

Сучасні методи проектування виробів з природного каменю

Частина 1. Розробка тривимірних параметричних моделей виробів з каменю

В. І. СИДОРКО, доктор технічних наук

В. В. ПЕГЛОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук

В. Н. ЛЯХОВ, інженер

Науково-технологічний алмазний концерн «Алкон»
НАН України

УДК.679.8. Рассматривается возможность проектирования деталей и изделий из природных полудрагоценных и декоративных камней с использованием методов трехмерного проектирования. На конкретных примерах показана последовательность такого проектирования, в том числе, для деталей и изделий, сложных пространственно развитых форм с учетом специфики камнеобрабатывающего производства, а именно, применения камнеобрабатывающего оборудования и использования алмазного инструмента.

Possibility of designing of details and products from natural semiprecious and decorative stones with use of methods of three-dimensional designing is considered. On concrete examples the sequence of such designing, including for details and products, the difficult spatially developed forms taking into account specificity manufactures, namely applications the equipment and use of the diamond tool is shown.

У даний час в різних галузях промисловості: машинобудуванні, приладобудуванні, авіабудуванні, будівництві, геології і інших – широко використовуються методи автоматизованого проектування із застосуванням сучасних програмних продуктів. Найбільш широке розповсюдження для забезпечення процесу проектування різних виробів отримало програмне забезпечення, що розробляється і удосконалюється компанією «Autodesk». Для такого проектування широкого поширення набув програмний продукт цієї компанії – «AutoCAD», що дає великий спектр інструментів в основному двомірному проектуванні виробів.

Але в деяких випадках виникає необхідність об'ємного проектування виробу, особливо тоді, коли має місце

висока вартість матеріалів (наприклад, природного каменю [1]), з яких виготовляється виріб; значна вартість вживаного устаткування та інструменту, що використовуються; а також для виробів, на виготовлення яких витрачається значний час. У цих випадках необхідно оцінити співвідношення геометричних розмірів деталей, пропорційність та співмірність окремих частин і всього виробу в цілому, а також колірних рішень виробу і його складових частин, особливості текстури матеріалу та додані обробкою його поверхні світловідбивні й інші особливості, що в сукупності визначає естетичні та споживчі властивості готового виробу. Виникає також необхідність представити проєктований виріб в різних проєкціях, з різних точок огляду і відстаней для отримання якнайповнішого уявлення про виріб ще на стадії його проєктування.

Можливості такої оцінки на стадії проєктування дає, зокрема, розроблений компанією «Autodesk» для твердих тіл програмний продукт «Autodesk Inventor», призначений для тривимірного проєктування в машинобудуванні, що є розвитком вже згаданого продукту «AutoCAD». Ці можливості використовуються конструкторами та інженерами різних напрямків при розробці механічних систем, гідравлічних і пневматичних трубопроводів, інженерами-електриками і т. ін. [2]. Він може знайти також застосування в роботі інженерів і дизайнерів в інших галузях виробництва.

У науково-технологічному алмазному концерні «Алкон» НАН України впродовж багатьох років виготовляють декоративно-художні вироби з природних каменів (блюда, вази, набори, годинники, шкатулки та ін.) [3]. Форма і геометричні розміри кожного виробу є оригінальними, що кожного разу обумовлює необхідність розробки нового проєкту.

Тому застосування тривимірного проєктування виробів з природних напівдорогоцінних і декоративних каменів є актуальним завданням каменюобробного виробництва.

Проєктування з використанням фотореалістичних тривимірних моделей виробу, які практично повністю відображають поліхромні, світловідбивні і тектонічні особливості природного каменю, надає широкі можливості при їх розробці. Наприклад, ще до виготовлення виробу можна розглянути його в будь-якій проєкції, з необхідних точок огляду і будь-якої відстані для складання повного уявлення про проєктований виріб, відповідність та співмірність його складових частин, колірних рішень та т. ін.

Рішення цієї задачі можна проілюструвати двома основними шляхами:

- побудовою тривимірних параметричних моделей декоративно-художніх виробів з природного каменю, що мають, зокрема, складні просторово розвинені форми;
- наданню цим тривимірним параметричним моделям властивостей, що відображають реальні текстурні, поліхромні, тектонічні і надані обробкою світловідбивні особливості поверхні природного каменю.

Можливості тривимірного проєктування проілюструємо на прикладі створення годинника [4] і набору письмового з природного каменю [5] при розробці їх окремих деталей та виробів в цілому.

Проєктування виробів з використанням даного програмного продукту зводиться до двох основних принципів створення просторових геометричних тіл: екструзуванням (витягуванням) і обертанням, крім того, отримання просторових тіл здійснюється шляхом додавання або віднімання об'ємів елементів тіл, які проєктують.

Для побудови корпусу годинника [4] створюється перетин цієї деталі, а потім шляхом витягування відбувається утворення її просторової форми (рис. 1 а). Для побудови перетину використовується набір інструментів, аналогічний іншим програмам: лінія,

коло, дуга, симетричність і т. ін. Причому завдання геометричних розмірів перетинів при побудові може здійснюватися з будь-якою необхідною точністю, в даному випадку 0,1 мм. Далі, після завдання на поверхнях отриманого тіла параметрів отворів під годинник і декоративний штифт, виконаємо ці отвори, отримуючи остаточну форму тіла з використанням можливості віднімання їх об'ємів (рис. 1 б).

На всіх приведених надалі рисунках представлені моментальні фотографічні відображення тривимірних параметричних моделей деталей або виробів, які отримані в процесі проєктування та приведені до виду їх двомірних растрових зображень. Файли програмного продукту «Autodesk Inventor» у форматах деталі і рт або складального креслення іам перетворені до загальноприйнятих форматів фотографічних зображень **bmp** або **jpeg**.

Інформація про покупні вироби, в даному випадку – годинника (рис. 2 а), що є окремою складовою

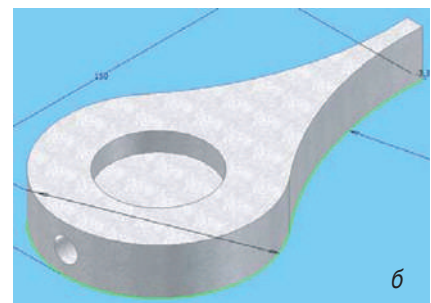
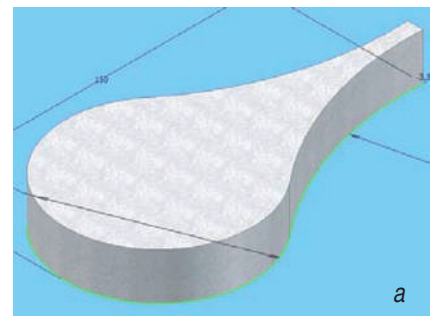


Рис. 1. Побудова тривимірної параметричної моделі корпусу годинника: а – корпусу; б – отворів під годинник та декоративний штифт



Рис. 2. Тривимірні параметричні моделі комплектуючих виробів: а – годинника; б – декоративного штифта

одиницею, і нормалізовані елементи, в даному випадку – декоративний штифт, виконаний у вигляді кульки (рис. 2 б), які використовуються при збірці виробу міститься в спеціально створеній базі даних, виходячи з асортименту вживаних підприємством комплектуючих виробів. Причому поверхням цих виробів додані властивості (колір, текстура), які відповідають реальним в даних виробках та закладені в бібліотеку кольорів і текстур програми.

Аналогічно проектуванню корпусу годинника створимо ескізи перетинів інших деталей виробу (стояка та підставки) з використанням інструментів лінія та дуга. Ці деталі створюються методом обертання (рис. 3 а, б).

Складання виробів проводиться з використанням набору спеціальних інструментів програми: вибір, перемі-

щення, поєднання, поворот і т. ін., з використанням яких з тривимірних моделей окремих деталей створюється модель готового виробу. На рис. 4 приведені різні положення повністю зібраного виробу, який проектується.

Для відповідності моделі, яка проектується, реальному виробу її поверхням додані властивості відповідні полірованій поверхні природного каменю, з якого передбачається виготовляти виріб, в даному випадку – діалітового скарну.

Показаний приклад створення тривимірної параметричної моделі [4] є відносно нескладним виробом з невеликою кількістю деталей, які входять до його складу. Проте в деяких випадках необхідне створення складних тривимірних параметричних моделей деталей та виробів з каменю, що також представляється актуальним завданням для розвитку сучасних методів проектування таких виробів.

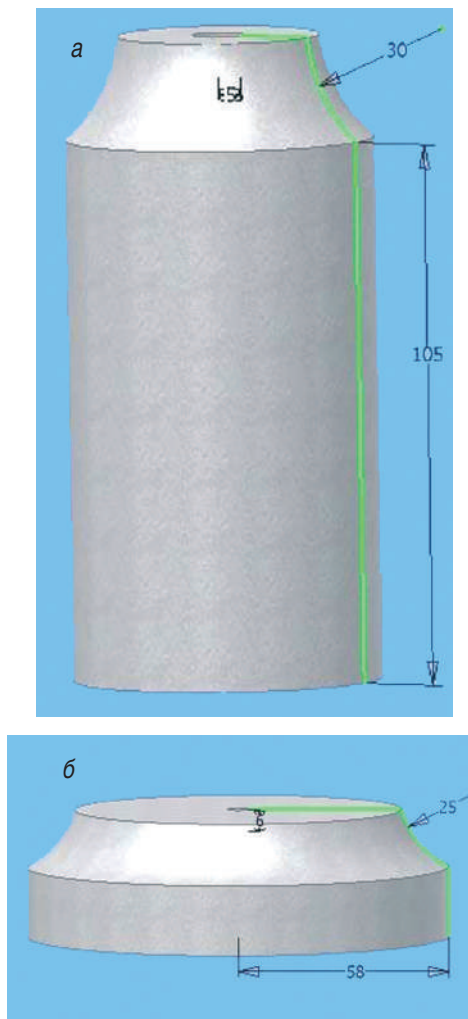


Рис. 3. Побудова тривимірних параметричних моделей: а – стояка; б – підставки

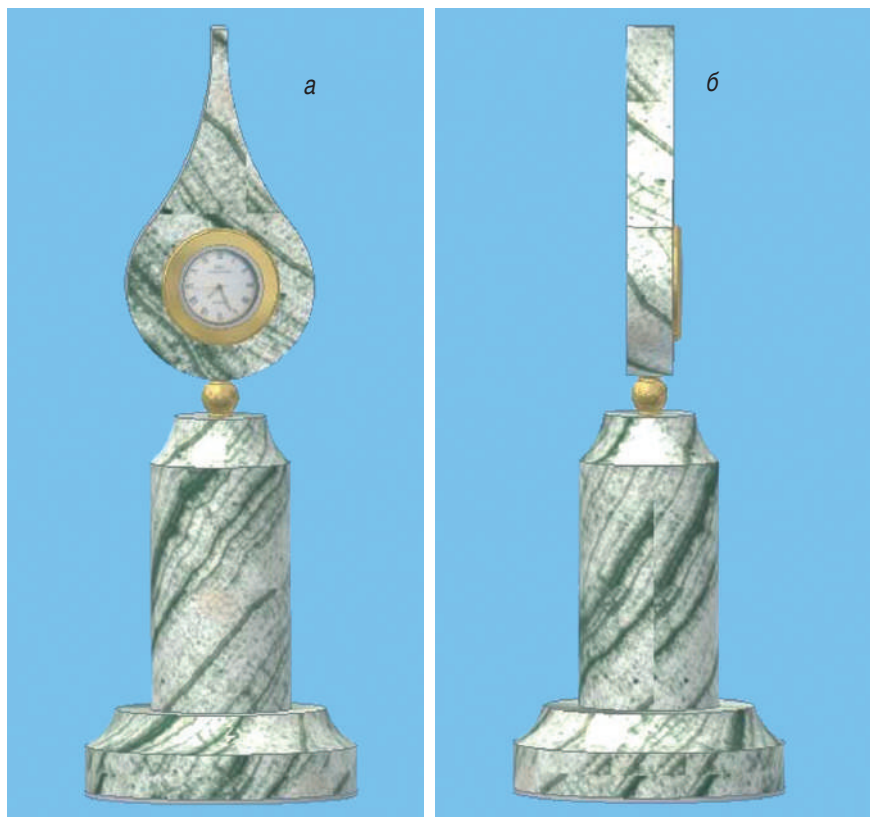


Рис. 4. Тривимірна параметрична модель годинника з каменю: а – вигляд спереду; б – вигляд зліва

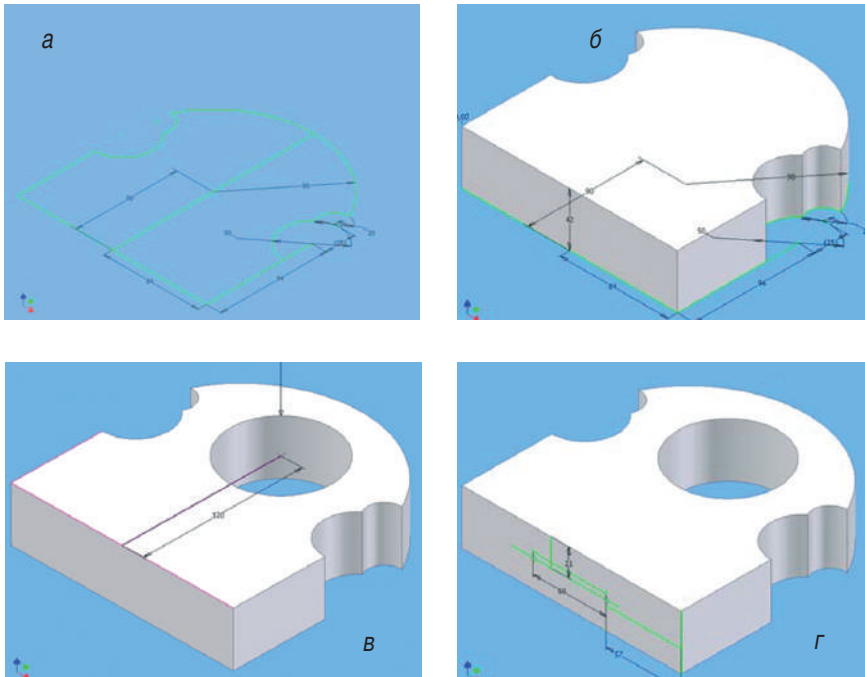


Рис. 5. Тривимірні параметричні моделі, що ілюструють процес побудови корпусу годинника: а – побудова ескізу перетину корпусу годинника; б, в, г – побудова корпусу годинника, отворів під годинник та штифти

Створення таких складних тривимірних параметричних моделей також можливе з використанням програми «Autodesk Inventor» і може бути проілюстроване на прикладі проектування письмового набору [5] та найбільш складної деталі цього набору – корпусу годинника (рис. 5).

Створивши ескіз перетину годинника, задавши необхідні його розміри (рис. 5 а), методом витягування надають заготовці просторову геометричну форму (рис. 5 б). Потім, задавши необхідні координати центру отвору під годинник на верхній площині заготовки, методом віднімання об'ємів тіл змінюють просторову форму виробу (рис. 5 в), аналогічно виконують і отвори під штифти (рис. 5 г).

З раніше створеної бази комплектуючих виробів виберемо необхідні для складання письмового набору: годинник, калькулятор, ручки (рис. 6 а, б, в), а також нормалізо-

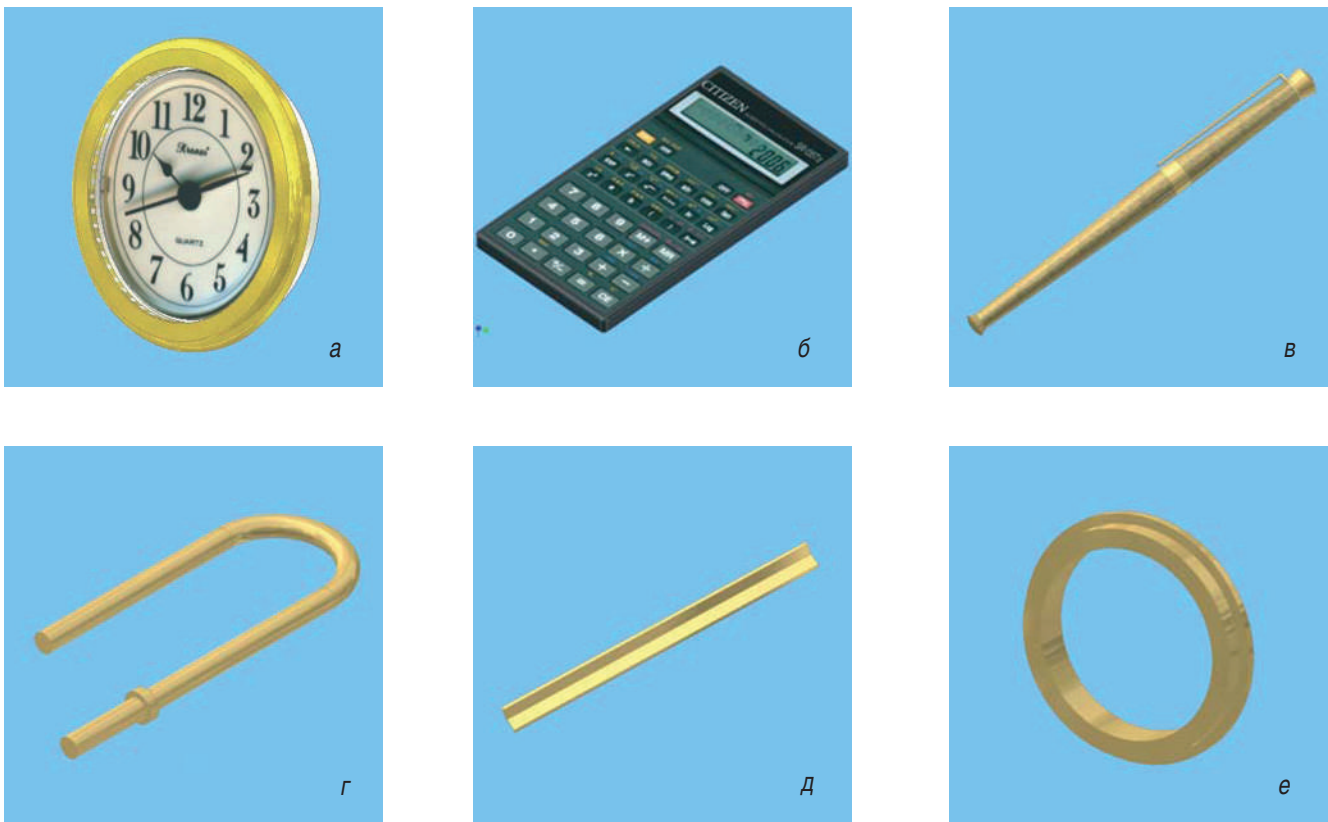


Рис. 6. Тривимірні параметричні моделі комплектуючих і нормалізованих виробів: а – годинника; б – калькулятора; в – ручки; г – скоби; д – пластини; е – кільця

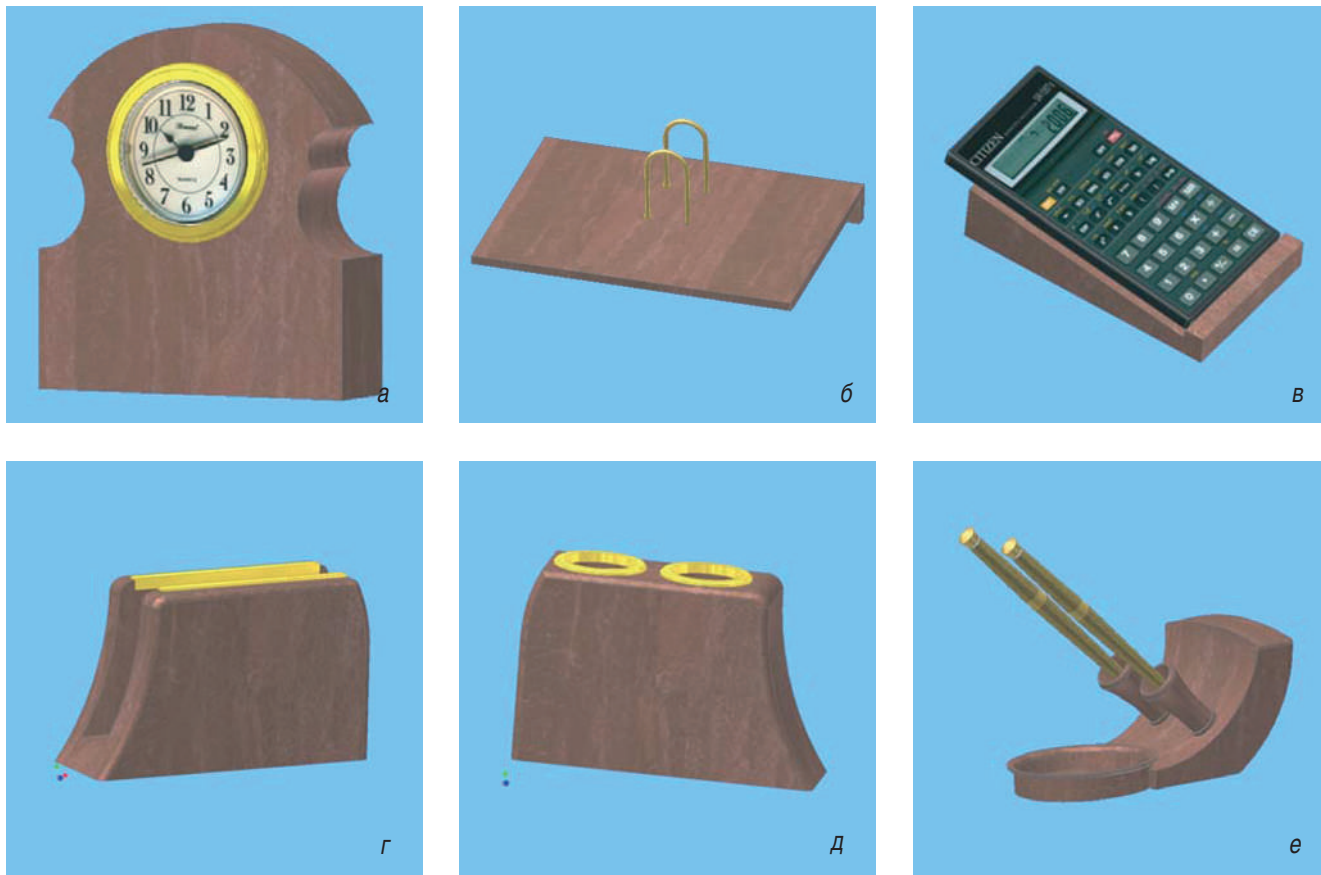


Рис. 7. Тривимірні параметричні моделі, з яких складається набір письмовий:
а – годинник; б, в, г, д, е – підставки під календар, калькулятор, папери, олівці та ручки

вані деталі (скобу, пластину, кільце – рис. 6 г, д, е).

Процес створення кожного з елементів набору детально не розглядається, оскільки він аналогічний процесу проектування деталей (корпусу годинника, стояка і підставки – рис. 1, 3), який показано вище, приведемо тільки остаточні тривимірні параметричні відображення всіх його елементів (рис. 7). Всім поверхням деталей із каменю цього набору надані властивості відповідні полірованій поверхні овруцького кварциту, з якого планувалося виготовлення даного виробу. Можливість надання таких властивостей поверхням деталей і виробів буде показана нижче.

Розглянемо докладніше процес складання цього набору із тривимірних параметричних моделей усіх деталей (рис. 8). За базу («заземлену») одиницю візьмемо плиту, а спеціаль-

ним методом складання виберемо метод «знизу-вгору». На рис. 8 а показано початкове положення для збірки. Встановимо на цю плиту, наступну складену одиницю (годинник), центруючи їх по настановних штифтах і суміщаючи до торкання площинами, користуючись стандартними інструментами збірки: вибір, поєднання, переміщення і поворот (рис. 8 б).

Решту всіх складених одиниць набору (підставки для паперів, олівців, калькулятора і ручок) встановлюють на плиті, зорієтувавши їх по відношенню до її верхньої і бокових граней. Процес такого віртуального складання показаний на рис. 8.

На цьому збірка тривимірної параметричної моделі набору письмового завершена.

Необхідно відзначити, що програмні продукти тривимірного проектування, особливо «Autodesk Inventor», да-

ють можливість створювати параметричні моделі деталей з природних каменів, компонувати з них вироби і робити це з урахуванням специфіки каменеобробного виробництва, а саме, з урахуванням технологічних можливостей вживаного устаткування і використовуваного алмазно-абразивного інструменту (зокрема, «стандартного»).

Наприклад, при проектуванні деталей представленого вище набору письмового була передбачена можливість отримання необхідних геометричних форм і розмірів деталей, а також якості їх оброблених поверхонь з використанням наступного технологічного устаткування: токарно-гвинторізних, шліфувальних, універсально-фрезерних, радіально- та настільно-свердильних, шліфувально-полірувальних і полірувальних верстатів, алмазних кругів та свердел, ал-

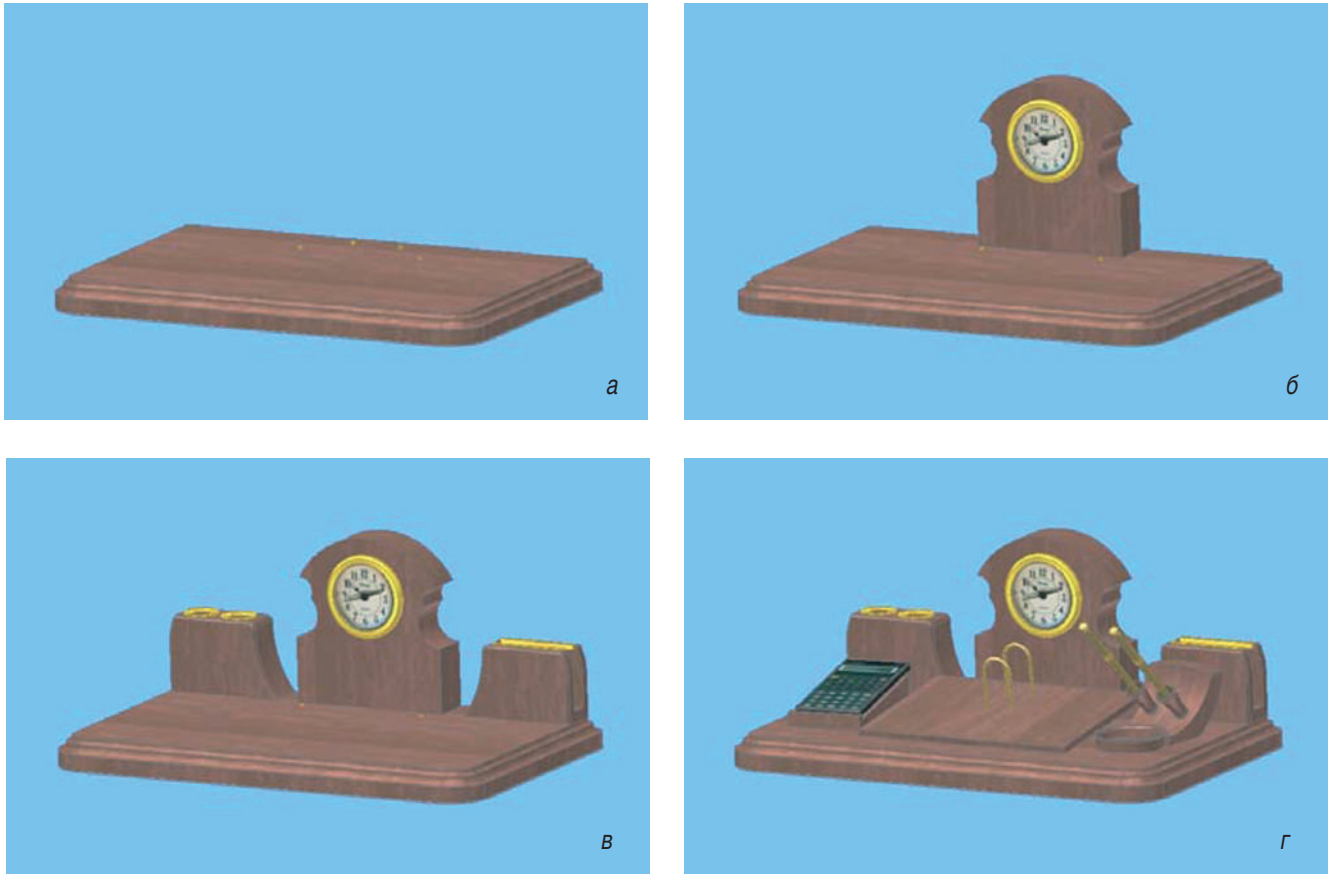


Рис. 8. Тривимірні параметричні моделі, що ілюструють процес складання письмового набору:
а – плита; б, в – установка відповідно: годинника, підставок для паперів, олівців, календаря, ручок; г – готовий виріб

мазного еластичного інструменту, шліфувальних і полірувальних кругів, а також спеціальних пристосувань.

Для забезпечення фотореалістичності побудованої тривимірної параметричної моделі виробу додамо її комплектуючим деталям кольору і текстури поверхонь, які відповідають природним. Наприклад, металеві її частини (рис. 6–8) за своєю колірною гамою, ступенем прозорості і світловідбивним властивостям відповідають полірованої поверхні позолоченого металу.

Проектування з використанням фотореалістичних тривимірних моделей виробу, які практично повністю відображають поліхромні, світловідбивні і тектонічні особливості природного каменю, надає широкі можливості при їх розробці. Наприклад, ще до виготовлення виробу можна розглянути його в будь-якій проекції, з необхідних точок огляду і будь-якої відстані для

складання повного уявлення про проєктований виріб, відповідність та співмірність його складових частин, колірних рішеннях і т. ін.

Створена таким чином віртуальна тривимірна параметрична модель виробу по своєму зовнішньому вигляду практично повністю відповідає проєктованому виробу і дає можливість ще на стадії розробки цього виробу отримати повне уявлення про його декоративно-художні і споживчі властивості.

Крім того, на стадії проектування складних деталей і виробів з природного каменю можливо практично повністю відобразити процес їх виробництва. Це у свою чергу дає можливість удосконалити процес проектування і виготовлення виробів з каменю, зробити його більш наочним й істотно зменшити час проектування і виготовлення таких виробів.

Література

1. Напівдорогоцінне каміння та вироби з нього // Коштовне та декоративне каміння. – № 3 (53) – 2008. – С. 19–28.
2. Рон К. С. Чен. Autodesk Inventor. – Москва.: Лорі, 2002. – 568 с. 3. Вироби каменерізнi TU У 26.7–23504418–001:2007. Дата введення 01.05.2007 р.
4. Пат. 13676 Україна, МКПО 10 – 01. Годинник / В. І. Сидорко, В. Н. Ляхів, В. В. Пегловський, Е. М. Поталико. – Заявл. 27.10.05; Опубл. 15.03.07, Бюл. № 3
5. Пат. 12743 Україна, МКПО 10 – 01. Набір письмовий «Парус»/ В. І. Сидорко, В. Н. Ляхів, В. В. Пегловський, Е. М. Поталико. – Заявл. 28.09.05; Опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.