

УДК 679.8

В.В. ПЕГЛОВСЬКИЙ,
кандидат технічних наук
ІВЦ «АЛКОН» НАН України

Визначення матеріалоемності виробів з каменю

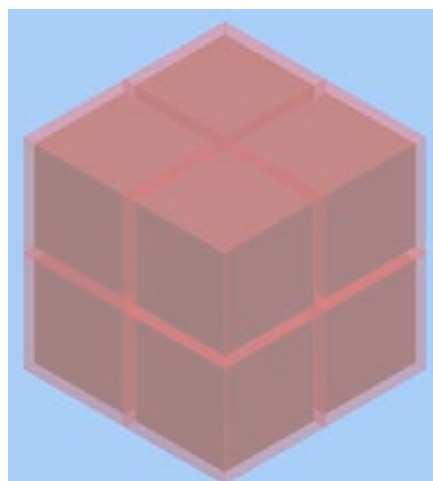
Частина 2. Інші складові матеріалоемності виробів з каменю, коефіцієнти використання каменю, які можуть бути застосовані під час виготовлення деяких виробів

Рассмотрены составляющие расхода полудрагоценных и декоративных камней при изготовлении декоративно-художественных, производственно-технических, интерьерных и строительных изделий, а именно те составляющие, которые связаны с потерей вследствие некрatности размеров заготовки и блока камня, а также с потерей, образующейся при вырезании блоков из разных геологических тел.

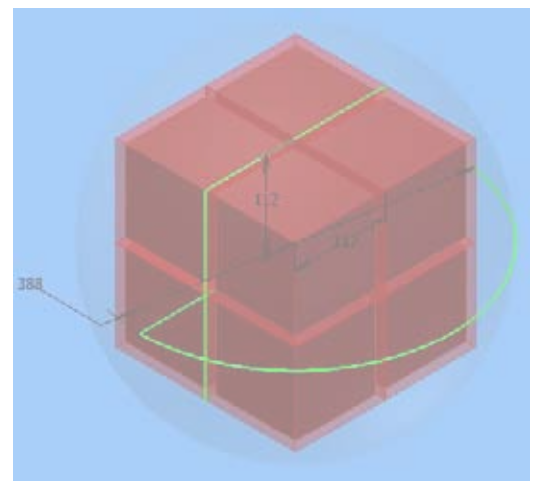
The components of the flow of semi-precious and decorative stones in the manufacture of decorative arts, industrial engineering, and interior building products, namely those components that are associated with the loss of multiplicity not block dimensions and the block of stone, as well as losses that are formed when cutting blocks from different geological bodies.

Визначення матеріалоемності виробів є важливим питанням у різних галузях промисловості: машинобудуванні, автомобілебудуванні, легкій промисловості та ін. Також воно важливе і в каменеобробному виробництві, але недостатньо описане.

У першій частині цієї роботи були розглянуті основні складові матеріалоемності виробів з каменю, які пов'язані з витратами під час механічної обробки, витратами, зумовленими некрatністю розмірів заготовки та блоку каменю, та витратами, які з'являються під час вирізання блоку каменю з геологічного тіла: глиби, лінзи, штоку, масиву і т. ін. [1].



а



б

Рисунок 1. Тривимірні параметричні моделі: а – блок каменю, з якого виготовляють заготовки; б – гліба каменю з розташованим у ній блоком

Сукупний об'єм каменю, який використовується для виготовлення виробу або його окремих частин, запропоновано вираховувати за допомогою виразу $V_{03} = V_3 \times K_1 \times K_2 \times K_3$, де V_{03} , V_3 – відповідно загальний об'єм каменю, необхідний для отримання деталі, та об'єм заготовки для неї, а коефіцієнти K_1 , K_2 , K_3 враховують відповідно витрати під час механічної обробки; витрати, які враховують неkratність розмірів заготовки та блоку каменю; та витрати, які з'являються під час вирізання блоку каменю з геологічного тіла.

У частині першій цієї роботи [1] зазначалось, що не тільки припуск на механічну обробку визначає витрати матеріалу, необхідні для виготовлення виробу.

Тепер розглянемо витрати, які зумовлені неkratністю розмірів заготовки та блоку каменю – K_2 . На рисунку 1 а наведено випадок, коли декілька виробів з припуском на механічну обробку являють собою блок каменю. Показані тривимірні параметричні моделі (рис. 1) розроблені за допомогою відомих методів проектування [2; 3].

Якщо прийняти припущення про те, що блок і заготовка мають форму куба, то коефіцієнт K_2 буде дорівнювати $K_2 = V_B / m^3 \times V_{3M}$ де V_B – об'єм блоку; m – кількість разів, скільки розмір ребра заготовки з припуском на механічну обробку вкладається в розмір ребра блоку, припустивши, що m – ціле число, отримаємо: $m = A / a_M$, де A і a_M – сторони блока і заготовки з припуском на механічну обробку відповідно.

Очевидно, що відходи будуть найбільшими, якщо величина $v = m - 1$. Тоді можна записати: $K_2 = m^3 / (m - 1)^3$, якщо, як наголошено раніше, припустити, що розмір ребра заготовки з припуском на механічну обробку вкладається в розмір ребра блоку ціле число разів.

Важливим завданням є визначення величини m . Для більшості напівдорогоцінних каменів мінімальний розмір каменю приблизно відповідає обсягу, прийнятому нами за одиничний [4–6]. Тому для деяких видів напівдорогоцінного каміння (агату, халцедону, сердолику, хризопразу, кахолонгу та ін.) цей коефіцієнт не може бути застосовним через відносно невеликий їх розмір. На рис. 2 представлений зовнішній вигляд



Рисунок 2. Зовнішній вигляд деяких геологічних тіл напівдорогоцінних каменів: а – кахолонг; б – агат-перелівт; в – халцедон; г – флюорит

деяких геологічних тіл напівдорогоцінних каменів.

За мінімальне значення цієї величини для інших напівдорогоцінних каменів приймемо $m_{\min} \approx 2,0$, а максимальне визначимо виходячи з найбільшої ваги блоків напівдорогоцінних каменів, які в ряді випадків використовувалися в умовах ІВЦ «Алкон» для виготовлення декоративно-художніх виробів (іноді до 200 кг). Провівши відповідні перерахунки, отримаємо $m_{\max} \approx 4,0$.

Зовнішній вигляд деяких геологічних тіл (напівдорогоцінних каменів), які мають більші геометричні розміри (нефрит, жадеїт, чароїт, яшма, скарн, родоніт та ін.), представлено на рисунку 3.

Для декоративних каменів мінімальні та максимальні розміри блоків та виробів визначаються нормативними документами [7; 8]. Тому за мінімальне значення числа приймемо $m_{\min} = 5,0$,

що приблизно відповідає блоку вагою 0,4 т (шоста група – табл. 1), а за максимальне приймемо значення $m_{\max} = 10,0$, що відповідає блоку вагою 3 т, (четверта або п'ята група – табл. 1).

Відходи, які утворюються на каменобробних підприємствах, намагаються використовувати і далі для виготовлення виробів менших розмірів, а відходи, які залишаються, використовувати знову і знову. Якщо припустити, що хоча б половина відходів кожен раз використовується для подальшої переробки, то можна записати, що для $(n + 1)$ стадії переробки каменю об'єм корисно використуваного матеріалу (V_K) можна представити у вигляді ряду:

$$V_{K(n+1)} = V_{Kn} + (V_B - V_{Kn}) \times 0,5 / K_{2n}$$

У виразі для розрахунку сукупного об'єму каменю, необхідного для виготовлення декоративно-художніх, виробничо-технічних та ін. виробів з каменю,

Таблиця 1. Розміри блоків декоративних каменів

Показник	Групи блоків					
	1	2	3	4	5	6
Об'єм блока, м ³	Св. 5,0	Св. 3,5 до 5,0	Св. 2,0 до 3,5	Св. 1,0 до 2,0	Св. 0,7 до 1,0	Св. 0,01 до 0,7



а



б



в



г

Рисунок 3. Зовнішній вигляд деяких геологічних тіл (напівдорогоцінних каменів), які мають більші геометричні розміри: а – нефрит; б – яшма; в – родоніт; г – жадеїт

присутній коефіцієнт K_3 , пов'язаний з невідповідністю розмірів блока каменю розмірам глиби або іншого геологічного тіла. Описати все різноманіття геологічних тіл неможливо, тому припустимо, що блок каменю зі стороною А вирізається з глиби об'ємом V_{Γ} . Для визначення кількісних значень цього коефіцієнта розглянемо рис. 1 б. Припустимо, на жаль, з великою вірогідністю похибки, що глина має форму кулі діаметром D, описаного навколо цього блоку. Таким чином обсяги цих двох геометричних тіл можна зв'язати. Для геологічних тіл інших геометричних форм можливо прийняти інші припущення та провести інші розрахунки.

Під час виготовлення блока каменю з глиби, що має форму кулі, утворюються відходи, об'єм яких (V_B) дорівнює: $V_B = V_{\Gamma} - V_B$. Коефіцієнт використання каменю, пов'язаний з невідповідністю форми глиби до форми блока, дорівнює: $K_3 = V_{\Gamma} / V_B$. Очевидно, якщо відходи каменю переробляються ($n + 1$) разів, то значення корисно використовуваного об'єму можна записати у вигляді ряду:

$$V_{K(n+1)} = V_{Kn} + (V_{\Gamma} - V_{Kn}) \times 0,5 / K_{3n}$$

Припустимо, що ступінь переробки природних каменів така. Камені декоративні – одноразова переробка відходів, тобто з решти відходів виготовляють вироби меншого об'єму. Для напівдорогоцінних – дворазова, так з відходів каменю спочатку виготовляють вироби меншого об'єму, а з їх відходів, у свою чергу, виготовляють ще дрібніші вироби (зразки каменів, кабошони, вставки, кільця та ін.).

У таблиці 2 наведено значення (мінімальні, максимальні і середні) розглянутих в обох частинах цієї роботи коефіцієнтів (K_1 , K_2 , K_3), а також загальних коефіцієнтів використання ка-

меню (K_{03}), розрахованих з урахуванням прийнятих припущень, граничних розмірів блоків і ступеня переробки каменю, досвіду виготовлення таких виробів [9; 10] і використання відомих методів [11].

Ці коефіцієнти розраховані з урахуванням ряду прийнятих припущень, тобто для найбільш сприятливих умов. На практиці ці коефіцієнти, як правило, ближче до максимальних значень інтервалу. Слід зазначити, що цими даними можна користуватися і в тому випадку, коли виріб виготовляється зі слябу. У такому разі використовують тільки коефіцієнти K_1 і K_2 .

Таблиця 2. Розрахункові коефіцієнти використання каменю

Вид природного каменю	Значення коефіцієнтів			
	K_1	K_2	K_3	K_{03} інтервали та середні значення
Напівдорогоцінні камені	1,09-1,25	1,46-2,43 1,89	1,46-1,66 1,56	2,32-5,04 3,45
Декоративні камені	1,17	1,20-1,44 1,29	1,46-2,07 1,77	1,91-3,72 2,67

Як зазначалося раніше, відомостей про коефіцієнти використання природного напівдорогоцінного каменю практично немає. Однак за деякими відомим з літератури прикладами можна зробити певні висновки.

Наприклад, в Ермітажі експонується ваза з рівненської яшми, вага якої 10,4 т, а вага глиби, з якої вона була виготовлена – 19,2 т [12]. Підрахувавши описаним методом її фактичний коефіцієнт використання, одержимо: $K_{O3} = 1,85$. Такий високий коефіцієнт використання каменю в цьому виробі, свідчить про те, що під час виготовлення вази художники змогли спроектувати виріб з урахуванням особливостей форми та геометричних розмірів глиби,

що свідчить про високу майстерність художників та майстрів того часу.

Відомі, однак, й інші випадки. Наприклад, виконаний з глиби родоніту вагою 47 т царський саркофаг, що знаходиться в Соборі Петра і Павла в Санкт-Петербурзі, має вагу 7 т [13]. Визначивши фактичний коефіцієнт використання каменю під час виготовлення цього виробу, отримаємо $K_{O3} = 6,71$. Це вище, ніж показано нами максимальне значення загального коефіцієнта використання напівдорогоцінного каміння (табл. 2). Заради справедливості слід зауважити, що на сьогодні немає відомостей про кількість виробів, виготовлених з цієї глиби.

Таким чином, під час виготовлення виробів з каменю, а також визначення

вартості цих виробів необхідно врахувати, що фактичні значення їх матеріалоемності в середньому більш ніж у 3,0–3,5 раза більше ваги заготовки виробу.

На цей показник істотно впливає також кольорова гама каменю, розмір та різноманітність його малюнка. Так, наприклад, великий, плямистий малюнок призводить до утворення більших відходів, особливо в складних виробках, які складені значним числом елементів, що вимагає поєднання кольору та малюнка. На рисунку 4 показано приклади таких виробів. Для цих виробів загальний коефіцієнт використання може дорівнювати $K_{O3} \approx 6$.



а



б



в

Рисунок 4. Зовнішній вигляд деяких виробів з каменю: а – набір письмовий; б – скринька (яшма); в – скринька (чароїт)

Висновки

У результаті проведеної роботи встановлено, що матеріалоемність виробів з каменю повинна розраховувати-

ся виходячи з трьох основних складових коефіцієнта використання. На неї впливає вид обладнання, що застосовується в каменеобробному виробництві, та інструменту, який використову-

ється під час їх виготовлення, вигляд сировини (глиби чи інші геологічні тіла або блоки та сляби), а також співвідношення їх розмірів з розмірами заготовок деталей, що виготовляються.

Використана література:

1. Пегловський В.В. Дослідження трудомісткості виготовлення виробів з каменю. Частина 1 // Коштовне та декоративне каміння. – 2012. – № 3 (69). – С. 12-15.
2. Рон К. Чен С. Autodesk Inventor. – Москва.: Лори, 2002. – 568 с.
3. Сидорко В.І., Пегловський В.В., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Сучасні методи проектування виробів з природного каменю. Частина 1 // Коштовне та декоративне каміння. – 2008. – № 4 (54). – С. 12-17.
4. Камни цветные природные в сырье. ТУ 41-07-052-90. – Введ. 01.01.91.
5. Чароит в блоках. ТУ 41-01-390-79.
6. Нефрит в блоках. ТУ 41-01-297-77.
7. ДСТУ Б В.2.7-59-97. Строительные материалы. Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий. Общие технические условия.
8. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия.
9. Патент 16753 Украина, МКПО 10 – 01. Набір письмовий / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е.М. Поталько. – Заявл. 13.09.07; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.
10. Патент 16754 Украина, МКПО 10 – 01. Підсвічник / В.И. Сидорко, В.Н. Ляхов, В.В. Пегловский, Е. М. Поталько. – Заявл. 13.09.07; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.
11. Кирьянов Д.В. Mathcad 13. – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.
12. Самсонов Я.П., Туринге А.П.. Самоцветы СССР. – М.: Недра, 1984. – 335 с.
13. Путолова Л.С. Самоцветы и цветные камни. – М. Недра. 1994. – 192 с.