

Винахід відноситься до галузей промисловості, пов'язаних з видобуванням, транспортуванням, переробкою та використанням легкоплавких матеріалів, які за атмосферних температур перебувають у твердому стані або мають високу в'язкість.

Найбільш близьким за технічною суттю і досягнутим результатом є запальний електронагрівач, який містить нагрівальний пристрій та лопатевий перемішувальний вузол, виконаний у вигляді масивного порожнистого циліндра із запущеним нижнім торцем і лопатями на зовнішній боковій поверхні, встановленого у підшипниках (Авт. свід. СРСР № 1211893, кл. H05B6/10, 1986, БІ № 6).

Недолік пристрою полягає в тому, що в ньому живлення нагрівального пристрою здійснюється від обмотки фазного ротора додатково встановленого двигуна, тепло від активних витрат якого не використовується. Це знижує інтенсивність нагрівання та ККД пристрою. Крім того, пристрій не дозволяє здійснювати відкачування розігрітого матеріалу з місткості, що обмежує його функціональні можливості.

В основу винаходу поставлена задача створення запального електронагрівача зі збільшеною площею теплообміну перемішувального вузла і матеріалу, що розігрівається, з одночасним забезпеченням можливості подачі розігрітого матеріалу з додатковим нагрівом центральної порожнини, а також використання активних витрат нагрівального пристрою для розігріву матеріалу і за рахунок цього поліпшити умови нагрівання, розширити функціональні можливості і підвищити ККД пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в запальному електронагрівачі, який містить лопатевий перемішувальний вузол, виконаний у вигляді масивного порожнистого циліндра з лопатями на зовнішній боковій поверхні, встановленого в підшипниках, та нагрівальний пристрій, встановлений всередині цього циліндра, згідно з винаходом перемішувальний вузол забезпечений додатковим порожнистим циліндром з елементами на внутрішній боковій поверхні для перемішування та подачі розігрітого матеріалу встановленим всередині масивного порожнистого циліндра, нижні торці обох порожнистих циліндрів жорстко з'єднані і заглушені з допомогою масивного кільця, що утворює зі стінками циліндрів кільцеву та центральну порожнини, а нагрівальний пристрій виконаний у вигляді порожнистого циліндричного магнітопроводу з внутрішнім діаметром більше зовнішнього діаметра додаткового порожнистого циліндра, на зовнішній і внутрішній бокових поверхнях магнітопроводу виконані пази, в які укладені обмотки увімкнені в джерело змінного струму і створюючи обертові магнітні поля, а встановлений нагрівальний пристрій у кільцевій порожнині між циліндрами і жорстко закріплений на плиті.

Всередині додаткового порожнистого циліндра у центральній порожнині співвісно з циліндрами встановлена вісь, верхнім кінцем жорстко прикріплена до плити розташованої над перемішувальним вузлом, а на нижньому кінці осі встановлений упорний підшипник, на який спирається маточина жорстко з'єднана з елементами для перемішування та подачі розігрітого матеріалу жорстко з'єднаними з внутрішньою боковою стінкою додаткового порожнистого циліндра.

Елементи на внутрішній боковій поверхні для перемішування та подачі розігрітого матеріалу виконані у вигляді пропелерного робочого колеса лопатевого насоса.

Обмотки виконані з однаковою кількістю пар полюсів, увімкнені в одне джерело m-фазного змінного струму через перемикач чергування фаз.

Вказана сукупність ознак дозволить:

Збільшити площу теплообміну перемішувального вузла і матеріалу, що розігрівається за рахунок наявності пазів з обмоткою на внутрішній боковій поверхні магнітопроводу і додаткового порожнистого циліндра встановленого всередині масивного порожнистого циліндра з зазором відносно внутрішнього діаметру магнітопроводу і за рахунок масивного кільця, яке жорстко з'єднує нижні торці обох порожнистих циліндрів.

Забезпечити можливість подачі розігріваемого матеріалу з додатковим нагрівом центральної порожнини за рахунок встановлення на внутрішній боковій поверхні додаткового порожнистого циліндра елементів для перемішування і подачі розігрітого матеріалу у вигляді пропелерного робочого колеса.

Використовувати активні втрати нагрівального пристрою для розігріву матеріалу за рахунок розташування елементів з активними втратами, тобто магнітопроводу з обмоткою, всередині перемішувального вузла і відповідно всередині розігріваемого матеріалу.

На фіг. 1 показаний запальний електронагрівач, поздовжній розріз; на фіг. 2 – переріз А-А на фіг. 1; на фіг. 3 – схема вмикання обмоток нагрівального пристрою.

Заглиблений електронагрівач містить нагрівальний пристрій 1 у вигляді порожнистого циліндричного магнітопроводу 2 з пазами і вкладеними в них обмотками 3 та 4, перемішувальний вузол 5, який складається з масивного порожнистого циліндра 6 з лопатями 7, додаткового порожнистого циліндра 8 з лопатями 9, маточинами 10, віссю 11 та масивного кільця 12, яке з'єднує нижні торці циліндрів, плиту 13, напірний патрубок 14 і перемикач чергування фаз 15. Перемішувальний вузол 5 встановлений у підшипниках 16, 17 і спирається на упорний підшипник 18. Стінки циліндрів і масивне кільце 12 перемішувального вузла утворюють центральну порожнину 19 і кільцеву порожнину 20.

Пристрій працює таким чином.

Через отвір у місткості з матеріалом, що нагрівається, електронагрівач занурюється перемішувальним вузлом 5 і встановлюється плитою 13 на відбортівці у отворі. При подаванні напруги кожна з обмоток 3 і 4 нагрівального пристрою створює обертове магнітне поле. Створювані у масивних стінках вихрові струми розігрівають стінки циліндрів 6 та 8. За рахунок вихрових струмів, створюваних електромагнітним полем лобових частин обмоток, а також теплопередачі від циліндрів, розігрівається масивне кільце 12. Одночасно при взаємодії обертових полів та вихрових струмів у циліндрах створюються обертаючі електромагнітні моменти, що діють на циліндри 6 і 8. За однакової кількості пар полюсів обох обмоток і вмиканні в одне джерело змінного струму частота обертання циліндрів 6 і 8 однакова і становить $n = 60f/p$, де f – частота

живильної мережі. При однаковому чергуванні фаз обмоток напрями обертаючих моментів, що діють на циліндр, також співпадають. Якщо гальмовий момент, створюваний в'язким матеріалом, що розігрівається, перевищує сумарний електромагнітний момент, який діє на обидва циліндри, то електронагрівач працює подібно до асинхронного двигуна із загальмованим ротором. При цьому вся електромагнітна енергія, що передається циліндрам 6 і 8, повністю перетворюється на теплову енергію розігрівання матеріалу. Параметри електронагрівача вибрані з таким розрахунком, щоб в режимі роботи із загальмованим перемішувальним вузлом температура ізоляції обмоток статора не перевищувала допустиму для обраного класу нагрівостійкості.

Після того, як навколо порожнистих циліндрів 6, 8 лопатей 7, 9 та масивного кільця 12 утворилась рідка фаза матеріалу, що нагрівається, гальмовий момент знижується і перемішувальний вузол 5 починає обертатися, перемішуючи матеріал лопатями, і створює умови інтенсивного теплообміну між перемішувальним вузлом і різними шарами матеріалу. Із збільшенням температури рідкої фази знижуються сили в'язкого тертя і частота обертання перемішувального вузла зростає. Одночасно зменшується частота вихрових струмів у циліндрах 6, 8 і вже менша частка електромагнітної енергії переходить у теплову, а більша частина – у механічну енергію. Лопаті 9 перемішувального вузла 5, обертаючись навколо осі 11, створюють нагнітальний ефект і подають рідкий матеріал уздовж центральної порожнини 19 у патрубок 14 і далі по трубопроводу в ємність для дозованого відбору матеріалу (не показані). При цьому температура 1, відповідно, в'язкість матеріалу, який перемішується, не знижується за рахунок отримання тепла від циліндра 8.

Якщо матеріал, що нагрівається, спочатку перебуває у твердому стані, то в момент занурення електронагрівач вмикається у джерело змінної напруги, причому, в одній із обмоток статора з допомогою перемикача 15 устаноується чергування фаз, що відрізняється від другої обмотки. При цьому створювані обертаючі моменти циліндрів 6 і 8 спрямовані зустрічно і перемішувальний вузол перебуває у загальмованому стані. Розігрітий за рахунок вихрових струмів перемішувальний вузол виплавляє у розігрітому матеріалі канал і занурюється в ємність до установки плити 13 на відбортровку в отворі. Далі з допомогою перемикача 15 здійснюється відповідне вмикання фаз обох обмоток статора.

Співвісність і малі втрати на тертя забезпечуються за рахунок циліндрів 6 і 8 відповідно на зовнішню обойму підшипника 17 та внутрішню обойму підшипника 16. Осьові навантаження, які діють на додатковий циліндр 8, і, відповідно, на перемішувальний вузол 5 при нагнітанні рідкого матеріалу, сприймаються магнітними полями внутрішньої і зовнішньої сторін магнітопроводу 2.

Пристрій має ряд конструктивних рішень в залежності від призначення та умов застосування. Створення обертових магнітних полів на внутрішньому і зовнішньому боках магнітопроводу 2 може бути досягнуто як за рахунок m-фазних обмоток 3 і 4, увімкнутих у відповідну за кількістю фаз систему змінної напруги, так і за рахунок живлення від однофазного джерела змінного струму. У останньому випадку на внутрішньому і зовнішньому боках магнітопроводу в пазах укладають по дві обмотки, з яких одна є пусковою, зсунутою на 90 електричних градусів щодо основної. Пускова обмотка вмикається через фазозсувні елементи, наприклад, електричну ємність. У залежності від матеріалу, що розігрівається і перекачується (нафтові продукти, жир, мило, клей, рідке скло, асфальт, фруктові соки, маласа, сало, мед тощо), елементи конструкції електронагрівача можуть виконуватися з хімічностійких хромонікелевих сталей або з відповідними гальванічними покриттями.

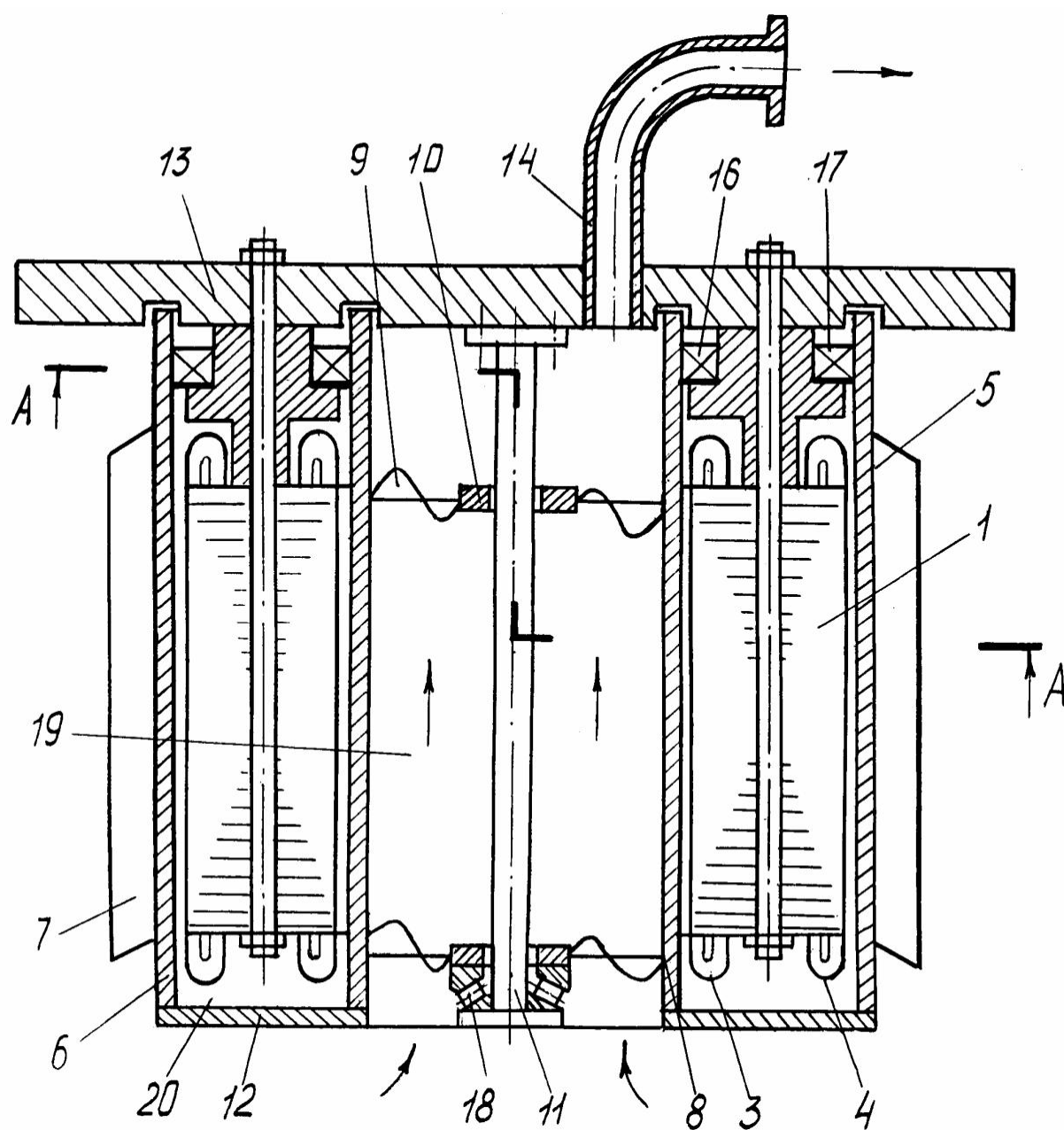
Таким чином, пристрій забезпечує: підвищення нагрівання за рахунок збільшення площі теплообміну лопатевого перемішувального вузла і матеріалу, що розігрівається, а також безперервного відведення рідкої фази матеріалу в область напірного патрубка і відповідного залучення до теплообміну матеріалу периферійних областей ємності, підвищення ККД за рахунок найбільш повного використання всіх видів втрат, які виникають у електронагрівачі, і переведення їх у теплову енергію для розігрівання матеріалу, виключення з пристрою приводного асинхронного двигуна, співвісного з перемішувальним вузлом; отримання істотної додаткової функції, яка полягає у можливості використання пристрою як насоса для одночасного підігрівання і перекачування рідкого матеріалу різної в'язкості.

Експериментальний зразок заглибного електронагрівача випробуваний в лабораторії кафедри "Електричні машини і апарати" Донбаського гірничо-металургійного інституту. Електронагрівач був використаний для розігрівання і відкачування з резервуару ємністю 30 літрів бітумного нафтового складу МБМ з температурою заливання 140°C. Крім того, проведені випробування електронагрівача при розігріванні і відкачуванні топкового мазуту (температура застигання плюс 25°C), мінерального турбінного масла (температура застигання мінус 10°C), парафіну (температура плавлення 60°C).

Результати випробувань при розігріванні бітумного складу МБМ

Параметр	Один. вимір.	Результати	
		перемішув. вузол нерухомий	обертання = 1100 об/хв.
Напруга живлення	В	380	380
Середня споживана потужність	кВА	16,5	7,8
Споживаний струм	А	71	11,8
Коефіцієнт реактивної			

потужності	—	0,66	0,59
Час повного розігрівання матеріалу	хв.	—	20
Витрата при відкачуванні матеріалу	л/год	—	30



Фиг. 1

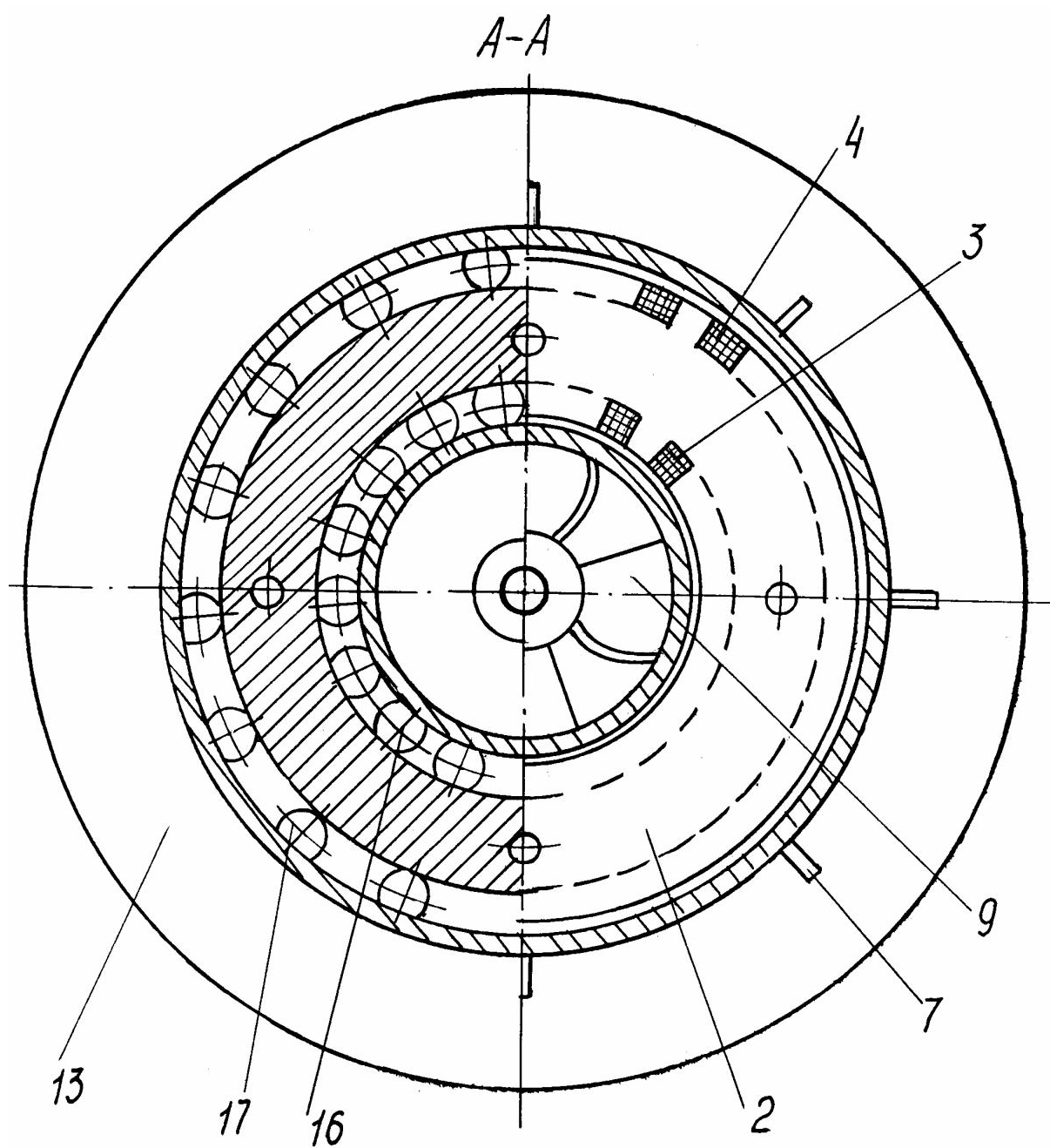
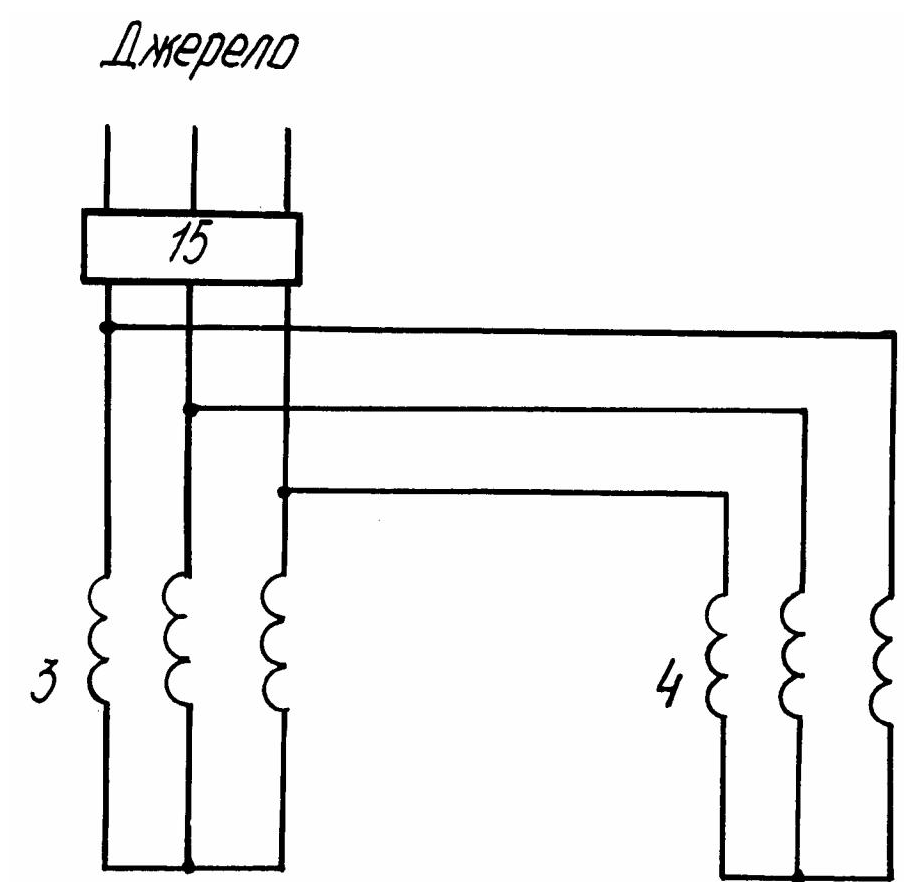


Fig. 2



Фіг. 3

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
