

Корисна модель належить до галузі теплотехніки, а саме до нагрівальних елементів нагрівальних пристроїв накопичувального типу, які можуть бути застосовані для нагрівання води для побутових потреб, зокрема в бойлерах, а також можуть бути застосовані для нагрівання рідкого теплоносія в різноманітних електричних системах опалення, зокрема в електричних котлах, радіаторах опалення тощо.

Основним видом електронагрівників, що застосовуються у сучасних нагрівальних пристроях накопичувального типу, є трубчасті електронагрівники (ТЕН), що складаються з нагрівального елемента з контактними стрижнями на кінцях, який запресований разом з теплопровідним електроізоляційним наповнювачем в металеву оболонку. Такі електронагрівники загалом поділяються на два типи - так звані сухі і мокрі ТЕНи. Основна відмінність між сухим і мокрим ТЕНом полягає в тому, що сухий ТЕН знаходиться в захисній колбі і не контактує з рідиною, тоді як мокрий ТЕН безпосередньо занурений у рідину чи теплоносію. Таким чином, сухий ТЕН менше схильний до утворення накипу та корозії, має довший термін служби і простіший в обслуговуванні на відміну від мокрого ТЕНа, але має меншу ефективність, потребує більшого часу для нагрівання рідини чи теплоносія.

Таким чином, існує потреба у створенні такого універсального електронагрівника, який би мав всі переваги мокрого ТЕНа і не мав би недоліків сухого ТЕНа, і при цьому був би універсальним у застосуванні.

З рівня техніки відомий ТЕН - нагрівальний елемент (патент України на корисну модель № UA 39264 U, 25.02.2009), який містить нагрівальний елемент з поверхнею нагрівання, усередині якого перебуває провідник з опором, з'єднаний із джерелом живлення, а ТЕН являє собою пластину з діелектрика (скло, кераміка), а провідник з опором має форму стрічки, розміщеної зигзагоподібно по всій внутрішній поверхні пластини.

Недоліками відомого аналога є його низька ефективність та інертність через велику відстань між провідником та рідиною, а також крихкість через використання як корпусу матеріалів, які можуть бути легко пошкоджені - скло, кераміка, крім того, в процесі використання такого ТЕНа у його тілі будуть з'являтися тріщини від температурних коливань, що за певний час призведе до контакту електричного провідника з рідиною, яку він нагріває.

З рівня техніки відомий електронагрівник з використанням порошку карбіду кремнію (заявка Республіки Корея № KR 20220109892 A, 05.08.2022), який містить нагрівальний дріт, що генерує тепло залежно від подачі електроенергії, металеву оболонку, що оточує зовнішню частину нагрівального дроту та ізоляційний порошок, який заповнює простір між нагрівальним дротом та металевою оболонкою та передає тепло, що генерується нагрівальним дротом, назовні. Ізоляційний порошок містить порошок карбіду кремнію, на поверхні якого утворений оксидний шар.

Недоліками відомого аналога є значна відстань між нагрівальним дротом і корпусом, а також низькі теплопровідні властивості карбіду кремнію, що призводить до збільшення часу нагрівання рідини. Крім того, при такій класичній конструкції електронагрівника, довжина нагрівального дроту обмежена і для покращення ефективності нагрівання рідини, він повинен нагріватися до більших температур, що з часом призводить до поступового руйнування поверхні нагрівального дроту і поступового насичення ізоляційного порошку карбіду кремнію частинками нагрівального дроту. З часом порошок карбіду кремнію настільки насичується частинками нагрівального дроту, що втрачає свої первинні діелектричні властивості і призводить до витoku струму від нагрівального дроту до металевої оболонки і до, власне, рідини, що нагрівається. Це підвищує небезпеку використання таких електронагрівників і необхідність встановлення додаткових пристроїв захисного відключення.

Найбільш близьким до запропоновано корисної моделі є внутрішня конструкція електричного нагрівального пристрою з вільно намотаним нагрівальним елементом, принаймні в секціях, та електричний нагрівальний пристрій (Патент США № US 10880957 B2, 29.12.2020), який містить з'єднувальну секцію для утримання торцевої секції електричного нагрівального елемента або з'єднувального дроту, до якого приєднана одна з двох торцевих секцій. Навпроти з'єднувальної секції розташована поворотна секція. Між з'єднувальною секцією та поворотною секцією проходить розпірка, яка у радіальному напрямку відносно профілю розпірки перерізається нею. Поворотна секція має з'єднувальну планку для повернутого електричного нагрівального елемента або повернутого з'єднувального дроту в області, що огинає розпірку, за допомогою якої направляється і таким чином повертається електричний нагрівальний елемент або з'єднувальний дріт, причому цей з'єднувальний дріт з'єднаний з торцевою секцією. Конструкція вставляється всередину трубчастої металевої оболонки, в яку може бути поміщений та за бажанням ущільнений електроізоляційний порошок або гранулят. Електричний нагрівальний пристрій може мати як один, так і декілька окремих нагрівальних елементів з окремими виводами.

Недоліками найбільш близького аналога є низька теплопровідна властивість нагрівального елемента у варіанті виконання без заповнення електроізоляційним порошком або гранулятом, що призводить до збільшення часу нагрівання рідини, хоча і попереджає витoki струму від електричного елемента до металевої оболонки, а у варіанті із заповненням електроізоляційним порошком або

гранулятом недоліком є поступове насичення електроізоляційного порошку або грануляту частинками нагрівального дроту, що поступово руйнується від циклічного нагрівання і охолодження. З часом електроізоляційний порошок або гранулят, що знаходиться між електричним елементом і металічною оболонкою, втрачає свої первинні діелектричні властивості і призводить до витoku струму від електричного елемента до металевої оболонки і до, власне, рідини, що нагрівається. Це підвищує небезпеку використання такого нагрівального пристрою і необхідність встановлення додаткових пристроїв захисного відключення.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити електронагрівник для нагрівальних пристроїв накопичувального типу, який мав би довгий термін служби, був безпечним для використання і виключав можливість ураження користувача електричним струмом і при цьому мав підвищену теплопередачу від нагрівального елемента до рідини, був універсальним та забезпечував можливість легкої заміни штатних електронагрівників в бойлерах, котлах та інших системах опалення.

Поставлена задача вирішується в електронагрівнику для нагрівальних пристроїв накопичувального типу, що містить щонайменше один електричний нагрівальний елемент 1, укладений паралельними рядами на вставці 2 і розміщений разом зі вставкою 2 в металевій оболонці 3, при цьому, металева оболонка 3 закріплена на внутрішній стороні металевого фланця 4, при цьому металевий фланець 4 виконаний з можливістю герметичного закріплення на баку нагрівального пристрою накопичувального типу, вставка 2 виконана із керамічного матеріалу у вигляді циліндра, в якій виконані щонайменше два наскрізні поздовжні радіальні канали 5, в яких укладений щонайменше один електричний нагрівальний елемент 1 так, що його виводи 6 знаходяться з боку першої основи вставки 7, при цьому вставка орієнтована в металевій оболонці 3 першою основою 7 до металевого фланця 4 з можливістю виведення виводів 6 щонайменше одного електричного нагрівального елемента 1 на зовнішню сторону металевого фланця 4 і закупорена з боку металевого фланця 4 діелектричним клейовим компаундом 9, а на другій основі 8 вставки закріплений діелектричний ковпачок 10.

Додатково металева оболонка виконана у вигляді циліндра.

Додатково товщина стінки циліндричної металевої оболонки становить щонайменше 2 мм.

Також додатково металевий фланець і металева оболонка нагрівального елемента виконані із нержавіючої сталі марки AISI 304, нержавіючої сталі марки AISI 316.

Додатково на внутрішній стороні фланця додатково закріплена трубка для термодатчика.

Додатково трубка для термодатчика виконана з металу, нержавіючої сталі марки AISI 304, нержавіючої сталі марки AISI 316.

Додатково в трубці для термодатчика розміщений термодатчик.

Додатково електричний нагрівальний елемент виконаний у вигляді металевої спіралі.

Додатково керамічним матеріалом вставки є суміш каолінової глини і шамоту.

Додатково у вставці виконано шість наскрізних поздовжніх радіальних каналів, вісім наскрізних поздовжніх радіальних каналів.

Також додатково у вставці додатково виконаний наскрізний поздовжній осьовий канал.

Додатково діелектричний ковпачок виконаний із керамічного матеріалу.

Додатково керамічним матеріалом діелектричного ковпачка є суміш каолінової глини і шамоту.

Додатково діелектричний ковпачок закріплений на другій основі вставки за допомогою діелектричного клейового компаунда.

Додатково діелектричний ковпачок має поздовжній осьовий канал.

Та додатково діелектричний ковпачок закріплений на другій основі вставки за допомогою металевої шпильки, просунутої крізь поздовжній осьовий канал вставки та поздовжній осьовий канал діелектричного ковпачка.

Додатково на виводах щонайменше одного електричного нагрівального елемента із зовнішньої сторони металевого фланця додатково встановлений ізолятор, виконаний із керамічного матеріалу.

Додатково ізолятор виконаний у вигляді циліндра, в якому виконані щонайменше два наскрізні поздовжні радіальні канали, крізь які виведені виводи щонайменше одного електричного нагрівального елемента.

Додатково ізолятор додатково загерметизований високотемпературним герметиком.

Додатково всі внутрішні порожнини металевої оболонки, включаючи радіальні канали вставки і зазори між вставкою і металевою оболонкою, додатково заповнені високотемпературним ізоляційним порошком.

Також додатково високотемпературним ізоляційним порошком є периклаз, шамот, карбід кремнію, суміш периклазу і шамоту.

Технічний результат полягає в створенні електронагрівника для нагрівальних пристроїв накопичувального типу, який би мав довгий термін служби за рахунок поздовжніх радіальних каналів у вставці, що дозволяють збільшити довжину укладеного електричного нагрівального елемента і, таким чином, збільшити його термін служби, забезпечував підвищення рівня безпеки використання шляхом виключення можливості ураження електричним струмом за рахунок виконання окремих каналів у

вставці, що запобігають будь-якому контакту електричного нагрівального елемента зі металевою оболонкою з виключенням можливості поступового насичення ізоляційного порошку частинками електричного нагрівального елемента і пробою на металеву оболонку, підвищував теплопередачу від електричного нагрівального елемента до рідини за рахунок виконання каналів у вставці радіальними, що забезпечує рівномірний розподіл і передачу теплоти від електричного нагрівального елемента до металевої оболонки по всій поверхні, забезпечував універсальність застосування в різних нагрівальних пристроях накопичувального типу за рахунок виконання його на стандартному металевому фланці.

Запропонований електронагрівник для нагрівальних пристроїв накопичувального типу пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 показано загальну конструкцію електронагрівника у розрізі.

На фіг. 2 показано конструкцію вставки з радіальними і осьовим каналами.

Електронагрівник для нагрівальних пристроїв накопичувального типу спеціально розроблений для встановлення у стандартні бойлери і котли та заміни штатних нагрівальних елементів, таких як мокрі ТЕНи та сухі ТЕНи недосконалої конструкції, а також для розширення функціоналу нагрівальних пристроїв. Зокрема, запропонований електронагрівник може містити в своєму складі як один, так і декілька електричних нагрівальних елементів різної або однакової потужності, що дозволяє точніше підібрати необхідний тепловий режим, наприклад, стандартний однофазний котел за допомогою заміни штатного ТЕН-а на запропонований може бути переведений на трифазну систему живлення зі збільшенням потужності, що дозволяє уникнути заміни всього котла і збільшити його опалювальну здатність.

Основною запропонованого електронагрівника для нагрівальних пристроїв накопичувального типу є спеціально розроблена вставка 2, що виконана із керамічного матеріалу. Вставка 2 виготовляється у вигляді керамічного циліндра, в якій виконані наскрізні поздовжні радіальні канали 5 для укладення в них електричних нагрівальних елементів 1. Додатково, у вставці 2 може бути виконаний наскрізний поздовжній осьовий канал 12, який використовується для розміщення в ньому шпильки, якою стягується вставка 2 з діелектричним ковпачком 10 в одному із варіантів здійснення електронагрівника.

Для виготовлення вставки 2 використовується високотемпературний керамічний матеріал із температурою спікання близько 1200 °С. В переважному варіанті здійснення, для виготовлення вставки 2 використовується суміш каолінової глини і шамоту.

Залежно від призначення, бажаної потужності та необхідної конструкції, вставка 2 може містити різну кількість радіальних каналів 5. Чим більше радіальних каналів 5 містить вставка 2, тим довший електричний нагрівальний елемент 1 може бути укладений в ній. Перевага використання довшого електричного нагрівального елемента над відомими з рівня техніки ТЕНами полягає в тому, що зі збільшенням його довжини зростає і електричний опір і, таким чином, як нагрівальний елемент при його більшій довжині може бути використана металічна спіраль з дроту більшого діаметру, яка менше піддається руйнуванню при термічних навантаженнях та є більш надійною і довговічною в умовах постійного нагрівання і охолодження.

В переважних варіантах здійснення корисної моделі використовується вставка 2 із шістьма або вісьмома радіальними каналами 5, які дозволяють розмістити від одного до трьох окремих електричних нагрівальних елементів 1 з окремими виводами 6, які можуть бути електрично скомутовані будь-яким чином, наприклад, для однофазного або трифазного підключення. Кількість радіальних каналів 5 і електричних нагрівальних елементів 1 обмежена лише геометричними розмірами вставки 2 та технічною задачею. Переважно, для вставки 2 із шістьма радіальними каналами 5 використовується один електричний нагрівальний елемент, а для вставки 2 із вісьмома радіальними каналами 5 - два окремих електричних нагрівальних елементи 1.

Ще одною перевагою виконання радіальних каналів 5 у вставці 2 є підвищення безпеки користування нагрівальними пристроями із встановленим запропонованим електронагрівником. Оскільки у вставці 2 канали 5 виконані радіально і окремо, то виключається будь-яка можливість контакту електричного нагрівального елемента 1 з металевою оболонкою 3 при його пошкодженні і, таким чином, виключається можливість ураження електричним струмом людини. Крім того, на відміну від відомого рівня техніки, спечений за високих температур керамічний матеріал вставки 2, на відміну від ізоляційного порошку, не може бути з часом насичений частинками електричного нагрівального елемента що відділяються від нього під час безперервних циклів нагрівання та охолодження і, таким чином, виключається можливість електричного пробоя між електричним нагрівальним елементом 1 та металевою оболонкою 3.

Електричний нагрівальний елемент 1 в переважних варіантах здійснення виконаний у вигляді металевої спіралі, хоча запропонована корисна модель може бути використана з будь-якими типами електричних нагрівальних елементів, наприклад, з карбоновими нагрівальними елементами. В окремих варіантах здійснення як електричний нагрівальний елемент використовується металева спіраль із фехралю або ніхрому.

Металева оболонка 3 може бути виконана із різних металів залежно від типу рідини чи теплоносія для захисту електронагрівника від корозії. Форма металевої оболонки 3 відповідає формі вставки 2 і в переважному варіанті здійснення має форму циліндра. Металева оболонка 3 виконується більшої довжини, ніж сумарна довжина вставки 2 і діелектричного ковпачка 10, для забезпечення вільного місця для закупорювання їх з боку металевого фланця 4. В переважному варіанті здійснення, для уникнення утворення гальванопари і передчасного руйнування нагрівального елемента від корозії, металева оболонка 3 нагрівального елемента 1 виконується із кислототривкої нержавіючої сталі марки AISI 304 або AISI 316. Товщина стінки металевої оболонки обирається залежно від застосування і металу та може складати від 1 до 3 мм. В одному з варіантів здійснення електронагрівника, товщина металевої оболонки 3 складає 2 мм. Металевий фланець 4 в переважному варіанті здійснення виконується з того ж матеріалу, що і металева оболонка 3 для уникнення різних термічних розширень матеріалів і подальшого руйнування їх з'єднання.

Внутрішньою стороною металевого фланця 4 є сторона, з якої знаходиться металева оболонка 3 і яка при встановленні на баку нагрівального пристрою контактує із рідиною чи теплоносієм, а зовнішньою стороною металевого фланця 4 є сторона яка при встановленні на баку нагрівального пристрою знаходиться ззовні баку нагрівальною пристрою і з боку якої знаходяться виводи 6 електричного нагрівального елемента 1.

В одному з варіантів здійснення електронагрівника, на внутрішній стороні металевого фланця 4 додатково закріплена трубка для термодатчика, в якій, за необхідності, може бути розміщений термодатчик для регулювання температури рідини чи теплоносія. Наявність трубки термодатчика та самого термодатчика на металевому фланці 4 обумовлена конструктивним виконанням нагрівального пристрою, для якого призначений конкретний варіант здійснення електронагрівника. Переважно, у бойлерах для нагріву води для побутових потреб термодатчики встановлюються на внутрішній стороні металевого фланця 4, тоді як у котлах опалення термодатчики можуть бути розташовані окремо в інших місцях баку.

Трубка термодатчика в переважному варіанті здійснення виконується з того ж матеріалу, що і металевий фланець 4 для уникнення різних термічних розширень матеріалів і подальшого руйнування їх з'єднання, наприклад, із кислототривкої нержавіючої сталі марки AISI 304 або AISI 316. Проте, трубка термодатчика може бути виконана і з інших матеріалів, наприклад з термостійкого пластику, міді або латуні.

Збирання електронагрівника здійснюють таким способом.

В радіальні канали 5 вставки 2 протягують електричний нагрівальний елемент 1 таким чином, щоб його виводи 6 знаходились зі сторони першої основи 7 вставки 2. Для цього електричний нагрівальний елемент 1 протягують крізь один радіальний канал 5 зі сторони першої основи 7, на стороні другої основи 8 вставки 2 роблять перегин електричного нагрівального елемента 1 і протягують його в іншому каналі в зворотному напрямку і так далі. Таким чином у вставку 2 паралельними рядами укладають один або декілька нагрівальних елементів 1 так, щоб виводи 6 всіх нагрівальних елементів знаходились з одної сторони - зі сторони першої основи 7 вставки 2.

Після цього на другій основі 8 вставки 2, де наявні лише перегини електричного нагрівального елемента 1, закріплюють діелектричний ковпачок 10 для захисту відкритих перегинів електричного нагрівального елемента 1 від контакту з металевою оболонкою 3. В переважному варіанті здійснення, діелектричний ковпачок 10 являє собою циліндр, виконаний із керамічного матеріалу, того ж, що і вставка 2 для забезпечення однакових температурних характеристик розширення. В одному з варіантів здійснення, закріплення діелектричного ковпачка 10 на другій основі 8 вставки 2 здійснюють за допомогою діелектричного клейового компаунда. Звичайно використовують високотемпературний клейовий компаунд, здатний витримувати циклічне нагрівання і охолодження. В іншому варіанті здійснення, діелектричний ковпачок 10 оснащений осьовим каналом для його кріплення за допомогою шпильки, яку продівають крізь осьовий канал 12 вставки 2 і осьовий канал діелектричного ковпачка 10, після чого шпильку стягують. При цьому, для уніфікації і зменшення витрат при виробництві, діелектричний ковпачок 10 може бути завжди оснащений осьовим каналом 12, який не заважає, а навпаки покращує варіант його кріплення на вставці 2 за допомогою діелектричного компаунда. При цьому діелектричний компаунд буде заходити в осьові канали вставки 2 і діелектричного ковпачка 10 і збільшувати площу зчеплення.

Далі, вставку 2 із закріпленням діелектричним ковпачком 10 розміщують у металевій оболонці 3 так, щоб перша основа 7 була звернена до металевого фланця 4, а друга основа 8 із закріпленням діелектричним ковпачком 10 була звернена до глухого кінця металевої оболонки 3, щоб забезпечити можливість виведення виводів 6 електричних нагрівальних елементів 1 на зовнішню сторону металевого фланця 4.

Після цього, вставку 2 закупорюють у металевій оболонці 3 з боку металевого фланця 4 за допомогою діелектричного клейового компаунда 9. Звичайно використовують високотемпературний клейовий компаунд, здатний витримувати циклічне нагрівання і охолодження, який являє собою суху суміш компонентів. Для закупорювання у вільний простір металевої оболонки 3 на першу основу 7

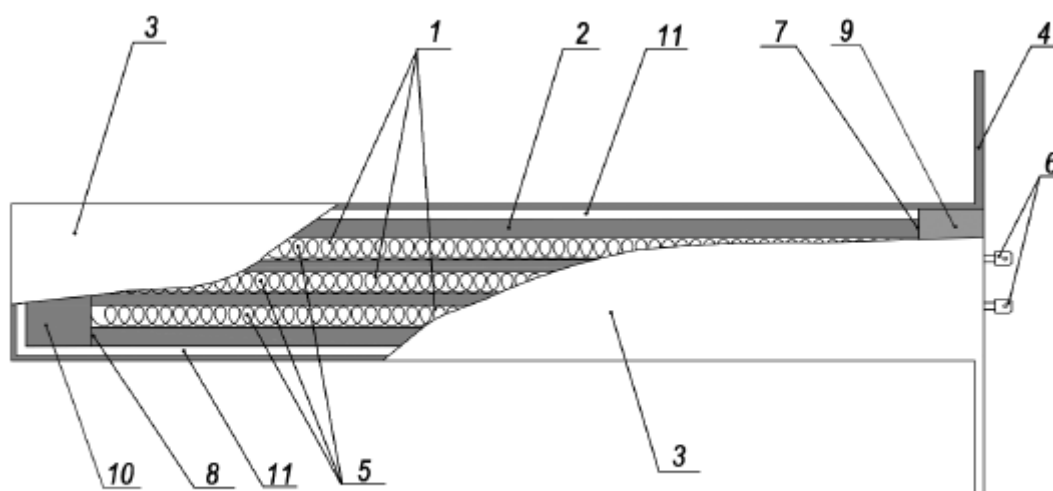
вставки 2 насипають сухий клейовий компаунд 9, ущільнюють його за допомогою пресування, замочують у рідині і дають висохнути. Після висихання діелектричний клейовий компаунд 9 твердне і міцно утримує вставку 2 всередині металевої оболонки 3 і виводи 6 електричного нагрівального елемента 1.

Для забезпечення додаткового захисту, за необхідності, на виводах 6 одного або більше електричних нагрівальних елементів 1 із зовнішньої сторони металевого фланця 4 додатково встановлюють ізолятор, виконаний із керамічного матеріалу, який виключає можливість пошкодження або електричного контакту виводів 6 з металевими частинами електронагрівника та між собою. В одному з варіантів здійснення, ізолятор виконаний у вигляді циліндра в якому виконані наскрізні поздовжні радіальні канали, кількість яких більша або дорівнює кількості виводів 6 електричних нагрівальних елементів, які виведені крізь його радіальні канали. Також, для забезпечення ще одного рівня захисту, ізолятор може бути додатково загерметизований високотемпературним герметиком, що унеможливить протікання рідини або теплоносія назовні, навіть у разі пошкодження металевої оболонки 3 і діелектричного клейового компаунда 9.

В одному з варіантів здійснення електронагрівника, для покращення передачі теплоти від електричного нагрівального елемента 1 до рідини або теплоносія, всі внутрішні порожнини металевої оболонки 3, включаючи радіальні канали 5 вставки 2 і зазори 11 між вставкою 2 і металевою оболонкою 3 додатково заповнюють високотемпературним ізоляційним порошком. Для цього, перед закупорюванням вставки 2 в металевій оболонці 3 її внутрішній простір засипають високотемпературним ізоляційним порошком і за допомогою вібраційних засобів, таких як вібростенд, забезпечують повне заповнення всіх зазорів 11 та радіальних каналів 5, з укладеними в них електричними нагрівальними елементами 1, високотемпературним ізоляційним порошком. У різних варіантах здійснення електронагрівника, високотемпературним ізоляційним порошком є периклаз, або шамот, або карбід кремнію, або їхня суміш в будь-якій комбінації.

Таким чином всередині металевої оболонки 3 не залишається повітряних проміжків, як-то зазорів 11 між вставкою 2 і металевою оболонкою 3 та порожнин в радіальних каналах 5, що значно покращує передавання теплоти від електричних нагрівальних елементів 1 до рідини чи теплоносія.

Таким чином, запропонований електронагрівник для нагрівальних пристроїв накопичувального типу, забезпечує довгий термін служби за рахунок поздовжніх радіальних каналів у вставці, що дозволяють збільшити довжину укладеного електричного нагрівального елемента та його діаметр і, таким чином збільшує його термін служби, забезпечує підвищення рівня безпеки використання шляхом виключення можливості ураження електричним струмом за рахунок виконання окремих каналів у вставці, що запобігають будь-якому контакту електричного нагрівального елемента зі металевою оболонкою з виключенням можливості поступового насичення ізоляційного порошку частинками електричного нагрівального елемента і пробою на металеву оболонку, підвищує теплопередачу від електричного нагрівального елемента до рідини або теплоносія за рахунок виконання каналів у вставці радіальними, що забезпечує рівномірний розподіл і передачу теплоти від електричного нагрівального елемента до металевої оболонки по всій поверхні, забезпечує універсальність застосування в різних нагрівальних пристроях накопичувального типу за рахунок виконання його на стандартному металевому фланці.



Фіг. 1

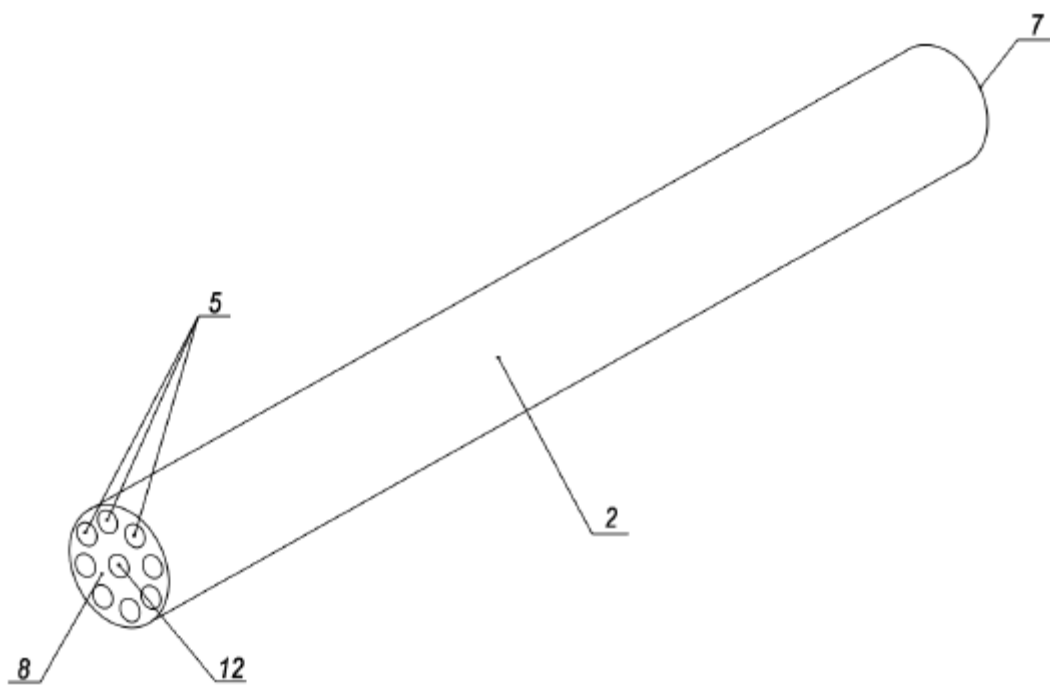


Fig. 2