

## ДЕРЕВНЕ ВУГІЛЛЯ ЯК СИРОВИННИЙ ПРОДУКТ ДАВНЬОЇ РУСІ

---

*Деревне вугілля було основним паливом у металургій періоду Давньої Русі. Дана стаття — спроба систематизації набутих знань минулих років, стосовно способів випалу деревного вугілля, введення у обіг нових гіпотез стосовно порід дерева, що могли використовуватись, а також проведення реконструкції для з'ясування технологічних аспектів випалу і подальшого використання деревного вугілля у горнах.*

*Ключові слова: деревне вугілля, горно, випал вугілля, дьоготь, фосфор.*

За дослідженнями Б. А. Рибаківа, основною сировиною для підтримання високої температури в металургійних горнах Давньої Русі було деревне вугілля [Рибаків, 1948, с. 273]. Для його випалу використовувались різні способи та тепло-технічні споруди. Однак, його отримання могло бути побічним продуктом при смолокурінні та вигонці дьогтю, але ця маса вугілля не могла задовольнити попит на паливо в різних видах ремесел, що потребують отримання високих температур.

Деревне вугілля представляє собою твердий пористий високовуглецевий продукт, що отримується з деревини в результаті нагрівання без доступу, або при незначному доступі повітря. На думку Б. О. Колчина, величезні лісові масиви у сільській місцевості в період Русі створювали необхідну і практично необмежену сировинну базу для виготовлення металургійного палива [Колчин, 1953, с. 31]. Крім дешевизни, це паливо мало ще ряд плюсів, у ньому майже немає сірки, а вміст золи складає не більше 3 %. Проте у деревному вугіллі є фосфор, який майже весь переходить у метал. Болотні руди початково вміщували фосфор, тому дуже важливо було застосовувати паливо з його мінімальним вмістом. За даними М. Ф. Гуріна,

ще наприкінці XIX ст. було доведено, що причиною крихкості металу певною мірою, є деревне вугілля, що було випалене без дотримання правил при заготівлі [Гурин, 1982, с. 91]. Встановлено, що листяні породи мають фосфору в чотири рази більше, ніж хвойні. Одна і та ж порода з одного району може мати фосфору в два рази більше, ніж з іншого району. Кора сосни і ялини має у 12—15 разів більше фосфору, ніж сам стовбур. Вміст фосфору у деревному вугіллі, отриманому із деревини без кори, складає 0,016 % в сосновому, 0,017 % в ялиновому і 0,037 % в березовому. Таким чином, проводячи випал, необхідно було враховувати чимало технологічних аспектів. Аналізуючи етнографічні матеріали, М. Ф. Гурін прийшов до висновку, що в XIX—XX ст. найчастіше заготівля сировини проводилась між 15 червня і 15 серпня, коли закінчувався рух соку у деревах [Гурин, 1982, с. 101]. Важко сказати, чи знали металурги в I тис. ці тонкощі, але знаючи особливості переходу фосфору в метал, відсоток фосфору в болотних рудах, коефіцієнт можливого виходу, можна більше дізнатись про металообробку і виготовлення палива.

Випал деревного вугілля проводився найчастіше у лісі подаль від селищ. У археологічному матеріалі є знахідки ям, в яких зберігалось вже готове вугілля. В свою чергу, відомі два способи випалу: в ямах і купах [Коробкин, 1948, с. 73].

Ямний спосіб був найдавніший [Очерки, 1997, с. 143]. У зручному місці викопувалась яма, у яку складали поліна і сучки дерев. Яма щільно закривалась дерном і замазувалась глиною, лише зверху купу, в центрі і боках ями залишались невеликі отвори для слабого притоку повітря. Вугільник запалював дрова і давав їм усім частково прогоріти при слабкому доступі повітря. Коли температура підвищувалась, усі отвори щільно закривались і дровам давали повністю обвуглитись, а потім вугілля — можливість охолонути [Петраускас, 2006, с. 83]. На думку М. Ф. Гуріна,

головна проблема полягала у правильному регулюванні доступу повітря [Гурин, 1982, с. 113]. Процес випалу в залежності від кількості дров тривав від декількох днів до місяця і більше. Такий спосіб випалу застосовувався в Росії ще в XVIII—XIX ст. Згідно даних Б. О. Колчина, вихід вугілля при ямному способі по об'єму складав 30—33 %, а по масі не більше 12 % [Колчин, 1953, с. 87].

Що стосується випалу в купах, він протримався до середини XX ст. Практично встановлено, що цим способом можна отримувати більш високоякісне вугілля із вмістом вуглецю до 95 % [Безпалько, 1936, с. 14]. Елементарний склад деревного вугілля залежить, головним чином, від температури обвуглювання: чим вона вища, тим більше у вугіллі буде вуглецю і менше водню, кисню і азоту. Наприклад, у деревному вугіллі отриманому, при температурі 450°C, в середньому міститься 85 % С, 3 % Н і 12 % (О + N). Таким чином, процес випалу у купах тривав декілька днів (у залежності від розміру купи) і вимагав окремих знань. Важливо було правильно скласти дрова, прикрити їх шаром гілок, моху і соломи, а зверху засипати шаром землі, влаштувати правильний приток повітря через отвір піддувала, зробити відвід газів через димові отвори, щоб не допустити хлопків і вибухів, які можуть зруйнувати купу.

Таким чином, на думку М. Ф. Гуріна, отримати високоякісне вугілля для сиродутного процесу була вже не таке просте звання, оскільки його головна металургійна цінність полягала у високому вмісті вуглецю і відповідній механічній твердості, від чого залежала маса витрат палива [Гурин, 1982, с. 112].

Одна з останніх реконструкцій випалу деревного вугілля, проведена Північною експедицією, встановила, що найзручнішими для випалу значної кількості вугілля були дерева близько 8 м висотою, діаметром стовбура до 0,08 м на висоті від 1,3 м [Північна, 2007, с. 223]. Експериментально було доведено, що за десятигодинний робочий день одна людина могла підготувати до 15 таких дерев. В такому випадку викопувалась яма, що мала діаметр приблизно 1,5 м і глибину близько 0,7 м. У центрі встановлювався кілок на який вертикально складалися дрова. Ззовні все засипалось дерном. Реконструкція показала, що випал такої маси продовжувалась близько місяця.

Водночас, за реконструктором Б. Поповим, міг використовуватись ще один, дещо спрощений варіант [Попов, 2012]. Викопувалась яма глибиною 50—100 см, і діаметром 70—100 см, у якій розводилось багаття і поступово яму заповнювали гілками доверху. Коли усе прогорало, яму засипали спочатку листям, а потім перекидали вихід повітря, засипаючи піском і землею. Усе залишалось на декілька днів, а потім розкопувалось і вугілля просіювалось. Цей спосіб застосовували для швидкого добування незначних обсягів вугілля.

Вже вказувалось, що окремі породи дерев не могли використовуватись для отримання деревного вугілля через релігійні вірування, так само, як і те, що при виготовленні окремих сакральних предметів могло використовуватись вугілля окремих специфічних дерев для передання енергетики і сили. Так наприклад, клен

могли не використовувати навіть на дрова (це ніби жива людина). Вільха могла використовуватись для виготовлення оберегів, але нарівні з кленом, бузиною і старою вербою була проклятим деревом. Береза ж була захисником від нечистої сили, а також давала силу жінкам. Дуб взагалі у період язичництва був священним, а також джерелом чоловічої сили. Таким чином, при куванні наприклад зброї, на світоглядному рівні майстер міг спеціально брати, вугілля з дуба, а при куванні, наприклад, прикрас для жінки, вугілля з берези. Але ця хитка теорія потребує доказів і досліджень.

В свою чергу, при петрографічному вивченні шлаків виявлені сліди вугілля і деревини, а також залишки вугілля в деяких шматках. Можна стверджувати, що для випалу заготовлювались дрова як хвойних, так і листяних порід дерев. Б. О. Колчин, наприклад, досліджуючи шматки, найчастіше зустрічав вугілля, випалене із сосни, але зрозуміло, що використовувались і інші породи дерев [Колчин, 1953, с. 32]. Припускають, що найчастіше це була деревина берези та дуба. Залишки деревного вугілля з цих порід зафіксовані в заповненні ям, пов'язаних як із виготовленням так, і зі зберіганням деревного вугілля.

Для випалу могла застосовуватись деревина інших порід. В залежності від структури та твердості можна виділити три групи сировини: листяні породи дерев з твердою деревиною (береза, дуб, граб, бук, в'яз); хвойні породи сосна і ялина та листяні породи з м'якою деревиною (осика, липа, верба, вільха, тополя.)

Оскільки щільність деревного вугілля з різних порід дерев різна, для березового вугілля наприклад вона становить 0,38 г/см<sup>3</sup>, соснового 0,29 г/см<sup>3</sup>, ялинового 0,26 г/см<sup>3</sup> зрозуміло, що час нагрівання металу у горнах, формування ядра, і час, за який вугілля буде прогорати, теж буде різний [Radwan, 1959, с. 476]. У ході дослідження під час конференції по давньоруській металургії у м. Олевськ, автор здійснив спробу випалювання трьох різних видів деревного вугілля в однакових умовах. Перед цим було заготовлено вугілля з дуба, сосни та збору з листяних порід з м'якою деревиною.

Для експерименту були побудовані три приблизно однакових горна з глини, що мали підковоподібну форму, висоту близько 10 см, загальну довжину 40 см, з яких 30 см відносились до центральної частини і 10 см до виходу для міхів. Найбільша внутрішня ширина складала 10 см. В кожне горно було засипано близько 1 л деревного вугілля кожної з порід дерева. Для піддуву використовувались шкіряні міхи.

Перше випалювання проводився над пробою дубового вугілля. Центральне ядро горіння сформувалось приблизно через 4 хв. 42 сек. Завантажений зачищений залізний прут товщиною в 18 мм почав чорніти при через 2 хвилини 55 сек. Горіння продовжувалось близько 20 хв. Після чого вугілля було залите водою, а потім зібране і поміщене для виміру вцілілого об'єму. В результаті, за визначений час вигоріло приблизно 80 % вугілля.

Друге випалювання проводилось над пробою соснового вугілля. Центральне ядро горіння сформувалось за 3 хв. 40 сек. Зачищений заново залізний прут дійшов до чорного кольору за 1 хв. 35 сек. Випалювання проводилось протягом 20 хв, після чого вугілля

було залите водою для визначення об'єму. Виявилось, що за визначений час прогоріло близько 83—85 %. Третє випалювання проводилось з м'яких листяних порід дерева. Ядро горіння сформувалося за 4 хв. 40 сек. Залізний прут був знову зачищений. Чорний колір з'явився, на 1 хв. 27 сек. Горно прогорів на протязі 20 хв. Об'єм визначений після заливки і збору, показав, що вигоріло близько 90—92 %.

З'ясовано, що найбільший діаметр ядра горіння був у випалу дубового вугілля — 16 см, у сонового 13 см, у вугілля з м'яких порід дерев 11 см. Таким чином, дослідження експериментально показали, що найшвидше нагрівається метал у готовому ядрі, в деревному вугіллі невеликих розмірів, з м'яких порід дерев де, скоріш за все, була досягнена найбільша температура. Але ядро горіння формувалося не так швидко, як у горні, в якому використовувалося хвойне вугілля. Найбільше ж ядро було сформоване у горні при використанні дубового вугілля. В свою чергу, швидкість розгорання дубового вугілля була найнижча. Таким чином, при використанні різних порід деревного вугілля, коваль міг забезпечити необхідні температуру, ядро горіння і витрати сировини. Але питання щодо використання цього майстрами визначеного періоду, потребує подальшого дослідження.

*Безпалько І. М.* Щоденник н/с Поліської експедиції історії техніки АН УСРР, 1936 р. / І. М. Безпалько // НА ІА НАНУ, ф. ПМК, № 2, с. 12.

*Гурин М. Ф.* Древнее железо белорусского поднепровья (I тысячелетие н. э.) / М. Ф. Гурин. — Минск: Наука и техника, 1982. — 384 с.

*Колчин Б. А.* Чёрная металлургия и металлообработка в Древней Руси (домонгольский период) / Б. А. Колчин // МИА. — 1953. — № 32. — 257 с.

*Коробкин В. А.* Углежжение (теория и практика) / В. А. Коробкин, под ред. М. А. Павлова. — Свердловск—М.: Металлургиздат, 1948. — 340 с.

*Очерки по истории древней железообработки в Восточной Европе* / Н. Н. Терехова, Л. С. Розанова, В. И. Завьялов и др. — М.: Наука, 1997. — 388 с.

*Північна експедиція ІА НАН України: Матеріали і дослідження.* Вип. 1: Поселення між Ходосівкою і Лісниками. Дослідження 2003 р. — К., 2007. — 264 с.

*Петраускас А. В.* Ремесла та промисли сільського населення Середнього Подніпров'я в IX—XIII ст. / А. В. Петраускас. — К.: КНТ, 2006. — 200 с.

*[Попов] Коваль Богдан:* Кузнечная традиция Руси. Древесный уголь / Богдан [Попов] Коваль // [Електронний ресурс] <http://www.kuznya.kiev.ua/doc/coal.htm> (від 24.10.2012).

*Рыбаков Б. А.* Ремесло Древней Руси / Рыбаков Б. А. — М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1948. — 803 с.

*Radwan M.* Interpretacja odsłoniętych mielerzy swietok-rzyskich / M. Radwan. — КНKM, R. VII. — 1959. — № 3. — S. 476.

А. А. Коба

## ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ КАК СЫРЬЕВОЙ ПРОДУКТ ДРЕВНЕЙ РУСИ

Древесный уголь был основным горючим в металлургии периода Древней Руси. Данная статья — попытка систематизации полученных знаний прошлых лет касаясь способов выжигания древесного угля; введения в оборот новых гипотез относительно пород, которые могли использовать, а также реконструкция для выяснения технологических аспектов выжигания и дальнейшего использования древесного угля в горнах.

О. Коба

## CHARCOAL AS RAW MATERIAL OF ANCIENT RUS

Charcoal was the main fuel in metallurgy of Ancient Rus. This article is the attempt of systematization of knowledge about the ways of charcoal burning-off; introduction of the new hypotheses about rock, which could have been used. The reconstructions of technological aspects of charcoal burning-off and further using this material for furnaces are examined.