

УДК 679.8

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

## Визначення матеріалоємності виробів з каменю

### Частина 1. Загальні витрати каменю під час виготовлення виробів, витрати, які пов'язані з механічною обробкою

*Рассмотрены составляющие расхода полудрагоценных и декоративных камней при изготовлении декоративно-художественных, интерьерных, строительных и производственно-технических изделий и прежде всего та их составляющая, которая связана с их механической обработкой.*

*The components of the flow of semi-precious and decorative stones in the manufacture of decorative art, interior design, construction and production of technical products and, above all that their component that related-ligated with their machining.*

У раніше опублікованих роботах була запропонована класифікація декоративних та напівдорогоцінних каменів за оброблюваністю [1]. Також розглядалося питання трудомісткості виготовлення виробів з природного каменю [2]. Однак для розрахунків основних технологічних параметрів виробів з природного каменю [3], розрахунку ціни та собівартості таких виробів необхідно визначити їх матеріалоємність.

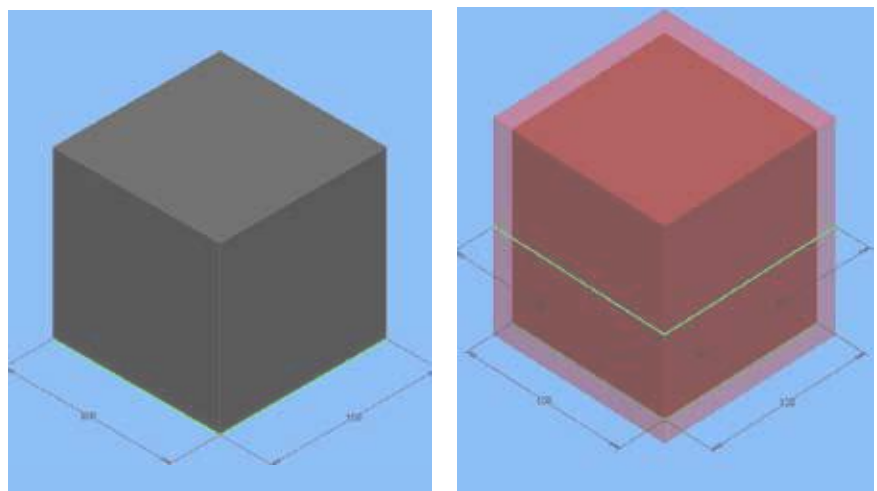
Питання визначення матеріалоємності виробів є важливими в різних галузях промисловості: машинобудуванні, автомобілебудуванні, легкій промисловості тощо. Зараз у каменеобробному виробництві питання матеріалоємності виробів описані недостатньо.

Існує відома методика визначення ціни на вироби з напівдорогоцінних каменів [4], яка заснована на визначенні їх вартості залежно від виду каменю, з якого виготовлений цей виріб, та його загальної ваги в готовому вигляді. Однак такий підхід практично виключає з

вартості виробів витрати (відходи каменю), пов'язані з тим, що кількість каменю, яка витрачена під час виготовлення деталі або виробу, значно більша за його чисту вагу у виробі. Таким чином, розробка методу оцінки матеріалоєм-

ності виготовлення декоративно-художніх та інших [5; 6] виробів з природного каменю є актуальним завданням каменеобробного виробництва.

Припустимо, що необхідно виготовити виріб, заготовка для якого має об'єм,

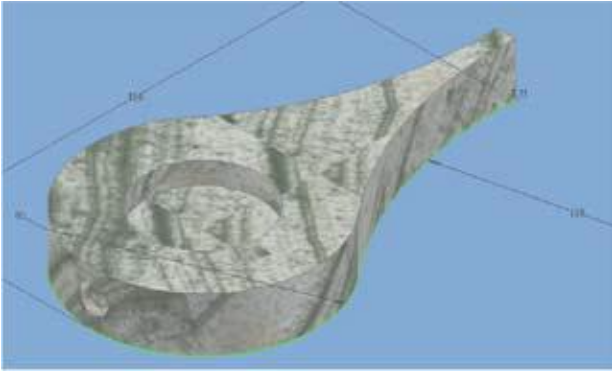
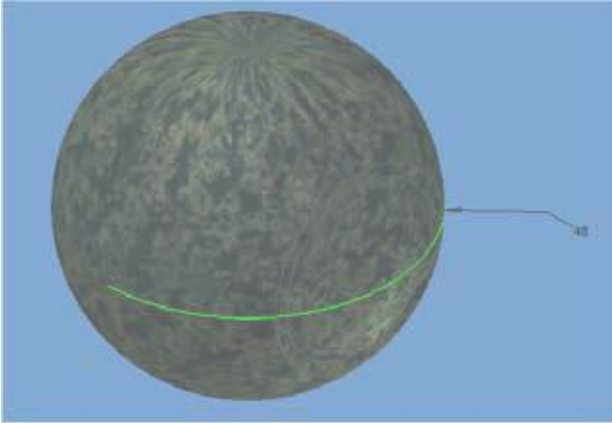
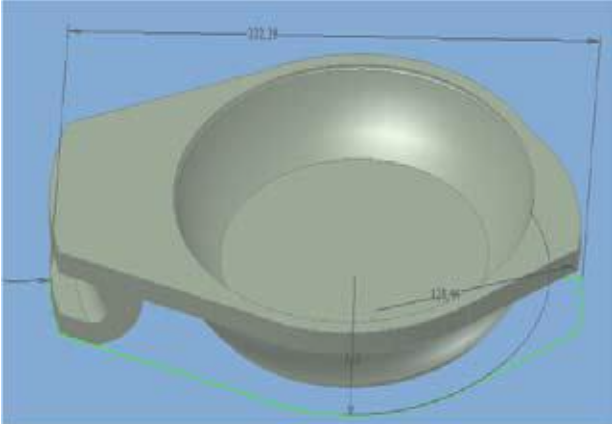
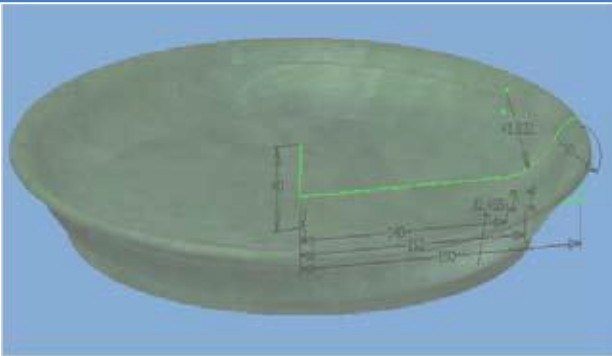



а

б

Рисунок 1. Тривимірні параметричні моделі: а – заготовка виробу; б – заготовка з припуском на механічну обробку

Таблиця 1. Зіставлення об'ємів деяких заготовок та виробів з каменю

Зовнішній вигляд	Найменування
	<p>1. Корпус годинника (скарн)</p> $V_3 = 3,6 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_B = 1,15 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_3 / V_B = 3,13$
	<p>2. Корпус годинника (мармур)</p> $V_3 = 12,0 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_B = 8,61 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_3 / V_B = 1,4$
	<p>3. Ковш (нефрит)</p> $V_3 = 38,3 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_B = 8,61 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_3 / V_B = 4,45$
	<p>4. Ваза (нефрит)</p> $V_3 = 68,4 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_B = 9,94 \times 10^5 \text{ мм}^3$ $V_3 / V_B = 6,9$
	<p>5. Лезо ножа (нефрит)</p> $V_3 = 6,0 \times 10^4 \text{ мм}^3$ $V_B = 1,79 \times 10^4 \text{ мм}^3$ $V_3 / V_B = 3,35$

який дорівнює одиниці. За одиницю вимірювання в разі виготовлення декоративно-художніх або інших виробів з природного каменю [5; 6] приймемо, наприклад, 100 мм.

На рисунку 1 (а, б) показано: заготовку виробу розмірами 100×100×100 мм, заготовка з припуском на механічну обробку (виконано різними кольорами). Малюнки створені з використанням можливостей тривимірного проектування [7–9].

Загальні витрати матеріалу можна умовно розділити на декілька складових. Фактичні витрати матеріалу можна спробувати враховувати за допомогою декількох коефіцієнтів, пов'язаних з витратами під час механічної обробки ( $K_1$ ), витратами, зумовленими некратністю розмірів заготовки та блоку каменю ( $K_2$ ), та витратами, які з'являються під час вирізання блоку каменю з геологічного тіла: глиби, лінзи, штока, масиву і т. ін. ( $K_3$ ).

Загальні витрати каменю можна представити у вигляді:  $V_{O3} = V_3 \times K_1 \times K_2 \times K_3$ , де  $V_{O3}$ ,  $V_3$  – відповідно загальний об'єм каменю, необхідний для отримання заготовки, та об'єм заготовки.

У таблиці 1 наведено дані про об'єми заготовок та деталей деяких виробів з каменю.

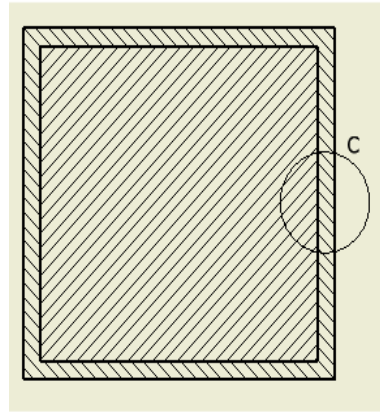
Слід зауважити, що між об'ємом заготовки ( $V_3$ ) та виробу ( $V_B$ ) немає прямого зв'язку. Їх значення можуть бути близькими для виробів, які мають просту геометричну форму, наприклад різні види плитки, і суттєво відрізнятися для виробів, які мають складну просторово розвинену форму.

З таблиці видно, що різниця в об'ємах виробів (деталей) та їх заготовок для розглянутих прикладів співвідноситься як 1 до 1,4–6,9. Таким чином, чим складніше виріб, тим більша різниця в об'ємі виробу та заготовки для нього.

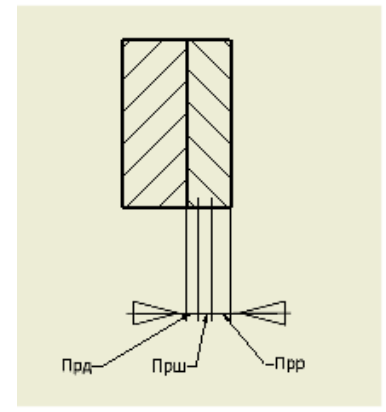
Надалі всі міркування про матеріалоемність виробів вестимуться щодо заготовки виробу (деталі), яка являє собою паралелепіпед з розмірами, що дорівнюють габаритним розмірам деталі з припусками на механічну обробку.

Вираз для визначення коефіцієнта використання каменю, пов'язаного з його механічною обробкою ( $K_1$ ), можна записати  $K_1 = V_{3M} / V_3$ , де  $V_{3M}$  – об'єм заготовки з припуском на механічну об-

робку. Надалі для розрахунків матеріалоемності виробів з каменю будемо умовно вважати (припустимо), що реальним деталям та блокам відповідають куби рівні їм за об'ємом зі стороною  $a = \sqrt[3]{V_3}$ . Сторона куба з припуском на механічну обробку відповідно буде  $a_M = \sqrt[3]{V_{3M}}$ .



а



б

Рисунок 2. Складові припуску на механічну обробку

Можна вважати, що загальний припуск ( $\Pi_{3M}$ ) на механічну обробку (рис. 2) складається з трьох основних частин: припуску на різання ( $\Pi_{рр}$ ), який зумовлений розмірами (товщиною) інструменту та його биттям; припуску на чорнове шліфування ( $\Pi_{рш}$ ), який залежить насамперед від відхилення паралельності площин заготовки, що утворилося на операціях різання за рахунок неточності установки та відхилення пили під час різання, а також припуску на чистове шліфування – доведення ( $\Pi_{рд}$ ). Припуск на полірування, умовно вважаємо, дорівнює нулю.  $\Pi_{3M} = \Pi_{рр} + \Pi_{рш} + \Pi_{рд}$ .

Значення припуску на механічну обробку, залежно від застосовуваного під час виготовлення деяких видів виробів з каменю технологічного обладнання та використовуваного алмазно-абразивного інструменту, наведені в таблиці 2.

Припуск на чорнове шліфування, пов'язаний з вирізанням заготовок, формується вздовж сторін більших розмірів (перекіс, відхилення) і є максимальним до меншого розміру. Таким чином, із заготовки виробу механічною обробкою видаляється мінімальний шар матеріалу з чотирьох сторін, а по двох (як правило, установочних) – максимальний.

Отже, значення коефіцієнта використання матеріалу  $K_1$  лежить в межах  $K_1 = 1,09–1,25$  (середнє значення –

1,17), значення  $a_M = 103–108$  мм, а  $\Pi_{рр} = 3–8$  мм залежно від розміру заготовки та інструменту відповідно.

Для практичного використання під час розмітки заготовок можна залишати загальний (сумарний) припуск на механічну обробку двох протилежних сторін заготовки 5 мм при розмірах за-

готовки до 100 мм і 10 мм при розмірах до 500 мм.

## Висновки

Таким чином, витрати матеріалу, які виникають під час виготовлення виробів з каменю, можна враховувати за допомогою декількох коефіцієнтів, пов'язаних з витратами під час механічної обробки, витратами, зумовленими некратністю розмірів заготовки і блоку каменю, та витратами, які з'являються під час вирізання блоку каменю з геологічного тіла: глиби, лінзи, штоку, масиву і т. ін.

У свою чергу, припуск на механічну обробку складається з трьох основних частин (припуску для різання, чорнового та чистового шліфування) і знаходиться в межах  $K_1 = 1,09–1,25$ .

Таблиця 2. Припуски на механічну обробку заготовок виробів з каменю

№ з/п	Найменування операції	Застосовуване обладнання та використовуваний інструмент	Припуск $P_{ЗМ}$ , мм
1	2	3	4
1	Різання (П <sub>РР</sub> )	Верстати для різання (БМ-1, АОС К8611 та ін.)	0,8-5,0
		Інструмент алмазний (круги та пили 1А1R Ø160-500x1,4-2,4x5x32-76, 1А1RSS/С1 або 1А1RSS/С2. 250-630x2,6-4,2x5x32-90 та ін.)	
2	Шліфування чорнове (П <sub>РШ</sub> )	Верстати шліфувальні (ЗЕ710А, ЗЕ711В, ОС-320, ЗШП-320 та ін.), токарні (1К62М, 16Б05П та ін.), фрезерні (6712В, 676П та ін.), свердлильні (2М55, 2Ш55) та ін.	0,5-5,0
		Інструмент алмазний (круги прямого профілю 1А1 Ø200-350x10-25x3-5x32-75, круги напівкруглого профілю 1FF1 Ø125-150x10-32x3-5x32, круги плоскі типу 6А2Т Ø150-400x3-5x32-40, круги з двостороннім конічним профілем 1ЕЕ1 (14ЕЕ1) Ø125-150x30 <sup>0</sup> x5x32, елементи алмазні АЭ Ø20-40x3-5, головки алмазні АГЦ Ø12-20, алмазні ролики, коронки алмазні АС 6 Ø50-100, свердла алмазні АС 1 Ø5-50 та ін.)	
3	Шліфування чистове (П <sub>РД</sub> )	Верстати шліфувальні (ЗЕ710А, ЗЕ711В, ОС-320, ЗШП-320 та ін.), токарні (1К62М, 16Б05П та ін.)	До 0,5
		Круги напівкруглого профілю 1FF1 Ø125-150x10-32x3-5x32, круги прямого профілю 1А1 Ø200-350x0-25x3-5x32-75 круги плоскі типу 6А2Т Ø150-400x3-5x32-40, головки алмазні АГЦ Ø12-20, планшайби металеві, алмазні мікропорошки та ін.	

Таблиця 3. Значення коефіцієнта  $K_1$ , які враховують витрати на механічну обробку

Найменування та розміри виробів ахвхс	Розміри заготовок з припусками, мм <sup>3</sup>	Значення, $K_1$ , од.
Найменший виріб: камінь у колекції, 25x25x5 мм	25,5x25,5x6	1,25
Середній виріб: куб, 100x100x100 мм	102x102x105	1,09
Найбільший виріб: плита набору письмового, 500x300x30 мм	510x310x35	1,23

## Використана література

- Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 8 // Коштовне та декоративне каміння. – 2011. – № 1 (63). – С. 16-22.
- Пегловський В.В. Дослідження трудомісткості виготовлення виробів з каменю. Частина 3 // Коштовне та декоративне каміння. – 2013. – № 1-2 (71-72). – С. 9-11.
- ДСТУ Б В.2.7-16-95. Строительные материалы. Материалы стеновые каменные. Номенклатура показателей качества.
- Напівдорогоцінне каміння та вироби з нього. Загальна цінова характеристика // Коштовне та декоративне каміння. – 2002. – № (4) 30 – С. 41-52.
- Изделия камнерезные ТУУ 26.7-23504418-001:2007. – Введ. 01.05.2007.
- ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.07.1995.
- Рон К.С. Чен. Autodesk Inventor. – Москва.: Изд. Лори, 2002. – 568 с.
- 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.
- Сидорко В.І., Пегловський В.В., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Сучасні методи проектування виробів з природного каменю. Частина 2 // Коштовне та декоративне каміння. – 2009. – № 1 (55). – С. 10-15.
- Технологический процесс изготовления изделий из природного камня. – Введ. 01.03.2010 г.