



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14855 (13) U
(51) МПК (2006)
F23G 7/06
F23G 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОТЕЛ-УТИЛІЗАТОР

1

(21) u200602507

(22) 07.03.2006

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Данілін Євген Олексійович, Лобов Олександр Олександрович

(73) АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО ЗАКРИТОГО ТИПУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КОТЛОЕНЕРГОПРОМ"

(57) 1. Котел-утилізатор, який містить патрубок підведення димових газів, патрубок відведення димових газів, реактор, оснащений циклонною камерою згоряння, яка включає пальниковий пристрій та у яку тангенціально підведений патрубок підведення димових газів, систему утилізації тепла, яка включає теплообмінні поверхні та з'єднана з реактором та патрубком відведення димових газів, який **відрізняється** тим, що котел-утилізатор оснащено системою збагачення димових газів паливом та повітрям, яка пов'язана з патрубком підведення димових газів, реактор додатково містить щонайменше одну циклонну камеру згоряння й оснащений камерою допалювання, що зв'язана з циклонними камерами згоряння та утворює разом з ними робочий об'єм реактора.

2. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що на виході з реактора встановлена діафрагма, вихідний отвір якої зв'язує реактор з системою утилізації тепла, при цьому площа вихідного отвору діафрагми визначається наступною залежністю:

$$0,44 < S_1 / S_2 \leq 0,9,$$

де:

 S_1 - площа вихідного отвору діафрагми, m^2 ; S_2 - площа основи камери допалювання, m^2 .

3. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що відношення об'єму камери допалювання до робочого об'єму реактора визначається наступною залежністю:

$$0,43 < V_1 / V_2 \leq 0,85,$$

де:

 V_1 - об'єм камери допалювання, m^3 ; V_2 - робочий об'єм реактора, m^3 .

2

4. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що до кожної циклонної камери згоряння тангенціально примикає щонайменше один додатковий патрубок підведення димових газів.

5. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що в патрубку підведення димових газів встановлена заслінка.

6. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що камера допалювання містить щонайменше один виступ, який розміщений на внутрішній поверхні камери допалювання та має наступні розміри:

$$0,5d < a \leq 0,5d$$

$$0,5d < b \leq 25d$$

$$0^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ},$$

де:

 a - висота виступу, м; b - довжина виступу, м; d - діаметр циклонної камери згоряння, м; α - кут нахилу виступу до основи камери допалювання, град.

7. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що на виході з реактора встановлена решітка.

8. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що камера допалювання та циклонні камери згоряння виконані з вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів.

9. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що в патрубку відведення димових газів встановлена додаткова система утилізації тепла, яка включає теплообмінні поверхні.

10. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що до патрубка відведення димових газів примикає примусова система відведення димових газів, яка включає тягодуттєвий пристрій.

11. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що у патрубку підведення димових газів встановлена турбулізуюча решітка.

12. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що в циклонній камері згоряння пальниковий пристрій розташований аксіально.

13. Котел-утилізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що кожна циклонна камера згоряння має додаткову діафрагму, отвір якої зв'язує циклонну камеру згоряння з камерою допалювання, при

(19) UA (11) 14855 (13) U

цьому площа отвору визначається наступною залежністю:

$$0,44 < S_3 / S_4 \leq 0,9,$$

де:

S_3 - площа отвору, m^2 ;

S_4 - площа основи циклонної камери згоряння, m^2 .

Котел-утилізатор призначений для знешкодження та утилізації тепла димових газів і може бути використаний у коксохімічній, металургійній, хімічній та інших галузях промисловості.

Відомий котел-утилізатор, який містить патрубок підведення димових газів, патрубок відведення димових газів, реактор, який включає пальниковий пристрій, систему утилізації тепла, яка включає теплообмінні поверхні [див. авт. свід. СРСР №1572145, МПК F22B1/18, опубл. 27.12.95р].

Недоліком відомого котла-утилізатора є низький ступінь очистки димових газів, що приводить до налипання смолистих та вуглецевих домішок на теплообмінні поверхні. Відомий котел-утилізатор не дозволяє повністю допалити домішки, які містяться в димових газах, що знижує ефективність роботи теплообмінних поверхонь.

Відомий котел-утилізатор, обраний як прототип, який містить патрубок підведення димових газів, патрубок відведення димових газів, реактор, постачений циклонною камерою згоряння, яка включає пальниковий пристрій та до якої тангенціальне примикає патрубок підведення димових газів, систему утилізації тепла, яка включає теплообмінні поверхні та з'єднана з реактором та патрубком відводу димових газів [див. авт. свід. СРСР №1188454, МПК F23G7/06, опубл. 30.10.85р]. Система утилізації тепла містить радіаційний теплообмінник, який примикає до камери згоряння, а також конвективний теплообмінник.

Недоліком відомого котла-утилізатора є низький ступінь очистки димових газів, який пов'язан з тим, що радіаційний теплообмінник примикає до камери згоряння, що приводить до різкого спаду температури на виході з реактора, а також приводить до інтенсивного налипання смолистих та вуглецевих домішок на теплообмінні поверхні радіаційного та конвективного теплообмінників. Також недоліком котла-утилізатора є низька ефективність змішування горючих компонентів, які містяться в димових газах, з повітрям та паливом, які подаються через пальниковий пристрій у реактор, що, у свою чергу, приводить до нестабільного температурного поля та до неповного згоряння домішок, які містяться у димових газах. Наявність у димових газах домішок, що не згоріли, приводить до недостатнього ступеня знешкодження димових газів, з одного боку, а, з іншого боку, до забруднення теплообмінних поверхонь радіаційного та конвективного теплообмінників смолами та вуглецевими частками, які утворюють відкладення на теплообмінних поверхнях, що приводить до низького ступеня утилізації тепла та зниженню надійності роботи котла-утилізатора.

Інтенсивне утворення відкладень на теплообмінних поверхнях призводить до їх швидкого забруднення, що знижує надійність котла-

утилізатора та ефективність утилізації тепла (ККД) котла-утилізатора.

Задачею корисної моделі є створення котла-утилізатора з високим ступенем очистки димових газів від домішок, а також збільшення надійності роботи та ефективності утилізації тепла димових газів, які відходять від паливоспалювальних агрегатів, наприклад, коксових печей.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому котлі-утилізаторі, який містить патрубок підведення димових газів, патрубок відведення димових газів, реактор, постачений циклонною камерою згоряння, яка включає пальниковий пристрій та у яку тангенціальне підведений патрубок підведення димових газів, систему утилізації тепла, яка включає теплообмінні поверхні та з'єднана з реактором та патрубком відведення димових газів, відповідно до корисної моделі, що заявляється, котел-утилізатор постачено системою збагачення димових газів паливом та повітрям, яка пов'язана з патрубком підведення димових газів, реактор додатково містить щонайменше одну циклонну камеру згоряння й постачений камерою допалювання, пов'язаною з циклонними камерами згоряння та утворює разом з ними робочий об'єм реактора.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора на виході з реактора установлена діафрагма, вихідний отвір якої зв'язує реактор з системою утилізації тепла, при цьому площа вихідного отвору діафрагми визначається наступною залежністю:

$$0,44 < S_1 / S_2 \leq 0,9, \quad (1)$$

де:

S_1 - площа вихідного отвору діафрагми, m^2 .

S_2 - площа основи камери допалювання, m^2 .

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора відношення об'єму камери допалювання до робочого об'єму реактора визначається наступною залежністю:

$$0,43 < V_1 / V_2 \leq 0,85 \quad (2)$$

де:

V_1 - об'єм камери допалювання, m^3 ;

V_2 - робочий об'єм реактора, m^3 .

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора до кожної циклонної камери згоряння тангенціальне примикає щонайменше один додатковий патрубок підведення димових газів.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора в патрубку підведення димових газів установлена заслінка.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора камера допалювання містить щонайменше один виступ, який розміщений на внутрішній поверхні камери допалювання та має наступні розміри:

$$0,5d < a \leq 0,5d \quad (3)$$

$$0,5d < b \leq 25d$$

(4)

$$0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$$

(5)

де:

a - висота виступу, м;

b - довжина виступу, м;

d - діаметр циклонної камери згоряння, м;

 α - кут нахилу виступу до основи камери допалювання, град.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора на виході з реактора встановлена решітка.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора камера допалювання та циклонні камери згоряння виконані з вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора в патрубку відведення димових газів установлена додаткова система утилізації тепла, яка включає теплообмінні поверхні.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора до патрубка відведення димових газів примикає примусова система відведення димових газів, яка включає тягодутьєвий пристрій.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора у патрубку підведення димових газів установлена турбулізуюча решітка,

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора в циклонній камері згоряння палиниковий пристрій розташований аксіально.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора кожна циклонна камера згоряння має додаткову діафрагму, отвір якої зв'язує циклонну камеру згоряння з камерою допалювання, при цьому площа отвору визначається наступною залежністю:

$$0,44 < S_3 / S_4 \leq 0,9$$

(6)

де:

 S_3 - площа отвору, м²; S_4 - площа основи циклонної камери згоряння, м².

Запропоноване технічне рішення дозволяє підвищити ступінь очищення димових газів від домішок, а також надійність котла-утилізатора за рахунок введення системи збагачення димових газів паливом і повітрям перед подачею димових газів у реактор. Це сприяє ефективному сумішоутворенню та приводить до інтенсифікації процесу горіння у робочому об'ємі реактора, що забезпечує ефективну очистку димових газів від домішок. Оснащення реактора камерою допалювання дозволяє збільшити час знаходження димових газів у робочому об'ємі реактора, а також дозволяє стабілізувати температурне поле у робочому об'ємі реактора, у якому відбувається процес горіння та очистки димових газів від домішок. Введення а реактор додаткової циклонної камери згоряння приводить до створення в камері допалювання зустрічних вихрових потоків димових газів, що виходять із циклонних камер згоряння, що забезпечує підвищення ефективності знешкодження димових газів за рахунок інтенсивного перемішування димових газів з паливом і повітрям, а також за рахунок ефективного допалювання смолистих й вуглецевих домішок у робочому об'ємі реактора. Це зменшує забруднення теплоо-

бмінних поверхонь системи утилізації тепла смолами, вуглецевими частками, які утворюють відкладення на теплообмінних поверхнях, і підвищує надійність роботи котла-утилізатора й ефективність утилізації тепла, а також знижує «чутливість» котла-утилізатора до забруднених димових газів, які мають значний зміст смолистих й вуглецевих домішок.

Котел-утилізатор, який заявляється, зображений на наступних кресленнях:

Фіг.1 - загальний вид котла-утилізатора;

Фіг.2 - вид спереду Фіг.1;

Фіг.3 - варіант виконання реактора котла-утилізатора;

Фіг.4 - варіант виконання реактора котла-утилізатора;

Фіг.5 - варіант виконання реактора котла-утилізатора;

Фіг.6 - варіант виконання реактора котла-утилізатора;

Фіг.7 - перетин А-А Фіг.2;

Фіг.8 - перетин В-В Фіг.2;

Фіг.9 - варіант виконання котла-утилізатора з двома циклонними камерами згоряння;

Фіг.10 - варіант виконання котла-утилізатора з чотирма циклонними камерами згоряння.

Котел-утилізатор містить патрубки підведення димових газів 1₁, 1₂, патрубків відведення димових газів 2, реактор 3, постачений циклонними камерами згоряння 4₁, 4₂, кожна з яких включає аксіальне встановлений палиниковий пристрій 5, Котел-утилізатор містить систему утилізації тепла 6, яка включає теплообмінні поверхні 7 та з'єднану з реактором 3 і патрубком відведення димових газів 2.

Котел-утилізатор також постачено системою збагачення 8 димових газів паливом і повітрям, яка з'єднана з патрубками підведення димових газів 1₁, 1₂. Реактор 3 постачено камерою допалювання 9, яка примикає до циклонних камер згоряння 4₁, 4₂ та утворює разом з ними робочий об'єм реактора 3. На виході з реактора 3 встановлена діафрагма 10, у якій виконаний вихідний отвір 11, що зв'язує реактор 3 з системою утилізації тепла 6 (див. Фіг.1, 2).

У нижченаведених варіантах виконання котла-утилізатора, які зображені на Фіг.3-6, 9, 10, представлені окремі варіанти виконання котла-утилізатора.

Площа вихідного отвору 11 діафрагми 10 визначається відповідно до залежності (1).

Об'єм камери допалювання 9 визначається визначається відповідно до залежності (2).

У кожному патрубку підведення димових газів 1₁, 1₂ встановлена заслінка 12.

На виході з реактора 3 установлена решітка 14.

Внутрішня поверхня камери допалювання 9 і камер згоряння 4₁, 4₂ виконані з вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів, а саме, шамотної цегли, вогнетривкої глини тощо.

У патрубку відведення димових газів 2 установлена додаткова система утилізації тепла 15, що включає теплообмінні поверхні 7.

До патрубка відведення димових газів 2 примикає примусова система відведення димових газів 16, яка включає тягодутьєвий пристрій.

У кожному патрубку підведення димових газів 1₁, 1₂ встановлена турбулізуюча решітка 17.

Кожна циклонна камера згоряння 4₁, 4₂ має додаткову діафрагму 18, отвір 19 якої зв'язує циклонну камеру згоряння 4₁, 4₂ з камерою допалювання 9.

Площа отвору 19 кожної циклонної камери згоряння 4₁, 4₂ визначається згідно з залежністю (6).

На Фіг.3 зображений варіант виконання реактора 3, у якому на внутрішній поверхні камери допалювання 9 розташовані виступи 13₁ паралельно основі камери допалювання 9.

На Фіг.4 зображений варіант виконання реактора 3, у якому на внутрішній поверхні камери допалювання 9 розташовані виступи 13₂ перпендикулярно до основи камери допалювання 9.

На Фіг.5 зображений варіант виконання реактора 3, у якому на внутрішній поверхні камери допалювання 9 розташовані виступи 13₃ під кутом а до основи камери допалювання 9.

На Фіг.6 зображений варіант виконання реактора 3, у якому на внутрішній поверхні камери допалювання 9 розташовані виступи 13₁, 13₂.

На Фіг.9 зображений варіант виконання котла-утилізатора з двома циклонними камерами згоряння 4₁, 4₂, до яких тангенційно підведено патрубку підведення димових газів 1₁, 1₂, а також підведені додаткові патрубку підведення димових газів 1₁₁, 1₂₁, відповідно. К кожному патрубку підведення димових газів 1₁, 1₁₁, 1₂, 1₂₁ примикає система збагачення димових газів паливом та повітрям, а також у кожному патрубку підведення димових газів 1₁, 1₁₁, 1₂, 1₂₁ встановлена турбулізуюча решітка 17 та заслінка 12.

На Фіг.10 зображений варіант виконання котла-утилізатора з чотирма циклонними камерами згоряння 4₁, 4₂, 4₃, 4₄, до яких тангенційно підведено патрубку підведення димових газів 1₁, 1₂, 1₃, 1₄, відповідно.

Котел-утилізатор працює у такий спосіб.

Димові гази, що відходять від паливоспалювального агрегату (на кресленнях не показаний), надходять у патрубку підведення димових газів 1₁, 1₂, у кожному з яких розміщена заслінка 12 для регулювання подачі димових газів у циклонні камери згоряння 4₁, 4₂ реактора 3 котла-утилізатора. У патрубках підведення димових газів 1₁, 1₂ димові гази збагачуються паливом і повітрям за допомогою системи збагачення 8, що примикає до патрубків підведення димових газів 1₁, 1₂. У кожному патрубку підведення димових газів 1₁, 1₂ встановлена турбулізуюча решітка 17 для турбулізації потоку димових газів, які надходять до циклонних камер згоряння 4₁, 4₂. Турбулізація димових газів, збагачених повітрям і паливом, сприяє їх кращому перемішуванню.

Введення димових газів у циклонну камеру згоряння 4₁, 4₂ за допомогою тангенційно підведених патрубків 1₁, 1₂ забезпечує активізацію перемішування димових газів у циклонних камерах згоряння 4₁, 4₂.

Аксіальне розміщення пальникового пристрою 5, до якого підводиться повітря й паливо у кожній циклонній камері згоряння 4₁, 4₂, забезпечує збільшення довжини факела а робочому об'ємі реак-

тора 3 та сприяє стабілізації температурного поля у реакторі 3. Потік димових газів з циклонної камери згоряння 4₁ переміщується в камеру допалювання 9, у якій зустрічається з іншим потоком димових газів, який виходить із циклонної камери згоряння 4₂. Це забезпечує інтенсивне перемішування димових газів і сприяє зниженню концентрації оксидів азоту (NO_x) і оксидів вуглецю (CO) у димових газах. Співвідношення (V_1/V_2) об'єму камери допалювання 9 до загального об'єму реактора 3, обране відповідно до залежності (2), дозволяє оптимізувати процес горіння, час знаходження димових газів у робочому об'ємі реактора 3 та забезпечує підвищення ефективності очистки димових газів від домішок.

Наявність у реакторі 3 діафрагми 10, а також наявність у камері допалювання 9 виступів 13₁, 13₂ та наявність у кожній циклонній камері згоряння 4₁, 4₂ додаткової діафрагми 18, у якій виконано отвір 19, запобігає проскакуванню смолистих й вуглецевих часток уздовж стінок камери допалювання 9 у систему утилізації тепла 6, через вихідний отвір 11 діафрагми 10. Встановлена на виході з реактора 3 решітка 14 сприяє турбулізації потоку димових газів, що забезпечує ефективну теплопередачу, а також сприяє зменшенню концентрації оксидів азоту (NO_x). Після реактора 3 димові гази надходять у систему утилізації тепла 6. У системі утилізації тепла 6 та у додатковій системі утилізації тепла 15 встановлені теплообмінні поверхні 7, наприклад: пароперегрівачі, випарники, економайзери тощо, які дозволяють ефективно утилізувати тепло димових газів. Після системи утилізації тепла 6 димові гази надходять у патрубок відведення димових газів 2, у якому встановлена додаткова система утилізації тепла 15, яка призначена для додаткової утилізації тепла димових газів. Потім димові гази відводяться у навколишнє середовище за допомогою примусової системи відведення димових газів 16.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора у реакторі 3 встановлені дві циклонні камери згоряння 4₁, 4₂ (див. Фіг.9), до яких тангенційно підведені два патрубку підвода димових газів 1₁, 1₂, а також два додаткових патрубку підвода димових газів 1₁₁, 1₂₁, відповідно. Підведення до циклонних камер згоряння 4₁, 4₂ додаткових патрубків підводу димових газів 1₁₁, 1₂₁ забезпечує ефективне перемішування димових газів, збагачених повітрям та паливом, у циклонних камерах згоряння 4₁, 4₂.

У окремому варіанті виконання котла-утилізатора (див. Фіг.10) у реакторі 3 встановлені чотири циклонні камери згоряння 4₁, 4₂, 4₃, 4₄, до яких підведені чотири патрубку підвода димових газів 1₁, 1₂, 1₃, 1₄, відповідно. При цьому забезпечується ефективна робота котла-утилізатора за рахунок підвищення стабілізації температурного поля у робочому об'ємі реактора 3. Були проведені випробування комплексу «коксівна піч - котел-утилізатор», який встановлено у ВАТ «Запоріжжякокс». При цьому димові гази від коксової печі надходили до котла-утилізатора, який працював при температурі 1095°C. Результати проведених випробувань щодо окремих варіантів виконання котла-утилізатора наведені у таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Показник	Позначення*	Варіант 1 (Фіг. 1)	Варіант 2 (Фіг. 4)	Варіант 3 (Фіг. 6)	Варіант 4 (Фіг. 10)
1. Площа вихідного отвору діафрагми, м ²	S ₁	11,1	11,1	11,1	11,1
2. Площа основи камери допалювання, м ²	S ₂	12,33	12,33	12,33	12,33
3. Площа отвору додаткової діафрагми, м ²	S ₃	-	4,15	4,15	1,90
4. Площа основи циклонної камери згоряння, м ²	S ₄	4,61	4,61	4,61	2,11
5. Об'єм камери допалювання, м ³	V ₁	56,9	56,9	56,9	56,9
6. Об'єм реактора, м ³	V ₂	87,53	87,53	87,53	87,53
7. Висота виступу, м	a ₁	-	-	0,2	0,2
8. Довжина виступу, м	b ₁	-	-	14,7	14,7
9. Кут нахилу виступу до основи камери допалювання, град	α ₁	-	-	0	0
10. Висота виступу, м	a ₂	-	0,2	0,2	0,2
11. Довжина виступу, м	b ₂	-	5,2	5,2	5,2
12. Кут нахилу виступу до основи камери допалювання, град	α ₂	-	90	90	90
13. Наявність турбулізуючої решітки у патрубку підведення димових газів		-	-	+	+
14. Наявність решітки у реакторі		-	-	-	+
15. Кількість циклонних камер згоряння, од		2	2	2	4
16. Кількість патрубків підведення димових газів, які підведені до кожної циклонної камери згоряння, од.		1	1	2	1

* - у таблиці 1 наведені наступні умовні позначення:

a₁, a₂ - висота виступів 13₁, 13₂, відповідно, м;

b₁, b₂ - довжина виступів 13₁, 13₂, відповідно, м;

α₁, α₂ - кут нахилу й виступу 13₁, 13₂, до основи камери допалювання 9, відповідно, град

Таблиця 2

Показник	Варіант 1 (Фіг. 1)	Варіант 2 (Фіг. 4)	Варіант 3 (Фіг. 6)	Варіант 4 (Фіг. 10)
1. Температура у реакторі котла-утилізатора, град	1095			
2. Оксиди вуглецю, мг/м ³ :				
до котла-утилізатора	3250	3450	3400	3500
після котла-утилізатора	42	37	10	0
3. Оксиди азоту, мг/м ³				
до котла-утилізатора	540	567	563	570
після котла-утилізатора	365	343	324	312
4. Концентрація смолистих й вуглецевих часток, мг/м ³				
до котла-утилізатора	76	77	82	78
після котла-утилізатора	30,4	28,9	14,5	8,2
5. Надійність роботи котла-утилізатора (період часу між очисткою теплообмінних поверхонь), год	1100	1190	1620	1930
6. Ступінь утилізації тепла котла-утилізатора (ККД), %	87,7	88,0	88,5	89,1

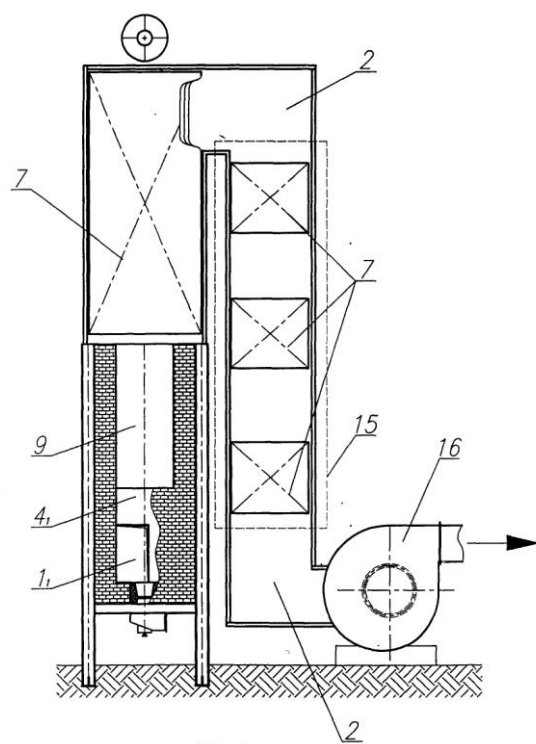


Fig. 1

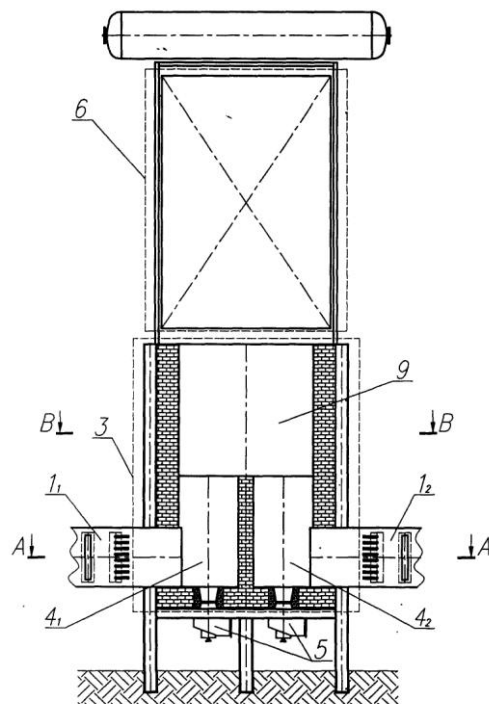


Fig. 2

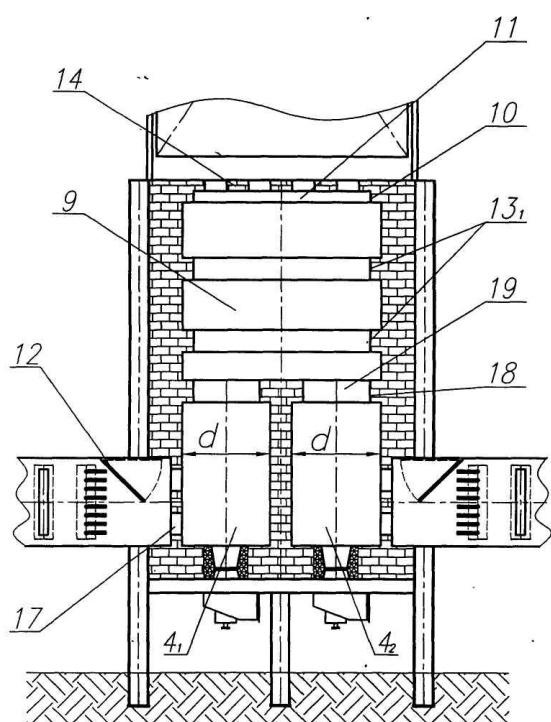


Fig. 3

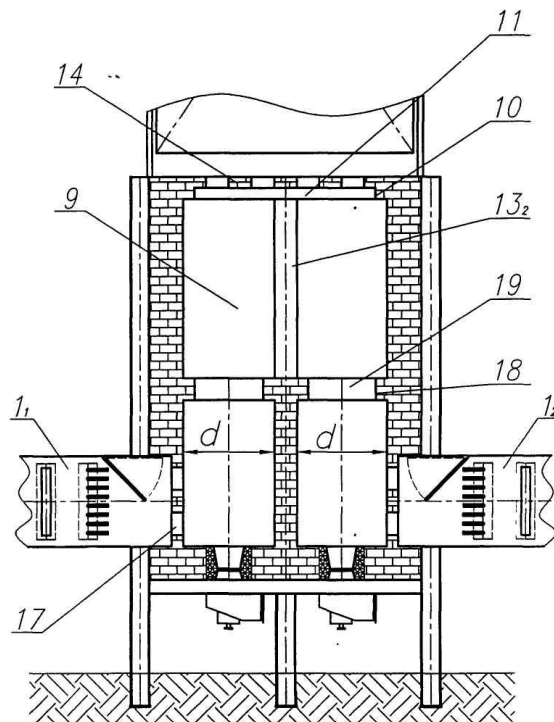
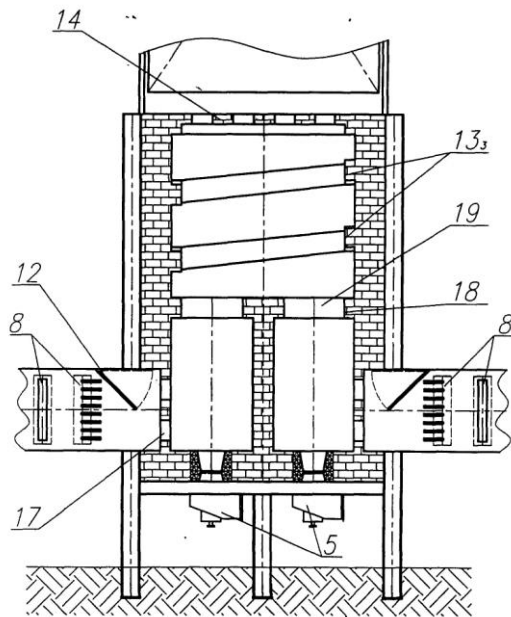
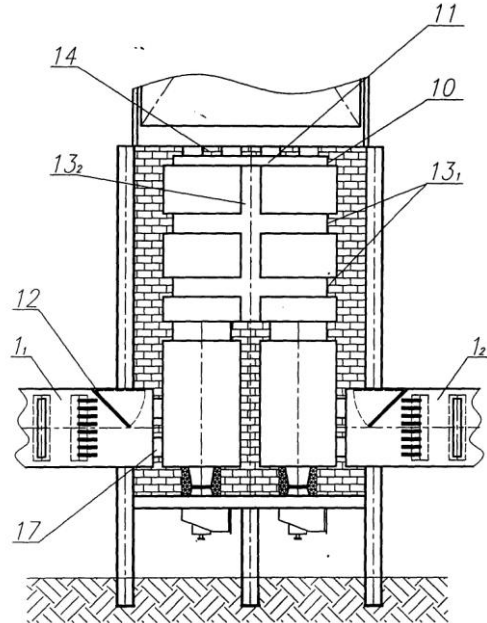


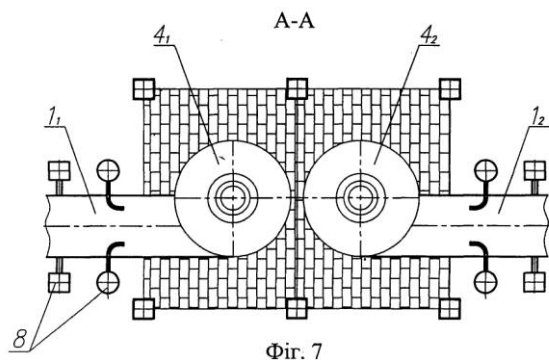
Fig. 4



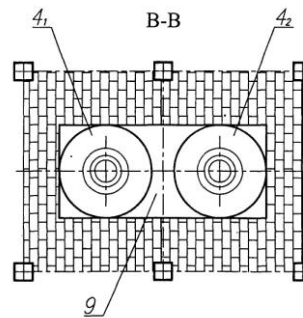
Фиг. 5



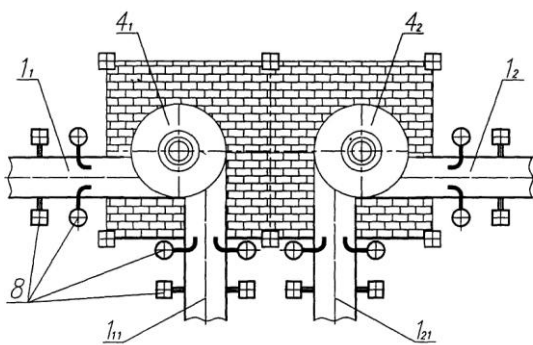
Фиг. 6



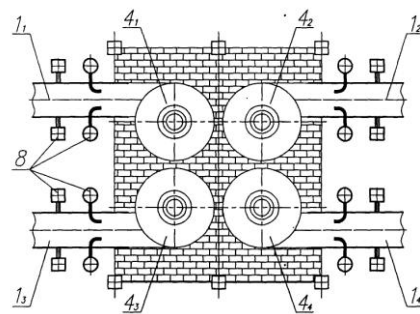
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10