

**MICRORADAR115 V 13 to urządzenie do optymalizacji zawartości wilgoci w surowcach podczas aglomeracji i produkcji peletu koncentratów rud metali.**

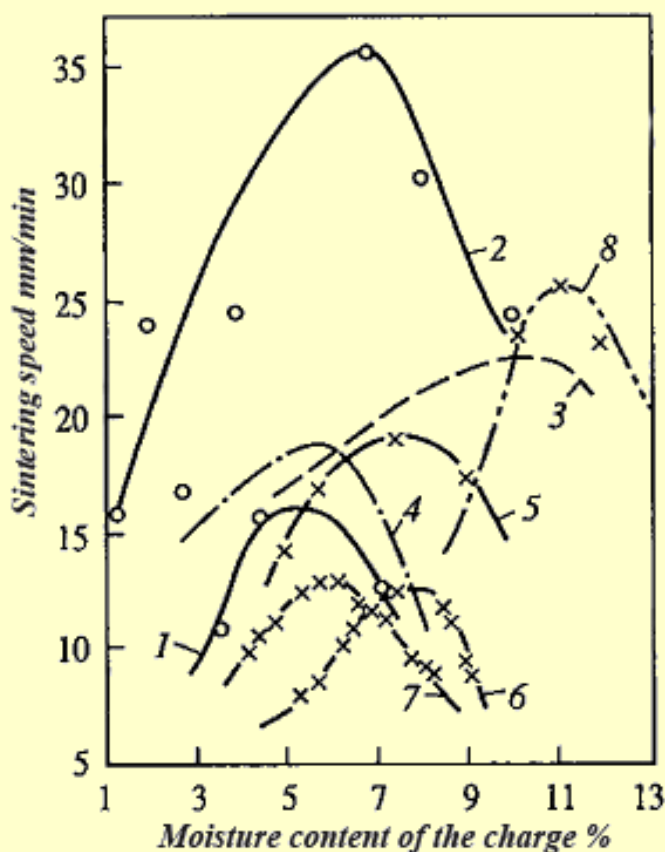
*Według materiałów ESTAD ( Europejskiego Stal Technologia I Aplikacje Dni ) 2015, instalacja miernika wilgotności i automatyzacja układu nawilżania aglomeratów w firmie SAIL pozwoliły zwiększyć wydajność o 12%, wytrzymałość z 68 do 71 i zmniejszyć frakcję drobną z 12% do 8%.*



Aglomeracja rudy żelaza i drobnych koncentratów przed wytopem w wielkim piecu znacząco poprawia parametry techniczne i ekonomiczne wielkich pieców oraz zwiększa ich wydajność. Znaczne nakłady inwestycyjne na budowę i eksploatację zakładów aglomeracji rud są stosunkowo szybko rekompensowane oszczędnościami w zakresie koksu i zwiększoną produkcją żelaza z wstępnie aglomerowanych surowców. Obecnie w przemyśle stosuje się dwie metody aglomeracji: aglomerację rud i koncentratów oraz peletyzację koncentratów.

### **Aglomeracja**

Pierwsza spiekalnia taśmowa, której konstrukcję zaproponowali w roku 1906 amerykańanie A. Dwight i R. Lloyd, została uruchomiona w roku 1911. Spiekalnie tego typu zyskały popularność w wielu krajach. Obecnie na świecie pracuje ponad 1000 spiekalni o łącznej wydajności do 500 milionów ton spieku rocznie.



Proces aglomeracji polega na zasysaniu lub przedmuchiwaniu gazów przez spiekane złożo. Ilość powietrza dostarczanego do strefy spalania paliwa stałego determinuje szybkość spalania cząstek koksiku, a ilość i temperatura gazów, opuszczających strefę spalania produkty reakcji gazowej – intensywność wymiany ciepła pod tą strefą. W związku z tym pionowa szybkość spiekania w aglomeracji próżniowej jest w zdecydowanej większości przypadków wprost proporcjonalna do przepuszczalności gazu spiekanej warstwy. Dlatego przygotowując wsad do spiekania, inżynierowie w spiekalniach powinni zwracać szczególną uwagę na zwiększenie przepuszczalności gazów.

Rysunek 1. Zależność zawartości wilgoci w wsadzie i pionowej prędkości spiekania: 1 — wsad złoża Magnitogorsk, Ural; 2 — ruda manganu; 3 — koncentrat wzbogacania rudy Kerczu; 4 — koncentrat Olenegorsk, Półwysep Kolski; 5 — wsad zakładu aglomeracji Wysokogorskiej, Syberia; 6 — koncentrat Kurskiej anomalii magnetycznej; 7 — koncentrat magnetytu Nižnego Tagiłu, Syberia; 8 — angielskie brązowe rudy żelaza.

Jak pokazano na rys. 1, szybkość spiekania ma wyraźnie zdefiniowane maksimum przy określonej wilgotności dla koncentratów z różnych złóż.

## Pelletyzacja



Przed spiekaniem, nawilżony wsad jest granulowany w obracających się bębnach, gdzie koncentrat toczy się po powierzchni większych cząstek rudy i materiału zwrotnego. Te same bębny nawilżają również wsad do optymalnego poziomu, zapewniając optymalną aglomerację, przepuszczalność gazów i maksymalną prędkość spiekania pionowego. Zawartość wilgoci we wsadzie, wprowadzanym do procesu granulowania, zazwyczaj waha się od 2% do 5%. Ciągły monitoring rzeczywistej zawartości wilgoci w wsadzie odbywa się za pomocą wilgotnościomierzy, których odczyty służą do utrzymania optymalnej zawartości wilgoci.

W przypadku większości **procesów pelletyzacji (peletyzatory tarczowe i bębnowe)** optymalna wilgotność wyjściowa mieści się w zakresie **6–12%**, często około **8–10%** dla koncentratów o typowej wielkości młyna.

Wilgotniejsze bryły koncentratu wymagają wstępnej regulacji/suszenia i/lub regulacji dawki spoiwa – fabryki mają ściśle określone limity wilgotności brył przed nawożeniem.

Wpływ wilgoci na właściwości peletu: zbyt mała ilość wody → słaba agregacja, wiele „pylistych” peletów; zbyt duża → zwiększona

porowatość, spadek wytrzymałości po wysuszeniu i pogorszenie indocji (wypalania). Równowagę często osiąga się poprzez dobór i dawkowanie spoiwa (bentonitu /materii organicznej).

Przy optymalnej wilgotności osiąga się akceptowalny kompromis pomiędzy:

**Zadowalająca szybkość granulacji/ pelletyzacji** (wydajność).

**Wysoka wytrzymałość mechaniczna peletu.**

**Minimalne zużycie spoiwa** i akceptowalna porowatość/przepuszczalność po wypaleniu.

**Niskie zużycie energii podczas suszenia/wypalania** i stabilność procesu.

W strukturze towarowej światowego handlu surowcami rudy żelaza największy udział ma drobna ruda magnetytowa (koncentrat), na którą przypada ponad 80% całkowitej produkcji koncentratów rudy żelaza.

Magnetyt, materiał ferromagnetyczny, ma znacząco inne właściwości elektryczne niż inne rudy żelaza. Przewodnictwo rud magnetytu przy częstotliwości 50-100 MHz jest 10-100 razy wyższe niż rud hematytu i syderytu. Współczynnik absorpcji mikrofal w rudach magnetytu jest dziesiątki do setek razy wyższy niż w przypadku innych rud, co uniemożliwia pomiar zawartości wilgoci w koncentratkach magnetytu za pomocą konwencjonalnych analizatorów amplitudy i fazy mikrofal, które okazały się skuteczne w pomiarach innych materiałów. Nasze badania pokazują, że 1 cm koncentratu magnetytu rudy żelaza tłumi sygnał mikrofalowy o 30 do 50 dB przy częstotliwości 2 GHz, podczas gdy konwencjonalne dielektryki tłumią o 3-5 dB. Typowa grubość warstwy koncentratu na taśmie przenośnika wynosi 150- 250 mm. Ponieważ 75-80 dB jest granicą czułości wszystkich nowoczesnych wilgotnościomierzy mikrofalowych działających na zasadzie transmisji materiału, użycie takich wilgotnościomierzy do pomiaru zawartości wilgoci w koncentracie magnetytu rudy żelaza wydaje się niemożliwe.

### Proponowane rozwiązanie



**MICRORADAR** oferuje nowe rozwiązanie – **MICRORADAR115 V 13 K**, wilgotnościomierz kontaktowy z dwoma odsłoniętymi czujnikami antenowymi zanurzonymi w materiale. To rozwiązanie zapewnia stabilność podstawy roboczej 50 mm, wystarczającą do stabilnej pracy systemu. Wykonane z materiałów węglkowych i odpornego na zużycie poliuretanu o wysokiej twardości. (Po sześciu miesiącach użytkowania zużycie nie jest zauważalne.) [Link 1](#)



Wilgotnościomierz zapewnia automatyczną korektę wyników pomiaru przy zmianie temperatury materiału, posiada wyjście prądowe oraz szeregowy kanał komunikacyjny RS -485 z komputerem. Sygnał z czujnika jest przesyłany do mikroprocesora, w którym

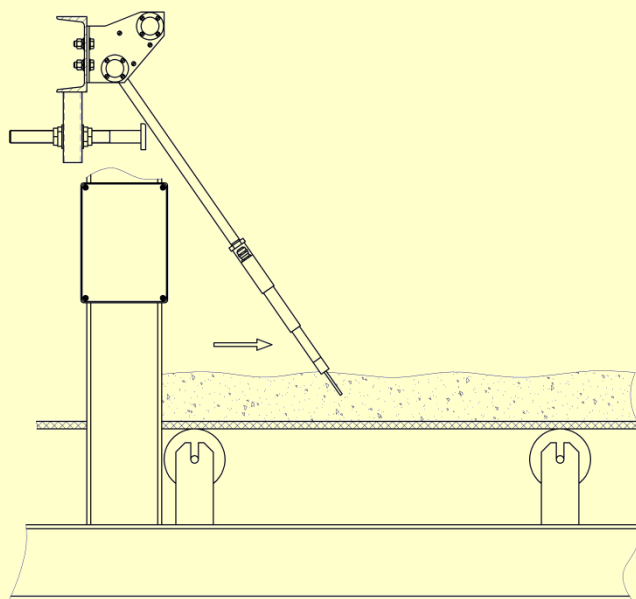
w tym przypadku przeprowadzane są obliczenia wilgotności. Wartość wilgotności jest wyświetlana na panelu wskaźników jednostki mikroprocesorowej i konwertowana na sygnał analogowy 4-20 mA. Urządzenie jest wyposażone w program do zapisywania i wyświetlania wilgotności w czasie rzeczywistym, dzięki czemu można rejestrować, monitorować, przechowywać i drukować informacje o wilgotności w dowolnym okresie czasu na swoim komputerze.

### Główne parametry techniczne wilgotnościomierza MICRORADAR115 V 13 K do mieszanki spiekowej i koncentratu rudy żelaza

| Parametr                                                                                  | Charakterystyka parametru |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Zakres mierzonej zawartości wilgoci dla wsadu spiekalniczego i koncentratu rudy żelaza, % | od 2 do 11                |
| Temperatura kontrolowanego materiału, °C                                                  | od +5 do +95              |
| Grubość warstwy materiału na taśmie, mm.                                                  | od 70 do 400              |
| Standardowy prąd wyjściowy (wybieralny), mA                                               | 0...5; 0...20; 4...20     |
| Napięcie zasilania, V                                                                     | ~ 90-260 lub stała =24 ±3 |
| Pobór mocy, VA                                                                            | nie więcej niż 50         |
| Wymiary całkowite czujników, mm                                                           | 430x180x45                |



Dokładność pomiaru wilgotności wsadu spiekanego i koncentratu rudy żelaza waha się od 0,15% do 0,5% abs. w zależności od zakresu wilgotności, z uwzględnieniem błędu próbkowania i błędu pomiaru wilgotności metodą standardową, np. suszenie w piecu suszarniczym.



Schemat montażu czujnika pokazano na rysunku. Konstrukcja pozwala na wyłączenie czujnika z eksploatacji w celu przeprowadzenia inspekcji i konserwacji bez zatrzymywania przenośnika.

## Testy i doświadczenie

**Wyniki testów przemysłowych w JSC EVRAZ KGOK, Kachkanar. Mieszanka aglomeratów i przesiewanie.**



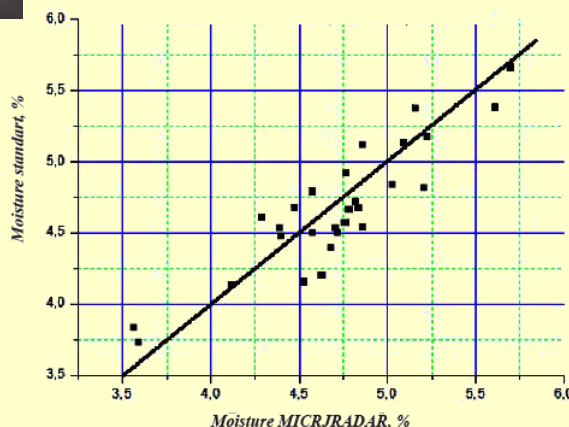
Kachkanar zainstalowano ponad 10 urządzeń. Na zdjęciu widać jedno z urządzeń zainstalowanych w zakładzie spiekalniczym. W trakcie badań pobrano ponad sto próbek mokrego materiału i porównano zawartość wilgoci w próbkach pobranych przez laboratorium z zawartością wilgoci w mieszance spiekanej zmierzoną wilgotnościerzem. Błąd miernika wilgotności, obliczony bez uwzględnienia błędu laboratoryjnego,

wyniósł 0,34%; po uwzględnieniu błędu laboratoryjnego wynik wyniesie 0,18%, co jest wartością znacznie lepszą od podanego błędu wynoszącego 0,5%.

Urządzenie można zobaczyć w działaniu w warunkach produkcyjnych, [Link 2](#)

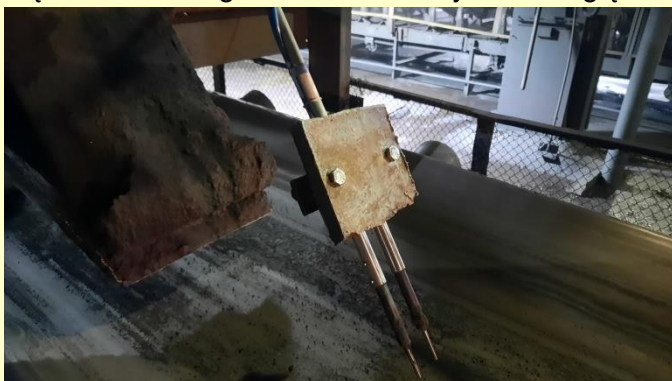
Na zakładach górniczo-przetwórczych Kachkanar na skrawkach zainstalowano kilka mierników wilgotności.

Urządzenie w działaniu w warunkach produkcyjnych można zobaczyć za pomocą screeningu dostępnego pod [linkiem 3](#)



**Wyniki testów przemysłowych w JSC Karelsky Okatysz , Kostomuksza. Koncentrat rudy żelaza.**

W ramach badań pobrano 40 próbek koncentratu mokrego i porównano zawartość wilgoci w próbkach pobranych przez laboratorium z zawartością wilgoci w partii spieku wskazaną przez wilgotnościomierz. Błąd miernika wilgotności, obliczony bez uwzględnienia błędu laboratoryjnego, wyniósł 0,24%.



Do pracy z koncentratem rudy żelaza wykorzystano obciążniki czujników pokazane na zdjęciu.

Urządzenie można zobaczyć w działaniu w warunkach produkcyjnych, [link 4](#)

Przydatne linki:

[Instrukcja obsługi](#)

[Instrukcje do instalacji](#)

[Metodyka badań kontrolnych](#)

[Metodyka weryfikacji](#)

**Zgodność z normami Regulaminów Technicznych Unii Celnej:**

**004/2011 „O bezpieczeństwie urządzeń niskonapięciowych”.**

**020/2011 „Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń technicznych”**

**Zgodność z dyrektywami UE :**

- Dyrektywa w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC ) 89/336/EWG
- Dyrektywa niskonapięciowa (dyrektywa niskonapięciowa 93/68/EWG)

Gęstość promieniowania generatora mikrofal nie przekracza 0,5 mW /cm<sup>2</sup>, co nie przekracza limitu ustalonego dla promieniowania niejonizującego przez międzynarodową normę OSHA 1910.97 (10 mW /cm<sup>2</sup>), dzięki czemu nie są wymagane żadne specjalne środki bezpieczeństwa.