

## Металургійна промисловість як двигун промреволюції



Досягнення металургійної промисловості середини вісімнадцятого століття - початок використання кам'яного вугілля і коксу - дозволили збільшити обсяги виробництва заліза, знизити його собівартість і ціни для споживачів металопрокату. Доступна сировина зробила можливим бурхливий розвиток машинобудування. Великобританія стала тією країною, де почалася революція машин.

Історично при виплавці

чавуну

використовувалось виключно деревне вугілля – в якості джерела тепла і відновника. Потреба в залізі збільшувалася, а кількість місцевої деревини була обмеженою. В середині сімнадцятого століття Англія ввозила деревне вугілля із Швеції, потім почався експорт з Росії. Великобританія навіть поступово впала в імпортозалежність від сировини з цих країн. Тому порятунком і головною інновацією в металургійній промисловості епохи промреволюції стала заміна деревного вугілля на кам'яне вугілля і кокс.



Робоча молодь

### Предтечі

По-перше, видобуток кам'яного вугілля був менш трудомістким, ніж рубка лісу і подальше його перетворення в деревне вугілля. По-друге, у деревного вугілля температура горіння - до 1300 градусів, у кам'яного - до 2100. По-третє, кам'яного вугілля було просто більше, ніж дерева, яке ставало дефіцитом. Цікаво, що в сучасних термінах стався свого роду регрес - перехід від стійкого до нестійкого розвитку. Іншими словами, паливо, джерело якого здатне відновлюватися природним чином (деревина), було

замінено паливом, джерело якого в кінцевому підсумку виснажується.

Вважається, що першим використовувати кам'яне вугілля в доменній плавці спробував англійський металург Дод Дадлі ще в двадцятих роках сімнадцятого століття. Але його досліди мали лише наукове значення, і ніякої вигоди ні досліднику, ні споживачам металопрокату не принесли. У загальних рисах Дадлі розповів про свої досягнення в книзі «Metallum Martis». Це видання є найбільш ранньою геологічною картою в світі із тих, що збереглися. Згідно з історичними джерелами, плавильні експерименти Дода Дадлі оплачував, серед інших, і підприємець сер Клемент Кларк.

Спонсор, а потім і учень Дадлі, Кларк став ще одним стовпом світової промислової революції і

[сучасної металургійної промисловості](#)

. Його головним досягненням став практичний досвід застосування відбивальної печі (купола). Особливістю такої металургійної печі в тому, що вона ізолює оброблюваний матеріал від контакту з паливом (тому домішки з вугілля не мігрують в метал), але не перешкоджає контакту матеріалу з газами. Сер Клемент Кларк з сином побудували відбивальні печі 1678 року нижче Брістоля і почали плавити свинець і мідь, також використовуючи кам'яне вугілля.



Збірка мартенівської печі 1935р.

## Династія Дарбі

Але все ж головною дійовою особою революційних змін в металургійній промисловості і машинобудуванні стала династія Абрахама Дарбі – дід, син і онук. Втім, і тут не обійшлося без таємних зв'язків. Так, історики вважають, що прабабка Абрахама Дарбі-старшого була рідною сестрою того самого Дода Дадлі. Навіть існує дивовижна версія про те, що своєму головному відкриттю – використанню коксу в доменному виробництві – Абрахам Дарбі I зобов'язаний пивоварам. Справа в тому, що в свої двадцять з гаком він влаштувався працювати учнем майстра на завод з виробництва солоду. Приблизно в той же час британські пивовари почали відмовлятися від традиційної технології сушки солоду за допомогою спалювання деревного вугілля. Їм вдалося виготовити краще паливо, більш тверде і з меншим вмістом домішок – кокс. Його отримували, нагріваючи вугілля без доступу повітря. У тридцять років Абрахам Дарбі орендував напівзруйновану доменну піч в Коулбрукдейлі, околиці якого багаті залізною рудою. За кілька місяців піч була відновлена і задута, і в перший же рік роботи Дарбі I продав більше 80-ти тонн чавунного посуду та інших залізних товарів споживачам металопрокату. Згодом підприємець звернув увагу на пласт вугілля, який просто виходив на поверхню землі прямо біля його заводу. У 1713 році, Дарбі сам виготовив кокс з вугілля, змішав його з деревним вугіллям і торфом, засипав в домну і виплавив чавун. Так в металургійній промисловості почалася нова ера.

Використовувати в плавці тільки кокс здогадався син Абрахама Дарбі-старшого – Абрахам Дарбі II. Це сталося в 1735-му році, через п'ять років після того, як хлопчик став біля керма сімейного чавуноливарного заводу в свої 19-ть. При ньому завод в Коулбрукдейлі вийшов в абсолютні лідери виробництва чавуну в Великобританії і протягом довгих років був єдиним підприємством, де плавка проводилася виключно на коксі. Але в цілому по країні, залізо ставало все дешевше і доступніше. Все активніше йшло застосування металургії в промисловості, для виробництва деталей і верстатів. А ті, в свою чергу, покращували ступінь обробки металів. Колеса промислової революції крутилися все швидше і швидше!

Що стосується Абрахама Дарбі III, то він очолив сімейне виробництво також дуже рано, в 18-ть років, і увійшов в історію як будівельник легендарного та інноваційного Чавунного моста.



Чавунний міст Дарбі

## Чавунний міст

Міст мав з'єднати промисловий Брозлі з шахтарським містечком Мадлі і промисловим центром Коулбрукдейл, де Дарбі виплавили чавун з місцевої залізної руди і коксу. Саме Абраму Дарбі III було доручено відлити і побудувати міст з чавуну. Той погодився, оцінивши вартість проекту в 3,2 тис. фунтів стерлінгів – це еквівалентно 380 тис. фунтів стерлінгів в наші дні. Випустили акції, в пресі пройшла масована рекламна кампанія, і потрібна сума була зібрана. Документів про те, яким виявився фактичний бюджет проекту, не збереглося. Але сучасні дані свідчать, що оцінна вартість була перевищена майже в два рази і склала 6 тис. фунтів стерлінгів (сьогодні - понад 700 тис. фунтів стерлінгів). Бракуючі кошти вніс Дарбі-внук, незважаючи на великі борги перед підприємствами-підрядниками. Вже через десять років після відкриття, яке відбулося в 1781 році, міст став прибутковим і приносив акціонерам 8% річних. Проте, сам Дарбі розплачувався зі зробленими боргами до кінця своїх днів.

Довжина нового чавунного моста склала 60 м, довжина центрального прольоту – 30 м. Ні в кого в світі ще не було досвіду зведення таких великих інфраструктурних об'єктів з заліза! Тому міст має елементи дизайну, властиві дерев'яним спорудам (наприклад, специфічні типи зчленування). На міст витратили майже 385 т. заліза. Об'єкт складається з 1,7 тис. деталей, причому всі вони були відлиті індивідуально, щоб відповідати одна одній. Стандартних розмірів у них немає, і розбіжність між «однаковими» елементами моста становить кілька сантиметрів.

Звичайно, якщо порівнювати зі сталлю або кованим залізом, чавун не назвеш ідеальним конструкційним матеріалом через його крихкість і відносно низьку міцність. У деяких випадках мости і споруди, побудовані з чавуну, виходили з ладу досить швидко. Проте, перший Чавунний міст був закритий для експлуатації аж в 1935 році, тому що вже не витримував зростаючого вантажопотоку.

Зараз English Heritage Trust, благодійна організація, яка керує більш ніж 400 історичними пам'ятниками, будівлями і визначними пам'ятками Великої Британії, готова витратити 3,6 млн. фунтів стерлінгів, щоб відновити Чавунний міст в його первозданному вигляді.

## Споживачі металопрокату

Що ж, попит на продукцію металургійної промисловості в поєднанні з достатнім капіталом і енергійними підприємцями швидко зробили Великобританію одним із світових лідерів металургійної галузі. У 1875 році, на неї вже доводилося 47% світового виробництва чавуну і майже 40% сталі.

Початок активного розвитку металургійної промисловості та зниження собівартості випуску чавуну були «на руку» багатьом галузям-споживачам металопрокату. Як ми вже згадували вище, поступово здешевилось виробництво цвяхів, петель, дроту та інших залізних виробів.





Закладка сталеливарного цеху

Ця продукція металургійної промисловості почала активно застосовуватися у виробництві промобладнання. Нові верстати дозволяли краще обробляти залізо, яке, знову-таки, йшло на виробництво верстатів. До їх появи металообробка виконувалася вручну – молотками, напилками, скребками, пилами... Ручна робота була дуже дорогою і трудомісткою, точність деталей сильно страждала. Тому застосування металургії в промисловості і зводилося до мінімуму.

Тут доречно згадати свердлильний верстат Джона Вілкінсона, який був розроблений в 1774 році, за сім років до відкриття Чавунного моста. До речі, Вілкінсон був не тільки постачальником сировини, а й головним ідеологом будівництва цієї споруди. А ось стругальний та фрезерний верстати були розроблені вже в перших десятиліттях 19-го століття. Тому не дивно, що серйозним недоліком продукції металургійної промисловості часів промреволюції називають недостатній обсяг виробництва серійних металевих деталей.

Технологічні досягнення металургійної промисловості також мали вирішальне значення для розвитку залізничного транспорту. Перші залізниці Великобританії були побудовані і оплачені власниками вугільних шахт, які вони обслуговували. Вантажі переміщувалися за допомогою коней або гравітації, при цьому в якості колій використовувалися чавунні полотнища з жолобами. У 1767 році Річард Рейнольдс винайшов звичні нам рейки. Перша громадська залізниця Сюррея на чавунних рейках була заснована в 1799 році (почала функціонувати в 1803 р). Приблизно в ті ж роки почалися і перші пасажирські залізничні перевезення. Справа в тому, що саме після 1800 року в металургійній промисловості набув поширення процес перетворення чавуну в м'яке залізо (пудлінгування) і прокатні стани.

Не забудемо згадати і про застосування продукції металургійної промисловості під час військових дій. Так, завдяки наполеонівським війнам і підвищеному попиту з боку основних споживачів металопрокату – військових, з 1793 по 1815 рік британське виробництво заліза збільшилося в чотири рази, а Великобританія стала найбільшим європейським центром металургійної промисловості. Зараз Великобританія займає 22 місце\* в світі по виплавці чавуну і сталі.

\* дані WSA, 2018