03 feb. 2021

El gas natural en la industria siderúrgica: del mineral de hierro y el coque al acero laminado

Al igual que en cualquier cocina doméstica, en la cocina siderúrgica convencional hay un ingrediente muy importante, el gas natural, sin el cual sería difícil llevar a cabo ciertas fases de la producción de acero y otros procesos auxiliares.

A menudo, el procesamiento del mineral de hierro, así como los procesos de sinterización y de altos hornos, la

fabricación de acero

y la producción de laminados no pueden realizarse sin gas natural. Y además, el “combustible azul” salva a veces a los fabricantes de acero en situaciones de emergencia.

Así, en 2015 – 2017, la planta de coque de Avdiivka del Grupo Metinvest, que es la mayor planta de producción de coque siderúrgico de Europa, estuvo al borde del cierre en más de una ocasión. A raíz de los intensos bombardeos en la región ucraniana de Donbás, la planta se quedó sin electricidad más de diez veces. La producción de coque se paralizó, lo que a su vez provocó el cese de la generación de gas de cok, un subproducto. ¿Por qué era tan importante, sobre todo en invierno?

El gas de cok se quema para calentar las baterías de cok. Se trata de enormes estructuras de ladrillos refractarios especiales donde se realiza la coquización del carbón. Si los hornos llegan a enfriarse, las paredes de ladrillo se agrietan y los hornos no pueden funcionar. La construcción de una nueva batería de cok requiere una inversión de cientos de millones de dólares. En aquella época, la planta de coque de Avdiivka se salvó gracias al gas natural. Se quemaba este costoso combustible para calentar los hornos y evitar daños irreversibles. "[Necesitamos] unos 18 mil metros cúbicos [de gas natural] por hora para preservar la ciudad de Avdiivka, así como la planta de coque para evitar una catástrofe humanitaria y medioambiental", publica en Facebook a principios de 2017 Musa Magomedov, que por entonces estaba al frente de la empresa.

Afortunadamente, aquel duro periodo ya quedó atrás, y a día de hoy el gas natural se utiliza en la industria siderúrgica ucraniana solo como parte del proceso tecnológico.

El gas natural, compuesto casi en su totalidad por metano, es uno de los combustibles más importantes, un hidrocarburo. Su temperatura de autoignición es de 650°C y la de combustión en oxígeno alcanza los 2100-2020°C.

En el ámbito doméstico, se utiliza para calentar los hogares, el agua y en la mayoría de las cocinas, en las estufas y hornos de gas. A escala industrial, se utiliza para obtener fertilizantes minerales y plásticos, así como para generar energía y calor en centrales térmicas y eléctricas. Y, como ya habíamos comprobado, también tiene aplicaciones en el complejo minero-metalúrgico.

Mineral de hierro o mena y arrabio: sinterización y calentamiento

¿Por qué hace falta gas en la producción de mineral de hierro? Aparentemente, bastaría con cavar a mayor profundidad, triturar la roca, extraer el mineral de hierro sacándolo a la superficie con una cinta transportadora. El mecanismo funciona con este formato simplificado solo hasta cierto punto, hasta que haya que pensar en el uso práctico del mineral extraído. En ese momento, resulta que el mineral de hierro de la cantera o de la mina todavía no es válido para ser utilizado en los altos hornos o en los hornos siderúrgicos. Prácticamente en ningún lugar del mundo queda mineral de hierro con un grado de calidad adecuado para ser utilizado sin ningún tratamiento posterior.

El material extraído debe ser enriquecido (para aumentar su contenido de hierro), triturado hasta alcanzar la granulometría deseada y preparado para su fundición. En la industria siderúrgica ucraniana se utilizan el sínter y los pellets que son dos tipos de materias esenciales.

El sínter se obtiene en plantas de sinterización, donde una mezcla especialmente preparada (carga), formada por mineral de hierro, concentrado, fundentes, lodos y combustible sólido (coque), mezclada en proporciones exactas, se quema y se sinteriza mediante calentamiento externo con productos de combustión de gas natural.

Sin embargo, este tipo de materias primas tiene varios inconvenientes, sobre todo relacionados con el transporte. El sínter es un material muy frágil. Si se produce en plantas de enriquecimiento de mineral, puede desmoronarse durante su transporte a largas distancias. Por eso, casi todas las plantas de sinterización ucranianas se construyen junto a las plantas metalúrgicas. Por otra parte, el transporte del concentrado de mineral de hierro y otras materias primas desde las minas hasta las acerías es también muy costoso, en parte por la pérdida de una parte del producto durante su traslado.

A principios del siglo XX se propuso una solución a este problema, que se extendió en la segunda mitad del siglo. Se trata de la producción de pellets. Los equipos de peletización y tostado o tostación se instalan directamente en las plantas de enriquecimiento del mineral para obtener gránulas sólidas y resistentes con un contenido de hierro del 63-68%. Pueden transportarse a largas distancias sin perder su calidad. Esto facilita la exportación de mineral de hierro. En el mercado nacional también está creciendo el consumo de pellets, aunque primero hace falta modernizar los altos hornos para esta materia prima.

En la producción de pellets también se requiere el uso de gas natural u otros combustibles. En las máquinas peletizadoras la carga obtiene una forma esférica. Los gránulos que se obtienen se secan y luego se queman (sinterizan) a una temperatura de 1200-1300°C.

A finales del siglo XX, los ingenieros avanzaron un paso más, introduciendo en la industria siderúrgica el proceso de reducción directa o briqueteado en caliente. Con este proceso se obtiene un hierro casi puro cuyo contenido en la briqueta supera el 90%. El material es, de hecho, un sustituto del arrabio y la chatarra.

Las tecnologías de reducción directa más comunes no utilizan prácticamente ningún combustible sólido, solo gas. El briqueteado se lleva a cabo a unos 700°C. Existen varias tecnologías patentadas, como Midrex, HYL III y Purofer, entre otras. Pero no todos los países con industrias siderúrgicas modernas tienen acceso al “combustible azul”. Como el coste del gas natural es cada vez mayor, se están implantando procesos de reducción directa de hierro sin gas. El proceso ITMk3 es probablemente el más avanzado. Sus inventores japoneses descubrieron cómo conseguir un producto de un 96-98% de hierro a partir de mineral triturado y carbón no coquizable mediante la sinterización a 1350-1400°C. Por su forma específica, los inventores la llamaron "pepitas de hierro". La posibilidad de implantar esta tecnología también se estudió en las plantas ucranianas de enriquecimiento de mineral. No obstante, el proceso metalúrgico convencional sigue siendo más rentable.

Reducción del consumo de gas en la siderurgia

Las materias primas del mineral de hierro - sinter y pellets - son los principales componentes en la fabricación de hierro fundido o arrabio. Los altos hornos se alimentan con mineral de hierro, coque y otros materiales que se funden a una temperatura elevada, de hasta 2.100°C, alcanzada mediante la quema de combustible (coque, gas natural, carbón pulverizado o una combinación de ambos). Además, para purgar la carga se utiliza gas natural, compuesto principalmente de metano, junto con el aire calentado. Así se mejora el proceso de reducción del arrabio. Durante las últimas décadas se están desarrollando activamente tecnologías que permiten sustituir esta costosa materia prima por alternativas más asequibles para el proceso de los altos hornos. Una de las principales tendencias es el uso de la inyección de carbón pulverizado, en la que se introduce en el horno una mezcla especialmente preparada de carbones finos. El carbón pulverizado hace que sea posible prescindir completamente del gas natural en este proceso metalúrgico.

En el proceso de fabricación del acero, el gas natural también ha sido durante mucho tiempo la principal fuente de calor para fundir el arrabio y convertirlo en acero. Era el combustible que permitía la combustión en los hornos a cielo abierto. Sin embargo, después de que los fabricantes de acero de todo el mundo se decantaran por los convertidores de oxígeno y los hornos de arco eléctrico, el consumo de gas natural en este proceso metalúrgico se redujo drásticamente. En la actualidad, las altas temperaturas de fabricación de acero se consiguen soplando hierro líquido con oxígeno en convertidores (las reacciones químicas van acompañadas de desprendimiento de calor) o mediante arco eléctrico en hornos de arco.

Productos laminados: prácticamente sin gas

Mientras que el proceso de laminación consume hoy en día una cantidad mínima de gas natural, el uso de este “combustible azul” era mucho mayor hace 30-40 años. Antes de que se introdujera la tecnología de colada continua, el acero líquido se fundía en lingotes, que luego se convertían en productos semielaborados en los trenes desbastadores y solo después se llevaban a los talleres de laminación de chapas y perfiles. Por lo tanto, los lingotes se remojaban o se calentaban en fosas especiales de remojo, donde se mantenía una alta temperatura por medio de quemadores de gas y un revestimiento de paredes refractario al rojo vivo.

Con la introducción generalizada de la tecnología de colada continua, los procesos intermedios, el slabbing y el blooming, están quedando atrás. Al mismo tiempo, se reduce la cantidad de gas que se consume para calentar los lingotes.

Hoy día, los planchones o slabs, los blooms y las palanquillas redondas y cuadradas se calientan de forma continua para conseguir productos acabados en los trenes de laminación de chapas y perfiles. Como fuente de calor para estos hornos, además de los combustibles fósiles, se utiliza el gas de los altos hornos y de los hornos de coque e incluso la electricidad.

El alto precio del gas y la huella de carbono

Los metalúrgicos llevan tiempo pensando en reducir los costes del gas natural. Por ejemplo, en algunas plantas aprovechaban los gases de los hornos de coque y de los altos hornos, que se forman en los procesos tecnológicos correspondientes. Pero fueron casos puntuales, sobre todo en el territorio de la Ucrania moderna, y tuvo que ver con varios procesos auxiliares.

De hecho, en la economía planificada postsoviética, los factores ecológicos y el precio de mercado apenas existieron a lo largo de mucho tiempo. Pero tras la gran privatización y la entrada de empresas privadas en el complejo minero-metalúrgico, cambiaron muchas cosas. Y más cuando se intensificaron los procesos de eficiencia energética y de recursos a nivel mundial.

Por ello, los mineros y fabricantes de acero empezaron a invertir en tecnologías de ahorro energético que, a su vez, tienen un impacto medioambiental positivo. Estas soluciones adoptan a veces formas poco comunes. Así, por ejemplo, algunas fábricas de enriquecimiento de mineral de hierro no utilizan gas o carbón (recursos naturales no renovables) para la cocción de pellets, sino briquetas de cáscara de girasol. Este combustible renovable es perfectamente capaz de alcanzar las mismas temperaturas de combustión. Ucrania es uno de los líderes mundiales en el cultivo de girasol y en la exportación de aceite de girasol, por lo que no tiene problemas de abastecimiento.

Además de ahorrar costes, toda empresa que utilice recursos renovables conseguirá reducir su huella de carbono.

Otro motivo, no menos importante, para encontrar una alternativa al gas natural fue su excesivo coste. En el proceso siderúrgico de alto horno, ha sido sustituido por la tecnología de inyección de carbón pulverizado (PCI), gracias a la cual se ahorran decenas de miles de dólares por tonelada de arrabio. Puede aplicarse eficazmente en los grandes altos hornos, cosa que ya hicieron las factorías del Grupo Metinvest (Ilyich, Azovstal y Zaporizhstal).

La importancia del gas natural en la industria siderúrgica es cada vez menor. Principalmente, esto se debe a la introducción de nuevas tecnologías de ahorro de recursos. En adelante, la industria dependerá aún menos de este combustible. Así, por ejemplo, al introducir la colada y el laminado, los fabricantes de acero se desprenden no solo de los trenes desbastadores, sino también de los trenes laminadores en su sentido clásico. En estas plantas, el acero líquido se convierte inmediatamente en productos laminados acabados que apenas requieren calentamiento adicional en las distintas fases de procesamiento (y si lo requiere, se recurre a hornos eléctricos de inducción).

Asimismo, existe una creciente demanda de productos respetuosos con el medio ambiente. Concretamente, Europa está estudiando la posibilidad de introducir una nueva normativa para incentivar a los fabricantes a reducir el consumo de recursos naturales no renovables, como el gas, el petróleo y el mineral de hierro. Y tal vez, en un futuro remoto, los gasoductos de las instalaciones mineras y metalúrgicas se mantendrán solo como respaldo en caso de emergencia o se convertirán en objetos de museo que nos recuerden los tiempos pasados.