

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННИХ СМОЛОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

© О.Л. Борпсенко, к.т.н., Ф.Ф. Чешко, д.т.н. (ДП «УХІН»), О.А. Бехтер, Г.М. Ткаліч, В.В. Зеленський (ПРАТ "ЗАПОРІЖКОКС")

У статті описано розроблену авторами технологічну схему переробки смолистих побічних продуктів коксохімічного виробництва, а саме кислоти смолки сульфатного відділення (КСС), кислоти смолки ректифікації бензолу (КСРБ), полімерів бензольного відділення (ПБВ) і фусів цеху уловлювання коксохімічного виробництва. Технологія передбачає перевід перелічених компонентів у твердий стан для полегшення їх подачі в кам'яновугільну шихту коксування.

Показано переваги перед найбільш поширеним наразі способом використання перерахованих смолородних матеріалів, котрим є їх подача в кам'яновугільну шихту коксування в рідкому стані шляхом дозування на шар шихти, переміщуваний транспортною стрічкою. Це супроводжується рідкими і парогазовими викидами в навколишнє середовище. Перекачування і дозування в рідкому стані подібних матеріалів пов'язане з додатковими труднощами внаслідок їх корозійної небезпеки, а також утворення відкладень на внутрішній поверхні трубопроводів. Попередня нейтралізація КСС і КСРБ небажана, тому що виключає можливість ініціювання впливу добавок на хід процесів, що протікають в кам'яновугільній шихті при її коксуванні, яке сприяє приросту виходу коксу і поліпшенню його міцності.

Виходячи з вищевикладеного, в якості основного технологічного принципу переробки прийнята термокаталітична (автокаталітична) обробка суміші згаданих матеріалів з добавками розчинника (компонент, що перешкоджає некерованому протіканню термополіконденсації сульфокислот, котрі входять до складу КСС та КСРБ) з отриманням твердої (при нормальних умовах) подрібненої або гранульованої добавки до шихти коксування і компонента котлових палив.

Наведено принципову технологічну схему процесу, її докладний опис, параметри технологічного режиму (склад сировини, температуру процесу, тощо), тип і технологічні особливості основних апаратів, перераховано природоохоронні рішення, закладені в схему.

Ключові слова: коксохімічне виробництво, смолисті вторинні продукти, переробка, добавка до кам'яновугільної шихти, термополімеризація, затвердіння, грануляція, змішання.

DOI: 10.31081/1681-309X-2020-04-14-21

Спеціальність: 161. УДК 66.092-977

ПІДГОТОВКА В'ЯЗКИХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ КОКСОХІМІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ ДО ПЕРЕРОБКИ

© *Д.Ю. Білець¹, П.В. Карножицький², Д.В. Мірошніченко³

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна

¹Білець Дар'я Юріївна, ст. викладач кафедри «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» (ТПНГТП), e-mail: dariabilets@gmail.com

²Карножицький Павло Володимирович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри ТПНГТП, e-mail: lab.vtii@gmail.com

³Мірошніченко Денис Вікторович, докт. техн. наук, проф., зав. кафедри ТПНГТП, e-mail: dymir79@gmail.com

Метою роботи послугувало визначення впливу вмісту органічних коксохімічних вторинних продуктів (наприкладі кам'яновугільних фусів) у суміші з твердими носіями – рослинними залишками (наприкладі шкаралупи волоського горіху) та бурим вугіллям на технологічні показники їх підготовки до га-

* Автор для листування

зифікації, зокрема на кількість залиптої маси сумішей у масозмішувачі. Наведені технологічні показники досліджуваних матеріалів.

Розроблені графічні та математичні залежності впливу кількості кам'яновугільних фусів (КФ) у суміші зі шкаралупою волоського горіху (Ш) та бурим вугіллям (БВ) на кількість залиптої маси сумішей у масозмішувачі. Для того, щоб не перевищити межу у 5 % залиптої маси можливо додавати кам'яновугільних фусів $\leq 30\%$ до шкаралупи волоського горіху і $\leq 15\%$ до бурого вугілля.

Встановлено, що під час змішування відбувається суттєва зміна гранулометричного складу досліджених сумішей. По-перше, збільшення вмісту кам'яновугільних фусів у сумішах призводить до зростання середнього діаметру часток, тобто відбувається їх агломерація. По-друге, шкаралупа волоського горіху більш стійка до механічного впливу порівняно з бурим вугіллям, що підтверджується значним вмістом класу <1 мм у сумішах БВ+КФ (18,50–41,50 %), порівняно з сумішами Ш+КФ (0,03–0,16 %).

Показано, що суміші Ш+КФ та БВ+КФ при їх випусканні з бункеру ведуть себе по-різному. Час висипання, кут природного укосу та насипна густина суміші Ш+КФ лінійно змінюються під впливом зростання кількості кам'яновугільних фусів та температури змішування. Залежності показників для суміші БВ+КФ від вмісту в ній кам'яновугільних фусів та температури змішування більш складні і не описуються лінійними або поліноміальними залежностями.

Ключові слова: кам'яновугільні фуси, рослинні залишки, буре вугілля, масозмішувач, адгезія, гранулометричний склад, час висипання, кут природного укосу, насипна густина.

У роботах [1, 2] було наведено спосіб отримання генераторного газу, який охоплює низькотемпературну газифікацію суміші вторинних продуктів коксохімічних виробництв з твердим носієм за температурою 400–500 °С з подальшою електроконверсією парогазової суміші.

Метою цієї роботи є визначення впливу вмісту органічних коксохімічних вторинних продуктів (на прикладі кам'яновугільних фусів) у суміші з твердими носіями – рослинними залишками (шкаралупа волоського горіху) та бурим вугіллям [3] на технологічні показники їх підготовки до газифікації.

В табл. 1 наведена характеристика проби коксохімічного вторинного продукту (кам'яновугільні фуси) ПрАТ «ЗАПОРІЖКОКС», а в табл. 2 – твердих носіїв.

Таблиця 1

Показники якості зразка кам'яновугільних фусів

| Технічний аналіз, % | | | | Елементний склад, % | | | |
|---------------------|-------|---------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| W^a | A^d | S_t^d | V^{daf} | C^{daf} | H^{daf} | N^{daf} | O^{daf} |
| 10,2 | 3,9 | 0,03 | 34,87 | 94,09 | 4,28 | 1,29 | 0,31 |

Таблиця 2

Показники якості зразків бурого вугілля та шкаралупи волоського горіху

| Твердий носій | Технічний аналіз, % | | | | Елементний склад, % | | | | Найвища температура згорання, МДж/кг | Нища температура згорання, МДж/кг |
|-----------------------------|---------------------|-------|---------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | W_t^r | A^d | S_t^d | V^{daf} | C^{daf} | H^{daf} | N^{daf} | O^{daf} | | |
| Буре вугілля | 9,4 | 39,8 | 2,74 | 71,0 | 67,56 | 6,95 | 0,89 | 21,86 | 32,79 | 17,04 |
| Шкаралупа волоського горіха | 7,6 | 2,3 | 0,09 | 79,9 | 52,52 | 5,98 | 0,19 | 41,22 | 20,99 | 17,57 |

Для змішування пастоподібних продуктів та твердого носія використовувався універсальний двовалковий масозмішувач з двома Z-подібними лопатями. На рис. 1 наведено блок-схему, а на рис. 2 – світліну пристрою для рівномірного розподілу коксохімічних відходів на поверхні твердих частинок-носіїв.

Принцип роботи пристрою для розподілу коксохімічних відходів наступний: твердий носій та побічні продукти через завантажувальний люк 3 надходять в реактор 10, котрий герметично закривається кришкою. Реактор має систему електрообігріву, котра вмикається за необхідністю. Ретельне і рівномірне перемішування

забезпечується за допомогою Z-подібних лопатей 7 спеціальної конструкції. В даний реактор можна завантажувати компоненти в будь-якому співвідношенні і будь-якої в'язкості, зокрема і пастоподібні. Z-подібні лопаті мають наступні конструктивні особливості:

- ротори з Z-подібними лопатями обертаються назустріч один до одного з однаковою частотою;
- фрагменти лопаті мають різну довжину і встановлені з кутом 15° по відношенню один до одного;
- посередині кожного фрагменту лопаті є виїмки, які дозволяють за лінійних розмірів часток твердої фази від 3 до 5 мм перемішувати їх з в'язкою фазою. З огляду на зміщення осей Z-подібних лопатей, частки твердої фази менші від 3 мм перетираються до 0,3-0,5 мм;
- Z-подібні лопаті встановлені в двох напівциліндрах асиметрично по відношенню один до одного, тобто довга частина лопаті при обертанні суміщається з короткою частиною іншої лопаті, що дозволяє перемішувати тверду і в'язку частини що у вертикальній, то і в горизонтальній частині напівциліндрів.

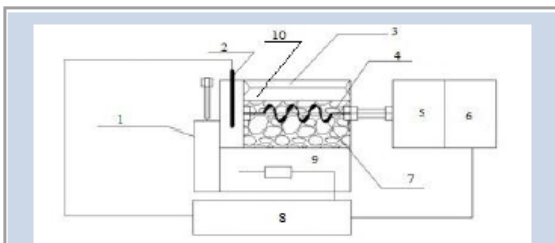


Рис. 1 Блок-схема лабораторного пристрою для розподілу коксохімічних відходів на поверхні твердих частинок-носіїв:

1 – механізм завантаження; 2 – термопара ТХК у захисній гільзі; 3 – люк для завантаження; 4 – сировина; 5 – редуктор; 6 – електропривід; 7 – Z-подібні лопаті; 8 – блок управління та регулювання температурою; 9 – електрообігрів; 10 – реактор



Рис. 2 Світлина лабораторного пристрою для розподілу коксохімічних відходів на поверхні твердих частинок-носіїв

Z-подібні лопаті та напівциліндри встановлені в литому корпусі, в котрому також вмонтовані електричні нагрівальні елементи та гільза для встановлення термопари. Розвантаження апарату проводиться шляхом повороту на 95° навколо горизонтальної осі. Обертання лопатей здійснюється електричним двигуном потужністю 1,1 кВт через редуктор з коефіцієнтом уповільнення 1:52 та додаткову шестеренчасту передачу. Таким чином у апараті в робочому режимі лопаті обертаються з частотою 30 хв^{-1} .

Першим етапом дослідження було визначення масового співвідношення суміші твердого носія та кам'яновугільних фусів, оптимального для отримання сипучої, транспортальної суміші, яка не буде злежуватися, налипати до транспортуючих агрегатів та їх деталей при завантаженні.

Дослідження виконувались наступним чином. Наважку в обраному масовому співвідношенні твердого носія (який попередньо було подрібнено до 100 % вмісту класу 3-5 мм), та кам'яновугільні фуси завантажували через люк у пристрій для розподілу коксохімічних відходів на поверхні твердих частинок-носіїв. Температура суміші на поверхні твердих частинок-носіїв. Температура суміші у масозмішувачі під час досліду становила 20 та 60°C . Обігрів застосовувався для ретельнішого розподілення коксохімічного відходу па поверхні твердого носія. Потому масозмішувач герметично закривали та вмикали обертання Z-подібних лопатей. Після витримки протягом 10 хв масозмішувач розвантажували та визначали масу отриманої суміші після досліду, а також масу суміші, що вона налипла на частини пристрою.

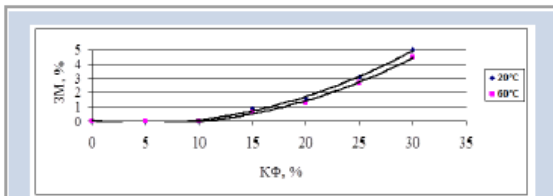


Рис. 3 Графічна залежність кількості залипкої маси від вмісту кам'яновугільних фусів у суміші Ш+КФ при 20 та 60°C

Для проведення експерименту було підготовано суміші шкаралупи волоського горіху (Ш) та бурого вугілля (БВ) з різним масовим вмістом кам'яновугільних фусів (КФ).

На підставі отриманих даних були побудовані графічні залежності кількості залипкої маси ($ЗМ_{20}$ та $ЗМ_{60}$) від вмісту кам'яновугільних фусів у суміші Ш+КФ та БВ+КФ при 20 та 60°C (рис. 3, 4) та знайдено математичні залежності (табл. 3, рівняння 1-4), які задовільно описують отримані дані.

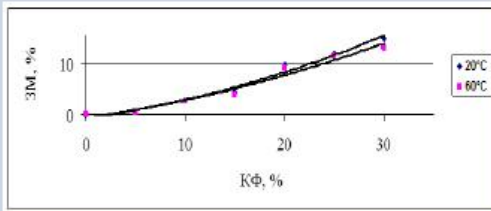
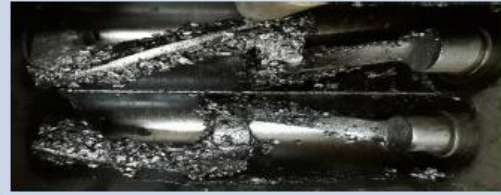


Рис. 4 Графічна залежність кількості залипкої маси від вмісту кам'яновугільних фусів у суміші БВ+КФ при 20 та 60°C

Для того, щоб кількість залипкої маси не перевищувала 5 % від загальної суміші, необхідно додавати до шкаралупи волоського горіху не більше 30 % кам'яновугільних фусів, а до бурого вугілля – не більше 15 % кам'яновугільних фусів.

На рис. 5 наведені світліни налипання досліджених сумішей на лопаті реактора.

Після приготування сумішей у масозмішувачі було перевірено гранулометричний склад їх твердої фази. Результати наведено у табл. 4, 5. На рис. 6, 7 наведено графічні залежності зміни середнього діаметру твердої фази $d_{ср}$ досліджених сумішей від вмісту в них кам'яновугільних фусів при 20 та 60 °С.



а)



б)

Рис. 5 Світліни лопатей реактора після приготування суміші: а) Ш+КФ; б) БВ+КФ

Таблиця 3

Математичні залежності та їх статистична оцінка*

| № | Вид рівняння | Статистична оцінка | |
|-------------------|--|--------------------|----------------|
| | | r | R ² |
| Для сумішей Ш+КФ | | | |
| (1) | $3M_{20} = 0,0079 \cdot K\Phi^2 - 0,0743 \cdot K\Phi + 0,0595$ | 0,998 | 0,9962 |
| (2) | $3M_{60} = 0,0077 \cdot K\Phi^2 - 0,0871 \cdot K\Phi + 0,1$ | 0,998 | 0,9965 |
| Для сумішей БВ+КФ | | | |
| (3) | $3M_{20} = 0,0095 \cdot K\Phi^2 + 0,2486 \cdot K\Phi - 0,4952$ | 0,99 | 0,9795 |
| (4) | $3M_{60} = 0,007 \cdot K\Phi^2 + 0,2779 \cdot K\Phi - 0,657$ | 0,984 | 0,9684 |

Таблиця 4

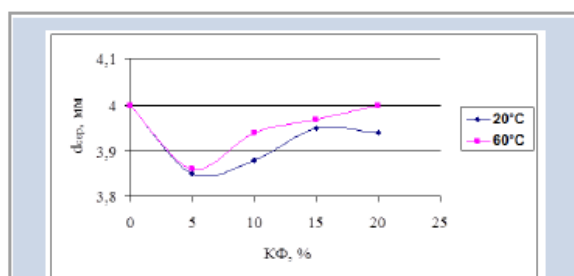
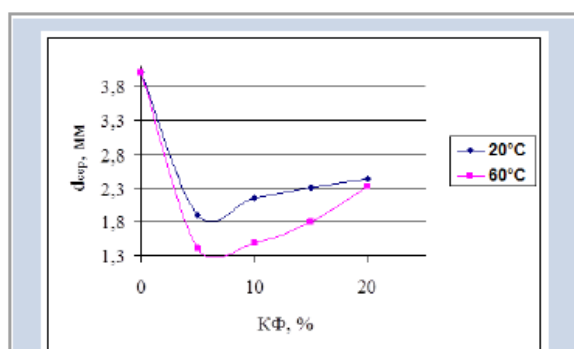
Гранулометричний склад твердої фази сумішей Ш+КФ після масозмішувача

| Гранулометричний склад, % | КФ, % | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20 °С | | | | 60 °С | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| >3 | 90,6 | 93,80 | 96,85 | 96,31 | 93,0 | 96,62 | 98,12 | 99,70 |
| 3-2 | 7,70 | 4,50 | 2,72 | 3,11 | 5,50 | 3,00 | 1,63 | 0,27 |
| 2-1 | 1,60 | 1,54 | 0,60 | 0,55 | 1,40 | 0,35 | 0,25 | 0,03 |
| <1 | 0,10 | 0,16 | 0,10 | 0,03 | 0,10 | 0,03 | - | - |
| $d_{ср}$, мм | 3,85 | 3,88 | 3,95 | 3,94 | 3,86 | 3,94 | 3,97 | 4,0 |

* r – коефіцієнт кореляції; R² – коефіцієнт детермінації

Таблиця 5

| Гранулометричний склад, % | КФ, % | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20 °С | | | | 60 °С | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| >3 | 20,13 | 25,06 | 30,83 | 36,00 | 6,80 | 9,60 | 18,40 | 33,11 |
| 3–2 | 21,47 | 26,53 | 23,96 | 21,30 | 15,70 | 15,30 | 16,20 | 18,69 |
| 2–1 | 27,25 | 25,58 | 24,80 | 24,20 | 36,00 | 34,10 | 32,80 | 29,00 |
| <1 | 31,15 | 22,83 | 20,68 | 18,50 | 41,50 | 41,00 | 32,60 | 19,20 |
| $d_{\text{сер.}}$, мм | 1,91 | 2,16 | 2,31 | 2,43 | 1,14 | 1,48 | 1,8 | 2,32 |

Рис. 6 Графічна залежність зміни середнього діаметру $d_{\text{сер}}$ твердого носія від вмісту кам'яновугільних фусів у суміші Ш+КФ при 20 та 60 °СРис. 7 Графічна залежність зміни середнього діаметру $d_{\text{сер}}$ твердого носія від вмісту кам'яновугільних фусів у суміші БВ+КФ при 20 та 60 °С

З отриманих даних можна побачити наступне:

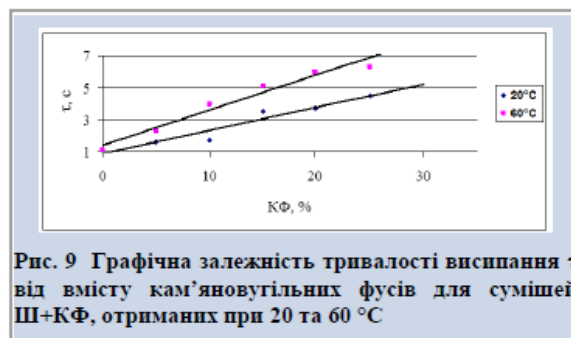
- збільшення вмісту кам'яновугільних фусів у сумішах призводить до зростання середнього діаметру часток, тобто відбувається їх агломерація (рис. 8);
- шкаралупа волоського горіха більш стійка до механічного впливу порівняно з бурим вугіллям. Це підтверджується значно більшим вмістом класу < 1 мм у

сумішах БВ+КФ (18,50–41,50 %), порівняно з сумішами Ш+КФ (0,03–0,16 %);

– температура суттєво не впливає на зміну гранулометричного складу сумішей при їх змішуванні.



Рис. 8 Світлина суміші бурого вугілля з кам'яновугільними фусами

Рис. 9 Графічна залежність тривалості висипання τ від вмісту кам'яновугільних фусів для сумішей Ш+КФ, отриманих при 20 та 60 °С

За допомогою апарату [4] були визначені насипна густина (BD) сумішей та тривалість їх висипання (τ) з бункера. Також було визначено кут природного укусу ϕ [5] досліджених сумішей.

На рис. 9-14 наведено графічні залежності впливу кількості кам'яновугільних фусів у сумішах на наступні показники:

- 1) тривалість висипання сумішей з бункеру;
- 2) кут природного укосу сумішей після їх висипання з бункеру;
- 3) насипна густина сумішей.

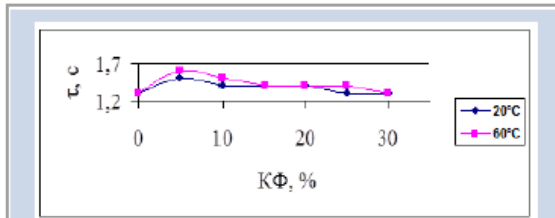


Рис. 10 Графічна залежність тривалості висипання τ від вмісту кам'яновугільних фусів для сумішей БВ+КФ, отриманих при 20 та 60 °С

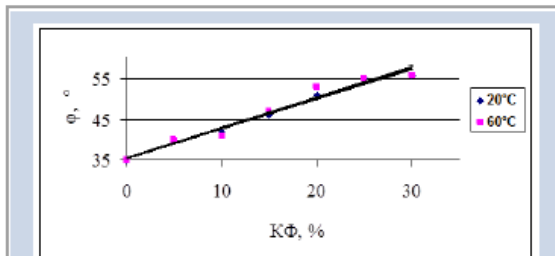


Рис. 11 Графічна залежність кута природного укосу ϕ від вмісту кам'яновугільних фусів для сумішей Ш+КФ, отриманих при 20 та 60 °С

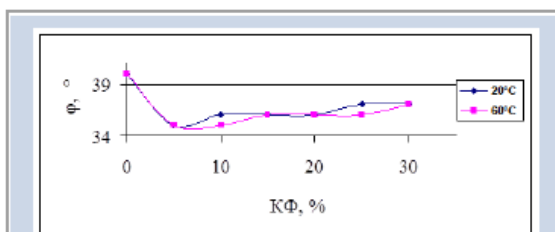


Рис. 12 Графічна залежність кута природного укосу ϕ від вмісту кам'яновугільних фусів для сумішей БВ+КФ, отриманих при 20 та 60 °С

Аналізуючи наведені графічні залежності можна зробити загальний висновок про те, що суміші Ш+КФ та БВ+КФ при їх випусканні з бункеру ведуть себе по-різному. Показники якості суміші Ш+КФ лінійно змінюються під впливом зростання кількості кам'яновугільних фусів та температури змішування:

– що більша кількість кам'яновугільних фусів, то більші значення тривалості висипання та куту природного укосу, але менші значення насипної густини;

– що більша температура змішування, то більша тривалість висипання і то менша насипна густина суміші;

– на значення кута природного укосу температура змішування не впливає.

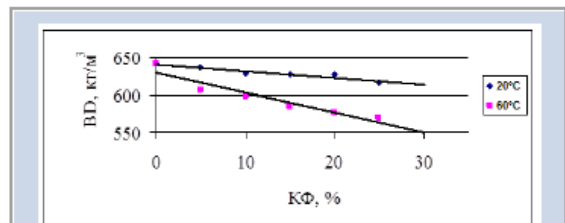


Рис. 13 Графічна залежність насипної густини ВД від вмісту кам'яновугільних фусів для сумішей Ш+КФ, отриманих при 20 та 60 °С

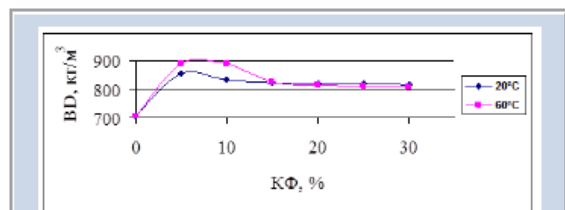


Рис. 14 Графічна залежність насипної густини ВД від вмісту кам'яновугільних фусів для сумішей БВ+КФ, отриманих при 20 та 60 °С

У табл. 6 наведені рівняння, що описують вплив кількості кам'яновугільних фусів та температури змішування на значення показників тривалості висипання, кута природного укосу та насипної густини суміші Ш+КФ.

Залежності тривалості висипання, кута природного укосу та насипної густини для суміші БВ+КФ від вмісту в них кам'яновугільних фусів та температури змішування більш складні і не описуються лінійними або поліноміальними залежностями. Необхідно лише відзначити, що відбувається різка зміна показників τ , ϕ та ВД при додаванні до бурого вугілля 5 % кам'яновугільних фусів.

Таблиця 6

Математичні рівняння та їх статистична оцінка

| № | Вид рівняння | Статистична оцінка | |
|------|--|--------------------|----------------|
| | | r | R ² |
| (5) | $\tau_{20} = 0,1434 \cdot K\Phi + 0,8905$ | 0,966 | 0,9328 |
| (6) | $\tau_{60} = 0,2183 \cdot K\Phi + 1,4048$ | 0,98 | 0,961 |
| (7) | $\varphi_{20} = 0,7286 \cdot K\Phi + 35,5$ | 0,992 | 0,9837 |
| (8) | $\varphi_{60} = 0,75 \cdot K\Phi + 35,464$ | 0,98 | 0,9617 |
| (9) | $BD_{20} = -0,8967x + 640,74$ | 0,963 | 0,9278 |
| (10) | $BD_{60} = -2,643x + 629,86$ | 0,953 | 0,9084 |

Порівнюючи значення τ , φ та BD досліджених сумішей, можна констатувати, що тривалість висипання суміші Ш+КФ (1-7 с) значно більша ніж у суміші БВ+КФ (1,3-1,6 с); значення кута природного укусу вище у суміші Ш+КФ (35-60°) ніж у суміші БВ+КФ (35-40°); насипна густина суміші Ш+КФ значно нижча ніж у суміші БВ+КФ (700-900 кг/м³).

На підставі виконаних досліджень можна сформулювати наступні основні висновки:

1. Розроблено графічні та математичні залежності впливу кількості кам'яновугільних фусів у суміші зі шкаралупою волоського горіху та бурим вугіллям на кількість залиптої маси сумішей у масозмішувачі. Для того, щоб не перевищити межу у 5 % залиптої маси, можливо додавати ≤ 30 % кам'яновугільних фусів до шкаралупи волоського горіху і ≤ 15 % до бурого вугілля.

2. Встановлено, що під час змішування відбувається суттєва зміна гранулометричного складу досліджених сумішей. По-перше, збільшення вмісту кам'яновугільних фусів у сумішах призводить до зростання середнього діаметру часток, тобто відбувається їх агломерація. По-друге, шкаралупа волоського горіху більш стійка до механічного впливу порівняно з бурим вугіллям, що підтверджується значно більшим вмістом класу < 1 мм у сумішах БВ+КФ (18,50-41,50 %), порівняно з сумішами Ш+КФ (0,03-0,16 %).

3. Показано, що суміші Ш+КФ та БВ+КФ при їх випусканні з бункеру ведуть себе по-різному. Тривалість висипання, кут природного укусу та насипна густина суміші Ш+КФ лінійно змінюються під впливом зрос-

тання кількості кам'яновугільних фусів та температури змішування. Залежності показників для суміші БВ+КФ від вмісту в них кам'яновугільних фусів та температури змішування більш складні і не описуються лінійними або поліноміальними залежностями.

Бібліографічний список

1. Пат. № 136361 UA МПК C10J 3/00. Спосіб отримання генераторного газу / П.В. Карножицький, Д.В. Мірошніченко, Д.Ю. Білець, О.В. Богоявленська, Г.А. Григор'єв. – Заявл. 20.03.2019; опубл. 12.08.2019.

2. Bilets D.Yu. Utilizing Viscous Organic Coke-Plant Wastes / D.Yu. Bilets, P.V. Karnozhitskiy, P.P. Karnozhitskiy // *Coke and Chemistry*. – 2018. – Vol. 61. – P. 147-151.

3. Білець Д.Ю. Підготовка високов'язких органічних відходів коксохімічного виробництва до газифікації / Д.Ю. Білець, П.В. Карножицький / *Майбутній науковець*. – 2019: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю 12 груд. 2019 р. Ч. I. – Сєвєродонецьк: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2019. – С. 80-81.

4. Скляр М.Г. Химия твердых горючих ископаемых. Лабораторный практикум / М.Г. Скляр, Ю.Б. Тютюников. – К.: Вища школа, 1985. – 247 с.

5. Редзько В.В. Затворы для сыпучих материалов / В.В. Редзько. – М.-Л.: Машиностроение, 1964. – 168 с.

Рукопис надійшов до редакції 02.12.2019

THE PREPARATION OF VISCOUS ORGANIC MATERIALS OF COCOCHEMICAL ORIGIN FOR PROCESSING

© D.Yu. Bilets, P.V. Karnozhitskiy Ph.D. in Technical Sciences, D.V. Miroshnichenko, Doctor of Technical Sciences (NTU "KhPI")

The aim of the work was to determine the influence of the content of organic coke-chemical by-products (for example, coal fossils) in a mixture with solid carriers - plant residues (for example, walnut shells) and brown coal on the technological parameters of their preparation for gasification, in particular on the amount of stuck mass of mixtures in mass mixer. The technological indicators of the materials under study are presented.

Graphic and mathematical dependences of the influence of the amount of coal fossils (CF) in a mixture with walnut shells (W) and brown coal (BW) on the amount of adhered mass of mixtures in a mass mixer have been developed. In order not to exceed the limit of 5% of the adhered mass, it is possible to add coal fossils $\leq 30\%$ to the walnut shell and $\leq 15\%$ to lignite.

It was found that during mixing there is a significant change in the granulometric composition of the studied mixtures. First, an increase in the content of coal fossils in the mixtures leads to an increase in the average particle diameter, that is, their agglomeration occurs. Secondly, walnut shells are more resistant to mechanical stress in comparison with brown coal, which is confirmed by a significant content of the class <1 mm in mixtures of BV + KF (18.50 - 41.50%) compared to mixtures of Sh + KF (0, 03 - 0.16%).

It is shown that the mixtures Sh + KF and BV + KF behave differently when they are released from the bunker. The pouring out time, the angle of repose and the bulk density of the W + KF mixture change linearly under the influence of an increase in the number of coal fossils and the mixing temperature. The dependences of indicators for a mixture of BV + KF on the content of coal fossils in it and the mixing temperature are more complex and cannot be described by linear or polynomial equations.

Keywords: coal fossils, plant residues, brown coal, mass mixer, adhesion, particle size distribution, pouring time, angle of repose, bulk density.

ПОДГОТОВКА ВЯЗКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ К ПЕРЕРАБОТКЕ

© Д.Ю. Билец, П.В. Карножницький, к.т.н., Д.В. Мірошніченко, д.т.н. (НТУ «ХПІ»)

Целью работы послужило определение влияния содержания органических коксохимических вторичных продуктов (на примере каменноугольных фусов) в смеси с твердыми носителями – растительными остатками (на примере скорлупы грецкого ореха) и бурый уголь на технологические показатели их подготовки к газификации, в частности на количество залишей массы смесей в массосмесителе. Приведены технологические показатели исследуемых материалов.

Разработаны графические и математические зависимости влияния количества каменноугольных фусов (КФ) в смеси со скорлупой грецкого ореха (Ш) и бурый уголь (БВ) на количество залишей массы смесей в массосмесителе. Для того, чтобы не превысить границу в 5 % залишей массы возможно добавлять каменноугольных фусов $\leq 30\%$ к скорлупе грецкого ореха и $\leq 15\%$ к бурому углю.

Установлено, что при смешивании происходит существенное изменение гранулометрического состава исследованных смесей. Во-первых, увеличение содержания каменноугольных фусов в смесях приводит к росту среднего диаметра частиц, то есть происходит их агломерация. Во-вторых, скорлупа грецкого ореха более устойчива к механическому воздействию по сравнению с бурый уголь, что подтверждается значительным содержанием класса <1 мм в смесях БВ + КФ (18,50 - 41,50 %) по сравнению со смесями Ш + КФ (0, 03 - 0,16 %).

Показано, что смеси Ш + КФ и БВ + КФ при их выпуске из бункера ведут себя по-разному. Время высыпания, угол естественного откоса и насыпная плотность смеси Ш + КФ линейно изменяются под влиянием роста количества каменноугольных фусов и температуры смешивания. Зависимости показателей для смеси БВ + КФ от содержания в ней каменноугольных фусов и температуры смешивания более сложны и не описываются линейными или полиномиальными уравнениями.

Ключевые слова: каменноугольные фусы, растительные остатки, бурый уголь, массосмеситель, адгезия, гранулометрический состав, время высыпания, угол естественного откоса, насыпная плотность