

УДК 341.231.14 (504.75)

Волошин В.С.*

ОТХОДООБРАЗОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

В работе представлены данные по существующим технологиям получения древесного угля. Представлена структура технологического процесса, показаны методологические подходы к управлению процессами отходаообразования путем формализованных преобразований функциональной модели этого процесса. Показаны преимущества измененной технологии, позволяющие в несколько раз уменьшить количество отходов при получении древесного угля.

Ключевые слова: *Отходаообразование, пиролиз, древесный уголь, технологический процесс, сырье.*

Волошин В.С. Утворення відходів у технології отримання деревного вугілля.

У роботі представлені дані за існуючими технологіями отримання деревного вугілля. Представлена структура технологічного процесу, показані методологічні підходи до управління процесами утворення відходів шляхом формалізованих перетворень функціональної моделі цього процесу. Показано переваги зміненої технології, що дозволяють у декілька разів зменшити кількість відходів при отриманні деревного вугілля.

Ключові слова: *утворення відходів, піроліз, деревне вугілля, технологічний процес, сировина.*

V.S. Voloshyn. Waste in the technology of charcoal. *The paper presents data on existing technologies for charcoal. The structure of the process, shows the methodological approaches to the management processes othodoobrazovaniya through formal transformation of a functional model of this process. The advantages of the technology changes, allowing a few times to reduce the amount of waste for charcoal.*

Keywords: *waste, pyrolysis, charcoal, process, raw materials.*

Постановка проблемы. Древесный уголь — микропористый высокоуглеродистый продукт (топливо), образующийся при пиролизе древесины в анаэробных условиях, с целью обогащения углесодержащими компонентами и удаления летучих газов. Пиролиз — термическое разложение органических соединений без доступа воздуха.

Анализ последних исследований и публикаций. Научно-практические аспекты отходаообразования в технологии пиролиза для получения древесного угля исследованы в немногочисленных научных работах некоторых отечественных и зарубежных ученых. Весомый вклад в развитие этой тематики внесли В. Братчиков, А. Быков, А. Кузин, А. Гриценко и др.

Цель статьи – на основе анализа отходаообразования существующих технологий производства древесного угля обосновать использование технологии пиролиза для снижения отходности производственного процесса.

Изложение основного материала. Стандартная схема получения древесного угля методом пиролиза относится к самым древним технологиям. В ее основе – бескислородный нагрев подготовленного дерева с целью обогащения углеродсодержащими компонентами и удаления летучих газов.

Размельченная древесина аспирационным путем загружается в накопительный бункер и по мере надобности подается в пиролизную камеру.

Внешний нагрев без доступа воздуха осуществляется в двухкамерном агрегате (рис. 1). Одна камера (внутренняя-1) предназначена для загрузки подготовленного древесного сырья (2). Вторая, внешняя (3), используется для подачи теплоносителя (4) с целью поддержания необходимого температурного режима во внутренней камере, который обеспечивает процесс пиролиза.

* д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

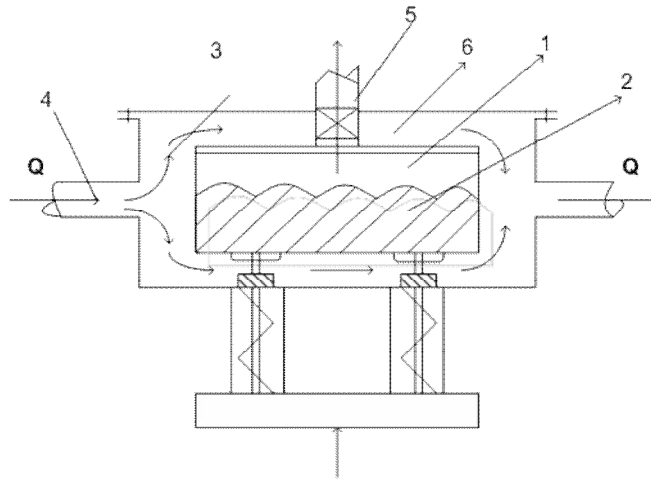


Рис. 1 - Схема устройства для получения древесного угля (обозначения по тексту)

На первом этапе осуществляется сушка сырья с удалением паров и некоторых газов из внутренней камеры через клапан (5). Загрузка внутренней камеры осуществляется через бункерное отверстие, закрываемое крышкой (6) при поднятой внутренней камере до уровня верхней крышки (7) внешней камеры. Такая схема связана с затратами большого количества проточного теплоносителя, выделением отходящих паров и пиролизных газов.

Функциональный орграф такого технологического процесса имеет следующий вид (рис. 2). (Морфологическая таблица орграфа представлена в табл. 1).

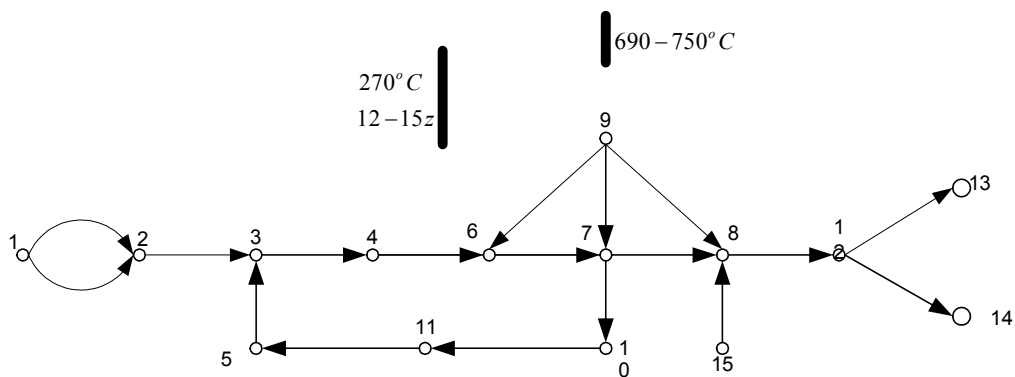


Рис. 2 - Функциональный орграф пиролиза древесного угля

Таблица 1

Морфологическая таблица присвоения функционального графа технологии получения древесного угля

№ вершины	Функция вершины графа	Обозначения ребра	Функция ребра графа
1	Исходное сырье (отходы деревообработки)	1-2	Отсев негабарита
2	Подготовленное сырье	1-2	Сепарация стружки
3	Сырье в реакторе	2-3	Загрузка в реактор сырья
4	Высушенное сырье	3-4	Сушка сырья
5	Низкотемпературный теплоноситель	5-3	Сушка в псевдоожигенном слое
6	Стружка при 270 ⁰ C	4-6	Нагрев до температуры начала пиролиза
7	Пиролизная камера №1	6-7	Пиролиз (1-й этап)
8	Пиролизная камера №2	7-8	Пиролиз (2-й этап)
9	Высокотемпературный теплоноситель	9-6 9-7 9-8	Последовательная подача теплоносителя для обогрева пиролизных камер
10	Газообразные продукты пиролиза	7-10	Выделение газообразных продуктов пиролиза

Продолжение табл. 1

10	Газообразные продукты пиролиза	7-10	Выделение газообразных продуктов пиролиза
11	Очищенные газообразные продукты пиролиза	10-11	Очистка пиролизного газа от сажи
		11-5	Дожиг отходящего газа
12	Охлажденный древесный уголь	8-12	Охлаждение основного продукта
13	Продукты отсева древесного угля	12-13	Отсев древесной мелочи
14	Готовая продукция	12-14	Выгрузка готовой продукции
15	Бескислородный охладитель	15-8	Подача охладителя в камеру №2

Рассмотрим некоторые причинно-следственные связи функционального орграфа, организующие процессы отхообразования при пиролизе древесного угля в соответствии с методикой, изложенной автором в работе [1]. Поскольку процессы пиролиза связаны, в первую очередь с тепловыми и химическими преобразованиями, примем их за основу при рассмотрении механизмов этого явления в данной технологии (табл. 2).

Таблица 2

Причинно-следственные связи в системе отхообразования при производстве древесного угля

Обозначения причин	Наименование причины	Межгрупповые причинно-следственные связи	
		тепловая обработка	химические преобразования
C_4	Отсутствие или недостаточные возможности для энергетических преобразований компонентов сырья на микроуровне	E_3, S_2	E_1
E_1	Отсутствие в системе энергетических ресурсов, способных преобразовать избыточные компоненты сырьевой базы	S_1	S_3, \mathcal{E}_2
E_3	Недостаточная энергетическая проводимость между составляющими частями системы, участвующими в создании отходов и другими частями системы	S_1, S_3	S_4, \mathcal{E}_3
S_1	Отсутствие в системе минимально необходимого количества частей, способных целенаправленно изменять свойства или состояние компонентов сырьевой базы	-	-
S_3	Отсутствие энерго-материальных ресурсов для расширения функциональности системы и повышения ее идеальности	\mathcal{E}_3	-
\mathcal{E}_3	Влияние планируемой себестоимости основной продукции на качество сырья и номенклатуру отходов	-	-

Схематически механизмы отхообразования при пиролизе древесного угля изображены на рис. 3.

Сплошными линиями показаны механизмы отхообразования связанные с чисто тепловыми процессами пиролиза, а пунктирные линии отражают механизмы отхообразования в

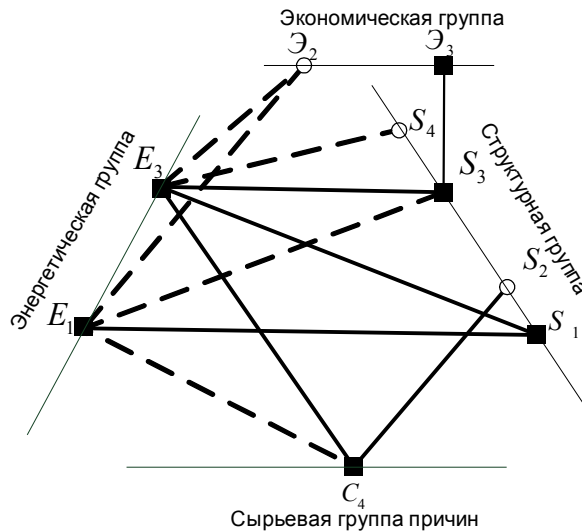


Рис. 3 - Версия механизмов отходообразования при пиролизе древесного угля

обратимся к функциональному орграфу (см. рис. 2). Висячие вершины орграфа 13, 15 и 10 отражают обратимые отходы в данной технологии и могут быть отнесены, по существу, к гомеоморфным структурам. Простые операции демонтажа висячих вершин Ваховского [2] дают несколько иную смысловую интерпретацию для обеспечивающих их ребер. Весовая функция вершины (10) с учетом процедуры демонтажа вершины (15) и ребра (15-8) принимает вид

$$g(10') = g(10) - \frac{g(15)}{g(15-8)}. \quad \text{При этом увеличивается весовая функция вершины (8):}$$

$$g(8') = g(8) + \frac{g(15) - g(8)}{g(15-8)}. \quad \text{Весовая функция ребра}$$

$$g(15-8)' = g(7-8) \frac{g(8')}{g(8)} - g(15-8) \frac{g(15) - g(8)}{g(8)} = 0. \quad \text{Весовая функция ребра}$$

$$g(7-10)' = g(7-10) \frac{g(15) - g(8)}{g(8)} \neq 0.$$

Вторая гомеоморфная висячая вершина (13) преобразованная методом демонтажа Ваховского имеет вид $g(13') = g(13) - \frac{g(14)}{g(12-13)} = 0$. При этом весовая функция смежного ребра

$$(12-14) \text{ становится равной } g(12-14)' = g(12-14) \frac{g(12-13)}{g(12) - g(13)}.$$

Не ссылаясь на элементарные преобразования весовых функций, мы сразу перейдем к выводам. Во-первых, перераспределение весовых функций результирующего графа означает изменение функционального назначения этой части его структуры. А именно. Изменение теплового режима пиролиза, связанного с снижением роли вторичного охладителя и новой весовой функцией $g(15) = 0$ и $g(15-8) = 0$, способствует уменьшению газовых отходов. Использование отходящих газов от внешнего утилизируемого источника позволяет снижать подачу внешнего охладителя до нуля, получая тот же технологический результат. А во вторых, демонтаж вершины (13) с переносом ее весовой функции на вершину (14') означает резкое снижение отсева мелочи при выгрузке древесного угля. Это может иметь место только при гарантированной сплошности пиролизного слоя и достижении необходимой механической прочности получаемого конечного продукта. Технологически это может быть связано только с изменением теплового режима в пиролизной камере.

Подобная технология, предусматривающая формализованные преобразования орграфа (см. рис. 2), как модели технологического процесса состоит в следующем (рис. 4).

химических превращениях. Заметим, что почти все причинно следственные связи этих двух технологических линий пересекаются.

Можно сделать вывод о том, что в основе процессов отходообразования в данной технологии лежат недостаточность и неэффективность используемых энергетических ресурсов и каналов для передачи энергии в технологическую зону (формулы S_1, E_3, S_2 и S_1, S_3 , см. табл. 2). Причем, это относится как к способам подвода тепла, так и к способам бескислородного сжигания первичного древесного материала (формулы $S_3, Э_2$ и $S_4, Э_3$). Наиболее важной в группах причин является энергетическая и структурная группы.

Чтобы оптимизировать эти процессы, обратимся к методу формализованных преобразований ориентированных графов. Для этого

Во-первых, должна быть предусмотрена предварительная подготовка древесного сырья, включающая отсев и сепарацию стружки. При этом обеспечивается оптимальная плотность пиролизного слоя сырья, в частности его рыхлость и газопроницаемость. В качестве теплоносителя предлагается использовать один из отходящих газовых каналов металлургического агрегата, например, газы электродуговой печи. В качестве теплоносителя на первичный обогрев и сушку сырья можно использовать газовые продукты пиролиза в двухкамерной сушильно-топочной печи. И, в четвертых, как вариант компенсации потерь от нетехнологичного пиролиза - использовать следы отсева древесного угля при его охлаждении и выгрузке для потребностей аглодомного процесса, добавляя его, например, в аглошихту или для местных обогревательных топков.

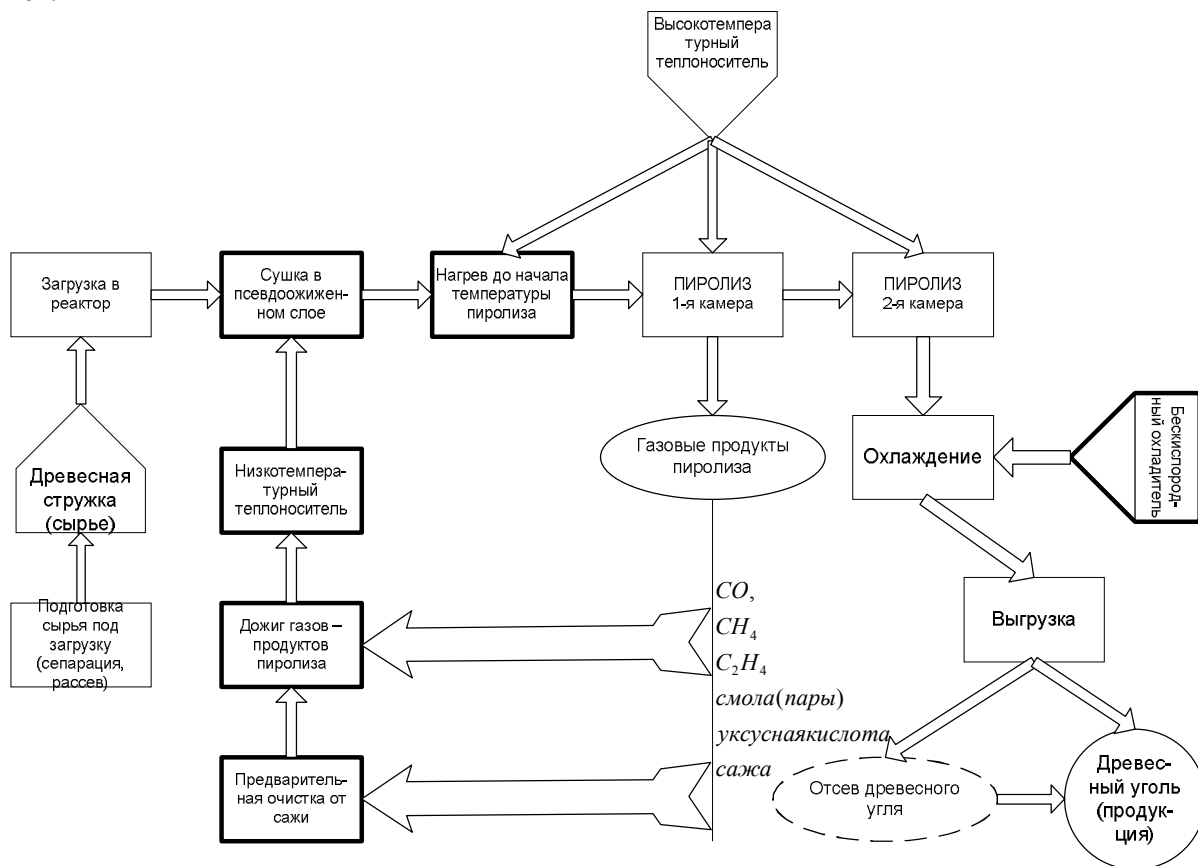


Рис.4. Общая схема усовершенствованного технологического процесса пиролиза древесного угля

Показатели отходности усовершенствованного пиролизного процесса представлены в табл. 3. Наибольшая эффективность здесь наблюдается по снижению сажеобразования, резкого уменьшения отсева древесного угля при выгрузке и оксида углерода в результате его дожига. В основном, это обеспечивается за счет рационального использования существующих энергоносителей и увеличения энергопроводимости по отношению к газовому потоку и к сырьевой базе (опилкам).

Таблица 3

Показатели отходообразования в новой и старой технологии пиролиза древесного угля, кг/т древесного угля

Показатели загрязнения	Технология		Снижение,
	существующая	усовершенствованная	
Сажа	66,7	12,6	5,29
Пыль древесная	0,29	0,24	1,21
Отсев древесного угля	84	16	5,25
Оксид углерода	2,02	0,72	2,81
Метан	0,47	0,36	1,31

Выводы

Принципиальная технология пиролиза древесного угля может иметь резервы снижения отходности за счет лучшего использования возможностей предварительной подготовки сырья и использования сопутствующих газов в качестве теплоносителя. Технологически это может быть любой отходящий газ металлургического производства. А в качестве теплоносителя на первичный обогрев и сушку сырья можно использовать газовые продукты собственно пиролиза в двухкамерной сушильно-топочной печи. Такая технология дает существенный выигрыш в снижении сажеобразования, уменьшения отсева древесного угля (в пять раз) и оксида углерода (почти в три раза).

Список использованных источников:

1. Волошин В.С. Природа отходаобразования / В.С. Волошин. – Мариуполь. Рената, 2007. – 666 с.
2. Волошин В.С. Методы управления ресурсопотоками в экологических циклах / В.С. Волошин, П.М. Семеченко. – Донецк: Донеччина, 1997. – 72 с.

Рецензент: В.А. Маслов
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 05.04.2011

УДК 504.062

Ложко А.Н.¹, Хлестова О.А.²

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА «ДОЖДЕВАЯ ТЕНЬ» В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

В статье рассматривается моделирование движения воздушных потоков в промышленной зоне индустриального объекта с оценкой поля температур и скоростей, а также приведены результаты численного моделирования эффекта «дождевая тень».

Ключевые слова: антропогенная экосистема, скорость ветра, температура, теплый остров, влага, дождевая тень, дефицит влаги

Ложко О.М., Хлестова О.А. Моделювання ефекту «дощова тінь» в промисловій зоні індустріального об'єкту. У статті розглянуто моделювання руху повітряних потоків у промисловій зоні індустріального об'єкту з оцінкою поля температур та швидкостей, а також наведені результати численного моделювання ефекту «дощова тінь».

Ключові слова: антропогенна екосистема, швидкість вітру, температура, теплий острів, волога, дощова тінь, дефіцит вологи.

A.N. Lozhko, O.A. Khlestova. The computer based simulation of the rainless region effect for the industrial estate. The article describes modelling of air streams motion in industrial zone of manufacturing area with estimation of temperature field and rapids, and presents results of numerical simulation "rainless region" effect.

Key words: anthropo-ecosystem, windspeed, temperature, heat-island effect, condensed moisture, rainless region, raindeficiency.

Постановка проблемы. Интенсивное развитие крупных промышленных центров сопровождается ростом экологических проблем. Это приводит к изменению природного потенциала территорий, микроклимата как внутри промышленной зоны, так и за ее пределами. Для принятия правильных управленческих решений и обеспечения сбалансированного развития природно-антропогенных систем необходимо изучить основные тенденции изменения природных компонентов окружающей среды (ОС) на основе комплексной оценки влияния определенных

¹ канд. техн. наук доцент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

², ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь