

# Mielenie kamienia wapiennego i wapna palonego w młynach misowo-rolkowych MPS

## Grinding of limestone and quicklime on MPS vertical roller mills

### 1. Wstęp

Kamień wapienny ( $\text{CaCO}_3$ ), wapno palone  $\text{CaO}$  i wapno hydratyzowane ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) o różnym uziarnieniu stosuje się między innymi w przemyśle materiałów budowlanych, w metalurgii, w gospodarce rolnej i leśnej, w przemyśle chemicznym, w zakładach uzdatniania wody, a także do oczyszczania gazów spalinowych oraz jako wypełniacze w różnych produktach.

Firma Gebr. Pfeiffer dostarcza od wielu lat do przemysłu wapienniczego na całym świecie maszyny i węzły technologiczne do produkcji najrozmaitszych spoiw i wypełniaczy wapiennych, do wytwarzania których wykorzystuje się mielenie, suszenie, separację i gaszenie wapna. Młyn misowo-rolkowy MPS uzyskuje bardzo dobre wyniki w procesach mielenia z równoczesnym suszeniem kamienia wapiennego oraz mielenia wapna palonego.

### 2. Budowa młyna misowo-rolkowego MPS Gebr. Pfeiffer

Młyny misowo-rolkowe MPS stosowane do mielenia kamienia wapiennego i wapna palonego odpowiadają w podstawowym zarysie młynom MPS stosowanym od lat sześćdziesiątych z bardzo dobrymi wynikami do przemiału surowców, cementu i węgla (rys. 1). Typowy dla tych młynów jest statycznie wyznaczalny układ trzech walców, które za pomocą ramy dociskowej oraz prętów napinających, usytuowanych poza korpusem młyna, i systemu hydraulicznego są dociskane do łoża mielącego. W trakcie rozruchu oraz do przeglądów konserwacyjnych można te walce podnosić za pomocą cylindrów napinających. Rozdrabnianie materiału zachodzi w wyniku naprężeń ściskających i ścinających występujących w łożu mielącym, między rolkami a talerzem mielącym, który jest napędzany silnikiem za pomocą przekładni. Między talerzem mielącym a ścianą młyna, znajduje się pierścieniowy układ dysz, służący do podawania powietrza lub gorących gazów do przestrzeni wewnętrznej młyna. W wyniku tego powstaje wrząca warstwa, która razem z ruchem talerza mielącego dostarcza w sposób ciągły materiał pod rolki mielące. Poza tym w przypadku wprowadzania gorących gazów zachodzi równoczesne suszenie mielonego materiału. Rozdrobniony materiał dostaje się wraz z gazami do wyżej usytuowanego separatora dużej sprawności, typu SLS. Ziarenka, które osiągnęły rozdrobnienie produktu końcowego, przechodzą przez koło separatora, natomiast grubsze ziarna zostają odtracone i wracają z powrotem do młyna. Żądany stopień rozdrobnienia produktu końcowego jest wyznaczony liczbą obrotów separatora. W separatorze łączy się również z materiałem mielonym doprowadzana do młyna nadawa i powstaje w ten sposób

### 1. Introduction

Limestone ( $\text{CaCO}_3$ ), quicklime ( $\text{CaO}$ ), and hydrated lime ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) are used in various fineness degrees, among others, in the building materials industry, metallurgy, agriculture and forestry, chemical industry, in flue gas desulfurization plants as well as water treatment plants, and as fillers for the most various products.

For many years GEBR. PFEIFFER AG has been providing the lime industry all over the world with machines and plants for producing a wide range of lime products obtained by grinding, drying, separating, and hydrating. When it comes to grinding-drying of limestone and grinding of quicklime, our MPS vertical roller mill has proven successful in a great many applications.

### 2. Design of the Pfeiffer MPS vertical roller mill

The MPS vertical roller mills used for grinding limestone and quicklime are basically designed the same as the MPS mills that have been used successfully since the 1960s for grinding cement raw material and coal (Fig. 1): Most characteristically, the statically determinate 3-roller system is pressed via the pressure frame, external pull rods, and hydraulic system onto the grinding bed. For start-up operation and maintenance purposes, the grinding rollers may be lifted by means of tension cylinders. Comminution is carried out by a combined pressure and shear load on the grinding bed between the grinding rollers and grinding plate which is driven by a motor and gear. Air or hot gases, respectively, are directed into the mill area through the nozzle ring which is located between the grinding plate and mill housing. This causes a fluidized bed to form which together with the rotating grinding plate ensures a permanent material feed to the rollers. When using hot gases, the material is dried simultaneously while being ground. The ground material is transported together with the gases up to the high efficiency classifier of the type SLS. The grains that have the finished product size envisaged pass through the separating rotor while the coarser grains are rejected and returned as classifier grits into the grinding area. The product fineness envisaged is set by adjusting the speed of the separating rotor. The fresh material feed is located in the separating area in a way to ensure a proper mixing of fresh material and classifier grits and a central feed onto the grinding plate. With quicklime and limestone grinding, rotary locks are normally used as infeed devices ensuring an airtight seal at the same time.

As compared with other materials to be ground on MPS mills, the abrasiveness of the average type limestone and quicklime is low.

korzystna mieszanka surowca świeżego z nadziarnem, a talerz mielący jest zasilany centralnie. Jako urządzenie zasilające młyn i równocześnie odcinające wlot powietrza stosuje się w przypadku kamienia wapiennego i wapna palonego zazwyczaj podawacze celkowe.

Kamień wapienny i wapno palone ścierają elementy mielące w stosunkowo małym stopniu w porównaniu z innymi materiałami mielonymi w młynach misowo-rolkowych MPS. W związku z tym stosowanie elementów mielących z odlewów Ni - Hard z wymianą części ścierających się po kilku latach stanowi najbardziej ekonomiczne rozwiązanie. Natomiast w przypadku przemiału materiałów silnie ścierających elementy mielące, na przykład żużel hutniczy lub węgiel z dużą zawartością popiołu, regeneruje się części ścierające zazwyczaj przez napawanie twardym materiałem (1).

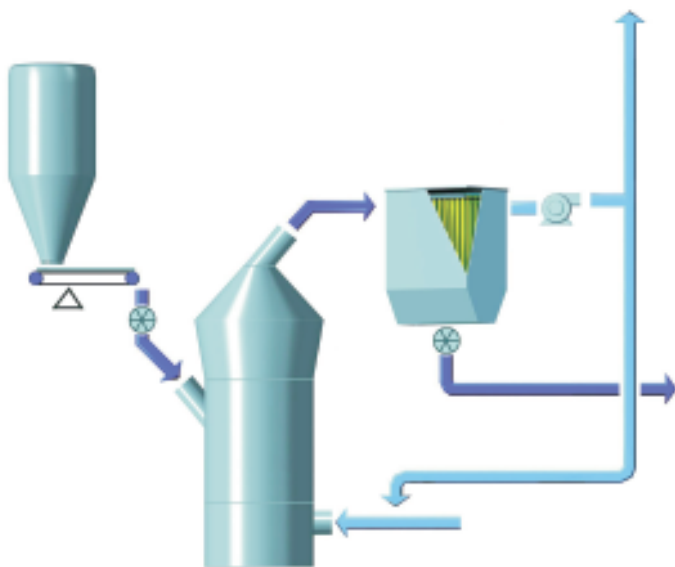
Również ścieranie promieniste wnętrza młyna i separatora jest przy przemiele kamienia wapiennego i wapna palonego raczej niewielkie, tak że osiąga się żywotność opancerzenia sięgającą kilku lat. Stosunkowo mała ścieralność umożliwia utrzymywanie przez cały okres użytkowania młyna równomierną jakość produktu co dla wielu zastosowań jest bardzo ważną zaletą w porównaniu z innymi rodzajami młynów na przykład młynami młotkowymi lub udarowymi.

### Koncepcja węzła

W skład węzła do mielenia wapna palonego lub kamienia wapiennego za pomocą młyna misowo-walcowego MPS wchodzi: (rys. 2)

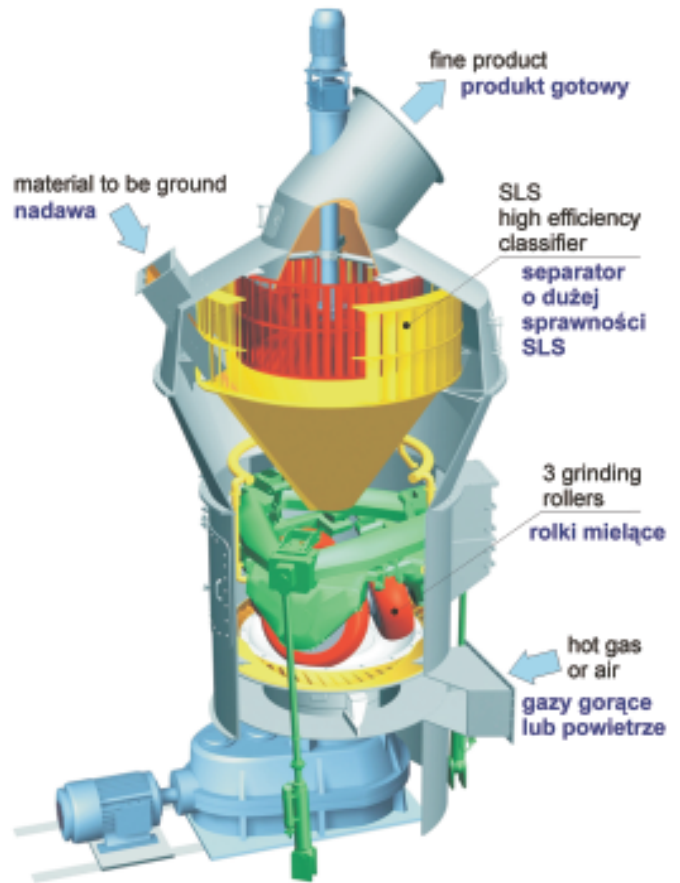
- Nadawa i układ dozujący,
- młyn misowo-rolkowy z separatorem o dużej sprawności,
- rurociągi gazów technologicznych,
- odpylanie, odbiór i transport produktu gotowego.

Przy przemiele kamienia wapiennego, w odróżnieniu od wapna palonego, konieczne jest w przypadku wilgotności nadawy przekraczającej 2%, suszenie. Zachodzi ono w równoczesnym procesie suszenia i mielenia również w młynie misowo-rolkowym MPS za pomocą gazów gorących wytwarzanych w generatorze usytu-



Rys. 2. Schemat technologiczny węzła do mielenia wapna palonego z młynem misowo-rolkowym MPS.

Fig. 2. Flowsheet of a quicklime grinding plant with MPS vertical roller mill.



Rys. 1. Pfeiffer Młyn misowo-rolkowy do przemiału kamienia wapiennego i wapna palonego.

Fig. 1. Pfeiffer MPS vertical roller mill for grinding limestone and quicklime.

In this respect, the use of grinding elements made of Ni-hard cast to be replaced after several years is the most economical solution whereas when grinding more abrasive materials such as granulated blast-furnace slag or high-ash coal, it is common practice to regenerate the grinding elements by hardfacing (1).

When grinding limestone or quicklime, there is only minor jet wear inside the mill and classifier allowing to achieve several years of service life for the linings.

Due to the generally low wear, consistent product qualities are obtained over the entire service period of the mill which is in many cases one of the decisive advantages over different grinding systems like for example hammer mills or impact mills.

### Plant design

A plant with an MPS vertical roller mill for grinding quicklime or limestone comprises the following components (Fig. 2):

- material handling and metering,
- MPS vertical roller mill with high efficiency classifier,
- process gas ductings,
- dust collection system and take-away equipment for finished product.

Unlike quicklime, limestone with a feed moisture exceeding 2% must be dried while being ground in the MPS mill. For this purpose hot gases are used from a hot gas generator arranged upstream.

owanym przed młynem.

Młyny MPS do mielenia kamienia wapiennego są obecnie wyposażone zazwyczaj w układ specjalnych przenośników ślimakowych, do odbierania nadziarna (tak zwanych piasków) z separatora. W ten sposób powstaje możliwość wyprodukowania obok miłkiego produktu drobnego na przykład o uziarnieniu mniejszym od 0,09 mm, suchego produktu o uziarnieniu mieszczącym się w granicach od 0,1 mm do 1 mm. Ten produkt jest często dodatkowo separowany, przesiewany i rozdzielany na wąskie frakcje (rys. 2 i 3).

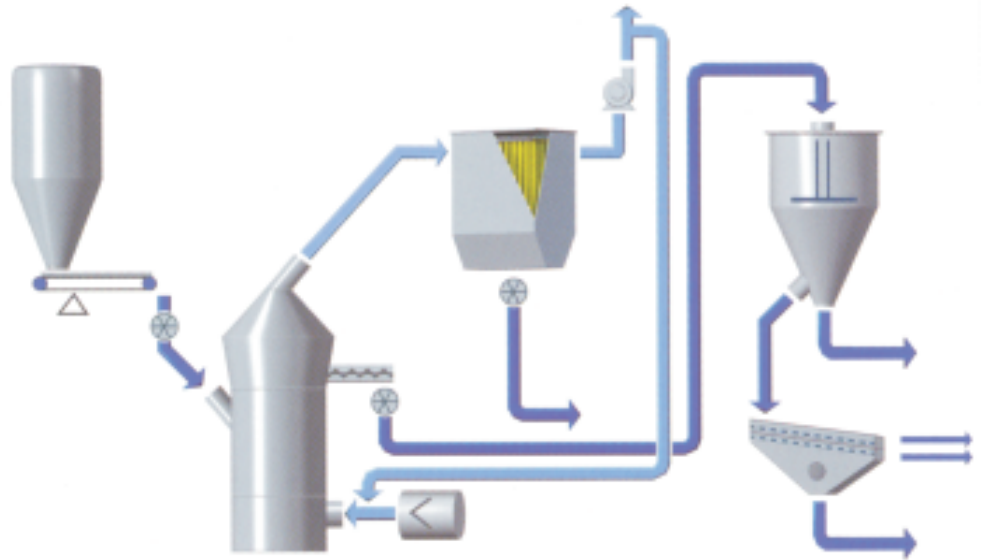
Zakres dostaw Firmy Gebr. Pfeiffer obejmuje, w zależności od wymagań klienta, albo tylko część maszynową całej przemiałowni z oddzieleniem piasków i urządzeniem do przesiewania jak na przykład w przemiałowni Czatkowice w Polsce (rys. 4), albo tylko samą dostawę młyna z przekładnią.

### Wskaźniki eksploatacyjne

W tabelicy 1 podano wskaźniki eksploatacyjne osiągane przez kilka młynów misowo-rolkowych MPS przy przemiale wapna palonego i kamienia wapiennego. Wytwarzane produkty mają uziarnienie nie przekraczające 20 mm w przypadku drobnego przemiału i 90 mm dla wypełniaczy i drobnego wapna białego aż do 1 mm dla grubych frakcji piasków z separacji.

Ze względu na krótki czas przebywania kamienia w młynie misowo-rolkowym wynoszący od 1 do 3 minut, istnieje duża łatwość przestawienia produkcji w takim urządzeniu bez powstania większej ilości produktów przejściowych, przez dostosowanie obrotów separatora, jego wydajności i doprowadzenia gorących gazów. Oprócz mniejszego zużycia energii i łatwiejszej możliwości realizacji procesu suszenia i mielenia, jest to dalsza ważna zaleta w stosunku do młynów kulowych.

Występują znaczne różnice w jednostkowym zapotrzebowaniu energii różnych układów mielących ze względu na różne właściwości surowca pomimo tego samego stopnia rozdrobnienia produktu końcowego. Dla nowych inwestycji można te różnice surowców określić za pomocą prób w pilotowych urządzeniach półtechnicznych firmy Gebr. Pfeiffer A.G. w warunkach zbliżonych do eksploatacyjnych. Stanowią one wraz z wieloletnim doświadc-



Rys. 3. Schemat technologiczny przemiałowni kamienia wapiennego z uzdatnieniem piasków.  
Fig. 3. Flowsheet of a limestone grinding plant with grit preparation.



Rys. 4. Młyn misowo-rolkowy 2800 BC Pfeiffera w zakładzie Czatkowice w Polsce.

Fig. 4. Pfeiffer vertical roller mill type MPS 2800 BC at the lime works of Czatkowice/Poland.

For discharging the classifier grits, MPS mills for limestone grinding are today commonly equipped with a special screw conveyor. Hence apart from the fine filler, e.g. with a fineness of less than 0.09 mm, it is also possible to produce a dry product within a fineness range of 0.1 mm to 1 mm. Such product is often diversified into narrow fractions by subsequent separation and screening (Fig. 3), (2).

Depending on the customer's request, the scope of supply of GEBR. PFEIFFER AG may cover the mechanical equipment of the entire grinding plant including grit discharge and screening like for example the grinding plant in Czatkowice/Poland (Fig. 4) or just the mill with gearbox or anything in between.

### Operating data

Table 1 shows the operating data of some MPS vertical roller mill plants for grinding quicklime and limestone, respectively. The product finenesses obtained range from 20  $\mu$ m for very fine grinding via 90  $\mu$ m for fine grinding in the filler and fine white lime sector up to 1 mm for the coarse

classifier grit fraction.

Thanks to the reduced dwell time of the material in the MPS mill which is as less as 1 to 3 minutes, it is very easy to change products in such a plant without getting any significant transfer products. The change-over is effected by adapting the classifier speed,

MŁYNY MISOWO-ROLKOWE DO MIELENIA KAMIENIA WAPIENNEGO I WAPNA PALONEGO  
MPS VERTICAL ROLLER MILL FOR LIMESTONE AND QUICKLIME

MPS	2800 B	2800 B	2800 B	200 B	200 B	125 A	2*125 A	250 B	225 B	160 A	140 A	80 A
Kraj Country	Węgry Hungary	Niemcy Germany	Polska Poland	Czechy Czech Republic	Taiwan Taiwan	Niemcy Germany	Chiny China	Polska Poland	Niemcy Germany	Czechy Czech Republic	Belgia Belgium	Austria Austria
Dostawa w roku Year	2000	1995	1999	1999	2001	1992	2000	1999	2001	1995	1989	1999
Materiał Material	kamień wapienny limestone	kamień wapienny limestone	kamień wapienny limestone	kamień wapienny limestone	kamień wapienny limestone	kamień wapienny limestone	kamień wapienny limestone	wapno palone quicklime	wapno palone quicklime	wapno palone quicklime	wapno palone quicklime	wapno palone quicklime
Uziarnienie Fineness	7% >90 µm	11% >63 µm	17% >45 µm	14% >32 µm	8% >63 µm	6% >20 µm	2% >32 µm	3% >90 µm	2% >90 µm	7% >90 µm	2% >90 µm	7% >90 µm
Produkt drobny t/h Finished product rate t/h	47	70	45	20	24	8	8	55	36	31	25	7
Oddzielenie piasków Grit discharge	tak	tak	tak	tak	-	-	-	-	-	-	-	-
kWh/t młyna kWh/t of mill	14	7	12	10	6	13	10	8	7	9	6	6
KWh/t młyna, separatora i dmuchawy KWh/t of mill, classifier, and fan	28	13	24	23	15	35	27	17	14	17	12	13

czieniem projektowym ważną podstawę dla osiągnięcia bardzo dobrych wskaźników technicznych i ekonomicznych nowej przemysłowni (3).

Wydajności wymagane dzisiaj przez przemysł wapienniczy dochodzą do 100 t/h i są znacznie mniejsze niż w przemyśle cementowym, w którym przekraczają w wielu zakładach 400 t/h przy przemiale surowców do wytwarzania klinkieru. Istniejące typoszeregi młynów misowo-rolkowych MPS obejmują więc zakres wydajności znacznie przekraczający potrzeby przemysłu wapienniczego.

## Literatura / Bibliography

1. O. Jung, Ochrona przed ścieraniem w młynach misowo-rolkowych, ZKG International 53 (2000) Nr 5, str. 252-260.
2. Cz. Kotowski, U. Schnabel, Y. Reichardt, Równoczesna produkcja mączki kamiennej i frakcji o uziarnieniu 1,2 mm za pomocą nowego młyna misowo-rolkowego MPS, ZKG International 56 (2003) Nr 6 str. 73-75.
3. Y. Reichardt, Przemiał, separacja, suszenie - jaki jest pożytek z pracochłonnych testów w laboratorium technicznym dla obiektów inwestycyjnych, ZKG International 54 (2001) Nr 1, str. 38-43.

throughput rate, and hot gas supply. Quite obviously this is – apart from the lower energy consumption and easier solution of combined grinding and drying – another essential advantage over ball mill plants.

Specific power consumption of mills and plants may partly differ considerably depending on the characteristics of the materials to be ground even if the product finenesses are similar. For new projects it is possible to determine the material characteristics by means of grinding tests carried out under near field conditions on semi-industrial pilot plants available at the Pfeiffer test station. The results plus our long standing experience in the rating and designing of plants are the solid ground for the technical and economical success of a new grinding plant (3).

The throughput rates required today in the lime industry and amounting to a maximum 100 t/h are considerably lower than the rates to be found in the cement industries all over the world that call for a minimum 400 t/h of cement raw material. Hence the existing model ranges of MPS vertical roller mills have sufficient reserve capacities for the requirements of the lime industry.