



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17033 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C10B 47/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КОКСУ З НЕСПІКЛИВИХ МАРОК ВУГІЛЛЯ

1

2

(21) u200601234

(22) 08.02.2006

(24) 15.09.2006

(46) 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006 р.

(72) Мадатов Артем Валерійович, Березін Григорій  
, ІЛ, Теплицький Олександр , ІЛ(73) Березін Григорій , ІЛ, Теплицький Олександр ,  
ІЛ(57) 1. Спосіб виробництва коксу з неспікливих  
марок вугілля, що включає дозування, дроблення і  
змішування вугілля, зв'язувальної речовини та  
органічних відходів до одержання однорідної ших-  
ти і наступне нагрівання шихти, який **відрізняєть-  
ся** тим, що як зв'язувальну речовину застосовують

висококиплячі продукти піролізу відходів пластич-  
них мас, що вводять у шихту в кількості 15-20 %  
від загального об'єму шихти, а нагрівання шихти  
здійснюють у температурному інтервалі від 250 до  
1100°C.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як  
висококиплячі продукти піролізу відходів пластич-  
них мас використовують середньомолекулярні  
смолоподібні продукти, які одержують у темпера-  
турному інтервалі від 250 до 380°C при атмосфер-  
ному тиску в присутності каталізаторів.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як  
органічні відходи використовують відходи зноше-  
них автомобільних шин.

Корисна модель відноситься до коксохімічного  
виробництва, а саме до способів виробництва ме-  
талургійного коксу з неспікливих марок вугілля.

В даний час розповсюдженим є виробництво  
коксу в багатокамерних печах з періодичним заван-  
таженням і вивантаженням, із шихти з перевагою  
добре спікливих марок вугілля, а саме жирних,  
коксових і спіснених спікливих. Однак усе більш  
актуальною стає проблема обмеженості ресурсів  
таких марок вугілля. Використання як добавки до  
шихти неспікливих марок вугілля, таких як довго-  
полуменеві, бурі, пісні і газові, не сприяє рішенню  
проблеми дефіциту сировини для коксової галузі.  
При цьому добавка до шихти довгополу меневих і  
газових вугілля приводить до зниження виходу кок-  
су внаслідок підвищеного виходу летучих продук-  
тів коксування, що при існуючій технології вироб-  
ництва з періодичним завантаженням шихти і  
вивантаженням коксу істотно знижує продуктив-  
ність печей і збільшує собівартість коксу при зни-  
женні його якості. Збільшення змісту високомета-  
морфізованих вугілля, таких як пісне вугілля,  
приводить до істотного зниження міцності коксу  
внаслідок низької реакційної здатності зазначених  
вугілля.

У той же час ресурси бурих і довгополуменевих  
вугілля у кілька разів перевищують ресурси га-  
зових вугілля. Крім того, собівартість зазначених  
бурих і довгополуменевих вугілля значно нижче

собівартості газових вугілля, що обумовлено малою  
глибиною їхнього залягання, унаслідок чого їх ви-  
добуток здійснюється відкритим способом. Однак  
одержання металургійного коксу з бурих, довгопо-  
луменевих, а також пісних марок вугілля, що від-  
носяться до неспікливих марок вугілля, по відомій  
у даний час технології неможливо, оскільки в про-  
дуктах піролізу зазначених марок вугілля відсутні  
рідкі нелетучі складові, котрі забезпечують утво-  
рення вугільної пластичної маси, а також утворен-  
ня монолітного тіла коксу. Таким чином, широке  
застосування для виробництва коксу бурих, довго-  
полуменевих і пісних вугілля, що відносяться до  
неспікливих марок вугілля, стримується відсутніс-  
тю технології одержання з них коксу необхідної  
якості.

В даний час відомі добавки до шихти для кок-  
сування з відходів виробництва, що збільшують  
опікаючі властивості шихти і дозволяють збільши-  
ти зміст спісненого вугілля, що вводиться у виді  
добавки, зберігаючи при цьому задовільні харак-  
теристики коксу. У якості таких добавок можуть  
бути використані смола бензольного відділення,  
фуси, мазут, кам'яновугільна смола і пек. Най-  
більш виражені опікаючі властивості має кам'яно-  
вугільна смола і пек. Однак у той же час зазначені  
добавки являють собою цінну товарну продукцію,  
а кількість фусов і смоли бензольного відділення,  
що утворюються, незначна і недостатня для пок-

(13) U  
(11) 17033  
(19) UA

риття потреб виробництва в опікаючих добавках, тому використання їх для збільшення опікаючих властивостей шихти є економічно невігідним. Також відомі застосовувані в промисловості технології зрідження низькометаморфізованих вугіль спеціальною сумішшю органічних розчинників при температурі до 450°C у присутності водню і каталізаторів. Однак унаслідок низької температури кипіння розчинників процес необхідно здійснювати періодично і під тиском до 25МПа. У даному випадку витрати на виробництво рідких продуктів з вугілля перевищують витрати на виробництво їх аналогів з нафти.

На даному етапі розвитку технології відомо, що термообробка суміші відходів пластичних мас у присутності каталізаторів при температурі від 280 до 350°C приводить до здійснення процесу піролізу відходів пластичних мас і хімічній взаємодії продуктів піролізу з утворенням середньомолекулярних смолоподібних продуктів ароматичної будови. Також відомо, що зазначені продукти, що є хімічним аналогом первинної смоли піролізу вугілля, можуть також виступати в якості рідких нелетучих складових вугільної пластичної маси і забезпечувати утворення монолітного тіла коксу.

Відомий спосіб виробництва коксу і пристрій для виробництва коксу, описані в патенті РФ №2144555, де пристрій для реалізації способу виробництва коксу містить вогнетривку камеру для коксування, обігрівальні ходи, пальники, засоби для завантаження підлягаючого коксуванню матеріалу, а також засіб для вивантаження коксу. Зазначені обігрівальні ходи утворені зовнішньою стінкою, внутрішньою стінкою зазначеної камери і простором між стінками, у якому знаходиться підлягаючий коксуванню матеріал. Також вогнетривка камера обладнана виконуючими функцію захисного кожуха засобами, що забезпечують можливість створення в камері під час роботи надлишкового тиску. Засобами для завантаження підлягаючого коксуванню матеріалу є лійка-затвор і поршневі штовхач. Засобом для вивантаження коксу є лійка-затвор.

Основним недоліком зазначеного пристрою для виробництва коксу є неможливість використання пристрою зазначеної конструкції для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, і крім того неможливість забезпечення безпечного та екологічно нешкідливого виробництва коксу, що обумовлено негерметичністю описаної конструкції пристрою.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі, що заявляється, є спосіб виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, описаний в авторському свідоцтві СРСР №920066, що включає дозування, дроблення і змішування вугілля, зв'язувальної речовини та органічних відходів до одержання однорідної шихти і наступне нагрівання шихти. Процес утворення коксу проводять при тиску вище 600кг/см<sup>2</sup>. Як сполучні речовини використовують висококиплячі та асфальтовмісні продукти дьогтю і нафти, а також кам'яновугільний дьоготь.

Основним недоліком зазначеного способу виробництва коксу з неспікливих марок вугілля є неможливість забезпечення виробництва продукту

високої якості, зокрема неможливість забезпечення необхідної міцності одержуваного коксу. Також недоліком зазначеного способу є технологічна складність забезпечення умов, необхідних для забезпечення проходження реакцій, у результаті яких утвориться монолітне тіло коксу.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, що за рахунок простоти та ефективності процесу забезпечить можливість економічно вигідного, безпечного, екологічно нешкідливого виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, при цьому дозволяючи одержати продукт високої якості.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, включає дозування, дроблення і змішування вугілля, зв'язувальної речовини та органічних відходів до одержання однорідної шихти і наступне нагрівання шихти, при цьому як зв'язувальну речовину застосовують висококиплячі продукти піролізу відходів пластичних мас, що вводять у шихту в кількості 15-20% від загального об'єму шихти, а нагрівання шихти здійснюють у температурному інтервалі від 250 до 1100°C.

Доцільне здійснення процесу нагрівання шихти в температурному інтервалі від 250 до 1100°C. При температурі менш ніж 250°C не відбуваються структурні зміни шихти, що приводять до утворення монолітного тіла коксу. При температурі більш ніж 1100°C відбувається втрата характеристик якості коксу, який утворився, що приводить до зниження міцнісних характеристик продукту.

У якості висококиплячих продуктів піролізу відходів пластичних мас використовують середньомолекулярні смолоподібні продукти, які одержують у температурному інтервалі від 250 до 380°C при атмосферному тиску в присутності каталізаторів. Термообробка суміші відходів пластичних мас у присутності каталізаторів при температурі 250-380°C приводить до проходження реакцій піролізу відходів пластичних мас і хімічній взаємодії продуктів піролізу з утворенням середньомолекулярних смолоподібних продуктів ароматичної будови. Крім того, зазначені продукти піролізу, будучи хімічним аналогом первинної смоли піролізу вугілля, можуть виступати в ролі так званих рідких нелетучих складових вугільної пластичної маси і забезпечувати утворення монолітного тіла коксу. Дія середньомолекулярних смолоподібних продуктів у присутності каталізаторів полягає в тому, що в початковій стадії піролізу вугілля зазначені продукти виступають у якості воднедонорного розчинника, іншими словами зріджують вугілля. Продукти зрідження вугілля являють собою суміш біля п'ятисот індивідуальних хімічних речовин поліциклічної та ароматичної будови. На стадії пластичного стану вугілля при температурі нагрівання шихти в інтервалі 350-500°C середньомолекулярні смолоподібні продукти виступають у якості пластифікуючих добавок, оскільки завдяки ароматичній структурі своїх компонентів є термостійкими з'єднаннями і розширюють температурний інтервал пластичного стану вугілля. Похідні антрацену, фенатрену, коронену, пирену, флуорену і нафта-

ліну, що входять до складу середньомолекулярних смолоподібних продуктів, збільшують вміст рідких нелетучих компонентів у пластичній масі вугілля, тим самим обумовлюючи підвищення текучості пластичної маси вугілля. Також зазначені продукти служать донорами водню для компонентів пластичної маси вугілля, запобігаючи передчасний початок реакцій конденсації продуктів піролізу вугілля, що також сприяє розширенню температурного інтервалу пластичного стану вугілля і посиленню його опікаючих властивостей. У результаті дія середньомолекулярних смолоподібних продуктів приводить до утворення монолітного напівкоксу з неспікливих марок вугілля. При підйомі температури нагрівання під час здійснення процесу виробництва до 1100°C з такого напівкоксу утвориться кокс, що має високі якісні характеристики і може бути використаний у доменному процесі. Можна сказати, що середньомолекулярні смолоподібні продукти на різних стадіях процесу діють як зріжнюючі агенти, пластифікатори, донори водню, а також як опікаючі добавки для вугілля. Таким чином, введення до складу шихти середньомолекулярних смолоподібних продуктів забезпечує одержання монолітного тіла коксу необхідної високої якості при використанні неспікливих марок вугілля, що мають низьку вартість, тим самим забезпечується економічна ефективність зазначеного способу. Крім того, використання для утворення середньомолекулярних смолоподібних продуктів відходів пластичних мас дозволяє здійснювати їх великомасштабну утилізацію, поліпшуючи тим самим екологічний стан навколишнього середовища.

Введення в шихту висококиплячих продуктів піролізу відходів пластичних мас, а саме середньомолекулярних смолоподібних продуктів, у кількості 15-20% від загального обсягу шихти дозволяє збільшити вихід коксу з такої шихти на рівні 50-55% від загального об'єму в залежності від властивостей і вмісту використовуваних неспікливих марок вугілля, а також дозволяє забезпечити товщину пластичного шару шихти  $Y$  на рівні 16-18 мм. Зазначений процентний інтервал вмісту середньомолекулярних смолоподібних продуктів обумовлений тим, що саме такий об'єм зв'язувальної речовини забезпечує додання шихті достатніх пластичних властивостей, що у свою чергу обумовлює монолітність тіла коксу. Введення в шихту середньомолекулярних смолоподібних продуктів у кількості менш ніж 15% не дозволить забезпечити достатні пластичні властивості шихти, що приведе до розтріскування і розсіпання тіла коксу, який утворюється в ході здійснюваного процесу. Введення в шихту середньомолекулярних смолоподібних продуктів у кількості більш ніж 20% від об'єму шихти є недоцільним, оскільки рівня змісту середньомолекулярних смолоподібних продуктів у кількості 20% від об'єму шихти досить для додання шихті необхідних пластичних властивостей.

Використання каталізаторів забезпечує значне підвищення ефективності і швидкості утворення середньомолекулярних смолоподібних продуктів при протіканні хімічної реакції. При цьому обов'язковою умовою також є наявність кисню повітря для

здійснення осмолення продуктів піролізу відходів пластичних мас у середньомолекулярні смолоподібні продукти. У якості каталізаторів доцільне використання оксидів перехідних металів.

Зазначений температурний інтервал одержання середньомолекулярних смолоподібних продуктів 250-380°C обумовлений тим, що хімічні реакції поліконденсації середньомолекулярних смолоподібних продуктів протікають саме в даному температурному проміжку. При температурі нагрівання менш ніж 250°C зазначені реакції поліконденсації середньомолекулярних смолоподібних продуктів не протікають, тим самим не забезпечується одна з основних умов реалізації даного способу виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, а саме утворення середньомолекулярних смолоподібних продуктів, які використовуються у якості зв'язувальної речовини. При температурі нагрівання більш ніж 380°C протікають вже інші хімічні реакції, що не стосуються до реалізації даного способу, оскільки вони не приводять до утворення середньомолекулярних смолоподібних продуктів.

Обмеження рівня тиску атмосферним обумовлене тим, що атмосферного тиску цілком достатньо для підняття температури реакції до необхідного рівня без істотного відгону продуктів піролізу первинних компонентів. Такі умови забезпечують легкість практичного здійснення реакції, що також обумовлює економічну ефективність способу.

У якості органічних відходів переважно використовують відходи зношених автомобільних шин. Добавка відходів зношених автомобільних шин сприяє інтенсифікації хімічних реакцій, що протікають, за рахунок полісполучених ненасичених зв'язків у продуктах піролізу зношених автомобільних шин. Крім того, тонкодисперсний вуглець, що міститься в зношених автомобільних шинах, включається до складу коксу і сприяє збільшенню його виходу. Застосування відходів зношених автомобільних шин для реалізації зазначеного способу дозволяє також забезпечити їх великомасштабну утилізацію, що значно поліпшує екологічну обстановку у великих містах.

Зазначений спосіб виробництва коксу з неспікливих марок вугілля може бути здійснений з використанням пристрою, який включає вогнетривку камеру для коксування, обігрівальні канали, пальники, засоби для завантаження підлягаючого коксуванню матеріалу, засіб для вивантаження коксу, містить також нагрівальний бак із завантажувальним вікном для завантаження відходів пластичних мас, органічних відходів і каталізаторів і скребковим конвеєром для видалення нерозчинених залишків із зазначеного бака.

Вогнетривка камера для коксування виконана у виді вертикальної башти, у стінках якої виконані периферійні низхідні повітряні ходи і внутрішні висхідні до димососу опалювальні ходи, у нижній частині башти повітряні та опалювальні ходи підходять до топків з пальниками, при цьому до верхньої частини камери підведений газозбірник, а нижня частина башти виконана звужуваною і обладнана внутрішнім затвором, через який камера зв'язана з приймачем-гасильником. Внутрішній затвор пристрою обладнаний датчиком тиску, що

дозволяє відкривати зазначений затвор тільки при накопиченні достатньої кількості коксу на поверхні затвора шляхом подачі сигналу на механізм відкриття затвора. Обладнання пристрою внутрішнім затвором зазначеної конструкції дозволяє забезпечити герметичність вогнетривкої камери, що у свою чергу дозволяє забезпечити екологічну ефективність пристрою в цілому, що обумовлює поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу.

Наявність звуження в нижній частині вогнетривкої вежі обумовлює затримку коксу в зоні пропінання протягом необхідного проміжку часу, що дозволяє забезпечити високу якість коксу. Пропечений кокс самочинно проходить через звуження завдяки усадці і появі усадочних тріщин.

Переважним є виконання зовнішньої стінки вогнетривкої камери для коксування із шамотної цегли. Шамот являє собою обпалену вогнетривку глину, містить муліт  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  (40%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , інше  $\text{Si}_2$ ); його вогнетривкість складає  $1670\text{--}1750^\circ\text{C}$ . Шамот виготовляють шляхом випалу вогнетривких або тугоплавких глин при температурах  $1000\text{--}1400^\circ\text{C}$ .

Повітряні ходи виконані для здійснення подачі повітря на пальники. Повітря на пальники подається зверху вниз, що обумовлює забезпечення рекуперації тепла, тобто зменшення втрат тепла, витраченого на нагрівання зовнішніх стінок внутрішніх опалювальних ходів. Крім того, завдяки поступовому підвищенню температури обробки шихти і руху парогазових продуктів піролізу від гарячої зони до холодної, зберігається хімічний склад зазначених парогазових продуктів, що дозволяє забезпечити їх подальше застосування, зокрема у виробництві моторного палива. Як повітряні, так і опалювальні ходи підходять до топків з пальниками, що призначені для спалювання опалювального газу, у якості якого може використовуватися зворотний коксовий газ.

Опалювальні ходи підведені до димососу, призначеному для виведення з опалювальних ходів димових газів, які є продуктами згоряння опалювального газу. Краще виконання опалювальних ходів великої довжини (до 25м), що забезпечує раціональну витрату тепла, яке виділяється при спалюванні газу. Таким чином, велика висота вогнетривкої камери, виконаної у виді вертикальної башти, забезпечує необхідний гідростатичний тиск унизу коксового пирога - до  $0,2\text{кгс/см}^2$  - для утворення монолітного тіла коксу.

Також вогнетривка камера у верхній частині обладнана газозбірником, що служить для виведення та уловлювання парогазових продуктів коксування з внутрішнього об'єму вогнетривкої камери, що також обумовлює підвищення екологічної безпеки зазначеного пристрою.

Як засоби для завантаження підлягаючого коксуванню матеріалу використовується дозувальний бункер і живильник-затвор шнекового типу. Наявність живильника-затвора шнекового типу дозволяє забезпечити безупинну подачу шихти усередину вогнетривкої камери, що у свою чергу є однією з умов забезпечення безупинної роботи пристрою для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля та обумовлює значне збільшення

продуктивності зазначеного пристрою, а також зниження витрат на його експлуатацію. Крім того, живильник-затвор шнекового типу забезпечує процес бездимного і безполуменового завантаження шихти в пристрій, що значно знижує рівень шкідливого впливу експлуатації пристрою на стан навколишнього середовища.

У якості засобу для вивантаження коксу використовується зовнішній затвор. Таке конструктивне виконання пристрою для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля забезпечує його герметичність, а також дозволяє здійснювати процес бездимного і безполуменового вивантаження коксу, що у свою чергу забезпечує екологічну безпеку пристрою і значно поліпшує умови праці обслуговуючого персоналу.

Як внутрішній затвор, так і зовнішній затвор можуть мати будь-яку конструкцію, наприклад, можуть бути виконані у виді шиберного, секторного або пелюсткового затвора.

Фіг.1 являє собою загальний вид завантажувальної частини пристрою для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля.

Фіг.2 являє собою загальний вид переробної частини пристрою для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля.

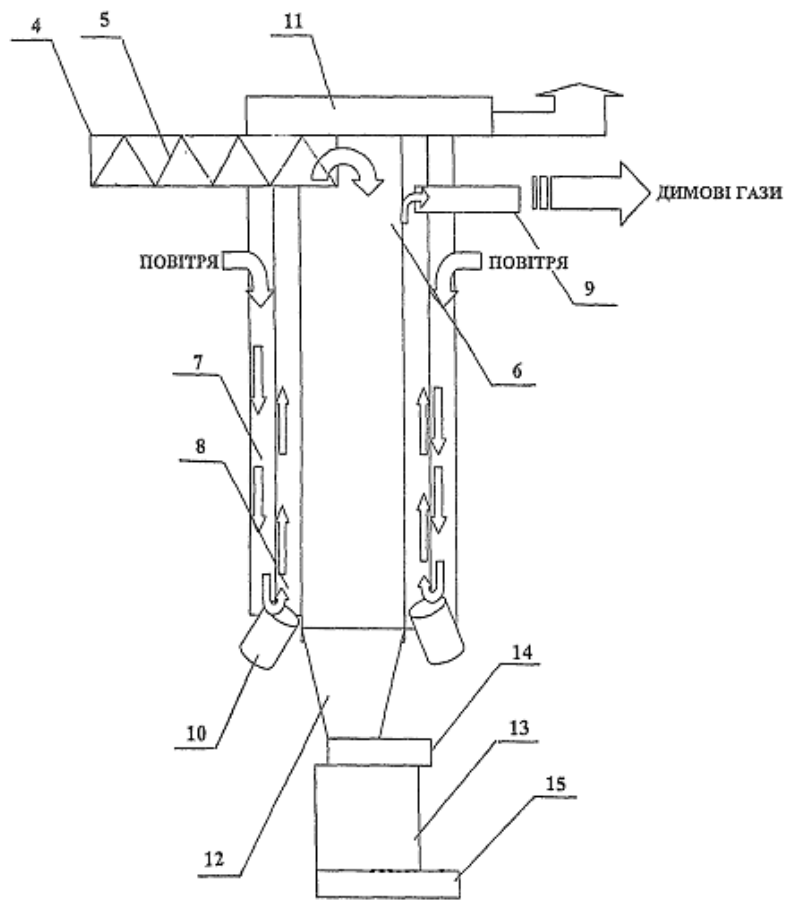
Завантажувальна частина пристрою для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля, представлена на Фіг.1, містить нагрівальний бак 1 для завантаження відходів пластичних мас, органічних відходів і каталізаторів, що обладнаний завантажувальним вікном 2. Крім того, завантажувальна частина пристрою містить скребковий конвеєр 3 для видалення нерозчинених залишків із зазначеного нагрівального бака 1.

Представлена на Фіг.2 переробна частина пристрою для виробництва коксу з неспікливих марок вугілля містить засоби для завантаження підлягаючого коксуванню матеріалу, що представляють собою дозувальний бункер 4 і живильник-затвор 5 шнекового типу. Також переробна частина пристрою містить вогнетривку камеру 6, яка виконана у виді вертикальної башти. У стінках зазначеної вогнетривкої камери виконані повітряні ходи 7, а також опалювальні ходи 8. Опалювальні ходи 8 у верхній частині зв'язані з димососом 9. У нижній частині вогнетривкої камери 6 повітряні ходи 7 і опалювальні ходи 8 підходять до топків з пальниками 10. Крім того, вогнетривка камера 6 обладнана газозбірником 11, що підведений до верхньої частини зазначеної камери 6. Вогнетривка камера також містить нижню частину 12, яка виконана звужуваною і зв'язана з приймачем-гасильником 13, що виконаний у нижній частині зазначеної камери 6, внутрішнім затвором 14. Також вогнетривка камера 6 містить зовнішній затвор 15 для вивантаження коксу назовні.

Зазначений спосіб виробництва коксу з неспікливих марок вугілля може бути здійснений таким чином.

У нагрівальний бак 1 через виконане в ньому завантажувальне вікно 2 завантажують відходи пластичних мас, каталізatori і відходи зношених автомобільних шин. У нагрівальному баці 1 здійснюють розплавлювання відходів пластичних мас,





Фиг. 2