

МОЖЛИВОСТІ РОЗШИРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ПЕРЕНОСУ

Київський національний університет будівництва і архітектури, України

Запропоновано набір нових можливостей по дослідженню і застосуванню поверхонь переносу на основі: 1) узагальнення та деталізації існуючих положень; 2) розробки ключового способу утворення поверхонь переносу при плоских і просторових твірних та напрямних; 3) створення можливості отримати ключовим способом вичерпний набір відсіків, який можна використати в якості модулів складених поверхонь переносу.

Постановка проблеми. Для задач архітектурного формоутворення мають значну перевагу поверхні переносу, які відповідають основним закономірностям архітектоніки. Тому виникає потреба розширення можливостей їх використання особливо при проектуванні просторових конструкцій.

Аналіз основних публікацій. Застосуванню поверхонь переносу для просторових конструкцій типу оболонок покриття приділено увагу в довіднику [1] та монографії [2]. Особливо широко теоретичні і прикладні основи застосування поверхонь переносу подані в енциклопедії аналітичних поверхонь різних класів [3]. Це єдине в своєму роді оглядове видання по поверхнях в світовій науково-технічній літературі, призначене для геометрів, архітекторів і будівельників і спеціалістів різних галузей, де геометрія поверхонь є суттєво складовою.

Поверхні переносу були запропоновані Гаспаром Монжем на кінематичній основі як результат поступального переміщення твірної по напрямній без обертання при збереженні форм цих кривих [4]. При такому переміщенні точки твірної по напрямній і точки напрямної по твірній зберігаються положення дотичної до твірної і дотичної до напрямної (Рис. 1).

Інший підхід започатковано Дарбу, при якому поверхні переносу розглядаються як трансверсальні поверхні лінійчатих конгруенцій, тобто як геометричне місце точок, які ділять в заданому відношенні відрізки променів конгруенції, обмежених фокальними точками [5]. С. Лі запропонував отримувати поверхні переносу, як серединні поверхні конгруенцій прямих, заданих двома довільними базовими кривими (поверхні Лі) (Рис.2).

Обидва підходи знайшли своє продовження в геометричних дослідженнях, зокрема в прикладній геометрії та в навчальній літературі з нарисної геометрії [2, 6, 7]. Цьому сприяла наявність у поверхнях переносу двох сімей конгруентних ліній, приваблива для вирішення багатьох практичних задач.

Постановка завдань статті. Виявити можливості розширення досліджень і застосування поверхонь переносу та навести приклади до виявлених можливостей.

Основна частина. В сучасних публікаціях розглядаються такі види поверхонь переносу:

1. Поверхні переносу кривої лінії по заданому напрямку [1, 6];
2. Поверхні прямого переносу плоскої твірної кривої по плоскій напрямній кривій [1, 3, 6, 7];
3. Поверхні діагонального переносу при заданому горизонтальному контурі [2, 3];

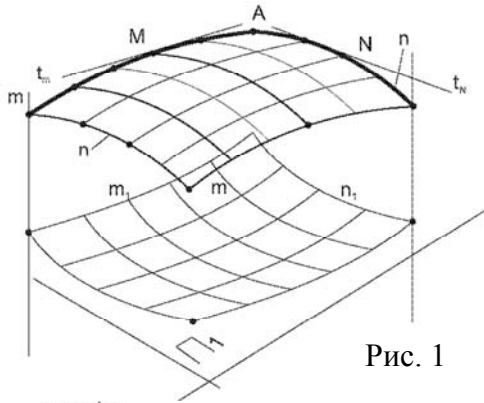


Рис. 1

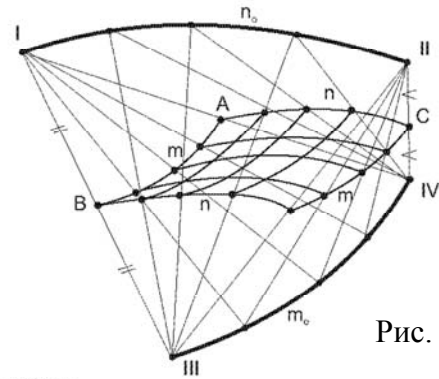


Рис. 2

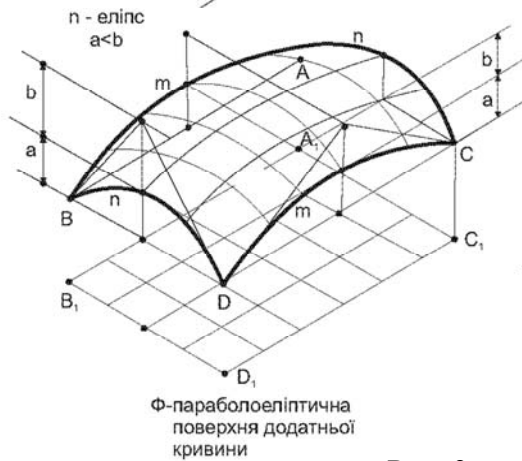


Рис. 3

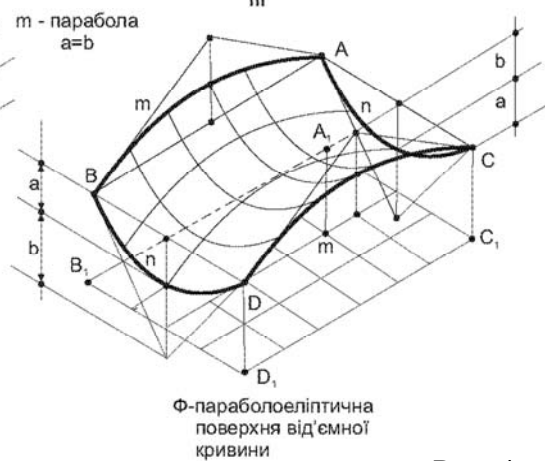


Рис. 4

Поверхням з просторовими твірними та напрямними приділяється мало уваги.

В першому виді твірна крива m може бути і просторовою і плоскою. В обох випадках її перенос в прямолінійному напрямі утворює циліндричну поверхню, тобто поверхню переносу нульової гауссової кривини з однією множиною конгруентних кривих.

Поступальний прямий перенос плоскої твірної m по плоскій напрямній n , які знаходяться у взаємноперпендикулярних вертикальних площинах і мають спільну точку A , дає поверхню Φ прямого переносу, з двома множинами конгруентних перерізів. Взаємно, прямий перенос і напрямної по твірній дає ту саму поверхню і множини перерізів. [3]

Поверхні прямого переносу мають подвійну кривину, зокрема додатну і від'ємну та змінну гауссову кривину (Рис. 3, 4). Додатну та від'ємну гауссову кривину мають параболоїди еліптичний та обертаня і гіперболічний (гіпар), які несуть на собі дві множини конгруентних парабол. Змінна кривина виникає, коли напрямна лінія n має точку перегину.

Поверхні діагонального переносу застосовуються при необхідності опираючись на горизонтальний контур у вигляді ромба або кривої з осями симетрії, які збігаються з діагоналями ромба [2, 3]. Взаємно перпендикулярні вертикальні діагональні площини задають положення площин інциденції множин конгруентних твірних і напрямних. Твірні лежать в площинах, паралельних площині меншої діагоналі. При русі твірна ковзає двома симетричними точками по контуру, а лінія ходу її вершини утворює конькову напрямну в площині більшої діагоналі. Утворена поверхня діагонального переносу відрізняється від поверхні прямого переносу тим, що дуги на конгруентних твірних отримуються не однаковими. Це тому, що змінюється при русі величина хорди, що з'єднує пари точок на контурі.

В [2], рис. 95, розглянуто окремий випадок, коли конькова напрямна конгруентна твірним. Ця умова визначає горизонтальний контур, на який парою точок спираються твірні.

Слід визначити, що розглянуті види є спрощеними випадками в порівнянні з загальною трактовкою Гаспара Монжа, вираженою в назві праці [4]: «Про поверхню, отриману рухом даної кривої подвійної кривини постійної форми, яка не обертаючись рухається уздовж деякої другої абсолютно довільної кривої».

Відмінність заключається в тому, що твірна і напрямна лінії є просторовими, а множини конгруентних ліній поверхні переносу розташовується у вертикальних паралельних циліндричних поверхнях.

Загальну трактовку поверхонь переносу по Монжу можна використати при розгляді задач формоутворення.

Перш за все для загального випадку треба додати конструктивну графічну побудову, яка б реалізувала складання висот z' і z'' точок твірної і напрямної, які належать одній вертикальній прямій (конкуруючих точок відносно горизонтальної площини проекції).

Це можна реалізувати на основі розгляду трьох поверхонь Φ' і Φ'' , які мають $\Phi' \equiv \Phi'' \equiv \Phi$. Поверхні Φ' і Φ'' представляють поверхні точок твірних і напрямних. Φ є шуканою поверхнею переносу, залежною від Φ' і Φ'' .

Така залежність типова для ключових способів побудови поверхонь при наперед заданих умовах [10, 11]. У випадку поверхонь переносу наперед заданою умовою є отримання аплікату z точок поверхні Φ як суми аплікату z' і z'' точок поверхонь Φ' і Φ'' .

Нехай на початку руху задані у вертикальних взаємно перпендикулярних площин плоска твірна n напрямна m зі спільною точкою A та їх горизонтальні проекції m, n, A на площину Π . На m та n з певним кроком наміченої точки (Рис. 5).

Поверхня Φ' утворена при переносі напрямної n і русі точки A по горизонтальній проекції n напрямної. Так утворена поверхня Φ' є горизонтальною циліндричною поверхнею, що проходить через твірну m і перпендикулярна до її площини. Вона є просторовим графіком всіх значень z' обраного відсіку поверхні переносу.

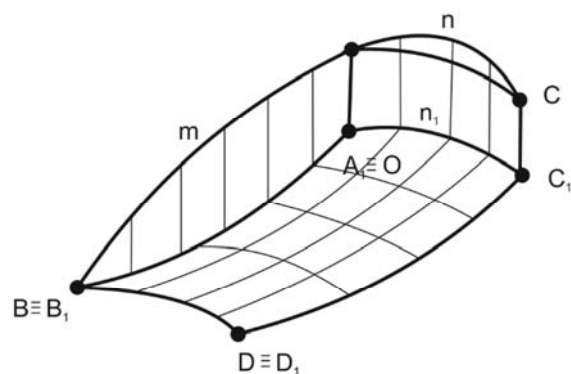
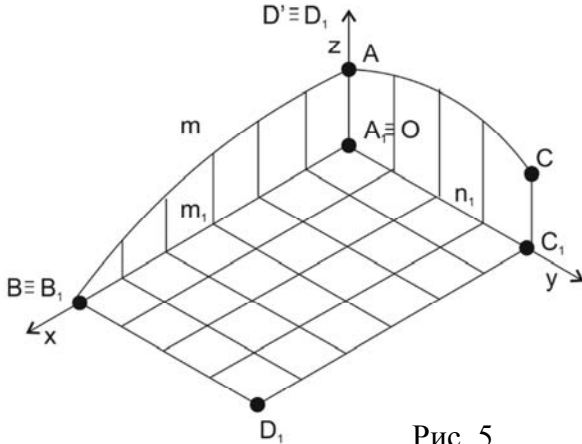
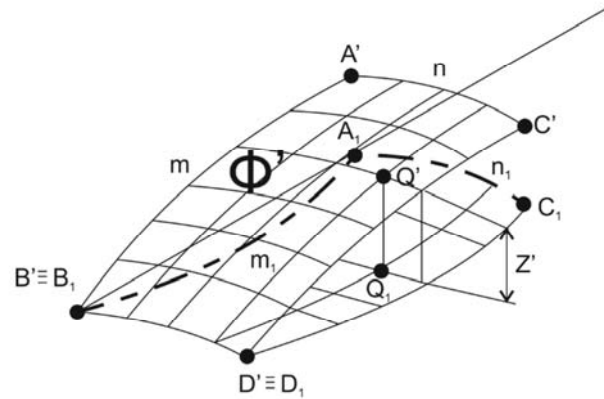
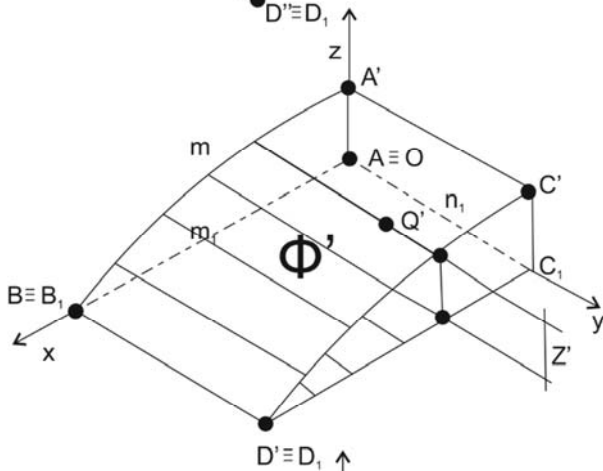
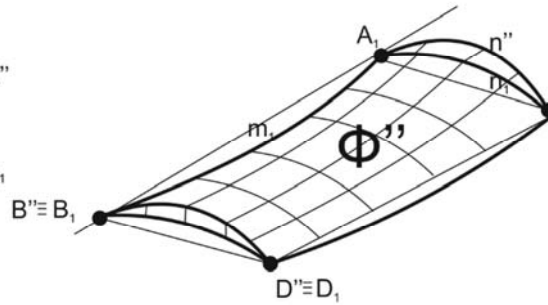
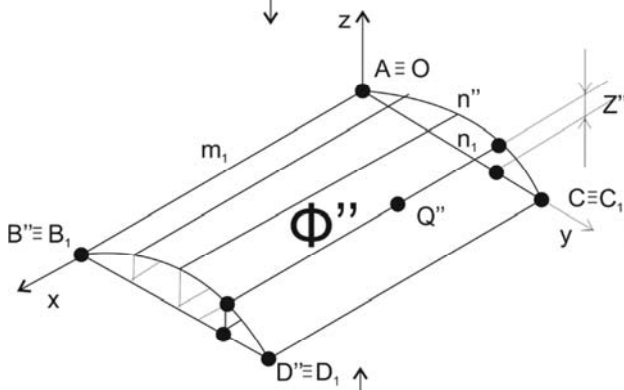
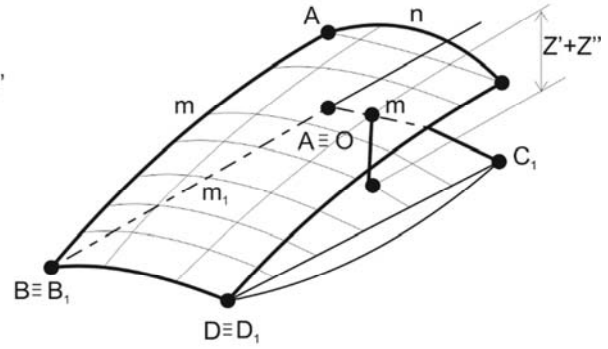
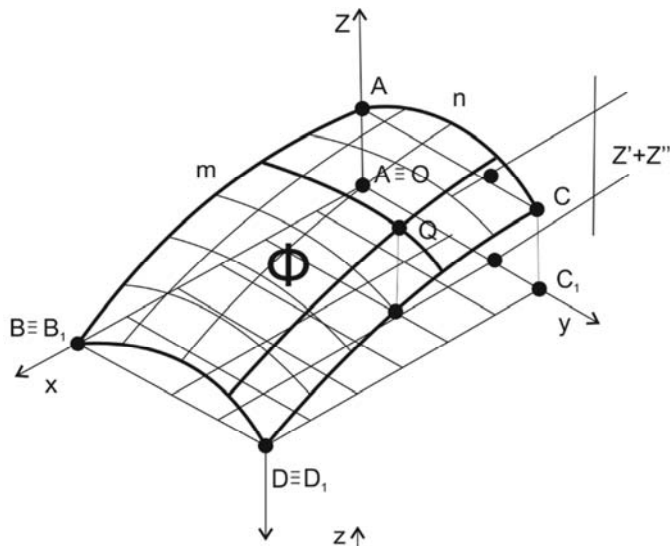


Рис. 5

Рис. 6

Поверхню Φ'' утворена при переносі напрямної n і русі точки A по горизонтальній проекції m твірної. Це також горизонтальна циліндрична поверхня, яка проходить через напрямну n і перпендикулярна до її площини.

Вона є просторовим графіком усіх значень z'' другої складової.

Такі побудови забезпечують на кожній вертикальній прямій наявність z' z'' поверхонь Φ' , Φ'' , які дають точку поверхні Φ з перевищення над площиною Π : $z = z' + z''$. Наприклад, z точки Q поверхні Φ є сумою висот z' і z'' точок Q' і Q'' , які належать горизонтальним твірним відповідно до поверхонь Φ' і Φ'' .

Через точки поділу твірної і напрямної проходять два пучки взаємноперпендикулярних площин, які задають сітку на поверхні Φ і спільну прямокутну сітку горизонтальних проєкцій поверхонь Φ' , Φ'' і Φ .

В розглянутій послідовності поверхня Φ'' є ключовою, яка перетворює поверхню Φ' в поверхню Φ . Якщо змінити послідовність і утворювати ту ж саму поверхню Φ переносом напрямної по твірній, то Φ' і Φ'' поміняються ролями і Φ'' стає ключовою поверхнею, яка перетворює Φ' у Φ .

При просторових твірних та напрямних спільна прямокутна сітка на горизонтальній проєкції перетвориться у сітку конгруентних кривих ліній.

Це результат перетину з площиною Π двох множин паралельних вертикальних циліндричних поверхонь, які проєктують на Π конгруентних просторових твірних та напрямних (Рис. 6).

Циліндрична поверхня Φ' з горизонтальними твірними перетвориться в поверхню конгруентних горизонталей, паралельних проєкціями множини напрямних поверхні Φ на Π . Аналогічно поверхня Φ'' стане поверхнею горизонталей, паралельних проєкціям множини твірних поверхні Φ на площину Π .

У випадку, коли тільки одна з ліній є просторова, а інша плоска сітка на спільній горизонтальній проєкції складається з сім'ї конгруентних ліній та сім'ї прямих. Відповідно одна з поверхонь Φ' і Φ'' залишиться циліндричною, а інша стане поверхнею горизонталей.

На поверхні Φ у всіх випадках сітка Чебишова має чотирикутні чарунки з парами протилежних відрізків прямих або дуг паралельних плоских чи просторових кривих.

Висновок. Запропонований ключовий спосіб дозволяє з одного боку системно опрацювати формоутворення простих поверхонь переносу, а з другого боку створює можливість на одній конструктивній основі перейти до формоутворення складених поверхонь переносу різноманітних видів, а також до поверхонь довільної орієнтації.

Література

1. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник / Ю. А. Дыховичный, Э. З. Жуковский, В. В. Ермолов и др. // Под редакцией Ю. А. Дыховичного, Э. З. Жуковского. – М.: Высшая школа, 1991. – 543 с.

2. Михайленко В. Е. Формообразование оболочек в архитектуре / В. Е. Михайленко, В. С. Обухова, А. Л. Подгорный – К.: Будівельник, 1972. – 205 с.

3. *Кривошапко С.Н.* Энциклопедия аналитических поверхностей / *С.Н. Кривошапко, В.Н. Иванов.* – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010 – 560 с.

4. *Монж Гаспар.* Приложение анализа к геометрии (перевод с фр.) / *Гаспар Монж.* – М–Л.: Объединение научно-техническое изд-во, 1936 – 699 с.

5. *Алексеев В. Г.* Теория прямолинейных конгруэнций в связи с теорией поверхностей (по лекциям проф. Дарбу) / *В. Г. Алексеев.* – М. : 1897.

6. *Бубенников А. В.* Начертательная геометрия / *А. В. Бубенников, М. Я. Громов* // Учебник для вузов. – М. : Высшая школа, 1973 – 416 с.

7. *Садовничий А. Ф.* Поверхности переноса. Сети, площади и объемы / *А. Ф. Садовничий* // Сборник статей Всесоюзного заочного политехнического института 1953, вып. 5. – С. 129–139 с.

8. *Котов И. И.* Новый метод построения поверхностей, удовлетворяющих некоторым наперед заданным требованиям / *И. И. Котов* // Вопросы теорий, приложений и методики преподавания начертательной геометрии (труды Рижской научно-методической конференции, июнь 1957 г.). – Рига : РИГВФ, 1960. – С. 143–161.

9. *Подгорный А. Л.* Ключевые способы множеств линий и конструирование поверхностей / *А. Л. Подгорный* // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К. : Будівельник. 1969. Вып. 9. – С. 143–161.

ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРИМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕРЕНОСА

Подгорный А. Л.

Предложен набор новых возможностей по исследованию и применению поверхностей переноса на основе : 1) обобщение и детализации существующих положений; 2) разработки ключевого способа образования поверхности переноса; 3) создание возможности получать ключевым способом исчерпывающий набор отсеков, который можно использовать в качестве модулей составных поверхностей переноса.

POTENTIAL OF DEVELOPMENT RESEARCH AND OF APPLYING OF THE TRANSFER SURFACES

Oleksiy Pidgorny

A set of new possibilities in the research and use of the transfer surfaces are proposed. That based on: 1) summarizing and detailing of existing principles; 2) development of key method of forming a transfer surface; 3) creating possibility of receiving a key way to a get comprehensive set of compartments, which can be used as a module of transfer surfaces.