

Винахід стосується лінії випалювання клінкеру, а саме цементного клінкеру, яка складається з барабанної печі, до якої приєднаний повітряний охолоджувач клінкеру, оснащений підводом охолоджувального повітря до охолоджувальної частини і принаймні одним виводом підігрітого повітря з охолоджувача, та на передньому кінці якої розташований підігрівач порошкової сировини, який складається з системи послідовно з'єднаних між собою циклонів у комбінації з шахтовим теплообмінником.

У використовуваних до цього моменту лініях випалювання клінкеру, а саме цементного клінкеру, частина тепла, отриманого при охолодженні клінкеру після виходу з барабанної печі, підводиться за допомогою попередньо підігрітого повітря до процесу випалювання у барабанній печі у приєднане обладнання для попереднього кальцинування, яке є частиною цих ліній. Решта тепла у більшості випадків не використовується для цього технологічного процесу випалювання і виводиться з охолоджувача з теплим відхідним повітрям.

Після вивалювання з барабанної печі клінкер можна характеризувати як суміш більших частин, дрібних гранул і великої кількості пилу, причому всі ці частини мають високу температуру, що майже дорівнює граничній температурі злипання в окремі блоки. Зараз для охолодження такого матеріалу найбільш зручним є колосниковий охолоджувач, принцип якого полягає у використанні теплообміну при перехресному проходженні охолоджувального повітря, яке після прийняття певної кількості теплової енергії виводиться з колосникового охолоджувача. З термодинамічної точки зору такий обмін є менш ефективним, ніж, наприклад, протічечний теплообмін.

Поступове вдосконалення виробництва цементного клінкеру веде до постійного зниження питомого споживання тепла для випалювання клінкеру, в результаті чого зменшується необхідний об'єм охолоджувального повітря, яке одержують у приєднаному охолоджувальному обладнанні, наприклад, у вказаному колосниковому охолоджувачі, і яке на наступних стадіях можна використати як попередньо підігріте повітря власне у процесі випалювання. Результатом цього є те, що необхідна кількість попередньо підігрітого повітря для горіння є меншою при більш економічному процесі випалювання. В результаті цього надмірно зростає температура повітря при горінні, що в зв'язку з вищими робочими температурами скорочує термін служби обладнання, зокрема на ділянці вихідного кінця барабанної печі, включаючи пічний палик, та на ділянці входу клінкеру до охолоджувача, а також на ділянці попереднього кальцинування.

Крім цих несприятливих фактів, які певною мірою перешкоджають практичному застосуванню подальшого зменшення споживання тепла при випалюванні, ще одним недоліком виявляється зменшення об'єму відхідних газів на їхньому виході з барабанної печі. Це означає, що з певної межі починає проявлятися недотача тепла для попереднього підігрівання та часткового кальцинування матеріалу у підігрівачі, у той час коли у ділянці охолодження клінкеру, що виходить з барабанної печі, з'являється небажаний надлишок тепла.

Приведені факти у сукупності мають в результаті зайве погіршення економічності випалювання і зниження терміну експлуатації приєданого технологічного обладнання, що невігідним чином проявляється у підвищенні інвестиційних та експлуатаційних витрат на одиницю продукту.

Описані недоліки та несприятливі експлуатаційні і теплові результати значною мірою усуваються предметом цього винаходу, яким є лінія випалювання клінкеру, а саме цементного клінкеру, яка складається з барабанної печі, до якої приєднаний повітряний охолоджувач клінкеру, оснащений підводом охолоджувального повітря до охолоджувальної частини і принаймні одним виходом підігрітого повітря з охолоджувача, та на передньому кінці якої розташований підігрівач порошкової сировини, який складається з системи послідовно з'єднаних між собою циклонів у комбінації з шахтовим теплообмінником.

Суть винаходу полягає у тому, що принаймні один вихід з охолоджувача клінкеру приєднаний за допомогою з'єднувального трубопроводу до одного із з'єднувальних трубопроводів середньої частини вертикального підігрівача, або з'єднувальний трубопровід за допомогою розподільного елемента розгалужується принаймні на два патрубки, кожен з яких окремо приєднаний до одного із з'єднувальних трубопроводів середньої частини вертикального підігрівача.

Інший аспект винаходу полягає у тому, що в лінії випалювання клінкеру, в якій підігрівач порошкової сировини розділений на дві частини, високотемпературну і низькотемпературну частини, з'єднані між собою передавальним трубопроводом, охолоджувач оснащений принаймні двома виходами гарячого повітря, першим виходом гарячого повітря з вищою температурою і другим виходом гарячого повітря з нижчою температурою, причому перший вихід гарячого повітря за допомогою з'єднувального трубопроводу приєднаний принаймні до одного із з'єднувальних трубопроводів середньої частини високотемпературної частини вертикального підігрівача, а другий вихід гарячого повітря за допомогою додаткового з'єднувального трубопроводу приєднаний до з'єднувального трубопроводу середньої частини низькотемпературної частини вертикального підігрівача.

Суть винаходу також полягає у тому, що з'єднувальний трубопровід та/або додатковий з'єднувальний трубопровід приєднані до з'єднувального трубопроводу високотемпературної частини вертикального підігрівача та/або з'єднувального трубопроводу низькотемпературної частини вертикального попереднього підігрівача у місці, де температура гарячих газів, що виходять з попереднього ступені вертикального підігрівача порошкової сировини, відрізняється від температури подаваного гарячого повітря максимум на 20%, причому вигідним чином у з'єднувальний та/або додатковий з'єднувальний трубопроводи вбудований регулювальний елемент.

Суть винаходу також полягає у тому, що відповідний трубопровід вхідної камери барабанної печі до нижнього циклона утворює кальцинувальний канал з підводом палива і додатковим трубопроводом повітря для горіння, з'єднаний з вхідною ділянкою колосникового охолоджувача, причому додатковий трубопровід разом із з'єднувальним трубопроводом та/або можливим додатковим трубопроводом вигідним чином з'єднані за допомогою з'єднувального трубопроводу, який згідно з винаходом може бути оснащений запірним елементом.

Застосування конструкції згідно з винаходом надає можливості переведення частини теплової енергії, яку одержують в охолоджувачі клінкеру і яку вже не можна раціонально використати в процесі випалювання, до ділянки підігріву сировини. Цим додатково знижується споживання тепла на випалювання, і цим з одного боку досягається нижче теплове і експлуатаційне навантаження на найбільш незахищені

ділянки процесу випалювання, а з іншого боку - досягається зниження виробничих витрат на одиницю продукту.

Приклади реалізації конструкції відповідно до винаходу схематично зображені на доданих кресленнях, де на фіг.1 зображена лінія випалювання клінкеру з традиційним виконанням підігрівача, а на фіг.2 - лінія з температурно розділеним підігрівачем.

Лінія випалювання клінкеру у конструкційному виконанні згідно з фіг.1 складається з вертикального підігрівача 1 порошкової сировини, барабанної печі 3 і колосникового охолоджувача 4 випаленого клінкеру. Барабанна піч 3 підтримується роликовою опорою 300, має розташовану на її передньому кінці вхідну камеру 30 і закінчується виходом клінкеру 31.

Вертикальний попередній підігрівач 1 для порошкової сировини складається з системи розташованих один над одним циклонів, з нижнього циклону 11, другого, третього і четвертого циклонів 12, 13, 14 і останнього верхнього циклону 15. Усі ці циклони послідовно з'єднані між собою і відомим чином, з одного боку, з'єднані з'єднувальними трубопроводами гарячого газу 120-150, з іншого боку - вихідними трубопроводами порошкової сировини 121-151 таким чином, що завжди вихідний трубопровід вищого циклона - наприклад, вихідний трубопровід 131 третього циклона 13 - з'єднаний з початком з'єднувального трубопроводу попередньої пари циклонів, у цьому разі - зі з'єднувальним трубопроводом 120 нижнього циклона 11 і другого циклона 12.

Нижній циклон 11 з'єднаний з вхідною камерою 30 барабанної печі 3 як вихідним трубопроводом 111 підігрітої порошкової сировини, так і відповідним трубопроводом 110, до нижньої частини якого приєднаний вихідний трубопровід 121 підігрітої порошкової сировини наступного циклона - у цьому випадку другого циклона 12. Вихід теплого газу з верхнього циклона 15 з'єднаний за допомогою відповідного трубопроводу 160 з наступним, не показаним на фіг.1 елементом технологічної системи. До нижньої частини з'єднувального трубопроводу 150, до якого приєднаний верхній циклон 15, приєднаний підвід 7 попередньо нагрітої порошкової сировини. Конструкційні деталі окремих елементів вертикального підігрівача 1 достатньо відомі, не мають відношення до суті винаходу і тому докладно не описуються.

Вихід 31 барабанної печі 3 приєднаний до вхідної ділянки 41 колосникового охолоджувача 4 клінкеру, через який також проходить пічний пальник 32, за допомогою якого одержують технологічно необхідну робочу температуру і відповідно технологічний процес у барабанній печі 3. Колосниковий охолоджувач 4 складається з відомої колосникової решітки 42, яка приєднана до вхідної камери 44 з вихідним бункером 440, під яким знаходиться конвеєр 8. Під охолоджувальною колосниковою решіткою 42 у корпусі колосникового охолоджувача 4 знаходиться система колекторних ємностей 420. У простір під колосниковою решіткою 42 також уведений вихід вентиляторів 43, один з яких зображений на фіг.1. Верхня частина корпусу колосникового охолоджувача 4 в цьому зразковому варіанті реалізації оснащена виходами - першим виходом 45 і другим виходом 46 підігрітого охолоджувального повітря, перший з яких 45 з'єднаний додатковим трубопроводом 450 із з'єднувальним трубопроводом 130 вертикального підігрівача 1, причому до цього трубопроводу 450 далі вбудований регулюючий елемент 451, наприклад, дросельний клапан. Другий вихід 46 за допомогою додаткового з'єднувального трубопроводу 460 з'єднаний з наступним, не суттєвим для предмету винаходу технологічним обладнанням, наприклад, з пиловидальним обладнанням.

Далі на фіг.1 штрихами зображений конструкційний варіант, у якому до верхньої частини з'єднувального трубопроводу 450 за допомогою розділювального елемента 452, наприклад, регулюючого клапана, приєднаний додатковий патрубок 453, з'єднаний із з'єднувальним трубопроводом 140, що приєднаний до четвертого циклона 14.

Верхня частина 41 колосникового охолоджувача 4 за допомогою додаткового трубопроводу 60 повітря для горіння з'єднана з нижньою частиною з'єднувального трубопроводу 110, до якого також приєднаний вхід 61 палива для попереднього кальцинування. Як зображено штрихами на фіг.1, в одному з варіантів з'єднувального трубопроводу 450 і додатковий трубопровід 60 повітря для горіння можуть бути з'єднані між собою за допомогою з'єднувального трубопроводу 62, який вигідним чином може бути оснащений запірним елементом 620, наприклад, засувкою.

У демонстраційному варіанті реалізації згідно з фіг.2 вертикальний підігрівач 1 розділений на дві частини - високотемпературну частину 10, яка складається з трьох вертикально розміщених і послідовно з'єднаних між собою циклонів, нижнього циклона 11, другого циклона 12 і третього циклона 13, і низькотемпературну частину 20, яка складається з розташованого у найнижчій частині шахтового теплообмінника 21 і пари циклонів: нижнього циклона 22 і верхнього циклона 23. Ці дві частини зміщені одна відносно одної за висотою таким чином, що вхід в шахтовий теплообмінник 21 низькотемпературної частини 20 розміщений нижче, ніж вихід з найвищого - третього циклона 13 високотемпературної частини 10, і з'єднані між собою передавальним трубопроводом 5 теплого газу. Конструкційні принципи взаємного з'єднання циклонів 11-13, 22-23, а також приєднання нижнього циклона 11 до вхідної камери 30 барабанної печі 3 і з'єднання вхідної ділянки 41 колосникового охолоджувача 4 із з'єднувальним трубопроводом 110 по суті ідентичні конструкції, зображені на фіг.1.

Демонстраційний варіант реалізації згідно з фіг.2, крім описаного розділення вертикального підігрівача 1 на дві самостійні частини, відрізняється від попереднього тим, що колосниковий охолоджувач 4 має третій вихід 47 гарячого повітря, який оснащений вихідним трубопроводом 470, а другий вихід 46 гарячого повітря у цьому випадку з'єднаний додатковим з'єднувальним трубопроводом 460, зображеним на фіг.2 штрихами, з низькотемпературною частиною 20 вертикального підігрівача 1, конкретно із з'єднувальним трубопроводом 220, який іде від шахтового теплообмінника 21 до нижнього циклона 22. Вихідний трубопровід 211 шахтового теплообмінника 21 приєднаний до з'єднувального трубопроводу 450, який, як і в конструкції згідно з фіг.1, з'єднує перший вихід 45 колосникового охолоджувача 4 із з'єднувальним трубопроводом 130 високотемпературної частини 10 вертикального підігрівача 1. У цьому конструкційному варіанті може вживатися регулюючий елемент 451, включений у з'єднувальний трубопровід 450 перед отвором вихідного трубопроводу 211.

Функція лінії випалювання клінкеру є такою. Саме випалювання відбувається в барабанній печі 3, до вхідної камери 30 якої за допомогою вхідного трубопроводу 111 з нижнього циклона 11 подається попередньо підігріта порошкова сировина. Після проходження матеріалу через барабанну піч 3, в якій

відбувається необхідний технологічний процес, утворений клінкер виводиться з виходу 31 барабанної печі 3 у вхідну ділянку 41 колосникового охолоджувача 4 і завдяки руху колосникової решітки 42 проходить через неї до вихідної камери 44, з якої через вихідний бункер 440 виводиться конвеєром 8 у напрямку стрілки T для подальшого оброблення.

В конструкції згідно з фіг.1 порошок сировина подається підводом 7 у нижню частину з'єднувального трубопроводу 150 вертикального підігрівача 1 і за допомогою гарячого газу, який рухається в напрямку стрілки R, при її одночасному підігріванні переміщується у верхній циклон 15. Після цього поступово падає звичайним чином у напрямку стрілок S через його окремі нижні циклони 14-12 у нижній циклон 11 і звідти у вхідну камеру 30 барабанної печі 3. При проходженні через з'єднувальні трубопроводи 140-120 і відповідний трубопровід 110 порошок сировина підігрівается до вищої температури гарячими газами, які навпаки переміщуються від барабанної печі 3 у напрямку стрілок R наверх. Згідно з винаходом додатково у середню частину з'єднувального трубопроводу 130 з першого виводу 45 колосникового охолоджувача 4 з'єднувальним трубопроводом 450 подається частина гарячого повітря, що виникає як продукт при охолодженні клінкеру, отриманого у барабанній печі 3.

Місце приєднання з'єднувального трубопроводу 450 можна вигідним чином вибрати так, щоб температура гарячого повітря у цьому місці не надто відрізнялася від температури гарячих газів, які протікають до з'єднувального трубопроводу 130 від вихідної камери 30 барабанної печі 3 після проходження двома попередніми циклонами, нижнім циклоном 11 і другим циклоном 12. Місце приєднання вигідно вибране так, щоб температури обох вказаних середовищ не відрізнялися між собою більш, ніж на 20%. При використанні принаймні частини гарячого повітря, яке виникає в колосниковому охолоджувачу 4, значно покращуються температурні умови у цьому місці, а також температурний баланс вертикального підігрівача 1.

Кількість додаткового теплого повітря із з'єднувального трубопроводу 450 вигідно регулюється, наприклад, в залежності від миттєвого робочого режиму всього обладнання, регулюючим елементом 451, наприклад, зворотним клапаном. Решта менш теплого повітря виводиться другим виводом 46 і приєднаним до нього додатковим з'єднувальним трубопроводом 460 на наступні етапи процесу.

При здійсненні попереднього кальцинування порошкової сировини перед її входом у барабанну піч 3 у вивідному трубопроводі 110 на це місце підводиться додатковим трубопроводом 60 гаряче повітря для горіння з самого гарячого місця колосникового охолоджувача 4, наприклад, з його вхідної ділянки 41, і одночасно на це місце підводом 61 подається додаткове паливо.

У випадку конструкційного варіанту, зображеного на фіг.1 штрихами, частина гарячого повітря підводиться з першого виводу 45 колосникового охолоджувача 4 за допомогою додаткового патрубку 453 з'єднувального трубопроводу 450 одночасно до іншого місця вертикального підігрівача і, причому його кількість в обох патрубках можна встановити розділювальним елементом 452. У наступному конструкційному варіанті згідно з фіг.1 далі можна відокремити за допомогою з'єднувального трубопроводу 62 частину гарячого повітря з додаткового трубопроводу 60 і використати його для покращення теплового балансу усієї системи, зокрема у випадку, коли гаряче повітря, що виводиться з першого виводу 45, не має необхідної температури. Кількість розділеного гарячого повітря можна знову встановити запірним елементом 620.

У конструкційному варіанті згідно з фіг.2 функціонування здійснюється подібним чином. Гарячі гази, які виходять з вихідної камери 30 барабанної печі 3, поступово проходять у напрямку стрілок R високотемпературною частиною 10, передавальним трубопроводом 5 і низькотемпературною частиною 20. Порошкова сировина в даному випадку вводиться в низькотемпературну частину 20 підводом 7 у напрямку стрілки V і після першого підігріву за допомогою гарячих газів, які проходять з'єднувальним трубопроводом 230 у напрямку стрілки R, подається у верхній циклон 23. Після цього вона проходить у напрямку стрілок S системою вихідних трубопроводів 231 і 221 у верхню частину шахтового теплообмінника 21 і далі в його вихідний трубопровід 211. Через нього вона підводиться до з'єднувального трубопроводу 450, яким за допомогою потоку гарячого повітря вводиться у нижню частину з'єднувального трубопроводу 130 високотемпературної частини 10, через яку вона проходить таким саме чином, як було описано вище. Також тут позитивно впливає на енергетичний баланс усього обладнання частина гарячого повітря, що підводиться з першого виводу 45 колосникового охолоджувача 4, і крім того, цей потік гарячого повітря використовується для транспортування підігрітої порошкової сировини з низькотемпературної частини 20. Регулюючим елементом 451, який в цьому випадку розташований перед приєднанням вихідного трубопроводу 211, знову можна регулювати режим протікання гарячого повітря і підігрітої порошкової сировини через відповідну частину з'єднувального трубопроводу 450.

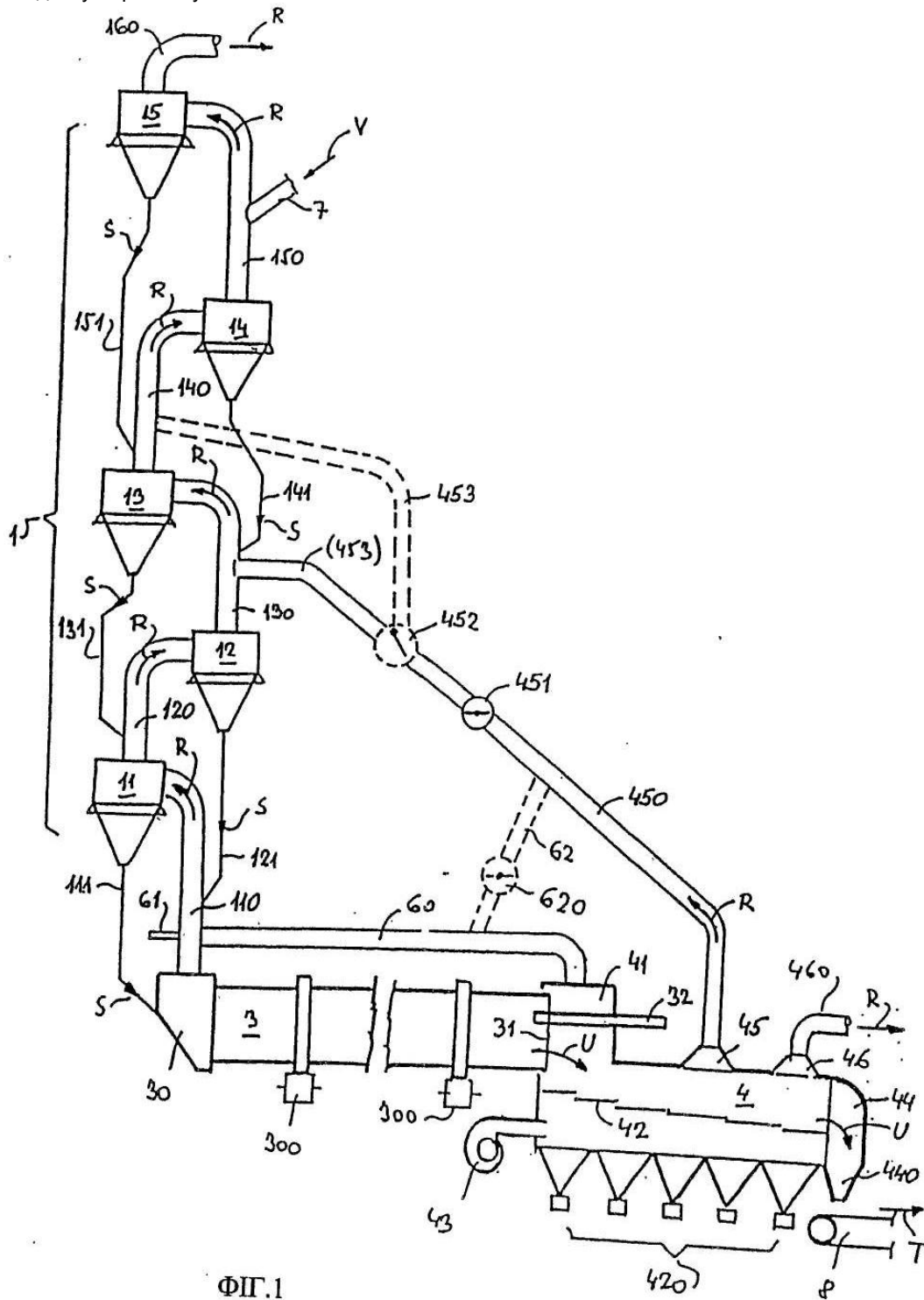
На відміну від попереднього варіанту, у зразковому варіанті реалізації згідно з фіг.2 використовується тепла енергія менш гарячого охолоджуючого повітря з кінцевої частини колосникового охолоджувача 4, яке з його другого виводу 46 введене додатковим з'єднувальним трубопроводом 460 у середню частину низькотемпературної частини 20 вертикального підігрівача 1, а саме у нижню частину з'єднувального трубопроводу 220. І в цьому випадку зберігається вигідне конструкційне виконання, при якому температура повітря, що подається додатковим з'єднувальним трубопроводом 460, незначно відрізняється від температури гарячих газів у відповідному місці з'єднувального трубопроводу 220. Найхолодніше повітря з колосникового охолоджувача 4 виводиться вихідним трубопроводом 470 з третього виходу 47.

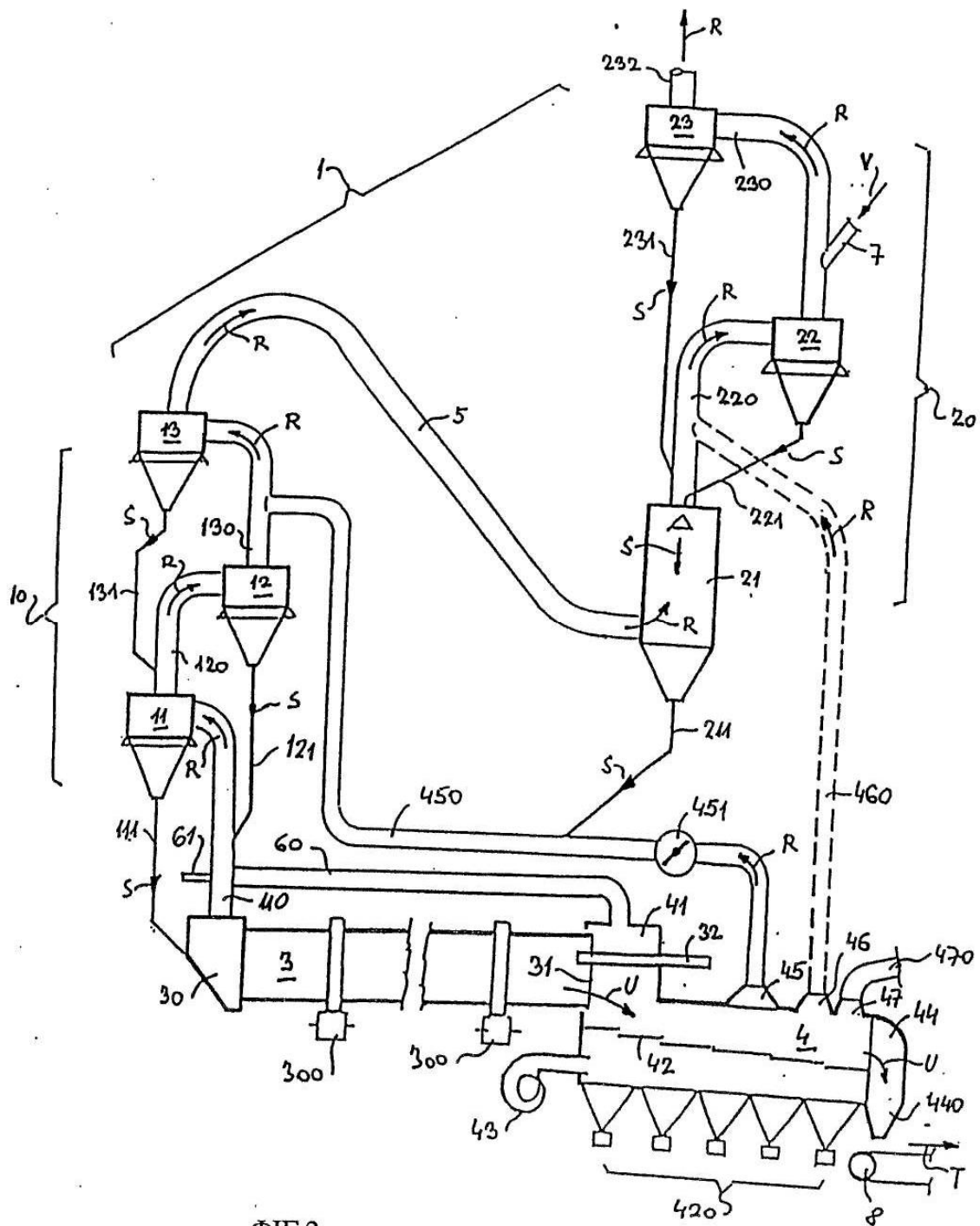
Очевидним є те, що предмет винаходу не обмежується лише зображенням прикладом реалізації. Суть винаходу залишиться незмінною і при застосуванні інших варіантів виконання підігрівачів, наприклад, для підігрівачів з більшою кількістю патрубків або з іншою кількістю теплообмінних ступенів. Також кількість і місця з'єднання входів додаткового гарячого повітря з обладнання для охолодження клінкеру може бути різним, так само, як гаряче повітря може подаватися на різні місця підігрівача порошкової сировини з можливим врахуванням температури подаваного повітря, а також і у зв'язку з типом і конструкцією вживаного охолоджувача клінкеру, який може бути в іншому виконанні, зокрема при іншому типі виготовлюваного кінцевого матеріалу, наприклад, при виробництві гідралічного вапна.

Також очевидним є те, що у представлених варіантах реалізації зображені види з'єднань, розгалуження і регулювання додаткового потоку гарячого повітря можуть бути комбінованими незалежно одне від одного

з урахуванням робочого, зокрема теплового режиму всієї системи.

Конструкційні варіанти згідно з винаходом можна вигідно застосувати у лініях випалювання клінкеру, зокрема в лініях з вищою потужністю і з обладнанням для попереднього кальцинування сировини перед її входом у барабанну піч.





Фиг. 2