

Винахід стосується деформівної труби обсадної колони та способу створення здатного до формування кріплення у трубчастій порожнині.

З описів Патентів США №№3,353,599 та 5,014,779 вже відомо вставлення гофрованої труби у стовбур підземної свердловини і розширення труби у свердловині до трубчастій формі.

У Патенті США №5,366,012 описано розширення перфорованої труби, прорізи якої відкриваються в результаті розширення, щоб зменшити радіальну силу, необхідну для розширення труби.

Застосування перфорованих або первісно гофрованих труб має той недолік, що розширені труби мають обмежену механічну міцність.

У міжнародній патентній заявці за номером публікації WO 98/00626 описано розширення неперфорованої циліндричної труби за допомогою розсувної оправки.

Недолік останнього способу розширення полягає у тому, що сила для розширення труби має бути відносно високою, і у тому, що труба в результаті процесу розширення стискається.

У патентах Франції №№721430 та 2326229 описано гнучкі труби великого діаметру для морських свердловин з надувними подовжніми, радіальними або спіральними трубками, утвореними у стінках труб для забезпечення гнучкості, коли труби застосовують для викачування холодної морської води з дна моря на поверхню. У патентній заявці Нідерландів №8005762 описано термоізольовану пластмасову трубу, яка має кілька подовжніх каналів у стінках. Жодна з цих відомих труб не призначається і не застосовується для утворення здатного до формування кріплення у порожнині, такий як підземна свердловина.

Спосіб та труба згідно з вступною частиною пунктів формули 1 та 8 є відомими з опису патенту Франції №721430.

Задача даного винаходу полягає у зменшенні недоліків відомих технологій та забезпеченні способу створення здатного до формування кріплення у трубчастій порожнині з застосуванням міцної й деформівної труби, яка може бути розширена або іншим чином деформована через застосування відносно невеликої сили.

Спосіб та труба згідно з винаходом характеризуються відрізняючи ми ознаками пунктів формули 1 та 8.

Деформація труби обсадної колони згідно з винаходом може включати сплюснення або іншу зміну периферичної форми трубок, яка вимагає переважно згинальних зусиль, що є значно нижчими за розтяжні зусилля, які вимагаються для розширення трубчастій циліндричної труби.

Може виникнути необхідність у одержанні труби обсадної колони, яка може бути легко деформована в подовжньому або у радіальному напрямку, або в обох напрямках. Радіально деформівну трубу обсадної колони застосовують, якщо труба, наприклад, має бути застосована у нафтовому та/або газовому трубопроводі, призначеному для вставлення у відносно вузький підземний стовбур свердловини складної конфігурації. Подовжньо деформівну трубу обсадної колони застосовують, якщо труба є експлуатаційною обсадною колоною або трубопроводом, обсадною трубою або іншою трубою у свердловині, яку вставляють у резервуар для ущільнення, де існує ризик вигинання труб у свердловинах в результаті процесу ущільнення.

Якщо вимагається радіально деформівна труба обсадної колони, перевагу віддають варіантові, у якому стінка труби є принаймні частково утвореною групою подовжніх трубок, кожна з яких проходить у напрямку, практично паралельному подовжній осі труби таким чином, що після радіальної деформації труби подовжні трубки стають принаймні частково деформованими.

Якщо вимагається подовжньо деформівна труба обсадної колони, перевагу віддають варіантові, у якому стінка труби є принаймні частково утвореною групою тороїдальних трубок, які проходять у практично кільцевому напрямку навколо подовжньої осі труби таким чином, що після подовжньої деформації труби тороїдальні трубки стають принаймні частково сплюсненими або іншим чином деформованими.

Якщо вимагається труба обсадної колони, яка є деформівною і подовжньо, і радіально, перевагу віддають варіантові, у якому стінка труби принаймні частково є утвореною однією або кількома спіральними трубками, які проходять у практично спіральному напрямку відносно подовжньої осі труби таким чином, що після деформації труби у напрямку, орієнтованому під кутом відносно подовжнього напрямку кожної зі спіральних трубок, принаймні одна зі спіральних трубок стає деформованою.

Трубки можуть бути виконані з металу, пластмаси, гуми або іншого матеріалу і можуть бути зварені, спаяні, скріплені або іншим чином прикріплені до сусідніх трубок або інших частин стінки труби.

Трубки перед розширенням можуть мати складену, циліндричну, еліптичну або призматичну форму і в результаті розширення можуть бути розгорнуті або сплюснені, набуваючи еліптичної, циліндричної або призматичної форми.

Відповідно, трубки на зовнішній окружності труби мають отвори або недопресування, які відкриваються в результаті деформації таким чином, щоб одна або кілька рідин витискалися зсередини трубок у простір, що оточує трубу.

У цьому разі рідини, які витискаються зсередини трубок, можуть містити один або кілька хімічних продуктів, таких як рідина для хімічної обробки або компоненти рідкого цементного розчину, або компоненти затверджувача, які змішуються лише під час або після витискання з трубок.

Винахід більш детально описується на прикладах з посиланням на супровідні креслення, де

Фіг.1 є осьовим перерізом труби до і після розширення, яка має стінку, що складається з групи подовжніх трубок, які є циліндричними до розширення і еліптичними після розширення.

Фіг.2 є осьовим перерізом труби до і після розширення, яка має стінку, що складається з групи подовжніх трубок, які є призматичними до розширення і еліптичними після розширення;

Фіг.3 є осьовим перерізом труби до і після розширення, яка має стінку, що складається з групи подовжніх трубок, які є еліптичними до і після розширення;

Фіг.4 є осьовим перерізом труби до розширення, у якій стінка складається з групи подовжніх трубок, і труба є складеною у практично плоску форму до її розгортання та розширення;

Фіг.5 є подовжнім перерізом труби, яка має стінку, що складається з групи тороїдальних трубок;

Фіг.6 є збільшеним виглядом деталі, на якому показано циліндричну форму трьох тороїдальних трубок, обведених на Фіг.5;

Фіг.7 є подовжнім перерізом труби з Фіг.5 після стискання труби у подовжньому напрямку;
Фіг.8 є збільшеним виглядом деталі, на якому показано еліптичну форму трьох тороїдальних трубок, обведених на Фіг.7;

Фіг.9 є осьовим перерізом радіально розширюваної труби, що складається з шести подовжніх або спіральних трубок, до і після розширення труби;

Фіг.10 є осьовим перерізом нерозширеної труби, у якій стінка складається з групи складених трубок, що розгортаються у циліндричну форму у процесі розширення труби;

Фіг.11 є осьовим перерізом нерозширеної труби іншої конфігурації, у якій стінка складається з групи складених труб, що розгортаються у циліндричну форму у процесі розширення труби; і

Фіг.12 є осьовим перерізом нерозширеної труби, яка розгортається у процесі розширення і яка включає трубку, що діє як пластмасовий шарнір і сплющується в результаті розширення.

На Фіг.1 показано трубу 1 у циліндричному стовбурі свердловини або іншої порожнини 2, причому труба 1 має стінку, що складається з групи подовжніх трубок 3, які є практично циліндричними до розширення труби 1 і еліптичними після розширення труби 1 до збільшеного діаметру, як показано під номером 3Б.

Труба 1 може бути розширена за допомогою розсувної оправки (не показано) або шляхом підвищення гідралічного тиску у внутрішньому просторі 4 труби 1. В результаті розширення трубки 3 піддаються згинанню, і тому вимагається відносно невелике зусилля.

Якщо трубки 3 виконано зі сталі або іншого металу, то в оптимальному варіанті трубки 3 є спеченими, звареними або спаяними по довжині ділянок 5, на яких трубки 3 торкаються одна одної.

Якщо трубки 3 мають непроникну стінку, і трубу 1 тимчасово застосовують у порожнині 2, наприклад, для забезпечення тимчасової герметизації, то труба 1 може бути знову радіально стиснутою шляхом нагнітання рідини під високим тиском у внутрішній простір 6 трубок 3, що викликає відновлення трубчастої форми сплюснених трубок 3Б таким чином, що труба 1 радіально стискається та її легко дістають з порожнини 2.

Якщо трубу 1 застосовують постійно у порожнині 2, наприклад, якщо трубу 1 застосовують як обсадну трубу для кріплення, то принаймні деякі трубки 3 можуть бути заповнені рідинними компонентами цементного розчину або іншим затверднувачем, таким як силіконовий гель, і зовнішня стінка цих трубок може мати отвори 7 або недопресування, які відкриваються в результаті розширення і через які вищезгадані рідкі компоненти витискаються у навколишній кільцевий простір 8, що оточує розширену трубу 1, і рідкі компоненти змішуються й затверджуються у цемент, силікон або іншу затверджену герметизуючу композицію.

На Фіг.2 показано альтернативний варіант втілення деформівної труби згідно з винаходом. Ця труба 9 також є радіально деформівною і складається з групи трубок 10, які є призматичними до розширення і еліптичними після розширення, як показано під номером 10Б.

Трубки 10 розташовані практично паралельно подовжній осі 11 у центрі труби 9. Трубки 10 виконано зі сталі або іншого металу і подовжньо з'єднано одну з одною шляхом зварювання, спаювання або спікання 11.

На Фіг.3 показано ще один варіант втілення деформівної труби згідно з винаходом, у якому труба 12 є радіально деформівною й складається з групи трубок 13, які є еліптичними до і мають еліптичну, майже сплюснену форму після радіального розширення труби 12.

У цьому варіанті втілення трубки 13 деформуються з першої еліптичної форми, показаної під номером 13А, при якій найбільша ширина еліптичних трубок 13А має радіальну орієнтацію, у другу еліптичну форму, показану під номером 13Б, при якій найбільша ширина еліптичних трубок 13А має тангенціальну орієнтацію.

На Фіг.4 показано деформівну трубу 14, яка складається з групи подовжніх трубок 15 і у якій дві пари трубок з протилежних боків труби 14 є взаємозв'язаними пластмасовими шарнірами 16. Ці пластмасові шарніри 16 дозволяють зберігати й транспортувати трубу 14 у сплюсненій формі, наприклад, намотаною на барабан (не показано).

Коли трубу 14 відмотують від барабана, їй надають циліндричної форми за допомогою прямого конуса (не показано). Якщо трубу 14 застосовують всередині свердловини або всередині іншої труби, то циліндричну трубу 14 розмотують у стовбур свердловини або у внутрішній простір іншої труби і розширюють, наприклад, шляхом нагнітання рідини під високим тиском у внутрішній простір 17 труби 14.

Первісно сплюснена конфігурація труби, показана на Фіг.4, дозволяє легко зберігати й транспортувати труби 14, наприклад, на барабані малого діаметру, на стадії виробництва та під час транспортування від місця виробництва до місця застосування труби 14.

На фігурах 5, 6, 7 та 8 показано ще один варіант втілення деформівної труби згідно з винаходом, у якому трубки 18А.Б мають тороїдальну форму, щоб труба 19 була подовжньо деформівною.

Труба 19, показана на Фіг.5, може бути експлуатаційною обсадною колоною для ущільнення у нафто- або газонесних пластах, у якій, як детально показано на Фіг.6, тороїдальні трубки 18А мають практично циліндричну форму. У конфігурації, показаній на Фіг.7, труба 19 є подовжньо стиснутою таким чином, що її довжина є на 18% меншою за її первісну довжину, показану на Фіг.5.

В результаті подовжнього стискання труби 19 трубки 18Б, показані на Фіг.7, деформуються в еліптичну форму, як показано більш детально на Фіг.8.

На Фіг.9 показано трубу 20, розширену у стовбурі свердловини 21 або іншій порожнині.

Труба 20 має стінку, яка складається з шести трубок 23, 24, 25, 26, 27 та 28, які проходять в подовжній або спіральній конфігурації відносно подовжньої осі 29 труби 20.

Сусідні трубки 23, 24, 25, 26, 27 та 28 є взаємозв'язаними по їхній довжині за допомогою видовжених зварних швів 32. Пластмасові шарніри 22 розміщено у стінках трубок 23-28 з обох боків кожного шва 32.

Нерозширену трубу 20 показано у центрі фігури. Кожна з шести нерозширених трубок 23-28 має форму шматка торта, і між сусідніми трубками 23-28 є лише незначний проміжок 30. Для розширення труби 20 у проміжки 30 нагнітають стиснуту рідину, що викликає розширення труби 20, доки стінки трубок 23-28 не розтягнуться і/або зовнішні стінки трубок 23Б-28Б не притиснуться до стовбура свердловини 21.

Конфігурація труби з високим коефіцієнтом заповнення, показана на Фіг. 9, є вигідною, якщо труба 20 має бути вставлена у стовбур свердловини 21 з невеликим запасом, наприклад у насосно-компресорну колону

малого діаметру. Крім того, внутрішній об'єм нерозширених трубок 23-28 є відносно великим, тоді як внутрішній об'єм розширених трубок 23Б-28Б є відносно малим, і, таким чином, якщо у стінках на зовнішній окружності трубок 23-28 з'являються отвори або вони під час розширення стають іншим чином проникними для рідини, з внутрішнього простору трубок 23-28 витискається відносно великий об'єм рідини у навколишній кільцевий простір та/або пласт.

Таким чином, у кільцевий простір, що оточує трубу 20 та/або пласт 31, що оточує стовбур свердловини 21, можна нагнітати відносно великий об'єм герметизуючої речовини та/або рідини для обробки.

Проникна з зовнішнього боку труба 20 є дуже придатною для нагнітання рідин для обробки у підземний пласт 31, який по довжині стовбура свердловини 21 має шари різної проникності. Якщо зовнішні стінки трубок 23-28 мають значно нижчу проникність для рідини, ніж навколишній пласт 27, то відразу після притискання зовнішніх стінок трубок 22Б-26Б до стовбура свердловини 21 у різні шари навколишнього пласта витискається відносно стабільний потік рідини для обробки, і ризик нагнітання рідини для обробки здебільшого у проникні шари пласта в обхід менш проникних шарів зводиться до мінімуму.

Якщо трубу 20 застосовують як інжектор рідини для обробки, щоб вона служила лише як тимчасова обсадна колона, то зовнішні стінки трубок 23-28 можуть бути виконані з проникної гуми та/або тканини, а внутрішні стінки трубок 23-28, повернуті у внутрішній простір 30 труби 20, можуть бути виконані з непроникної гуми. Після нагнітання рідини для обробки тиск у внутрішньому просторі 30 труби 20 може бути знижений таким чином, щоб труба 20 радіально стислася та її можна було витягти зі свердловини.

Замість того, щоб дозволяти трубі 20 стискатися після нагнітання рідини у пласт, трубі 20 дають затверднути у розширеному стані притиснутою до стовбура свердловини 21 шляхом просочування тканини або іншого матеріалу епоксидною смолою або іншою пластмасовою композицією, яка повільно твердне, таким чином, щоб затвердла труба 20 служила як обсадна колона свердловини.

Сусідні трубки також можуть мати різні форми і можуть бути заповнені різними рідинами, причому в результаті розширення спочатку утворюються отвори між сусідніми трубками, через які рідини змішуються у певних трубках, в яких у зовнішній стінці на більш пізній стадії процесу розширення утворюються отвори, через які попередньо змішані рідини витискаються у навколишній кільцевий простір.

Труба 20 та труби такої конфігурації, як показані на Фігурах 1-4, також можуть мати стінки, виконані з сітчастого матеріалу. У цьому разі труба може бути розширена розширювальним конусом або балоном, який надувають у внутрішньому просторі труби.

Оскільки сітчастий матеріал, який у цьому разі утворює стінки трубок, найчастіше згинається і не розтягується або майже не розтягується, то розмір отворів сітки у процесі розширення залишається фактично незмінним. Розширена труба з сітчастого матеріалу у цьому разі служить як фільтр, який перешкоджає потраплянню піску та інших твердих матеріалів до стовбура свердловини 21.

Радіально розширювана труба 20 та інші радіально розширювані труби такої конфігурації, як показані на Фігурах 1-4, також можуть складатися з трубок 23-28, виконаних з рідинонепроникного матеріалу, такого як сталь, яка деформується лише якщо тиск у внутрішньому просторі 30 труби перевищує заданий рівень. У цьому разі трубу вставляють як насосно-компресорну колону, яка служить для запобігання розриву у свердловині і розширюється й герметизує кільцевий простір, що оточує насосно-компресорну колону, якщо трапляється розрив. Радіально розширювану конфігурацію труби, показану на Фіг.9, також застосовують як бурильну колону. У цьому разі буровий розчин нагнітають через внутрішній простір трубок 23А-28А під час буріння. Наприкінці циклу буріння у внутрішній простір 30 труби 20 нагнітають рідину під високим тиском таким чином, що труба 20 розширюється, притискаючись до стінок свердловини 21, і утворює кріплення стовбура свердловини, і бурове долото та забійний двигун витягують на поверхню допоміжним канатом або трубами у бухтах, що проходять через внутрішній простір 30 труби 20 і також служать як розширювальний конус.

Якщо вимагається лише незначне розширення труби, то стінка труби може мати лише одну або кілька подовжніх або спіральних трубок.

Якщо стінки труби 20 або інших радіально розширюваних конфігурацій виконано з гуми або іншого пружно деформівного матеріалу, то розширена труба може служити як пакер великого розширення або пакер-пробка.

Зрозуміло, що якщо трубки є орієнтованими в подовжньому напрямку, то при цьому отримують радіально деформівну трубу. Якщо трубки є орієнтованими у круговому напрямку, як показано на Фігурах 5-8, то отримують подовжньо деформівну трубу.

Якщо трубки є орієнтованими у спіральному напрямку, то труба буде деформівною і в подовжньому, і у радіальному напрямках, а кут початкового конуса спіральної конфігурації трубок у цьому разі впливатиме на ступінь подовжньої або радіальної деформації труби.

На Фіг.10 показано конфігурацію, при якій труба 40 має стінку, яка складається з групи подовжньо складаних трубок 41.

Якщо трубки 41 виконано зі сталі, то вони є взаємозв'язаними біч-о-біч по їхній довжині подовжніми зварними швами 42. Кожна трубка 41 на зовнішній окружності труби 40 має єдиний пластмасовий шарнір 43, а на внутрішній окружності труби 40 має комплект з чотирьох пластмасових шарнірів 44, 45, 46 та 47. Кожен з цих пластмасових шарнірів 43-47 утворено шляхом механічного прорізання подовжньої канавки на внутрішній та/або зовнішній поверхні стінки трубки 41.

Комплект з чотирьох пластмасових шарнірів 44-47 визначає ділянку стінки, у якій трубки 41 можуть бути складені всередину для утворення U- або дельта-подібного заглиблення 48, повернутого у внутрішній простір 49 труби 40.

Трубу 40 розширюють шляхом закачування стиснутої рідини у внутрішній простір 50 трубок 41, що змушує трубки розгортатися, повертаючись навколо пластмасових шарнірів 43-47 таким чином, що кожна трубка 41 набуває циліндричної форми (не показано).

В результаті розгортання трубок 41 труба 40 набуває більшого зовнішнього та внутрішнього діаметру.

На Фіг.11 показано іншу трубу 51, яка має стінку, що складається з групи подовжніх складаних трубок 52.

Якщо трубки 52 виконано зі сталі, то вони є взаємозв'язаними біч-о-біч по їхній довжині подовжніми

зварними швами 53. Кожна трубка 52 має як на зовнішній, так і на внутрішній окружності труби 51 комплект з чотирьох пластмасових шарнірів 54, утворених шляхом механічного прорізання подовжніх канавок на внутрішній та/або зовнішній поверхні стінки кожної трубки 52.

Кожен комплект з чотирьох пластмасових шарнірів 54 визначає ділянку стінки, у якій трубки 52 можуть бути складені всередину для утворення а U- або дельта-подібного заглиблення 55, повернутого або у зовнішній 56, або у внутрішній простір 57 труби 51.

Трубу 51 розширюють шляхом закачування стиснутої рідини у внутрішній простір 58 трубок 51, що змушує трубки 52 розгортатися, повертаючись навколо пластмасових шарнірів 54 таким чином, що кожна трубка набуває циліндричної форми (не показано).

В результаті розгортання трубок труба 51 набуває більшого зовнішнього та внутрішнього діаметру.

На Фіг.12 показано складану трубу 60, яка має у своїй нижній частині єдиний пластмасовий шарнір, утворений подовжньою трубкою 61, а у своїй верхній частині — комплект з чотирьох пластмасових шарнірів 62, утворених шляхом механічного прорізання подовжніх канавок на зовнішній або внутрішній поверхні стінки труби 60.

Чотири пластмасові шарніри 62 визначають дельта-подібне заглиблення 63 у верхній частині труби 60, коли труба має складену форму.

Трубу 60 розгортають шляхом закачування стиснутої рідини у внутрішній простір 64 труби 60. Це змушує трубу розгортатися у напрямку стрілок у циліндричну форму, показану штрих-пунктирними лініями 60А. Трубка 61 у цьому разі діє як пластмасовий шарнір і набуває в результаті розгортання труби 60 еліптичної форми, показаної штрих-пунктирною лінією 61А.

Трубку 61 виконано з пластично деформівного матеріалу, такого як здатний до формування високоміцний низьколегований або двофазний сорт сталі, який також надає трубі 61 гнучкості у круговому напрямку під час розгортання. Після розгортання у внутрішній простір 65 еліптичної трубки 61А закачують затверджувач для зміцнення трубки 61А. Внутрішній простір 65 трубки 61 може включати електричні та/або гідравлічні канали для передачі електричної та/або гідравлічної енергії та/або сигналів по довжині труби.

Якщо трубу застосовують як трубу обсадної колони у нафтовій та/або газовій свердловині, то газліфтну рідину, рідину для впливу на пласт, обробну рідину або рідину для глушіння свердловини закачують через одну або кілька трубок на вибрану глибину у свердловині, а потім змішують з видобутими нафтою або газом.

Варіанти втілення деформівної труби, показані на кресленнях, забезпечують трубу, яка може бути легко деформована і яка може бути намотана на барабан. Труба може бути відмотана від барабана і вставлена у підземну свердловину або іншу порожнину, для якої цю трубу застосовують. Потім трубу деформують всередині свердловини або іншої порожнини, змінюючи трубчасту форму однієї або кількох трубок у стінці труби. Деформація може включати сплющення, розгортання або іншу деформацію трубки або трубок.

Fig. 1

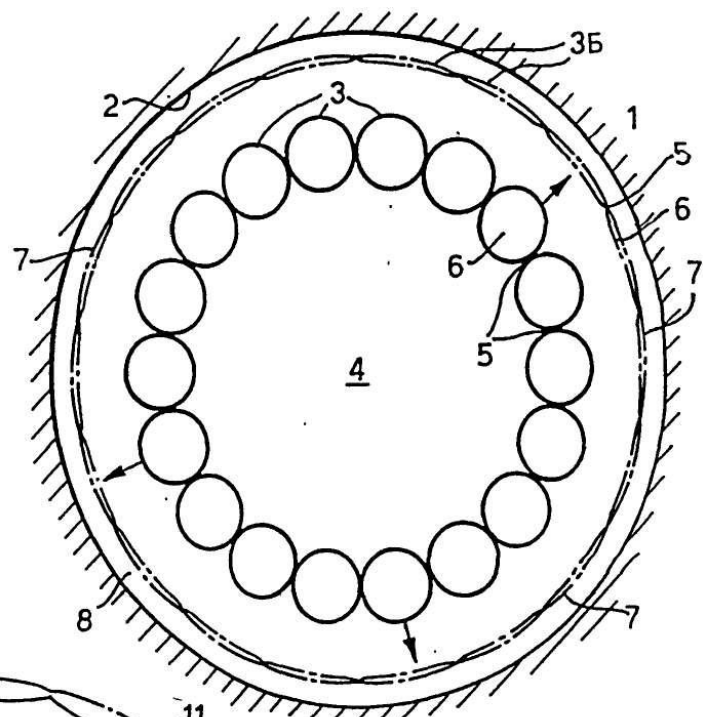
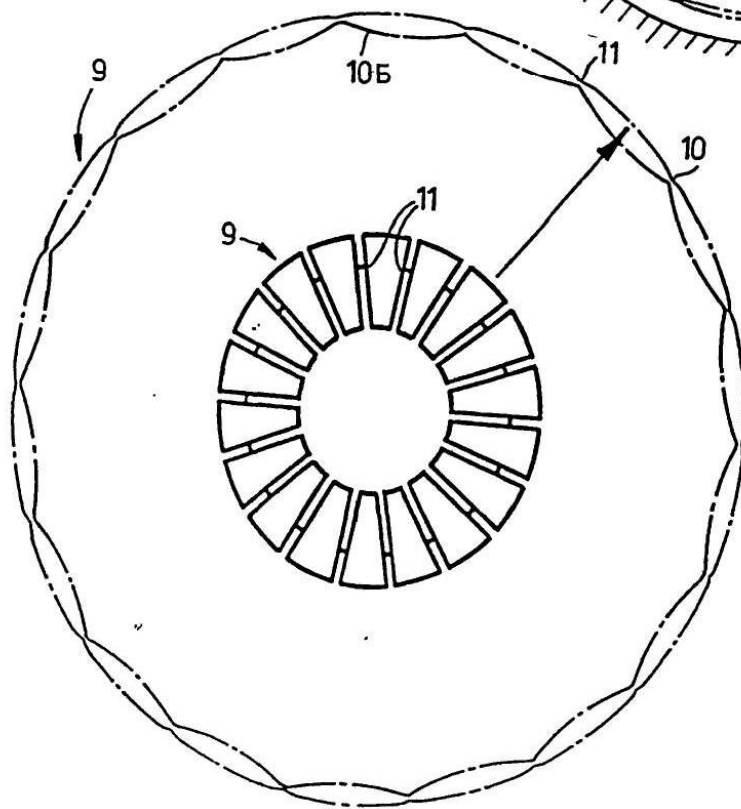
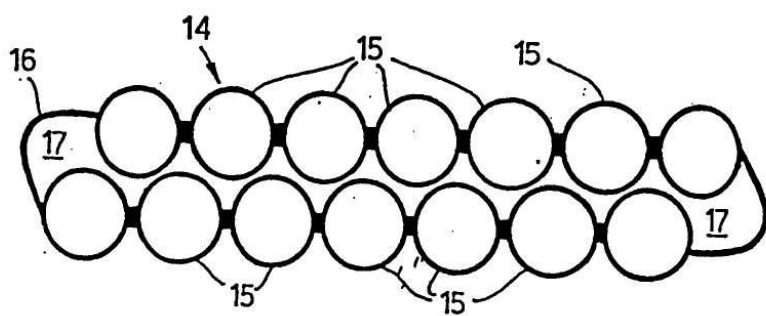
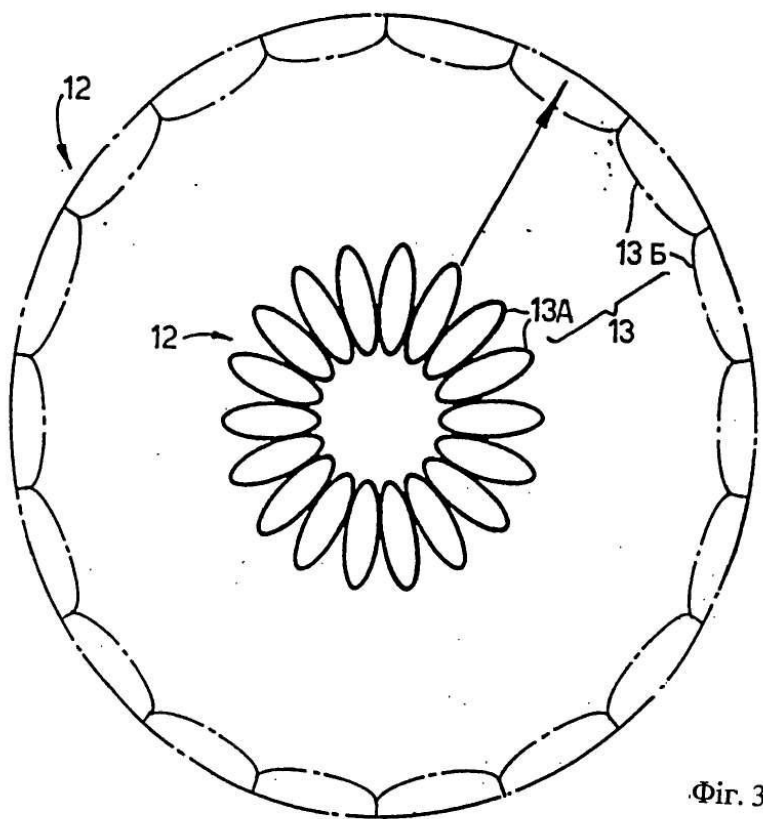


Fig. 2





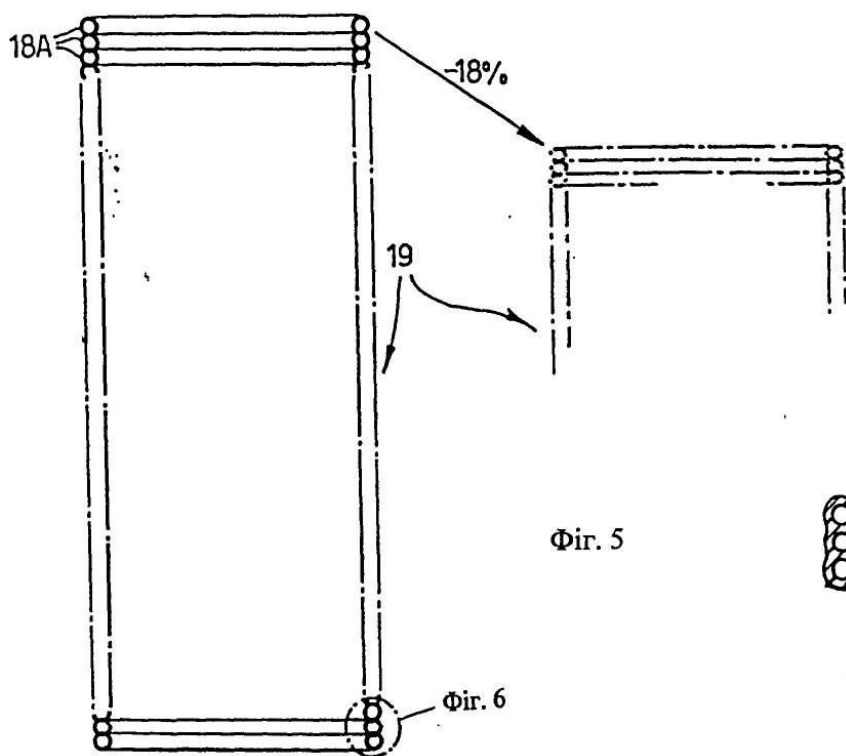


Fig. 5



Fig. 6

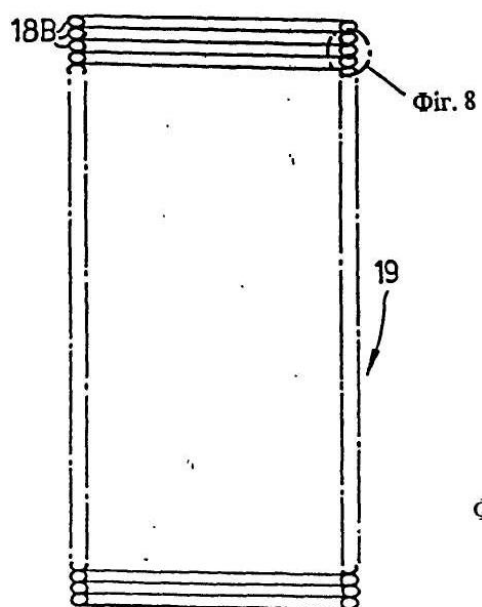


Fig. 7



Fig. 8

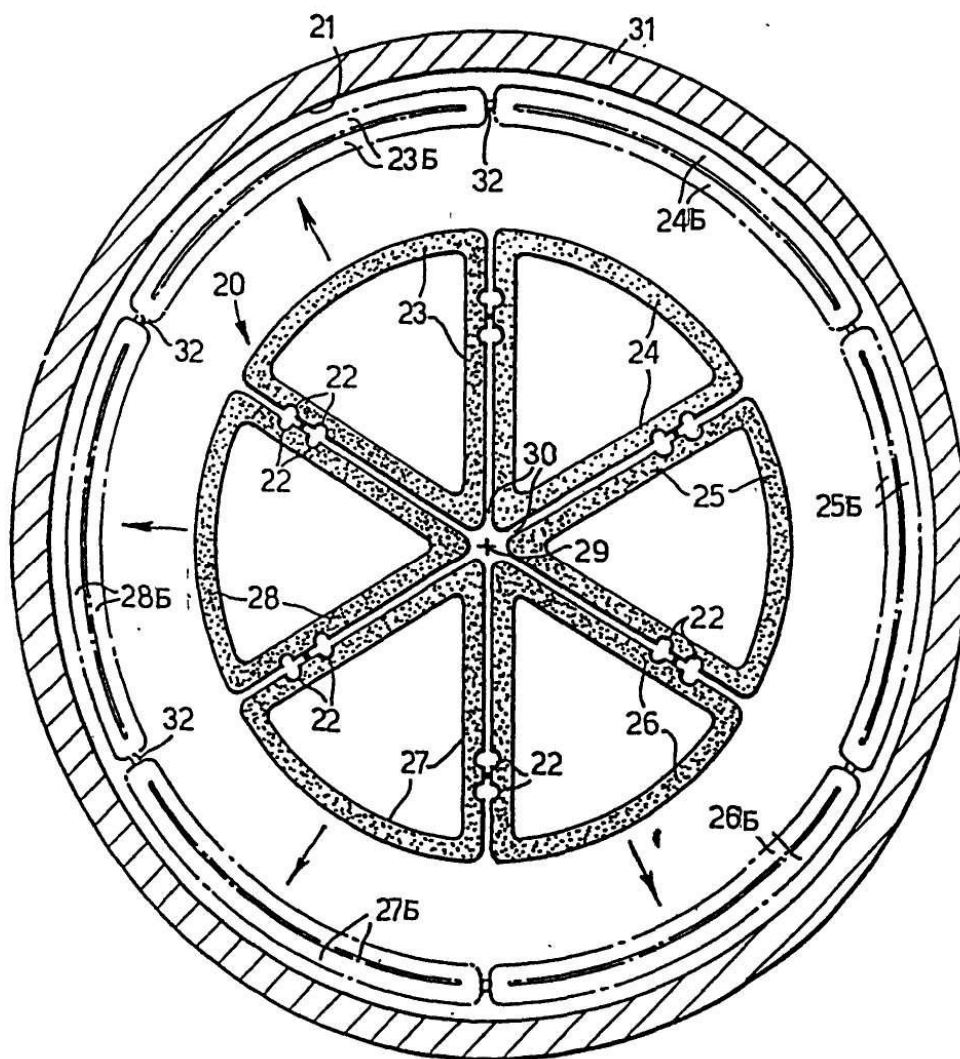


Fig. 9

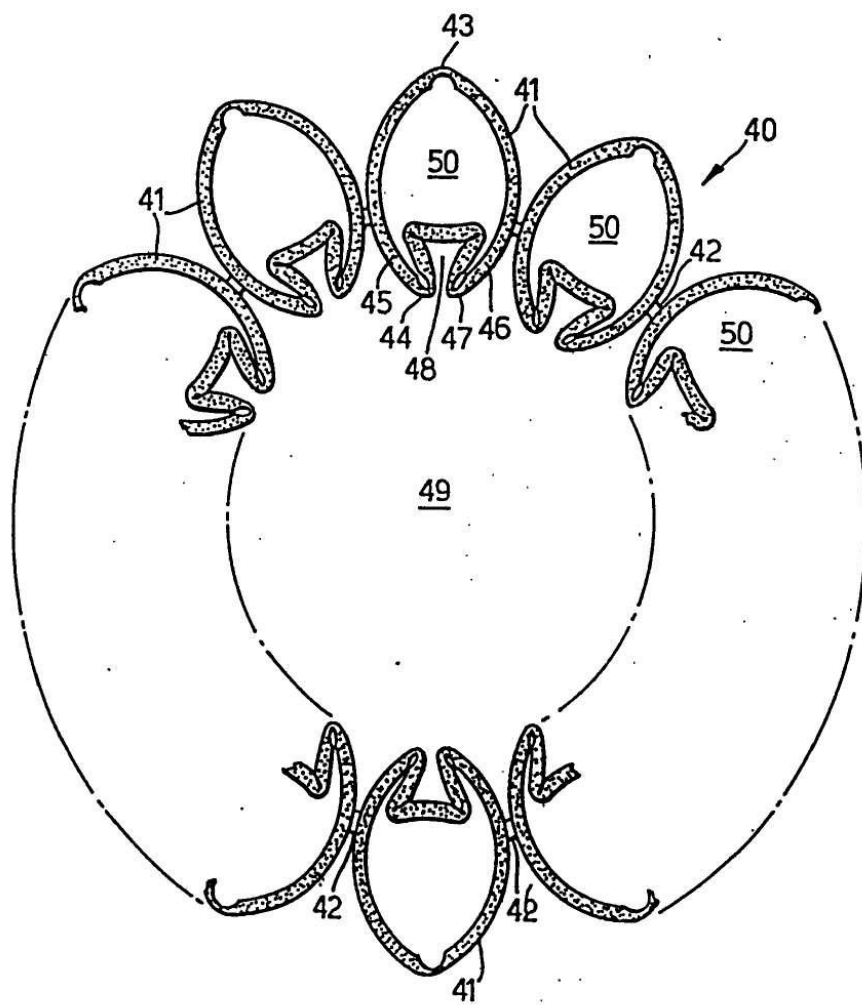


Fig. 10

Fig. 11

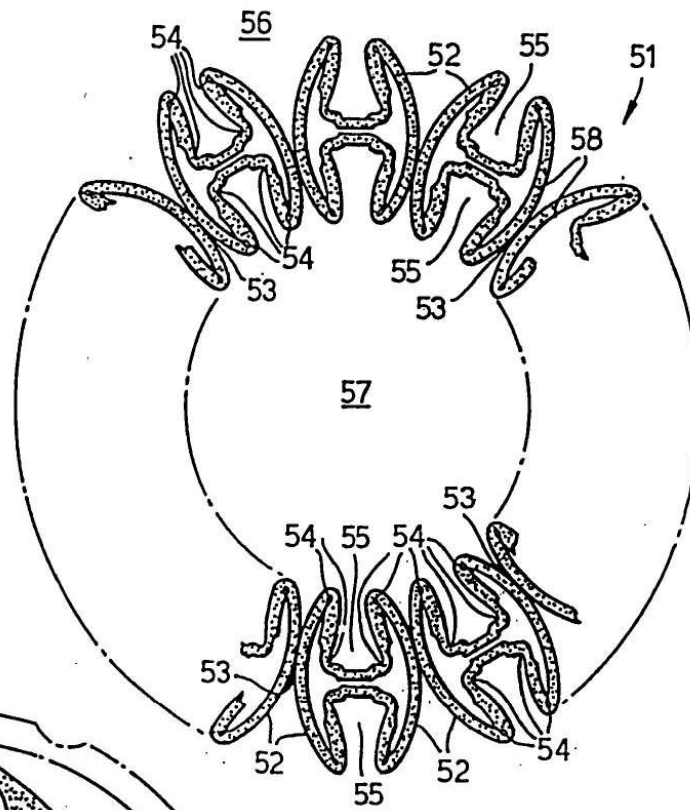


Fig. 12

