Державний заклад «Центральна державна науково-технічна бібліотека
гірничо-металургійного комплексу України»

КОКСОХІМІЯ ТА ВОГНЕТРИВИ

Тематична добірка публікацій з актуальних питань вогнетривкого і коксохімічного виробництва та проблем використання вугілля в металургії

Випуск 1

Дніпро - 2024

Дана тематична добірка містить копії першоджерел, присвячених вирішенню актуальних теоретичних і практичних проблем, розробці, вдосконаленню технологічних процесів отримання і підвищення якості металургійного коксу та вогнетривів, також розглядаються питання використання вугілля, як відновника та джерела теплової енергії для пірометалургійних процесів.

Складено за фондом ЦДНТБ ГМК України станом на 01.01.2024 р.

Бібліографічний анотований список до тематичної добірки «Коксохімія та вогнетриви»

1. Коксохімічне виробництво та проблеми використання вугілля в металургії

УДК 662.741.3.001.5(047)
DOI: 10.33070/etars.1.2021.03

Актуальні проблеми газифікації викопної сировини, біомас та відходів з одержанням палив та хімічної продукції / Б.І. Бондаренко, В.І. Рудика, Соловйов М.А. та ін. // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2021. – № 1. – С. 27-39.

Наведено матеріали й інформацію, що характеризують стан сучасної світової промисловості газифікації різноманітних сировинних матеріалів та технологій одержання різноманітних асортиментів енергоносіїв та хімічної продукції. Відображено основні тенденції й перспективи подальшого розвитку газифікації та шляхи вирішення пов’язаних із цим проблем.

Ключові слова: газифікація, сировинні матеріали, відходи, біомаса, технологія, устаткування……..……..**С.8**

УДК 662.749.39
DOI: 10.31081/1681-309X-2021-0-2-4-14

Розподіл теплоти згоряння за класами крупності коксу / І.В. Мирошниченко, В.В. Гаврилюк, Д.В. Мірошниченко, І.В. Шульга // Вуглехімічний журнал. – 2021. – № 2. – С.4-14.

Як відомо, специфіка шарового процесу коксування спричинює розвиток тріщинуватості, який зумовлює формування гранулометричного складу коксу. У статті наведено і проаналізовано дані щодо фізико-хімічних властивостей коксу різних класів крупності. Обґрунтовано доцільність вивчення величин теплоти згоряння для різних класів крупності доменного коксу. З цією метою відбирали рамповий кокс, отриманий на батареях, що істотно розрізняються за своїми розмірами. Зокрема, коксова батарея І має практично вдвічі більший корисний об'єм камер коксування і, відповідно, величину проектної потужності, ніж коксова батарея ІІ. Крім того, висота камер коксової батареї І дорівнює 7000 мм, а коксової батареї ІІ – 4300 мм. Зазначені вище обставини необхідно враховувати при оцінці теплоти згоряння різних класів крупності доменного коксу. До складу досліджуваних шихт входило вугілля класичних марок («Г», «Ж», «К» і «ПС»), що характеризується притаманним йому набором показників якості. Шихта для батареї І характеризувалась меншим тиском розпору. Показано, що значення найвищої теплоти згоряння доменного коксу

мокрого гасіння зазнають суттєвих змін залежно від його крупності. Класи крупності менше 25 мм характеризуються максимальними значеннями найвищої теплоти згоряння, що досягає 33,0 МДж/кг і більше. Рівень «готовності» коксу, виражений величиною виходу летких речовин і дійсної щільністю коксу, значно впливає на величину найвищої теплоти згоряння. Менш «готовий» доменний кокс характеризується більш високими значеннями найвищої теплоти згоряння для усіх класів крупності. Зроблено висновок, що значення найвищої теплоти згоряння доменного коксу може служити критерієм (на додаток до вже наявних) оцінки ступеня «готовності» доменного коксу.

Ключові слова: вугілля, кокс, класи крупності коксу, ступінь готовності, теплота згоряння..……..……..……...**С.21**

УДК 669.168

DOI: 10.15407/steelcast2022.03.056

Безуглий В.А. Аналітичний огляд конструкцій електрокальцинаторів для термічної обробки вуглецевих матеріалів у щільному шарі / В.А. Безуглий // Метал та лиття України. – 2022. – № 3. – С. 56-64.

У статті розглянуто та проаналізовано конструкції існуючих у світі електрокальцинаторів – електричних печей прямого нагріву – для термічної обробки вуглецевих матеріалів у щільному шарі, зокрема, антрациту та нафтового коксу. Світовий щорічний обсяг виробництва термоантрациту та прожареного нафтового коксу складає десятки мільйонів тонн, а кількість діючих електрокальцинаторів у світі складає багато сотень. Електрокальцинатори дозволяють отримувати температури термічної обробки більш ніж 1500°С та мають високий коефіцієнт корисної дії (ККД), оскільки тепло при проходженні електричного струму виділяється безпосередньо в оброблюваному матеріалі. Як правило, нагрів у них відбувається не тільки за рахунок електричної енергії, тому, суворо кажучи, ці печі можуть бути комбінованими за способом нагріву. Оскільки тільки електричний нагрів дозволяє отримати настільки високі температури обробки, в даній статті до електрокальцинаторів відносяться печі, в яких не тільки повністю, але й частково використовується прямий електричний нагрів оброблюваного матеріалу. Недоліки існуючих електрокальцинаторів призводять до значної перевитрати електроенергії при прожарюванні, значного розкиду властивостей обробленого матеріалу та його високого угару. Виявлено та проаналізовано причини виникнення цих недоліків. На думку автора статті, перспективними напрямами удосконалення електрокальцинаторів з щільним шаром є: використання багатоелектродної конструкції з електронним керуванням щільності струму всередині робочого об'єму в печах типу ELKEM та удосконалення конструкції печей типу Carbone Savoie, направлене на забезпечення безпеки їх роботи та інтенсифікацію процесу регенерації фізичного тепла. Також є суттєвий потенціал подальшого розвитку технологій термічної обробки вуглецевих матеріалів у щільному шарі, який може бути реалізований в печах із новими принципами, схемами дії та конструкціями.

Ключові слова: електрокальцинатор, термоантрацит, прожарений нафтовий кокс, електрокальцинований антрацит, електродний термоантрацит, прожарювання…...……..**С.32**

МРНТИ 53.07.05

Підвищення ефективності сушильної печі для вуглецевих відновників / А.А. Мурзагалієв, Н.З. Нургалі, Р.М. Жданов, Е.У. Жумагалієв // Горный журнал Казахстана. – 2023. – №10. – С.41-46 – Текст рос.

Сушильні установки є невід'ємною частиною будь-якого технологічного процесу. Установки, які використовують для сушки матеріалів, розрізняють за наступними ознаками: за видом теплообміну, за властивостями сушильного агенту, за конструкцією апаратів та за режимом їх роботи. Теорія сушки є частиною науки про тепло- та масообмін, цей процес є технологічним процесом. В статті проаналізовані основні причини низької продуктивності сушильного барабану. Детально вивчені варіанти та рішення інтенсифікації процесу сушки такими способами, що базуються на підвищенні ступеню заповнюваності барабану. Проведені дослідно-промислові випробування, засвідчили можливість підвищення продуктивність печі за рахунок оснащення сушильного барабану трьома діафрагмами.

Ключові слова: сушильний барабан, кінетика сушки, конвективна сушка, напівкокс, антрацит, аспіраційна система, діафрагма, горілка…….……..……..**С.41**

УДК 001.891.573:032.5

DOI: 10.52209/1609-1825_2023_3_185

Математична модель тепломассобміну вугілля у штабелі / Ахметов К.М., Біломісний Д., Шаіхова Г. С., Журів В.В. // Збірник праць Карагандинського технічного університету. – 2023. – №3. – С.185-190 – Текст рос.

Наводиться математична модель самонагрівання вугілля в штабелі, в якій теплообмінні та газообмінні процеси описані системою двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку щодо температури t самонагрівання вугілля та об'ємної частки кисню в порожнинах штабеля з граничними та початковими умовами. При складанні диференціальних рівнянь враховувалося, що самонагрівання вугілля в штабелі і виникнення вогнищ самозаймання спостерігається в порівняно невеликому в порівнянні з розмірами штабеля шарі, що примикає до поверхні зіткнення з повітрям і званою зоною кисневого впливу. Враховувався вплив на процес самонагрівання вугілля параметра Ф – питомої потужності тепловиділення, яка характеризує стійкість вугілля при зберіганні. При складанні диференціальних рівнянь використовувалися такі фізичні параметри, як температуропровідність, коефіцієнт дифузії, питома теплоємність вугілля в штабелі, насипна щільність, тепловий ефект окислення, пустотність штабеля, температурний коефіцієнт експоненційного зростання потужності тепловиділення. Для чисельної реалізації цієї математичної моделі було введено безрозмірні змінні та критерії, що дозволило застосувати метод сіток. Аналіз отриманих результатів дозволив отримати: зміну профілів температури у штабелі з часом; зміна профілів концентрації кисню у штабелі з часом; вплив на профіль температури у штабелі питомої потужності тепловиділення; вплив на профіль температури в штабелі параметра, що характеризує експоненційне зростання інтенсивності тепловиділення зі зростанням температури. Встановлено, що найбільший вплив на динаміку самонагрівання вугілля в штабелі мають критерій Ликова, пропорційний коефіцієнту дифузії, та критерій Нуссельта, пов'язаний з ефективною теплопровідністю і ефективною температуропровідністю вугілля. Отримані результати дозволяють стверджувати, що самонагрівання у штабелі пов'язане з одного боку з інтенсивним проникненням кисню повітря, з другого боку – ослабленим теплоотводом. Самонагрівання та перехід самонагрівання у займання пов'язане з

виникненням у штабелі турбулентної дифузії, що виникає при посиленні теплового обдування, вплив якого може бути посилено при спрямованості перпендикулярно до поверхні штабеля.

Ключові слова: самозаймання, штабель, самонагрівання в штабелі, теплообмінні та газообмінні процеси, самонагрівання вугілля, турбулентна дифузія, тепловідведення, температура вугілля, константа швидкості сорбції кисню, концентрація кисню. ……**С.47**

2. Вогнетривке виробництво

УДК 669.18.046.5:669.013.083.133

DOI 10.52150/2522-9117-2021-35-275-295

Технологічний аналіз ефективності експлуатації периклазо-вуглецевих вогнетривів в конвертерах малої ємності / А. Г. Чернятевич, Л. С. Молчанов, Т. С. Голуб, С. І. Семикін // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2021. – Вип. 35. – С. 275-295

Метою дослідження є встановлення функціональних взаємозв'язків між різними групами виробничих факторів та стійкістю футерівки конвертерів малого об'єму. Нині киснево-конвертерний процес є найбільш масовим способом виробництва конструкційної сталі. Головною його відмінністю є висока продуктивність, що визначається тривалістю безремонтних періодів роботи плавильних агрегатів. В існуючих умовах підвищити продуктивність і скоротити собівартість виробництва сталі в конвертерах можна за рахунок підвищення стійкості вогнетривкої футерівки. Тому оцінка факторів, що впливають на стійкість футерування, є актуальним та необхідним. Проведено статистичний аналіз роботи за п'ятирічний період двох 60-т конвертерів з верхньою продувкою, які були зафутеровані периклазувуглецевими термообробленими вогнетривами. Встановлено, що стійкість футерівки має екстремальний характер і залежить від витратних показників шихтових матеріалів: витрата чавуну на рівні 920-930 кг/т сталі відповідає найнижчим показникам стійкості футерівки; витрата брухту на рівні 200 – 220 кг/т сталі та витрата вапна на рівні 70-75 кг/т сталі відповідають найкращим умовам роботи футерівки. Найкращим умовам роботи футеровки відповідають чавуни з вмістом кремнію у на рівні 0,80-0,85 % мас та марганцю на рівні – 0,50-0,60 % мас. В ході виконання досліджень з'ясовано, що для більш вірного тлумачення впливу певних факторів на стійкість футерівки кисневих конверторів необхідно групувати фактори за організаційно-виробничою ознакою та проводити детальний аналіз саме у кожній з груп. За результатами кореляційного та регресійного аналізу отримано рівняння, що дозволяє прогнозувати стійкість футерівки конверторів ємністю 60-т. Отримане рівняння може бути використане у промислових умовах для прогнозування стійкості футерівки.

Ключові слова: кисневе конвертування, периклазовуглецева футерівка, кореляційний аналіз. ……**С.53**

УДК 666.762

DOI: 10.24412/2181-1431-2022-4-28-36

Рашидова Р.К. Використання різноманітних видів футеровки, як основа застосування вогнетривів в металургії / Р.К. Рашидова, А.А. Курбанов, А.Г. Абдулаєв // Journal of Advances in Engineering Technology. – 2022. – Vol. 4, №8. – С.28-36 – Текст англ.

У світі з кожним роком зростає попит на різні види вогнетривких та футерованих теплоізоляційних матеріалів (ФТМ). Жароміцні матеріали цього типу широко використовуються в печах кольорової та легкої металургії і відіграють велику роль у розвитку

економіки галузі. Тому особливе значення набуває технологія виробництва ФТМ з високими тепловими та фізико-механічними показниками на основі алюмосилікатної та керамічної сировини місцевого походження.

Ключові слова: теплоізоляційні, промислові підприємства, кераміка, сировина, фізико-механічні, теплові. …….**С.74**

УДК 669.184:666.762

DOI: 10.31498/2225-6733.46.2023.288166

Застосування вогнетривких матеріалів для сталерозливного ковша / Стоянов О.М., Нізяєв К.Г., Малій Х.В., Кухар В.В. // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2023. – Вип. 46. – С. 69-78

Виконано аналіз умов служби вогнетривів та різні варіанти комбінованого футерування сталерозливних ковшів, які експлуатуються в сталеплавильних цехах з відділеннями позапічної обробки сталі, а також визначено основні тенденції її розвитку. Розглянуті технологічні умови експлуатації сталерозливних ковшів з основною футеровкою, а також визначено причини недостатньої стійкості вогнетривів. Показано, що світова практика характеризується використанням та інтенсивним удосконаленням основної футеровки сталерозливних ковшів за рахунок використання нових матеріалів з підвищеними вогнетривкими та експлуатаційними характеристиками.

Ключові слова: футерування, вогнетрив, сталерозливний ківш, позапічна обробка сталі, нові матеріали, експлуатаційні характеристики. ...……**С.83**

УДК 666.762

DOI: 10.31643/2023/6445.14

Дослідження вогнетривкої сировини республіки Казахстан / Е.А. Сидоріна, А.З. Ісагулов, М. Рабатулі, К.А. Ногаєва // Комплексное использование минерального сырья – 2023. – Том 325, №2. – С. 22-28 – Текст англ.

Важливими аспектами підвищення конкурентоспроможності металургійної та машинобудівної галузей є підвищення стійкості теплових агрегатів та залучення до виробництво нетрадиційних, дешевших енергоресурсів. Одним із таких ресурсів є вуглецеві відходи алюмінієвої промисловості – електродний бій та відходи вуглецевої футерування електролізерів. Проблемою їх застосування як замінників твердого палива (вугілля коксу) у металургійній, машинобудівній та енергетичній промисловості є фтор- і луговмісні солі, які просочують їх та руйнують традиційне футерування теплових агрегатів. Розробка ефективних вогнетривів, стійких до впливу фтор- і луговмісних корродієнтів (розплавів та газів) дозволяє підвищити конкурентоспроможність та економічність теплових агрегатів як за рахунок використання більш дешевих енергоносіїв, так і за рахунок підвищення тривалості їхньої кампанії. Важливим аспектом є одночасна утилізація шкідливих промислових відходів та зниження екологічного навантаження на екосферу Республіки Казахстан. Основою розробки нових вогнетривких матеріалів стійких до впливу фтор- і щилиновмісних корродієнтів є аналіз існуючої сировинної бази Республіки Казахстан та вибір матеріалів, що дозволяють отримати алюмосилікатні вогнетриви з підвищеною хімічною стійкістю. В роботі досліджено фазовий та хімічний склад вогнетривких глин та каолінів РК, досліджено їх реологічні та теплофізичні властивості. Вибрано сировинні матеріали для розробки технології виробництва щільних алюмосилікатних вогнетривких виробів.

Ключові слова: алюмосилікатні вогнетриви, вогнетривкі глини та каоліни, шамот, пластичність, спікання, відкрита пористість, водопоглинання……..……...**С.93**

УДК 666.762
DOI: 10.30525/978-9934-26-361-3-8
Д'яченко В.М., Бойко І.О. Підвищення експлуатаційних характеристик оснастки для виготовлення вогнетривів з алюміно-силікатної сировини. «MiningMetallTech 2023 – Гірничо-металургійний сектор: інтеграція бізнесу, технологій та освіти»: матеріали Міжнар. наук-техн. конф., м. Рига, Латвія, 29-30 лист.2023 р. / Видавництво «Baltija Publishing», Ріга, 2023, Том.1, С.31-34.

Робота присвячена модернізації виробництва в вогнетривкій промисловості, зокрема проблемі виготовлення якісної оснастки для зібрання прес-форм різної складності та вдосконаленню процесів підвищення її зносостійкості і міцності.

Ключові слова: алюмо-силікатні вогнетриви, прес-форми, футерування, оснастка, експлуатаційні характеристики……...……...**С.100**

УДК 666.762
DOI: 10.30525/978-9934-26-361-3-34
Прутцков Д.В., Прохоренко І.О. Використання техногенної сировини для отримання алюмомагнієвої шпінелі. «MiningMetallTech 2023 – Гірничо-металургійний сектор: інтеграція бізнесу, технологій та освіти»: матеріали Міжнар. наук-техн. конф., м. Рига, Латвія, 29-30 лист.2023 р. / Видавництво «Baltija Publishing», Ріга, 2023, Том.1, С.112-114.

Авторами вивченно можливості застосування глиноземвмісних відходів абразивного виробництва – шламів електрокорунду (ШЕ) у складі шпінелеутворючих композицій. Показана можливість синтезу алюмомагнезіальної шпінелі із використанням ШЕ. Визначені оптимальні співвідношення шихтових матеріалів, оксидів MgO та Al_2O_3 і температури шпінелеутворення.

Ключові слова: магнезіально-шпінельні вогнетриви, глиноземвмісні відходи, шлами електрокорунду, формування, спікання……..…...……..….**С.104**