

**В.Є. ВЕДЬ**, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХП»;  
**А.М. МИРОНОВ**, магістр, НТУ «ХП»

## **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВУГЛЕВИПАЛЮВАННЯ І ПІРОЛІЗУ ДЕРЕВИНИ**

Представлено історичний огляд розвитку способів вуглевипалювання. Розглянуто передумови для переходу між етапами технологій отримання деревного вугілля. Продемонстровано поступовість заміни старих способів вуглевипалювання більш актуальними методами піролізу деревини та деревних відходів. Наведено приклади використання деревного вугілля у житті сучасної людини. Показано його широке застосування у різних сферах народного господарства. Змальовано недоліки кустарних методів виробництва деревного вугілля. Означено проблеми, з якими стикаються виробники продуктів піролізу деревини. Встановлено необхідність створення більш досконалих технологій отримання деревного вугілля, які б забезпечували максимальну енергоефективність виробництва.

**Ключові слова:** деревина, вугілля, вуглевипалювання, піроліз, сушка.

**Вступ.** У останній час певна частина суспільства надає перевагу екологічно чистим продуктам. Існує світова тенденція попиту на чисту воду та свіже повітря. Застосування продуктів рослинного походження не завжди є виправданим через можливість утворення канцерогенів під час термообробки сировини. Доведено, що одним з найбільш вигідних палив з точки зору енергетичної цінності, є деревне вугілля як продукт піролізу (за відсутності домішкових сполук у початковій сировині) [1, 2].

Процес отримання вугілля з деревини методом впливу високих температур – одна з найдавніших технологій. Ще печерні люди використовували цей продукт, збираючи його на згарищах або виготовляючи спеціально. Та, швидше за все, метал уперше було виплавлено випадково, коли рудою виявилися камені, якими обкладали вогнище з тліючим вугіллям. Деревне вугілля, яке стало однією з причин розвитку цивілізації на початку Бронзового віку, отримало розповсюдження у чорній металургії і інших галузях, в тому числі у фармацевції та харчовій промисловості [3].

© В.Є. Ведь, А.М. Міронов. 2014

**Формулювання цілей статті.** У статті представлено історичний огляд технологій вуглевипалювання і піролізу деревини та деревних відходів. Також наведені приклади використання у житті сучасної людини деревного вугілля та розглянуто проблеми, з якими стикаються його виробники.

**Викладення основної тематики.** На слов'янських землях деревне вугілля виробляли з давніх давен, навіть існувала окрема професія вуглевипалювача, знана та поширена також в Європі та Азії.

Найбільш ранніми способами добутку вважаються ямне та кучне вуглевипалювання. Технології ці були настільки примітивні, що не було необхідності у додаткових матеріалах, крім води, дров та дерну, однак за тривалістю процес міг продовжуватися впродовж 3–4 тижнів. Крім того, був необхідним постійний контроль, а продукти розпаду, які складали до 2/3 від початкової маси сухої деревини, викидалися в атмосферу (рис. 1).



Рис. 1. Кучне вуглевипалювання

Масове виготовлення вугілля такими методами було можливо лише у XVII–XVIII століттях, коли густина населення була достатньо низькою, а багато територій ще не були освоєні. Однак, слід зазначити, що і в наш час у багатьох куточках Землі деревне вугілля виробляється саме такими методами. Натомість у Російській імперії вже у XIV столітті на деревному вугіллі у малих пічках «домницях» отримували «сиродутне залізо» [4].

На початку XVII століття на Уралі досягла значного ступеню розвитку чорна металургія та у зв'язку з цим – вуглевипалювання. Перший завод, що виробляє залізо, Ніцинський, з чотирма «домницями» було побудовано в 1630 році. З початком XVIII століття чорна металургія на Уралі стала розвиватися дуже швидко. Було побудовано багато казенних і приватновласницьких заводів, які виплавляли чавун у доменних пічках на деревному вугіллі та виробляли з нього кричне залізо на деревному паливі. Наприкінці XVIII століття на Уралі вироблялося на рік 167 тис. т чавуну, 73760 т кричного заліза та випалювалося 637 тис. т кучного деревного вугілля.

У першій половині XIX століття на рік випалювалось у середньому 4 млн. м<sup>3</sup> вугілля [3]. У XIX столітті розвиток чорної металургії на Уралі продовжувався: кричний спосіб було замінено пудлингованням. Наприкінці цього століття, коли стало розвиватися чавунно-ливарне виробництво Демідових, з'явилися мартенівські печі. Петербург та Москва забезпечувалися чавунним литвом, яке було вироблено на уральських заводах, що працюють на деревному вугіллі. Випал вугілля, майже виключно кучного, дійшов до 830 тис. т на рік [3]. Дерево активно витрачалось на вугілля вуглевипалювачами, вирубувалися цілі ліси довкола міст. В кінці кінців, цареві Олексію Михайловичу довелося накласти заборону на вирубку дерев довкола Москви, щоб уникнути повного винищення лісів.

Періодично діючі камерні печі з'явилися у 1850-х роках, але у 1890 році за їх допомогою було випалено лише 20%, а кучним способом – 80% деревного вугілля. У 1890–1910 роках відбулася заміна кучного вугілля вугіллям з камерних печей. У 1910 році було випалено у пічах 80%, а кучним способом – 20% деревного вугілля; після цього кучне вуглевипалювання зовсім припинилося [3, 4].

У 1913 році було випалено максимальну за увесь час кількість деревного вугілля (6660 тис. м<sup>3</sup> або біля 1 млн. т). Внаслідок першої імперіалістичної та громадянської війн темпи випалювання вугілля на Уралі різко зменшились. У 1920–21 роках було випалено 348 тис. м<sup>3</sup> (біля 52,2 тис. т) деревного вугілля, а у 1934 році випал вугілля досяг максимуму – 6500 тис. м<sup>3</sup> (біля 975 тис. т) [3, 4].

Слід відзначити, при встановленні Радянської влади промисловість занепала та відбулося повернення до вуглевипалювання кучним способом. Однак це тривало недовго, та невдовзі були побудовані найбільші вуглевипалювальні заводи (Амзя, Верхня Синячиха, Молома, Сява), які виробляли великі обсяги вугілля.

З 1951 року, внаслідок витіснення деревного вугілля більш дешевим коксом, було випалено лише 1600 тис. м<sup>3</sup> (біля 240 тис. т) деревного вугілля [1, 5].

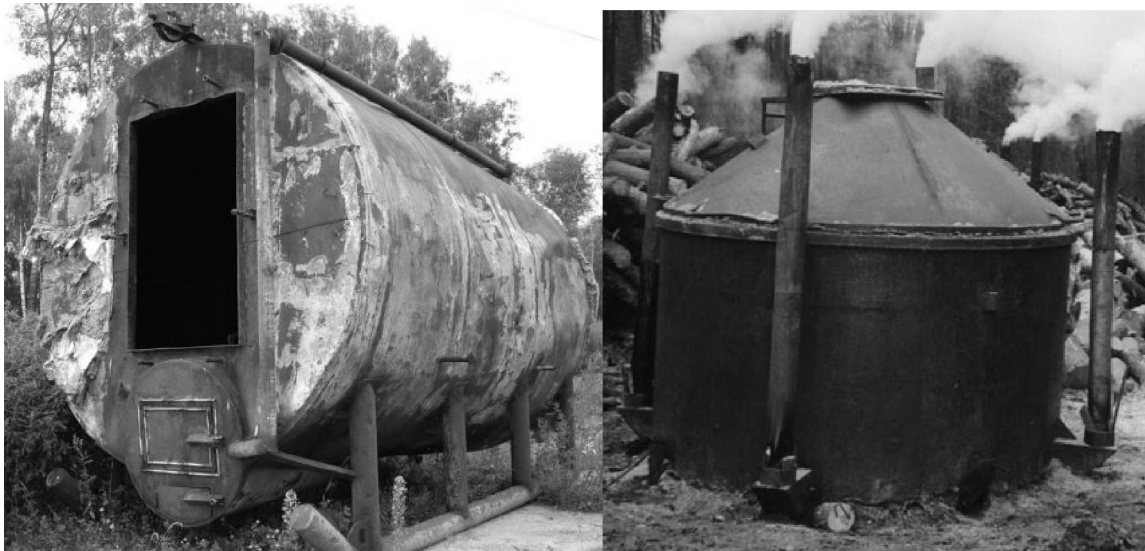
Деревне вугілля виробляли на Уралі в основному в періодично діючих камерних печах. Спроби випалювати його у безперервно діючих пічах, розпочаті на Уралі у 1914 році, досить довгий час були невдалі і тільки з середини п'ятдесятих років вугілля почали отримувати у спеціальних печах та у вагонних ретортах. За таких умов, разом з вугіллям, утворюються й рідкі продукти, тому вуглевипалювання переходить у суху перегонку деревини [1].

Кучне вуглевипалювання трималося на кріпосній праці. За великим рахунком, з відміною кріпосного права воно було замінено вуглевипалюванням у камерних печах, в котрих продуктивність праці вище, ніж при кучному вуглевипалюванні [3, 5].

Новий розвиток виробництва деревного вугілля почалося у період постперебудови, коли контролю над вирубками та станом екології практично не було. У атмосферу викидалися тонни шкідливих відходів. Підприємці встановлювали металічні печі, так звані «діжки», «каструлі», «ракети» тощо, усюди вирубували ліси та виробляли вугілля низької якості, яке усе одно користувалося великим попитом (рис. 2).

Наразі настав новий етап вуглевипалювання тому що деревне вугілля здобуло широке застосування у різних сферах народного господарства.

У якості палива для камінів, мангалів та інших подібних пристроїв. На відміну від звичайного палива (наприклад, дров), деревне вугілля не утворює диму та відкритого полум'я, а тільки дає необхідну температуру – жар. Причому для виготовлення різних страв не потрібно чекати, коли дрова перегорять, бо деревне вугілля це вже готове паливо.



а

б

Рис. 2. Печі періоду 1990-х років: а – «ракета»; б – «каструля»

У промисловості деревне вугілля використовується у кольоровій металургії (наприклад, для отримання алюмінію, бора та інших); у виробництві чистого кремнію, який використовується для отримання напівпровідників; у хімічній промисловості; в металургії (наприклад, як відновник – через високий вміст вуглецю у деревному вугіллі); у виробництві скла, кришталю, фарб, електродів, пластмас. При отриманні деревного вугілля утворюються рідкі побічні продукти у вигляді деревної смоли (дьюгтю), з якої отримують скіпідар, харчову оцтову кислоту, каніфоль, метиловий спирт, спиртові розчинники та багато іншого. У сільському господарстві – як добриво для землі, він допомагає їй отримувати мінерали, яких бракує. Подрібнене деревне вугілля використовується у вигляді кормової добавки у тваринництві.

У будівництві в якості ізоляційного матеріалу – тому що деревне вугілля дуже гігроскопічне та гарно поглинає запахи.

У якості антикорозійних порошоків та змащувачів деревне вугілля знаходить деяке застосування у приладобудуванні та у поліграфічному виробництві, де воно використовується для шліфування та полірування деталей та форм.

У виробництві димного пороху застосовується вугілля переважно з деревини вільхи або крушини із вмістом вуглецю 72–80%.

У виробництві електровугільних виробів, які застосовуються у багатьох галузях народного господарства – у електрооснащенні різних двигунів, у електричних машинах, для термічних цілей, у електровакуумній техніці тощо. Сюди ж відносяться усі види вугільних опорів, різні контакти, щітки, вироби для техніки, зв'язку та ін.

У якості наповнювача для пластмас вугілля може замінити коштовний графіт. Деревне вугілля є малозольним матеріалом, дуже чистим за наявності сторонніх домішок. Він є стійким у хімічно агресивних середовищах та достатньо теплостійкий. Вугілля-сирець має високий питомий електричний опір.

У якості сировини для виробництва активованого вугілля – пористі вуглецеві тіла, які під час контакту з газоподібним або рідким середовищем утворюють значну площу поверхні для протікання сорбційного процесу.

Сучасні печі мають зовсім інший вигляд та якісне технічне забезпечення, яке дозволяє отримувати великі обсяги вугілля без втрат у якості продукту (рис. 3).



Рис. 3. Сучасна вуглевипалювальна піч виробництва ТОВ «GreenPower»

Кустарні методи вуглевипалювання не можуть забезпечити якісним продуктом потреби ринку через те, що:

1. Процес виробництва сильно залежить від зовнішніх чинників – погодних умов, взимку довге нагрівання, влітку довге охолодження тощо. Як наслідок – низька якість та нестабільні поставки споживачам.

2. Викиди у атмосферу не залишають байдужими як місцеве населення, так і правоохоронні органи, що призводить до позапланових зупинок.

3. Відсутність дозвільної документації також тягне за собою великі штрафи та систематичні перевірки відповідними інстанціями.

4. Низька якість деревного вугілля, внаслідок неконтрольованого процесу сушки та піролізу. Фізичні та хімічні показники кожної партії мають суттєві відмінності.

5. Низька механічна міцність призводить до того, що кінцевий споживач, не зважаючи на просіювання на підприємстві деревного вугілля, отримує вугілля з високим вмістом дрібної фракції.

6. Велика витрата деревини на тону продукції, низький відсотковий вихід деревного вугілля. Як наслідок низька рентабельність підприємства, навіть не дивлячись на наближеність до сировини.

7. Важкі умови праці. Цей чинник не дозволяє створити «адекватний» кваліфікований виробничий колектив. Як результат – проблеми з обслуговуючим персоналом (нестабільне відвідування, вживання спиртних напоїв та ін.).

8. Внаслідок величезних викидів у атмосферу, експлуатація біля населених пунктів неможлива. Це спричиняє проблеми з транспортом, для під'їзду на майданчик, а також неможливість створення ділянки фасування та складських приміщень.

Слід зазначити, що це лише мала доля усіх причин, чому «кустарне» вуглевипалювання є економічно недоцільним та призводить до негативних наслідків різного роду.

**Висновки.** Технології вуглевипалювання пройшли довгий та складний шлях разом з розвитком людської цивілізації. Деревне вугілля не тільки застосовувалося багатьма поколіннями наших пращурів, але не втратило своєї популярності і сьогодні.

Зараз виробництво вугілля вийшло на новий рівень, що потребує створення більш досконалих, грамотно організованих технологій і застосування матеріалів, які зможуть забезпечити максимальну енергоефективність та екологічну чистоту такого виробництва, котре буде в змозі задовільнити потреби та вимоги різних споживачів.

Наразі будівництво вуглевипалювальних підприємств є не тільки економічно доцільним, але й необхідним.

**Список літератури:** 1. Холина В.Н. Основы экономики природопользования. Учебник для вузов / В.Н. Холина – СПб: Питер, 2005. – 672 с. 2. Харламова М.Д. Экологически чистые технологии и производства. Теория и практика. Часть II. Прикладные аспекты / М.Д. Харламова, В.П. Зволинский, Д.А. Кривошеев – Москва: Российский университет дружбы народов, 2007. – 96 с. 3. Козлов В.Н. Технология пирогенетической переработки древесины / В.Н. Козлов, А.А. Нимвицкий – Москва-Ленинград: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1954. – 620 с. 4. Лукьянов П.М. История химических промыслов и химической промышленности России, т. III, гл.V / П.М. Лукьянов – М.: изд. АН СССР, 1951 – 436 с. 5. Бегунков О.И. Использование низкотемпературной древесины и отходов лесопромышленного производства. Практическое руководство. Под общей редакцией В.В. Шкутко / О.И.Бегунков, Н.В. Выводцев, В.В. Гурьев и др. – Хабаровск: Издательство ХГТУ, 2003 – 132 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Holina V.N. Osnovy jekonomiki prirodopol'zovanija. Uchebnik dlja vuzov / V.N. Holina – Sankt-Peterburg: Piter, 2005. – 672 p. 2. Harlamova M.D. Jekologicheski chistye tehnologii i proizvodstva. Teorija i praktika. Chast' II. Prikladnye aspekty / M.D. Harlamova, V.P. Zvolinskij, D.A. Krivosheev – Moscow: Rossijskij universitet družby narodov, 2007. – 96 p. 3. Kozlov V.N. Tehnologija pirogeneticheskoj pererabotki drevesiny / V.N. Kozlov, A.A. Nimvickij – Moscow-Leningrad: GOSLESBUMIZDAT, 1954. – 620 p. 4. Luk'janov P.M. Istorija himicheskikh promyslov i himicheskoi promyshlennosti Rossii, t. III, gl.V / P.M. Luk'janov – Moscow. : izd. AN SSSR, 1951 – 436 p. 5. Begunkov O.I. Ispol'zovanie nizkotemperaturnoj drevesiny i othodov lesopromyshlennogo proizvodstva. Prakticheskoe rukovodstvo. Pod obshhej redakciej V.V. Shkutko / O.I. Begunkov, N.V. Vyvodcev, V.V. Gur'ev i dr. – Habarovsk: Izdatel'stvo HG TU, 2003 – 132 p.

*Надійшла (received) 21.06.2014*