

PreNitLPC[®] przyszłościową alternatywą dla nawęglania stali

PreNitLPC[®] as a future-proof alternative to carburising steel

prof. dr hab. inż. Piotr KULA¹, dr inż. Robert PIETRASIK¹, dr inż. Konrad DYBOWSKI¹, mgr inż. Sylwester PAWĘTA¹, dr inż. Maciej KORECKI²



W KILKU SŁOWACH

Technologia próżniowego nawęglania stali posiada liczne zalety związane z ekonomią produkcji i jakością finalnych produktów tego procesu. Technologia ta jest także bardziej przyjazna środowisku w porównaniu do metod konwencjonalnych. Ale są też ograniczenia. Należą do nich konstrukcyjne niedostatki pieców.



SUMMARY

The vacuum steel carburising technology offers numerous advantages in terms of the production economy and quality of final products. The technology is also more environmentally friendly than conventional methods. There are, however, certain limitations, such as furnace design shortfalls.

Technologia nawęglania próżniowego wypiera obecnie z przemysłu starsze odmiany tego procesu. Jest coraz szerzej stosowana, szczególnie w przemyśle motoryzacyjnym, a obecnie również wkracza do przemysłu lotniczego. Związane jest to z szeregiem zalet, które posiada w porównaniu do dotychczas powszechnie stosowanego nawęglania gazowego – endotermicznego, przede wszystkim brak utleniania wewnętrznego, czystość obróbki, proekologiczność. Przewagą tego procesu nad metodami konwencjonalnymi jest również możliwość znacznego skrócenie czasu nawęglania w wyniku podniesienia jego temperatury oraz podwyższenia potencjału węglowego atmosfer nawęglających, które uzyskuje się z rozpadu węglowodorów alifatycznych, głównie acetyleny i etyleny oraz ich mieszanin rozcieńczanych wodorem. Aby w pełni wykorzystać wysoki potencjał węglowy atmosfery proces dzieli się na etapy nasycania, w których dozuje się atmosferę i dyfuzji, bez dozowania atmosfery. Taki podział pozwala na wydzielenie dużej ilości węgla

w etapie nasycania, a następnie jego transport od powierzchni w głąb materiału w etapie dyfuzji. Wielosegmentowe procesy nawęglania z optymalnie dobranym czasem poszczególnych segmentów gwarantują szybkie nasycenie warstwy wierzchniej węglem. Dodatkowo podwyższenie temperatury procesu powoduje, zwiększenie rozpuszczalności i wzrost dyfuzji węgla w austenicie [1,2,4,6].

Podstawowym ograniczeniem w stosowaniu wysokich temperatur nawęglania są ograniczenia konstrukcyjne pieców. W nawęglaniu konwencjonalnym temperatura procesu praktycznie nie przekracza 930°C. Natomiast w piecach do nawęglania próżniowego można stosować temperatury nawet do 1050°C [1,3]. Wzrost temperatury procesu nawęglania z 920°C do 1000°C skraca czas nawęglania o około 70% [3,5], co pociąga za sobą wymierny efekt ekonomiczny. Związane jest to jednak z niebezpieczeństwem gwałtownego rozrostu ziarna. Aby temu przeciwdziałać opracowano technologię nawęglania próżniowego wspomaganego przedazotowaniem. Obróbka ta polega na podawaniu amoniaku we wstępnej fazie procesu – w etapie nagrzewania do nawęglania. Dzięki temu uzyskane warstwy nawęglone, uzyskane w wyższych niż tradycyjne, temperaturach procesu, nie wykazują cech rozrostu ziarna. Istota tego zjawiska polega na tym, że wprowadzony do warstwy wierzchniej stali azot powoduje wydzielanie się azotków i/lub węglikoazotków, które blokują rozrost ziarna w etapie nawęglania [5,7].

Procesy nawęglania próżniowego FineCarb[®] wspomagane przedazotowaniem PreNitLPC[®] obecnie prowadzone są w piecach próżniowych SECO/WARWICK jednokomorowych VPT, dwukomorowych z wanną olejową i z wykorzystaniem systemów modułowych.





Badania eksperymentalne

Wykonano nawęglanie próbek ze stali 16MnCr5 (skład chemiczny - tabela 1) trzema różnymi metodami: metodą gazową – endotermiczną, próżniową i próżniową ze wstępnym azotowaniem w stadium nagrzewania wsadu.

C	Mn	Cr	Si	Ni	Cu	Mo	Ti	Al	P	S	N
[%wag]											
0,18	1,21	0,99	0,37	0,19	0,16	0,03	0,011	0,027	0,022	0,03	0,0125

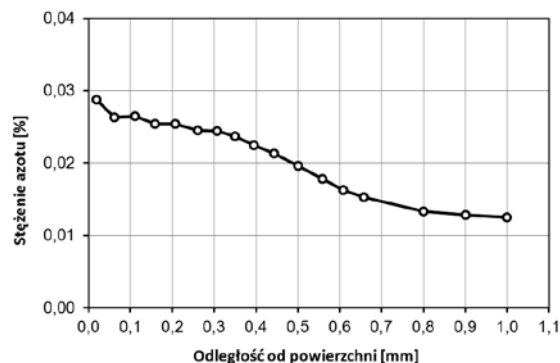
Tab. 1. Skład chemiczny stali 16MnCr5 użytej do badań.

Atmosferę obróbczą w nawęglaniu gazowym endotermicznym uzyskano z gazu ziemnego, natomiast w nawęglaniu próżniowym atmosferę stanowiła mieszanina węglowodorów: acetyleny i etyleny (w stosunku 1:1) rozcieńczona wodorem. Dla opcji nawęglania próżniowego z przedazotowaniem azot pozyskano z rozpadu

amoniaku, który dozowano podczas nagrzewania wsadu w zakresie temperatur 400°C do 700°C, pod ciśnieniem 26 hPa. Ciśnienie procesu nawęglania próżniowego wynosiło 3÷8 hPa (pulsacja). Procesy nawęglania gazowego i próżniowego wykonano w temperaturze 920°C, a nawęglania próżniowego z przedazotowaniem w temperaturze 1000°C. Grubość warstwy w każdym przypadku wynosiła 0,6mm (dla kryterium warstwy 0,4%C), stężenie powierzchniowe węgla - 0,75%C. Po nawęglaniu zastosowano hartowanie z temperatury 860°C i niskie odpuszczanie w temp. 180°C

Skrócenie czasu nawęglania

Najefektywniejszy, ze względów ekonomicznych, sposób prowadzenia procesu nawęglania to maksymalne ograniczenie czasu jego trwania, szczególnie jeżeli chodzi o uzyskanie warstw o większych grubościach. Cel ten można osiągnąć znacząco podwyższając temperaturę procesu. Pociąga to oczywiście za sobą niebezpieczeństwo rozrostu ziarn austenitu podczas trwania procesu. Można temu zapobiegać stosując modyfikację nawęglania próżniowego polegającą, jak już wyżej wspomniano, na dozowaniu amoniaku w etapie nagrzewania wsadu, co spowoduje naazotowanie warstwy wierzchniej (rozkład azotu w warstwie wierzchniej stali po procesie PreNitLPC® wyznaczony metodą termokonduktometryczną wg PN-EN ISO 10720 przedstawia rys. 1) i wydzielenie się dorobnodispersyjnych azotków i węglikoazotków, które skutecznie zapobiegają rozrostowi ziarn austenitu w etapie nawęglania.



Rys. 1. Profil azotu w warstwie wierzchniej stali uzyskany w procesie nawęglania niskociśnieniowego w temperaturze 1000°C z przedazotowania w zakresie temperatur 400°C do 700°C.

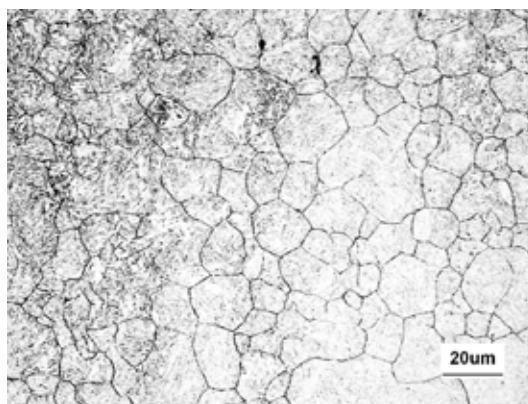
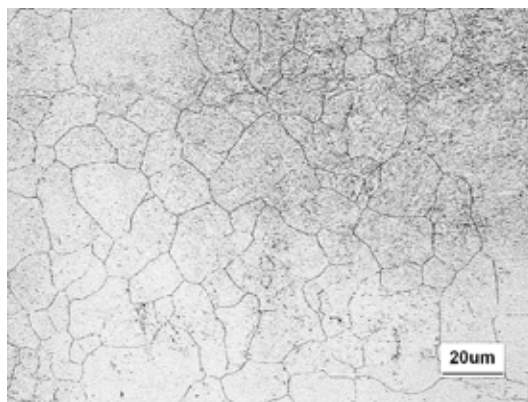
Porównując procesy nawęglania pod kątem długości ich trwania dla osiągnięcia takich samych grubości warstw (tabela 2), można stwierdzić, że zgodnie z prawami rządzącymi dyfuzją, łączny czas procesu nawęglania najkrótszy jest dla wariantu nawęglania w najwyższej temperaturze. W temperaturze 1000°C już po 54 min. procesu można uzyskać warstwę grubości 0,6 mm (przy kryterium 0,4%C). Jest to skrócenie procesu w stosunku do nawęglania endotermicznego przeprowadzonego w temperaturze 920°C aż o 68%, a w stosunku do nawęglania próżniowego z tej samej temperatury o 60%.

Rodzaj nawęglania	ENDO	LPC	PreNit LPC®
Temperatura procesu	920°C	920°C	1000°C
Grubość warstwy (kryt. 0.4%C)	0.6 mm		
Czas nasycania	167min	23min	11min
Czas wytrzymania	-	1h 52min	43min
Całkowity czas nawęglania	2h 47min	2h 15min	54 min

Tab. 2. Porównanie czasów nawęglania dla różnych wariantów procesu.

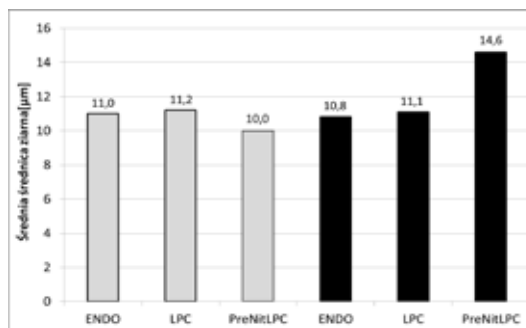
Ocena wielkości ziarna

W celu oszacowania wpływu temperatury procesu oraz oddziaływania azotu na wielkość ziarna austenitu dokonano pomiaru średniej średnicy ziarn byłego austenitu metodą zliczania ziarn przeciętych odcinkiem pomiarowym linii prostej (zgodnie z normą PN-EN ISO 643). Średnią średnicę ziarna określono zarówno w warstwie wierzchniej, jak i w rdzeniu obrabianej stali. Porównując ze sobą poszczególne średnice ziarn w rdzeniu dla różnych procesów, można stwierdzić, że zgodnie z teorią - im wyższa temperatura procesu, tym większa średnica ziarna w rdzeniu. Różnica w wielkości ziarna pomiędzy temperaturą procesu 920°C i 1000°C wynosi około 16,5%. Dokonując tego samego porównania dla warstw nawęglonych można stwierdzić, że wielkość ziarna austenitu powstałego podczas procesu nawęglania próżniowego jak i endotermicznego w 920°C jest taka sama jak w procesie nawęglania próżniowego w 1000°C wspomaganego amoniakiem (rys.2). Wyniki przedstawiają wykresy - rys. 3.



Rys. 2. Mikrostruktura warstwy wierzchniej stali 16MnCr5, widoczne ziarna byłego austenitu: a) po nawęglaniu niskociśnieniowym (LPC) w temperaturze 920°C; b) po nawęglaniu niskociśnieniowym z przedazotowaniem (PreNitLPC®) w temperaturze 1000°C.

Badania te udowodniły efekt oddziaływania azotu na ograniczenie wielkości ziarna austenitu pierwotnego w procesie nawęglania. Istnieje zatem możliwość podniesienia temperatury procesu, a tym samym zwiększenia szybkości dyfuzji węgla, pod warunkiem braku obniżenia własności mechanicznych i eksploatacyjnych, a w szczególności obniżenia wytrzymałości zmęczeniowej.



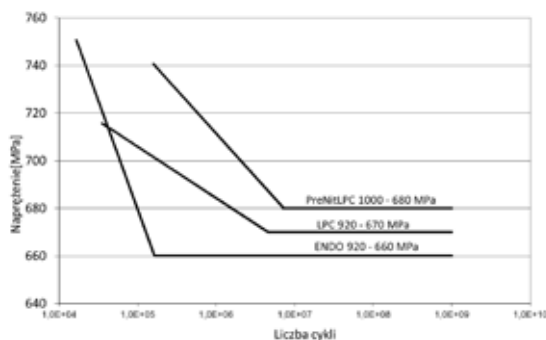
Rys. 3. Porównanie wielkości ziarna w warstwie wierzchniej i rdzeniu stali 16MnCr5 po nawęglaniu konwencjonalnym (ENDO), niskociśnieniowym w 920°C (LPC) i po nawęglaniu niskociśnieniowym z przedazotowaniem w temperaturze 1000°C (PreNitLPC).



Badanie wytrzymałości zmęczeniowej na zginanie

W celu oceny własności wytrzymałościowych detali obrabianych wyżej wymienionymi metodami nawęglania wykonano badania zmęczeniowe na zginanie metodą wysokoczęstotliwościową.

Badania te przeprowadza się w rezonansie, ustalając moment zniszczenia próbki, jako zmianę częstotliwości drgań. Metoda ta polega na pomiarze aktualnej częstości własnej próbki i przeprowadzeniu badań w tej częstotliwości, przy odpowiednio zadanej amplitudzie sinusoidalnej. Amplituda wymuszenia jest tak dobrana by w miejscu przewężenia próbki uzyskać określoną przez nas wielkość naprężenia. Wartość naprężenia określana jest na podstawie strzałki ugięcia. Próbkę do badań zmęczeniowych opracowano na podstawie normy ASTM E 606-04 oraz symulacji FEM w celu uzyskania optymalnego rozkładu naprężeń w miejscu przewężenia próbki. Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym wyposażonym w wzbudnik Tira typu TV50101 oraz wzmacniaczu pomiarowym VibrationVIEW. Na podstawie tych badań wyznaczono krzywe Wöhlera w zakresie ograniczonej i nieograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej. Wyniki przedstawiono na wykresie (rys. 4).



Rys. 4. Krzywe Wöhlera w zakresie ograniczonej jak i nieograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej na zginanie dla stali 16MnCr5 po nawęglaniu konwencjonalnym (ENDO) i niskociśnieniowym (LPC) w temperaturze 920°C oraz po nawęglaniu niskociśnieniowym z przedzotowaniem (PreNitLPC) w temperaturze 1000°C.

Porównując wytrzymałość zmęczeniową stali 16MnCr5 po nawęglaniu różnymi metodami można stwierdzić, że zastosowanie wariantu nawęglania próżniowego z przedzotowaniem nie powoduje obniżenia wytrzymałości zmęczeniowej, a wprost przeciwnie można zaobserwować niewielki wzrost wytrzymałości w zakresie wytrzymałości nieograniczonej w stosunku do pozostałych metod nawęglania (rys.4).

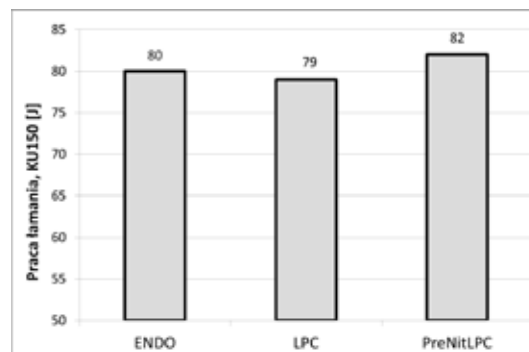
Badanie wytrzymałości zmęczeniowej stykowej

Przeprowadzono badania wytrzymałości zmęczeniowej stykowej wykonane na zmodyfikowanym aparacie czterokulowym (zgodnie z normą IP 300/82), pracującym w układzie trzy kulki i stożek dla warstw nawęglonych uzyskanych różnymi metodami nawęglania, zgodnie z wyżej przyjętymi parametrami. Uzyskane wyniki kształtują się na poziomie wytrzymałości $1,6 \times 10^{-6}$ cykli dla nawęglania próżniowego (LPC) i $1,5 \times 10^{-6}$ dla nawęglania próżniowego z opcją przedzotowania, badania przeprowadzono na nawęglonej stali 16MnCr5 przy obciążeniu 3924N. Jak zatem można zauważyć niezależnie od wariantu zastosowanej obróbki nawęglania poziom wytrzymałości zmęczeniowej stykowej jest podobny, a więc obecność wydzieleni ograniczających rozrost ziarna austenitu nie wpływa negatywnie na poziom odporności na zużycie przez pitting.

Badanie udarności

Pomiary udarności próbek wykonanych ze stali 16MnCr5 nawęglanych zgodnie z w/w parametrami wykonane zostały za pomocą młota Charpy'ego (zgodnie z normą PN – EN ISO 10045-1). Badania przeprowadzono na próbce z karbem U, energia początkowa młota wynosiła 150 ± 10 J.

Udarność stali 16MnCr5 po nawęglaniu jest na podobnym poziomie niezależnie od zastosowanego wariantu obróbki nawęglania. Praca łamania wynosi około 80J. Wyniki badań przedstawiono na wykresie – rys. 5.



Rys. 5. Wytrzymałość na złamanie udarowe metodą Charpy'ego dla próbek ze stali 16MnCr5 po nawęglaniu endotermicznym w temp. 920°C, niskociśnieniowym (LPC) w temp. 920°C i po nawęglaniu niskociśnieniowym z przedzotowaniem (PreNitLPC) w temperaturze 1000°C.



Aspekt ekonomiczny

W trakcie realizacji badań dokonano również analizy kosztów opłacalności wdrożenia technologii PreNitLPC®. Analiza kosztów technologii, organizacji procesu produkcyjnego lub konkretnego urządzenia opiera się przede wszystkim na analizie zużycia energetycznego. Równie istotne jednak są koszty wynagrodzenia i amortyzacji, która wiąże się z wartością początkową urządzenia, oraz podatków czy usług obcych. Analiza bazowała na układzie rodzajowym kosztów uwzględniając: amortyzację, zużycie materiałów i energii, wynagrodzenia i świadczenia pracownicze, usługi obce, podatki i opłaty oraz pozostałe koszty rodzajowe (promocja, ubezpieczenia majątkowe). Analiza ma za zadanie porównanie ekonomiczne technologii ENDO oraz PreNitLPC® przy przyjęciu określonych, uniwersalnych założeń: Miesięczne koszty całkowite podmiotu wykorzystującego tą technologię są o 5 ÷ 11% wyższe w stosunku do kosztów podmiotu pracującego w technologii ENDO. Zaznaczyć należy jednak, że, ze względu na różnice w temperaturach procesów, a co za tym idzie we współczynnikach dyfuzji węgla, czasy niezbędne do uzyskania założonych grubości warstw wierzchnich są znacznie krótsze dla technologii niskociśnieniowej. W konsekwencji, możliwym jest wykonanie na piecu większej liczby procesów w jednostce czasu. Różnice te wahają się od blisko 6%, dla warstw o niewielkiej grubości, do 100% dla warstw grubych.

Uwzględniając dane kosztowe i możliwości przerobcze pieca wyznaczono i porównano koszty jednostkowe nawęglania 1 kg wsadu. Wyniki zostały przedstawione w tabeli 3.

Koszty jednostkowe [koszt/kg]					
ECD [mm]	ENDO		PreNitLPC®		
	930°C	980°C	980°C	1000°C	1030°C
0,4	100%	x	93,5%	95,6%	99,99%
0,6	100%	x	79,8%	79,8%	80,4%
0,9	100%	x	81%	78,2%	74%
1,2	100%	x	76,9%	71,2%	63,5%
2,0	x	100%	99,6%	83,2%	70,2%
3,0	x	100%	99,8%	84,4%	63,4%
5,0	x	100%	88,2%	74,2%	54,4%

Tab. 3. Porównanie kosztów jednostkowych nawęglania stali.

Powyższe zestawienie uwidacznia przewagę ekonomiczną technologii PreNitLPC®. Już dla rozpatrywanej najcieńszej warstwy 0,4 mm, bardziej opłacalna jest technologia próżniowa. Analizując koszt jednostkowy, technologia niskociśnieniowa jest o ponad 6% tańsza dla warstw o niewielkiej grubości oraz nawet do 45 % tańsza w przypadku warstw najgrubszych (w analizie rozpatrywano maksymalną grubość warstwy 5 mm).

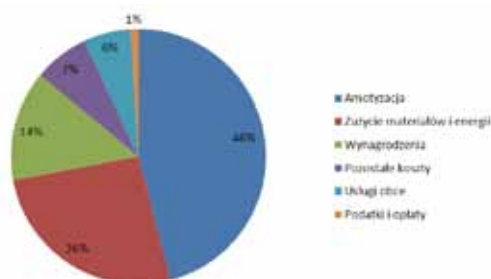
Praktyczna weryfikacja kosztów

Po wstępnej symulacji kosztów otrzymane wyżej wyniki zostały zweryfikowane w realiach przemysłowych hartowni usługowej. Metoda przeprowadzania analizy nie zmieniła się znacząco. Jedyną istotną zmianą było porównywanie rachunku kosztów technologii PreNitLPC® w rzeczywistych realiach przemysłowych hartowni usługowej w Łodzi używającej dwukomorowego pieca próżniowego typu CaseMaster Evolution® 2.0VPT-20Q-50/48N (wymiary komory roboczej: 800mm/900mm/1200mm; masa wsadu 800 kg. netto) z rachunkiem kosztów opartym na założeniach i danych teoretycznych. W działalności hartowni, która została zasymulowana dla „teoretycznego” rachunku kosztów do realizacji procesów przyjęty został piec o wymiarach 600mm/600mm/900mm i masie wsadu 270 kg. netto. Pozostałe założenia przedstawiały się następująco:

- Monitoring działalności podmiotu pod względem ponoszonych kosztów – 1 miesiąc (22 dni robocze). Przy założonej pracy tryzmiarowej - 528 godzin na miesiąc.
- Monitoring procesu pod względem czasu oraz zużycia energii, z uwzględnieniem 30 minutowych przerw na czas załadunku oraz rozładunku partii.
- Ośrodek hartowniczy olej.
- 80% wykorzystanie mocy przerobowej (konieczność konserwacji i przeglądów itp.).

Poszczególne pozycje kosztów układu rodzajowego zostały przeanalizowane według procentowego udziału rozpatrywanych pozycji w koszcie całkowitym, który przedstawiono na rysunku 6.





Rys. 6. Średni udział poszczególnych pozycji kosztów w kosztach całkowitych analizowanych podmiotów.

Jak widać, głównym obciążeniem podmiotów jest amortyzacja. Jest ona odpowiednikiem pieniężnym zużycia środków trwałych oraz wartości niematerialnych i prawnych, zaliczanym do kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Na zużycie materiałów i energii, składają się: zużycie materiałów podstawowych i pomocniczych stosowanych w procesie technologicznym (olej do hartowania), zużycie materiałów technicznych oraz części zapasowych, zużycie materiałów gospodarczych, biurowych, reklamowych, informacyjnych, koszty zużytej w przedsiębiorstwie energii: elektrycznej i cieplnej, sprężonego powietrza, koszty zimnej i ciepłej wody. Kolejną pozycję stanowią wynagrodzenia i świadczenia pracownicze. Obliczenia przedstawiają nie tylko wynagrodzenia brutto, ale całkowite finansowe obciążenia pracodawcy. Pod pozycją pozostałe koszty rodzajowe kryją się koszty delegacji oraz eksploatacji i utrzymania samochodu, koszty reprezentacji i reklamy, ubezpieczenia majątkowe. Usługi obce to transport, składowanie i magazynowanie, usługi pocztowe i telekomunikacyjne, najem, dzierżawa. Na ostatnim miejscu znajdują się podatki i opłaty w których zawiera się podatek od nieruchomości oraz koszt utrzymania czystości i ubezpieczenia. W tabeli zestawiono poszczególne pozycje kosztów i porównano ich wartości dla obu analizowanych podmiotów.

Technologia PreNitLPC®	Hartownia – założenia teoretyczne [%]	HART-TECH Sp. z o.o. [%]
Amortyzacja	100%	113%
Zużycie Materiałów i Energii	100%	174,8%
Wynagrodzenia	100%	140,4%
Pozostałe koszty rodzajowe	100%	82,2%
Usługi obce	100%	187,7%
Podatki i opłaty	100%	147,2%

Tab. 4. Porównanie wartości poszczególnych pozycji kosztów rodzajowych dla analizowanych podmiotów realizujących procesy nawęglania w technologii PreNitLPC®.

Jak wynika z przedstawionego powyżej zestawienia (tabela 4) poszczególne pozycje kosztów są zdecydowanie większe dla opisywanej hartowni usługowej (większy piec). Istotny jednak jest tutaj wynik kosztu jednostkowego nawęglania 1 kilograma stali, a nie koszty całkowite które nie obrazują bezpośrednio wielkości produkcji. Doświadczenia w hartowni usługowej ograniczone są do warstw o grubości 1,5 mm, gdyż na takie warstwy przychodziły w większości zlecenia od klientów. Tabela 5 przedstawia porównanie kosztów jednostkowych w rzeczywistej hartowni usługowej z kosztami wynikającymi z założeń teoretycznych.

Porównanie kosztów jednostkowych		
PreNitLPC®		
ECD [mm]	1000°C Hartownia – założenia teoretyczne [%]	1000°C HART-TECH Sp. z o.o. [%]
0,4	100%	77,3%
0,6	100%	81,7%
0,9	100%	83,7%
1,2	100%	87,7%
1,5	100%	89%

Tab. 5. Porównanie kosztów jednostkowych dla analizowanych podmiotów realizujących procesy nawęglania w technologii PreNitLPC®.

Weryfikacja wyników analizy kosztów w realiach przemysłowych hartowni usługowej daje wyniki jeszcze o około 10 % - 20 % mniejsze, w zależności od grubości warstwy, od otrzymanych z założeń teoretycznych. Reasumując wszystkie aspekty, można zauważyć, że dla wszystkich rozpatrywanych porównań technologia PreNitLPC® generuje niższe koszty jednostkowe obróbki, a więc jest doskonałą alternatywą dla dotychczas stosowanych metod nawęglania. Dotyczy to zarówno wydziałów obróbki cieplnej i cieplno – chemicznej w przedsiębiorstwach, jak i dzięki uniwersalności i łatwej adaptacji do zmiennych wymogów klienta – hartowni usługowych.

Podsumowanie

Proces nawęglania próżniowego z przedmiotowaniem może być prowadzony w znacznie wyższych temperaturach, niż tradycyjnie stosowane w nawęglaniu gazowym bez utraty właściwości użytkowych obrobionych części. Dzięki zwiększeniu temperatury możliwym jest znaczne skrócenie łącznego czasu procesu, co

Literatura
 [1] Gräfen W. Edenhofer B.: New developments in thermo-chemical diffusion processes, Surface & Coatings Technology 200 (2005), pp. 1830–1836
 [2] Kula, P.; Korecki, M., Pietrasik, R., Stańczyk-Wołowicz, E., Dybowski, K., Kołodziejczyk, Ł., Atraszkiewicz R., Krasowski, M.: FineCarb® - the flexible system for low pressure carburizing. New options and performance, The Japan Society for Heat Treatment, (2009), pp. 133-136.
 [3] Gräfen W., Hornung M., Irretier O., Rink M.: Applications of low-pressure carburizing with high temperatures (1000°C to 1050°C) in industrial practice. Haerterei-Technische Mitteilungen, (2007), 62(3), 97-102.
 [4] Liu L.D., Chen F.S.: Super-Carburization of low alloy steel in a vacuum furnace, Surface and Coatings Technology 183, 2004, s. 233-238.
 [5] Kula P., Pietrasik R., Dybowski K., Korecki M., Olejnik J.: PreNit LPC-the modern technology for automotive, New Challenges In Heat Treatment and Surface Engineering, Dubrownik-Cavtat, Croatia, 2009, ISBN 978-953-96459-9-9, s. 165-170
 [6] European Patent No.: EP1558780 (2007), United States Patent No.: US 7513958 (2009), Kula, J. Olejnik, P. Heilman.
 [7] European Patent No.: EP1558781 (2007), United States Patent No.: US7550049 (2009), P. Kula, J. Olejnik, P. Heilman

w oczywisty sposób przekłada się na korzystny bilans ekonomiczny, nie powodując przy tym obniżenia własności mechanicznych tak obrobionych detali. Przystawione porównanie własności mechanicznych próbek obrabianych różnymi wariantami nawęglania wykazało, że własności mechaniczne warstw wytworzonych technologią PreNitLPC® są na podobnym poziomie, pomimo zastosowania znacznie wyższych temperatur obróbki. Stwarza to więc szerokie możliwości aplikacyjne szczególnie dla obróbki wielkoseryjnej, części nawęglanych na większe grubości warstw, gdzie aspekt ekonomiczny jest najbardziej widoczny. Należy również pamiętać o innych, korzystnych aspektach wynikających z zastosowania technologii nawęglania próżniowego, które również przekładają się na efekt ekonomiczny, mianowicie eliminacja utleniania wewnętrznego, i to że proces ten jest przyjazny środowisku w porównaniu do metod konwencjonalnych, których przystosowywanie do wymogów ochrony środowiska może być nieopłacalne.

Wnioski

1. Zastosowanie azotowania w etapie nagrzewania wsadu do nawęglania powoduje ograniczenie rozrostu ziarn austenitu w warstwie wierzchniej nawęglanej stali.

2. Poprzez zastosowaniu wyższej temperatury nawęglania istnieje możliwość skrócenia łącznego czasu tego procesu. Im większe wymiary wsadu i większa grubość nawęglanych warstw, tym efekt ten będzie wyraźniejszy.

3. Wytrzymałość zmęczeniowa na zginanie oraz pitting są na tym samym poziomie niezależnie od wariantu obróbki. Oznacza to, że wydzielenia ograniczające rozrost ziarn austenitu nie obniżają wytrzymałości zmęczeniowej nawęglanej stali.

4. Udarność w każdym zbadanym wariantcie obróbki cieplno-chemicznej pozostała na tym samym poziomie, a zatem również powstałe wydzielenia nie powodują obniżenia wytrzymałości na obciążenia dynamiczne.

5. Aspekt ekonomiczny przestawionych wyżej porównań na przykładzie hartowni usługowej również wypada na korzyść technologii PreNitLPC®.

Towarowa Giełda Energii atrakcyjna dla Giełdy Papierów Wartościowych? Być może...

2 września 2011

Warszawska Giełda Papierów Wartościowych złożyła w piątek niewiążącą ofertę na zakup akcji Towarowej Giełdy Energii, stanowiących około 80 proc. kapitału zakładowego TGE.

Komunikat GPW wskazuje, że jej zamiarem jest uzupełnienie działalności prowadzonej przez nią w zakresie rynku instrumentów finansowych, o rynek towarów giełdowych. Ma to na celu umacnianie roli Grupy Kapitałowej GPW, jako zarządzającej infrastrukturą obrotu i usługami powiązаныmi, takimi jak tworzenie warunków sprzyjających rozwojowi rynków instrumentów inwestycyjnych i usługi posttransakcyjne - podano w komunikacie. Wcześniej prezes GPW, Ludwik Sobolewski, ocenił, że oferta GPW będzie „bezkonkurencyjna, jeśli chodzi o możliwości budowania synergii platform obrotu, za to konkurencja będzie na poziomie ceny”. Ewentualna transakcja przejęcia TGE przez GPW będzie akceptowana przez UOKiK, więc prezes Sobolewski zaznacza, że proces może trwać kilka miesięcy. Zainteresowanie TGE świadczy również o coraz większej wadze, jakie instytucje finansowe przywiązują do kontroli rynku i handlu energią, a szczególnie jej instrumentami pochodnymi w tym zakresie. W maju prezes GPW powiedział, że liczy na sfinalizowanie w tym roku przejęcia TGE, a jeśli dojdzie do tej transakcji, GPW nie wyklucza sfinansowania jej poprzez emisję obligacji. Według wcześniejszych informacji, scenariusz polegający na przejęciu TGE przez GPW pozytywnie oceniali przedstawiciele Skarbu Państwa, który ma 22,34 proc. akcji TGE.

Od grudnia 2010 r. GPW ma własny rynek energii elektrycznej, uruchomiony na bazie Internetowej Platformy Obrotu Energią Elektryczną (POEE). W połowie lipca Ministerstwo Skarbu Państwa, poinformowało, że akcjonariusze Towarowej Giełdy Energii posiadający ponad 80 proc. akcji zwykłych podpisali list intencyjny w sprawie wspólnej sprzedaży akcji spółki. List intencyjny został podpisany przez: Skarb Państwa, Elektrim, Elektrim Volt, Zespół Elektrowni Pątnów - Adamów - Konin, Energa, E.ON Energy Trading SE, PGE Polska Grupa Energetyczna, PGE Elektrownia Opole, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna.

„Grupa akcjonariuszy, która razem ma ponad 80 proc. (akcji TGE -PAP), próbuje szukać inwestora dla tych 80 proc. Wspólnie zaprosiliśmy inwestorów, by do 5 września składali nam swoje oferty” - powiedział przed dwoma tygodniami wiceminister skarbu Adam Leszkiewicz przed sejmową komisją skarbu państwa. Leszkiewicz podkreślił, że resort skarbu nie będzie ujawniać warunków dotyczących sprzedaży tego pakietu, by nie osłabiać swojej pozycji negocjacyjnej.

Skarb Państwa ma 22,3 proc. akcji TGE. Po 10 proc. posiadają: Elektrim, E.ON Energy Trading SE, PGE Polska Grupa Energetyczna, PGE Elektrownia Opole. Do Zespołu Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin należy 10,83 proc. walorów. 2,33 proc. akcji ma GPW. Pozostali akcjonariusze to m.in.: Vattenfall Sales Poland, Energa, Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich Kogeneracja, RWE Polska, Elektrim Volt oraz PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna.

Źródło: PAP.