

Umstellung des Klinkerbrennofens auf Kohlefeuerung im slowakischen Zementwerk Rohoznik

R. Bissot, K.-P. Lukas, Kaiserslautern/Deutschland, P. Staron, Rohoznik/Slowakei, J. Blatton, Dillingen, H.-W. Häfner, Augsburg, P. Schubert, Taunusstein/Deutschland

ZUSAMMENFASSUNG

Im slowakischen Zementwerk HIROCEM in Rohoznik wurde Mitte 1995 die Befuerung der beiden nach dem Trockenverfahren arbeitenden Drehofenlinien auf den Einsatz von Kohle umgestellt. Die Umstellung der bisher mit Erdgas und Heizöl befeuerten Ofenlinien erfolgte aus wirtschaftlichen Gründen. Neben der Errichtung von zwei Kohlemahl- und Trocknungsanlagen, ausgerüstet mit zwei Pfeiffer-Walzenschüsselmühlen MPS 180 K sowie dem Einsatz von Silos, Dosier-, Brenner- und Sicherheitsausrüstungen wurde auch ein Rundmischbett installiert. Das gewählte Anlagenkonzept hat sich sowohl betriebs- als auch prozeßtechnisch gut bewährt, ebenso das Sicherheitskonzept, das beim Kohleinsatz bekannterweise hohe Anforderungen erfüllen muß. Es wird das Anlagenkonzept beschrieben. Die nunmehr schon über mehrere Jahre gemachten Betriebserfahrungen werden mitgeteilt.

SUMMARY

The firing systems for the dry-process kiln lines in the HIROCEM cement works at Rohoznik in Slovakia were converted to coal-firing in mid 1995. The conversion of the kiln lines, which were previously fired with natural gas and heavy fuel oil, was carried out for economic reasons. Two coal grinding and drying plants equipped with two Pfeiffer MPS 180 K vertical roller mills were erected, and silos, metering, burning and safety equipment were used. A circular blending bed was also installed. The chosen plant design has proved very successful from both the operating and the process engineering aspects, as has the safety scheme which has to meet strict requirements when coal is used. A description is given of the plant design and of the operating experience obtained over several years.

RÉSUMÉ

A la cimenterie slovaque HIROCEM, à Rohoznik et vers le milieu de 1995, les deux lignes de four à voie sèche ont été permutées au chauffage au charbon. La conversion des lignes de four, chauffées jusqu'à présent au gaz naturel et au mazout, a été faite pour des raisons d'économie. Outre la mise en place de deux ateliers de broyage-séchage de charbon, équipés de deux broyeurs à galets Pfeiffer MPS 180 K, ainsi que de l'installation de silos et d'équipements de dosage, de brûleurs et de sécurité, a aussi été construit un lit de mélange circulaire. Le concept d'installation choisi a bien fait ses preuves du point de vue de fonctionnement et du procédé, de même que le concept de sécurité qui, lors de l'emploi de charbon, doit satisfaire des exigences importantes. Le concept de l'installation est présenté; l'expérience acquise en exploitation, depuis déjà plusieurs années, est relatée.

RESUMEN

En la fábrica cementera eslovaca HIROCEM, de Rohoznik, la combustión de las dos líneas de hornos rotatorios por vía seca fue modificada, a mediados de 1995, con el fin de poder quemar carbón. Esta modificación de las dos líneas de hornos, que habían funcionado hasta entonces con gas natural y fuel-oil, se hizo por razones económicas. Aparte de la instalación de dos plantas de molienda-secado de carbón, equipadas con dos molinos de cubeta y rodillos Pfeiffer MPS 180 K, y el empleo de silos, equipos para dosificación, quemador y seguridad, se instaló también un lecho de mezcla circular. El concepto de instalación elegido ha probado su eficacia, tanto desde el punto de vista tecnológico como de servicio. Lo mismo se puede decir del concepto de seguridad, el cual tiene que cumplir, como es sabido, elevadas exigencias cuando se trata del empleo de carbón. Se describe, a continuación, el concepto de la instalación, dándose a conocer las experiencias adquiridas durante el servicio, desde hace ya varios años.

Conversion of the clinker kilns to coal burning at the Rohoznik cement works in Slovakia

Permutation des fours à ciment au chauffage au charbon à la cimenterie slovaque Rohoznik

Cambio de los hornos de cemento a combustión de carbón en la fábrica cementera eslovaca de Rohoznik

1. Einführung

Im slowakischen Zementwerk HIROCEM in Rohoznik (**Bild 1**) wurde im Jahre 1995 die Befeuerung des Klinkerbrennofens von Schweröl auf Kohlestaub umgestellt. Gründe für die Umstellung waren Preiserhöhungen für das Schweröl, die durch den hohen Schwefelgehalt von 2 bis 3,5% verursachten Probleme in der Prozeßführung und die unzulässig hohe SO₂-Konzentration im Vorwärmerabgas. Da die Verwendung von leichtem Heizöl oder von Erdgas aus Preisgründen nicht in Frage kam, sollte eine kostengünstige Steinkohle zum Einsatz gelangen. Den hohen Sicherheitsanforderungen wurde durch ein umfassendes Sicherheitskonzept entsprochen.

In das mit der Umstellung der beiden Drehofenanlagen auf Kohlefeuerung zu realisierende Auftragsvolumen teilten sich folgende Firmen:

Die MVT Maschinen- und Verfahrenstechnik Bernhard Blatton GmbH, Dillingen/Deutschland

für Waggonentladung, Transport, Lagerung und Homogenisierung der Kohle

Die Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern/Deutschland

für die Kohlemahl- und Trocknungsanlagen und die Kohlestaubsilos

Die Pfister GmbH, Augsburg/Deutschland

für die Kohlestaubdosierung und den Kohlestaubtransport zu den Drehöfen

Die Pillard Feuerungen GmbH, Taunusstein/Deutschland für die Drehofenbrenner.

Im folgenden werden die technischen Lösungen und das Sicherheitskonzept beschrieben, sowie die Betriebserfahrungen und die wirtschaftlichen Aspekte der Umstellung mitgeteilt.

2. Anlagenbeschreibung

Das Zementwerk HIROCEM betreibt zwei Drehofenanlagen, die nach dem Trockenverfahren arbeiten und vom tschechischen Anlagenbauer Prerovske Strojirny geliefert wurden. Die Klinkerkapazität eines Drehofens mit den Abmessungen Ø 5 m × 100 m beträgt 2000 t/d.

1. Introduction

The firing system for the clinker kilns at the HIROCEM cement works (**Fig. 1**) in Rohoznik, Slovakia, was changed over from heavy fuel oil to pulverized coal. The reasons for the changeover were the increase in price of heavy fuel oil, the process control problems caused by the high sulphur content of 2 to 3.5%, and the inadmissibly high SO₂ concentration in the preheater exhaust gas. The use of light fuel oil or natural gas was ruled out on grounds of cost, so a reasonably priced hard coal was used. The strict safety requirements are met by a comprehensive safety scheme.

The following companies participated in the contract for converting the two rotary kiln plants to coal firing:

MVT Maschinen- und Verfahrenstechnik Bernhard Blatton GmbH, Dillingen, Germany

for wagon unloading, and transport, storage and homogenization of the coal

Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern, Germany

for the coal grinding and drying plants and the pulverized coal silos

Pfister GmbH, Augsburg, Germany

for the pulverized coal metering system and the pulverized coal transport to the rotary kilns

Pillard Feuerungen GmbH, Taunusstein, Germany

for the rotary kiln burners.

A description is given below of the technical solutions and the safety scheme as well as of the operating experience and the economic aspects of the conversion.

2. Plant description

The HIROCEM cement works operates two dry-process rotary kiln plants which were supplied by the Czech plant manufacturer Prerovske Strojirny. The clinker capacity of one 5 m diameter × 100 m rotary kiln is 2000 t/d.

The use of different grades of coal was taken into account when the two kiln plants were converted to coal firing. **Table 1** lists the most important parameters of the hard



BILD 1: Gesamtansicht des slowakischen Zementwerks HIROCEM in Rohoznik

FIGURE 1: General view of the HIROCEM cement works in Rohoznik, Slovakia

TABELLE 1: Zusammenstellung der wichtigsten Kohleparameter (Auslegungs- und Istwerte)
TABLE 1: List of the most important coal parameters (design and actual values)

Parameter parameter	Maßeinheit units	Auslegungswerte design values	Istwerte actual values
Aufgabekorngrößen/feed size	mm	0-60 1% bis 80 mm	0-40 max. 30% > 10 mm
Feuchtigkeitsgehalt/moisture content	%	max. 12	max. 11
Aschegehalt/ash content	%	max. 25 15% im Durchschnitt average 15%	max. 10 7-8% im Durchschnitt average 7-8%
Schwefelgehalt/sulphur content	%	1,8	max. 1,0
flüchtige Bestandteile/volatiles	%	max. 35	max. 34
Heizwert/net calorific value	MJ/kg	min. 22	min. 24,5 27,5 MJ/kg im Durchschnitt average 27.5 MJ/kg

Bei der Umstellung der beiden Ofenanlagen auf Kohlefeuerung wurde der Verwendung unterschiedlicher Kohlequalitäten Rechnung getragen. Die wichtigsten Parameter der Steinkohle, wie sie gegenwärtig im Zementwerk zum Einsatz gelangt, enthält **Tabelle 1**. In der Tabelle sind die aktuellen Kohleparameter den für die Ausrüstungsplanung zugrunde gelegten Parametern gegenübergestellt.

Rohkohlehandlung

Die Kohleanlieferung (**Bild 2**) zum Zementwerk erfolgt mit Eisenbahnwaggons, die in einen Tiefbunker entleert werden. Als Bunkerabzugsorgan wurde ein speziell für diese Aufgabenstellung durch MVT Maschinen- und Verfahrenstechnik entwickelter Kratzerförderer mit einer 5-strängigen, hochverschleißfesten Bergbaukette eingesetzt. Die Abzugsleistung des Förderers beträgt 250 t/h bei einem Achsabstand von 16,2 m und einer Fördergeschwindigkeit von 0,1 m/s. Mehrere Gurtförderer transportieren dann die Kohle zum überdachten Mischbettlager, das als Rundmischbett ausgeführt wurde. Das Mischbett übernimmt dabei die Aufgabe, die Kohle zwischen der diskontinuierlichen Anlieferung per Eisenbahn und dem kontinuierlich ablaufenden Mahl- und Verbrennungsprozeß zu puffern und die qualitativ unterschiedlichen Kohlesorten hinsichtlich ihrer Eigenschaftsschwankungen zu vergleichmäßigen.

Das Mischbettlager hat einen Schienendurchmesser von 70 m. Es sichert einen Vorrat an vergleichmäßiger Kohle von 8300 t bei einem Vorrat an unvergleichmäßiger Kohle von 3800 t. Ein Pfaff-Hammerprobenehmer entnimmt während der Aufhaltung regelmäßig Schotterproben. Durch die Probenanalyse im Labor wird eine Übersicht über die eingelagerten Kohlequalitäten geschaffen.

Die Steinkohle wird nach dem Chevcon-Verfahren mit einem dreh-, heb- und senkbaren Bandabsetzer bis auf eine

coals of the type currently used in the cement works. The table contrasts the present coal parameters with those on which the equipment design was based.

Raw coal handling

The coal is supplied to the cement works in railway wagons which are emptied into an underground hopper (**Fig. 2**). The hopper is discharged by a scraper conveyor specially developed for this duty by MVT Maschinen- und Verfahrenstechnik with a 5-strand, highly wear resistant, mining chain. The conveyor has an extraction capacity of 250 t/h with a distance between centres of 16.2 m and a transport speed of 0.1 m/s. Several belt conveyors then transport the coal to the covered blending bed store designed as a circular blending bed. The blending bed acts as a buffer store for the coal between the intermittent supply by rail and the continuous grinding and combustion processes; it also smooths out the fluctuations in properties of the varying grades of coal.

The blending bed store has a rail diameter of 70 m. It ensures a stock of homogenized coal of 8300 t with a stock of 3800 t of unhomogenized coal. A Pfaff hammer sampler takes samples of the raw coal regularly during the stockpiling process. Analysis of the samples in the laboratory provides an overview of the quality of the stockpiled coal.

The coal is stockpiled to a height of 12 m by the chevcon method using a slewable belt stacker which can also be raised and lowered. The coal is recovered from the stockpile with a bridge-type reclaimer with travelling rake. As the bridge reclaimer moves into the stockpile the rake travels backwards and forwards over the face of the stockpile. The material which trickles down is then car-

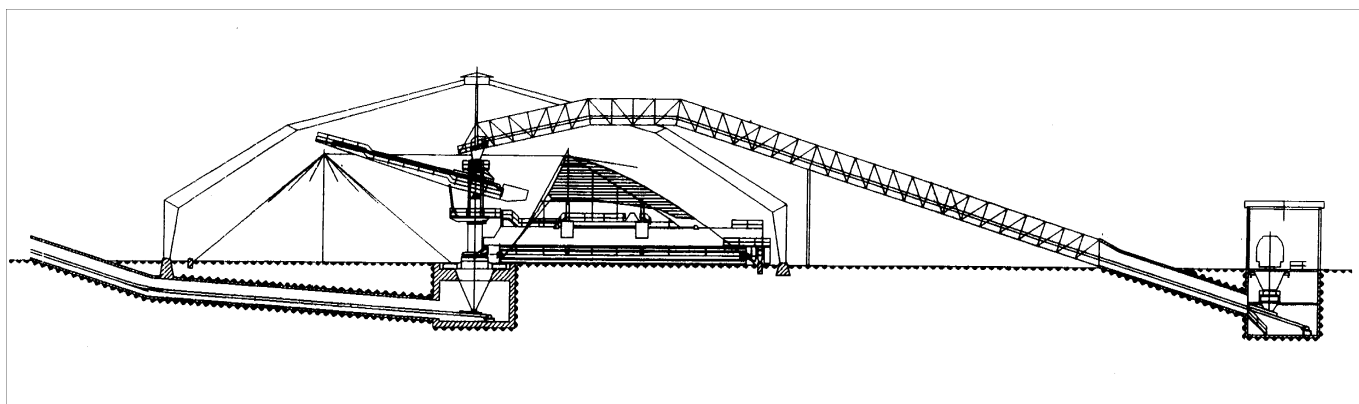


BILD 2: Rohkohleentladung und Kohlemischbett

FIGURE 2: Raw coal unloading system and coal blending bed

Höhe von 12 m eingelagert. Den Haldenabbau besorgt ein Brückenkratzer mit verfahrbarem Rechen. Während der Brückenkratzer an die Halde gefahren wird, bewegt sich dieser an der Stirnseite der Halde hin und her. Das herunterrieselnde Material wird dann von der Kratzerkette in den Zentraltrichter der Mischbetanlage gefördert und von dort über ein Gurtfördersystem zu den Vorbunkern der beiden Kohlemahl- und Trocknungsanlagen transportiert.

Kohlemahl- und Trocknungsanlage

Ausschlaggebend für die Entscheidung zu Gunsten eines Mahl- und Trocknungssystems mit Vertikalmühle waren für das Zementwerk der bekannterweise niedrige spezifische Arbeitsbedarf dieser Mühlen auch bei Teillastbetrieb, die hohe Trocknungskapazität bei einfacher und sicherer Ausregelung von Feuchtigkeitsschwankungen der aufgegebenen Kohle, das günstige Regelverhalten einer Vertikalmühle, die enge Korngrößenverteilung des gemahlene Kohlestaubs und nicht zuletzt die guten Voraussetzungen eines geschlossenen Mahl- und Trocknungssystems zur Gewährleistung einer hohen Sicherheit.

Im Werk HIROCEM wurden standortabhängig und wegen der Nutzung des Vorwärmerabgases bei der Rohmehlherstellung zwei separate Mahl- und Trocknungsanlagen errichtet. Den verfahrenstechnischen Aufbau jeder dieser beiden Anlagen von der Kohlezufuhr zur Mühle bis hin zum Ofenbrenner zeigt **Bild 3**. Einen Eindruck von den beiden bei HIROCEM errichteten Vertikalmühlen vermittelt **Bild 4**. Der Durchsatz einer Mühle beträgt 20 t/h bei einer Mahlfinesse des Kohlestaubs entsprechend einem Rückstandswert von $R_{90} = 5\%$.

Die Aufgabebunker mit einem Fassungsvermögen von je 130 m^3 sind auf Druckmeßdosen gelagert und mit getrennt ausgeführten Sonden zur Anzeige des maximalen und mi-



BILD 4: Pfeiffer-Walzenschüsselmühle MPS 180 K
FIGURE 4: Pfeiffer MPS 180 K vertical roller mill

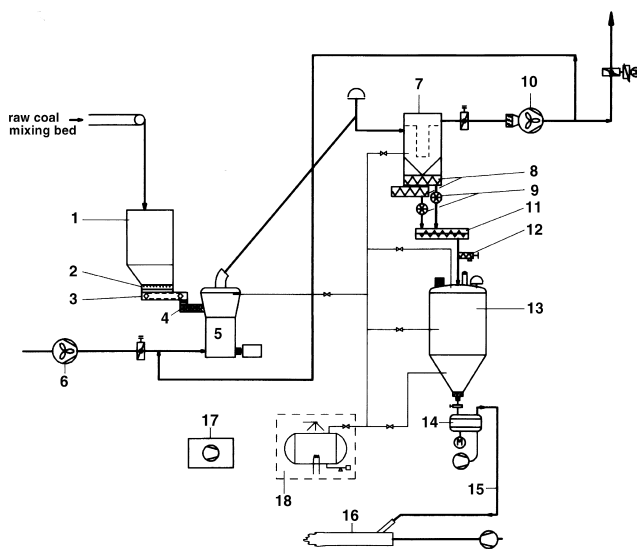


BILD 3: Fließschema der Kohlemahl- und Trocknungsanlage
FIGURE 3: Flow sheet for the coal grinding and drying plant

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 Aufgabesilo | feeding silo |
| 2 Nadelschieber | needle slide |
| 3 Trogkettenförderer | trough chain conveyor |
| 4 Doppelwellenschneckenförderer | double shaft screw conveyor |
| 5 MPS Walzenschüsselmühle | MPS vertical roller mill |
| 6 Heißgasgebläse | hot gas fan |
| 7 Druckluftfilter | jet pulse filter |
| 8 Rohrschnecke | tube screw conveyor |
| 9 Zellenradschleuse | rotary lock |
| 10 Mühlengebläse | mill fan |
| 11 Transportschneckenförderer | screw conveyor |
| 12 Probennehmer | sampler |
| 13 Kohlestaubsilo | pulverized coal silo |
| 14 Dosierrotorwaage | rotary weigh feeder |
| 15 Kohlestaubtransport | pulverized coal transport |
| 16 Drehofenbrenner | rotary kiln burner |
| 17 Druckluftherzeuger | compressed air generator |
| 18 CO ₂ Intertisierung | CO ₂ interting unit |

ried by the scraper chain to the central hopper of the mixing bed plant from where it is transported by a belt conveyor system to the feed hoppers of the two coal grinding and drying plants.

Coal grinding and drying plant

The cement works' decision in favour of a grinding system with vertical mills was influenced decisively by the well-known low specific power consumption of these mills, even during partial load operation, the high drying capacity with simple and reliable control of moisture fluctuations in the feed coal, the favourable control characteristics of a vertical mill, the narrow particle size distribution of the ground pulverized coal and, not least, the favourable conditions in a closed grinding system for ensuring a high level of safety.

Two separate grinding and drying plants were built at the HIROCEM works to suit existing plant layout and to allow the preheater exhaust gas to be used in the grinding and drying process. The process engineering design of these two plants from the coal feed to the mill up to the kiln burner is shown in **Fig. 3**. **Fig. 4** gives an impression of the vertical mills erected at HIROCEM. Each mill has a throughput of 20 t/h at a fineness of the pulverized coal corresponding to a residue of 5% on 90 μm .

The feed hoppers, each with a capacity of 130 m^3 , are supported on load cells and equipped with separate probes to indicate maximum and minimum levels. The feed hopper is prevented from running empty by constant monitoring of the maximum and minimum levels; this ensures the air seal to the coal mill which is required on safety grounds. The raw coal is extracted from the hopper by a controllable trough chain conveyor and fed to the mill through a twin-shaft screw conveyor. The coal is ground, dried and classified in the vertical roller mill. The necessary grinding pressure is provided by the hydro-pneumatic pressure system which presses the grinding rollers against the grinding bed. If there is a change in grind-