

Piękna rocznica 150 lat przemysłu cementowego na ziemiach polskich

Beautiful anniversary of 150 years of cement industry on Polish territory

150 lat temu w 1857 roku została uruchomiona zbudowana przez Jana Ciechanowskiego pierwsza cementownia na ziemiach polskich, a szósta cementownia na świecie (1). Píše o tym pięknie Czesław Szrednicki (ten zeszyt str. 211), opisując równocześnie rozwój przemysłu cementowego na ziemiach polskich do wybuchu pierwszej wojny światowej, więc nie będziemy rozwijać tego zagadnienia. Również w pracy Henryka Szeląga znajdzie czytelnik wiele ciekawych szczegółów dotyczących przemysłu cementowego w Polsce w okresie dwudziestolecia międzywojennego (ten zeszyt str. 227). W związku z tym ograniczymy się do przedstawienia rozwoju cementownictwa po zakończeniu drugiej wojny światowej, aż do czasów ostatnich.

W celu określenia sytuacji po zakończeniu drugiej wojny światowej trzeba przypomnieć, że w momencie jej rozpoczęcia to jest w roku 1939 zdolność produkcyjna przemysłu cementowego osiągnęła 1,98 mln, jednak ze względu na wybuch wojny największą produkcję zanotowano w roku 1938, która wyniosła 1,7 mln ton. Czynnych fabryk było ogółem jedenaście, dwunasta „Bonarka” nie produkowała, na skutek umowy między cementowniami (2). Największą zdolnością produkcyjną miała cementownia „Grodziec”, 360 tysięcy ton, a na drugim miejscu plasowała się „Szczakowa”, 320 tysięcy ton.

Jakość wytwarzanego przez fabryki cementu była bardzo dobra co pozwalało na eksport do wielu krajów świata. Jak podaje Stelmach (1) obejmował on w pewnych okresach aż 25 krajów i w roku 1927 był największy do Brazylii, a następnie do Szwecji i Litwy. Jako ciekawostkę można podać, że eksport ten obejmował także kolebkę cementu portlandzkiego – Anglię. Z kolei w roku 1937 największy eksport był do Norwegii. Przemysł wytwarzał także specjalne cementy, przede wszystkim szybkotwardniejący, odpowiadający dzisiejszej klasie 42,5R. Wspomnieć także należy o cementach o małym cieple hydratacji oraz odpornego na siarczany.

Po drugiej wojnie światowej Polska utraciła dwie cementownie na ziemiach wschodnich – „Roś” i „Wołyń”, natomiast zyskała na ziemiach zachodnich cementownie „Groszowice”, „Piaś” i „Bolko” w zagłębiu opolskim oraz „Podgrodzie” koło Bolesławca i przemia-

150 years ago in 1857 started first cement plant on Polish territory built by Jan Ciechanowski, the sixth cement factory in the world (1). It is very well presented in the paper of Czesław Szrednicki (this issue page 211), in which the development of cement industry on Polish territory till the First World War was described so we will not touch this issue. Also in Szeląg paper (this issue page 227) the reader can find many interesting events concerning cement industry in Poland, in the period of between the World Wars. But we will present the development of cement industry in Poland after the Second World War, till the last time.

In order to define well the situation after the end of Second World War it is necessary to remind, that at the moment of its beginning it is in the autumn of 1939 the capacity of cement industry in Poland was 1.98 million tons, but because of the war the biggest production was reached in 1938 equal 1.7 million tons. Operated were eleven factories, the twelfth “Bonarka” was not producing, because of the agreement between cement plants (2).

The biggest capacity had “Grodziec” which was 360 thousand tons and on the second place was “Szczakowa” with 320 thousand tons.

The cement quality was very good which enabled the exportation to many countries in the world. As Stelmach (1) stated this exportation embraced in some periods as much as 25 countries, and in 1927 the greatest was to Brazil, and then to Sweden and Lithuania. As a curiosity one can mention that this exportation embraced also the cradle of Portland cement, England. In turn in 1937 the biggest exportation was to Norway. The industry produced among others also special cements, first of all rapid hardening, corresponding to today class 42.5 R. It is worth to mention also about the low heat and sulphate resistant cement.

After the Second World War Poland lost two cement plants in East – “Wołyń” and “Roś”, while gained cement factories in the West – “Groszowice”, “Piaś” and “Bolko”, all in Opole region as well as “Podgrodzie” near Bolesławiec and grinding plant “Przemko” in Szczecin. Cement factory “Odra” was by former soviet army dis-

łownię „Przemko” w Szczecinie. Sumaryczna zdolność produkcyjna tych cementowni wynosiła 400 tysięcy ton. Cementownia „Odra”, także w Opolu, została przez wojska rosyjskie zdemontowana i wywieziona, a budynki zniszczone. Cementownia „Bolko” była małym zakładem, o piecach obrotowych odpowiadających dzisiejszym chłodnikom planetarnym (2,5x25 m). W cementowni „Piasz” były podobne piece, jednak oprócz nich w tej fabryce pracował ciekawy piec rusztowy „Lurgi”. W piecu tego typu była wyposażona cementownia w Doternhausen w Niemczech, lecz zostały one szybciej zamienione na krótkie piece obrotowe z wymiennikami cyklonowymi. W fabryce „Piasz” piec ten pracował do roku 1977, w którym cementownia ta, znajdująca się w centrum Opola, została zamknięta ze względu na uciążliwość dla otoczenia. Cementownia „Podgródzie” eksploatowała piece szybowe, a została zamknięta w roku 1988.

Produkcja cementu po wojnie szybko wzrastała i już w roku 1948 przekroczyła poziom przedwojenny, osiągając 1,8 miliona ton (rysunek 1). Budowano nowe i rozbudowywano istniejące zakłady, a jako pierwsze powstały fabryki „Odra” i „Wierzbica” koło Radomia, oraz rozbudowano cementownię „Wiek” koło Ogrodzieńca. „Odra” już w 1952 wyprodukowała 40,6 tysiąca ton, a „Wierzbica” 135,2 tysiąca ton w roku 1953 (3). Równocześnie obie te cementownie zostały wyposażone w suszarnie żużla (Odra w roku 1955), a więc mogły podjąć, po raz pierwszy w Polsce na większą skalę, produkcję cementu hutniczego. Dopiero jednak w roku 1955 osiągnęła ona 200 tysięcy ton, aby jednak już w roku 1959 przekroczyć milion ton. W cementowni „Wierzbica” zainstalowano duże ówczesnie piece w polskim przemyśle cementowym, firmy Krupp, o wymiarach 3,6/3,3/36 x 150 m i wydajności 500 ton/ 24 h. Z kolei rozbudowano cementownię „Pokój” w Rejowcu, wyposażając ją w cztery piece firmy FLSmidth, o wydajności 450 ton/ 24 h każdy, a produkcja tego zakładu wzrosła od roku 1955 osiągając 650 tysięcy ton. Te działania inwestycyjne pozwoliły przemysłowi cementowemu zwiększyć produkcję, która w roku 1955 przekroczyła 3,8 miliona ton.

W tablicy 1 podano listę budowanych i modernizowanych zakładów w kolejności ich uruchamiania. Warto odnotować są pierwsze cementownie na metodę suchą. Były to fabryki „Rudniki” koło Częstochowy, z długimi piecami obrotowymi i „Nowa Huta” w Krakowie, która jako pierwsza w Polsce została wyposażona w krótkie piece z cyklonowymi wymiennikami ciepła, firmy Humboldt. Piece w obu fabrykach posiadały także pierwsze w Polsce chłodniki rusztowe. Ogółem zbudowano 13 nowych cementowni, w tym jedną przemiałownię, i rozbudowano istniejące. Produkcja cementu rosła szybko, osiągając w roku 1965 8 mln ton, a w roku 1975 16 mln. Największą produkcję osiągnął przemysł w roku 1978, która wyniosła ona 21,44 mln ton (rysunek 1).

W roku 1974 rozpoczęto produkcję cementu z dodatkiem popiołów lotnych, która od razu miała jednak duży udział w puli produkcyjnej, na poziomie 45-50%, co odpowiadało produkcji 0,8 do 1 miliona ton.

W wybudowanej w roku 1976 cementowni „Strzelce Opolskie” zainstalowano największe piece obrotowe na metodę mokłą, o wymiarach 5 x 185 m i wydajności 1600 ton/ 24 h. Fabryki tej

mantled and removed and its buildings were demolished. Cement plant “Bolko” was a very small factory with rotary kilns representing today planetary coolers (2.5 x 25 m). In “Piasz” factory were similar rotary kilns, but beside them there was very interesting grate kiln – “Lurgi”. Three such kilns were operated in cement plant in Doternhausen in Germany, but were more quickly replaced by short rotary kilns with cyclone preheater. In factory “Piasz” this kiln was in operation until 1977 and in this year this cement plant located in centre of Opole was closed, because of difficulties to the town inhabitants. Cement plant “Podgródzie” operated shaft kilns and was closed in 1988.

Cement production after the war increased quickly and already in 1948 exceeded the before the war level reaching 1.8 million tons. The new factories were built and existing modernized, and as the first plants “Odra” and “Wierzbica”. Then factory “Wiek” near Ogrodzieniec was extended. “Odra” already in 1952 produced 40.6 thousand tons, and “Wierzbica” 135.2 thousand tons in 1953 (3). Simultaneously both these plants were equipped in slag driers (“Odra” a little later in 1955), thus had the possibility to produce, first time in Poland, slag cement on a large scale. However, this production reached in 1955 only 200 thousand tons, but in 1959 exceeded million tons. In cement plant “Wierzbica” the big cement kilns, of Krupp production were installed, as in Polish industry at that time; these kilns had dimension 3.6/3.3/3.6 x 150 m and capacity of 500 tpd, each. The next investment was the extension of cement plant “Pokój” in Rejowiec with four kilns, supplied by FLSmidth, capacity 450 tpd each. The production of this factory increased from 1955 to 650 thousand tons a year. This investment activity gave the possibility to increase the production, which exceeded 3.8 million tons in 1955.

The list of built and modernized plants is given in Table 1 in the order of their starting period. Worth to mention are the first dry cement plants. There were cement plants “Rudniki” near Częstochowa with long kilns of FLSmidth and “Nowa Huta” in Kraków; the last one was the first factory in Poland which operated short kilns with cyclone preheater of Humboldt. In both factories kilns were equipped in the grate coolers, also for the first time in Poland. As a whole 13 new cement plants were built among these one grinding unit and majority of existing were enlarged.

Cement production increases quickly, reaching in 1965 8 million tons, and in 1975 16 million. The biggest production industry reached in 1978 equal 21.44 million tons (Fig. 1).

The production of cement with fly ash addition started in the year 1974 which had from the beginning a big share in production pool, namely 45-50% and was equal 0.8 to 1 million tons.

In the built in 1976 factory “Strzelce Opolskie” the biggest wet kilns were installed, of the dimension 5 x 185 m and capacity 1600 tpd. This plant could not be named modern because the heat consumption for clinker production was about 1600 kcal/kg. Total equipment was supplied by former Soviet Union. The same kilns were installed during enlarging of cement plant “Warta”; the new built part was called “Warta” II.

Tablica 1 / Table 1

CEMENTOWNIE BUDOWANE I MODERNIZOWANE W POLSCE W OKRESIE 1945-1980 (4)

CEMENT PLANTS BUILT AND MODERNIZED IN POLAND IN THE PERIOD 1945-1980 (4)

Cementownia Factory	Rok* budowy lub rozbudowy Built or extended in year	Metoda Method	Zdolność produkcyjna tysiące ton Capacity thousand tons
„Odra”	Budowa / Built 1951, modernizacja / modernized 1963	Mokra / Wet	550/800
„Wierzbica”	Budowa / Built 1952, rozbudowa / enlarged 1960	Mokra / Wet	450/1000
„Wiek”	Rozbudowa / Enlarged 1951	Mokra / Wet	100
„Groszowice”	Rozbudowa / Enlarged 1954	Mokra / Wet	500
„Pokój”	Rozbudowa / Enlarged 1955	Mokra / Wet	650
„Warszawa”	Budowa / Built 1857	Przemiałownia Grinding plant	600
„Nowa Huta”**	Budowa / Built 1959, rozbudowa / enlarged 1964	Sucha / Dry	760/1000
„Chełm”	Budowa/Built 1960, rozbudowa/enlarged 1970 i/and 1972	Mokra / Wet	1100/2400//2800
„Warta”	Budowa / Built 1964, rozbudowa / enlarged 1974	Mokra / Wet	1000/2000
„Rudniki”	Budowa / Built 1965	Sucha/Dry	1350
„Nowiny”	Budowa / Built 1966, rozbudowa / enlarged 1973	Mokra / Sucha Wet / Dry	1050/1600
„Kujawy”	Budowa / Built 1972	Mokra / Wet	1400
„Małogoszcz”	Budowa / Built 1974	Sucha / Dry	900
„Strzelce Opolskie”	Budowa / Built 1976	Mokra / Wet	1400
„Góraždze”	Budowa / Built 1977	Sucha / Dry	2400
„Ożarów”	Budowa / Built 1978	Sucha / Dry	2400

Uwagi: * Jako rok budowy przyjęto rok podjęcia produkcji, ** Początkowo tylko przemiałownia

Notes: * As a year of building the start of production was chosen, ** Initially only grinding plant

nie można było jednak nazwać nowoczesną bowiem zużycie ciepła na prażenie klinkieru wynosiło około 1600 kcal/kg. Wszystkie maszyny zostały dostarczone przez ówczesny Związek Radziecki. Takie same piece zainstalowano w rozbudowywanej cementowni Warta, nazwanej Warta II.

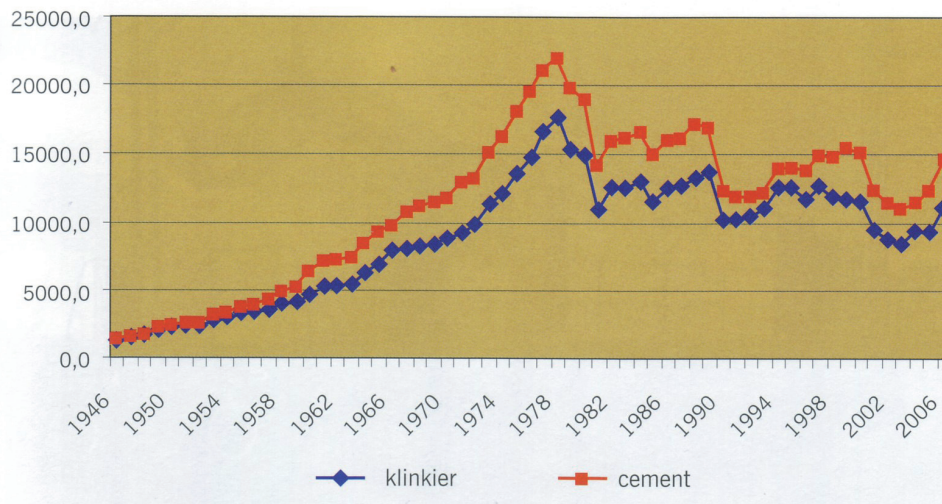
Jak wynika z tablicy 1 stopniowo zaczął rosnać udział metody suchej w produkcji klinkieru. W roku 1973 rozbudowę cementowni Nowiny oparto na krótkich piecach obrotowych wyposażonych w szybkie wymienniki ciepła konstrukcji firmy Zementanlagebau z Dessau. Wymienniki te zapewniały gorszą wymianę ciepła od cyklonowych i w związku z tym zużycie ciepła w tych piecach było tylko nieco niższe od 900 kcal/kg klinkieru i wahało się od 860 do 890 kcal. Wydajność była jednak poprawna i przy wymiarach 4,6 x 70 wynosiła około 1600 ton na 24 h. Takie same piece były zainstalowane w cementowni „Małogoszcz”.

Prawdziwy przełom w technologii wytwarzania cementu stanowiły siostrzane cementownie zbudowane w 1977 roku „pod klucz” przez firmę FLSmidth: „Góraždze” i „Ożarów”. Były one wyposażone między innymi w młyny misowo-rolkowe do przemiału surowca, o małym zużyciu energii na poziomie 14 kWh/ tonę, oraz w piece obrotowe, o wymiarach 5,75 x 92 m, z cyklonowymi wymiennikami ciepła. Wydajność gwarantowana tych pieców wynosiła 3500 t/24 h, a zużycie ciepła nie przekraczało 800 kcal/kg klinkieru.

As it is seen in Table 1 the share of dry method in clinker production was increasing gradually. In 1973 the extended part of factory “Nowiny” was based on short kilns with shaft preheaters, supplied by Zementanlagebau Dessau. This heat exchanger had a lower heat exchange and consequently the higher heat consumption, only a little lower than 900 kcal/kg of clinker, and was in the range 860-890 kcal. However, the capacity was correct as for kilns of dimension 4.6 x 70 m and was about 1600 tpd. The same kilns were installed in cement plant “Małogoszcz”.

The real turning point in cement production technology was the erection of sister plants “Góraždze” and “Ożarów”, supplied in turn – key system by FLSmidth. They were equipped among other in roller raw mills with low energy consumption on the level of 14 kWh/ton and kilns of dimension 5.75 x 92 m with two strings of cyclone preheater. The guarantee kiln capacity was 3500 tpd, and heat consumption not higher than 800 kcal/kg of clinker. The electrical energy consumption was 100 kWh/ton of cement.

This quick development of cement industry should not be possible without preceding project works and in this purpose in 1949 the design office for cement, lime and gypsum industry was appointed in Opole. The difficulties in quick development of this design office, because the shortage of experienced engineers in Opole, caused the formation in 1952 in Kraków; first the branch and



Rys. 1. Produkcja cementu w Polsce w okresie 1946–2006

Fig. 1. Cement production in Poland in the period 1946–2006

Natomiast zużycie energii elektrycznej na wytworzenie jednej tony cementu wynosiło 100 kWh.

Rozwój przemysłu nie mógł obejść się bez wyprzedających go prac projektowych i w tym celu już w roku 1949 powołano w Opolu Biuro Projektów Przemysłu Cementowego i Wapienniczo-Gipsowego. Brak możliwości szybkiego rozwoju kadrowego tej jednostki w Opolu spowodował utworzenie w roku 1952 w Krakowie najpierw Oddziału, a później przeniesienie tutaj centrali. Biuro przejęło całość prac projektowych, których ilość i zakres szybko wzrastały. Nic też dziwnego, że w szczytowym okresie rozwoju przemysłu, około roku 1970 zatrudniało ono ponad 600 pracowników, a i tak pewien zakres prac było zmuszone zlecać do specjalistycznych biur, na przykład przemysłu energetycznego, lub górnictwa.

Brakowało także kadr inżynierskich, szczególnie w zakresie technologii materiałów budowlanych. Tę sytuację przewidzieli jednak profesorowie Bolewski i Grzymek doprowadzając do utworzenia w Akademii Górniczo-Hutniczej Wydziału Ceramicznego, także w roku 1949. Wdział ten kształcił do dzisiaj inżynierów dla szeroko pojętego działu gospodarki, obejmującego przemysły: materiałów budowlanych, szkła i ceramiki, w tym także materiałów ogniotrwałych. Pierwsi inżynierowie opuścili uczelnię i podjęli pracę w przemyśle wiosną roku 1953.

W końcu z inicjatywy profesora Grzymka, ówczesnego wiceministra i kierownika Ministerstwa Przemysłu Materiałów Budowlanych, został powołany Instytut Przemysłu Wiążących Materiałów Budowlanych w Opolu, w roku 1954. Instytut ten prowadził prace badawcze oraz próby przemysłowe dla istniejących i budowanych fabryk cementu, wapna i gipsu. Od roku 1961 został otwarty duży oddział tego Instytutu w Krakowie, obok cementowni „Nowa Huta”.

Poważne trudności gospodarcze jakie wystąpiły w ekonomice socjalistycznej po roku 1980 odbiły się także niekorzystnie na zbycie cementu, co pociągnęło za sobą spadek produkcji cementu do poziomu 16–16 milionów ton rocznie. Najboleśniej odczuły kryzysową sytuację cementownie wyposażone w piece obrotowe opalane mazutem, a mianowicie „Małogoszcz”, „Kujawy” i „Warta II”.

then the head office. This office undertook all projects for above mentioned industries, which quickly increased with time. It was no wonder that around the 1970 the office had about 600 employees and even in this good staff situation it was obliged to commission some part of projects to specialized offices, for example of power or mining industries.

It was also a shortage of engineers, especially in the sphere of building materials technology. This situation was foreseen by professors Bolewski and Grzymek, which caused the formation the faculty of Ceramic in the University of Mining and Metallurgy in 1949. This faculty teaches till today the engineers for the largely comprehended economy sector as the industries of building materials, glass and ceramics, the refractory materials included. First engineers lived the University and started the first work in industry in spring 1953.

On the initiative of professor Grzymek, viceminister and the manager of the Ministry of Building Materials at that time, the Institute of The Industry of Building Materials was erected in 1954, which conducted the scientific works for this industry as well as industrial experiments of new technology and new products.

The economy crisis which took place in socialism system after 1980 painfully affected cement industry (Fig. 1.); small cement sells caused the decrease of cement production to the level 15-16 million ton yearly. The worse crisis touched cement plant in which heavy oil was the fuel for kilns, namely “Małogoszcz”, “Kujawy” and “Warta II”. The shortest break in clinker production noted plant “Kujawy” which, however, caused the great decrease of cement production in the period 1982-1983. Plant “Małogoszcz” was also lightly touched, but did not produced cement during the whole year 1981, and in the year 1980 the production was very low. The most long break had plant “Warta II” which did not produced cement in the period 1981-1994, when one kiln started to produce, after the transformation to semidry method.

Collapse of socialist system in 1989 and change of situation by introducing of free-market economy had also very unfavourable

Eksport klinkieru i cementu

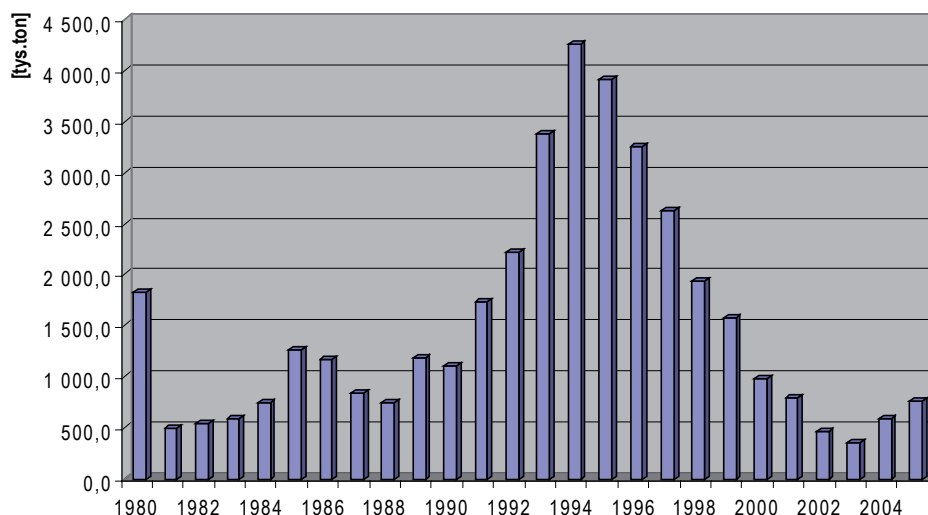
Najkrótszą przerwę w produkcji klinkieru miała cementownia „Kujawy”, co zaznaczyło się jednak znacznym spadkiem produkcji cementu w latach 1982-1983. Również cementownia „Małogoszcz”, wysła obronną ręką z tych trudności jednak nie wytwarzała w ogóle cementu w roku 1981, a produkcja w 1980 była bardzo mała. Najdłużej trwała przerwa w cementowni „Warta II”, która nie wytwarzała cementu od roku 1981 do 1994, kiedy uruchomiono jeden piec, po jego przebudowie na metodę półsuchą.

Rozpad systemu socjalistycznego w roku 1989 i zmiana warunków ekonomicznych na gospodarkę wolno-rynkową miały także bardzo niekorzystny wpływ na sytuację w przemyśle cementowym. Zapotrzebowanie na cement spadło o dalszych kilka milionów, do poziomu około 12 milionów ton. Jedynym wyjściem z tej sytuacji było zwiększenie eksportu, który został skierowany przede wszystkim do Niemiec (rysunek 2).

W przeddzień prywatyzacji poziom polskiego przemysłu był bardzo zróżnicowany, co w pewnej mierze jest zobrazowane w tablicy 1. Dwie cementownie „Góraźdże” i „Ożarów” były bardzo nowoczesne i osiągały wyniki na poziomie najlepszych fabryk w Europie Zachodniej. Kilka cementowni było na dobrym poziomie. Dotyczy to fabryk pracujących metodą suchą, do których należały przede wszystkim „Małogoszcz”, część cementowni „Nowiny” wyposażona w piece na metodę suchą, a stanowiąca rozbudowę z roku 1973, a także „Nowa Huta” i „Rudniki”. Było kilka dużych fabryk stosujących metodę mokrą i wyposażonych w maszyny o dużych wydajnościach, na przykład cementownie: „Strzelce Opolskie”, „Kujawy” i „Warta”. Analogiczne fabryki pracowały z początkiem lat dziewięćdziesiątych w Anglii i we Francji, w tej ostatniej na przykład cementownia „Barlin”. W końcu były fabryki, w których w oparciu o otwarte złoża i istniejące zaopatrzenie w energię elektryczną i połączenia transportowe, w tym kolejowe, należało od razu rozpocząć budowę nowych linii technologicznych. Do tej grupy trzeba zaliczyć cementownie: „Groszowice”, „Saturn” i „Wiek”.

Przemysł w tym okresie nie zachowywał należytej dbałości o ochronę środowiska i emisja pyłów jeszcze w roku 1990 przekraczała 50 tysięcy ton (rysunek 3). Podobnie średnie zużycie ciepła było duże, co wiązało się ze znacznym udziałem metody mokrej i małym zainteresowaniem możliwościami zmniejszenia zawartości wody w szlamie w fabrykach stosujących tę metodę (rysunek 4).

Organizacyjnie przemysł był rozproszony, jednak z inicjatywy licznej grupy dyrektorów fabryk już w roku 1990 utworzono Stowarzyszenie Producentów Cementu, które bardzo szybko, w roku 1993 zostało członkiem Europejskiego Stowarzyszenia, Cembureau.



Rys. 2. Eksport przemysłu cementowego po roku 1979

Fig. 2. Exportation of cement industry after 1979

influence on cement industry. Cement market fell down further of few millions to the level of about 12 millions tons. The only solution to this difficult situation was the increase of export, mostly to Germany (Fig. 2).

Shortly before privatisation the level of Polish cement industry was very differentiated, which in some measure is depicted in Table 1. Two cement plants: “Góraźdże” and “Ożarów” were very modern and reached results comparable with the best plants in West Europe. Some plants were on a good level. It concerned the factories with dry method which were chiefly “Małogoszcz”, part of plant “Nowiny” extended in 1973 with two dry kilns, and also “Nowa Huta” and “Rudniki”. To this group some large plants with wet method using equipment of great capacities, for example “Strzelce Opolskie”, “Kujawy” and “Warta”, can be included. Similar factories worked in the beginning of ninetieth in England and France, in the last one for example plant “Barlin”. At the end there were factories in which on the basis of raw material deposit, supply of power and transport facilities, including railway, it was not only possible, but also necessary to start with implementing of new technological lines. To this group cement plants “Groszowice”, “Saturn” and “Wiek” must be included.

In this period cement industry does not take care about environment protection and dust emission still in 1990 exceeded 50 thousand tons (Fig. 3). Similarly the average heat consumption was high which was linked with great share of wet method and small interest in the possibilities of water content reduction in slurry in factories with this process (Fig. 4).

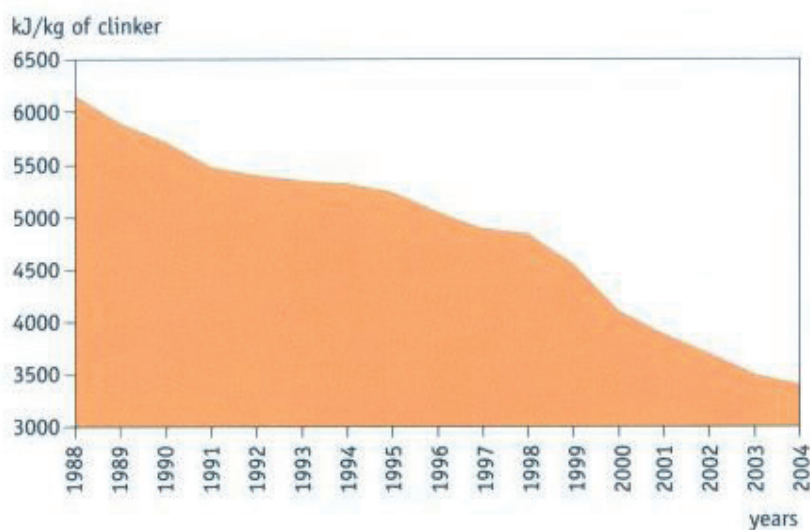
Industry had no common organization and was dispersed, but on the initiative of a large group of industry executives the Polish cement Association was established in 1990. This association very quickly, already in 1993 became member of Cembureau – the European Cement Association.

W takiej sytuacji technicznej przemysłu rozpoczęła się jego prywatyzacja w roku 1992 zakupem przez belgijski koncern CBR dwóch cementowni „Góraźdże” i „Strzelce Opolskie”. Następnie koncern Lafarge wykupił od Skarbu Państwa cementownie „Małogoszcz” i „Kujawy”. Proces prywatyzacyjny przebiegł stosunkowo bardzo szybko i został zakończony w roku 1996. Ostatecznie ukształtowała się następująca sytuacja własnościowa:

- Lafarge – cementownie „Małogoszcz” i „Kujawy”,
- Heilderberg – cementownia „Góraźdże” i przemiałownia „Ekocem”,
- Cement Roadstone Holding – cementownie „Ożarów” i „Rejowiec”,
- Cemex – cementownie „Chełm” i „Rudniki”,
- Dyckerhoff – cementownia „Nowiny”,
- Polen Cement - cementownia „Warta”,
- Miebach – cementownia „Odra”,
- Rumeli – cementownia „Nowa Huta”

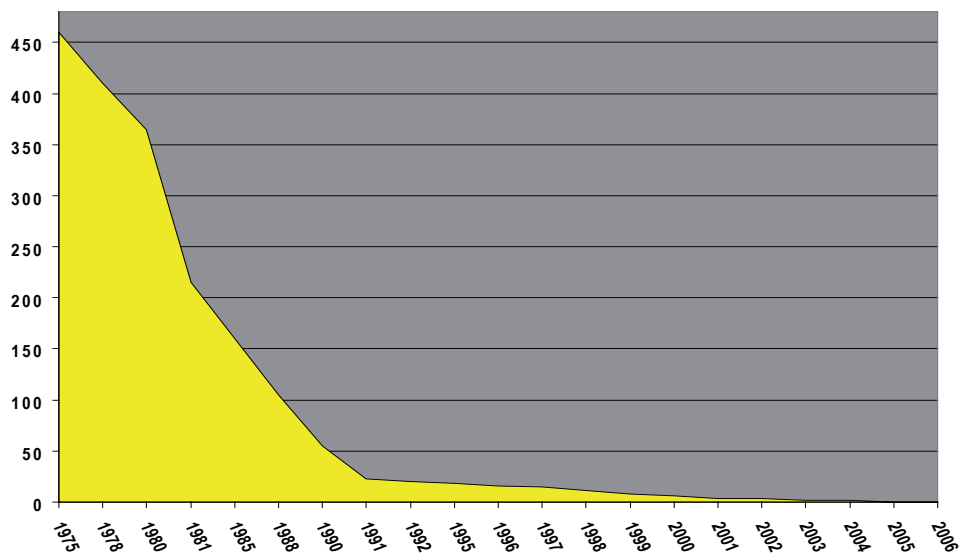
Prywatyzacja przemysłu cementowego była niezwykle udana; koncerny cementowe przeprowadziły rozległą modernizację wszystkich fabryk inwestując ogromne środki (rysunek 5). Zniknęła praktycznie metoda mokra, a średnie zużycie ciepła zmniejszyło się bardzo znacznie, w przybliżeniu do poziomu około 3400 kJ/kg klinkieru (rysunek 4).

Jak wynika z zestawienia własnościowego podanego powyżej zniknęło szereg cementowni, wszystkie zaliczone do przestarzałych. Było to ułatwione przez małe zapotrzebowanie na cement w tym okresie, które utrzymywało wykorzystanie zdolności produkcyjnych



Rys. 4. Zużycie ciepła w przemyśle cementowym od roku 1988 do 2004

Fig. 4. Heat consumption in cement industry in the period 1988-2004



Rys. 3. Emisja pyłu przez przemysł cementowy w tysiącach ton na rok

Fig. 3. Dust emission of cement industry in thousand tons

In this industry situation started the privatisation in 1992 with the purchase of two plants: “Góraźdże” and “Strzelce Opolskie” by the Belgian company CBR. Then Lafarge purchased from State Treasury factories “Małogoszcz” and “Kujawy”. The privatisation was very quick and ended in 1996. Finally the following situation appeared:

- Lafarge – factories “Małogoszcz” and “Kujawy”,
- Heidelberg – plants “Góraźdże” and grinding unit “Ekocem”,
- Cement Road stone Holding cement plants “Ożarów” and “Rejowiec”,
- Cemex – cement plants “Chełm” and “Rudniki”,
- Dyckerhoff – factory “Nowiny”,
- Polen Cement – cement plant “Warta”
- Miebach – factory “Odra”
- Rumeli – plant “Nowa Huta”.

As it is seen from owners list several non economical plants were closed. The small cement market, covering only about 70% of plants capacity made convenient situation for these decisions. However, all remaining plants embraced large modernization process.

The privatization of cement industry was extremely successful. The companies owning cement plants in Poland carried out extensive modernization of all plants, introducing several state-of-the art technological solutions and machineries. As a rule dry process was introduced and developed. All new or modernized production units became fully automated and adopted to environmental protection. In the last field installation of very modern dedusting systems are worth of mentioning. It find also reflection in economic results of the cement industry.

It is not possible to present in one paper all realisations and describe, even shortly, all introduced modern

na poziomie około 70%. Natomiast pozostałe fabryki objęto szerokim programem modernizacyjnym.

Nie sposób w jednym artykule opisać wszystkich realizacji inwestycyjnych i przedstawić, chociażby skrótowo, zastosowane nowoczesne rozwiązania technologiczne. Polegały one między innymi na wprowadzeniu walcowych kruszarek ciśnieniowych i obiegu zamkniętego z separatorami najnowszej generacji w zakresie przemiału klinkieru. W zakresie produkcji klinkieru zastosowano powszechnie metodę suchą, pojawiły się pierwsze dekarbonizatory i instalacje do bocznikowania gazów. Wprowadzono powszechnie chłodniki rusztowe i to ich najlepsze rozwiązania techniczne. Ze względu na brak możliwości przedstawienia wszystkich ważnych modernizacji ograniczymy się do kilku bardzo ciekawych przykładów, które mogą stanowić wzór do naśladowania w światowej technice wytwarzania cementu.

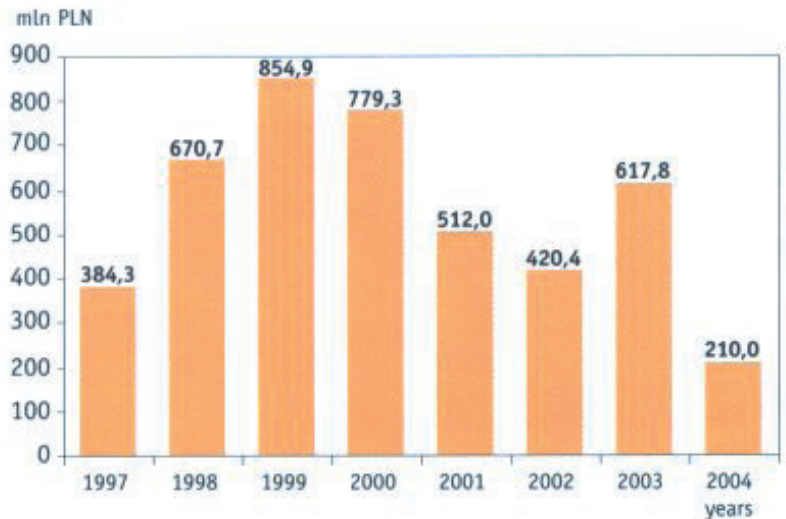
Jednym z takich przykładów jest budowa nowej linii produkcji klinkieru metodą suchą w cementowni „Chełm”, opartej na oryginalnej technologii firmy FLSmidth, która z pewnymi trudnościami organizacyjno-finansowymi, zakończyła się w roku 1996. W związku z bardzo dużą wilgotnością złożowej kredy, a równocześnie małymi wahaniami jej składu chemicznego firma FLSmidth zaproponowała pominięcie mielenia i suszenia tego plastycznego surowca. Było to dodatkowo uzasadnione tym, że po takiej przeróbce wykazuje on tendencje do zbrylania w trakcie magazynowania w zbiornikach i stawia duże trudności techniczne w odbiorze z silosów. Po prostu nie „wypływa” ze zbiorników, co było znane praktycznie w związku z próbami wytwarzania kredy nawozowej w tym zakładzie. W zastosowanym przez firmę FLSmidth rozwiązaniu technologicznym kredę i margiel po kruszarce walcowej podaje się bezpośrednio do kruszarko-suszarki, usytuowanej w przewodzie odprowadzającym gazy z pieca obrotowego (rysunek 6) (4).

Jak widać na schemacie procesowym piec miał dwa stopnie cyklonów, tak aby temperatura na wlocie gazów do kruszarko-suszarki wynosiła około 550°C. Ponadto linia piecowa była wyposażona w dekarbonizator i układ do bocznikowania gazów. Był to pierwszy dekarbonizator w przemyśle cementowym w Polsce. Piec, pomimo wilgotności surowców na poziomie około 24% zużywał jedynie 920 kcal/kg klinkieru.

Taka technologia może być zastosowana do modernizacji lub budowy nowych cementowni stosujących plastyczne surowce, o dużej wilgotności.

W okresie krótszym od dwóch lat, na przełomie XX i XXI wieku firma Klosters zbudowała bardzo nowoczesną przemiałownię w Dąbrowie Górniczej, w sąsiedztwie Huty Katowice. Zastosowana przez firmę FLSmidth technologia pozwala na osobny przemiał żuźla i klinkieru, a następnie ich mieszanie (rysunek 7) (5).

Ta technologia umożliwia wytwarzanie cementów hutniczych o bardzo dobrej jakości, na przykład CEM III/B 42,5 R, o dużej zawartości żuźla.



Rys. 5. Nakłady inwestycyjne w przemyśle cementowym w okresie 1997–2004

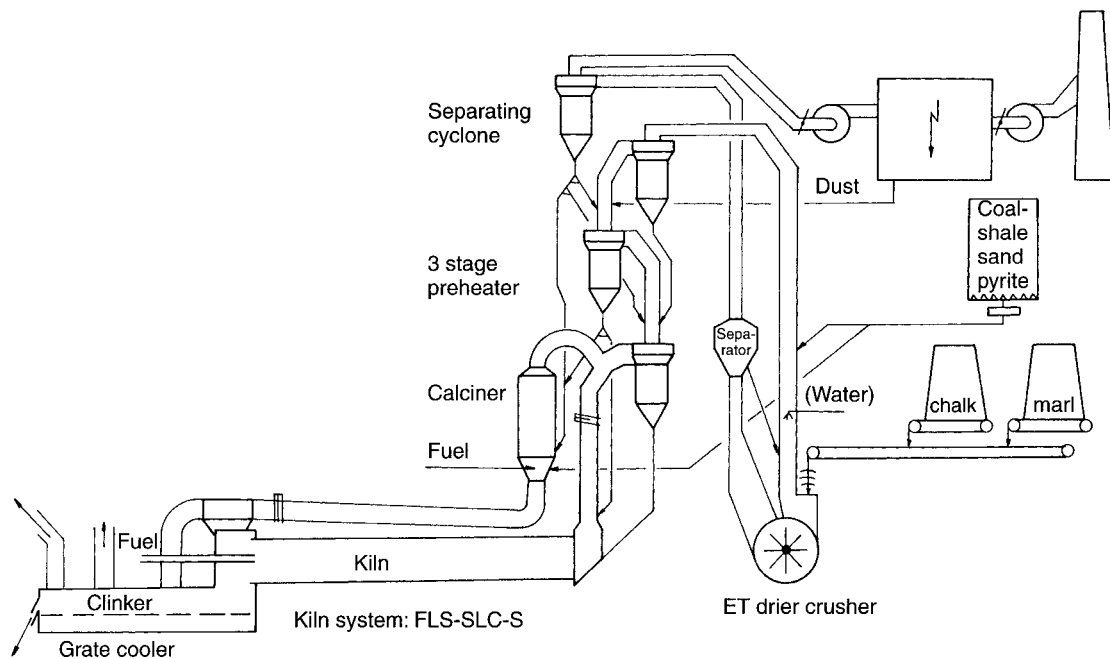
Fig. 5. Investment expenses in cement industry in the period 1997–2004

technological solutions. It consisted among others on introducing roller press, and closed circuit, with new generation separators, in clinker grinding. In clinker production the dry method was generally introduced, first calciners in kilns lines appeared. The important expenses for the realisation of all modernisation projects during 1997-2004 are presented in Figure 5. Practically the wet method disappeared and the average heat consumption decreased significantly, approximately to the level of 3400 kJ/kg of clinker (Fig. 4) as well as partial bypassing of exit gases was introduced. The new generation of grate coolers replaced satellite coolers. Because of impossibility of presenting of all important modernisations we will present only some interesting examples which can be treated as model for cement industries in other countries.

One of the examples is the establishment of new dry line of clinker production in cement plant “Chełm” which lasted from 1992 to 1996, because of financial difficulties. It is an original technology of FLSmidth. Because of the high moisture of chalk in the deposit and simultaneously small chemical composition fluctuations of this raw material, in FLSmidth technology there is no grinding and drying of this plastic material. It was also justified by the fact that chalk after drying and grinding is extremely difficult powder for handling. This powder does not flow from silos and has strong tendency to lump formation attempt of which is known from the chalk fertilizer production in the seventieth in Chełm. In the introduced process chalk and marl after roll crusher are transported to the feeding tanks from which the conveyor feed them to the dryer-crusher, directly to the kiln exit gas stream of the third cyclone (Fig. 6) (4).

As it is shown on the diagram, the preheater has two stages of cyclones and a calciner. It was the first kiln with calciner in Poland. The heat consumption, independently of high moisture of raw material equal 24%, is low, in the level of 920 kcal/kg of clinker.

This technology can be adopted for modernization or in a new plants using plastic raw materials with high moisture.



Rys. 6. Linia do wytwarzania klinkieru w cementowni Chełm według technologii FLSmidth

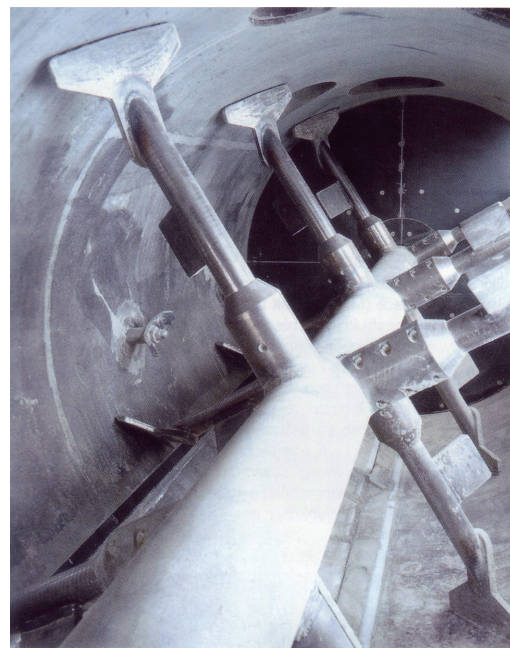
Fig. 6. The kiln line in cement plant "Chełm", according to FLS technology

Bardzo duża modernizacja została przeprowadzona przez Firmę FLSmidth w cementowni „Ożarów”. Polegała ona na wyposażeniu pieca nr 1 w nowy układ cyklonów i dekarbonizator oraz w chłodnik rusztowy Coolax (6). Dekarbonizator pozwala na obniżenie zawartości tlenków azotu w wyniku zastosowania długiej strefy redukccyjnej (rysunek 8) i był pierwszym tego rodzaju dekarbonizatorem w Polsce. Węgiel jest wprowadzany do dolnej części dekarbonizatora w strefę, w której jest mała zawartość tlenu dostarczana jedynie z gazami odlotowymi z pieca. Sprzyja to reakcji CO z NO_x prowadzącej do redukcji tlenków. W procesie tym bierze udział także wodór i amoniak, jest on więc dosyć skomplikowany. Jak można było oczekiwać na przebieg tych reakcji duży wpływ ma temperatura, która jest kontrolowana przez doprowadzanie odpowiedniej ilości mączki surowcowej. Leży ona w zakresie 925°C–1050°C, lub może być nawet wyższa, jednak nie może tworzyć warunków do powstawania napieków w rurociągu łączącym piec z dekarbonizatorem i w redukcyjnej strefie tego ostatniego. Strefa redukcyjna kończy się wlotem powietrza trzeciego (rysunek 8), a długa część utleniająca wyposażona w przewężenie i „łabędzią szyję” zapewnia utlenienie CO, występującego w nadmiarze w strefie redukcyjnej, w stosunku do NO_x. Doświadczenia eksploatacyjne wykazały, że zmniejszenie zawartości tlenków azotu w gazach przekracza 70%, a ich zawartość w gazach odlotowych jest mniejsza od 350 ppm.

Duże wymiary modernizowanego pieca 5,75 x 92 m pociągnęły za sobą dużą jego wydajność, przekraczającą 8500 ton/24 h. Jest to obecnie największy piec w Europie.

Modernizacji linii piecowej towarzyszyło bardzo dużo zmian i usprawnień technologicznych. Związany bezpośrednio z piecem był wielokanałowy palnik FLSmidtha oraz zastosowany usredniający silos na mączkę surowcową, wykorzystujący wpływ materiału

In the period shorter than two years, at the turn of XX and XXI centuries, Klosters company built a very modern grinding plant of the capacity of 800 thousand tons per year in Dąbrowa Górnicza, in the neighbourhood of metallurgical plant "Katowice". Used by FLSmidth technology is based on separate grinding of slag and clinker, and their final mixing (Fig. 7) (5).



Rys. 7. Mieszarka firmy IBAU

Fig. 7. IBAU mixer

This technology permits to produce slag cement of very high quality, for example CEM III/B42,5 R, with high slag content.

Very great modernization was carried out by FLSmidth in cement plant "Ożarów". Kiln no 1 was equipped in new cyclone preheater,

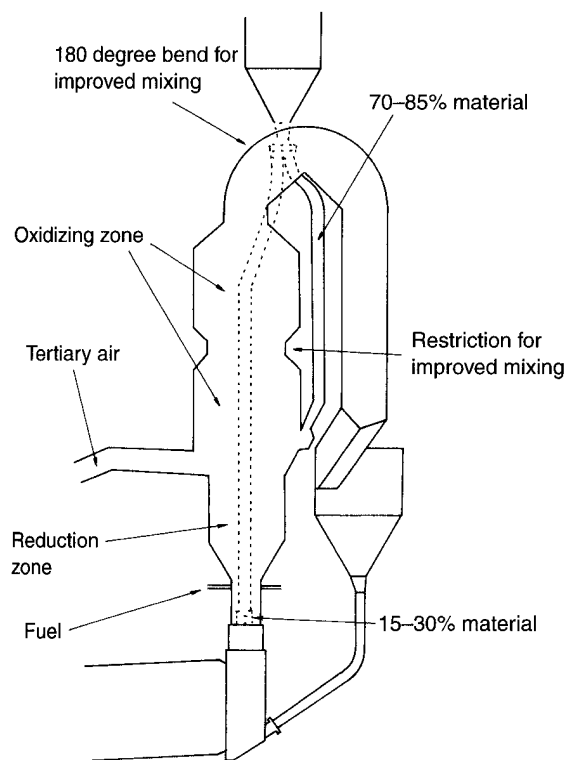
z utworzeniem leja, przecinającego warstwy powstające w trakcie zasypywania zbiornika surowcem. Te kilka przykładów pokazuje kompleksowość modernizacji i nowoczesność zastosowanych rozwiązań.

Bardzo rozległa modernizacja obejmująca linię piecową nr 1 została przeprowadzona w cementowni „Góraźdze” (7). Zmodernizowano pionowy młyn do surowca firmy Pfeiffer, zwiększając ponad dwukrotnie jego wydajność do około 700 t/h, firma Technip zastosowała nowy układ cyklonów oraz dekarbonizator (7). Ten ostatni pracuje na podobnej zasadzie do wcześniej opisanego dekarbonizatora w Ożarowie, jednak jest inaczej rozwiązany (rysunek 9) (7). Ma on dwa paleniska z zawirowaniem gazów, z pionowymi palnikami wielokanałowymi dla każdej gałęzi cztero-stopniowych cyklonów, jedną komorę mieszającą i długi przewód gazowy z wygięciem w kształcie „łabędziej” szyi. Z uwagi na stosowanie dużej ilości paliw alternatywnych do opalania pieca jest on wyposażony w instalację do bocznikowania gazów. Urządzenia towarzyszące są dostosowane do nowej wydajności pieca wynoszącej 6500 ton/dobę.

Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest podwieszony chłodnik rusztowy firmy IKN, typu „Pendulum” (rysunek 10) (8). Został on dostosowany do warunków jakie panują przy piecu nr 1, to znaczy aby można go było zabudować pomiędzy fundamentami pieca, a z kolei skrócenie pieca uwarunkowano prawidłowym obciążeniem istniejących podpór. Z tych względów ma on długość 31 m, wysokość 6,5 m, a szerokość rusztu 4,8 m (8). Obciążenie rusztu, podwieszono go za pomocą specjalnych cięgien do jego konstrukcji. Powietrze do warstwy klinkieru doprowadzone jest przez dysze „Coandy” i szczeliny znajdujące się pomiędzy rzędami płyt w ruszcie ruchomym i nieruchomym. Wysokie ciśnienie powietrza chłodzącego przedmuchiwało ruchome szczeliny nie dopuszcza do ich zatykania drobnym klinkierem. Równocześnie powietrze chłodzące przepływając pionowo przez złożę klinkieru unosi na jego powierzchnię ziarenka drobne, w związku z czym nie ma problemu przepadu.

Bardzo nowoczesną linię do produkcji klinkieru wybudowała firma Lafarge w cementowni „Kujawy”, która zastąpiła długie piece, pracujące metodą moką. Podobnie jak „Ożarów”, który wybrał firmę FLSmidth jako generalnego dostawcę, Lafarge wybrał firmę Krupp Polysius. Linia zaczyna się od pierwszego w Polsce okrągłego składu uśredniającego, pracującego metodą Chevcon (9). W celu uzyskania należytego składu surowca prowadzi się jego ciągłe analizy za pomocą spowolnionych neutronów. Do przemiatu surowców stosowany jest młyn misowo-rolkowy „QUADROPOL”, a mączka surowcowa uśredniana jest dodatkowo w silosie, w trakcie wypływu materiału, analogicznie jak to opisano w przypadku „Ożarowa”. Piec o wydajności 4500 t/24 h, o średnicy 5m i długości 60 m usytuowany jest na dwóch podporach (9). Jest to więc pierwszy w Polsce piec super krótki, typu „flash”. Jest on wyposażony w pięciostopniowy wymiennik cyklonowy. Po cyklonie drugiego stopnia usytuowany jest dekarbonizator, który analogicznie do poprzednio opisanych składa się z dwóch stref: redukcyjnej i utleniającej. Klinkier chłodzony jest w chłodniku rusztowym RE-

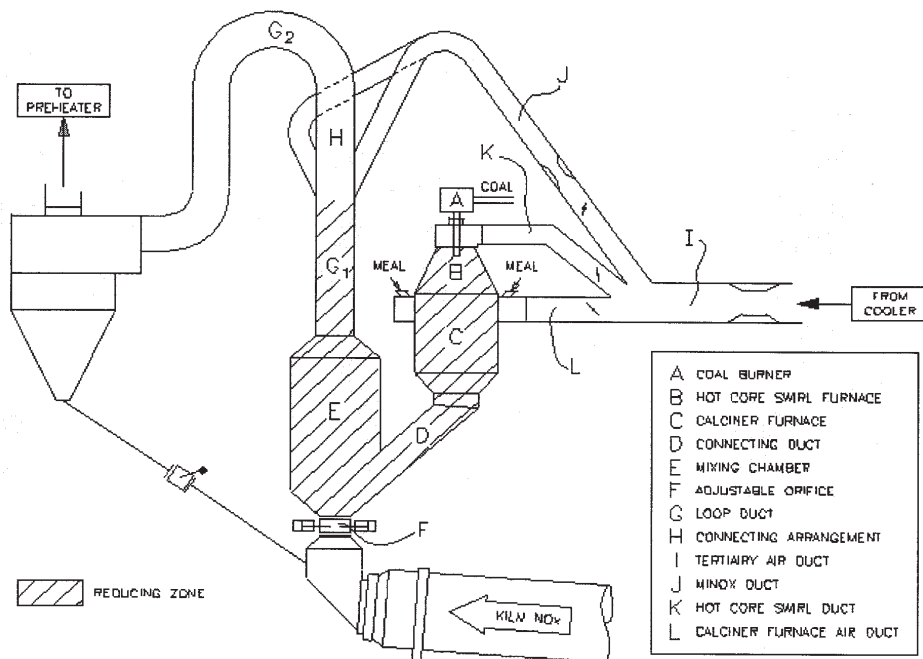
the calciner and grate cooler “Coolax” (6). The low NO calciner gives the possibility to decrease the nitrogen oxygen in a long reducing zone (Fig. 8) and was the first calciner of this type in Poland. Fuel coal is introduced to the bottom of calciner, in the zone with low oxygen content, entering with kiln exit gas. It is favourable for reaction of CO with NO_x and the result is the reduction of these oxides. This process is rather complicated, also with hydrogen and ammonia transitory formation. On this reactions great influence has temperature which is controlled by adequate raw meal supply. It is maintained in the range 925-1050°C, or can be even higher, but it could not favour the encrustation formation in the riser duct before calciner and in the last, in reducing zone. The last ended with the supply of tertiary air (Fig. 8). The second long oxidising part of calciner has the restriction for improved mixing and “swan-neck” to ensure oxidising of CO which is in excess in relation to NO_x. The exploitation practise has shown that the decrease of NO_x in gas is greater then 70%, and their content in exit gas is lower than 350 ppm.



Rys. 8. Dekarbonizator firmy FLS zastosowany w cementowni „Ożarów”

Fig. 8. ILC low-NO_x calciner of FLSmidth

Large dimension of modernized kiln 5.75 x 92 m caused its high capacity, greater then 8500 tpd. It is now the biggest kiln in Europe. The kiln modernization was accompanied with numerous changes and technological modifications. The kiln was equipped with multichannel burner of FLSmidth. Also the raw meal silos was transformed to homogenizing one taking advantage of so called “funnel flow”. These few examples show the comprehensivity and the state-of-the art level of the modernisation.



Rys. 9. Dekarbonizator firmy Technip, zastosowany w cementowni „Górażdże”

Fig. 9. Technip calciner, installed in “Górażdże” plant

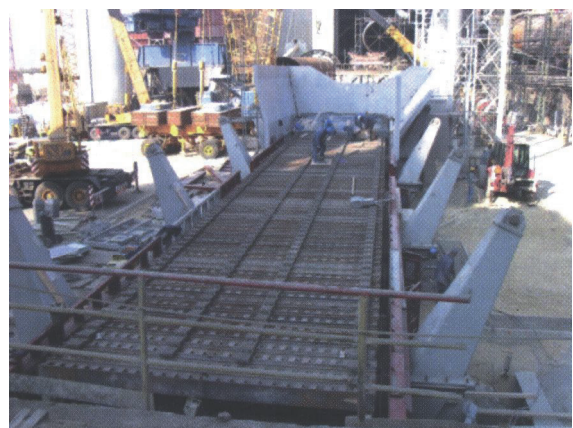
POL-RS. Chłodnik ten wyposażony jest w dwa ruszty, a pomiędzy nimi usytuowana jest kruszarka walcowa. Do przemiału węgla stosowany jest młyn pionowy typu RMK 27/13. Te podstawowe maszyny uzupełniają również nowoczesne urządzenia ważące i dozujące, jak na przykład wagi dozujące Pfistera do podawania pyłu węglowego do pieca i dekarbonizatora, filtry workowe Lurgi do odpylania gazów z pieca i młyna do węgla, natomiast powietrze nadmiarowe z chłodnika odpylane jest w elektrofiltrze. Linia produkcyjna jest prowadzona za pomocą automatycznego procesu „Lucie”.

Przedstawione skróto w artykule przykłady modernizacji cementowni w ostatnich latach dobitnie wskazują na nowoczesne i równocześnie dobrze przemyślane rozwiązania techniczne. Nic więc dziwnego, że znalazły one wyraz w tak spektakularnej poprawie wskaźników technicznych całego przemysłu, które wiążą się ze zmniejszeniem uciążliwości przemysłu dla środowiska i oszczędnością zużywania zasobów naturalnych, przede wszystkim węgla, tak w postaci ciepła jak i energii, zużywanych przez agregaty produkcyjne, a także surowców wapiennych. Tego ostatniego zagadnienia nie omówiono w artykule, ale wystarczy podać, że przemysł zużywa rocznie 1,4 miliona ton żużla wielkopieczowego i około 1 miliona ton popiołów oraz 0,3 miliona ton gipsu z odsiarczania spalin. Ponadto zużycie paliw alternatywnych zastępujących węgiel dochodziło w roku ubiegłym do 20%, a w tym na pewno tę ilość przekroczy. Wszystkie te osiągnięcia wykazują, że przemysł cementowy w Polsce zajmuje godne miejsce w gronie europejskich fabryk cementu.

Very comprehensive modernization embracing the line of kiln no 1 was carried out in cement plant “Górażdże” (7). The OK mill for raw material was modernized by Pfeiffer and its capacity was doubled to 700 t/h. Technip company introduced a new cyclone arrangement and calciner (7). The last one is working on the same principle as the calciner in “Ożarów” plant, but its construction is different (Fig. 9) (7). It has two swirl furnaces, with perpendicular multichannel burners, one for each cyclones string, one mixing chamber and gas duct with “swan-neck”. Because of high share of alternative fuels used for kiln firing it is an installations for gas bypassing. All auxiliary equipments are adopted for new kiln capacity equal 6500 tpd.

A very interesting solution presents the IKN grate cooler type “Pendulum” (Fig. 10) (8). The principle of operation of

this cooler is based on the pendulous movement of the grate suspended on the cooler construction. The cooler was designed so that it could be built between the existing kiln foundations and its length was adopted to the existing clinker transport system, thus it was limited to 31 m – high is 6.5 m and width is 4.8 m (8). Cooler load is 47.2 t/m² x d. The cooling air is introduced to the clinker layer via a Coand nozzles system and openings between moving and stationary plates. High pressure of cooling air lift fine clinker particles to the surface of the clinker bed and hinders the clogging of openings with this fines.



Rys. 10. Zawieszenie ruchomego rusztu w chłodniku IKN typu „Pendulum”

Fig. 10. Suspension of moving grate of Pendulum cooler

Very modern technological line for clinker production was built by Lafarge in cement plant “Kujawy”, which replaced long wet kilns. Similarly as “Ożarów”, which has chosen FLSmidth as general supplier, Lafarge has chosen Krupp Polusius. The production line begins of the first in Poland, circular prehomogenisation



Rys. 11. Nowa linia produkcji klinkieru w cementowni „Kujawy”
 Fig. 11. New clinker production line in cement plant “Kujawy”

Literatura / References

1. M. Stelmach, *Cement Wapno Gips*, 22, str. 217 (1957).
2. E. Ciuk, *Technik Polski*, str. 147, maj-czerwiec- lipiec Warszawa 1936.
3. R. Flaczyk, *Kronika Przemysłu Cementowego*, *Polski cement*, Kraków 1996.
4. W. Kurdowski, *Third NCB International Seminar on Cement and Building Materiale*, vol. 2, p.III-29, New Delhi 1991.
5. L. Myrdko i A. Wojnarowski, *Cement Wapno Beton*, 68, str. 225 (2001).
6. J. Walaszek i R. Kościółek, *Cement Wapno Beton*, 67, str. 92 (2000).
7. M. Majchrowicz, *Cement Wapno Beton*, 70, str. 182 (2003).
8. G. Franus, *Cement Wapno Beton*, 70, str.188 (2003).
9. D. Rejowski, *Cement Wapno Beton*, 70, str. 230 (2003).

stock working according to Chevcon method (9). In order to assure the proper chemical composition of limestone and other constituents raw materials are continuously analyzed on belt conveyor by moderated neutrons. For raw material grinding the roller mill QUADROPOL is applied and the raw meal is additionally homogenized in the silos by “funnel flow” method, described in the case of “Ożarów”.

The kiln of capacity 4500 tpd, which dimensions are: diameter 5m and length 60 m is supported on two piers. It is the first very short “flash” kiln (ratio L/D about 12) in Poland. Kiln has 5 stages of cyclones and after the second stage the calciner is situated, which similarly to the two described earlier has two zones: reducing and oxidizing. Clinker is cooled in the grate cooler REPOL-RS. This cooler has two grates and between them the roll crusher is situated. Coal is grinded in vertical mill RMK 27/13. This basic machinery is completed with very modern feeding and weighing facilities, for example of Pfister for ground coal. The Lurgi fabric filter for kiln exhaust gas and coal mill dedusting is used, but the cooler excess air is dedusted in electrostatic precipitator. The production line is under automatic process control programme Lucie.

Presented shortly in the paper the examples of plants modernization in the last years show very clearly that the state-of-the-art and well chosen technological solutions are introduced. In this situation it is nothing surprising that the technical data for cement industry as a whole are very good and they have a very positive influence on environment protection and saving of natural resources, chiefly of coal in form of low energy and heat consumption, but also limestone deposits. This last problem was not discussed in the paper, but it is enough to present the annual consumption, in cement industry of blastfurnace slag equal to 1.46 million tons, about 1 million tons of fly ash and about 0.3 million tons of gypsum from gas desulphurization. Additionally the consumption of alternative fuel is worth to mention which are greater then 20% of heat consumption. All these achievements proves that cement industry in Poland is in the good place among the European cement plants.