



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61423 (13) A

(51) 7 E04B1/00, E04B7/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПНЕВМАТИЧНЕ ПОКРИТТЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

1

2

(21) 2003020947

(22) 04 02 2003

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р.

(72) Сисойлов Микола Валентинович, Лаврик Геннадій Іванович, Подгорний Олексій Леонтійович, Сисойлов Ігор Миколайович, Чистякова Юлія Володимирівна

(73) ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ, Сисойлов Микола Валентинович

(57) Пневматичне покриття будівель і споруд, яке містить цілісну лінзову систему, що опирається на

зовнішній опорний контур та на центральний опорний контур, прикріплений до обертого на ванті підтримуючого пристрою з об'язками, яке відрізняється тим, що підтримуючий пристрій додатково обладнаний рухомим телескопічним елементом, з'єднаним з центральним опорним контуром, а в зоні зовнішнього контуру до його опорних елементів прикріплені ролики, крізь які пропущена ванта, при цьому вона жорстко закріплена на підоснові за допомогою фіксуючих барабанів, а лінзова система додатково обладнана допоміжним нагнітальним пристроєм

Винахід відноситься до будівництва, а саме - до пневматичних систем будівельних конструкцій, і може бути використаний при улаштуванні покриття будівель і споруд різного призначення при різноманітному обрисі в плані, наприклад, палаців спорту, палаців культури, промислових корпусів, овочесховищ, зерносховищ, тощо

Відомі пневматичні лінзоподібні покриття [1], які використовують конструктивне рішення на основі поєднання роботи верхньої та нижньої мембран, герметично з'єднаних між собою по контуру. В внутрішній області лінзи за допомогою вентиляційної установки утворюється надлишковий тиск повітря, внаслідок чого мембрани підтримуються в проектній формі

Одним з найголовніших недоліків цих систем є те, що в режимі тривалого підтримання надлишкового тиску вони недостатньо надійні в експлуатації, а при використуванні їх в режимі відсутнього надлишкового тиску - не забезпечують необхідного водовідведення, внаслідок чого на поверхні покриття, зокрема, в центральній її частині, створюється великий водяний мішок, що призводить до дестабілізації будівельної конструкції та її перенавантаження. Неможливість створення рівних умов використання конструкцій в різних режимах експлуатації, як при використанні надлишкового тиску повітря, так і при його відсутності усередині лінзи, - найголовніший недолік розглянутих конструкцій

Найбільш близькою до пропонованої є конструкція [2], яка, завдяки використанню підтримуючого пристрою з об'язками, що спирається на ванті, закріплені на опорних елементах, відтворює цілісну колоподібну лінзову систему, що поєднує два окремих пояси - верхній та нижній, виконані у вигляді з'єднаних по контуру мембран, в єдину лінзу, оберту по зовнішньому контуру на опорні конструкції, а по центральному контуру - на підтримуючий пристрій, причому на верхньому та нижньому поясах мембран розміщені гнучкі елементи. При відсутності надлишкового тиску повітря усередині лінзи верхня мембрана опускається на нижню мембрану і підтримується нижніми гнучкими елементами. Цим встановлюються можливість та приблизно рівні умови обох режимів експлуатації конструкції покриття, як при застосуванні надлишкового тиску повітря усередині лінзи, так і при його відсутності

Недоліком цієї системи є те, що вона, позбувшись центрального водяного мішку, не гарантує повного водовідведення з поверхні покриття в режимі відсутності надлишкового тиску повітря, зокрема, уздовж її зовнішнього контуру, що призводить до перенавантаження елементів конструкції опорного контуру, виникненню додаткових згинаючих моментів, локальної дестабілізації конструкції, тощо

Теоретично повний водовідвід в режимі відсутності надлишкового тиску повітря усередині лінзи

(13) A
(11) 61423
(19) UA

забезпечується правильно підбраною довжиною нижнього гнучкого елемента та загальною формою провисання нижньої та верхньої мембран. Зокрема, у стані, коли верхня мембрана опускається на нижню мембрану, найнижчі точки провисання усієї системи, що розташовані уздовж зовнішнього контуру верхньої мембрани, повинні співпадати в плані з точками опори лінзи на зовнішній опорний контур. Якщо найнижчі точки провисання цієї системи розташовані між точками опори лінзи на зовнішній та центральний опорний контури, то уздовж лінзи, умовно проведеної через вказані найнижчі точки, формується локальна спільна водяних мішків, зокрема, це може бути єдина замкнута система уздовж всього опорного контуру. В цьому випадку для ліквідації водяних мішків необхідний перехід всієї конструктивної системи із режиму відсутності надлишкового тиску повітря в режим його застосування усередині лінзи. Якщо зауважити, що атмосферні опади взагалі є величина випадкова, як по частоті випадання, так і по своїй тривалості, то залежність переходу конструкції покриття із одного режиму в другий від випадкової величини також треба вважати одним з найголовніших недоліків цієї системи.

Навіть при правильно підібраних параметрах, що впливають на формування "потрібної" стріли провисання верхньої та нижньої мембран, коли водяні мішки не створюються уздовж зовнішнього опорного контуру, розглянута система не дає гарантії, що при її використуванні тривалий час збережуться умови повного водовідведення з поверхні покриття в режимі відсутності надлишкового тиску повітря.

Так, через мінливість активного навантаження (сніг, дощ, вітер, температурні коливання, тощо) та внаслідок фізичних властивостей матеріалу конструкції, що працює на розтяг тривалий час, неминує настання моменту, коли загальна умовна довжина мембрани уздовж лінії перерізу збільшується настільки, що докорінно міняється геометрія первісної конструкції лінзи, внаслідок чого спостерігається часткове або повне перенесення найнижчих точок провисання системи усередину між точками опори лінзи на зовнішній та центральний опорний контури, тобто порушуються умови повного водовідведення з поверхні покриття в режимі відсутності надлишкового тиску повітря.

Окрім того, конструкція покриття, завдяки збільшенню довжини підтримуючої ванти та загальної умовної довжини мембрани уздовж лінії перерізу, "просідає", зменшуючи корисний простір споруди, що перекривається. Це погано впливає не тільки на забезпечення постійності напруження верхнього та нижнього поясів системи, але й на характер розподілу напружень уздовж швів з'єднання розкроєного мембранного матеріалу, а також в вузлах дотику мембрани з гнучкими елементами. Причому, застосування в режимі нагнітання надлишкового тиску повітря лише однієї повітряної установки призводить до нерівномірного підйому поясів лінзи, що також погано впливає не тільки на характер розподілу зазначених попереду напружень, але й на загальну стабілізацію конструкції покриття.

Окрім того, виведення в проектне положення

підтримуючого пристрою, забезпечення натягу вант, їх закріплення на опорних елементах, паралельне відтворення цілісної лінзової системи, її спирання як по зовнішньому, так і по центральному контуру, тощо, передбачають значні монтажні роботи, які додатково ускладнюються тим, що необхідно дотримуватись розрахованого профілю "потрібної" стріли провисання зовнішнього контуру верхнього та нижнього поясів мембрани, щоб уникнути можливості створення водяних мішків уздовж зовнішнього опорного контуру.

Більш того, в розглянутій системі при застосуванні перехідного режиму "здуття" лінзи неминує настання моменту, коли процес укладання верхнього поясу мембрани на нижній пояс закінчується "вихлопом" конструкції внаслідок інваріантності умовної довжини лінзи уздовж перерізу та незмінності її опорних точок. Це призводить не тільки до локальної розгерметизації швів, але й до загальної дестабілізації всієї конструкції.

Основою винаходу є задача удосконалення пневматичного покриття, в якому за рахунок особливостей конструктивного виконання його елементів підтримується постійність геометрії первісної конструкції, мінімізується можливість створення водяних мішків на поверхні зовнішньої мембрани з повною ліквідацією явища "вихлопу" в режимі "здуття" лінзи, полегшується процес виведення в проектне положення підтримуючого пристрою з паралельною фіксацією розрахованої стріли "провисання", а також створення рівних умов використання конструкції в різних режимах експлуатації, як при використанні надлишкового тиску повітря, так і при його відсутності усередині лінзи.

Пневматичне покриття будівель і споруд, яке містить цілісну лінзову систему, що спирається на зовнішній опорний контур та на центральний опорний контур, прикріплений до обертого на ванті підтримуючого пристрою з об'язками, відповідно до винаходу додатково обладнане рухомим телескопічним елементом, з'єднаним з центральним опорним контуром, а в зоні зовнішнього контуру до його опорних елементів прикріплені ролики, крізь які пропущена ванта, при цьому вона жорстко закріплена на підставі за допомогою фіксуючих барабанів, а лінзова система додатково обладнана допоміжним нагнітальним пристроєм.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 показана первісна геометрія конструктивної системи пневматичного покриття в режимі відсутності надлишкового тиску усередині лінзи з розрахованою загальною довжиною провисаючої мембрани уздовж лінії перерізу, як в початковому, так і в проектному положенні. На фіг. 2 показане пневматичне покриття в режимі застосування надлишкового тиску усередині лінзи з використанням двох симетрично розташованих нагнітаючих повітряних пристроїв (загальна товщина верхнього та нижнього поясів мембран лінзи умовно показана збільшеною). На фіг. 3 - теж саме, вид в плані. На фіг. 4 показано по стадіям процес виникнення явища "вихлопу" конструкції при "здутті" лінзи, коли верхній мембранний пояс лягає на нижній, при збереженні інваріантності умовної довжини лінзи уздовж перерізу та незмінності її опорних точок. На фіг. 5 показана загальна картина роботи пнев-

матичного покриття з використанням рухомої телескопічної частини підтримуючого пристрою з об'язками, до якої кріпиться рухомий центральний опорний контур лінзової системи. На фіг. 6 у збільшеному варіанті показана схема запобігання явища "вихлопу" конструкції при переході з режиму застосування надлишкового тиску в режим його відсутності з загальною можливістю фіксування проміжних стадій та їх використання при формуванні абрису лінзи пневматичного покриття, причому, застосування рухомої телескопічної частини підтримуючого пристрою дає можливість не тільки правильно підібрати розрахований контур стріли "провисання" конструкції у "здуту" стані, але й повністю ліквідувати водяні мішки без використання режиму переходу у стан нагнітання надлишкового тиску.

Лінзова система пропонованого пневматичного покриття включає верхню 1 та нижню 2 мембрани, уздовж яких кріпляться відповідно верхні 3 та нижні 4 гнучкі елементи. Лінзи покриття підтримуються вантами 5, на які в середній частині покриття спирається підтримуючий устрій 6, що складається з верхньої та нижньої об'язок, з'єднаних між собою телескопічною стержневою системою, та рухомої телескопічної частини 7, до якої прикріплена верхня об'язка. Підтримуючі ванти, що мають жорстке закріплення 8 уздовж всього контуру на підсолові 9, паралельно обладнані фіксуючими барабанами 10 та спираються на ролики 11, які при жорсткому закріпленні на опорних елементах 12, розташованих уздовж усього опорного контуру 13 споруди, являються місцями перегину підтримуючих вант, на які, в свою чергу, спирається підтримуючий пристрій з рухомою телескопічною частиною. Верхня та нижня мембрани герметично з'єднані між собою так, що усередині створюється замкнутий простір, в якому при нормальному режимі експлуатації підтримується надлишковий тиск повітря за допомогою двох симетрично розташованих відносно осі симетрії конструкції нагнітальних пристроїв 14.

Конструкція пневматичного покриття працює таким чином:

До виведення конструкції в проектне положення її формують на підсолові 9 (фіг. 1), для чого до не натягнутих підтримуючих вант 5, що протягуються через ролики 11 при жорсткому закріпленні 8, прикріплюється за допомогою нижньої об'язки підтримуючий пристрій 6 з рухомою телескопічною частиною, до якої, в свою чергу, за допомогою верхньої об'язки прикріплюється центральний опорний контур лінзи. Зібрана конструкція підіймається у проектне положення за допомогою фіксуючих барабанів 10 традиційним способом намотування вант на барабан і закріплюються у заданому положенні при остаточно зверненні геометрії стріли "провисання" лінзи у "здуту" стані.

Після виведення конструкції в проектне положення за допомогою двох симетрично розташованих відносно осі симетрії споруди нагнітальних пристроїв 14 створюється надлишковий тиск повітря усередині лінзової системи (фіг. 2, 3), а при доведенні цього тиску до розрахункової величини - останній підтримується увесь час експлуатації пневматичної конструкції в режимі надлишкового

тиску повітря.

При переведенні пневматичної конструкції з режиму надлишкового тиску повітря в режим його відсутності, тобто при застосуванні перехідного режиму "здуття" лінзи, виникає явище "вихлопу" конструкції (фіг. 4), якщо поверхня мембранного поясу дійсно чи умовно ідентифікується з тонким металевим листом. Умовна ідентифікація доцільна в тих випадках, коли робота застосованого матеріалу мембран за своїми властивостями (пружні характеристики, тощо) нагадує роботу тонкого металевого листа.

Теоретично лінія (уздовж перерізу) плавного опускання верхнього поясу мембрани на нижній при застосуванні перехідного режиму "здуття" лінзи повинна проходити етапи I, II, III, IV, IX (на фіг. 4 пояси мембран умовно показані однією лінією), але практично - проходяться етапи I, II, III, IV, IX внаслідок інваріантності умовної довжини лінзи уздовж перерізу та незмінності її опорних точок. Якщо зазначити умовну довжину лінії уздовж перерізу верхнього поясу мембрани через t , а в дужках - відповідні етапи, що проходяться цією лінією в процесі "здуття", то маємо нерівності

$$t(I) > t(II) > t(III) > t(IV) > t(Y) > ,$$

$$t(IX) > t(YIII) > t(YII) > t(YI) > ,$$

$$\text{тобто } t \rightarrow \text{var при проходженні етапів I, II, III,}$$

IX

Це суперечить основній умові інваріантності $t = \text{const}$, внаслідок чого спостерігається "вигинання" розглянутої лінії по синусоподібній кривій, тобто примусово проходяться етапи I, II, III, IX, що в кінцевому результаті і призводить до "вихлопу" конструкції. Так, у стані IV, внаслідок пружних властивостей матеріалу, мембрана деякий час підтримує свою форму, навіть коли під нею не залишилось підвищеного тиску, але достатньо незначного колювання - і мембрана із стану IV лавиноподібним чином переходить у стан IX, тобто верхній пояс буквально "падає" на нижній, вигинаючи конструкцію лінзи непередбаченим чином в різних напрямках уздовж ліній найменшого опору.

Цей процес "вигинання" лінії перерізу мембрани тісно пов'язаний з задачею Ейлера про втрату рівноваги тонкого стержня, стиснутого з обох кінців уздовж своєї довжини, але в даному випадку в ролі "тонкого стержня" виступає верхній пояс мембрани з приєднаним гнучким елементом. При цьому зберігається загальна довжина t

$$t(I) = t(II) = t(III) = t(IV) = \dots = t(IX),$$

а вигляд синусоподібної кривої залежить від кількості та характеру розподілу так званих "критичних" точок уздовж розглянутої лінії.

На фіг. 4 приведений найпростіший варіант формування однієї "критичної" точки, коли синусоподібна крива складається з двох півхвиль, але в залежності від зовнішніх умов (вітер, температурні коливання, швидкість падіння тиску усередині лінзи, тощо) - таких точок перегину розглянутої кривої може бути набагато більше.

Наглядно цей процес можна спостерігати, коли матеріал мембранного поясу умовно ідентифікується з м'яким тканиноподібним матеріалом, а у "здуту" стані уздовж верхнього поясу мембрани формуються зморшки у вигляді хвилеподібних створювань та повітряних міхурів, що являється

залишковим явищем процесу формоутворення синусоподібних кривих з багатьма "критичними" точками. Умовна ідентифікація в цьому випадку доцільна, коли робота застосованого матеріалу мембран за своїми властивостями нагадує роботу на розтяг одношарової чи багатшарової тканини.

Усіх вище наведених негативних явищ ("вихлоп", зморшки, повітряні міхури, тощо) можна запобігти, якщо, зберігаючи основне рівняння плавного переходу верхнього поясу мембрани в нижній

$$t(I)=t(II)=t(III)=t(IV)=t(V)=t(IX),$$

змусити переміщуватись точки центрального опорного контуру лінзи уздовж центральної осі споруди.

Технічно це реалізується використанням рухомої телескопічної частини підтримуючого пристрою з об'язками, до якої кріпиться рухомий центральний опорний контур лінзової системи.

На фіг. 5 показана загальна картина роботи пневматичного покриття з використанням рухомої телескопічної частини 7 підтримуючого пристрою 6 з об'язками, до якої кріпиться рухомий центральний опорний контур лінзової системи. На фіг. 6 у збільшеному варіанті показана схема запобігання явища "вихлопу" конструкції при переході з режиму застосування надлишкового тиску в режим його відсутності, при цьому ось І лінзи, що має точку фіксації на опорному контурі 13 споруди, переміщується пропорційно величині підйому рухомої телескопічної частини 7 підтримуючого пристрою 6.

Можливість фіксування проміжних стадій I_2 , I_3 ,

I_4 дає підставу не тільки для багатоваріантного підходу до формування абрису лінзи пневматичного покриття, що також впливає й на зовнішній архітектурно-композиційний образ споруди, але й для варіаційного методу підбору техніко-економічних показників сформованої лінзи. Так, якщо у стадії I_1 розрахунковий тиск надлишкового повітря $P(I)$ встановлює величину $P(I_1)$, то у граничній стадії I_4 , коли верхній пояс мембрани повністю лягає на нижній, величина $P(I_4)$ дорівнює нулю, тобто маємо залежність

$$P(I_1) > P(I_2) > P(I_3) > P(I_4) = 0$$

розрахункового надлишкового тиску $P(I)$ від контуру сформованої лінзи.

Стадія I_4 встановлює також заключний етап переходу конструкції з режиму надлишкового тиску повітря усередині лінзи в економний режим його відсутності, причому, застосування рухомої телескопічної частини 7 (з направленням її переміщення у зворотній бік) підтримуючого пристрою 6 дає можливість правильно підібрати розрахований контур стріли "провисання" конструкції у "здутому" стані.

Окрім того, якщо при що використовуватиметься конструкція тривалий час, вона "просідає" внаслідок фізичних властивостей впроваджених матеріалів, що працюють на розтяг, то застосування

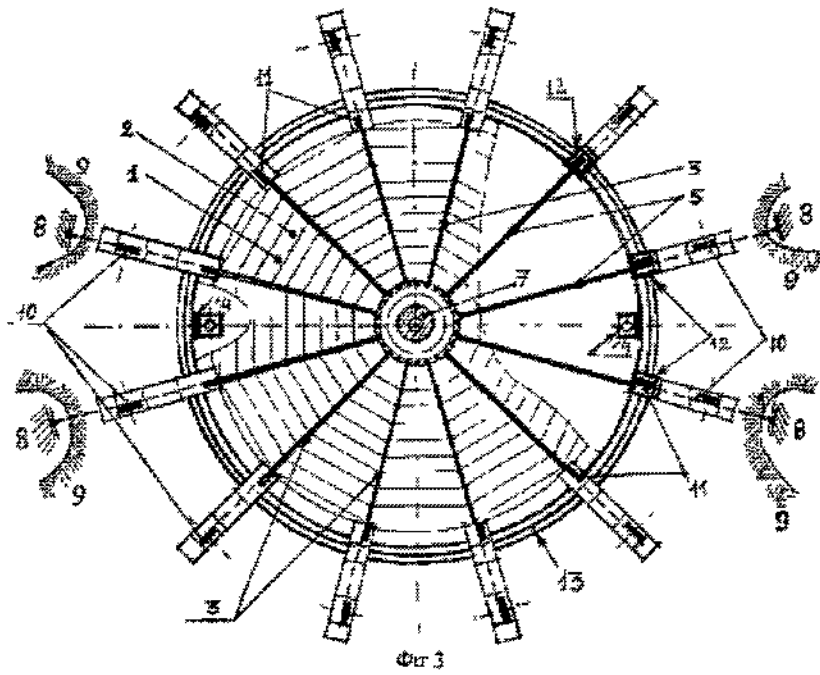
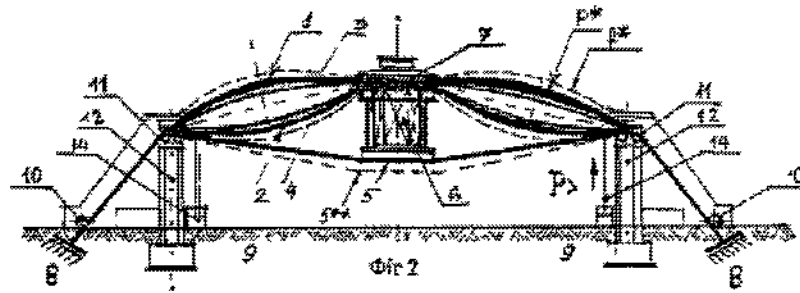
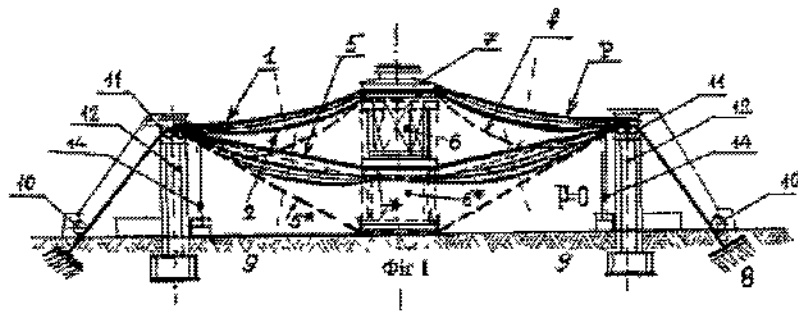
пропонованих винаходом пристроїв 7, 10 дає можливість повсякчасного коригування первісної геометрії пневматичного покриття. Так, якщо зовнішній контур стріли "провисання" верхнього поясу мембрани конструкції лінзи після її використання тривалий час перейшов із стану p в стан f (див. фіг. 1) в режимі відсутності надлишкового тиску, а в режимі його застосування - із стану p в стан f (див. фіг. 2), то повернення первісного абрису лінзи для обох режимів експлуатації здійснюється простим переміщенням рухомої телескопічної частини 7 підтримуючого пристрою 6 уздовж осі симетрії споруди. Окрім того, цей підхід додатково дає можливість повністю ліквідувати водяні мішки без використання режиму переходу у стан нагнітання надлишкового тиску.

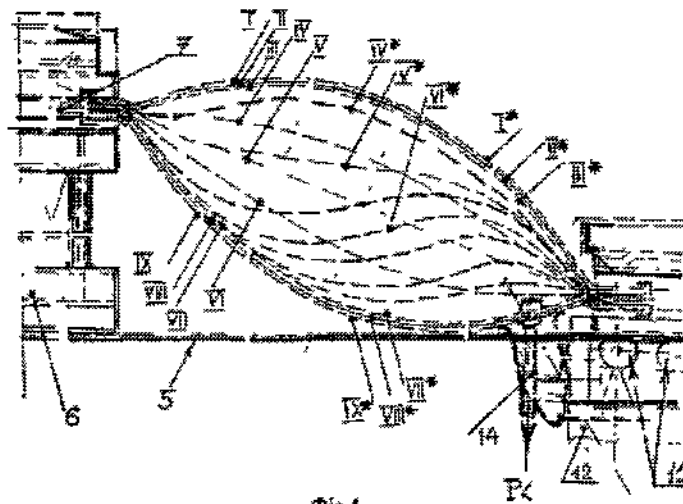
Цим встановлюються можливість та повністю рівні умови обох режимів експлуатації конструкції покриття, як при застосуванні надлишкового тиску повітря усередині лінзи, так і при його відсутності.

Якщо ж після тривалої експлуатації (або внаслідок температурних коливань) "просідає" підтримуюча ванта 5 (див. фіг. 2), перейшовши із стану 5 в стан $5'$, то повернення її в первісне положення здійснюється за допомогою роликів 11 та відповідного фіксуючого барабану 10, що має можливість підтягнути розглянуту ванту традиційним способом намотування на барабан, причому, цей процес може бути продовжений як в прямому, так і в зворотному варіанті. Наприклад, переводячи підтримуючі ванти із положення 5 в положення $5'$ (див. фіг. 1), ми повертаємо конструкцію пневматичного покриття у стан, який вона займала до виведення її в проектне положення, що має особливе значення при проведенні різного роду ремонтних, реконструктивних та реставраційних робіт.

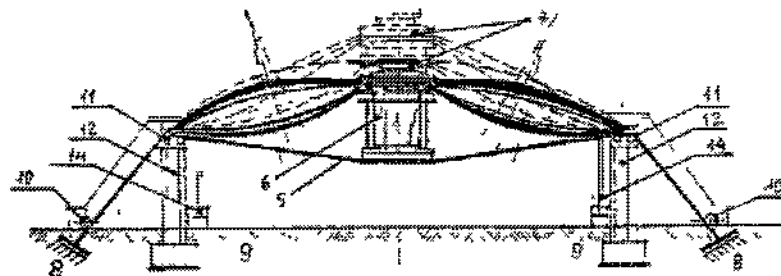
Отриману у такий спосіб конструкцію пневматичного покриття можна розглядати як модуль, на основі якого можуть бути сконструйовані різні варіанти покриттів у залежності від обрисів плану та комбінацій розташування центрального та зовнішнього опорних контурів споруди.

Таким чином, використання запропонованого винаходу дозволяє вирішити задачу підтримання постійності геометрії первісної конструкції, забезпечити загальну стабілізацію системи у поєднанні з постійністю напружень її поясів та зв'язків на протязі тривалого часу з урахуванням коливань загальної довжини підтримуючої ванти, мінімізувати можливість створення водяних мішків на поверхні зовнішньої мембрани з повною ліквідацією явища "вихлопу" в режимі "здуття" лінзи, полегшити процес виведення в проектне положення підтримуючого пристрою з паралельною фіксацією розрахованої стріли "провисання", а також зазначити рівні умови використання конструкції в різних режимах експлуатації, як при використанні залишкового тиску повітря, так і при його відсутності усередині лінзи.

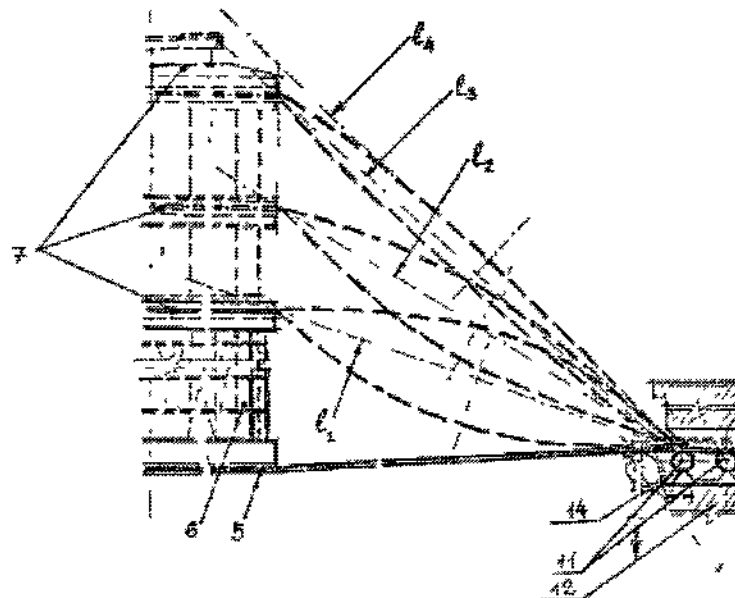




● 4



Q 5



Q48