

(19) C2 (11) 103140 (13) UA

(98) вул. В. Чорновола, 25, оф. 3, м. Київ, 01135

(85) 2012-11-01

(74) Мошинська Ніна Миколаївна, (UA)

(45) [2013-09-10]

(43) [2013-02-25]

(24) 2013-09-10

(22) 2011-11-21

(12) Патент України (на 20 р.)

(21) а201212488

(46) 2022-02-02

(86) 2011-11-21 PCT/CN2011/082524

(30) 201110233277.5 2011-08-15 CN 201120295548.5 2011-08-15 CN

(54) ВЕРТИКАЛЬНИЙ КІЛЬЦЕВИЙ ВИСОКОГРАДІЄНТНИЙ МАГНІТНИЙ СЕПАРАТОР ВЕРТИКАЛЬНИЙ КОЛЬЦЕВОЙ ВИСОКОГРАДИЕНТНЫЙ МАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР VERTICAL RING HIGH GRADIENT MAGNETIC SEPARATOR

(56) CN 201220185 Y; 15.04.2009 2 CN 201275499Y; 22.07.2009 2 CN 101786042 A; 28.07.2010 2 CN 2885422Y; 04.04.2007 2 CN 20151637 6 U; 30.06.2010 2 CN 201437098 U; 14.04.2010 2 JP 2010-42367 A; 25.02.2010 2

(71) CN ШАНЬДУН ХУАТЕ МЕГНЕТ ТЕКНОЛОДЖИ КО., ЛТД CN ШАНЬДУН ХУАТЕ МЭГНЕТ ТЕКНОЛОДЖИ КО., ЛТД CN SH ANDONG HUATE MAGNET TECHNOLOGY CO., LTD

(72) CN Ван Чжаолян CN Ван Чжаолян CN Van Zhaolian CN Чжоу Юйчжоу CN Чжоу Юйчжоу CN Zhou Yuizhou CN Цзя Ху нлі CN Цзя Хунли CN Zia Hunli CN Лю Фенлян CN Лю Фенлян CN Liu Fenlian CN Цзен Лянлян CN Цзен Лянлян CN Tszen Lianlian CN Лю Шичан CN Лю Шичан CN Liu Shychan

(73) CN ШАНЬДУН ХУАТЕ МЕГНЕТ ТЕКНОЛОДЖИ КО., ЛТД CN ШАНЬДУН ХУАТЕ МЭГНЕТ ТЕКНОЛОДЖИ КО., ЛТД CN SH ANDONG HUATE MAGNET TECHNOLOGY CO., LTD

Предложен вертикальный кольцевой высокоградиентный магнитный сепаратор, содержащий возбуждающую катушку обмотки и кожух (12) катушки, причем катушка (11) обмотки погружена в охлаждающее вещество в кожухе (12) катушки и имеет многослойную структуру, и между каждым слоем или множеством слоев катушки (11) обмотки предусмотрен изолирующий элемент для образования зазоров, через которые проходит охлаждающее вещество. Катушка обмотки вертикального кольцевого высокоградиентного магнитного сепаратора может быстро рассеивать тепло в охлаждающем веществе, что гарантирует поддержание низкой температуры катушкой обмотки при работе и тем самым - получение повышенного напряжения магнитного поля.

Запропонований вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор, що містить збуджувальну котушку обмотки і кожух (12) котушки, причому котушка (11) обмотки занурена в охолоджуючу речовину в кожусі (12) котушки і має багатошарову структуру, і між кожним шаром або множиною шарів котушки (11) обмотки передбачений ізолюючий елемент для утворення зазорів, через які проходить охолоджуюча речовина. Котушка обмотки вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора може швидко розсіювати тепло в охолоджуючій речовині, що гарантує підтримування нижчої температури котушкою обмотки під час роботи і тим самим - одержання підвищеної напруги магнітного поля.

The invention discloses a vertical ring high gradient magnetic separator, comprising an excitation winding coil (11) and a coil housing (12). The winding coil (11) is immersed in a cooling liquid of the coil housing (12). The winding coil (11) is a multilayer structure, insulating parts are installed between each layer or multiple layers of the winding coil (11) so as to form gaps where the cooling liquid can pass. The winding coil of the vertical ring high gradient magnetic separator has rapid heat dissipation ability in the cooling liquid, and can ensure a low temperature of the winding coil during operation, thus obtaining high magnetic field intensity.

1. Вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор, що містить котушку обмотки збудження і кожух (12) котушки, причому котушка (11) обмотки занурена в охолоджуючу речовину в кожусі (12) котушки і має багат шарову структуру, при цьому між кожним шаром або множиною шарів котушки (11) обмотки передбачений ізолюючий елемент для утворення зазорів, через які проходить охолоджуюча речовина.
2. Сепаратор за п. 1, в якому ізолюючий елемент містить перші ізолюючі прокладні смужки (13-1), що знаходяться між кожним шаром або множиною шарів котушки (11) обмотки, розташовані з нахилом відносно напрямку течії охолоджуючої речовини і віддалені одна від одної.
3. Сепаратор за п. 2, що додатково містить другі ізолюючі прокладні смужки (13-2), що з'єднують перші ізолюючі прокладні смужки (13-1) і розташовані так, що вони перетинають перші ізолюючі прокладні смужки (13-1) і впроваджені у вирізах перших ізолюючих прокладних смужок (13-1).
4. Сепаратор за п. 3, в якому другі ізолюючі прокладні смужки (13-2) розташовані вздовж напрямку течії охолоджуючої речовини, і кожна з них має товщину, що менша глибини кожного з вирізів перших ізолюючих прокладних смужок (13-1) або дорівнює їй.
5. Сепаратор за п. 3, в якому перші ізолюючі прокладні смужки (13-1) мають двошарову або багат шарову структуру, причому шар кожної з перших ізолюючих прокладних смужок (13-1), що перетинає другі ізолюючі прокладні смужки (13-2), має багатосегментну структуру, а простір між сусідніми сегментами шару утворює кожний з вирізів.
6. Сепаратор за п. 3, в якому між внутрішньою стороною котушки (11) обмотки і кільцевою внутрішньою стінкою кожуха (12) котушки вертикально передбачені треті ізолюючі прокладні смужки (13-3), віддалені одна від одної, а на стороні, поблизу кільцевої внутрішньої стінки, в кожній з третіх ізолюючих прокладних смужок (13-3) передбачені вирізи (13-3-1), що спрямовують рідину, віддалені один від одного.
7. Сепаратор за п. 6, в якому треті ізолюючі прокладні смужки (13-3) прикріплені до кільцевої внутрішньої стінки.
8. Сепаратор за будь-яким з пп. 1-7, в якому на двох кінцях кожуха (12) котушки відповідно розташовані впускний отвір (12-1) для рідини і випускний отвір (12-2) для рідини кожуха (12) котушки.
9. Сепаратор за будь-яким з пп. 1-7, в якому впускний отвір (12-1) для рідини і випускний отвір (12-2) для рідини кожуха (12) котушки розташовані на одному і тому ж кінці кожуха (12) котушки, а всередині кожуха (12) котушки передбачена перегородка (14) для відділення впускного отвору (12-1) для рідини від випускного отвору (12-2) для рідини.

10. Сепаратор за будь-яким з пп. 1-7, в якому у верхній частині кожуха (12) котушки встановлений компенсаційний бак (15) з рідиною, що з'єднується з кожухом (12) котушки, а у впускному отворі для повітря компенсаційного бака (15) з рідиною встановлений вологонепроникний дихальний клапан (16).

Галузь техніки

Даний винахід стосується галузі обладнання для сепарації корисних копалин і, зокрема, вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора.

Рівень техніки

Одним з традиційних основних способів мокрої сепарації слабкомагнітних корисних копалин є сепарація матеріалів за допомогою використання вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора.

Вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор являє собою тип пристрою для мокрої сепарації слабкомагнітних корисних копалин з використанням сильнішого магнітного поля, що генерується охолодженою котушкою обмотки, що має знижену температуру. Принцип сепарації вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора є наступним: магнітне поле, що генерується котушкою обмотки, проходить через верхнє і нижнє ярма магніту, утворюючи магнітний ланцюг; в просторі між верхнім і нижнім ярмами магніту і котушкою обмотки передбачене обертове кільце, встановлене з магнітним середовищем. Нижня частина обертового кільця занурена в рудний шлам, і з обертанням обертового кільця намагнічене середовище абсорбує магнітні частинки корисних копалин на поверхню магнітного середовища.

Після того, як обертове кільце примушує магнітне середовище, занурене в рудний шлам, покинути рудний шлам і повертається на певний кут, напірна вода, яка подається зверху обертового кільця, виплескує магнітні частинки корисних копалин в пристрій для збирання концентрату, щоб досягнути сепарації матеріалів.

Для втілення сепарації слабкомагнітних корисних копалин потрібне сильніше магнітне поле, і це магнітне поле генерується головним чином котушкою обмотки. З технічної перспективи слідє, що коли котушка обмотки має незмінні параметри, такі, як кількість витків, діаметр проводу, матеріал, струм, напругу, чим вище зростання температури котушки, тим більший опір проводу, і тим більший тепловий спад магнітного поля, а крім того, ізоляція котушки поступово погіршується.

У цей час спосіб охолодження вертикальної кільцевої високоградієнтної котушки включає в себе головним чином спосіб внутрішнього охолодження і спосіб зовнішнього охолодження.

Спосіб внутрішнього охолодження передбачає використання мідного порожнистого з'єднувального проводу, і для відбирання тепла в цей електричний провід вводять охолоджуючу воду. Оскільки вода містить деякі забруднення, під час процесу довгострокового використання охолоджуюча вода легко утворює вапняковий наліт, блокуючи отвір котушки і тим самим викликаючи високу частоту відмов. Крім того, охолоджуюча вода після використання зливається безпосередньо, що викликає серйозне витрачання водних ресурсів, а також є інші недоліки, такі, як велика витрата міді, висока вартість і складний процес.

При зовнішньому охолодженні, котушку занурюють в охолоджуюче масло, і це охолоджуюче масло циркулює зовні котушки обмотки, розсіюючи тепло за допомогою охолоджуючого пристрою в контурі циркуляції. Ефект охолодження при цьому способі охолодження залежить головним чином від двох аспектів: здатності охолоджуючого масла своєчасно відбирати тепло у котушки обмотки і здатності охолоджуючого пристрою розсіювати тепло охолоджуючого масла. Що стосується першого аспекту, то існуюча профільована котушка обмотки звичайно утворює компактний об'єкт, і тільки зовнішня поверхня котушки обмотки може безпосередньо контактувати з охолоджуючим маслом, тому охолоджуюче масло може своєчасно відбирати тепло лише на зовнішній поверхні котушки обмотки, а тепло, що генерується всередині котушки обмотки, можна лише спочатку передавати до зовнішньої поверхні котушки обмотки, а вже потім передавати охолоджуючому маслу. Через обмеження ефективності теплопередачі, багато тепла може акумулюватися всередині котушки обмотки і не може розсіюватися, тим самим викликаючи зростання температури всієї котушки обмотки загалом і зниження напруги магнітного поля.

Тому технічна задача, яку необхідно вирішити фахівцям в даній галузі техніки, полягає в тому, щоб поліпшити здатність котушки обмотки вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора розсіювати тепло в охолоджуючій речовині, щоб гарантувати підтримку нижчої температури котушкою обмотки під час роботи і тим самим - одержання підвищеної напруги магнітного поля.

Короткий опис винаходу

Задача даної заявки полягає в тому, щоб розробити вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратора. Котушка обмотки вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора має здатність швидко розсіювати тепло в охолоджуючій речовині, що гарантує підтримку нижчої температури котушкою обмотки під час роботи і тим самим - одержання підвищеної напруги магнітного поля.

Для вирішення вищезгаданої задачі, згідно з даною заявкою запропонований вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор, що включає в себе котушку обмотки збудження і кожух котушки, причому котушка обмотки занурена в охолоджуючу речовину в кожусі котушки і має багат шарову структуру, і між кожним шаром або множиною шарів котушки обмотки передбачений

ізолюючий елемент для утворення зазорів, через які проходить охолоджуюча речовина.

Ізолюючий елемент переважно включає в себе перші ізолюючі прокладні смужки, що знаходяться між кожним шаром або множиною шарів котушки обмотки, розташовані з нахилом відносно напрямку потоку охолоджуючої речовини і віддалені один від одного.

Для з'єднання перших ізолюючих прокладних смужок переважно передбачені другі ізолюючі прокладні смужки, які розташовані, перерізаючи перші ізолюючі прокладні смужки, і впроваджені у вирізах перших ізолюючих прокладних смужок.

Другі ізолюючі прокладні смужки переважно розташовані вздовж напрямку течії охолоджуючої речовини, а кожна з них має товщину, меншу, ніж глибина кожного з вирізів перших ізолюючих прокладних смужок, або, що дорівнює їй.

Перші ізолюючі прокладні смужки переважно мають двошарову структуру або багатошарову структуру, причому шар кожної з перших ізолюючих прокладних смужок, що перерізає другі ізолюючі прокладні смужки, має багатосегментну структуру, а простір між сусідніми сегментами шару утворює кожний з вирізів.

Переважно, між внутрішньою стороною котушки обмотки і кільцевою внутрішньою стінкою кожуха котушки вертикально передбачені треті ізолюючі прокладні смужки, віддалені одна від одної, а на стороні, близькій до кільцевої внутрішньої стінки, кожною з третіх ізолюючих прокладних смужок передбачені вирізи, що спрямовують рідину, віддалені одна від одної.

Треті ізолюючі прокладні смужки переважно прикріплені до кільцевої внутрішньої стінки.

Переважно, на двох кінцях кожуха котушки відповідно розташовані впускний отвір для рідини і випускний отвір для рідини кожуха котушки.

Впускний отвір для рідини і випускний отвір для рідини кожуха котушки переважно розташовані на одному і тому ж кінці кожуха котушки, а всередині кожуха котушки передбачена перегородка для відділення впускного отвору для рідини від випускного отвору для рідини.

Переважно, у верхній частині кожуха котушки встановлений компенсаційний бак з рідиною, який сполучається з кожухом котушки, а у впускному отворі для повітря компенсаційного бака з рідиною встановлений вологонепроникний дихальний клапан.

Вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор згідно з винаходом забезпечує подальші удосконалення на основі відомого рівня техніки. Котушка обмотки вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора має багатошарову структуру, і між кожним шаром або множиною шарів передбачений ізолюючий елемент для утворення зазорів, через які може пройти охолоджуюча речовина. Таким чином, попавши в кожух котушки через впускний отвір для рідини під час роботи, охолоджуюча речовина може текти між кожним шаром або множиною шарів котушки обмотки, так що область контакту між охолоджуючою речовиною і котушкою обмотки примножується, а охолоджуюча речовина може знаходитися в контакті з котушкою обмотки в різних положеннях, чого достатньо для теплообміну, і потім охолоджуюча речовина, яка переносить тепло, тече до випускного отвору для рідини по зазорах, відводячи тепло, що генерується котушкою обмотки, і ця здатність швидко розсіювати тепло може гарантувати підтримку нижчої температури котушкою обмотки під час роботи і тим самим - одержання підвищеної напруги магнітного поля.

У варіанті здійснення, ізолюючий елемент включає в себе перші ізолюючі прокладні смужки, а перші ізолюючі прокладні смужки між кожним шаром або множиною шарів котушки обмотки розташовані з нахилом відносно напрямку течії охолоджуючої речовини і віддалені одна від одної. Оскільки перші ізолюючі прокладні смужки розташовані з нахилом відносно напрямку течії охолоджуючої речовини і віддалені одна від одної між кожним шаром або множиною шарів котушки обмотки, можна сформулювати множину відносно незалежних каналів охолоджуючої речовини, так що охолоджуюча речовина зможе текти через котушку обмотки по цих каналах, не створюючи турбулентну течію. Крім того, похиле розташування може зменшити опір охолоджуючій речовині, з одного боку, так, що охолоджуюча речовина зможе текти через котушку обмотки плавно, і з'явиться можливість одержати збільшену довжину каналу, а з іншого боку, так, що охолоджуюча речовина і котушка обмотки зможуть контактувати одна з одною в достатньому для теплообміну ступені.

У ще одному варіанті здійснення, між внутрішньою стороною котушки обмотки і кільцевою внутрішньою стінкою кожуха котушки вертикально передбачені треті ізолюючі прокладні смужки, віддалені одна від одної, а на стороні, близькій до кільцевої внутрішньої стінки, кожною з третіх ізолюючих прокладних смужок передбачені вирізи, що спрямовують рідину, віддалені один від одного. Таким чином, охолоджуюча речовина потрапляє в камеру впускання рідини кожуха котушки через впускний отвір для рідини, потім тече з нахилом по зазорах котушки обмотки, а потім може плавно текти в камеру повернення масла через вирізи, що спрямовують рідину, третіх ізолюючих прокладних смужок.

Короткий опис креслень

Фіг. 1 - частковий вигляд в перерізі вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора відповідно до варіанта здійснення даної заявки, при цьому стрілки на кресленні вказують напрямок течії охолоджуючого масла і напрямок течії води, що виплескує руду, відповідно;

фіг. 2 - вигляд зліва вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора, показаного на фіг. 1, при цьому в перерізі показана частина котушки обмотки;

фіг. 3 - повний схематичний переріз котушки обмотки і кожуха котушки, показаних на фіг. 1

фіг. 4 - частковий схематичний вигляд в збільшеному масштабі частини I, показаної на фіг. 3;

фіг. 5 - схематичний вигляд по лінії А-А з фіг. 3;

фіг. 6 - частковий схематичний вигляд в збільшеному масштабі частини II, показаної на фіг. 5;

фіг. 7 - частковий схематичний вигляд, що ілюструє з'єднання між першими ізолюючими прокладними смужками і другими ізолюючими прокладними смужками;

фіг. 8 - схематичний вигляд по лінії А-А з фіг. 7;

фіг. 9 - вигляд в перерізі, що ілюструє ще одне з'єднання між першими ізолюючими прокладними смужками і другими ізолюючими прокладними смужками;

фіг. 10 - вигляд зверху ще однієї котушки обмотки і ще одного кожуха котушки; і

фіг. 11 - частковий схематичний вигляд в збільшеному масштабі частини III, показаної на фіг. 10.

Перелік посилальних позицій на Фіг. 1-11:

1 - Каркас машини;

2 - Верхнє яро магніту;

3 - Нижнє яро магніту;

4 - Обертове кільце;

5 - Цебер для роздачі руди;

6 - Цебер для розплескування води;

7 - Пристрій для збирання концентрату;

8 - Бункер середовища;

9 - Бункер хвостів;

10 - Пульсуючий бункер;

11 - Котушка обмотки;

12 - Кожух котушки;

12-1 - Впускний отвір для масла;

12-2 - Випускний отвір для масла;

13-1 - Перша ізолююча прокладна смужка;

13-2 - Друга ізолююча прокладна смужка;

13-3 - Третя ізолююча прокладна смужка;

13-3-1 - Вирізи, що спрямовують рідину;

14 - Перегородка;

15 - Компенсаційний бак масла;

16 - Дихальний клапан.

Докладний опис винаходу

Задачею даного винаходу є створення вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора. Котушка обмотки вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора має здатність швидко розсіювати тепло в охолоджуючій речовині, що гарантує підтримування нижчої температури котушкою обмотки під час роботи і тим самим - одержання підвищеної напруги магнітного поля.

Щоб фахівці в даній галузі техніки змогли краще зрозуміти технічні рішення згідно з винаходом, нижче приводиться також докладний опис цього винаходу з посиланням на прикладені креслення і варіанти здійснення.

Терміни, що вказують напрямки і положення, такі, як "вгору (верхнє), вниз (нижнє), ліворуч (ліве) і праворуч (праве)", основані на позиційному взаємозв'язку креслень, і їх не потрібно інтерпретувати як абсолютне обмеження, що накладається на об'єм захисту даної заявки. Аналогічно, терміни "перший" і "другий" тут вживаються лише для полегшення опису, розрізнення різних компонентів, що має одну і ту ж назву, а не призначені для вказування порядку або основної або допоміжної залежності.

Звернемося до фіг. 1 і 2. На фіг. 1 представлений частковий переріз вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора відповідно до варіанта здійснення винаходу, при цьому стрілки на кресленні вказують напрямок течії охолоджуючого масла і напрямок течії води, що виплескує руду, відповідно, а на фіг. 2 представлений вигляд зліва вертикального кільцевого високоградієнтного магнітного сепаратора, показаного на фіг. 1, при цьому в перерізі показана частина котушки обмотки.

У варіанті здійснення, у вертикальному кільцевому високоградієнтному магнітному сепараторові передбачений каркас 1 машини. На верхній частині каркаса 1 машини встановлені верхнє яро 2 магніту і нижнє яро 3 магніту. На верхньому ярмі 2 магніту встановлені дві підшипникові опори обертового кільця 4, і тіло кільця, що належить обертовому кільцю 4, знаходиться між верхнім ярмом 2 магніту і нижнім ярмом 3 магніту. У внутрішньому просторі між двома сторонами тіла кільця передбачені цебер 5 для подачі руди, цебер 6 для розплескування води і пристрій 7 для збирання концентрату, а на периферії обертового кільця передбачений бункер 8 середовища. Під час

безперервного обертання обертового кільця 4, бункер 8 середовища безперервно вводиться в рудний шлам між верхнім яром 2 магніту і нижнім яром 3 магніту для адсорбції магнітних частинок.

Після того, як обертове кільце 4 примушує магнітне середовище, занурене в рудний шлам, покинути рудний шлам і повертається на певний кут, напірна вода, яка подається зверху обертового кільця, виплескує магнітні частинки корисних копалин в пристрій 7 для збирання концентрату, щоб досягнути сепарації матеріалів.

У нижній частині каркаса 1 машини передбачений бункер 9 хвостів, причому рівень рудного шламу в бункері 9 хвостів (пустої породи, шламу) безперервно флюктує вгору і вниз під впливом пульсуючого бункера 10, що приводить до досягнення виплескування частинок, абсорбованих в бункері 8 середовища, і тим самим до збагачення концентрату.

Звернемося до фіг. 3-6. На фіг. 3 представлений повний схематичний переріз котушки обмотки і кожуха котушки, показаної на фіг. 1; на фіг. 4 представлений в збільшеному масштабі частковий схематичний вигляд частини I, показаної на фіг. 3; на фіг. 5 представлений схематичний вигляд вздовж лінії А-А згідно з фіг. 3; а на фіг. 6 представлений в збільшеному масштабі частковий схематичний вигляд частини II, показаної на фіг. 5.

Як показано на кресленнях, котушка 11 обмотки збудження встановлена на магнітному полюсі (навколо нього) нижнього яра 3 магніту, маючи внутрішню дугу. Котушка 11 обмотки має прямокутну кільцеву структуру і встановлена в герметичному кожусі 12 котушки, причому кожух 12 котушки виконаний з немагнітного матеріалу, а котушка 11 обмотки занурена в охолоджуюче масло (або іншу ізолюючу речовину) в кожусі 12 котушки. У середніх частинах двох кінців кожуха 12 котушки передбачені впускний отвір 12-1 для масла і випускний отвір 12-2 для масла, а кожух 12 котушки з'єднаний із зовнішнім охолоджуючим пристроєм за допомогою труб, так що цей охолоджуючий пристрій може охолоджувати охолоджуюче масло.

Котушка 11 обмотки має багат шарову структуру, і між кожним шаром або множиною шарів (тобто між всіма або будь-якими з шарів) котушки обмотки передбачений ізолюючий елемент для утворення зазорів, через які може пройти охолоджуюче масло. Ізолюючий елемент включає в себе перші ізолюючі прокладні смужки 13-1, що знаходяться між кожним шаром або множиною шарів котушки обмотки, розташовані з нахилом відносно напрямку течії охолоджуючого масла і віддалені одна від одної.

Зокрема (див. фіг. 5), перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 симетрично розподілені вздовж лінії з'єднання між впускним отвором 12-1 для масла і випускним отвором 12-2 для масла. Беручи перші ізолюючі прокладні смужки 13-1, що знаходяться на верхній стороні, як приклад, зазначаємо, що, по-перше, перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 розташовані з нахилом догори від впускного отвору 12-1 для масла відносно напрямку течії охолоджуючого масла і паралельні одна одній, а після повороту, перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 розташовані з нахилом від зовнішньої сторони котушки обмотки до внутрішньої сторони котушки обмотки відносно напрямку течії охолоджуючого масла і паралельні одна одній, доти, доки не досягають випускного отвору 12-2 для масла.

За винятком ділянки повороту котушки, кут нахилу між кожними з перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 і електричними проводами котушки 11 обмотки в загальному випадку становить від 35° до 70°, а його розрахункова величина звичайно може становити 45°.

Оскільки перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 розташовані з нахилом відносно напрямку течії охолоджуючого масла і віддалені одна від одної, можна сформувати множину відносно незалежних каналів охолоджуючого масла між двома наступними один за одним шарами котушки обмотки, так що охолоджуюче масло зможе текти через котушку 11 обмотки по цих каналах, не створюючи турбулентну течію. Крім того, похиле розташування може зменшити опір охолоджуючій речовині, з одного боку, так, що охолоджуюча речовина зможе текти через котушку 11 обмотки плавно, і з'явиться можливість одержати збільшену довжину каналу, а з іншого боку, так, що охолоджуюча речовина і котушка 11 обмотки зможуть контактувати одна з одною в достатньому для теплообміну ступені.

Потрібно зазначити, що перші ізолюючі прокладні смужки 13-1, розташовані з нахилом відносно напрямку течії охолоджуючого масла і віддалені одна від одної, являють собою лише один варіант здійснення. Відповідно до практичних потреб, перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 також можуть бути розташовані вертикально відносно напрямку течії охолоджуючого масла і бути на відстані одна від одної, тобто, напрямок проходження перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 при цьому підтримується перпендикулярним напрямку проходження електричних проводів котушки обмотки, а також можна сформувати зазори, по яких може пройти охолоджуюче масло між шарами котушки обмотки.

Звернемося до фіг. 7 і 8. На фіг. 7 представлений частковий схематичний вигляд, що ілюструє з'єднання між першими ізолюючими прокладними смужками і другими ізолюючими прокладними смужками, а на фіг. 8 представлений схематичний вигляд по лінії А-А з фіг. 7.

Для запобігання руху перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 при використанні, можна передбачити другі ізолюючі прокладні смужки 13-2. Внизу кожної з перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 передбачається один або множини вирізів, узгоджених з формою перерізу других

ізолюючих прокладних смужок 13-2. Другі ізолюючі прокладні смужки 13-2 розташовані, по суті, вздовж напрямку течії охолоджуючого масла. Другі ізолюючі прокладні смужки 13-2 розташовані, перерізаючись з першими ізолюючими прокладними смужками 13-1, і впроваджені у вирізах перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 так, що перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 з'єднані в єдине ціле і перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 і другі ізолюючі прокладні смужки 13-2 перерізаються, утворюючи сітчасту структуру для ефективного скріплення перших ізолюючих прокладних смужок 13-1, внаслідок якого запобігається відмова, що обумовлюється рухом перших ізолюючих прокладних смужок 13-1.

Довжина кожної з других ізолюючих прокладних смужок 13-2 визначається відповідно до кількості перших ізолюючих прокладних смужок 13-1, що з'єднуються за допомогою кожної з других ізолюючих прокладних смужок 13-2. У цьому випадку, на кожній стороні прямокутної котушки 11 обмотки передбачена коротка друга ізолююча прокладна смужка 13-2 і довга друга ізолююча прокладна смужка 13-2, і товщина кожної з других ізолюючих прокладних смужок 13-2 менша, ніж глибина кожного з вирізів перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 (або дорівнює їй), гарантуючи цілісність каналів, утворених першими ізолюючими прокладними смужками 13-1, віддаленими одна від одної, і тим самим запобігаючи сполученню каналів один з одним, що приводить до створення турбулентного потоку.

Як ідеальне рішення, можна виконати перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 і другі ізолюючі прокладні смужки 13-2 як єдине ціле. Звичайно, якщо не враховувати турбулентну течію, то перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 і другі ізолюючі прокладні смужки 13-2 можна також укладати стопою безпосередньо одна на одну або можна з'єднувати одну з одною за допомогою зчеплення або зв'язування.

Звернемося до фіг. 9. На фіг. 9 представлений переріз, що ілюструє ще одне з'єднання між першими ізолюючими прокладними смужками і другими ізолюючими прокладними смужками.

Перші ізолюючі прокладні смужки 13-1 мають двошарову (або багат шарову) структуру, а кожний з шарів зчеплений з іншими, причому пересічний з другими ізолюючими прокладними смужками 13-2 шар кожної з перших ізолюючих прокладних смужок 13-1 включає в себе численні сегменти, і простір між сусідніми сегментами утворює кожний з вирізів. Таким чином, процес формування вирізів на перших ізолюючих прокладних смужках 13-1 опускається, тим самим додатково зменшуючи труднощі виготовлення.

Звернемося знов до фіг. 4 і фіг. 6. На фіг. 4 представлений в збільшеному масштабі частковий схематичний вигляд частини I, показаної на фіг. 3, а на фіг. 6 представлений в збільшеному масштабі частковий схематичний вигляд частини II, показаної на фіг. 5.

Між внутрішньою стороною котушки 11 обмотки і кільцевою внутрішньою стінкою кожуха 12 котушки вертикально передбачені треті ізолюючі прокладні смужки 13-3, віддалені одна від одної. Треті ізолюючі прокладні смужки 13-3 прикріплені до кільцевої внутрішньої стінки кожуха 12 котушки, і на стороні, близькій до цієї кільцевої внутрішньої стінки, кожною з третіх ізолюючих прокладних смужок 13-3 передбачені вирізи 13-3-1, що спрямовують рідину, віддалені одна від одної.

Таким чином, після потрапляння в камеру впускання масла кожуха 12 котушки через впускний отвір 12-1 для масла і протікання через зазори між шарами котушки 11 обмотки, що охолоджує масло може плавно текти в камеру повернення масла через вирізи 13-3-1, що спрямовують рідину, третіх ізолюючих прокладних смужок 13-3.

Коли вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор експлуатується, охолоджуюче масло - після потрапляння в кожух 12 котушки через впускний отвір 12-1 для масла - може текти між кожним шаром або між деякими з шарів котушки обмотки, так що область контакту між охолоджуючим маслом і котушкою 11 обмотки примножується. Охолоджуюче масло може знаходитися в контакті з котушкою 11 обмотки в різних положеннях, чого достатньо для теплообміну, і потім охолоджуюче масло, що переносить тепло, тече до випускного отвору 12-2 для масла по зазорах, відводячи тепло, яке генерується котушкою 11 обмотки, і ця здатність швидко розсіювати тепло може гарантувати підтримку нижчої температури котушкою 11 обмотки під час роботи і тим самим - одержання підвищеної напруги магнітного поля.

Звернемося до фіг. 10 і 11. На фіг. 10 представлений вигляд зверху ще однієї котушки обмотки і ще одного кожуха котушки, а на фіг. 11 представлений в збільшеному масштабі частковий схематичний вигляд частини III, показаної на фіг. 10.

У ще одному варіанті здійснення, впускний отвір 12-1 для масла і випускний отвір 12-2 для масла кожуха 12 котушки розташовані на одному і тому ж кінці кожуха котушки 12, і всередині кожуха 12 котушки передбачена перегородка 14 для відділення випускного отвору 12-1 для масла від випускного отвору 12-2 для масла, і ця перегородка 14 нерухомо з'єднана з кожухом 12 котушки, а на ділянці перегородки 14, що з'єднується з котушкою 11 обмотки, передбачена гумова прокладка (не показана).

На відміну від першого варіанта здійснення, після потрапляння в кожух 12 котушки, що охолоджує масло, тече до випускного отвору 12-2 для масла після обтікання котушки 11 обмотки охолоджуючим маслом, а не тече до випускного отвору 12-2 з двох сторін цієї котушки. Тому перші ізолюючі

прокладні смужки 13-1 мають несиметричну структуру і розташовані з нахилом за годинниковою стрілкою відносно напрямку течії охолоджуючого масла, й інші структури є такими ж, як структури в першому варіанті здійснення, про які йшла мова у вищенаведеному описі.

Щоб запобігти надлишку масла або нестачі масла, що виникає, коли охолоджуюче масло розширюється за допомогою нагрівання або стискається за допомогою охолодження, у верхній частині кожуха 12 котушки передбачений компенсаційний бак 15 з маслом, що сполучається з кожухом 12 котушки. Компенсаційний бак 15 з маслом може компенсувати масло в будь-який момент відповідно до різних температур охолоджуючого масла в циркуляційній системі, щоб гарантувати, що циркуляційна система має достатньо охолоджуючого масла.

На компенсаційному баці 15 з маслом встановлений дихальний клапан 16, що сполучається з корпусом компенсаційного бака 15 з маслом, причому цей дихальний клапан 16 виконаний з матеріалів, які запобігають потраплянню вологого повітря. Коли масло надходить або убуває, дихальний клапан 16, встановлений на компенсаційному баці 15 з маслом, може відфільтровувати повітря, що потрапляє в компенсаційний бак з маслом, в будь-який момент, запобігаючи потраплянню води, що містить повітря, в охолоджуюче масло і тим самим гарантує котушку 11 обмотки, що має підвищену ізоляційну здатність.

Електричний провід котушки 11 провідної обмотки може бути суцільним мідним проводом, алюмінієвим проводом або проводами з інших матеріалів. Поперечний переріз електричного проводу може бути прямокутним або мати інші форми, а зовнішня поверхня електричного проводу може бути покрита ізолюючим матеріалом, стійким до високих температур.

Вищеописаний вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор являє собою лише один варіант здійснення, і його конкретна конструкція не обмежується вищевикладеним описом, і шляхом внесення спеціальних поправок на основі вищевикладеного варіанта здійснення і відповідно до фактичних потреб можна одержати різні варіанти здійснення. Наприклад, множина шарів котушки 11 обмотки можуть утворювати одну групу, при цьому між двома наступними одна за одною групами передбачений ізолюючий елемент для утворення зазорів, через які може текти охолоджуюче масло, або ізолюючий елемент можна передбачити як гребінку, "що прочісує" один шар і множину шарів. Можливо багато способів втілення, які не будуть тут проілюстровані.

Вище був детально описаний вертикальний кільцевий високоградієнтний магнітний сепаратор, запропонований згідно з винаходом. Принцип і варіанти здійснення даного винаходу проілюстровані тут конкретними прикладами. Вищевикладений опис прикладів призначений лише для того, щоб сприяти розумінню суті винаходу. Потрібно зазначити, що для фахівця в даній галузі техніки очевидна можливість внесення у винахід різних модифікацій і удосконалень в рамках його принципу, і ці модифікації і удосконалення також вважаються такими, що потрапляють в об'єм захисту винаходу, що визначається формулою винаходу.

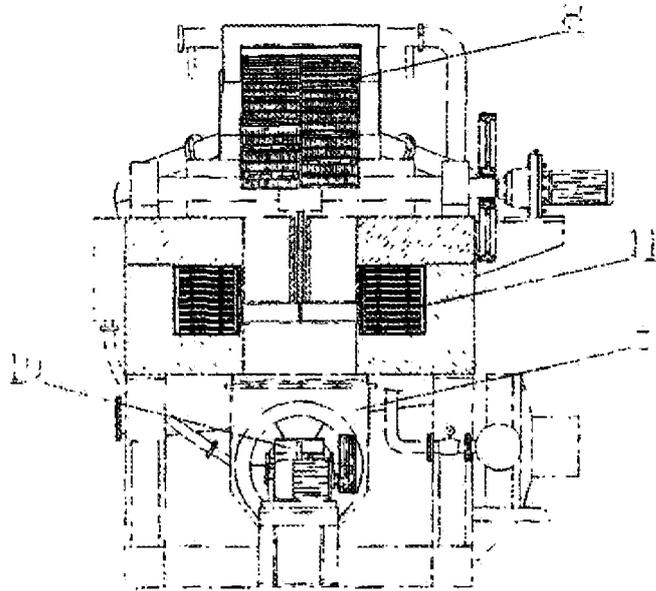


Fig. 1

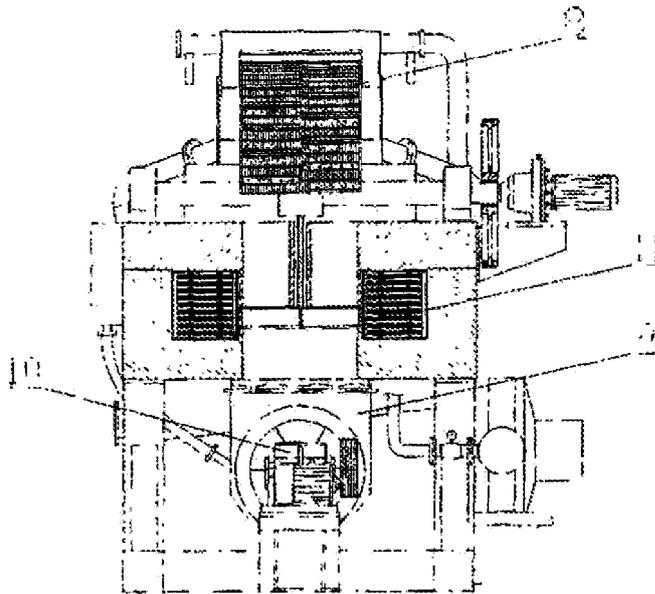


Fig. 2

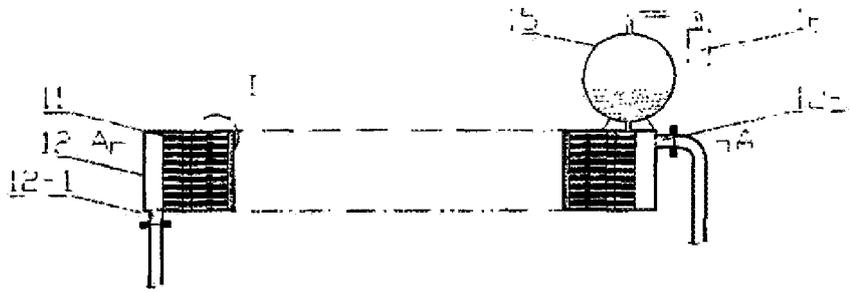


Fig. 3

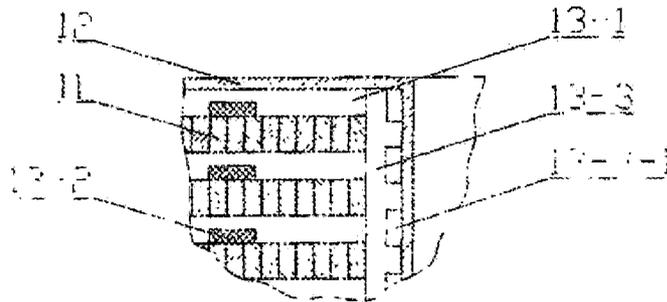


Fig. 4

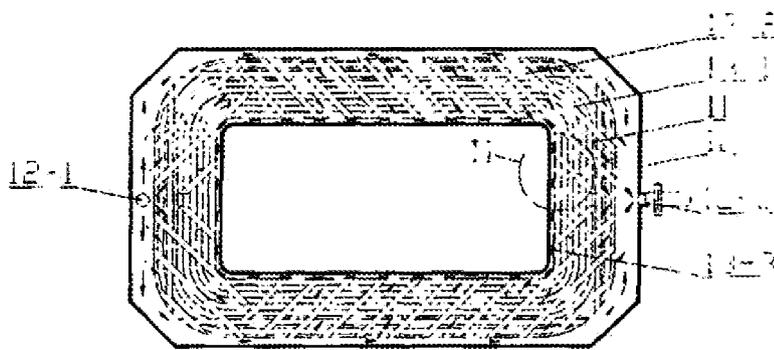


Fig. 5

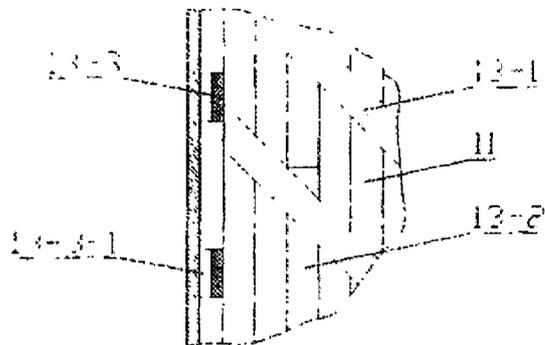


Fig. 6

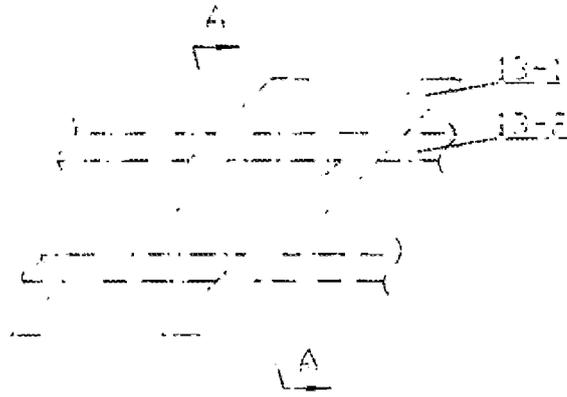


Fig. 7

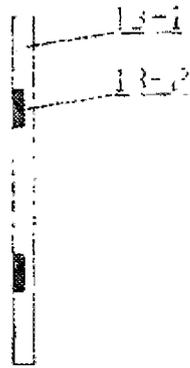


Fig. 8

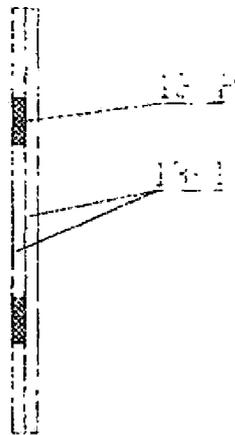


Fig. 9

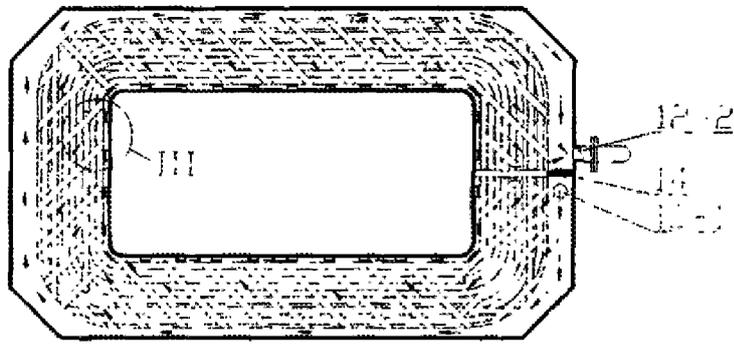


Fig. 10

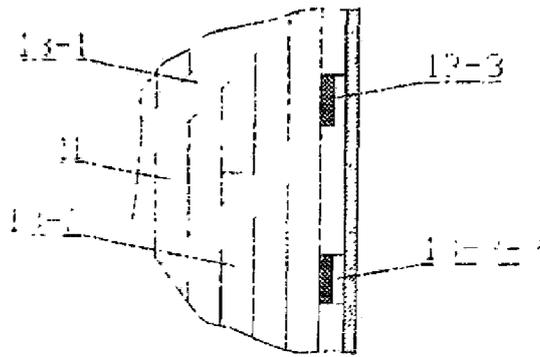


Fig. 11