

Корисна модель належить до ядерної енергетики, а саме до переміщення опромінених тепловидільних зборок (ОТВЗ). Корисна модель може бути використана для допалювання палива ядерних реакторів із двома чи кількома енергоблоками.

Зокрема, на момент остаточного зупинення реактора першого енергоблоку Ігналінської атомної електростанції для зняття з експлуатації, активна зона реактора буде містити велику кількість ОТВЗ з глибиною вигорання, меншою проектною. Ті ОТВЗ (близько 1300 шт.), глибина вигорання вивантажуваного палива яких менша 0,8 від середнього проектного значення цього показника, як встановлено в патентах Литви №4539 і №4945, можуть бути повторно використані у завантаженні другого реактора Ігналінської атомної електростанції. Це дозволило б скоротити як кількість свіжих тепловидільних зборок (ТВЗ), необхідних для роботи реактора другого енергоблоку, так і повну масу відпрацьованого ядерного палива, що підлягає зберіганню на станції.

З рівня техніки [патент США №6359953] відомий пристрій для перевезення паливних елементів із реактора до сховища або до іншого реактора для подальшого використання, що включає спеціальний контейнер із двома чохлами, окремими для кожного елемента, встановлений на рейках транспортер і приймально-передатні вузли. Принаймні один з чохла виконаний рухливим на рейках у горизонтальному напрямі і обертається навколо подовжньої осі.

Недоліком вказаного технічного рішення є те, що контейнер розрахований тільки для двох елементів. Не вживається достатньо заходів для запобігання пошкодженню ядерного палива. У конструкції відсутня система скидання надлишкового тиску в результаті розігріву палива.

За прототип запропонованого рішення було обрано пристрій для реалізації способу транспортування палива, відомий з патенту Російської Федерації RU 2180764 С.

Вказаний пристрій містить контейнер з чохлам, транспортер, засоби для кантування контейнера, а також на кожному з енергоблоків розвантажувально-завантажувальну машину (РЗМ). Описаний спосіб має низку недоліків серед яких:

- відсутність вузлів конструкції, призначених для запобігання падіння чохла з паливом і ушкодження палива при перевантаженні контейнера на транспортний візок, що знижує ядерну та радіаційну безпеку при операціях з паливом.

- неможливість відокремлення підвіски від паливного модуля, що призводить до збільшення розмірів передавального пристрою майже вдвічі.

Таким чином, головним недоліком описаного технічного рішення є відсутність конструктивних елементів, що забезпечують ядерну та радіаційну безпеку і неушкодження ядерного палива.

Задачею запропонованої корисної моделі є створення комплексу устаткування для перевезення опромінених тепловидільних зборок з одного блока реактора для допалювання на іншому блоці реактора із забезпеченням ядерної та радіаційної безпеки за умов збереження герметичності та неушкодженості ОТВЗ.

Вказана задача досягається створенням комплексу устаткування для перевезення опромінених тепловидільних зборок з одного блока реактора для допалювання на блоці іншого реактора, що містить контейнер з чохлам, транспортер, засоби для кантування контейнера, а також на кожному з енергоблоків розвантажувально-завантажувальну машину (РЗМ).

Новим є те, що на кожному з енергоблоків додатково обладнана вертикальна наскрізна шахта, споруджена з кількох окремих товстостінних циліндричних елементів, місця зчленування яких виконані у вигляді зрізаних внутрішніх і зовнішніх конусів, вхід шахти розташований в реакторному залі, вихід шахти виконаний з можливістю співвісного з'єднання з вертикально розташованим контейнером, на місці сполучення шахти та контейнера передбачений рухливий модуль біологічного захисту, що забезпечує створення єдиного напрямного тракту і захист обслуговуючого персоналу.

Також новим є те, що в одному з блоків кожної шахти виконаний витяжний вентиляційний колектор, зв'язаний зі спеціальною фільтрувальною системою.

Також новим є те, що на вході в шахту встановлений завантажувальний вузол з механізмом фіксації чохла в шахті.

Також новим є те, що контейнер містить корпус із днищем, герметичну кришку, що закривається за принципом байонета, демпфер і багатофункціональний клапан, що виконує функції дренажу та скидання надлишкового тиску.

Також новим є те, що чохол розміщений за довжиною всередині контейнера і містить нижню плиту, верхню плиту, у якій виконаний оголовок, і основну частину, що складається із несучої труби, що з'єднує оголовок і нижню плиту, при чому навколо вказаної труби в дистанційній решітці передбачені гнізда для розташування чохольних труб, і захисну плиту, розташовану між оголовком та основною частиною, на відстані, не меншій довжини паливного модуля ОТВЗ від нижньої плити.

Також новим є те, що оголовок містить корпус із фланцем, гальмівний пристрій, що складається з гальмівних башмаків, важелів із зубчастим сектором, пружини і стакана, та транспортні підвіски.

Також новим є те, що транспортні підвіски, з'єднані з ОТВЗ, є укороченими відносно штатних підвісок, мають систему фіксації в чохлі за допомогою утримувачів у вигляді кулькових пробок, що разом із фланцем чохла і захисною плитою забезпечують радіаційний захист.

Також новим є те, що як транспортний засіб для контейнера використовують восьмивісний залізничний транспортер, що має гідросистему кантування контейнера та гідросистему горизонтування платформи.

Також новим є те, що для горизонтування транспортера з контейнером транспортер додатково є оснащений системою з чотирьох гідравлічних домкратів, а для протисейсмічного страхування - системою із шести ручних домкратів.

У запропонованій корисній моделі в процесі підготовки здійснюється відокремлення штатної підвіски від ОТВЗ і заміна її на укорочену транспортну, а після перевезення - заміна знову на штатну. Це дозволяє зменшити розміри чохла, контейнера і транспортера.

Чохол забезпечує упорядковане розташування перевезеного палива і забезпечує мінімальний припустимий прогин при переміщенні контейнера з горизонтального положення у вертикальне.

Наявність гальмівного пристрою забезпечує, разом з демпфером, неушкодження палива в аварійній ситуації, пов'язаної з падінням чохла.

Сукупність усіх зазначених ознак запропонованої корисної моделі дозволяє створити технологічний процес перевезення для допалювання ОТВЗ з одного блока до реактора іншого блока із забезпеченням ядерної та радіаційної безпеки при збереженні умов герметичності.

При цьому застосування запропонованого технічного рішення має чітку економічну та екологічну доцільність.

Економічна доцільність досягається за рахунок продовження використання на АЕС подільних матеріалів тепловидільних зборок на етапі зняття реактора з експлуатації, шляхом їх перевезення з одного реактора на інший. Екологічна доцільність досягається за рахунок зменшення кількості відпрацьованих тепловидільних зборок, призначених для збереження в контейнерах.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 представлена схема комплексу устаткування для здійснення способу перевезення опромінених тепловидільних зборок з одного блока реактора для допалювання на блок другого реактора, на фіг. 2 - схема встановлення контейнера під шахтою, на фіг. 3 - механізм фіксації чохла, на фіг. 4 - модуль біологічного захисту, на фіг. 5 - схема контейнера з чохлом усередині, на фіг. 6 - схема чохла, на фіг. 7 - оголовок чохла, на фіг. 8 - транспортна підвіска, на фіг. 9 - транспортна підвіска з надягнутою кульковою пробкою.

Комплекс устаткування для перевезення ядерного палива містить контейнер 1 (фіг. 1), засоби кантування контейнера (не показано), чохол 2, транспортер 3, транспортний шлях у вигляді залізничних рейок 4, на кожному з енергоблоків 5, 6 містить розвантажувально-завантажувальний вузол (РЗУ) 7 і захисну камеру, що складається з вертикальної наскрізної шахти 8, 9 і рухливого модулю біологічного захисту 10. Вертикальна наскрізна шахта 8, 9 (фіг. 2) споруджена із семи окремих товстостінних циліндричних елементів 11, місця зчленування яких виконані у вигляді зрізаних внутрішніх і зовнішніх конусів. Вхід шахти 8, 9 розташований у реакторному залі, вихід шахти 8, 9 виконаний з можливістю співвісного з'єднання з вертикально розташованим контейнером 1. На місці сполучення шахти 8, 9 і контейнера 1 установлений рухливий модуль біологічного захисту 10, призначений для захисту обслуговуючого персоналу від іонізуючого випромінювання ОТВЗ у процесі завантаження (вивантаження) чохла з ОТВЗ у контейнер (з контейнера) 1 і утворення напрямного тракту між шахтою 8, 9 і контейнером 1.

В одному з блоків шахти 8, 9 виконаний вентиляційний колектор 12, зв'язаний зі спеціальною фільтрувальною системою, що забезпечує очищення повітря перед викидом в атмосферу. Витяжна вентиляція із шахти 8, 9 забезпечує спрямований рух повітря з «брудного» реакторного залу і «чистого» коридору, в який в'їжджає транспортер, одночасно. Крім цього, вентиляція забезпечує охолодження ядерного палива, що знаходиться в шахті.

У верхній частині шахти виконаний завантажувальний пристрій з механізмом фіксації 13 (фіг. 2, фіг. 3) чохла, що складається з висувних башмаків 14, штанг 15, поворотом яких висуваються чи прибираються башмаки 14. (На башмаки 14 у висуненому стані встановлюється чохол.) Позицією 16 показана внутрішня поверхня шахти.

Рухливий модуль біологічного захисту 10 (фіг. 4) складається з двох установлених на рейках 17 рухливих візків 18 із блоками 19 і 20, що переміщуються з протилежних сторін зовнішньої сторони сполучення шахти 8, 9 і контейнера 1, що прилягаючи закривають ділянку згаданого сполучення і з'єднуються один з одним по контактних поверхнях за допомогою стяжного пристрою 21.

Контейнер 1 (фіг. 5) містить корпус 2 з знімним днищем 22, герметичну кришку 23, встановлену на транспортері, що закривається за принципом байонета (закриває чи відкриває контейнер тільки тоді, коли контейнер знаходиться в горизонтальному положенні), і демпфер 24. У днищі 22 виконаний отвір, до якого вставлений багатофункціональний клапан 25, що виконує функції дренажу і скидання імовірного надлишкового тиску за рахунок розігріву ядерного палива в процесі транспортування.

Чохол 2 (фіг. 1, фіг. 6) складається з оголовка 26 та основної частини. Основна частина чохла 2 містить несучу трубу 27, шість чохлових труб 28, дистанційні решітки 29, захисну (біологічну) плиту 30 і нижню плиту 31 з отворами для зливу води.

Оголовок 26 чохла (фіг. 6, фіг. 7) складається з корпусу, в якому встановлений гальмівний пристрій. Гальмівний пристрій складається з гальмівних башмаків 32 (оптимально - з трьох), важелів із зубчастими секторами 33, пружини 34, стакана 35. (Позиція 16 на фіг. 6 - це внутрішня поверхня шахти 8, 9 чи контейнера 1.) При знятті навантаження з захоплювального пристрою 13, з будь-якої причини, пружина 34, розтягуючись, переміщує важелі 33 гальмівних блоків, що висувають гальмівні башмаки 32 за межі корпусу чохла. Башмаки 32, вступаючи у взаємодію зі стінками 16 шахти, створюють необхідне гальмівне зусилля.

Транспортна підвіска (фіг. 8) складається з корпусу 36 і сухаря 37. Підвіска призначена для приєднання до несучої труби ОТВЗ. Вона дозволяє здійснювати транспортні операції з ОТВЗ за допомогою РЗМ та іншого штатного устаткування АЕС, крім цього дозволяє фіксувати ОТВЗ у чохлі. Транспортні підвіски, що утримують ОТВЗ, мають систему фіксації в чохлі за допомогою кулькових пробок 38 (фіг. 9). Для цього кулькову пробку 38 із хвостовиком 39 одягають на верхню частину транспортної підвіски. Втулка 40 забезпечує фіксацію сухаря 37.

Транспортні підвіски є укороченими, що зменшує довжину підвіски з ОТВЗ майже вдвічі. А це означає, що довжина контейнера також зменшується майже вдвічі. Крім цього, транспортні підвіски разом із фланцем чохла забезпечують радіаційний захист персоналу від іонізуючого випромінювання.

Як транспортний засіб для контейнера використовують восьмивісний залізничний транспортер 3, що має гідросистему кантування контейнера 1, гідросистему горизонтування платформи транспортера 3 і систему гальм, що забезпечує гальмування і фіксацію положення транспортера (на фігурі не показано).

Для горизонтування транспортера 3 з контейнером 1 транспортер 3 оснащений системою з чотирьох гідравлічних домкратів, а для протисейсмічного страхування - системою з шести ручних домкратів (на кресленні не показані).

На платформі транспортера встановлена герметизувальна кришка контейнера, вона закривається чи відкривається тільки тоді, коли контейнер знаходиться в горизонтальному положенні.

При застосуванні запропонованого пристрою виконують таку послідовність операцій: на першому блоці за допомогою РЗМ 7 з реактора 5 вивантажують ОТВЗ, переводять у басейни витримки касет у пеналах і

перевіряють їх герметичність. Потім ОТВЗ готують до завантаження в чохол 8. Для цього на спеціальному стенді відокремлюють паливний модуль від штатної підвіски і з'єднують із транспортною підвіскою.

Транспортер 3 з контейнером 1 і чохлом 2 встановлюють у наміченому місці під шахтою 8, відводять кришку 23, горизонтують системою з чотирьох гідравлічних домкратів і страхують системою з шести домкратів (на фігурі не показано). Кантують контейнер 1 з чохлом 2 з горизонтального положення у вертикальне. Краном реакторного залу опускають усередину шахти штангу із захоплювачем і з'єднують з чохлом, після цього по рейках 17 зводять візки 18 із блоками 19 і 20 із протилежних сторін зовнішньої сторони сполучення шахти 8 і контейнера 1 таким чином, щоб блоки 19 і 20, прилягаючи, закрили ділянку згаданого сполучення і з'єдналися один з одним по контактних поверхнях за допомогою стяжки 21. Чохол 2 за допомогою крана реакторного залу піднімають і закріплюють у завантажувальному пристрої шахти 8. Підготовлені ОТВЗ завантажують у чохол 2 за допомогою РЗМ, після заповнення гнізд чохла 2 його завантажують у контейнер 1 за допомогою крана реакторного залу. Кантують контейнер 1 у горизонтальне положення, закривають герметичною кришкою 23 і транспортують на інший енергоблок 6.

Операції на іншому блоці реактора виконуються у зворотній послідовності:

Встановлюють транспортер 3 під шахтою 9, потім перед відкриттям кришки 23 контейнера здійснюють скидання з порожнини контейнера 1 через гнучкий шланг багатофункціонального клапана 25 у спеціальну вентсистему імовірного надлишкового тиску. Відводять кришку 23 контейнера. Виконують горизонтування платформи транспортера 3 за допомогою чотирьох гідравлічних домкратів, висують шість страхувальних домкратів, після чого кантують контейнер 1 з горизонтального положення у вертикальне. Краном реакторного залу опускають усередину шахти штангу із захоплювачем і з'єднують з чохлом 2, після цього описаним способом зводять візки 18 із блоками 19 і 20 і з'єднують їх стяжкою 21. Чохол 2 за допомогою крана реакторного залу піднімають і закріплюють у завантажувальному пристрої шахти 9.

За допомогою РЗМ вивантажують по одній ОТВЗ у пенали, що знаходяться в басейні витримки касет, перевіряють герметичність ОТВЗ, потім заміняють транспортну підвіску на штатну й у встановленому порядку завантажують в активну зону другого реактора 6.

Нижче наведено приклад конкретного виконання застосування запропонованого пристрою.

На рейках 4 формують поїзд, що складається зі спеціального транспортного засобу, транспортера 3 і контейнера 1, і по залізничній колії 4 подають до воріт транспортного коридору першого енергоблоку 5.

Відкривають ворота в транспортний коридор, і транспортер 3 з комплектом для транспортування спеціальним транспортним засобом подають на місце кантування. Ворота в транспортний коридор закривають. По мітках, нанесених у транспортному коридорі, спеціальним транспортним засобом виконують точне виставлення та фіксацію транспортера 3 під прямою захисною шахтою 8. Спеціальний транспортний засіб від'єднують від транспортера. За допомогою гнучкого шлейфа здійснюють підключення електроустаткування транспортера 3 до штатної системи електропостачання. Подається електроживлення на привід кришки контейнера 1, на насоси гідростанції, на пульт керування гідростанцією і здійснюється підготовка до роботи гідростанції. За допомогою чотирьох гідравлічних домкратів здійснюють горизонтування транспортера. Після горизонтування висують шість ручних страхувальних домкратів.

Розгерметизують кришку 23 контейнера 1, притискний пристрій із кришкою контейнера 1 відводять від горловини контейнера 1. Відкривають багатофункціональний клапан 25 у днищі контейнера 1. Оператор виконує кантування контейнера 1 з горизонтального положення у вертикальне.

Краном реакторного залу опускають штангу з захоплювачем і зчіплюють з чохлом 2. Зводять блоки 20 рухливого модулю біологічного захисту 10. Краном піднімають чохол по захисній шахті 8 у завантажувальний вузол 13, там здійснюють фіксацію чохла 2. Штанга із захоплювачем від'єднується від чохла.

По одній завантажують підготовлені ОТВЗ у чохол 2 за допомогою РЗМ. Після завантаження всіх гнізд чохла 2 здійснюють фіксацію ОТВЗ у гніздах кульковими запірними пробками 38.

Краном чохол 2 опускають із захоплювальною пристрою шахти вниз до повної установки в контейнер 1. При зменшенні зусилля на захопленні гальмівні башмаки 29 розводяться, фіксуючи чохол 2 у контейнері 1.

Після установки чохла 2 у контейнер 1 розводять блоки 19 і 20 рухливого модулю біологічного захисту, вивільняють захоплювач штанги. Штангу піднімають краном, цілком витягають із шахти 8 і встановлюють на місце збереження.

Контейнер 1 кантують з вертикального положення в горизонтальне (транспортне). Установлюють кришку 23 з пристроєм притискання до контейнера і герметизують, закривають клапан 25, здійснюють контроль герметичності кришки 23 контейнера. Звільняють страхувальні домкрати і встановлюють їх у транспортне положення, звільняють основні гідравлічні домкрати, раму транспортера 3 приводять у транспортне положення.

Потім транспортер від'єднують від системи електропостачання, пломбують кришку контейнера, звільняють гальма транспортера, з'єднують із транспортним засобом. Після контролю забруднення зовнішньої поверхні контейнера, транспортера 3 і спеціального транспортного засобу, здійснюють дезактивацію, якщо необхідно. Транспортний засіб 16 із транспортером 3 по залізничних коліях 4 перевозять на другий енергоблок 6.

На другому енергоблоці 6 транспортер 3 з контейнером 1 і чохлом 2 усередині встановлюють у наміченому місці під шахтою 9. Перед відкриттям кришки 23 через клапан 25 виконують скидання у вентсистему імовірного надлишкового тиску з порожнини контейнера 1. Відводять кришку 23 контейнера, відкривають дренажний клапан 25, здійснюють горизонтування платформи та кантування контейнера 1.

Вивантажують чохол 2 з ОТВЗ із контейнера 1 у завантажувальний вузол шахти 9 за допомогою крана. За допомогою РЗМ вивантажують ОТВЗ із чохла в підготовлені пенали, перевіряють герметичність, потім заміняють транспортну підвіску на штатну і завантажують у другий реактор 6. Після вивантаження ОТВЗ чохол 2 встановлюють назад у контейнер 1.

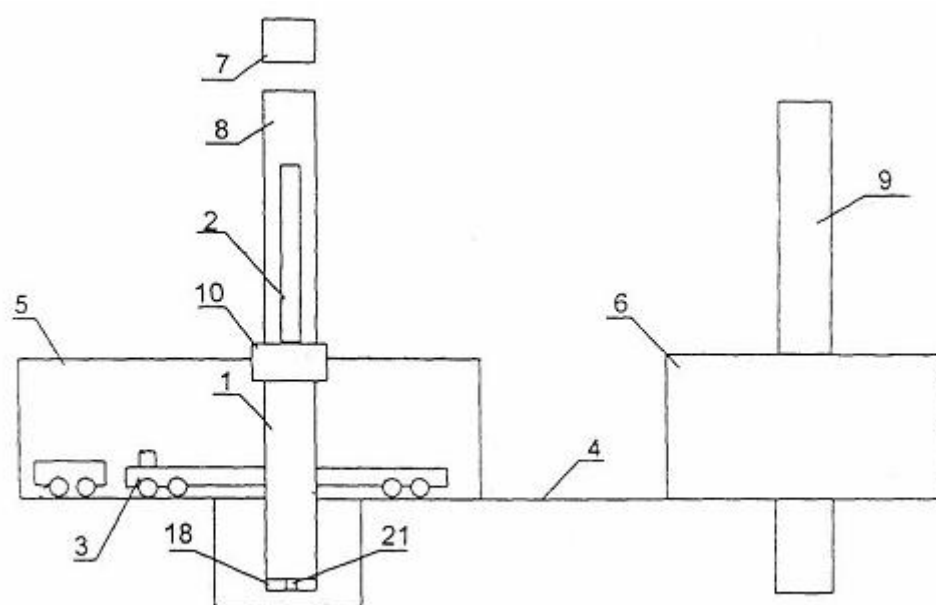


Fig. 1

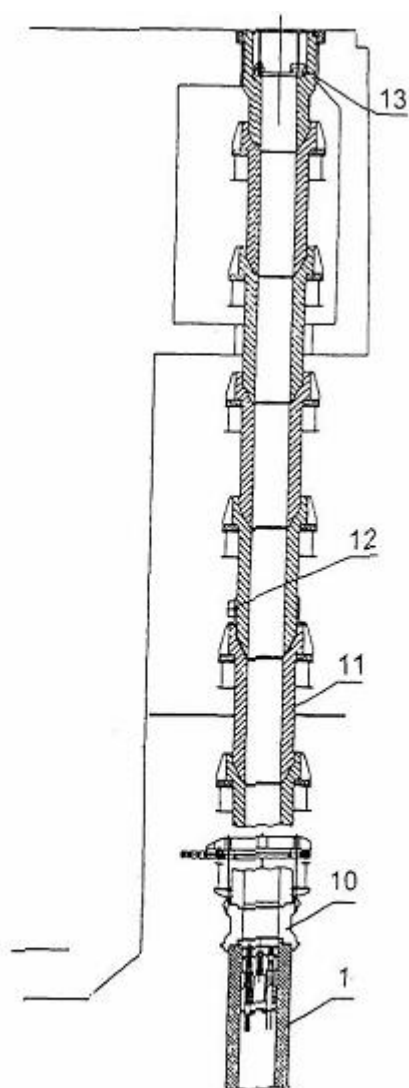


Fig. 2

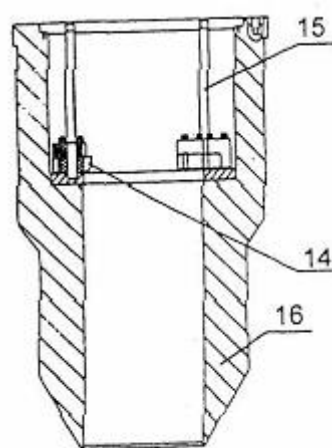


Fig. 3

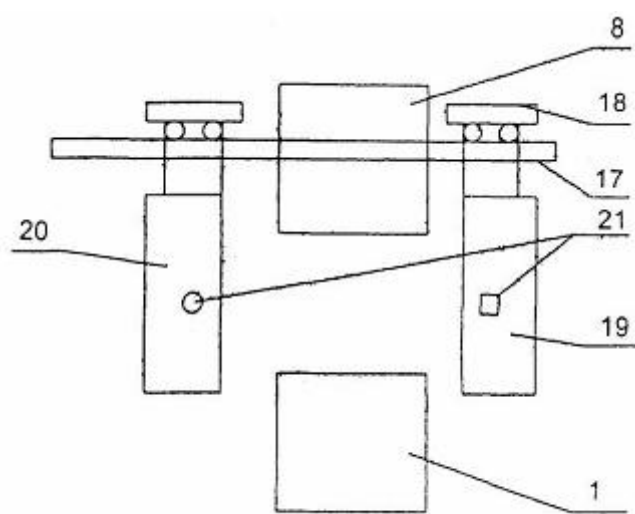


Fig. 4

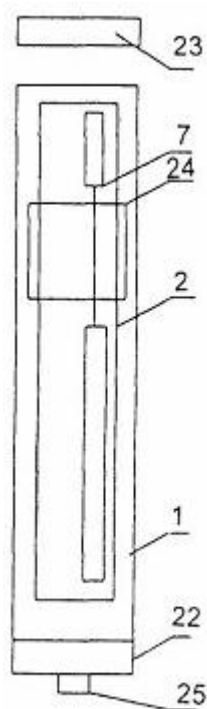


Fig. 5

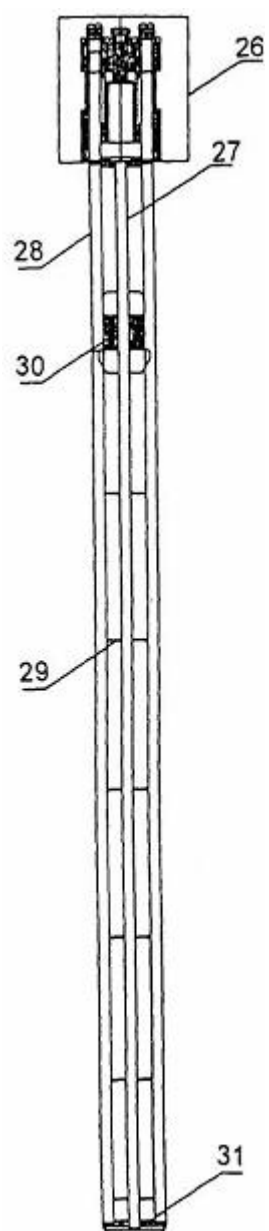


Fig. 6

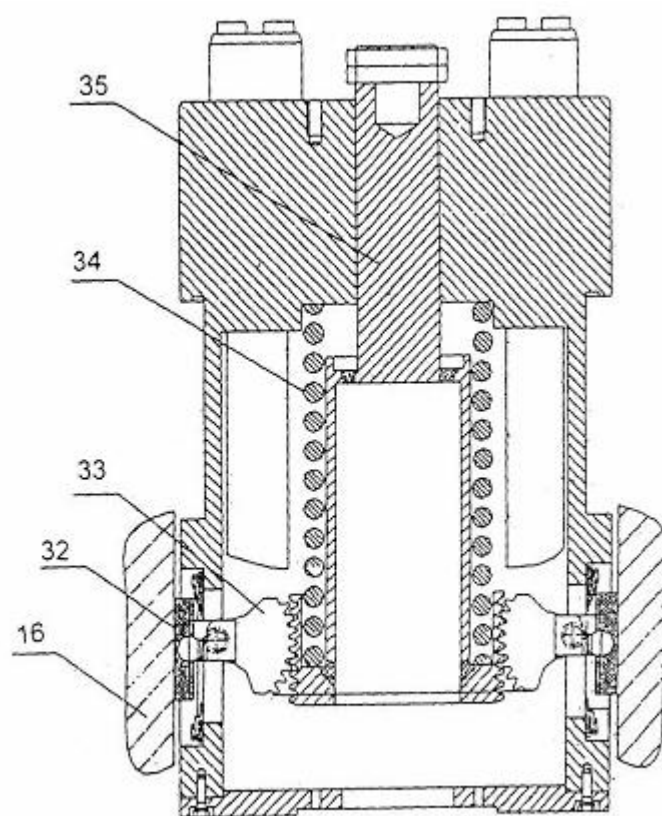


Fig. 7

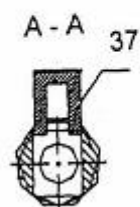
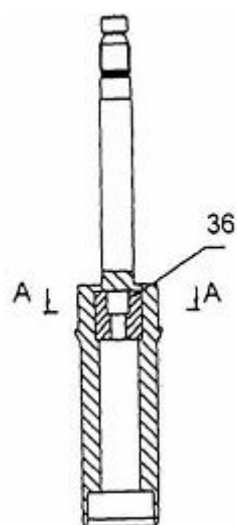
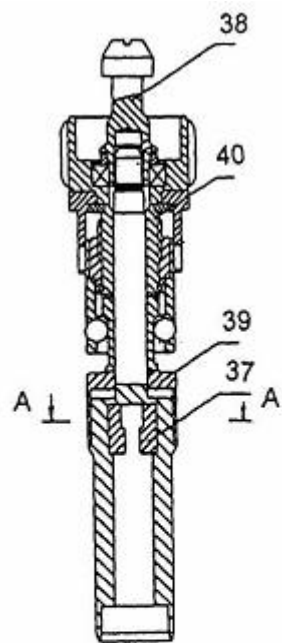


Fig. 8



A - A

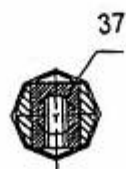


Fig. 9