

# Electric-arc steelmaking

Перевел: Гнидюк Д. Ю.

## Электродуговое сталеплавильное производство

Около четверти мировой стали производится электродуговым методом, который использует мощные электрические дуги для расплавления стального лома и превращения его в жидкую сталь с заданным химическим составом и температурой. Внешний дуговой нагрев позволяет лучше контролировать температуру, чем основным процессом продувки кислородом, при котором нагрев осуществляется экзотермическим окислением элементов, содержащихся в заряде. Это позволяет создавать более крупные сплавы, чем это возможно при производстве конверторным способом. Однако при электродуговом сталеплавильном производстве металл не так окисляется, и смешение шлакового металла не столь интенсивно; поэтому сталь из электродуговой печи обычно имеют содержание углерода выше 0,05%. Кроме того, они обычно имеют более высокое содержание азота от 40 до 120 частей на миллион, по сравнению с 30-50 частями на миллион в щелочно-кислородных сталях. Азот, который делает сталь хрупкой, поглощается жидкой сталью из воздуха в высокотемпературной зоне дуги. Содержание азота может быть снижено путем выдувания других газов в печь, путем нагревания с короткой дугой и путем подачи сильной окиси углерода или аргона в расплав.

## Материал

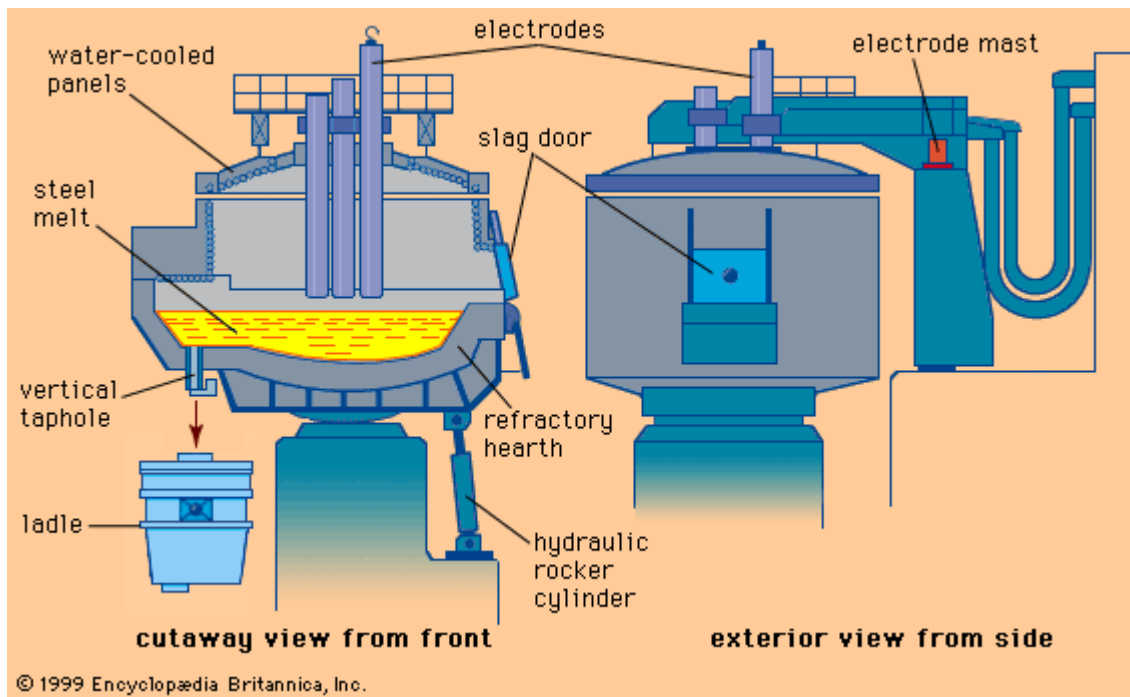
Основным материалом загрузки электродуговой печи является металлолом, а его наличие при низкой стоимости и надлежащем качестве является существенным. Важность качества лома проявляется при изготовлении сталей высокой пластичности, которые должны иметь полное максимальное содержание остатков (то есть медь, хром, никель, молибден и олово) на 0,2 процента. Большинство этих остатков присутствуют в ломе и вместо окисления при производстве стали они накапливают и увеличивают количество рециркулированного лома. В таких случаях некоторые производства дополняют свои ломовые заряды холодным доменным железом с

прямым восстановлением, которые не содержат остатков. Как правило, более высокое содержание углерода, азота и остатков делает электродуговой процесс менее привлекательным для производства низкоуглеродистых, ковких сталей.

Большинство складов отходов содержат различные отходы лома. Высоколегированные цеха, такие как производители нержавеющей стали, накапливают, покупают и загружают лом аналогичного состава в сталь, которую они производят, чтобы минимизировать дорогостоящие добавки для легирования.

## Печь

Электродуговая печь (EAF) представляет собой приземистый цилиндрический сосуд из тяжелых стальных пластин. Он имеет тарельчатый огнеупорный поддон и три вертикальных электрода, которые тянутся вниз через куполообразную съемную крышку (см. Рисунок). Диаметр оболочки 10-, 100- и 300-тонной ЭДП составляет приблизительно 2,5, 6 и 9 метров. Оболочка сидит на качалке с гидравлическим приводом, которая наклоняет печь вперед для отвода и назад для удаления шлака. Очаг облицован смоляным магнезитовым кирпичом и имеет на одной стороне слегка наклонный вал и носик или, как показано на рисунке, овальный поддон и вертикальный вал. При таком последнем расположении печь должна быть наклонена только на  $10^\circ$  для слива стали, создавая плотный и короткий поток металла, который уменьшает потери тепла и повторное окисление жидкой стали. Перед загрузкой вертикальная трубка закрывается снаружи подвижной нижней пластиной и заполняется огнеупорным песком.



Электродуговая печь.

Encyclopædia Britannica, Inc.

Большинство стен печи изготовлены из сменных панелей с водяным охлаждением; они покрываются внутри распыляемыми огнеупорами и шлаком для защиты и снижения потерь тепла. Крышка также изготовлена из панелей с водяным охлаждением и имеет три круглых отверстия с равномерным интервалом для вставки цилиндрических электродов. Еще одно большое отверстие для крыши, так называемое четвертое отверстие, используется для удаления газа.

Дополнительные отверстия в стенке печи с водоохлаждаемыми дверями используются для впрыскивания, отбора проб, испытаний, осмотра и ремонта. Крышка и электроды могут быть подняты и отодвинуты для загрузки лома и для обслуживания поддона.

Графитовые электроды, изготовленные по высоким стандартам специализированной промышленностью, представляют собой струны отдельных электродов, завинчиваемых до конца короткими графитовыми ниппелями. Это делается потому, что более короткие электроды легче изготавливать, транспортировать и обрабатывать. Диаметры электродов зависят от размера печи; 100-тонный ЭДС обычно использует 600-миллиметровые электроды. Три электродные нити зажимают на плечах, которые простираются над крышкой печи и прикрепляются болтами к вертикально подвижной мачте,

расположенной рядом с печью. Мачта контролирует расстояние между каждым кончиком электрода и ломом или расплавом, тем самым регулируя длину дуги и ток. В конкретном хранилище на небольшом расстоянии от печи установлено оборудование электропитания - обычно понижающий трансформатор, вакуумные выключатели, переключатели ответвлений для регулирования напряжения электрода и трансформатор печи. Тяжелые водоохлаждаемые кабели и несущие рычаги соединяют печной трансформатор с электродами.

Заводы EAF меньше и дешевле в строительстве, чем интегрированные сталеплавильные заводы, которые, помимо основных кислородных печей, содержат доменную печь.