

УДК 662.73

О.С. ПАРФЕНЮК (д-р. техн. наук, проф.)
Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна
С.П. ВЕРЕТЕЛЬНИК (канд. техн. наук, доц.)
ІЛЬЧЕНКО Д.В. (інженер, idv197@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ КОКСОВИХ МАШИН І АГРЕГАТІВ

Запропоновано деякі рішення для підвищення надійності коксових машин та агрегатів, які зумовлюють ефективність, безпечність роботи та мінімальне забруднення навколишнього середовища.

Ключові слова: Коксові машини та агрегати, виробництво коксу, надійність, довговічність

Вступ

Традиційні конструкції коксових машин, агрегатів та обладнання існують десятиліття без суттєвих змін. Це можна пояснити з одного боку досить вдалим рішеннями, що підтверджують свою життєздатність, а з іншого – консервативністю розробників та відсутністю зацікавленості власників коксохімічних підприємств у впровадженні у виробництво більш прогресивних розробок та інновацій.

Деякі з цих розробок мають безперечні переваги перед існуючими конструкціями та їх впровадження не потребує додаткових витрат. Для підтвердження цього наводимо деякі приклади рішень, що отримані на основі досліджень та розрахунків надійності та міцності, які виконані співробітниками кафедри «Машини та апарати хімічних виробництв» Донецького національного технічного університету.

Наведені нижче технічні рішення обґрунтовані розрахунками, експериментальними дослідженнями та їх обговорення було здійснено на технічних нарадах підприємств «Укркокса», коксохімічних заводах та ВАТ «Славтяжмаш», науково-дослідницьких інститутах та конференціях та були зарекомендовані до впровадження у використання.

Аналіз сучасного стану проблеми свідчить про майже 20-тирічний період дуже низького рівня використання інноваційних технічних рішень у коксохімічній галузі. Тому наведені принципи технічні рішення дуже актуальні на сьогоднішній день.

Основний зміст роботи

Одне з таких рішень, що буде сприяти надійності виконання операції проштовхування робочої маси у камері агрегату безперервної дії відносять до конструкції поду. Надійне просування пирога в камері агрегату повинне здійснюватися без контакту з обігрівальними простінками при мінімальному опорі руху [1]. У зв'язку із цим запропоновано на поду камери агрегату виконати спеціальні виступи й впадини, що є своєрідними напрямними для пирога, що рухається, від гріючих простінок до центра камери (патент України 12606) [2] (рис. 1).

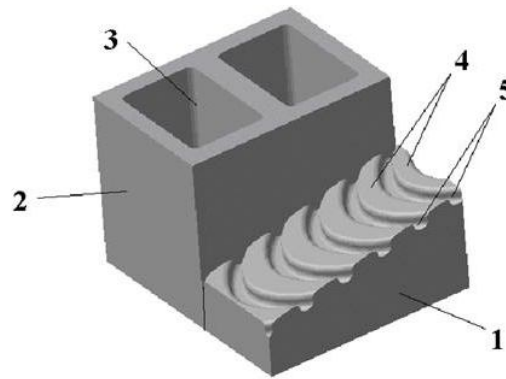


Рис. 1. Фрагмент кладки пічного агрегату камерного типу з виконанням самоцентруючого поду (патент України 12606):
1 – нахилений под; 2 – простінок; 3 – вертикал; 4 – виступи; 5 – впадини.

Таке виконання поду сприяє осьовому центруванню пирога при його відхиленні від осі камери, оскільки збільшується поперечна складова сили опору просуванню, спрямована до осі камери. Аналогічне виконання поду можна використати й у традиційних конструкціях горизонтальних камерних печей періодичної дії для самоцентрування коксового пирога при його видачі. Таким чином у конструкції передбачене формування проміжного шару між робочою масою й подом, що знижує адгезійну взаємодію між ними.

На основі дослідження закономірностей зміни тиску на штовхальнику агрегату безперервної дії й розподілу тиску на стінки камери пресування визначені параметри й запропонована конструкція камери пресування (патент України № 13893) [3] (рис. 2), що забезпечує твердість системи з декількох рядом розташованих камер пресування.

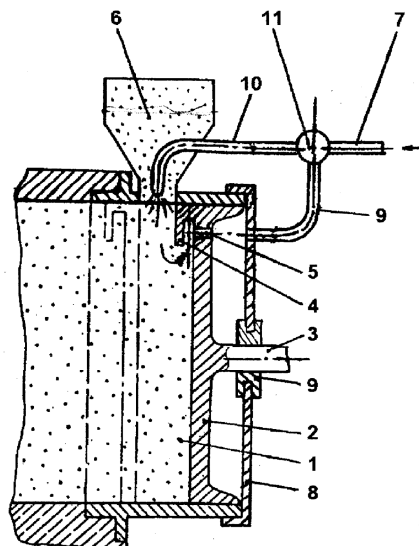


Рис. 2. Завантажувальний пристрій (патент України 13893):
1 – камера пресування; 2 – штовхальник; 3 – привод; 4 – відбійник; 5 – канал;
6 – бункер; 7 – патрубок стиснутого повітря; 8 – кришка; 9 – відвідний патрубок;
10 – збірний патрубок; 11 – регулятор.

У традиційних конструкціях дверез'юмних пристроїв коксовиштовхувачів і дверез'юмних машин при зніманні дверей граничним навантаженням піддається

велика кількість елементів коксових машин і коксової батареї. На основі досліджень для підвищення надійності підсистеми "кокова піч – двері коксової печі – дверез'йомний пристрій" розроблені рішення, що змінюють характер силової взаємодії її елементів (а.с. 1174458 й 1447833) [4,5] і "замикання" зусиль по найкоротшому контуру. Ці рішення представлені на рис. 3 та 4.

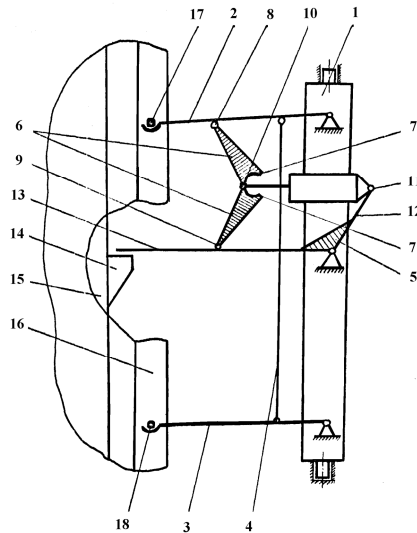


Рис. 3. Кінематична схема механізму з'йому дверей коксової печі

1 – поворотна рама; 2 – важіль верхній; 3 – важіль нижній; 4 – тяга; 5 – двоплечій важіль; 6 – розпірні ланки; 7 – упори; 8 – шарніри; 12 – коротке плече; 13 – довге плече; 14 – опорний кронштейн; 15 – рама; 16 – двері; 17 – верхній карман; 18 – нижній карман.

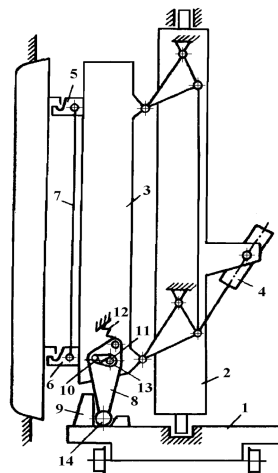


Рис. 4. Дверез'йомний пристрій

1 – платформа; 2 – поворотна рама; 3 – штанга; 4 – привод; 5 – верхній захват; 6 – нижній захват; 7 – тяга; 8 – опорна стійка; 9 – упор; 10 – пружинний вузол; 11 – паз горизонтальний; 12 – пружина; 13 – вісь нижнього захвата; 14 – ролик.

Двері великоємної коксової печі в традиційному виконанні мають низьку ремонтпридатність і недостатню герметичність, що веде до тривалих простоїв, значних матеріальних втрат й екологічного збитку. Нові технічні рішення конструкції дверей коксової печі (а.с. 1202253 й 1464459) [6,67] забезпечують кращу герметичність.

Зниження навантаження на елементи системи «двері-бронерама» досягається завдяки конструкції затвора дверей коксової печі (а.с. 1286609) [8], у якій використовується аналогічний принцип замикання сил по найкоротшому контуру (рис. 5).

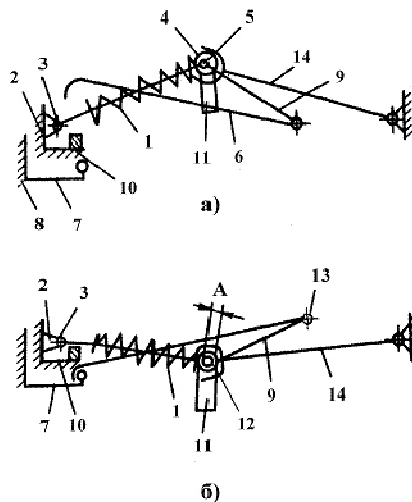


Рис. 5. Кінематична схема затвора дверей коксової печі (а.с. 1286609):

а – у відкритому стані; б – у закритому стані:

1 – підпружинений важіль; 2 – корпус двері; 3 – горизонтальна вісь; 4 – ригельний вал; 5 – хвостовик ригельного валу; 6 – скоба; 7 – упори; 8 – рама; 9 – кривошип; 10 – упор; 11 – серга; 12, 13 – шарніри; 14 – вилка механізму запирання дверей коксової машини.

Нестабільність щільнісних характеристик вугільної шихти створює передумови нерівномірної щільності й міцності коксового пирога, що підвищує ймовірність його обвалів і самозаклинювання. Використовувані нині планірні пристрої лише частково вирішують проблему підвищення рівномірності й щільності завантаження. Надійність типових конструкцій низка через руйнування насамперед поперечних перегородок планірних штанг при циклічних механічних і температурних впливах [9,10]. Підвищення щільності вугільного завантаження й надійності планірного пристрою забезпечують рішення (а.с. 1237697 й 1682378) [11,12], представлені на рис. 6, 7.

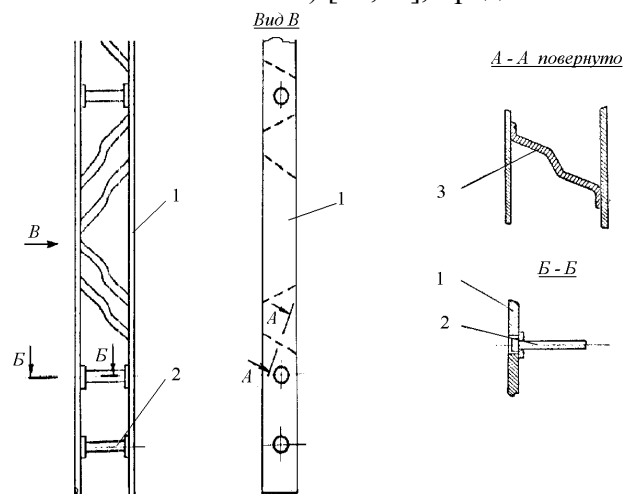


Рис. 6. - Планірна штанга (а.с. 1237697):

1 – боковина; 2 – стрижень; 3 – планірна перегородка.

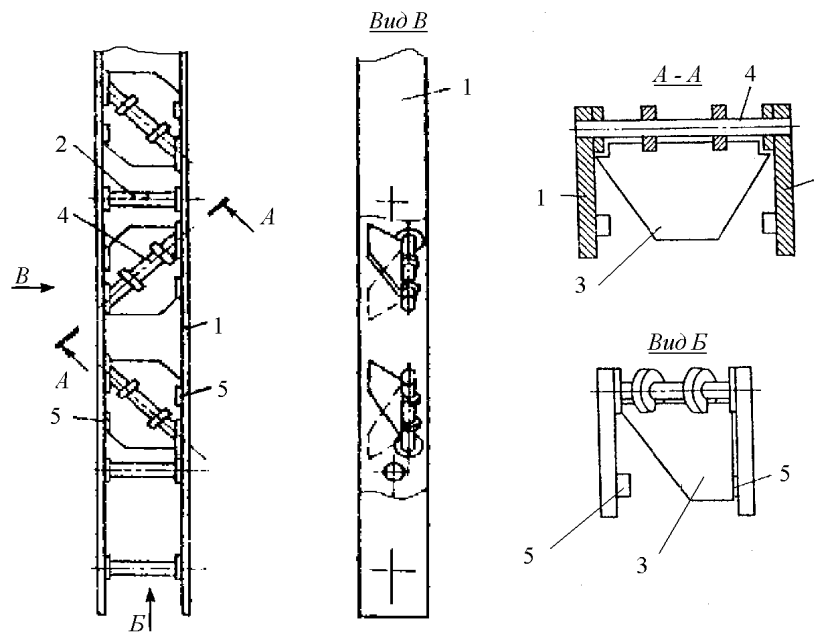


Рис. 7. Планірна штанга (а.с. №1682378)

1 – боковина; 2 – стрижень; 3 – планірна перегородка; 4 – вісь; 5 – упор.

Нове технічне рішення по компенсації нерівномірності накладення тиску штанги, що виштовхує, на коксовий пиріг (а.с. 1511268) [13] ураховує підвищену ймовірність обвалення головки коксового пирога й опір виштовхуванню поблизу поду печі й забезпечує підвищення надійності процесу видачі коксового пирога. Схема штанги представлена на рис. 8.

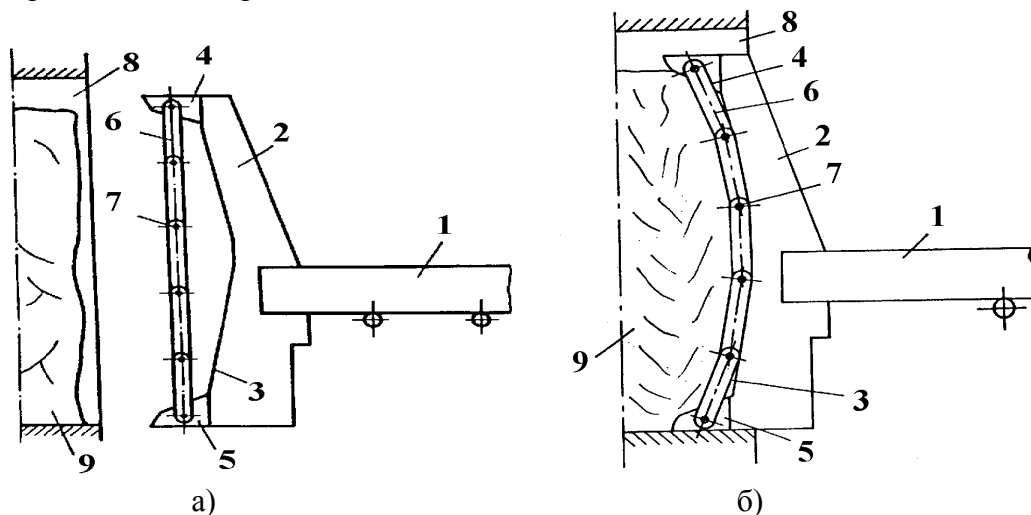


Рис. 8. Простовхувальний пристрій горизонтальної коксової печі (а.с. 1511268):

а – у вихідному положенні; б – під час контакту з простовхуємою масою;
1 – штанга; 2 – головка; 3 – вогнута торцева поверхня; 4 – верхній виступ;
5 – нижній виступ; 6 – плити; 7 – шарніри; 8 – камера коксової печі; 9 – простовхуєма маса.

Характерною причиною відмов, пов'язаних з роботою корзини коксонаправляючої і механізму її пересування, є неточна установка коксонаправляючої

відносно камери коксування і її відхід від перерізу пічної камери під час видачі коксу. Із цим зв'язана підвищена небезпека заклинювання пирога й, як наслідок, відмова процесу видачі. Ліквідація причин таких відмов досягається шляхом підвищення точності й твердості кріплення коксонаправляючої за раму печі (а.с. 1528783) [14].

Важливі для розвитку коксохімії результати отримані на Стахановському КХЗ, де були доведені переваги крупноблочної бетонної кладки при спорудженні коксових батарей: поліпшені умови й змінено характер праці під час спорудження, досягнута економія енергоресурсів і зменшені викиди в навколишнє середовище [16,17]. Продуктивність блочних батарей (рис. 9, 10) у порівнянні із традиційними батареями із шамотних виробів підвищилася на 33 %, досягнуть ріст продуктивності, поліпшені показники якості ливарного коксу: вихід класу 60 мм і більше виріс на 18,64 %, якість коксу по показнику "механічна міцність" підвищена з 82,3 до 86,6 %. Нова технологія дозволила скоротити працевтрати й тривалість монтажу кладки (в 8...10 разів) за рахунок застосування індустріальних методів виготовлення блоків і спорудження батарей.

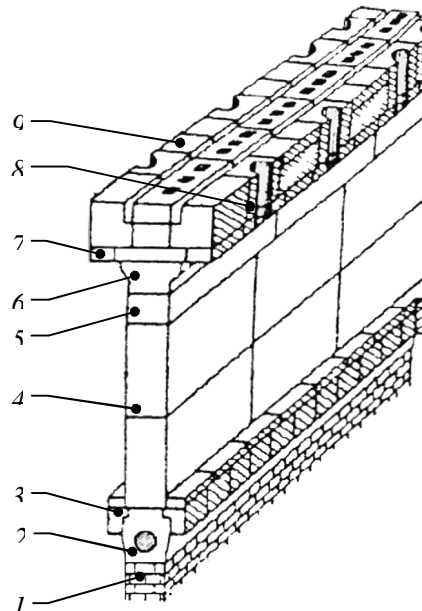


Рис. 9 - Крупноблочний простінок:

1 – регенератори; 2 – корнюрний блок; 3 – подовий блок; 4 – стенівий блок; 5 – блок зборного каналу; 6 – блок перекриття газозборного каналу; 7 – блок перекриття камери коксування; 8 – люковий блок; 9 – плити вистилки верху батареї.

Міцність і довговічність кладки агрегатів істотно підвищується за рахунок нових матеріалів, технології ремонтів, конструктивних рішень і скорочення довжини матеріальних швів [18]. Крупноблочні коксові батареї з вогнетривкого бетону (а.с. 744021) [19], спосіб сушіння й розігріву крупноблочних конструкцій з вогнетривкого бетону (а.с. 925041) [20] і технологія ремонту (а.с. 1481227) [21] дають можливість досягти цієї мети. Підвищення ресурсу й поліпшення ремонтпридатності крупноблочної кладки досягається застосуванням знімних термостійких блоків і їхнім захистом від руйнування (а.с. 1723095) [22], а також компенсацією термічних тріщин (рис. 11 та 12) (патент 1806163) [23].

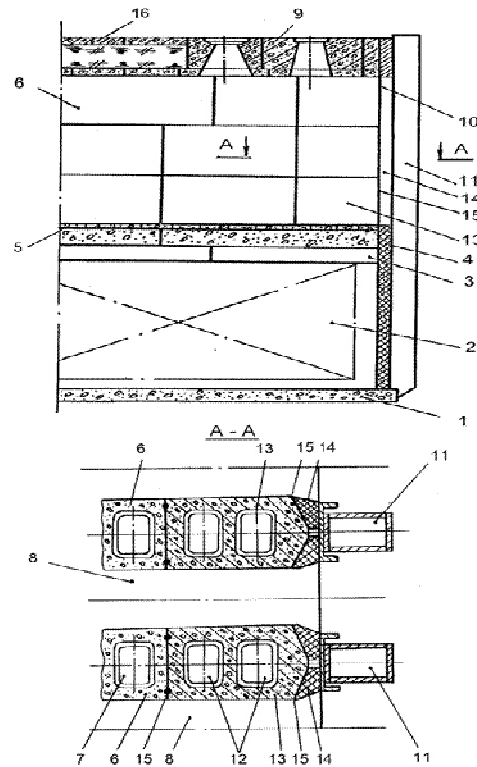


Рис. 10. Конструкція комбінованої цегляно-бетонної кладки коксової батареї (а.с. 1723095):

1 – подова плита; 2 – регенератори; 3 – корнюрна зона; 4 – подовий блок; 5 – вистилка поду; 6 – стінові блоки; 7 – опалювальний канал; 8 – камера коксування; 9 – газовідводячий блок; 10 – шов ковзання; 11 – анкераж; 12 – головочний блок; 13 – фасадна частина; 14 – клиновий блок; 15 – матеріальні шви.

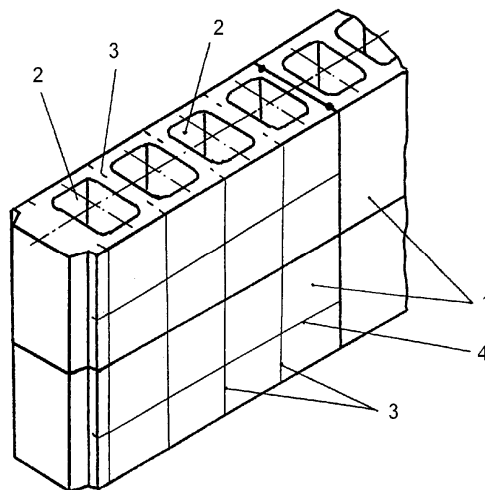


Рис. 11. Обігрівальний простінок камери коксування з компенсаторами тріщин на головочних блоках (а.с. 1806163):

1 – стінові блоки; 2 – опалювальний канал; 3 – вертикальний компенсатор; 4 – горизонтальний компенсатор.

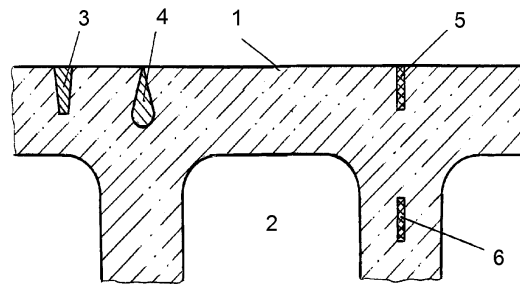


Рис. 12. Форми компенсуючих закладних елементів:

1 – блок; 2 – опалювальний канал; 3 – трапецеїдальний елемент; 4 – каплевидний елемент; 5 – нетерmostійкий елемент; 6 – внутрішній нетерmostійкий елемент.

Обґрунтована концепція створення ефективних агрегатів для переробки вуглецевих спікливих матеріалів. У цьому напрямку створені конструкції нахилених коксових печей із крупнорозмірних вогнетривких блоків (а.с. 1455716) [24] і пресуюче-проштовхувального пристрою (а.с. 1111483) [25].

Внаслідок того, що в конструкції камерних печей нараховується велика кількість елементів, які мають різноманітні фізико-механічні якості та по різному приймають навантаження в процесі експлуатації, а також в зв'язку зі старінням основних фондів коксохімічних підприємств представляється важливим подальше поліпшення конструкцій герметизуючих та компенсуючих ущільнюючих елементів коксових печей (рис 13). Для збільшення компенсуючих здібностей ущільнюючих пристроїв та забезпечення самоцентрування дверей, люків запропоновано декілька пристроїв [26,27], які створюють ефект лабиринтного ущільнення, яке призводить до збільшення герметичності вузлів камерних коксових печей. Використовування цих конструкцій дозволяє збільшити період герметичної роботи агрегату з 0,5 до 5 років.

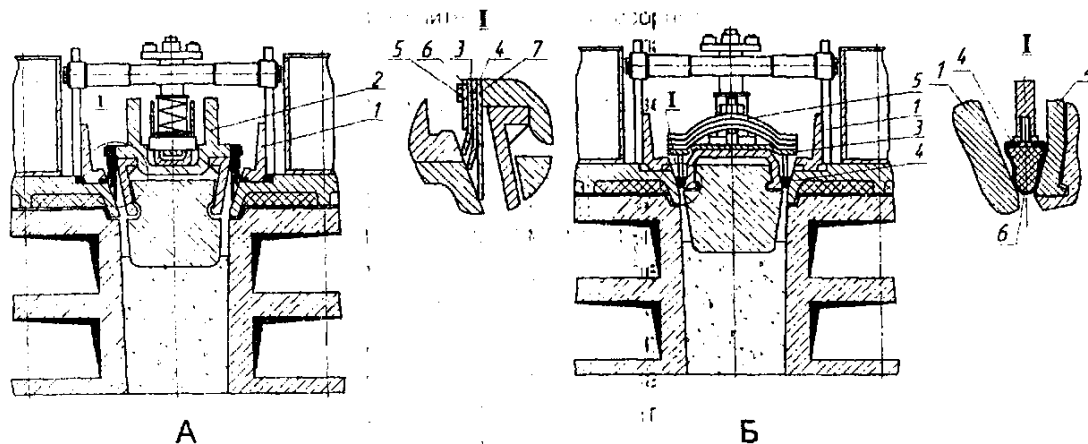


Рисунок 12 – Пристрої ущільнення дверей коксових печей

А - 1 — рама; 2—двері, 3 — основна планка; 4 — допоміжна планка;

5 — болт; 6 — ресорний прижим; 7 — теплозахисний елемент

Б - 1 —рама; 2—двері, 3 — пружна пластина; 4 клінообразний елемент;

5 — ресорний прижим; 6 — еластична прокладка

Дослідження процесу пресування-проштовхування робочої маси дозволили розробити технічні рішення, що виключають газопилові викиди в атмосферу з камери коксування.

Результати досліджень показали, що ці технічні рішення можуть бути застосовні при створенні агрегатів для термічної переробки спікливих вуглецевих мас із сумішею промпобутвідходів.

Висновки

Наведені технічні рішення можуть бути втілені майже на кожному коксохімічному підприємстві. Перспективи даної роботи можуть бути значно підвищені при зацікавленості спеціалістів-проектувальників, машинобудівельників експлуатаційних відділів на коксохімічних підприємствах і полягає в можливості створення подальшого розвитку та модернізації перспективних технічних рішень.

Наведені технічні рішення пройшли апробацію на моделях, пілотних установках, а також у промислових умовах на коксохімічних підприємствах.

Конструкції крупноблочних коксових батарей виявили свої переваги в порівнянні з традиційними конструкціями коксових батарей з дрібноштучних динасових та шамотних матеріалів.

Ряд авторських посвідчень на винаходи в результаті впровадження у виробництво забезпечили значний економічний ефект.

В цілому можна впевнено стверджувати, що наведені технічні рішення забезпечать підвищення ефективності виробництва коксу при їх розширеному використанні на коксохімічних підприємствах.

Список літератури

1. Парфенюк А.С., Топоров А.А., Алексеева О.Е. Система безопасности и экологичности основных производств промышленных предприятий / Международный сб. научных трудов «Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века», в 3-х томах. – Донецк: ДонГТУ, 1999. – Т.2 – с. 227-229.

2. Патент 12606 А України. МКВ С10В 29/00. Заявка 94097048. Заявл. 26.09.94; Опубл. 28.02.97, Бюл. № 1. Батарея коксовых печей. Кутняшенко І.В., Зборщик М.П., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Трубніков Л.І., Комбаров О.П., Лукашенко А.Д., Котенко М.С.

3. Патент 13893 А України. МКВ С10В 31/00. Заявка N94096939. Заявл. 13.09.94; Опубл. 25.04.97, Бюл. № 2. Завантажувальний пристрій печі безперервного коксування. Веретельник С.П., Топоров А.А., Парфенюк А.С., Кутняшенко І.В., Поролов В.В., Колесников О.Г.

4. А.С. N 1174458 СССР, МКИ С10В 25/12. Заявка N 3654919. Заявл. 20.10.83. Опубл. 23.08.85, Бюл. N 31. Устройство для съема и установки двери коксовой печи. Веретельник С.П., Парфенюк А.С., Власов Г.А., Хромов Н.А., Ильинков В.В., Булатов А.А.

5. А.С. N 1447833 СССР, МКИ С10В 25/12. Заявка N 4117473. Заявл. 10.09.86; Опубл. 30.12.88, Бюл. N 48. Двересъемное устройство. Веретельник С.П., Парфенюк А.С., Булатов А.А., Хромов Н.А., Власов Г.А., Романенко Е.П.

6. А. С. N 1202253 СССР, МКИ С01В 25/06. Заявка N 3548427. Заявл. 04.02.83; Не подлежит опубликованию в открытой печати. Дверь коксовой печи. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Хромов Н.А., Власов Г.А., Хохолач М.

7. А.С. N 1464459 СССР, МКИ С10В 25/06. Заявка N 4080331. Заявл. 03.07.86; Не подлежит опубликованию в открытой печати. Дверь коксовой печи. Веретельник С.П., Булатов А.А., Ильинков В.В., Парфенюк А.С., Хромов Н.А., Власов Г.А., Романенко Е.П.

8. А.С. N 1286609 СССР, МКИ С10В 37/02. Заявка N3900287. Заявл. 22.05.85. Оpubл. 30.01.87, Бюл. N 4. Затвор двери коксовой печи. Ильинков В.В., Булатов А.А., Хромов Н.А., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Комолов В.Г., Власов Г.А., Романенко Е.П., Новикова Н.В.

9. Парфенюк А.С., Топоров А.А., Власов Г.А. Продление ресурса и повышение техногенной безопасности основных конструкций на коксохимических предприятиях // Кокс и химия, 2001. – № 1. – с. 36-38.

10. Третьяков П.В., Топоров А.А., Алексеева О.Е. Обеспечение техногенной безопасности тепловых агрегатов. / Сб. трудов IX международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века», в 3- томах. – Донецк: ДонГТУ, 2001. – Т.3 – с.73-75.

11. А.С. N 1237697 СССР, МКИ С10В 37/02. Заявка N 3815626. Заявл. 26.11.84; Оpubл. 15.06.86, Бюл. N 22. Планирная штанга. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Хромов Н.А., Булатов А.А., Шубин В.С., Власов Г.А., Романенко Е.П.

12. А.С. N 1682378 СССР, МКИ С10В 37/02. Заявка N 4700652. Заявл. 02.06.89; Оpubл. 07.10.91, Бюл. N 37. Планирная штанга. Москалец Ф.И., Веретельник С.П., Парфенюк А.С., Булатов А.А., Сербин Д.Ю., Хромов Н.А.

13. А.С. N 1511268 СССР, МКИ С10В 7/00. Заявка N 4342563. Заявл. 14.12.87; Оpubл. 30.09.89, Бюл. N 36. Проталкивающее устройство горизонтальной коксовой печи. Хромов Н.А., Веретельник С.П., Парфенюк А.С., Булатов А.А., Самарская С.В.

14. А.С. N 1528783 СССР, МКИ С10В 33/14. Заявка N 4343595. Заявл. 05.12.87; Оpubл. 15.12.89, Бюл. N 46. Коксонаправляющее устройство. Хромов Н.А., Булатов А.А., Веретельник С.П., Парфенюк А.С., Власов Г.А., Романенко Е.П.

15. Парфенюк А.С. Анализ повреждений элементов конструкций коксовых батарей в зависимости от технологических условий эксплуатации. Наукові праці ДонНТУ, серія Хімія і хімічна технологія, випуск 137(11). – Донецьк, 2008. – с.178-182.

16. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Власов Г.А. Повышение надежности и экологичности коксового оборудования путем создания новых конструкций. / Материалы международной научно-практической конференции «Экологические проблемы промышленных мегаполисов» в 2-х томах. – Донецк, 2004. – т.1. – с.250-252.

17. Парфенюк А.С., Костина Е.Д., Алексеева О.Е. Расчет безотказности крупноблочной бетонной кладки коксовых батарей // Кокс и химия, 2001. - № 5. – с. 21-25.

18. Парфенюк А.С., Власов Г.А., Топоров А.А. К разработке критериев техногенной безопасности объектов химических производств / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки». – Дніпропетровськ, 2001.- с. 238-240.

19. А.С. N 744021 СССР, МКИ С10В 29/00. Заявка N 2409753. Заявл. 27.09.76; Оpubл. 30.06.80, Бюл. N 24. Батарея горизонтальных коксовых печей. Зборщик М.П., Чамов А.В., Фришман И.М., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Сибилев А.И., Некрасов К.Д., Федоров А.Е., Криштопа А.П., Борт П.И.

20. А.С. N 925041 СССР, МКИ С04В 35/68. Заявка N 2820600. Заявл. 17.09.79; Способ сушки и разогрева конструкций из жаропрочного бетона. Сибилев А.И., Зборщик М.П., Сагалевич Ю.Д., Некрасов К.Д., Федоров А.Е., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Титов А.Г., Криштопа А.П., Борт П.И., Копылов М.В. Не подлежит опубликованию в открытой печати.

21. А.С. N 1481227 СССР, МКИ С04В 28/34. Заявка № 4210185. Заявл. 15.12.86; Торкет–масса для горячего ремонта бетонной футеровки. Гудиница Э.Н., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Терещенко В.Н., Борт П.И.,

22. А.С. N 1723095 СССР, МКИ С10В 37/02. Заявка N4849265. Заявл. 26.07.90; Опубл. 30.03.92, Бюл. N 12. Батарея горизонтальных коксовых печей. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Зборщик М.П., Сибилов А.И., Котова Е.Д., Трубников А.И., Дорофеев А.Х., Борт П.И., Котенко Н.С., Лукашенко А.Д., Терещенко В.Н., Апаликов Н.Г.

23. Патент 1806163 СССР, МКИ С10В 29/00. Заявка N 4931946/04. Заявл. 29.04.91; Опубл. 30.03.93, Бюл. № 12. Отопительный простенок камеры коксования. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Зборщик М.П., Сибилов А.И., Трубников Л.И., Дорофеев А.Х., Борт П.И., Котенко Н.С., Котова Е.Д.

24. А.С. N 1455716 СССР, МКИ С10В 7/00. Заявка N4255720. Заявл. 02.06.87; Не подл. опубликованию в открытой печати. Коксовая печь. Зборщик М.П., Веретельник С.П., Парфенюк А.С., Гребенюк А.Ф., Хромов Н.А.

25. А.С. N 1111483 СССР, МКИ С10В 7/00. Заявка N 3510450. Заявл. 05.11.82; Печь непрерывного коксования. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Агеев В.Н., Комолов В.Г. Не подлежит опубликованию в открытой печати.

26. Патент № 52037 Украины. МПК6 С10В/16. Устройство уплотнения двери коксовой печи / Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Власов Г.А., Алексеева О.Е. Заявлено 18.01.02; решение о выдаче патента 16.12.02.

27. Патент № 54132 Украины. МПК6 С10В/16. Устройство уплотнения двери коксовой печи / Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Власов Г.А., Алексеева О.Е. Заявлено 22.05.02; решение о выдаче патента 17.02.03.

Рецензент: Татьяначенко О.Г.

Надійшла до редколегії: 23.04.2011р.

А.С. ПАРФЕНЮК (д-р. техн. наук, проф.)

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

С.П. ВЕРЕТЕЛЬНИК (канд. техн. наук, доц.)

Д.В. ИЛЬЧЕНКО (инженер)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОКСОВЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

Предложены некоторые решения для повышения надежности коксовых машин и агрегатов, которые обуславливают эффективность, безопасность работы и минимальное загрязнение окружающей среды.

Коксовые машины, агрегаты, надёжность, производство кокса, долговечность

A.S. PARFENYUK

Donetsk National Technical University

S.P. VERETELNIK

D.V. ILCHENKO

PERSPECTIVE TECHNICAL SOLUTIONS FOR INCREASE OF RELIABILITY AND EFFICIENCY OF COKE MACHINES AND AGGREGATES

Some decisions for the increase of reliability of coke machines and aggregates, which cause the efficiency, safety of work and minimum contamination of environment, are offered.

Coke machines, aggregates, coke production, reliability, longevity