

## Металлургическая промышленность как двигатель промышленной революции



Достижения металлургической промышленности середины восемнадцатого века - начало использования каменного угля и кокса - позволили увеличить объемы производства железа, снизить его себестоимость и цены для потребителей металлопроката. Доступное сырье сделало возможным бурное развитие машиностроения. Великобритания стала той страной, где началась революция машин.

Исторически при плавке чугуна использовался исключительно древесный уголь - в качестве источника тепла и восстановителя. Потребность в железе увеличивалась, а количество местной древесины было ограничено. В середине семнадцатого века Англия ввозила древесный уголь из Швеции, потом начался экспорт из России. Постепенно Великобритания даже впала в импортозависимость от сырья из этих стран. Поэтому спасением и главной инновацией в металлургической промышленности эпохи промышленной революции стала замена древесного угля на каменный уголь и кокс.



Рабочая молодежь

### Предтечи

Во-первых, добыча каменного угля была менее трудоемкой, чем рубка леса и последующее его превращение в древесный уголь. Во-вторых, у древесного угля температура горения - до 1300 градусов, у каменного - до 2100. В-третьих, каменного угля было просто больше, чем дерева, которое становилось дефицитом. Любопытно, что в современных терминах произошел своего рода регресс - переход от устойчивого к неустойчивому развитию. Иными словами, топливо, источник которого способен восстанавливаться естественным образом (древесина), было заменено топливом, источник которого, в

Считается, что первым использовать каменный уголь в доменной плавке попробовал английский металлург Дод Дадли еще в двадцатых годах семнадцатого века. Но его опыты имели лишь научное значение, и никакой выгоды ни исследователю, ни потребителям металлопроката не принесли. В общих чертах Дадли рассказал о своих достижениях в книге «Metallum Martis». Это издание является самой ранней из сохранившихся геологических карт в мире. Согласно историческим источникам, плавильные эксперименты Дода Дадли оплачивал, среди прочих, и предприниматель сэра Клемент Кларк.

Спонсор, а затем ученик Дадли, Кларк стал еще одним столпом мировой промышленной революции и современной металлургической промышленности. Его главным достижением стал практический опыт применения отражательной печи (купола). Особенность такой металлургической печи в том, что она изолирует обрабатываемый материал от контакта с топливом (поэтому примеси из угля не мигрируют в металл), но не препятствует контакту материала с газами. Сэр Клемент Кларк с сыном построили отражательные печи в 1678 г. ниже Бристоля и начали плавить свинец и медь, также используя каменный уголь.



Сборка качающейся мартеновской печи 1935г.

## Династия Дарби

Но все же главным действующим лицом революционных изменений в металлургической промышленности и машиностроении стала династия Абрахама Дарби – дед, сын и внук. Впрочем, и тут не обошлось без тайных связей. Так, историки считают, что прабабка Абрахама Дарби-старшего была родной сестрой того самого Дода Дадли. Существует и удивительная версия о том, что своему главному открытию – использованию кокса в доменном производстве – Абрахам Дарби I обязан пивоварам. Дело в том, что в свои двадцать с лишним он устроился работать учеником мастера на завод по производству солода. Примерно в то же время британские пивовары начали отказываться от традиционной технологии сушки солода при помощи сжигания древесного угля. Им удалось изготовить лучшее топливо, более твердое и с меньшим содержанием примесей – кокс. Его получали, нагревая уголь без доступа воздуха. В тридцать лет Абрахам Дарби арендовал полуразрушенную доменную печь в Коулбрукдейле, окрестности которого богаты железной рудой. За несколько месяцев печь была восстановлена и задута, и в первый же год работы Дарби I продал более 80-ти тонн чугунной посуды и других скобяных товаров потребителям металлопроката. Со временем предприниматель обратил внимание на пласт угля, который просто выходил на поверхность земли прямо возле его заводика. В 1713 г. Дарби сам изготовил из угля кокс, смешал его с древесным углем и торфом, засыпал в домну и выплавил чугун. Так в металлургической промышленности началась новая эра.

Использовать в плавке только кокс догадался сын Абрахама Дарби-старшего – Абрахам Дарби II. Это произошло в 1735-м году, через пять лет после того, как мальчик встал у руля семейного чугунолитейного завода в свои 19-ть. При нем завод в Коулбрукдейле вышел в абсолютные лидеры производства чугуна в Великобритании и на протяжении долгих лет был единственным предприятием, где плавка проводилась исключительно на коксе. Тем не менее, в целом по стране железо становилось все дешевле и доступнее. Все активнее шло применение металлургии в промышленности, для производства деталей и станков. А те, в свою очередь, улучшали степень обработки металлов. Колеса промышленной революции крутились быстрее и быстрее!

Что касается Абрахама Дарби III, то он возглавил семейное производство тоже очень рано, в 18-ть лет, и вошел в историю как строитель легендарного и инновационного Чугунного моста.



Чугунный мост Дарби

## Чугунный мост

Мост должен был связать промышленный Броули с шахтерским городком Мадли и промышленным центром Коулбрукдейл, где Дарби выплавляли чугун из местной железной руды и кокса. Именно Абрахаму Дарби III было поручено отлить и построить мост из чугуна. Тот согласился, оценив стоимость проекта в 3,2 тыс. фунтов стерлингов – это эквивалентно 380 тыс. фунтов стерлингов в наши дни. Выпустили акции, в прессе прошла массированная рекламная кампания, и нужная сумма была собрана. Документов о том, каким оказался фактический бюджет проекта, не сохранилось. Но современные данные свидетельствуют, что оценочная стоимость была превышена практически вдвое и составила 6 тыс. фунтов стерлингов (сегодня - более 700 тыс. фунтов стерлингов). Недостающие средства внес Дарби-внук, несмотря на крупные долги перед предприятиями-подрядчиками. Уже через десять лет после открытия, которое состоялось в 1781 г., мост стал прибыльным и приносил акционерам 8% годовых. Тем не менее, сам Дарби расплачивался со сделанными долгами до конца своих дней.

Длина нового чугунного моста составила 60 м, длина центрального пролета – 30 м. Ни у кого в мире еще не было опыта возведения столь крупных инфраструктурных объектов из железа! Поэтому у моста есть элементы дизайна, присущие деревянным сооружениям (например, специфические типы сочленений). На мост ушло почти 385 т. железа. Объект состоит из 1,7 тыс. деталей, при чем все они были отлиты индивидуально, чтобы соответствовать друг другу. Стандартных размеров у них нет, и расхождение между «одинаковыми» элементами моста составляет несколько сантиметров.

Конечно, если сравнивать со сталью или кованым железом, чугун не назовешь идеальным конструкционным материалом из-за его хрупкости и относительно низкой прочности. В некоторых случаях мосты и здания, построенные из чугуна, выходили из строя довольно быстро. Тем не менее, первый Чугунный мост был закрыт для эксплуатации аж в 1935 г., т.к. уже не выдерживал возрастающего грузопотока.

Сейчас English Heritage Trust, благотворительная организация, которая управляет более, чем 400 историческими памятниками, зданиями и достопримечательностями Великобритании, готова потратить 3,6 млн. фунтов стерлингов, чтобы восстановить Чугунный мост в его первоначальном виде.

## Потребители металлопроката

Что же, спрос на продукцию металлургической промышленности в сочетании с достаточным капиталом и энергичными предпринимателями быстро сделали Великобританию одним из мировых лидеров металлургической отрасли. В 1875 г. на нее уже приходилось 47% мирового производства чугуна и почти 40% стали.

Начало активного развития металлургической промышленности и снижение себестоимости выпуска чугуна были «на руку» многим отраслям-потребителям металлопроката. Как мы уже упоминали выше, постепенно удешевилось производство гвоздей, петель, проволоки и других скобяных изделий.





Закладка сталелитейного цеха

Эта продукция металлургической промышленности начала активно применяться в производстве промоборудования. Новые станки позволяли лучше обрабатывать железо, которое, опять-таки, шло на производство станков. До их появления металлообработка выполнялась вручную – молотками, напильниками, скребками, пилами... Ручная работа была очень дорогой и трудоемкой, точность деталей сильно страдала. Поэтому и применение металлургии в промышленности сводилось к минимуму.

Тут уместно вспомнить сверлильный станок Джона Уилкинсона, который был разработан в 1774 г., за семь лет до открытия Чугунного моста. Кстати, Уилкинсон был не только поставщиком сырья, но и главным идеологом строительства этого сооружения. А вот строгальный и фрезерный станки были разработаны уже в первых десятилетиях 19-го века. Поэтому неудивительно, что серьезным недостатком продукции металлургической промышленности времен промреволюции называют недостаточный объем производства серийных металлических деталей.

Технологические достижения металлургической промышленности также имели решающее значение для развития железнодорожного транспорта. Первые железные дороги Великобритании были построены и оплачены владельцами угольных шахт, которые они обслуживали. Грузы перемещались с помощью лошадей или гравитации, при этом в качестве путей использовались чугунные полотнища с желобами. В 1767 году Ричард Рейнольдс изобрел привычные нам рельсы. Первая общественная железная дорога Сюррея на чугунных рельсах была учреждена в 1799 г. (начала функционировать в 1803 г.). Примерно в те же годы начались и первые пассажирские ж/д перевозки. Дело в том, что именно после 1800 г. в металлургической промышленности получил распространение процесс преобразования чугуна в мягкое железо (пудлингование) и прокатные станы.

Не забудем упомянуть и о применении продукции металлургической промышленности во время военных действий. Так, благодаря наполеоновским войнам и повышенному спросу со стороны главных потребителей металлопроката – военных, с 1793 по 1815 год британское производство железа увеличилось в четыре раза, а Великобритания стала крупнейшим европейским центром металлургической промышленности. Сейчас Великобритания занимает 22 место\* в мире по выплавке чугуна и стали.

\* данные WSA за 2018 г.