

ZAPEWNIENIE WYSOKIEJ JAKOŚCI PROCESÓW NAWĘGLANIA ELEMENTÓW PRZEKŁADNI ZĘBATYCH POPRZEC WYKORZYSTANIE ATRYBUTÓW PIECÓW WGLĘBNYCH PRODUKCJI ELTERMA S.A.

1. Wprowadzenie

Piece wglębne produkowane przez ELTERMA S.A. znajdują szerokie zastosowanie w procesach obróbki cieplnej i ciepłnochemicznej takich jak nawęglanie, węglazotowanie, hartowanie oraz jasne wyżarzanie, odpuszczanie, etc. Szczególnie nadają się do obróbki detali o dużych wymiarach, m.in. kół zębatach oraz wałów stosowanych w przekładniach maszyn, silników, przekładniach elektrowni wiatrowych i innych.

Zalety pieców wglębnych typu PEGAT:

- bardzo dobra powtarzalność procesów i precyzyjna obróbka cieplna różnych detali,
- bardzo dobra równomierność rozkładu temperatury w przestrzeni roboczej,
- wysoka dokładność regulacji procesów (w odniesieniu do temperatury i potencjału węglowego),
- uniwersalność i możliwość różnorodnej konfiguracji pieców w gniazda oraz linie technologiczne,
- możliwość obróbki dużych gabarytowo detali,
- ekonomiczność (relatywnie małe zapotrzebowanie czynników niezbędnych do pracy pieców),
- elastyczność pracy (szybkość nagrzewania i chłodzenia wsadu),
- łatwa obsługa i konserwacja,
- niezawodność i trwałość (wysoka żywotność urządzeń),
- bezpieczeństwo użytkowania,
- zgodność z normą AMS 2750.

Poniżej przykłady instalacji pieców wglębnych dostarczonych przez ELTERMA S.A.:



Zdjęcie 1: Piec wglębny typu PEGat-1000/18x30.



Zdjęcie 2: Piec wglębny typu PGGat-1000/20x32,5

2. Specyfikacja techniczna pieca.

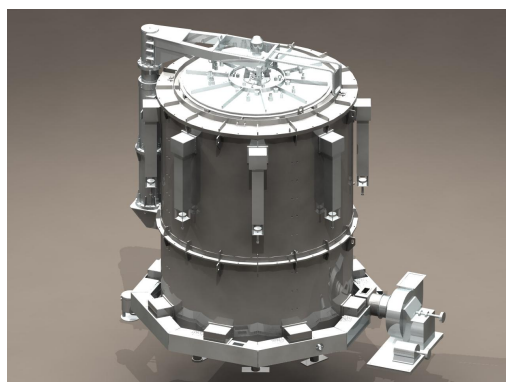
Piec wglębny retortowy typu PGGat, w którym przeprowadzono testy jest jednym ze standardowych typów oraz wielkości pieców produkowanych przez ELTERMA S.A.

Podstawowe parametry techniczne pieca użytego do testów:

Średnica użytkowa przestrzeni grzejnej	1.500 mm
Wysokość użytkowa przestrzeni grzejnej	2.300 mm
Maksymalna masa wsadu brutto	6.000 kg
Temperatura maksymalna	1.050°C
Moc grzewcza brutto	480 kW
Ilość stref grzejnych	3
Zapotrzebowanie atmosfery endotermicznej do procesu	ok. 11 Nm ³ /h

Szczególne cechy konstrukcji pieca wglębego typu PGGat ze stałym trzonem:

- ☞ Lekka, szczelna retorta z uszczelnieniem dolnego końca w rynnie olejowej - w takiej konstrukcji retorta nie przenosi obciążenia i umożliwia załadunek wsadu o łącznej masie brutto do 20.000 kg.
- ☞ Piec testowy wyposażony był w system ogrzewania gazowego z sześcioma palnikami autorekuperacyjnymi, które znacznie zwiększa ekonomikę procesu poprzez znaczne zmniejszenie zużycia gazu ziemnego w wyniku podniesienia sprawności.
- ☞ Wyposażenie pieca w system przyspieszonego chłodzenia wsadu, który znacznie skraca czas procesów.



Rys. 1: Widok ogólny pieca wglębnego typu PGGat (rendering 3D)

3. Jakość detali po przeprowadzonych procesach nawęglania gazowego na przykładzie rezultatów uzyskanych w piecu wglębnym typu PGGat.

Jakość procesu obróbki cieplnej w piecu typu PGGat oceniano przez:

- badania rozrzutu temperatury w przestrzeni roboczej pieca zgodnie z wymaganiami normy AMS 2750D,
- badania grubości warstwy nawęglonej na próbkach testowych,
- badania twardości na próbkach testowych,
- ocenę wyników uzyskanych po obróbce cieplnej w warunkach produkcyjnych w zakresie twardości i grubości warstwy,



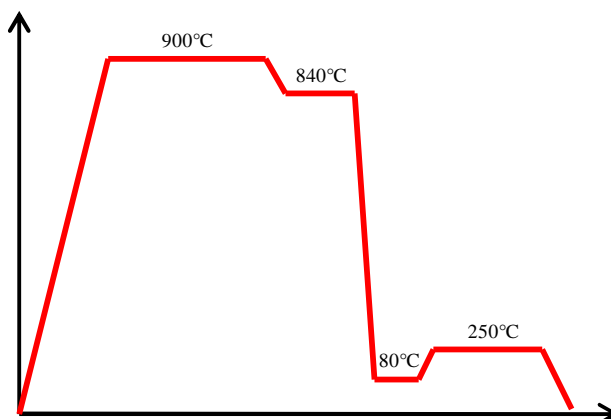
Zdjęcie 3: Przykładowe wielkogabarytowe detale obrabiane



Zdjęcie 4: Przykładowe wielkogabarytowe detale obrabiane

Proces technologiczny

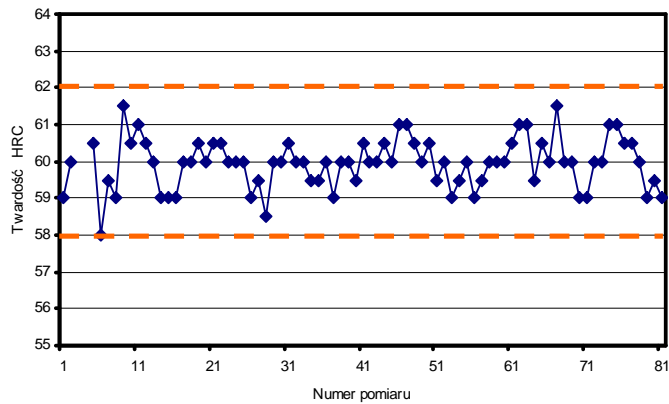
Proces technologiczny, przy którym wykonywane były pomiary przebiegał zgodnie z diagramem przedstawionym na rys. 2.



Rys. 2 Schemat procesu nawęglania dla prezentowanych prób.

Wyniki pomiarów twardości

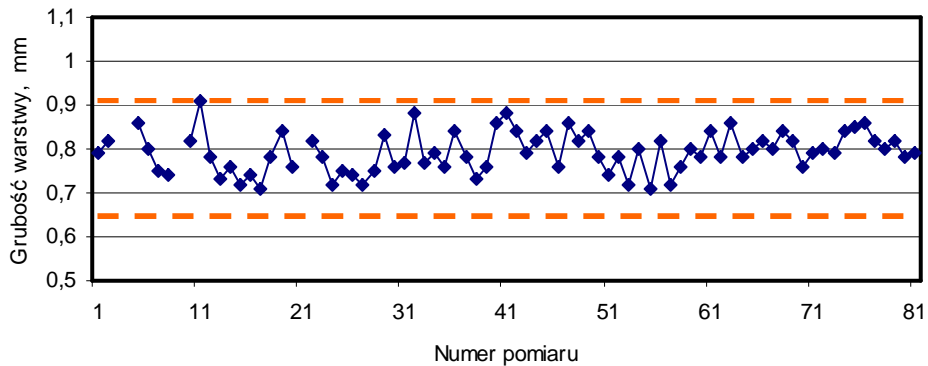
Wyniki pomiarów twardości wykonane w okresie testowego miesiąca pracy pieca przedstawiono na rys. 3.



Rys.3. Wyniki pomiarów twardości uzyskane w okresie testowego miesiąca produkcji.

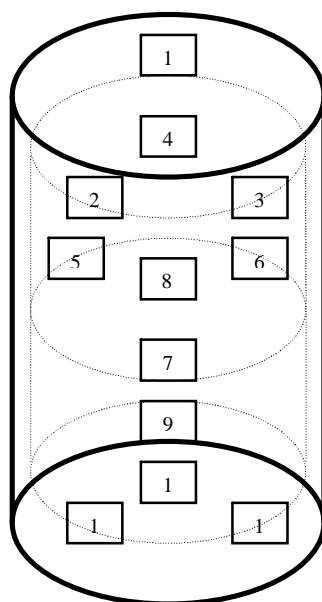
Wyniki pomiarów grubości warstwy nawęglonej

Wyniki pomiarów grubości warstwy nawęglonej wykonane w okresie testowego miesiąca pracy pieca przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Wyniki pomiarów grubości warstwy nawęglonej.

Rozkłady cech na próbkach umieszczonych w przestrzeni pieca



Rys.5. Schemat rozmieszczenia termopar do pomiarów rozkładów temperatury oraz próbek do pomiarów rozkładów grubości warstwy nawęglonej i twardości.

Rozkłady temperatury oraz rozkład twardości i grubości warstwy nawęglonej badane były w przestrzeni użytecznej pieca według schematu przedstawionego na rys. 5 zgodnie z wymaganiami normy AMS 2750D.

Rozkład temperatury

Rozkład temperatury wykonano przy trzech najczęściej stosowanych temperaturach procesu tj. 840°C, 900°C oraz 950°C. Wyniki zestawiono w tabeli nr 1. Rozrzut wyników uzyskanych w temperaturach wynosił dla 840°C: +4,5°C/-3,5°C; dla 900°C: +2°C/-4,3°C oraz dla 950°C: +2,5°C/-4,8°C.

Wyniki pomiarów mieszczą się w zakresie dopuszczalnym dla prowadzonych procesów.

Tabela 1. Zestawienie odchyleń temperatury dla poszczególnych termopar.

Numer termopary	Odchylenie od temperatury 840cC	Odchylenie od temperatury 900cC	Odchylenie od temperatury 950cC
1	0	-0,4	+0,9
2	+0,1	+0,2	+1,8
3	-0,3	-0,3	+1,2
4	+1,2	+1,5	+2,5
5	-3,5	-4,3	-4,8
6	-1,8	-2,8	-3,0
7	-3,3	-4,2	-3,8
8	-1,0	-2,3	-3,1
9	-0,1	-1,4	-2,2
10	+0,2	-1,1	-2,6
11	+2,9	+0,8	-0,4
12	+4,5	+2,0	-0,3
Max	+4,5	+2	+2,5
Min	-3,5	-4,3	-4,8

Rozkład grubości warstwy nawęglonej

Tabela 2. Wyniki pomiarów grubości warstwy dla próbek rozmieszczonych w różnych pozycjach pieca.

Numer pozycji próbki	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grubość warstwy, mm	2,46	2,42	2,46	2,35	2,42	2,44	2,35	2,44	2,30	2,35	2,40	2,42

Uzyskano rozrzut wyników pomiarów grubości warstwy w przedziale od 2,30 mm do 2,46 mm.

Uzyskany rozrzut wyników grubości warstwy nawęglonej od wartości zadanej 2,4 mm wynosił +2,4% i -4,3%.

Rozkład twardości

Tabela 3. Wyniki pomiarów twardości dla próbek rozmieszczonych w różnych pozycjach pieca.

Numer pozycji próbki	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Twardość, HRC	59,4	58,6	59,6	58,4	59,2	59,6	59,2	59,6	59,2	58,8	59,8	60,2

Uzyskano rozrzut wyników pomiarów twardości w przedziale od 58,4 HRC do 60,2 HRC. Uzyskany rozrzut wyników twardości mieści się w założonym przedziale 58÷62 HRC.

Pozostałe wyniki przeprowadzonych procesów – nawęglania i hartowania dla stali 17CrNiMo6 (17HNM):

- zawartość austenitu szczałkowego <20%,
- utlenienie międzykrystaliczne 20-30µm,
- efektywna głębokość nawęglania 2,40mm (550HV1),
- twardość rdzenia 42HRC.

4. Wnioski

- Rozkład temperatury w przestrzeni roboczej pieca wynosi mniej niż $\pm 5^\circ\text{C}$,
- Dzięki bardzo dobremu rozkładowi temperatury w przestrzeni roboczej pieca uzyskuje się wymagane własności warstwy, tak w zakresie twardości, jak również grubości warstwy nawęglonej.
- Potwierdzone wyniki uzyskane w czasie testów wskazują, że równomierność grubości warstwy nawęglanej mieści się w przedziale $\pm 5\%$ od wartości zadanej.

5. Podsumowanie

Piece wgłębne produkcji ELTERMA S.A. zapewniają bardzo wysoką powtarzalność i jakość procesów nawęglania. ELTERMA S.A. dopracowała się szeregu efektywnych rozwiązań technicznych oraz technologicznych, co sprawiło, że nasze urządzenia doceniło wielu klientów z różnych gałęzi przemysłu. Nasi klienci to m.in.: Bodycote, Gomsielmasz Białoruś, Gidromasz Rosja, MC Watteuw n.v. Belgia, BMT Rumunia, Harms Lohnhärtereie Niemcy, Klingenberg Niemcy, Turbomechanica Rumunia, Gamesa Hiszpania oraz wielu innych.