахилу корони, павільйону, що залежать від показника заломлення каменя, який визначається співвідношенням:

$$n = \sin i / \sin r, \quad (1)$$

де: i – кут падіння променя світла на поверхню каменя; r – кут заломлення променя світла в камені (рис. 6).

Коли промінь світла виходить з каменя в повітря, кути падіння та заломлення можуть мінятися місцями: меншим стає кут падіння r_1 , більшим – кут заломлення i_1 . У результаті формула має вигляд:

$$\sin r_1 / \sin i_1 = 1/n \quad (2)$$

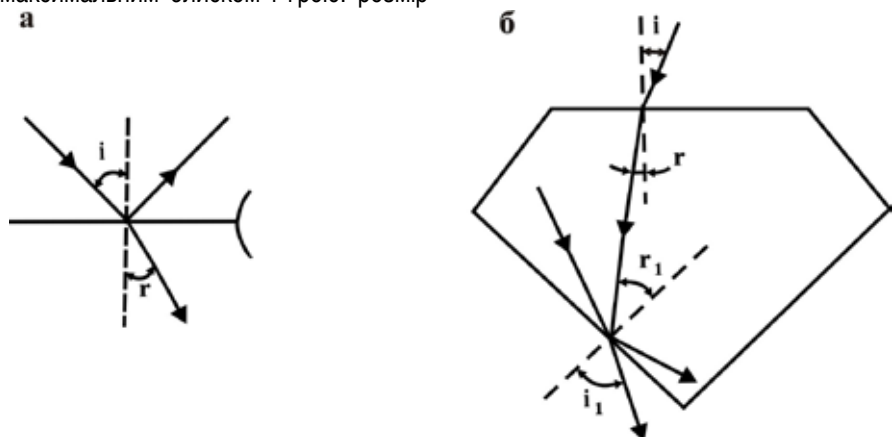


Рисунок 6. Схема проходження світлових променів: а – заломлення, б – повне внутрішнє віддзеркалення

У цьому випадку при збільшенні кута r_1 напрямком променя, що вийшов із каменя, наближається (зі збільшенням i_1) до спрямування поверхні каменя і за деякого значення повністю зіллється з нею. При цьому кут i буде дорівнювати 90° , а $\sin i = 1$. Тоді формула (2) набуде вигляду:

$$\sin r_1 = \sin Q = 1/n \quad (3)$$

З цього моменту при подальшому збільшенні кута r промінь світла не зможе вийти з каменя та буде віддзеркалюватися від його поверхні. Кут Q називається кутом повного внутрішнього віддзеркалення або критичним кутом. З дорогоцінних каменів найменший критичний кут у діаманта ($24^\circ 5'$), а найбільший – у кварцу ($40^\circ 3'$) (табл. 2). Чим меншим є значення кута Q , тим більша область кутів, при яких буде відбуватися явище повного внутрішнього віддзеркалення світла всередині каменя.

Світловий промінь повністю віддзеркалюється від граней павільйону в тому випадку, коли він падає під кутом не меншим, ніж критичний для цього каменя, – це нижня межа кута нахилу граней павільйону. Верхню межу кута нахилу граней павільйону визначають як різницю між 180° та критичним кутом, розділену на три. Щоб визначити критичний кут будь-якого каменя, потрібно одиницю розділити на значення показника заломлення. Ми отримаємо синус цього кута, за яким можна визначити сам кут.

Таблиця 2. Критичні кути нахилу граней павільйону

Назва каменя	Показник заломлення	Критичний кут	Межі кутів нахилу павільйону	
			нижній	верхній
Топаз	1,622	$38^\circ 07'$	$38^\circ 07'$	$47^\circ 18'$
Берил	1,581	$39^\circ 14'$	$39^\circ 14'$	$46^\circ 55'$
Кварц	1,544	$40^\circ 22'$	$40^\circ 22'$	$46^\circ 32'$

Згідно з даними Дж. Сінкенкеса [6], виокремлюють такі критичні кути нахилу корони та павільйону залежно від показника заломлення каменя (табл. 3).

Таблиця 3. Кути нахилу огранованих каменів залежно від показника заломлення

Показник заломлення	Кути нахилу корони	Кути нахилу павільйону
1,4–1,6	40° – 50°	43°
1,6–2,0	40°	40°
2,0–2,5	30° – 40°	37° – 40°

Загальний принцип визначення кутів нахилу полягає в тому, що чим більший показник заломлення, тим менший кут нахилу.

У кінцевому результаті кути нахилу корони та павільйону впливають на висоту корони та глибину павільйону, які, в свою чергу, впливають на загальну висоту каменя. Чим більша висота каменя, тим більшою є його маса. Але слід пам'ятати, що не варто зловживати збільшенням або зменшенням глибини павільйону для того, щоб спостерігати явище повного внутрішнього віддзеркалення променів світла в камені. У каменях, пропорції яких обрані так, щоб камінь мав максимальний блиск та гру, розміри площадки становлять 50 %, висота корони – $1/3$ від висоти каменя, а глибина павільйону – $2/3$ загальної висоти. За 100 % беруть діаметр каменя (форма огранування – круг) або його ширину. Це пропорції для ідеального або близького до ідеального огранування. Знаючи межі критичних кутів нахилу павільйону (табл. 2) та користуючись простими геометричними формулами, можна розрахувати ідеальні пропорції для кожного мінералу: глибину павільйону, висоту корони та загальну висоту каменя (табл. 4). Ідеальні пропорції – це пропорції огранованої вставки певного мінералу, за яких буде відбуватися явище повного внутрішнього віддзеркалення світлових променів.

У тих випадках, коли необхідно обов'язково використати наявну сировину, гранувальник "витагує" камінь, нехтуючи ідеальними пропорціями, внаслідок чого камінь має не такий яскравий колір та незначну гру світла.

За умови огранування каменя без належного устаткування чи оцінки огранованого каменя слід звертати увагу на співвідношення ширини і висоти каменя залежно від виду огранування (табл. 5).

Таблиця 4. Ідеальні пропорції глибини павільйону, висоти корони та загальної висоти каменя для огранованої вставки

Назва каменя	Межі кутів нахилу павільйону		Глибина павільйону, %		Висота корони, %		Загальна висота каменя, %	
	нижній	верхній	min	max	min	max	min	max
Топаз	$38^\circ 07'$	$47^\circ 18'$	39,3	54,2	19,6	27,1	58,9	81,3
Берил	$39^\circ 14'$	$46^\circ 55'$	41,0	53,6	20,5	26,8	61,5	80,4
Кварц	$40^\circ 22'$	$46^\circ 32'$	42,5	52,8	21,3	26,4	63,8	79,2

Таблиця 5. Практичні співвідношення ширини і висоти каменя залежно від виду огранування

Форма огранування	Тип огранування	Коефіцієнт співвідношення ширини і висоти
Топаз		
октагон	прямокутний	0,8–0,9
октагон	квадрат	0,75–0,8
овал	—————	0,73
круг	—————	0,7–0,8
груша	—————	0,6–0,75
Кварц		
октагон	квадрат	0,8
овал	—————	0,7
круг	—————	0,65–0,75
квадрат	принцеса	0,75
квадрат	східчастий	0,75

Знаючи співвідношення ширини і висоти, які притаманні каменям з ідеальними пропорціями, можна оцінити якість огранування, не застосовуючи спеціалізовані прилади.

Коефіцієнти, розраховані в таблиці 5, наведено за даними, які надані гранувальним підприємством СПД ФО "Мироненко І.А.". В окремих випадках практичні співвідношення ширини і висоти можуть не збігатися з розрахунковими, що свідчить про недотримання ідеальних пропорцій каменя.

Для мінералів кварцової групи (гірський криштал, аметист, цитрин, аметрин, димчастий кварц та ін.) співвідношення ширини і висоти коливається від 0,65 до 0,7. Для топазу це співвідношення становить від 0,6 до 0,9.

Отже, вивчення форми сировини в ході визначення прогнозного виходу вагової частки готової продукції є дуже важливим етапом, оскільки знаходять не тільки форму самої сировини, а й форму й розрахункову масу майбутніх вставок, загальне номенклатурне визначення форм партії сировини. Завдя-

ки розрахунковим формулам маємо можливість обчислити прогнозний вихід вагової частки готової продукції як у межах одного зерна, так і в межах партії сировини в цілому.

Враховуючи характерні пропорції та оптичні показники, властиві певному

мінеральному виду сировини, елементи огранування майбутньої вставки та співвідношення ширини і висоти каменя, маємо можливість заздалегідь розрахувати ідеальні пропорції готового виробу, а також перевірити вже готову вставку на дотримання цих пропорцій

та провести оцінку якості огранування без застосування спеціалізованих приладів.

Використана література

1. Андреев В.Н. Огранка драгоценных и полудрагоценных камней. – М-Л: Наркомместпром РСФСР, 1937. – 146 с.
2. Андреев В.Н. Огранка самоцветов. / Под. ред. проф. И.И. Шафрановского. – Ч. 1. – М.: Росгизместпром, 1957. – 159 с.
3. Епифанов В.И., Песина А.Я., Зыков Л.В. Технология обработки алмазов в бриллианты. – М.: Высшая школа, 1981. – 351 с.
4. Индутний В.В., Ладжун Ю.И. Оцінка виходу вагової частки готової продукції для виготовлення огранованих вставок з кольорових дорогоцінних каменів // Коштовне та декоративне каміння. – 2007. – №1 (47). – С. 30-35.
5. Киевленко Е.Я. и др. Геология месторождений драгоценных камней. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1989. – 272 с.
6. Синкенес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней. – М.: Мир, 1989. – 424 с.
7. Ферсман А.Е. Рассказы о самоцветах. – М.: Наука, 1974.
8. Порядок обрахування неефективного об'єму блоків декоративного каміння при виконанні гемологічної експертизи. / Наказ ДГЦУ від 24.12.2003 р. №89/03.
9. ТУ У -41-05396155-001-94. Каміні самоцвітні природні в сировині.
10. Charles I., Carmona G.G. Gemstone Weight Estimation. Gemania Publishing, Los Angeles, California, 1998.
11. Cox, J.R. Specialised Gem Cutting, 1970.
12. Kennedy, G.S. et al. The Fundamentals of Gemstone Carving. San Diego, CA. The Lapidary Journal, 1967.
13. Maier, W. Brillianten und Perlen (in DBR) Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlag, 1949.
14. Nizam Peters. Rough Diamonds a practical guide. American Institute of Diamond Cutting, Inc., 1998.
15. Perry, N and Perry, R. Practical Gemcutting. Sydney, New South Wale; A.H.& A.W. Reed, 1980.
16. Tolkowsky M. "Diamond Design", E & F.N. Spon, Ltd., London, 1919.
17. Vargas, G and Vargas, M. Faceting for Amateurs. Thermal, C.A. privately published, 1969. – 330 p.