



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79699 (13) C2  
(51) МПК  
A63F 9/08 (2007.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КУБІЧНА ЛОГІЧНА ІГРАШКА

1

2

(21) а200511895

(22) 13.05.2004

(24) 10.07.2007

(86) PCT/GR2004/000027, 13.05.2004

(31) 20030100227

(32) 21.05.2003

(33) GR

(46) 10.07.2007, Бюл. № 10, 2007 р.

(72) Вердес Панайотіс, GR

(73) Вердес Панайотіс, GR

(56) WO 83/01203, 14.04.1983

FR 2787033, 16.06.2000

DE 3111381, 07.10.1982

DE 3125817, 27.01.1983

(57) 1. Кубічна логічна іграшка, яка має форму геометричного твердого тіла, в основному кубічного, котре має N шарів, видимих користувачеві іграшки, на кожний напрям тривимірної прямокутної декартової системи координат, центр якої співпадає з геометричним центром твердого тіла і осі якої проходять через центр зовнішніх поверхонь твердого тіла і вертикальні до нього, де шари складаються з певної кількості окремих деталей, причому сторони деталей, які формують частину зовнішньої поверхні твердого тіла, плоскі, і деталі можуть повертатися в шарах навколо осей прямокутної декартової системи координат, причому поверхні деталей, які видимі користувачеві іграшки, пофарбовані або несуть певні образи або літери, або числа, при цьому кожна із деталей складається з трьох видимих окремих частин, тобто: першої, найвіддаленішої від геометричного центра твердого тіла частини, зовнішні поверхні якої або плоскі, коли вони утворюють частину зовнішньої поверхні твердого тіла і видимі користувачеві, або сферичні, коли вони не видимі користувачеві, другої проміжної частини та третьої найглибшої відносно геометричного центра твердого тіла частини, яка є частиною сфери або сферичної оболонки, причому кожна із деталей має виїмки і/або виступи, завдяки чому, з одного боку, кожна деталь з'єднана та утримується її сусідніми деталями, і, з другого боку, створено одну або дві сферичні виїмки/виступи між сусідніми шарами, при цьому краї кожної із деталей або лінійні, або викривлені, тобто заокруглені, а збірна конструкція із деталей виконана з можливістю утримування разом з утво-

ренням кубічного геометричного твердого тіла на центральній тривимірній несучій хрестовині, яка розташована в центрі твердого тіла та має шість циліндричних променів, осі симетрії яких співпадають з півсями тривимірної прямокутної декартової системи координат, причому збірна конструкція із деталей виконана з можливістю утримування на центральній тривимірній несучій хрестовині шістьма верхівками, тобто шістьма центральними деталями кожної поверхні кубічного геометричного твердого тіла, кожна з яких має циліндричний отвір, коаксіальний з півсями тривимірної прямокутної декартової системи координат, та виконана з можливістю нагвинчування на відповідний промінь центральної тривимірної несучої хрестовини за допомогою утримувального гвинта, який вставлений в циліндричний отвір, при цьому верхівки або видимі користувачеві і мають плоску пластикову деталь, яка виконана з можливістю покривання циліндричного отвору, або невидимі користувачеві, причому внутрішні поверхні кожної з деталей, тобто поверхні деталей, лежать всередині кубічного геометричного твердого тіла, утвореного об'єднанням:

- плоских поверхонь,
- концентричних сферичних поверхонь, центри яких співпадають з геометричним центром твердого тіла,
- циліндричними поверхнями, які застосовувані тільки до третьої найглибшої частини шести верхівок, яка **відрізняється** тим, що:

для формування внутрішніх поверхонь кожної з деталей твердого тіла, за виключенням плоских поверхонь, концентричних сферичних поверхонь та циліндричних поверхонь, використовується мінімальна кількість k прямих кінцевих поверхонь на піввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, причому вісь прямих кінцевих поверхонь співпадає з відповідною піввіссю тривимірної прямокутної декартової системи координат і твірний кут  $\varphi_1$  першої та найглибшої з прямих кінцевих поверхонь більший за  $54,73561032^\circ$ , коли її вершина співпадає з геометричним центром твердого тіла, або менший за  $54,73561032^\circ$ , коли її вершина лежить на півосі, протилежній до півосі, яка орієнтована в напрямі, у якому перша кінцева поверхня розширюється, тоді як для наступних кінцевих поверхонь їх твірні кути поступово збіль-

(13) C2

(11) 79699

(19) UA

шуються,  $\varphi_k \setminus \varphi_{k-1} \setminus \dots \setminus \varphi_1$ , при цьому кількість шарів  $N$  зв'язана з кількістю прямих конічних поверхонь  $k$  так, що:

- або  $N=2k$  і кубічне геометричне тверде тіло має парну кількість  $N$  видимих користувачеві шарів на напрям плюс один додатковий шар на кожен напрям, проміжний шар, який не видимий користувачеві,

- або  $N=2k+1$  і кубічне геометричне тверде тіло має непарну кількість  $N$  шарів на напрям, усі з яких видимі користувачеві, при цьому друга проміжна частина кожної із деталей має, таким чином, конічну клиноподібну форму, загострену в напрямі до геометричного центра твердого тіла, причому її переріз, коли друга проміжна частина поділена сферичними поверхнями, концентричними з геометричним центром твердого тіла, має форму або рівностороннього сферичного трикутника, або рівнобедреної сферичної трапеції, або сферичного чотирикутника, або, більш точно, будь-якого трикутника, або трапеції, або чотирикутника на сфері, при цьому поперечний переріз або подібний, або відмінний по формі по довжині другої проміжної частини.

2. Кубічна логічна іграшка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що для значень  $N$  з інтервалу від 2 до 5, тобто, коли  $N=2, 3, 4$  або 5, зовнішні поверхні геометричного твердого тіла є плоскими.

3. Кубічна логічна іграшка за п. 1, яка **відрізняється тим**, що для значень  $N$  з інтервалу від 7 до 11, тобто, коли  $N=7, 8, 9, 10$  або 11, зовнішні поверхні геометричного твердого тіла є плоскими, тобто сферичними поверхнями значно більшого радіуса порівняно з розмірами іграшки.

4. Кубічна логічна іграшка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що коли  $N=6$ , то зовнішні поверхні геометричного твердого тіла є плоскими.

5. Кубічна логічна іграшка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що коли  $N=6$ , то зовнішні поверхні геометричного твердого тіла є плоскими, тобто поверхнями із значно більшим радіусом порівняно з розмірами іграшки.

6. Кубічна логічна іграшка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що кількість прямих конічних поверхонь

$k=1, 2, 3, 4$  або 5 та кількість шарів  $N$  на кожний напрям тривимірної прямокутної декартової системи координат, які видимі користувачеві іграшки, парна, тобто  $N=2k=2, 4, 6, 8$  або відповідно 10, таким чином:

- загальна кількість деталей, які виконані з можливістю повороту в шарах навколо осей прямокутної декартової системи координат, з додаванням центральної тривимірної несучої хрестовини дорівнює:  $T=6(2k)^2+3$ ,

- кількість груп деталей з подібною формою та

розмірами дорівнює:  $G = \sum_{i=1}^{k+1} i$ ,

- кількість деталей, які видимі користувачеві іграшки, дорівнює:

$$V = 8 \cdot \left[ 6 \cdot \frac{k \cdot (k-1)}{2} + 1 \right],$$

- кількість деталей, які не видимі користувачеві іграшки і належать до додаткового проміжного шару на кожний напрям, дорівнює:  $NV = 6 \cdot (4k-1)$ .

7. Кубічна логічна іграшка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що кількість прямих конічних поверхонь  $k=1, 2, 3, 4$  або 5 і кількість шарів  $N$  на кожний напрям тривимірної прямокутної декартової системи координат, які видимі користувачеві іграшки, непарна, тобто  $N=2k+1=3, 5, 7, 9$  або відповідно 11, таким чином:

- загальна кількість деталей, які виконані з можливістю повороту в шарах навколо осей прямокутної декартової системи координат, з додаванням центральної тривимірної несучої хрестовини, дорівнює:  $T = 6(2k)^2 + 3$ ,

- кількість груп деталей з подібною формою і роз-

мірами дорівнює:  $G = \sum_{i=1}^{k+1} i$ ,

- усі деталі, кількість яких дорівнює  $6(2k)^2 + 2$ , видимі користувачеві іграшки.

8. Кубічна логічна іграшка за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що утримувальні гвинти оточені пружинами.

Цей винахід стосується виготовлення тривимірних логічних іграшок, які мають форму нормального геометричного твердого тіла, в основному кубічного, що має  $N$  шарів у кожному з напрямів тривимірної прямокутної декартової системи координат, центр якої співпадає з геометричним центром твердого тіла. Шари складаються з низки невеликих деталей, які в шарах можуть обертатися навколо осей тривимірної прямокутної декартової системи координат.

Такі логічні іграшки, будь-то кубічні або іншої форми, широко відомі в усьому світі, найбільш відомим є кубик Рубіка, котрий вважається найкращою іграшкою минулих двох століть.

Цей кубик має три шари в кожному з напрямів тривимірної прямокутної декартової системи координат, і інакше його можна було б назвати кубом  $3 \times 3 \times 3$ , або навіть краще, кубом №3, який на кожній поверхні має 9 плоских квадратних ділянок, кожна з яких пофарбована одним із шести основних кольорів, тобто загалом  $6 \times 9 = 54$  пофарбованих плоских квадратних ділянок, і для знаходження розв'язку цієї гри користувач повинен обертати шари куба так, щоб остаточно кожна поверхня куба мала однаковий колір.

[Публікація заявки WO83/01203 (Torres Noel M.)] також описує кубічну логічну іграшку  $3 \times 3 \times 3$ , яка складається з низки невеликих окремих деталей (кублетів), які здатні повертатися в шарах

(фасетах). Кожен з кублетів складається з трьох видимих частин, внутрішніх поверхонь згаданих кублетів (тобто, поверхонь кублетів, які лежать у внутрішній частині кубічної головоломки при її збиранні), які утворені об'єднанням плоских та концентричних сферичних поверхонь, центр яких співпадає з геометричним центром куба [дивіться Фіг.1 та 2/A-2/H публікації WO83/01203]. Ці поверхні були вибрані так, що на кублетах формується ряд виступів (язичків) і/або виїмків (канавок), завдяки чому сусідні кублети з'єднані між собою (з'єднані в замок).

Для утримання кублетів разом (і запобігання від розпадання) використовується схема із взаємодіючих кульок та канавок на кублетах. Таким чином, центральна тривимірна несуча хрестовина кубика Рубіка (центрального шестиногий павук), до якої пригвинчується центральний кублет кожної фасети, є застарілою. Таким чином, збірна конструкція з кублетів складається легше та швидше з формуванням головоломки. Вищезгадана технічна задача, яка була вирішена Торресом, відрізняється від технічної задачі, вирішеної представленням винаходом, яка полягає у виготовленні міцніших кубічних логічних іграшок вищого порядку, тобто, з більшою кількістю шарів  $N$  на кожен напрям тривимірної прямокутної декартової системи координат, а ніж це було можливим до теперішнього часу (до  $N=11$ , завдяки чому отримується кубічна логічна іграшка  $11 \times 11 \times 11$ ). Оскільки, рішення цієї задачі надане у загальному вигляді, то воно може звичайно також застосовуватися до кубічної логічної іграшки з меншою кількістю шарів, а ніж у класичного кубика Рубіка ( $N=3$ ). Рішення, тобто винахід, буде детально представлений в наступному описі.

На даний час відомо, що за винятком класичного кубика Рубіка, тобто куба №3, виготовлені також куб  $2 \times 2 \times 2$  з двома шарами на напрям (або інакше відомий як куб №2), куб  $4 \times 4 \times 4$  з чотирма шарами на напрям (або інакше відомий як куб №4) і куб  $5 \times 5 \times 5$  з п'ятьма шарами на напрям (або інакше відомий як куб №5).

Проте, за винятком відомого кубика Рубіка, тобто куба №3, який не виявляє жодних недоліків під час його швидкісного складання, інші куби мають недоліки під час їх швидкісного складання, і споживач повинен бути дуже обережним, інакше існує ризик, що деякі з деталей куба будуть зруйновані або куб розсиплеться.

Недоліки куба  $2 \times 2 \times 2$  відмічені в [zareestrovannu Rubikom винаході США N4378117], тоді як недоліки кубів  $4 \times 4 \times 4$  і  $5 \times 5 \times 5$  можна знайти на [інтернет-сайті [www.Rubiks.com](http://www.Rubiks.com).] де користувача попереджають не обертати куб із силою або швидко.

В результаті, повільне обертання ускладнює змагання користувачів по швидкісному знаходженню розв'язку куба.

Той факт, що ці куби мають проблеми під час їх складання на швидкість, доведений рішенням комітету з організації чемпіонату по складанню кубів, який відбувся в серпні 2003 року в Торонто, Канада, і відповідно до програми якого головного подію було змагання користувачів на класичному кубіку Рубіка, тобто на кубі №3, тоді як змагання

на кубах №4 і №5 було другорядною подією. Це трапилося через проблеми, що їх мають ці куби під час їх швидкісного складання.

Недолік, який полягає в повільному обертанні шарів цих кубів, спричинюється тим фактом, що, не беручи до уваги плоскі і сферичні поверхні, для створення внутрішніх поверхонь невеликих деталей шарів кубів були використані переважно циліндричні поверхні, коаксіальні з осями тривимірної прямокутної декартової системи координат. Проте, хоча використання цих циліндричних поверхонь могло забезпечити стабільність і швидке обертання для кубика Рубіка, завдяки малій кількості шарів,  $N=3$ , на напрям, при зростанні числа шарів є висока вірогідність, що деякі невеликі деталі будуть пошкоджені або куб демонтується, що й призводить до недоліку повільного обертання. Це відбувається тому, що куби  $4 \times 4 \times 4$  і  $5 \times 5 \times 5$  фактично виготовляються шляхом навішування деталей, відповідно, на куби  $2 \times 2 \times 2$  і  $3 \times 3 \times 3$ . Проте, такий метод виготовлення збільшує кількість невеликих деталей, і в результаті маємо вищенаведені недоліки цих кубів.

Новизною і поліпшенням конструкції згідно з даним винаходом є те, що для кожної деталі конфігурація внутрішніх поверхонь виконана не лише необхідними плоскими і сферичними поверхнями, які концентричні із суцільним геометричним центром, але головним чином прямими кінчними поверхнями. Ці кінчні поверхні коаксіальні з напівосями тривимірної прямокутної декартової системи координат, їх число складає  $k$  на напіввісь, а отже,  $2k$  в кожному напрямі з трьох вимірів.

Таким чином, коли  $N=2k$  парне число, то тверде тіло, що з'являється в результаті, має  $N$  шарів на напрям, видимих користувачеві іграшки, плюс один додатковий шар, проміжний шар у кожному напрямі, який не видимий користувачеві, коли ж  $N=2k+1$ , непарне число, то тверде тіло, що з'являється в результаті, має  $N$  шарів на напрям, і всі вони видимі користувачеві іграшки.

Ми стверджуємо, що переваги конфігурації внутрішніх поверхонь кожної невеликої деталі, виконаної переважно кінчними поверхнями, замість циліндричних, які використовуються як другорядні лише в кількох випадках, у комбінації з необхідними плоскими і сферичними поверхнями, полягають у наступному:

А) Кожна окрема невелика деталь іграшки складається з трьох видимих окремих частин. Перша з них, найбільш віддалена від геометричного центру твердого тіла, по суті кубічна за формою, друга проміжна частина, яка має кінчну клиновидну форму, вказує по суті в напрямі геометричного центру твердого тіла, її переріз має або форму рівностороннього сферичного трикутника або рівнобедреної сферичної трапеції або якого-небудь сферичного чотирикутника, та її найглибша третя частина по відношенню до геометричного центра твердого тіла і є частиною сфери або сферичної оболонки, обмеженої відповідно кінчними або плоскими поверхнями або циліндричними поверхнями тільки тоді, коли вона підходить до шести верхівків твердого тіла. Очевидно, що перша найвіддаленіша частина відсутня у окремих невеликих

деталей, оскільки вона сферично зрізається, якщо вони не видимі користувачеві.

В) Гарантується з'єднання кутових окремих деталей кожного куба з внутрішньою частиною твердого тіла, що є найголовнішою проблемою в конструкції тривимірних логічних іграшок цього виду і цієї форми, внаслідок чого ці деталі повністю захищені від демонтажу.

С) При цій конфігурації кожна окрема деталь поширюється на відповідну глибину всередину твердого тіла і вона захищена від демонтажу, з одного боку, шістьма верхівками твердого тіла, котрі є центральними окремими деталями кожної поверхні, а з іншого боку, відповідно створеними виточками - виступами, за допомогою яких кожна окрема деталь взаємозв'язана і підтримується її сусідніми деталями, причому згадані виточки - виступи виконані так, щоб одночасно створювати загальні сферичні виточки - виступи між сусідніми шарами. Ці виточки - виступи і взаємно зв'язують, і утримують кожен окрему деталь з її сусідами, забезпечуючи, з одного боку, стабільність конструкції, а з іншого боку, спрямовуючи деталі під час обертання шарів навколо осей. Число цих виточок - виступів може бути більшим, ніж 1, тобто 2, коли цього вимагає стабільність конструкції, як показано на ілюстраціях до даного винаходу.

Д) Оскільки внутрішні частини кількох окремих деталей конічні і сферичні, вони можуть легко обертатися всередині і навколо конічних і сферичних поверхонь, які є поверхнями, виготовленими обертанням, а тому гарантується перевага швидкого і безперешкодного обертання, підкріпленого відповідним закругленням країв кожної окремої деталі.

Е) Конфігурація внутрішніх поверхонь кожної окремої деталі у вигляді плоских, сферичних і конічних поверхонь легше виконується на токарному верстаті.

Ф) Обертаючись разом з іншими деталями її шару навколо відповідної осі, як того бажає користувач, кожна окрема деталь незалежна.

Г) Відповідно до способу виготовлення, запропонованого в даному винаході, кожному значенню  $k$  відповідають два різні тверді тіла. Тверде тіло з  $N=2k$ , тобто з парним числом видимих шарів на напрям, і тверде тіло з  $N=2k+1$  з наступним непарним числом видимих шарів на напрям. Єдина різниця між цими твердими тілами полягає в тому, що проміжний шар першого з них не видимий користувачеві, тоді як проміжний шар другого з'являється на поверхні іграшки. Ці два тверді тіла складаються, як і очікується, точно з однакової кількості окремих деталей, тобто  $T=6N^2+3$ , де  $N$  може бути тільки парним числом, тобто  $N=2k$ . Тому, загальна кількість окремих деталей може також виражатися формулою  $T=6(2k)^2+3$ .

Н) Великою перевагою конфігурації внутрішніх поверхонь окремих деталей кожного твердого тіла з конічними поверхнями, в комбінації з необхідними плоскими і сферичними поверхнями, є те, що коли до кожної напівосі тривимірної прямокутної декартової системи координат додається додаткова конічна поверхня, тоді створюються два нові

тверді тіла, причому згадані тверді тіла мають на два шари більше, ніж початкові тверді тіла.

Тому, коли  $k=1$ , виникають два куби з  $N=2k=2 \times 1=2$  і  $N=2k+1=2 \times 1+1=3$ , тобто кубічні логічні іграшки №2 і №3, коли  $k=2$ , виникають куби з  $N=2k=2 \times 2=4$  і  $N=2k+1=2 \times 2+1=5$ , тобто кубічні логічні іграшки №4 і №5, і т.д., і, остаточно, коли  $k=5$ , виникають куби  $N=2k=2 \times 5=10$  і  $N=2k+1=2 \times 5+1=11$ , тобто кубічні логічні іграшки №10 і №11, на яких даний винахід зупиняється.

Той факт, що коли додається нова конічна поверхня, виникають два нові тверді тіла, є великою перевагою, оскільки це робить винахід уніфікованим.

Як можна легко вирахувати, число можливих різних місць, що їх можуть зайняти деталі кожного куба, під час обертання, помітно зростає по мірі зростання числа шарів, але в той же час ускладнюється знаходження розв'язку для куба.

Причиною, чому даний винахід знаходить застосування до куба  $N=11$ , як уже зазначалося, є зростання складнощів у знаходженні розв'язку для кубів, коли додаються нові шари, а також геометричні обмеження і практичні причини.

Геометричні обмеження полягають у наступному:

а) Згідно з даним винаходом, як ми вже довели, щоб розділити куб на  $N$  рівних шарів,  $N$  повинно задовольняти нерівність  $\sqrt{2(a/2-a/N)} < a/2$ . Після розв'язання цієї нерівності стає очевидним, що цілі значення  $N$  складають  $N < 6,82$ . Це можуть бути  $N=2$ ,  $N=3$ ,  $N=4$ ,  $N=5$  і  $N=6$ , і в результаті створюються кубічні логічні іграшки №2, №3, №4, №5 і №6, форма яких ідеально кубічна.

б) Обмеження в значенні  $N < 6,82$  можна подолати, якщо плоскі поверхні куба стануть частинами сфери з великим радіусом. Таким чином, завершене тверде тіло з  $N=7$  і більшою кількістю шарів втрачає класичну геометричну кубічну форму, що має шість плоских поверхонь, але від  $N=7$  до  $N=11$  шість поверхонь твердого тіла більше не плоскі, а сферичні, з довгим радіусом порівняно з розмірами куба, при цьому форма згаданих сферичних поверхонь є майже плоскою, оскільки підйом поверхонь твердого тіла від ідеального рівня складає близько 5% довжини ребра ідеального куба.

Хоча форма твердих тіл, які з'являються в результаті для  $N=7$  і до  $N=11$ , по суті кубічна, за топологічним типом круг і квадрат точно належать до однакових форм, а отже класичний куб, неперервно перетворений у по суті кубічну фігуру, має ту ж форму, що і сфера. Тому нам здається, що всі тверді тіла, виготовлені за даним винаходом, розумно назвати кубічними логічними іграшками № $N$ , оскільки вони виготовлені точно в один і той же уніфікований спосіб, тобто з використанням конічних поверхонь.

Практичні причини, чому даний винахід знаходить застосування до куба  $N=11$ , наступні:

а) Куб з більшою кількістю шарів, ніж  $N=11$ , було б важко обертати, за рахунок його розміру і великого числа окремих деталей.

б) Коли  $N > 10$ , видимі поверхні окремих деталей, котрі утворюють найвищі точки куба, втрачають свою квадратну форму і стають прямокутними.

ми. Саме тому винахід зупиняється на значенні  $N=11$ , для якого відношення сторін  $b/a$  на найвищих точках прямокутника в середньому складає 1,5.

Нарешті, слід згадати, що коли  $N=6$ , це значення дуже близьке до геометричного обмеження  $N<6,82$ . В результаті, проміжна клиновидна частина окремих деталей, особливо кутових, буде обмежена в розмірах і повинна бути або підсилена, або стати більшою за розмірами під час розробки. Цього не трапляється, якщо кубічна логічна іграшка №6 виготовлена у спосіб, яким виготовляються кубічні логічні іграшки з  $N\geq 7$ , тобто коли її шість поверхонь складаються із частин сфери великого радіуса. От чому ми пропонуємо дві різні версії для виготовлення кубічної логічної іграшки №6; версія №6a має нормальну кубічну форму, а версія №6b має поверхні, що складаються із частин сфери великого радіуса. Єдина різниця між двома версіями полягає у формі, оскільки вони складаються точно з однакової кількості окремих деталей.

Цей винахід став можливим, оскільки була розв'язана проблема з'єднання кутової деталі куба з внутрішньою частиною твердого тіла, внаслідок чого згадана кутова деталь може бути незалежною і обертатися навколо будь-якої напівосі тривимірної прямокутної декартової системи координат, та бути захищеною під час обертання шістьма верхівками твердого тіла, тобто центральними деталями кожної поверхні, котрі забезпечують, що куб не демонтується.

І. Це рішення стало можливим на основі наступних спостережень:

а) Діагональ кожного куба з бічною стороною довжини  $a$  формує з напівосями,  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  тривимірної прямокутної декартової системи координат кути рівні  $\tan\omega = \alpha\sqrt{2}/\sqrt{1}$ ,  $\tan\omega = \sqrt{2}$ , отже  $\omega = 54,735610320^\circ$  (Фіг.1.1).

б) Якщо ми розглядаємо три прямі конуси з вершиною на початку координат, причому осями згаданих прямих конусів є позитивні напівосі  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$ , а їх твірна лінія формує з напівосями  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  кут  $\varphi > \omega$ , то перетином цих трьох конусів є клиновидне тверде тіло з товщиною, що безперервно збільшується, де верхівка згаданого клиновидного твердого тіла розміщується на початку координат (Фіг.1.2), з перерізом у вигляді рівностороннього сферичного трикутника (Фіг.1.3), якщо перерізати сферичною поверхнею, центр якого співпадає з початком координат. Довжина сторін згаданого сферичного трикутника зростає, по мірі наближення до вершини куба. Центральна вісь згаданого клиновидного твердого тіла співпадає з діагоналлю куба.

Три бічні поверхні такого клиновидного твердого тіла є частинами поверхонь згаданих конусів і, в результаті, згадане клиновидне тверде тіло може обертатися у внутрішній поверхні відповідного конуса, коли обертається вісь відповідного конуса або відповідна напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат.

Таким чином, якщо ми вважаємо, що маємо  $1/8$  сфери з радіусом  $R$ , де центр згаданої сфери розміщується на початку координат, відповідно

зрізаної площинами, паралельними до площин  $XY$ ,  $YZ$ ,  $ZX$ , а також маленьку кубічну деталь, діагональ якої співпадає з початковою діагоналлю куба (Фіг.1.4), тоді ці три деталі (Фіг.1.5), втілені у вигляді окремої деталі, дають нам загальну форму кутових деталей всіх кубів даного винаходу (Фіг.1.6).

Отже, достатньо порівняти Фіг.1.6 з Фігурами 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6a.1, 6b.1, 7.1, 8.1, 9.1, 10.1, 11.1, щоб виявити уніфікований спосіб виготовлення кутової деталі кожного куба згідно з даним винаходом. На вищезгаданих Фігурах можна чітко побачити три видимі частини кутових деталей; перша частина, яка по суті є кубічною, друга частина, яка має конічну клиновидну форму, і третя частина, яка є частиною сфери. Порівняння цих фігур достатньо, щоб довести, що винахід є уніфікованим, хоча остаточно на його основі виготовляють більше, ніж одне тверде тіло.

Інші окремі деталі виготовляються точно таким же чином, а їх форма, яка залежить від місця деталі в кінцевому твердому тілі, подібна. Їх конічна клиновидна частина, для формування якої використовуються щонайменше чотири конічні поверхні, може мати однаковий переріз по всій своїй довжині або несхожі перерізи для її частин. У будь-якому випадку форма перерізу згаданої клиновидної частини є або рівнобедреною сферичною трапецією, або яким-небудь сферичним чотирикутником. Ця конічна клиновидна частина сформована так, щоб створювати на кожній окремій деталі вищезгадані виточки - виступи, за допомогою яких кожна окрема деталь взаємно зв'язана і підтримується її сусідніми деталями. В той же час, конфігурація конічної клиновидної частини в комбінації з третьою нижньою частиною деталей створює загальні сферичні виточки - виступи між сусідніми шарами, забезпечуючи стабільність конструкції і спрямовуючи шари під час обертання навколо осей. Нарешті, нижня частина окремих деталей є деталлю сфери або сферичної оболонки.

Слід прояснити, що кут  $\varphi_1$  першого конуса  $k_1$  повинен бути більшим, ніж  $54,73561032^\circ$ , коли вершина конуса співпадає з початком координат. Проте, якщо вершина конуса переміщується в напрямку напівосі, яка лежить навпроти напівосі, яка вказує напрям, у якому розширюється конічна поверхня, то кут  $\varphi_1$  може бути трошки меншим за  $54,73561032^\circ$  і це відбувається, коли число шарів зростає.

Ми повинні відзначити також, що окремі деталі кожного куба закріплені на центральній тривимірній суцільній хрестовині, шість променів якої цілільніричні і на якій відповідними гвинтами ми пригвинчуємо шість верхівок кожного куба. Верхівки, тобто центральні окремі деталі кожної площини, видимі вони або ні, відповідно сформовані і мають отвір (Фіг.1.7), через який проходить кріпильний гвинт, необов'язково оточений відповідними пружинами (Фіг.1.8). Спосіб кріплення подібний до кріплення кубика Рубіка.

Остаточно, ми повинні згадати, що після того, як кріпильний гвинт проходить через отвір у верхівках кубів, особливо тих, що мають парне число шарів, він прикривається плоскою пластиковою

деталлю, яка припасовується у верхню кубічну частину верхівки.

Даний винахід до кінця зрозумілий тому, хто добре знається у візуальній геометрії. З цієї причини подається аналітичний опис Фігур від 2 до 11, які додані до даного винаходу і показують, що:

а) Винаходом пропонується уніфікований виріб.

б) Винахід покращує виготовлювані до даного часу, у кілька способів і кількома винахідниками, куби, а саме, куби  $2 \times 2 \times 2$ ,  $4 \times 4 \times 4$  і  $5 \times 5 \times 5$ , які, проте, мають проблеми під час їх обертання.

с) Класичний і функціонуючий без проблем кубик Рубіка, тобто куб  $3 \times 3 \times 3$ , входить у цей винахід з деякими незначними змінами

д) Він вперше поширився у всьому світі, після чого і дотепер нам став відомим ряд логічних іграшок істотно кубічної форми, аж до номера №11, тобто куба з 11 різними шарами на напрям.

Остаточно, ми повинні згадати, що завдяки абсолютній симетрії, окремі деталі кожного куба формують групи подібних деталей, число згаданих груп залежить від числа  $k$  конічних поверхонь на напіввісь куба, і згадане число є трикутником або трикутним числом. Як уже відомо, трикутник або трикутні числа - це числа, які є частковими сумами ряду  $\Sigma = 1+2+3+4+\dots+v$ , тобто ряду, в якому різниця між послідовними членами складає 1. В даному випадку загальний член ряду дорівнює  $v=k+1$ . Тому, якщо ряд груп подібних деталей позначено  $G$ ,

$$G = \sum_{i=1}^{k+1} i$$

то воно повинно дорівнювати:

3 фігур від 2 до 11 даного винаходу можна легко побачити:

а) Форму всіх різних окремих деталей, з яких складається кожний куб.

б) Три видимі частини кожної окремої деталі; перша найвіддаленіша частина, яка по суті кубічна, друга проміжна частина, яка має конічну клиновидну форму, і третя найглибша частина, яка є частиною сфери або сферичної оболонки.

с) Вищезгадані виточки - виступи на різних окремих деталях, де це необхідно.

д) Вищезгадані загальні сферичні виточки - виступи між сусідніми шарами, які забезпечують стабільність конструкції і спрямовують шари під час обертання навколо осей.

II. Таким чином, коли  $k=1$  і  $N=2k+1=2 \times 1+1=3$ , тобто для кубічної логічної іграшки №2, ми маємо лише (3) три різні види окремих деталей. Кутова деталь 1 (Фіг.2.1), загалом їх вісім подібних деталей, і всі вони видимі користувачеві іграшки, проміжна деталь 2 (Фіг.2.2), загалом їх дванадцять подібних деталей, і всі невидимі користувачеві іграшки, і деталь 3, верхівка куба, загалом їх шість подібних деталей і всі невидимі для користувача іграшки. Остаточно, деталь 4 є невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб (Фіг.2.4).

На Фігурах 2.1.1, 2.2.1, 2.2.2 і 2.3.1 можна побачити поперечні розрізи цих деталей.

На Фіг.2.5 можна побачити ці три різні види деталей куба, розміщених у своєму положенні разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

з описом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.2.6 можна бачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №2, де  $R$  загалом зображає радіуси концентричних сферичних поверхонь, які необхідні для утворення внутрішніх поверхонь окремих деталей куба.

На Фіг.2.7 можна бачити положення окремих центральних деталей проміжного невидимого шару в кожному напрямі на невидимій центральній тривимірній суцільній хрестовині, якою утримується куб.

На Фіг.2.8 можна бачити положення окремих деталей проміжного невидимого шару в кожному напрямі на невидимій центральній тривимірній суцільній хрестовині, якою утримується куб.

На Фіг.2.9 можна бачити положення окремих деталей першого шару в кожному напрямі на невидимій центральній тривимірній суцільній хрестовині, якою утримується куб.

Остаточно, на Фіг.2.10 можна бачити завершальну форму кубічної логічної іграшки №2. Кубічна логічна іграшка №2 загалом складається з двадцяти семи (27) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

III. Коли  $k=1$  і  $N=2k+1=2 \times 1+1=3$ , тобто кубічна логічна іграшка №3, ми знову маємо три (3) види різних окремих деталей. Кутова деталь 1 (Фіг.3.1), а загалом їх вісім подібних деталей, всі видимі користувачу іграшки, проміжна деталь 2 (Фіг.3.2) а загалом їх дванадцять подібних деталей, всі видимі користувачу, і нарешті деталь 3 (Фіг.3.3), верхівка куба, загалом їх шість подібних деталей, всі видимі користувачу іграшки. Остаточно, деталь 4 є невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб (Фіг.3.4).

На Фігурах 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1 можна бачити розрізи цих різних окремих деталей їх площинами симетрії.

На Фіг.3.5 можна бачити ці три різні деталі, розміщені в їх положенні, разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.3.6 можна бачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №3.

На Фіг.3.7 можна бачити внутрішню поверхню першого шару разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.3.8 можна бачити поверхню проміжного шару в кожному напрямі разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.3.9 можна бачити розріз цього проміжного шару середньою площиною симетрії куба.

Остаточно, на Фіг.3.10 можна бачити завершальну форму кубічної логічної іграшки №3. Кубічна логічна іграшка №3 загалом складається з двадцяти семи (27) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

З порівняння Фігур кубічних логічних іграшок №2 і №3 ясно, що невидимий проміжний шар іграшки №2 стає видимим в іграшці №3, тоді як

обидва куби мають однакову загальну кількість окремих деталей. Крім того, це вже згадувалося як одна з переваг даного винаходу, і це доводить, що він уніфікований. Тепер корисно порівняти фігури окремих деталей кубічної логічної іграшки №3 з фігурами окремих деталей кубика Рубіка.

Різниця між цими фігурами полягає в тому, що в деталях кубика Рубіка не існує конічної клиновидної частини окремих деталей, як у цьому винаході. Таким чином, якщо ми видалимо цю конічну клиновидну частину з окремих деталей кубічної логічної іграшки №3, то фігури цієї іграшки будуть подібні фігурам кубика Рубіка.

Дійсно, число шарів  $N=3$  невелике і, в результаті, конічна клиновидна частина не є необхідною, оскільки ми вже згадали, що кубик Рубіка не створює проблем під час його швидкісного збирання. Проте, конструкція кубічної логічної іграшки №3, в руслі того, що пропонує цей винахід, виконана не для того, щоб покращити щось у роботі кубика Рубіка, а для того, щоб довести, що винахід уніфікований і послідовний.

Однак, ми думаємо, що відсутність цієї конічної клиновидної частини в кубіку Рубіка, котра є результатом згаданих конічних поверхонь, уведених даним винаходом, - це головна причина, чому до цього часу кілька винахідників не могли здійснити виробництва цих логічних іграшок у задовільний спосіб та без проблем у їх роботі.

Остаточо, ми повинні згадати, що лише з виробничих причин і для легкого збирання кубів  $N=2$  і  $N=3$  передостання сфера, тобто сфера з радіусом  $R_1$ , показана на Фігурах 2.6 і 3.6, могла б бути замінена, як варіант, циліндром такого ж радіуса, тільки для конфігурації проміжного шару, незалежно від того, видимий він, чи ні, без впливу на загальність підходу.

IV. Коли  $k=2$  і  $N=2k=2 \times 2=4$ , тобто для кубічної логічної іграшки №4, існує шість (6) різних видів окремих деталей. Деталь 1 (Фіг.4.1), а загалом вісім подібних деталей, всі видимі користувачу, деталь 2 (Фіг.4.2), а загалом двадцять чотири подібні деталі, всі видимі користувачу, деталь 3 (Фіг.4.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, всі видимі користувачу, деталь 4 (Фіг.4.4), а загалом дванадцять подібних деталей, всі невидимі користувачу, деталь 5 (Фіг.4.5), а загалом двадцять чотири подібні деталі, всі невидимі користувачу, та деталь 6 (Фіг.4.6), верхівка кубічної логічної іграшки № 4, загалом шість подібних деталей, всі невидимі користувачу. Нарешті, на Фіг.4.7 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб.

На Фігурах 4.1.1, 4.2.1, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.2, 4.5.1, 4.6.1 і 4.6.2 можна побачити перерізи цих різних окремих деталей.

На Фіг.4.8 можна бачити аксонометричну проекцію цих різних деталей, розміщених на своїх місцях, разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб №4.

На Фіг.4.9 можна побачити проміжний невидимий шар у кожному напрямі разом з невидимою

центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.4.10 можна побачити розріз деталей проміжного невидимого шару середньою площиною симетрії куба, а також проекцію деталей другого шару куба на згаданий проміжний шар.

На Фіг.4.11 можна бачити аксонометричну проекцію невидимого проміжного шару і утримування на ньому другий шар куба.

На Фіг.4.12 можна бачити аксонометричну проекцію першого і другого шарів разом з проміжним невидимим шаром і невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.4.13 можна бачити завершену форму кубічної логічної іграшки №4.

На Фіг.4.14 можна побачити зовнішню поверхню другого шару з проміжним невидимим шаром і невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.4.15 можна побачити внутрішню поверхню першого шару куба з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Остаточо, на Фіг.4.16 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №4, для створення внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані дві конічні поверхні на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат. Кубічна логічна іграшка № 4 загалом складається з дев'яноста дев'яти (99) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

V. Коли  $k=2$  і  $N=2k+1=2 \times 2+1=5$ , тобто для кубічної логічної іграшки №5, існує також шість (6) різних видів окремих деталей, всі з яких видимі користувачу. Деталь 1 (Фіг.5.1), загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.5.2), загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.5.3), загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.5.4), загалом дванадцять подібних деталей, деталь 5 (Фіг.5.5), загалом двадцять чотири подібні деталі, та деталь 6 (Фіг.5.6), верхівка кубічної логічної іграшки №5, загалом шість подібних деталей. Остаточо, на Фіг.5.7 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб.

На Фігурах 5.1.1, 5.2.1, 5.3.1, 5.4.1, 5.4.2, 5.5.1, 5.6.1, 5.6.2 можна побачити перерізи цих різних окремих деталей.

На Фіг.5.8 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №5, для створення внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані дві конічні поверхні на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.5.9 можна бачити аксонометричну проекцію цих шести різних деталей, розміщених на своїх місцях, разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.5.10 можна побачити внутрішню поверхню першого шару кубічної логічної іграшки №5.

На Фіг.5.11 можна побачити внутрішню поверхню другого шару, а на Фіг.5.14 його зовнішню поверхню.

На Фіг.5.12 можна побачити поверхню проміжного шару кубічної логічної іграшки №5 разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.5.13 можна побачити розріз деталей проміжного шару куба №5 і розріз невидимої центральної, тривимірної суцільної хрестовини, якою утримується куб, середньою площиною симетрії куба.

На Фіг.5.15 можна побачити перший і другий шар разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.5.16 можна побачити перший, другий і проміжний шар разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Остаточо, на Фіг.5.17 можна бачити завершену форму кубічної логічної іграшки №5.

Кубічна логічна іграшка №5 загалом складається з дев'яноста дев'яти (99) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб, така ж кількість деталей як і в кубічній логічній іграшці №4.

VI.a Коли  $k=3$ , тобто коли ми використовуємо три кінечні поверхні на напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k=2 \times 3=6$ , тобто для кубічної логічної іграшки №6a, завершена форма якої є кубічною, ми маємо (10) різних видів окремих деталей, з яких лише перші шість видимі користувачу, тоді як наступні чотири невидимі.

Деталь 1 (Фіг.6a.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.6a.2), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.6a.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.6a.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.6a.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.6a.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, аж до цієї деталі всі вони видимі користувачу іграшки. Невидимими деталями, які формують проміжний невидимий шар у кожному напрямі кубічної логічної іграшки №6a є: деталь 7 (Фіг.6a.7), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 8 (Фіг.6a.8), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 9 (Фіг.6a.9), а загалом двадцять чотири подібні деталі, та деталь 10 (Фіг.6a.10), а загалом шість подібних деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №6a. Нарешті, на Фіг.6a. 11 можна бачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №6a.

На Фігурах 6a.1.1, 6a.2.1, 6a.3.1, 6a.4.1, 6a.5.1, 6a.6.1 6a.7.1, 6a.7.2, 6a.8.1, 6a.9.1, 6a. 10.1 і 6a. 10.2 можна бачити перерізи десяти окремих різних деталей кубічної логічної іграшки №6a.

На Фіг.6a. 12 ці десять різних деталей кубічної логічної іграшки №6a можна побачити розміщеними на їх місцях разом з невидимою центральною

тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.6a. 13 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №6a, де для формування внутрішніх поверхонь її окремих деталей використані три кінечні поверхні на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.6a.14 можна побачити внутрішню поверхню першого шару кубічної логічної іграшки №6a разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.6a. 15 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.6a. 16 можна побачити зовнішню поверхню другого шару кубічної логічної іграшки №6a.

На Фіг.6a. 17 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.6a. 18 можна побачити зовнішню поверхню третього шару кубічної логічної іграшки №6a.

На Фіг.6a. 19 можна побачити поверхню невидимого проміжного шару в кожному напрямі разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.6a.20 можна побачити розрізи окремих деталей проміжного шару, а також невидимої центральної тривимірної суцільної хрестовини, якою утримується куб, середньою площиною симетрії куба, та можна побачити також проекцію окремих деталей третього шару на цю площину, де згаданий третій шар підтримується на проміжному шарі кубічної логічної іграшки №6a.

На Фіг.6a.21 можна бачити в аксонометричній проекції перші три шари, які видимі користувачу, також проміжний невидимий шар в кожному напрямі та невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб.

Остаточо, на Фіг.6a.22 можна побачити завершену форму кубічної логічної іграшки №6a.

Кубічна логічна іграшка №6a загалом складається з двохсот дев'ятнадцяти (219) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

VI.b Коли  $k=3$ , тобто коли ми використовуємо три кінечні поверхні на напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k=2 \times 3=6$ , тобто для кубічної логічної іграшки №6b, завершена форма якої по суті кубічна, її поверхні складаються із сферичних поверхонь великого радіуса, і ми маємо десять (10) різних видів окремих деталей, з яких тільки перші шість видимі користувачу, тоді як наступні чотири невидимі.

Деталь 1 (Фіг.6b.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.6b.2), а загалом двадцять чотири подібних деталі, деталь 3 (Фіг.6b.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.6b.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.6b.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.6b.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, аж до цієї деталі всі вони видимі користувачу. Невидимими деталями, які формують проміжний невидимий шар в кожному напрямі кубічної логічної іграшки №6b є:



деталь 7 (Фіг.6b.7), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 8 (Фіг.6b.8), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 9 (Фіг.6b.9), а загалом двадцять чотири подібні деталі та деталь 10 (Фіг.6b.10), а загалом шість подібних деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №6b. Нарешті, на Фіг.6b.11 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №6b.

На Фіг.6b.12 можна побачити десять різних деталей кубічної логічної іграшки №6b, розміщених на своїх місцях разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.6b.13 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №6b, для формування внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані три конічні поверхні на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.6b.14 можна побачити внутрішню поверхню першого шару кубічної логічної іграшки №6b разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.6b.15 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.6b.16 можна побачити зовнішню поверхню другого шару кубічної логічної іграшки №6b.

На Фіг.6b.17 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.6b.18 можна побачити зовнішню поверхню третього шару кубічної логічної іграшки №6b.

На Фіг.6b.19 можна побачити поверхню невидимого проміжного шару в кожному напрямі разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.6b.20 можна побачити розріз окремих деталей проміжного шару, а також невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб, середньою площиною симетрії куба.

На Фіг.6b.21 можна бачити аксонометричну проекцію перших трьох шарів, які видимі користувачу, а також проміжній невидимий шар в кожному напрямі, і невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб.

Остаточно, на Фіг.6b.22 можна побачити завершену форму кубічної логічної іграшки №6b.

Кубічна логічна іграшка №6b загалом складається з двохсот дев'ятнадцяти (219) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб. Ми вже згадували, що єдина різниця між двома версіями куба №6 полягає в їх кінцевій формі.

VII. Коли  $k=3$ , тобто коли ми використовуємо три конічні поверхні на напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k+1=2 \times 3+1=7$ , тобто для кубічної логічної іграшки №7, завершена форма якої по суті кубічна, при цьому його поверхні складаються із сферичних поверхонь великого радіуса, ми знову маємо десять (10) різних видів окремих деталей, які всі видимі користувачу іграшки.

Деталь 1 (Фіг.7.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.7.2), а загалом двадцять чо-

тири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.7.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.7.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.7.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.7.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 7 (Фіг.7.7), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 8 (Фіг.7.8), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 9 (Фіг.7.9), а загалом двадцять чотири подібні деталі, та деталь 10 (Фіг.7.10), а загалом шість подібних деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №7.

Нарешті, на Фіг.7.11 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №7.

На Фігурах 7.1.1, 7.2.1, 7.3.1, 7.4.1, 7.5.1, 7.6.1, 7.7.1, 7.7.2, 7.8.1, 7.9.1, 7.10.1 і 7.10.2 можна побачити перерізи десяти різних окремих деталей кубічної логічної іграшки №7.

На Фіг.7.12 можна побачити десять різних деталей кубічної логічної іграшки №7, розміщених на їх місцях разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.7.13 можна бачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №7, для формування внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані три конічні поверхні на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.7.14 можна побачити внутрішню поверхню першого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №7.

На Фіг.7.15 можна побачити внутрішню поверхню другого шару на напівнапрям разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб, а на Фіг.7.16 можна побачити зовнішню поверхню цього другого шару.

На Фіг.7.17 можна побачити внутрішню поверхню третього шару на напівнапрям разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб, а на Фіг.7.18 можна побачити зовнішню поверхню цього третього шару.

На Фіг.7.19 можна побачити поверхню проміжного шару в кожному напрямі разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.7.20 можна побачити розріз окремих деталей проміжного шару і невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб, середньою площиною симетрії куба.

На Фіг.7.21 можна бачити в аксонометричній проекції три перші шари на напівнапрям разом з проміжним шаром у кожному напрямі, всі з яких видимі користувачу іграшки, невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Нарешті, на Фіг.7.22 можна бачити завершену форму кубічної логічної іграшки №7.

Кубічна логічна іграшка №7 загалом складається з двохсот дев'ятнадцяти (219) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується

куб, тобто така ж кількість деталей, як у кубічній логічній іграшці №6.

VIII. Коли  $k=4$ , тобто коли ми використовуємо чотири конічні поверхні на напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k=2 \times 4=8$ , тобто для кубічної логічної іграшки №8, завершена форма якої по суті кубічна, причому її поверхні складаються із сферичних поверхонь великого радіуса, ми маємо п'ятнадцять (15) різних видів окремих невеликих деталей, з яких тільки перші десять видимі користувачу іграшки, тоді як наступні п'ять невидимі. Деталь 1 (Фіг.8.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.8.2), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.8.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.8.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.8.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.8.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 7 (Фіг.8.7), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 8 (Фіг.8.8), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 9 (Фіг.8.9), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, та деталь 10 (Фіг.8.10), а загалом двадцять чотири подібні деталі, всі з яких видимі користувачу іграшки.

Невидимими деталями, які формують проміжний невидимий шар в кожному напрямі кубічної логічної іграшки №8 є: деталь 11 (Фіг.8.11), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 12 (Фіг.8.12), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 13 (Фіг.8.13), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 14 (Фіг.8.14), а загалом двадцять чотири подібні деталі та деталь 15 (Фіг.8.15), а загалом шість подібних деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №8. Нарешті, на Фіг.8.16 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №8.

На Фігурах 8.1.1, 8.2.1, 8.3.1, 8.4.1, 8.5.1, 8.6.1, 8.7.1, 8.9.1, 8.10.1, 8.11.1, 8.11.2, 8.12.1, 8.13.1, 8.14.1 і 8.15.1 можна побачити перерізи п'ятнадцяти різних окремих деталей кубічної логічної іграшки №8.

На Фіг.8.17 можна побачити ці п'ятнадцять окремих деталей кубічної логічної іграшки №8, розміщеними на їх місцях разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.8.18 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №8, для формування внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані чотири конічні поверхні на напівнапряму тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.8.19 можна побачити розріз окремих деталей проміжного невидимого шару на напівнапряму та центральної тривимірної суцільної хрестовини середньою площиною симетрії куба, а також проекцію окремих деталей четвертого шару кожного з напівнаправів на цю площину, при цьому згаданий четвертий шар підтримується на проміж-

ному шарі цього напрямку кубічної логічної іграшки №8.

На Фіг.8.20 можна побачити внутрішню поверхню першого шару на напівнапряму кубічної логічної іграшки №8 разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.8.21 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.8.21.1 можна побачити зовнішню поверхню другого шару на напівнапряму кубічної логічної іграшки №8.

На Фіг.8.22 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.8.22.1 можна побачити зовнішню поверхню третього шару на напівнапряму кубічної логічної іграшки №8.

На Фіг.8.23 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.8.23.1 можна побачити зовнішню поверхню четвертого шару на напівнапряму кубічної логічної іграшки №8.

На Фіг.8.24 можна побачити поверхню невидимого проміжного шару в кожному напрямі разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.8.25 можна бачити в аксонометричній проекції чотири видимі шари кожного напівнапряму разом з невидимим проміжним шаром того ж напрямку, та разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Нарешті, на Фіг.8.26 можна бачити завершену форму кубічної логічної іграшки №8.

Кубічна логічна іграшка №8 загалом складається з трьохсот вісімдесяти семи (387) деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

IX. Коли  $k=4$ , тобто коли ми використовуємо чотири конічні поверхні на напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k+1=2 \times 4+1=9$ , тобто для кубічної логічної іграшки №9, завершена форма якої по суті кубічна, причому її поверхні складаються із сферичних поверхонь великого радіуса, ми маємо знову п'ятнадцять (15) різних і окремих видів невеликих деталей, всі з яких видимі користувачу іграшки. Деталь 1 (Фіг.9.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.9.2), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.9.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.9.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.9.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.9.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 7 (Фіг.9.7), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 8 (Фіг.9.8), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 9 (Фіг.9.9), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, та деталь 10 (Фіг.9.10), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 11 (Фіг.9.11), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 12 (Фіг.9.12), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 13 (Фіг.9.13), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 14 (Фіг.9.14), а загалом двадцять чотири подібні деталі і остаточно, деталь 15 (Фіг.9.15), а загалом шість подібних

деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №9. Нарешті, на Фіг.9.16 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №9.

На Фігурах 9.1.1, 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1, 9.5.1, 9.6.1, 9.7.1, 9.8.1, 9.9.1, 9.10.1, 9.11.1, 9.11.2, 9.12.1, 9.13.1, 9.14.1 і 9.15.1 можна побачити перерізи п'ятнадцяти різних окремих деталей кубічної логічної іграшки №9.

На Фіг.9.17 можна побачити ці окремі п'ятнадцять деталей кубічної логічної іграшки №9, розміщені на своїх місцях, разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.9.18 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №9, для формування внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані чотири конічні поверхні на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.9.19 можна побачити внутрішню поверхню першого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №9 разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.9.20 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.9.20.1 зовнішню поверхню другого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №9.

На Фіг.9.21 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.9.21.1 зовнішню поверхню третього шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №9.

На Фіг.9.22 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.9.22.1 зовнішню поверхню четвертого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №9.

На Фіг.9.23 можна побачити внутрішню поверхню проміжного шару в кожному напрямі кубічної логічної іграшки №9 разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.9.24 можна побачити розріз окремих деталей проміжного шару в кожному напрямі, а також невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб, середньою площиною симетрії кубічної логічної іграшки №9.

На Фіг.9.25 можна бачити в аксонометричній проекції чотири шари в кожному напівнапрямі разом із п'ятим проміжним шаром цього напрямку та невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Нарешті, на Фіг.9.26 можна бачити завершену форму кубічної логічної іграшки №9.

Кубічна логічна іграшка №9 загалом складається з трьохсот вісімдесяти семи (387) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб, такої ж кількості деталей, як у кубічній логічній іграшці №8.

Х. Коли  $k=5$ , тобто коли ми використовуємо п'ять конічних поверхонь на напіввісь тривимірної прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k=2 \times 5=10$ , тобто для кубічної логічної іграшки №10, завершена форма якої є по суті кубічна, причому її поверхня складається із сферичних поверхонь великого радіуса, ми маємо (21) двадцять один різний вид невеликих деталей, з яких лише

перші п'ятнадцять видимі користувачу іграшки, тоді як наступні шість є невидимими.

Деталь 1 (Фіг.10.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.10.2), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.10.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.10.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.10.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.10.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 7 (Фіг.10.7), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 8 (Фіг.10.8), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 9 (Фіг.10.9), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, та деталь 10 (Фіг.10.10), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 11 (Фіг.10.11), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь Фіг.10.12), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 13 (Фіг.10.13), а сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 14 (Фіг.10.14), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 15 (Фіг.10.15), а загалом двадцять чотири подібні деталі, аж до цієї деталі всі вони видимої користувачу іграшки. Невидимими деталями, які формують проміжний невидимий шар в кожному напрямі кубічної логічної іграшки №10 є: деталь 16 (Фіг.10.16), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 17 (Фіг.10.17), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 18 (Фіг.10.18), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 19 (Фіг.10.19), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 20 (Фіг.10.20), а загалом двадцять чотири подібні деталі, та деталь 21 (Фіг.10.21), а загалом шість подібних деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №10.

Нарешті, на Фіг.10.22 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №10.

На Фігурах 10.1.1, 10.2.1, 10.3.1, 10.4.1, 10.5.1, 10.6.1, 10.7.1, 10.8.1, 10.9.1, 10.10.1, 10.11.1, 10.12.1, 10.13.1, 10.14.1, 10.15.1, 10.16.1, 10.16.2, 10.17.1, 10.18.1, 10.19.1, 10.20.1 і 10.21.1 можна побачити перерізи двадцяти одної різної окремої деталі кубічної логічної іграшки №10.

На Фіг.10.23 можна побачити ці двадцять одну окрему деталь кубічної логічної іграшки №10, розміщеними на їх місцях, разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.10.24 можна побачити внутрішню поверхню першого шару в кожному напівнапрямі кубічної логічної іграшки №10 разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.10.25 можна бачити внутрішню поверхню, а на Фіг.10.25.1 можна побачити зовнішню поверхню другого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №10.

На Фіг.10.26 можна бачити внутрішню поверхню, а на Фіг.10.26.1 можна побачити зовнішню по-

верхню третього шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №10.

На Фіг.10.27 можна бачити внутрішню поверхню, а на Фіг.10.27.1 можна побачити зовнішню поверхню четвертого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №10.

На Фіг.10.28 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.10.28.1 можна побачити зовнішню поверхню п'ятого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №10.

На Фіг.10.29 можна побачити поверхню невидимого проміжного шару в кожному напрямі разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.10.30 можна побачити внутрішню поверхню проміжного шару в кожному напрямі і внутрішню поверхню п'ятого шару на напівнапрям, причому згаданий п'ятий шар підтримується на проміжному шарі, разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.10.31 можна побачити розріз окремих деталей проміжного шару в кожному напрямі і центральної невидимої тривимірної суцільної хрестовини середньою площиною симетрії куба, а також проекцію на неї окремих деталей п'ятого шару цього напівнапрям.

На Фіг.10.32 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №10, для формування внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використано п'ять конічних поверхонь на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.10.33 можна бачити в аксонометричній проекції п'ять видимих шарів на напівнапрям разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Нарешті, на Фіг.10.34 можна побачити завершену форму кубічної логічної іграшки №10.

Кубічна логічна іграшка №10 загалом складається із шестисот трьох (603) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Ретельне дослідження прикладів II, IV, VI.a, VI.b, VIII та X (стосовно кубічних логічних іграшок з парними номерами № 2, 4, 6a, 6b, 8 та відповідно 10) і особливо номерів окремих деталей, які видимі (позначені символом V) та невидимі (позначені символом NV) користувачеві іграшки, показує, що ці номери знаходяться в певному відношенні з кількістю прямих конічних поверхонь. Наступні формули можуть виражатися таким чином:

$$V = 8 \cdot \left[ 6 \cdot \frac{k(k-1)}{2} + 1 \right] \text{ і } NV = 6 \cdot (4k-1)$$

де  $k=1, 2, 3, 4$  або  $5$  (а  $N$  є парним числом, тобто  $N=2k=2, 4, 6, 8$  або відповідно  $10$ ). Таблиця значень  $V$  та  $NV$  для відповідних значень  $k$  дається нижче для підтвердження правильності цих формул та відповідності їх результатів з числами, вже зазначеними в прикладах.

XI. Коли  $k=5$ , тобто коли ми використовуємо п'ять конічних поверхонь на напіввісь тривимірної

прямокутної декартової системи координат, а  $N=2k+1=2 \times 5+1=11$ , тобто для кубічної логічної іграшки №11, завершена форма якої по суті кубічна, а її поверхні складаються із сферичних поверхонь великого радіуса, ми маємо знову двадцять один (21) різний вид невеликих деталей, всі з яких видимі користувачу іграшки.

Деталь 1 (Фіг.11.1), а загалом вісім подібних деталей, деталь 2 (Фіг.11.2), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 3 (Фіг.11.3), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 4 (Фіг.11.4), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 5 (Фіг.11.5), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 6 (Фіг.11.6), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 7 (Фіг.11.7), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 8 (Фіг.11.8), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 9 (Фіг.11.9), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 10 (Фіг.11.10), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 11 (Фіг.11.11), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 12 (Фіг.11.12), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 13 (Фіг.11.13), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 14 (Фіг.11.14), а загалом сорок вісім подібних деталей, які в парах є дзеркальними відображеннями, деталь 15 (Фіг.11.15), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 16 (Фіг.11.16), а загалом дванадцять подібних деталей, деталь 17 (Фіг.11.17), а загалом двадцять чотири подібних деталі, деталь 18 (Фіг.11.18), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 19 (Фіг.11.19), а загалом двадцять чотири подібні деталі, деталь 20 (Фіг.11.20), а загалом двадцять чотири подібні деталі, та деталь 21 (Фіг.11.21), а загалом шість подібних деталей, верхівки кубічної логічної іграшки №11. Остаточна, на Фіг.11.22 можна побачити невидиму центральну тривимірну суцільну хрестовину, якою утримується куб №11.

На Фігурах 11.1.1, 11.2.1, 11.3.1, 11.4.1, 11.5.1, 11.6.1, 11.7.1, 11.8.1, 11.9.1, 11.10.1, 11.11.1, 11.12.1, 11.13.1, 11.14.1, 11.15.1, 11.16.1, 11.16.2, 11.17.1, 11.18.1, 11.19.1, 11.20.1 і 11.21.1 можна побачити перерізи двадцяти одної різної окремої деталі кубічної логічної іграшки №11.

На Фіг.11.23 можна побачити ці двадцять одну окремі деталі кубічної логічної іграшки №11, розміщені на своїх місцях разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.11.24 можна побачити внутрішню поверхню першого шару на напівнапрям кубічної логічної іграшки №11 разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.11.25 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.11.25.1 можна побачити зовнішню поверхню другого шару на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат кубічної логічної іграшки №11.

На Фіг.11.26 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.11.26.1 можна побачити зовнішню поверхню третього шару на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат кубічної логічної іграшки №11.

На Фіг.11.27 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.11.27.1 можна побачити зовнішню поверхню четвертого шару на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат кубічної логічної іграшки №11.

На Фіг.11.28 можна побачити внутрішню поверхню, а на Фіг.11.28.1 можна побачити зовнішню поверхню п'ятого шару на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат кубічної логічної іграшки №11.

На Фіг.11.29 можна побачити проміжний шар на напрям разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

На Фіг.11.30 можна побачити розріз окремих деталей проміжного шару на напрям разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб, середньою площиною симетрії куба №11.

На Фіг.11.31 можна побачити геометричні характеристики кубічної логічної іграшки №11, для формування внутрішніх поверхонь окремих деталей якої використані п'ять конічних поверхонь на напівнапрям тривимірної прямокутної декартової системи координат.

На Фіг.11.32 ми можемо подивитися в аксонометричній проекції п'ять шарів в кожному напівнапрямі і шостий шар в кожному напрямі, а також проміжний шар разом з невидимою центральною тривимірною суцільною хрестовиною, якою утримується куб.

Нарешті, на Фіг.11.33 можна побачити завершено форму кубічної логічної іграшки №11.

Кубічна логічна іграшка №11 загалом складається з шестисот трьох (603) окремих деталей разом з невидимою центральною тривимірною

суцільною хрестовиною, якою утримується куб, така ж кількість деталей, як в кубічній логічній іграшці 10.

Як вже пояснювалось, коли  $N$  непарне, тобто  $N=2k+1$ , то усі окремі невеликі здатні до повертання деталі видимі користувачеві іграшки. Тільки центральна тривимірна хрестовина, на якій утримується куб, невидима. Оскільки загальна кількість деталей (включаючи згадану свердловину) дорівнює  $T=6(2k)^2+3$ , то кількість (видимих) окремих невеликих здатних до повертання деталей очевидно дорівнює  $6(2k)^2+2$ , де  $k=1, 2, 3, 4$  або  $5$  (а  $N$  непарне, тобто  $N=2k+1=3, 5, 7, 9$  або відповідно  $11$ ).

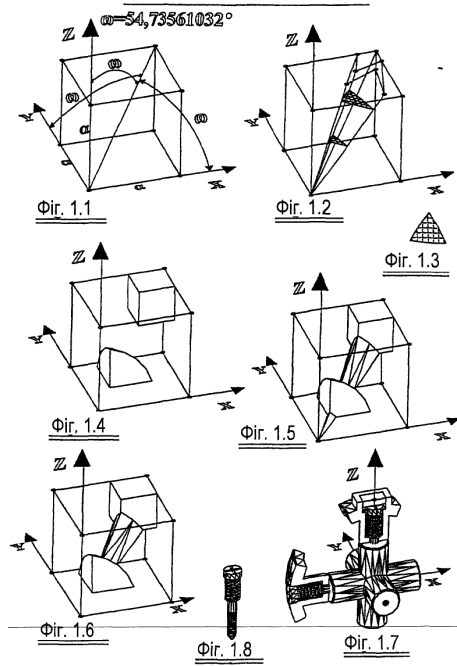
Як конструкційний матеріал для твердотільних деталей може бути запропонованим переважно високошортний пластик, тоді як для  $N=10$  і  $N=11$  він може бути замінений алюмінієм.

Остаточно, слід згадати, що аж до кубічної логічної іграшки №7 ми не чекаємо зустрітися з проблемами зношення окремих деталей за рахунок швидкісного збирання куба.

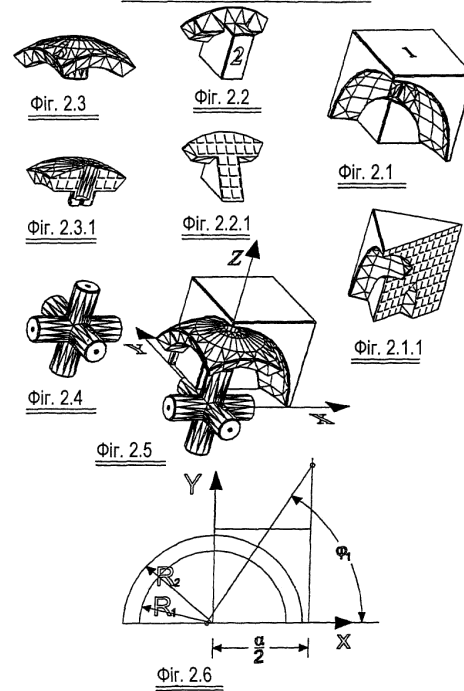
Можливі проблеми зношення кутових деталей, які переважно найбільше зношуються під час швидкісного збирання кубів від №8 до №11, можна перебороти, якщо під час конструювання кутових деталей, їх конічні клиновидні частини укріплювати з допомогою відповідного металевого стрижня, який проляже в напрямі діагоналі куба. Цей стрижень буде починатися від нижньої сферичної частини, уздовж діагоналі куба і закінчиться в найвищій кубічній частині кутових деталей.

Додатково, можливі проблеми, пов'язані зі швидкісним збирання кубів від №8 до №11, можуть виникнути лише через велику кількість окремих деталей, що входять до складу цих кубів, а саме, 387 згаданих деталей для кубів №8 і №9 та 603 для куба №10. Ці проблеми можна подолати лише за рахунок дуже обережного конструювання цих кубів.

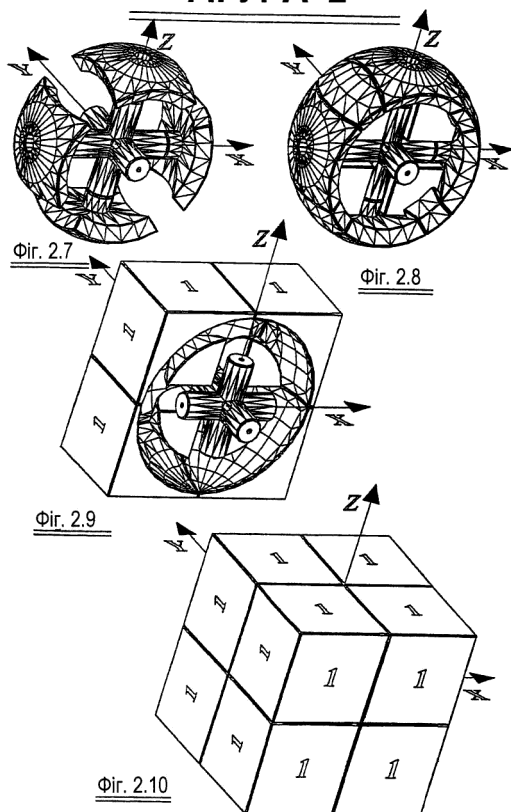
## ΦΙΓΥΡΑ 1



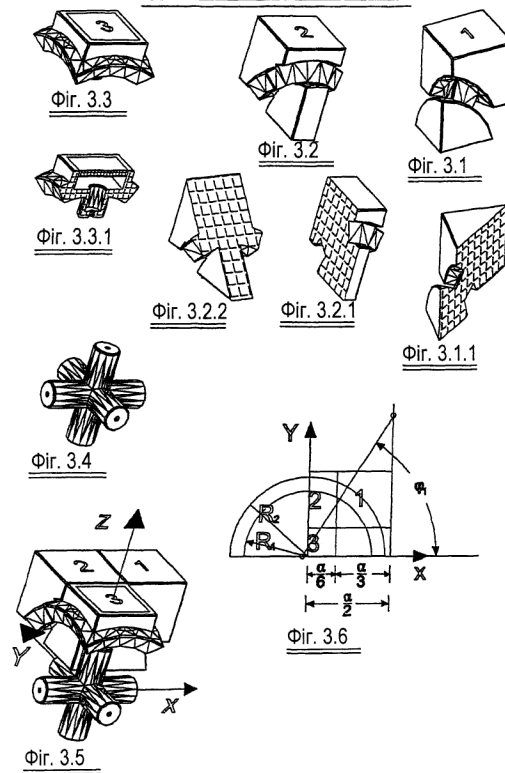
## ΦΙΓΥΡΑ 2



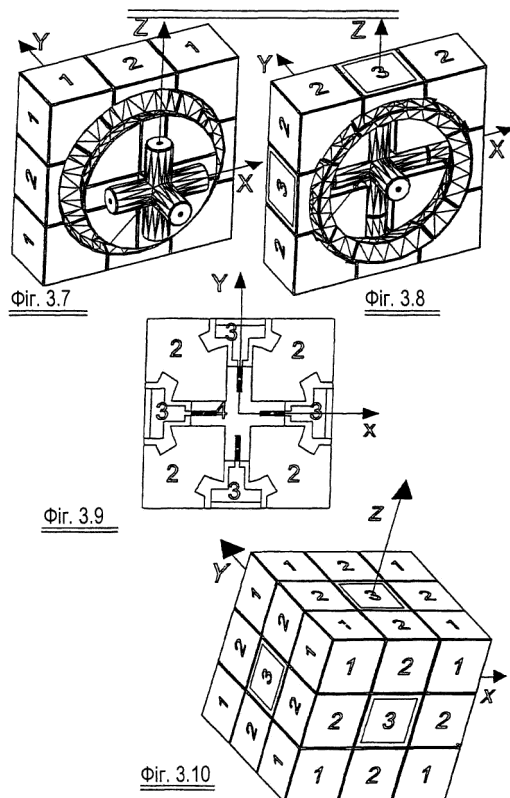
## ΦΙΓΥΡΑ 2



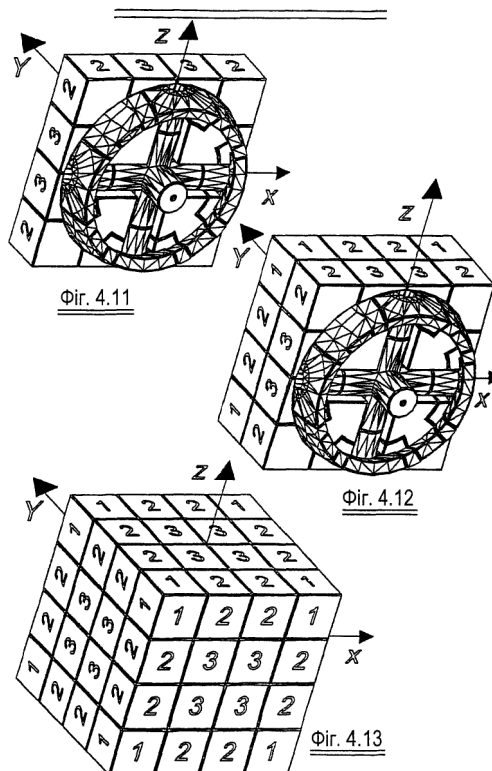
## ΦΙΓΥΡΑ 3



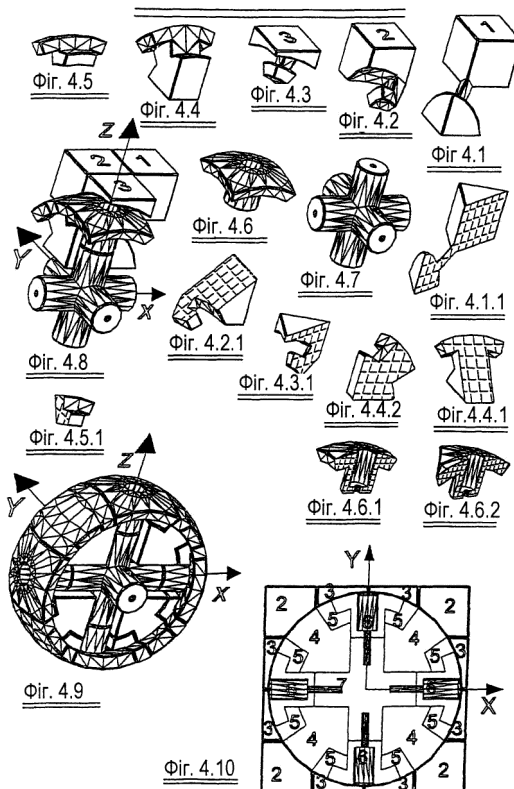
### ΦΙΓΥΡΑ 3



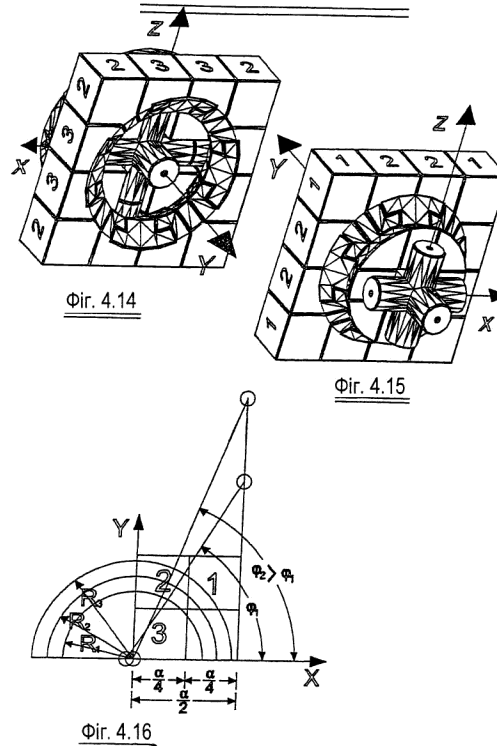
### ΦΙΓΥΡΑ 4



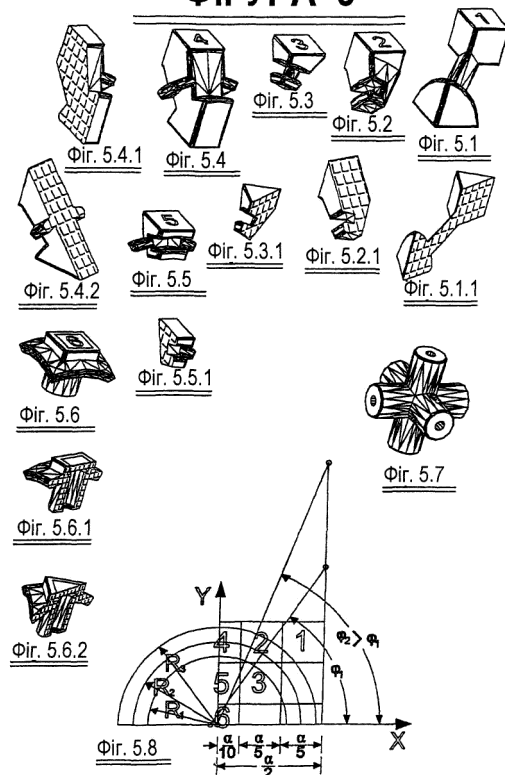
### ΦΙΓΥΡΑ 4



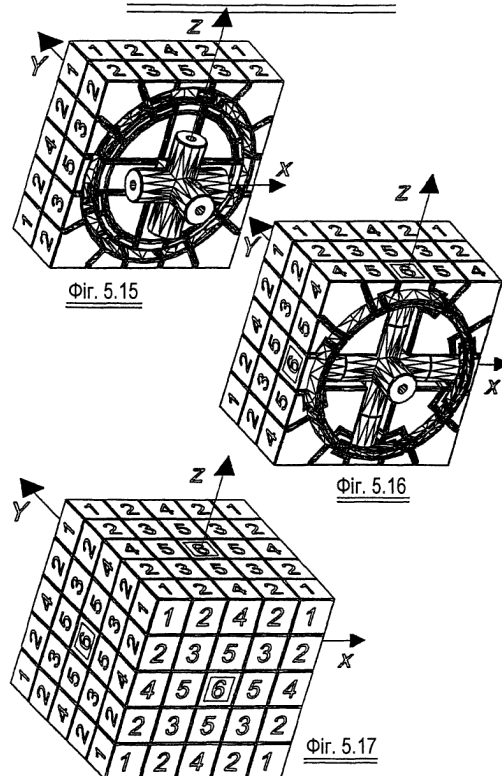
### ΦΙΓΥΡΑ 4



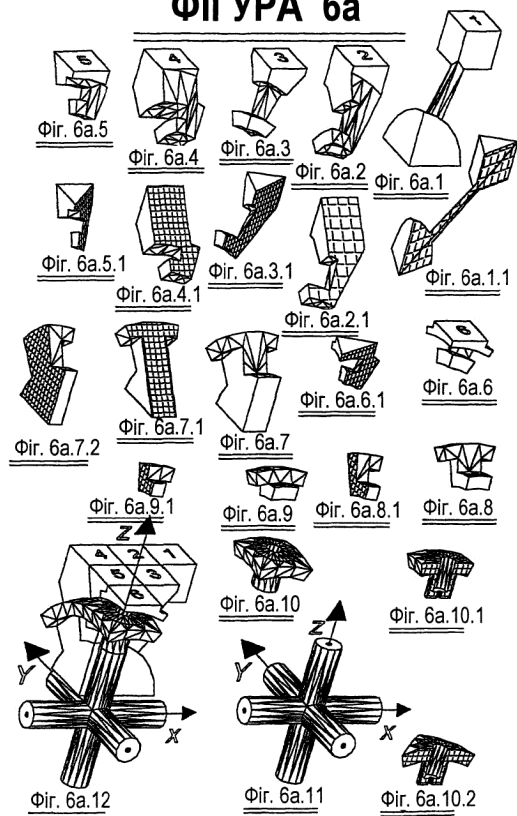
# **ФИГУРА 5**



# **ФИГУРА 5**

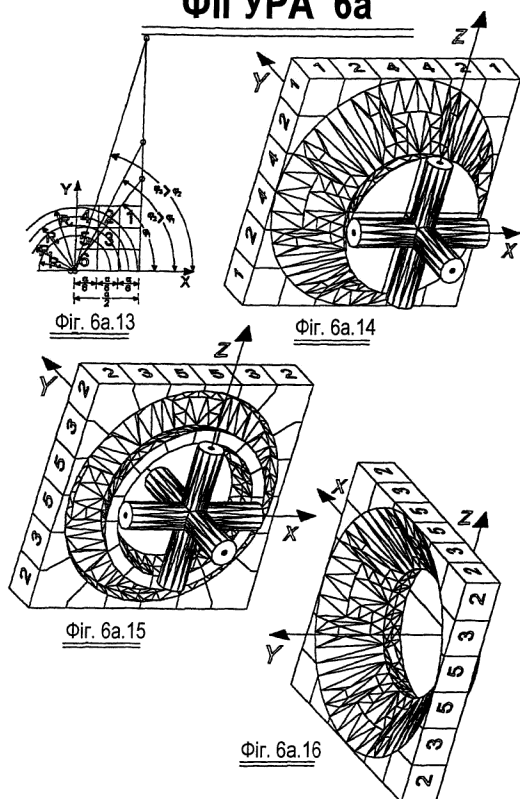


# **ФИГУРА 6a**

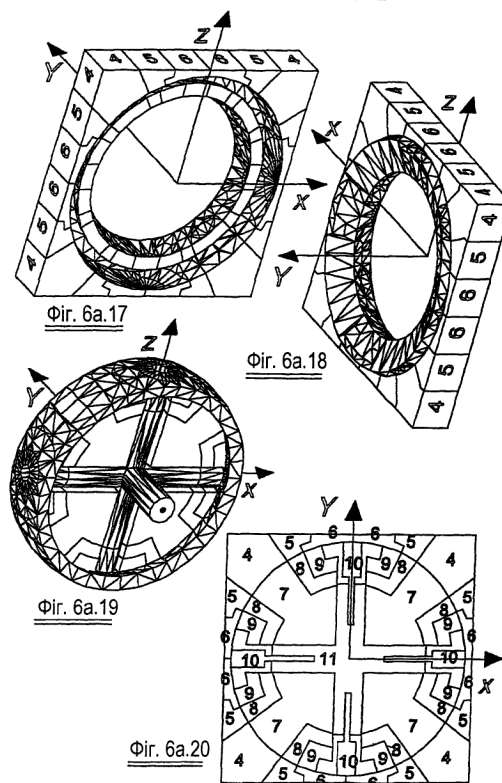




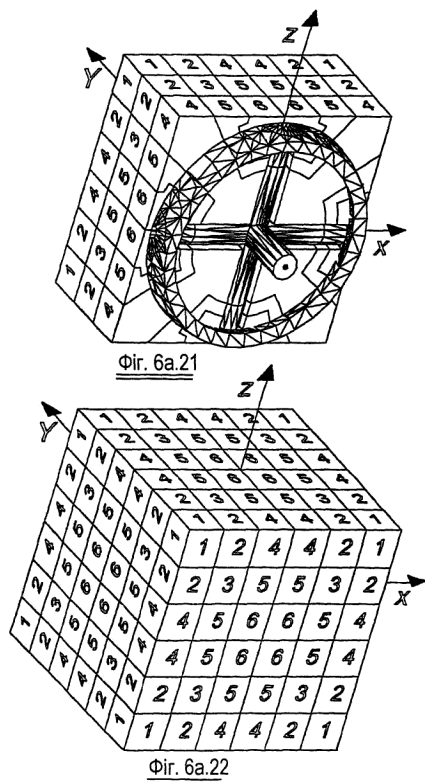
# **ΦΙΓΥΡΑ 6a**



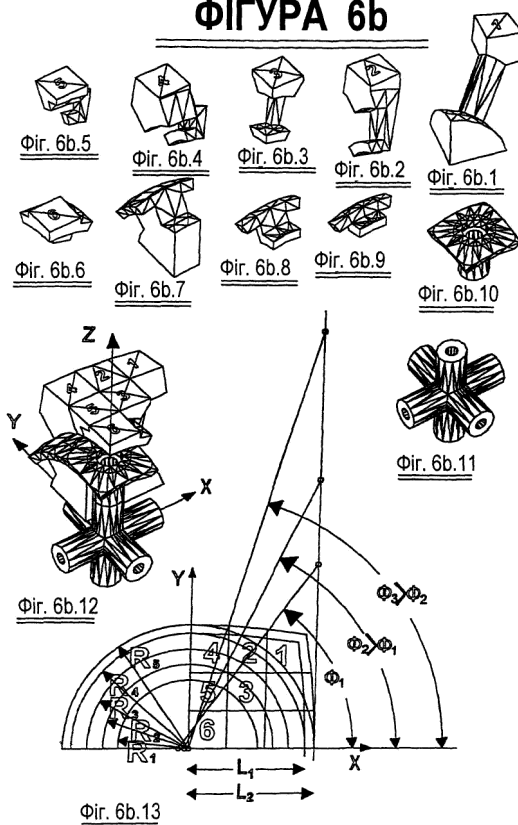
# **ΦΙΓΥΡΑ 6a**



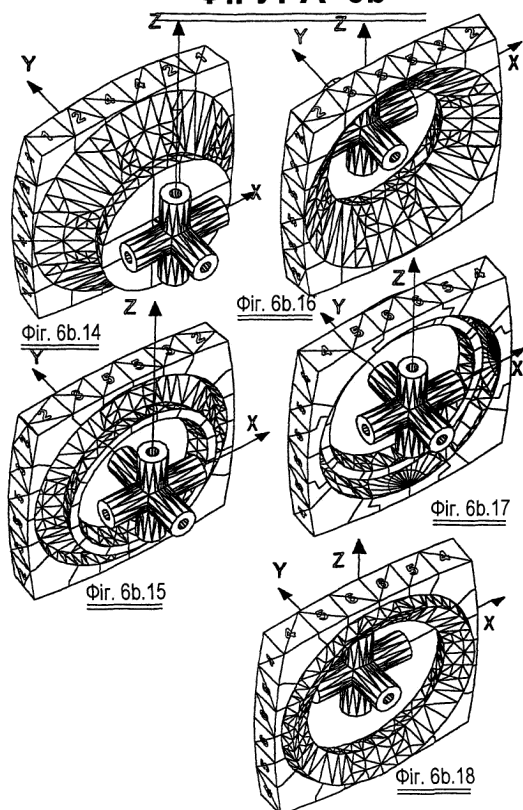
# **ΦΙΓΥΡΑ 6a**



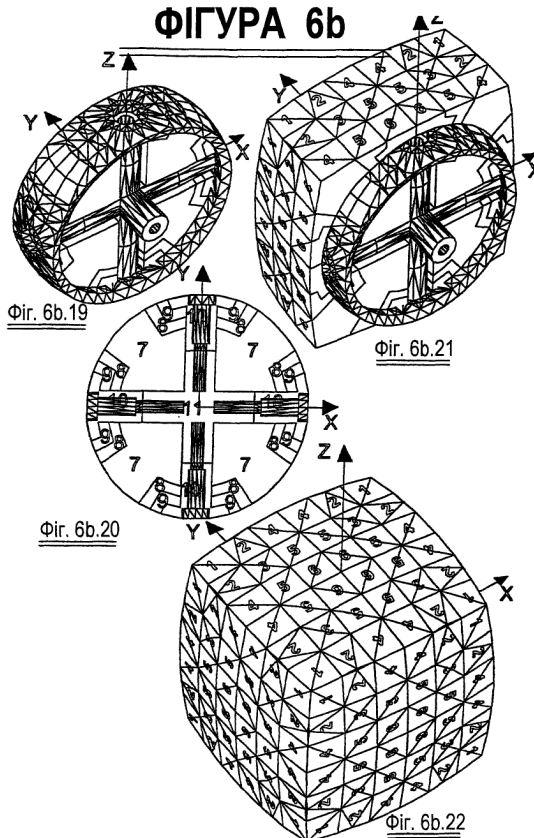
# **ΦΙΓΥΡΑ 6b**



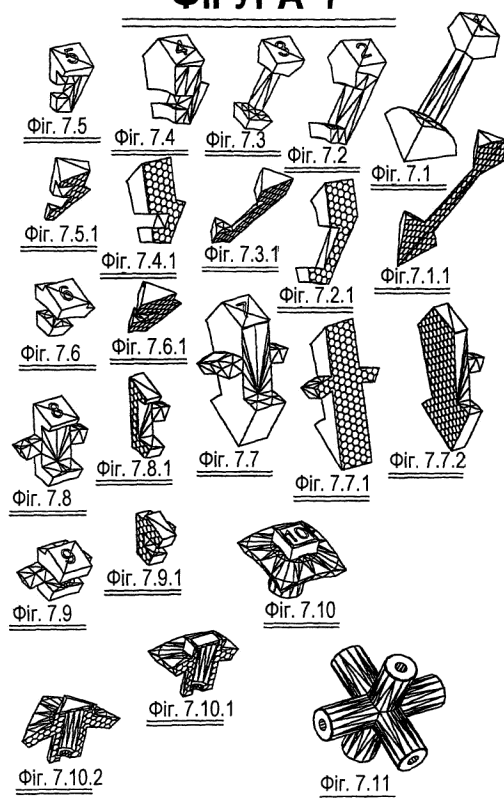
ΦΙΓΥΡΑ 6b



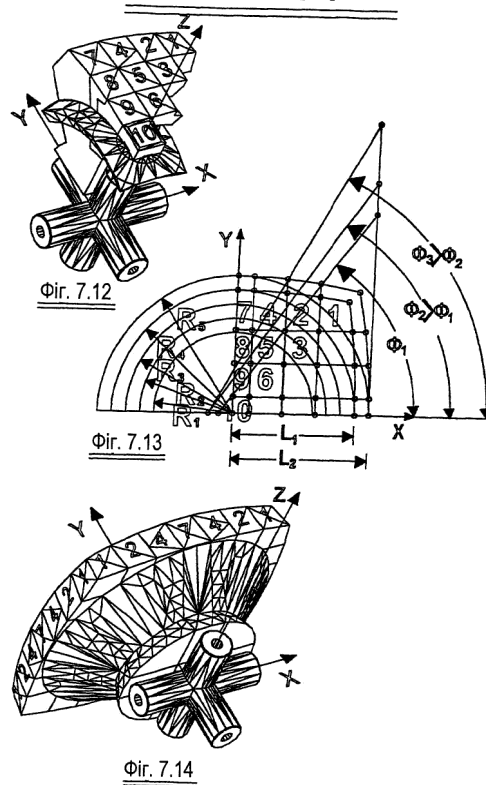
ΦΙΓΥΡΑ 6b



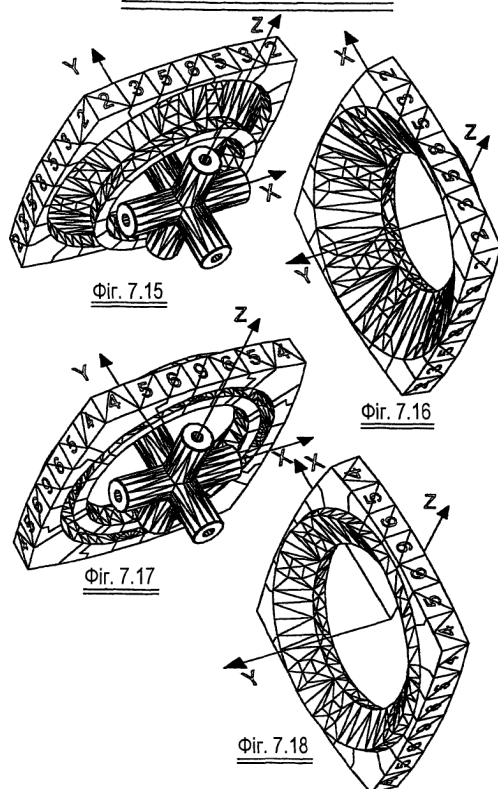
ΦΙΓΥΡΑ 7



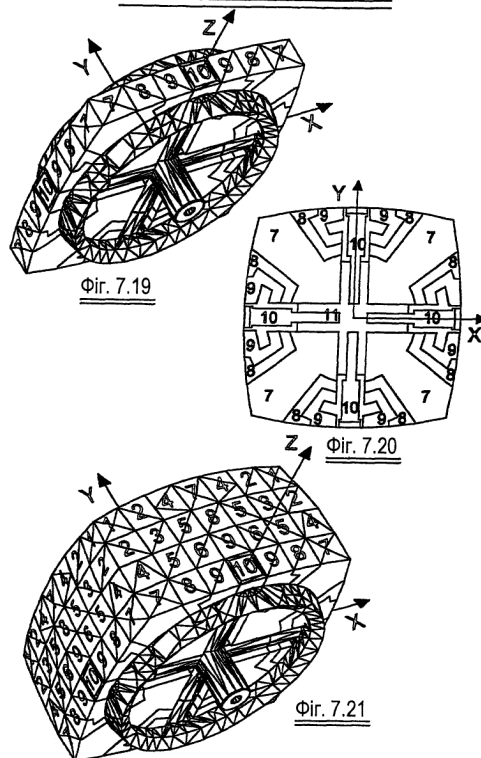
ΦΙΓΥΡΑ 7



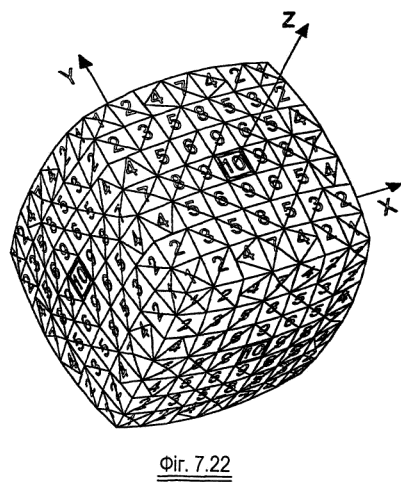
# **ΦΙΓΥΡΑ 7**



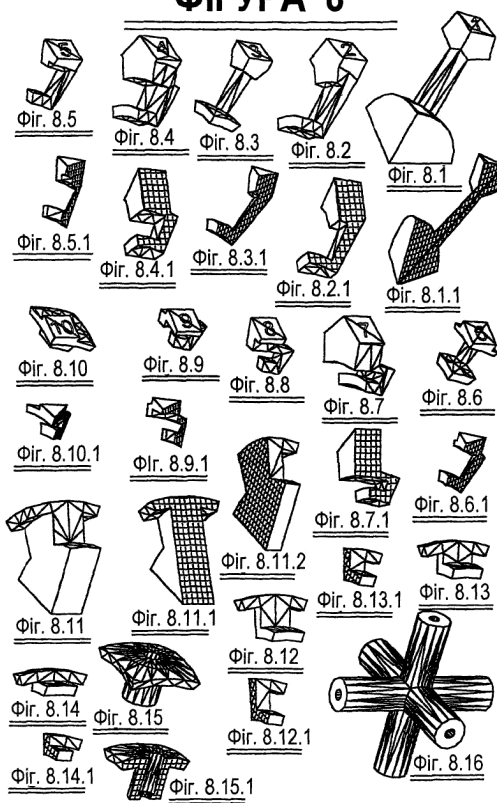
# **ΦΙΓΥΡΑ 7**



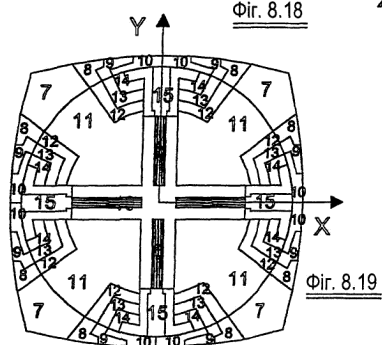
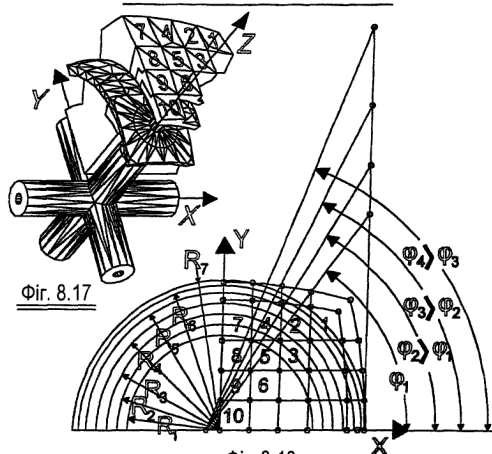
# **ΦΙΓΥΡΑ 7**



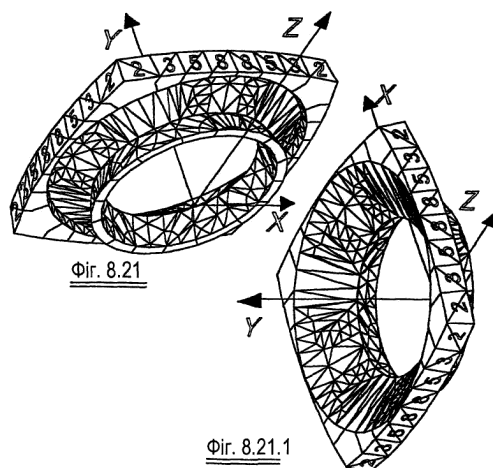
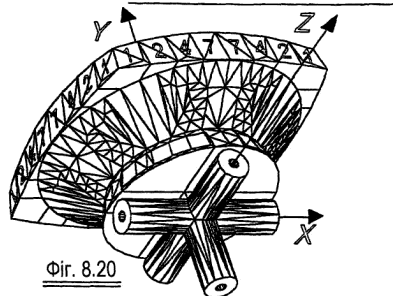
# **ΦΙΓΥΡΑ 8**



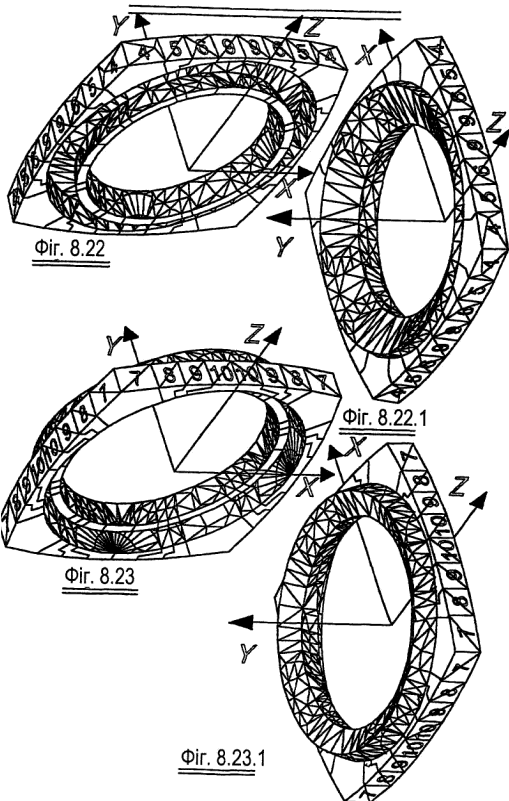
# ΦΙΓΥΡΑ 8



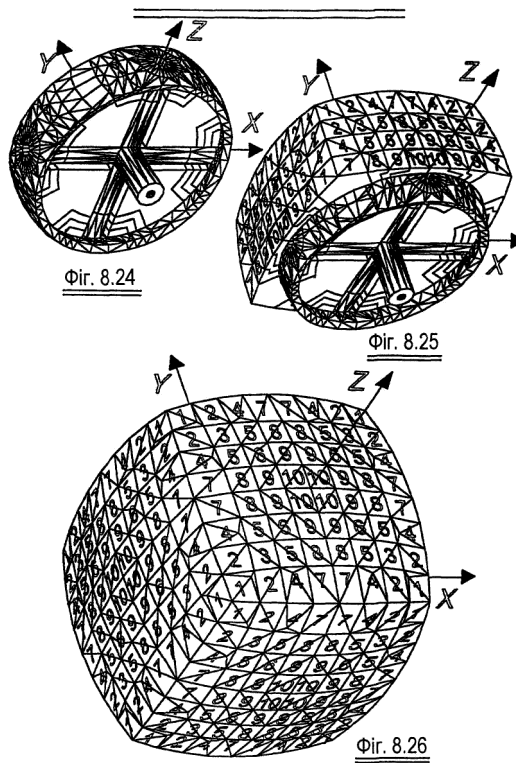
# ΦΙΓΥΡΑ 8



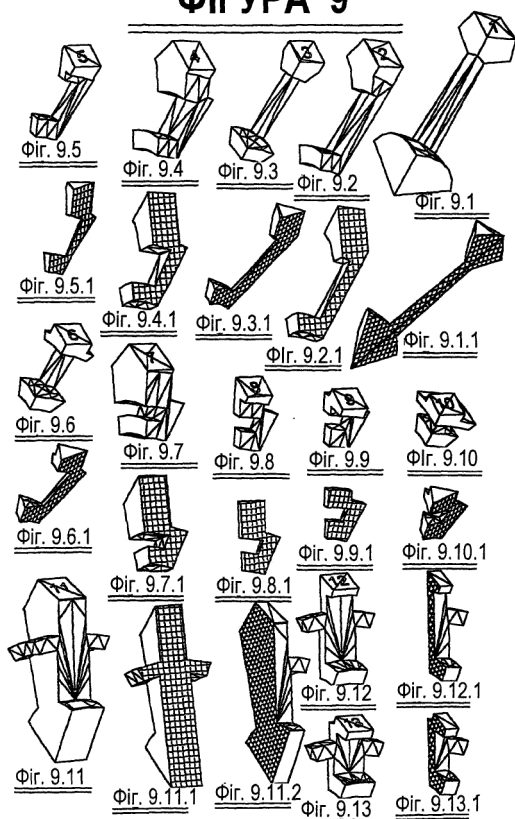
# ΦΙΓΥΡΑ 8



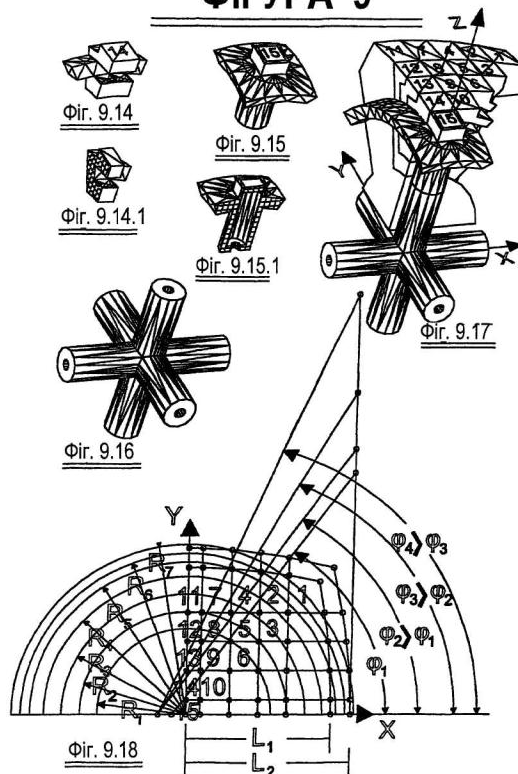
# ΦΙΓΥΡΑ 8



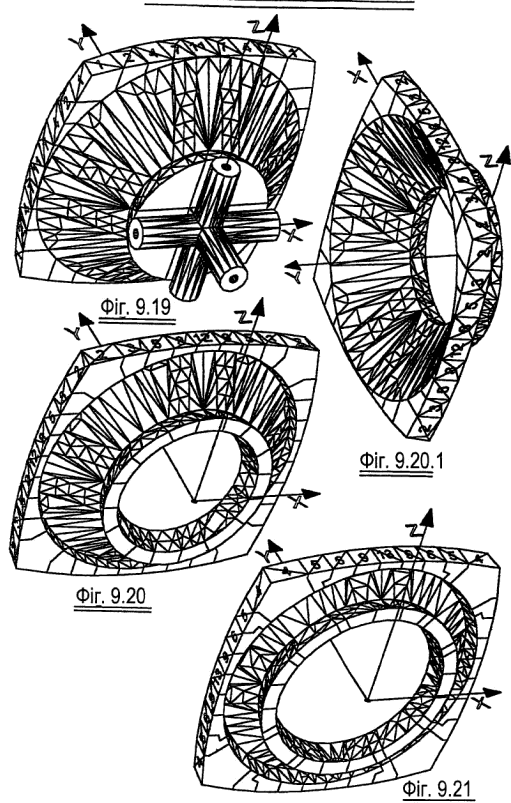
ФИГУРА 9



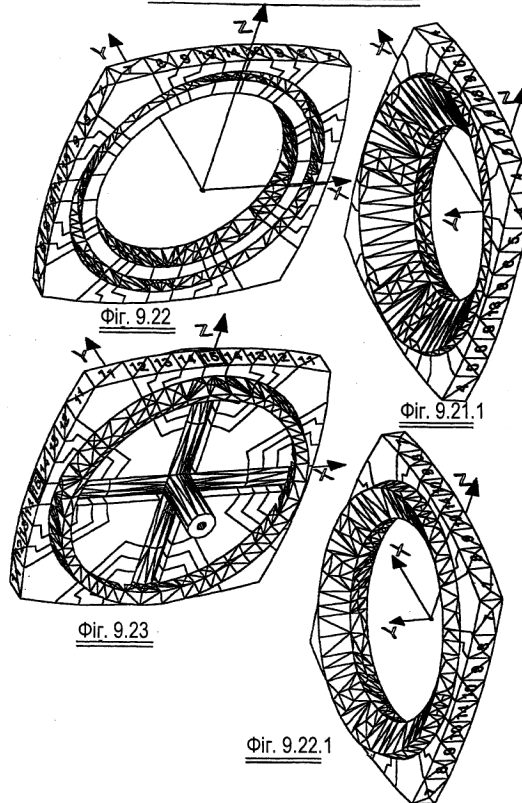
ФИГУРА 9



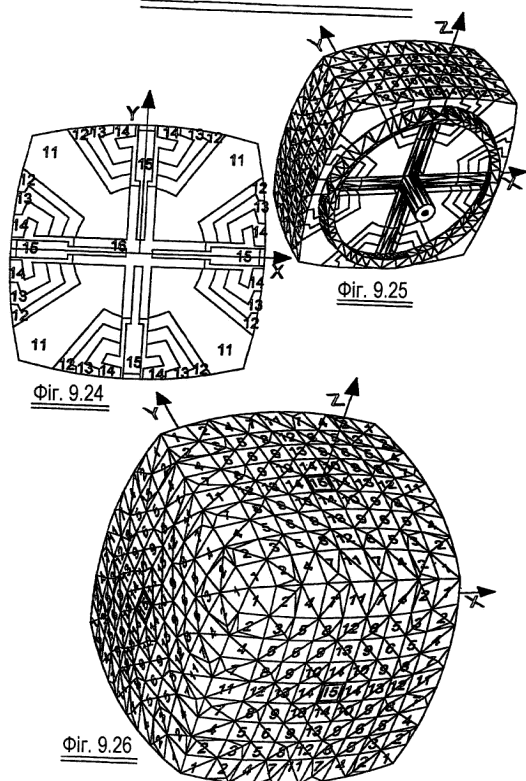
ФИГУРА 9



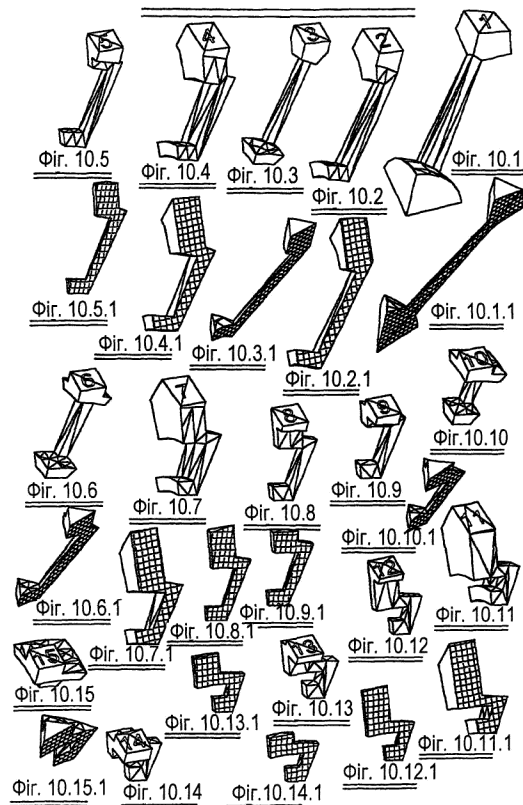
ФИГУРА 9



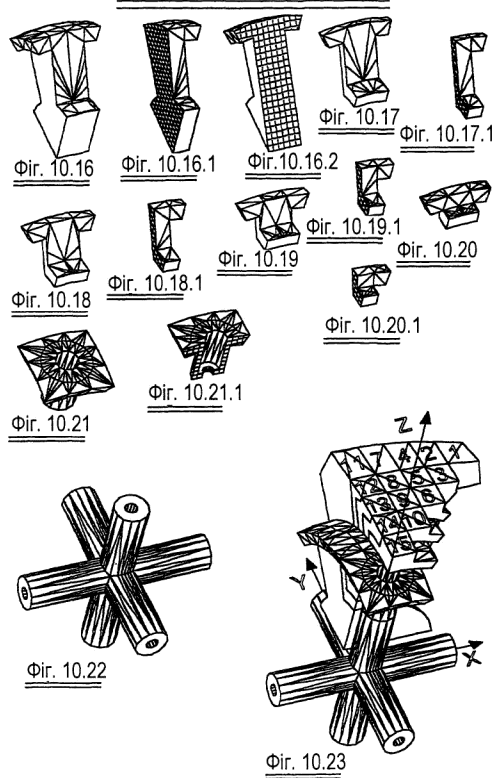
# ΦΙΓΥΡΑ 9



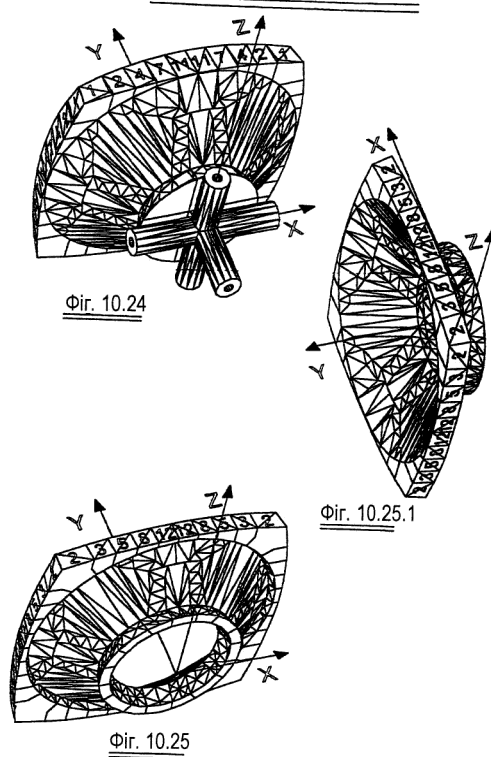
# ΦΙΓΥΡΑ 10



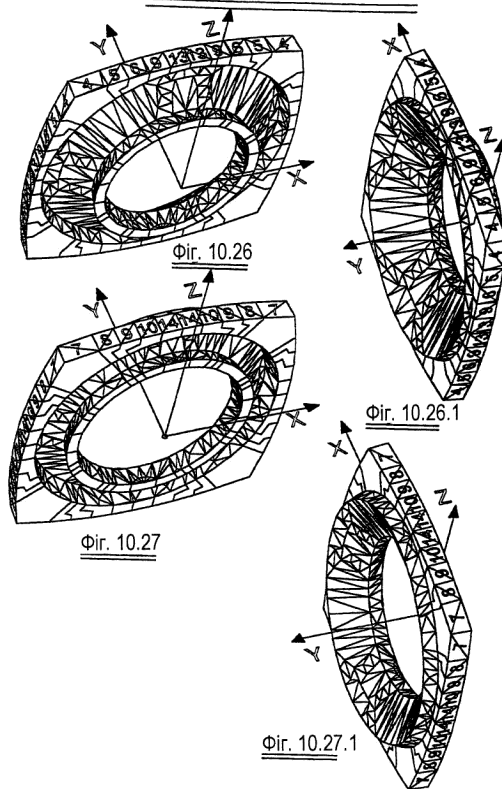
# ΦΙΓΥΡΑ 10



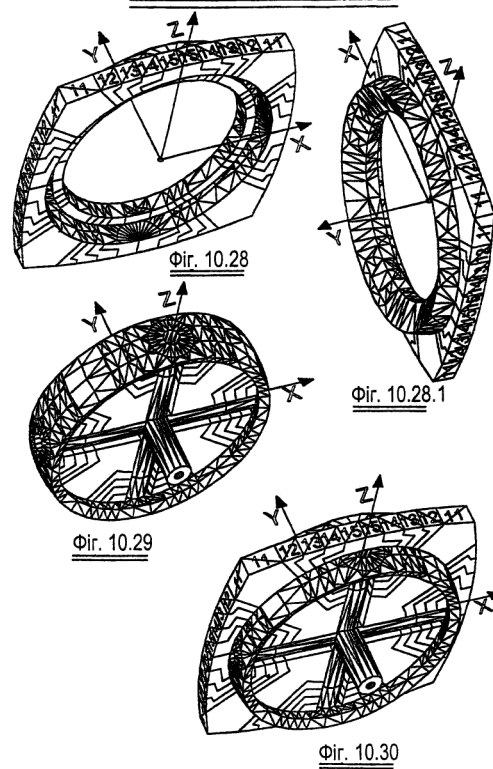
# ΦΙΓΥΡΑ 10



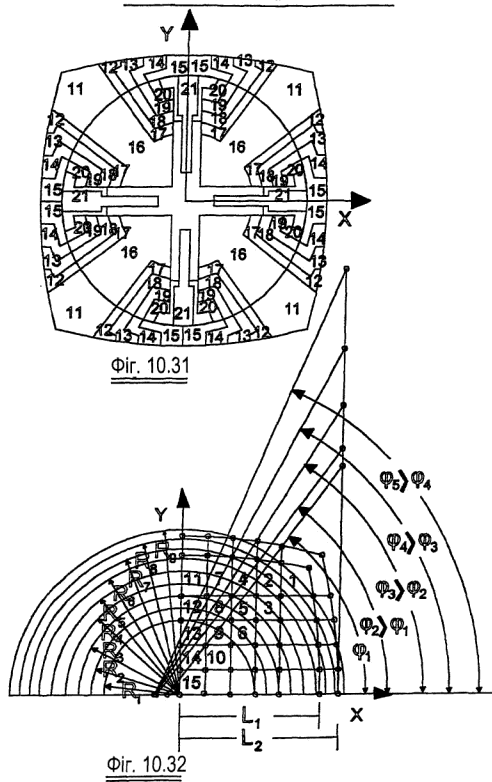
ΦΙΓΥΡΑ 10



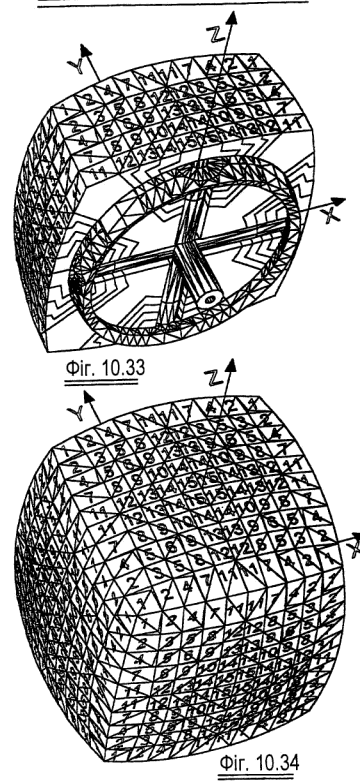
ΦΙΓΥΡΑ 10



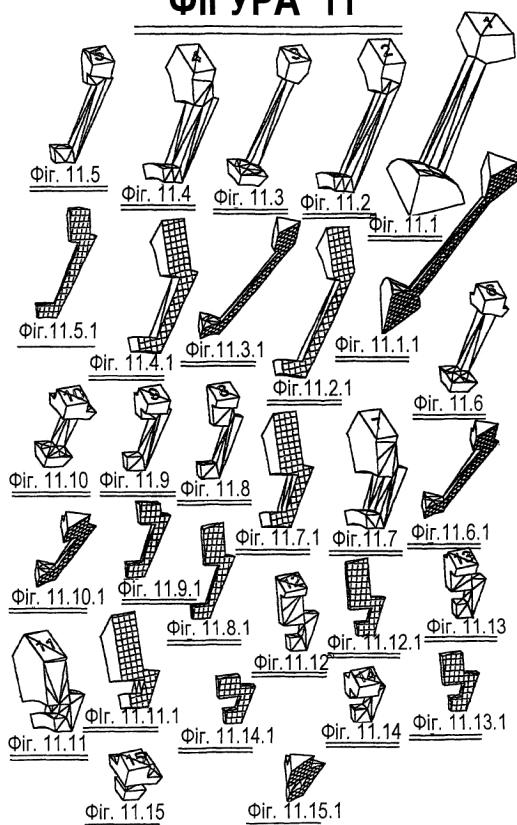
ΦΙΓΥΡΑ 10



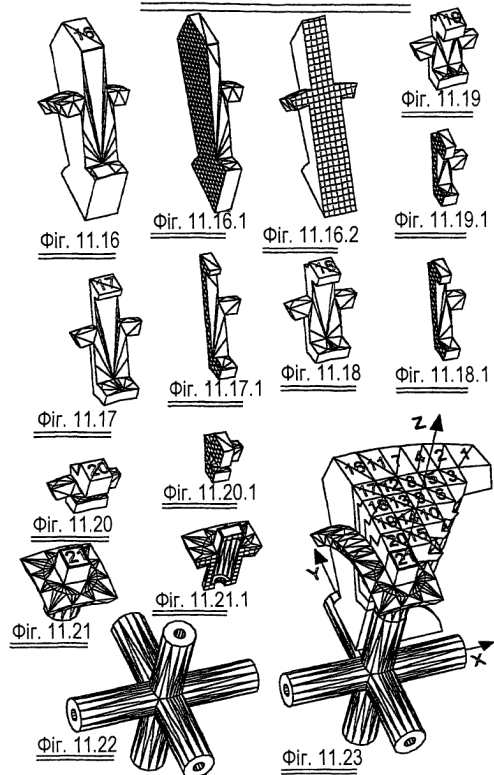
ΦΙΓΥΡΑ 10



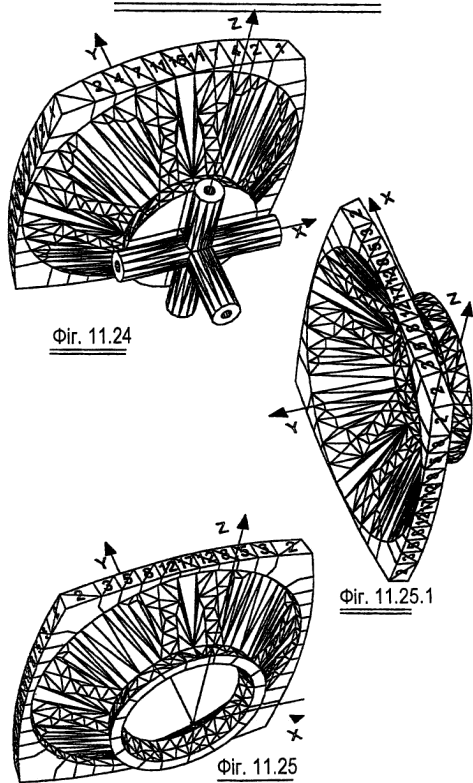
# **ΦΙΓΥΡΑ 11**



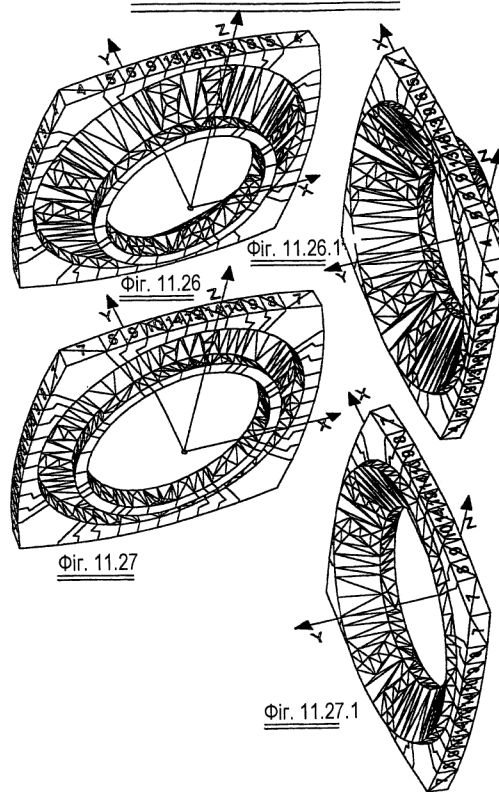
# **ΦΙΓΥΡΑ 11**



# **ΦΙΓΥΡΑ 11**

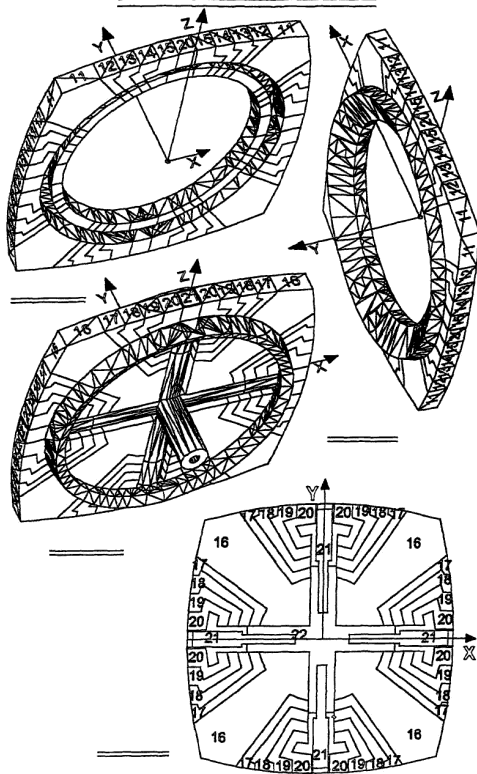


# **ΦΙΓΥΡΑ 11**

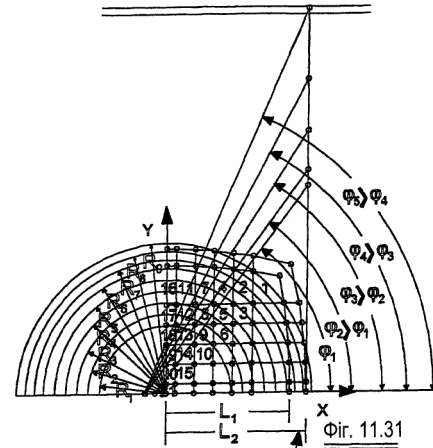




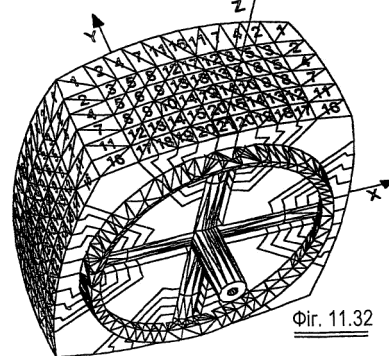
ФІГУРА 11



ФІГУРА 11

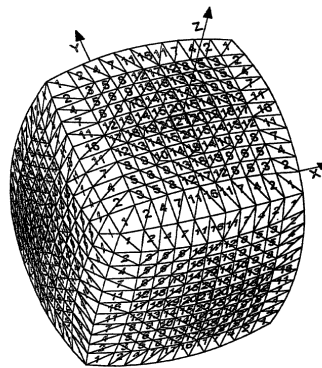


Фіг. 11.31



Фіг. 11.32

ФІГУРА 11



Фіг. 11.33