



Stalprodukt S.A.

uznane
wartości

innowacyjne
idee

recognized
values

innovative
ideas



**BLACHY ELEKTROTECHNICZNE LASEROWANE
LASER TREATED ELECTRICAL STEEL**

tradycyjne
wartości

innowacyjne
idee

traditional
values

innovative
ideas

BLACHY ELEKTROTECHNICZNE LASEROWANE LASER TREATED ELECTRICAL STEEL

W roku 2010 w Stalprodukcje została uruchomiona produkcja blach laserowanych.

Proces laserowania pozwala na znaczne, trwałe polepszenie parametrów magnetycznych blach transformatorowych poprzez obniżenie ich stratności. Promień lasera oddziałuje na górną powierzchnię blachy wprowadzając naprężenia, które rozdrabniają i częściowo przebudowują strukturę magnetyczną (domenową) materiału – stąd często zamiennie stosowana nazwa tego typu blach – „domain refined strips”.

Polepszanie stratności tą metodą jest skuteczne jedynie w przypadku materiału o wysokiej indukcji. Pozytywny wpływ operacji laserowania blachy można zauważyć na blachach o indukcji $B_{800} > 1,85$ T.

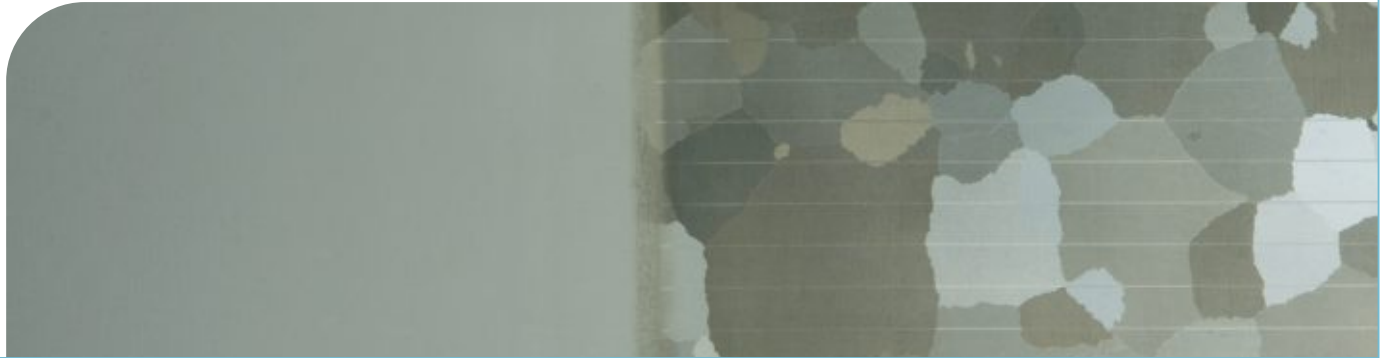
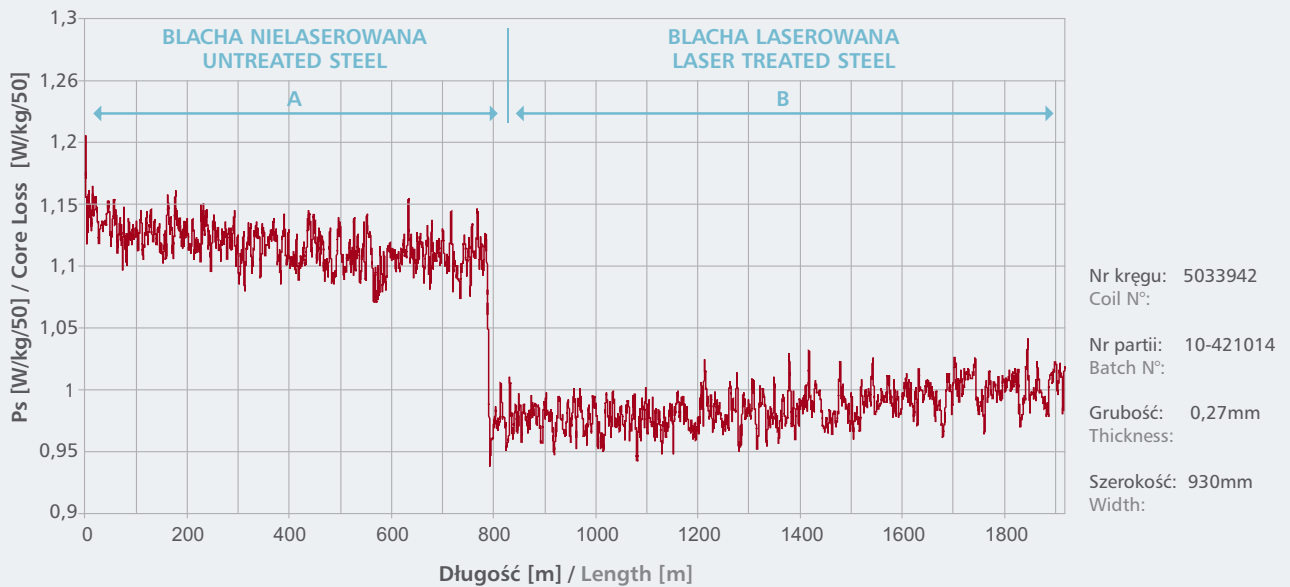
Wykres ciągłego pomiaru stratności na długości pasma blachy przedstawia dwa odcinki: na odcinku A blacha nie jest poddana laserowaniu, natomiast na odcinku B blacha jest laserowana. Jak widać stratność na odcinku blachy laserowanej jest obniżona o ok. 0,1 W/kg w stosunku do odcinka nielaserowanego.

In 2010 production of laser treated electrical steel was launched in Stalprodukt.

The process of laser scribing introduces a significant, durable improvement of electrical steel strips magnetic parameters through the reduction of their core loss. The laser beam affects the steel surface and causes stresses which lead to partial fragmentation and remodeling of the material magnetic (domain) structure – hence another frequently used name – “domain refined strips”.

The improvement of the core loss value with this method is only effective for materials with high magnetic induction. The positive influence of laser treatment can be observed for the strips with the magnetic induction level at $B_{800} > 1.85$ T.

The presented graph of continuous core loss measured along a steel strip length is divided into two sections: in the A-section the steel strip is not subject to laser treatment, while in the B-section is laser treated. It is evident that in the case of the laser treated steel the core loss is reduced by approx. 0.1 W/kg in relation to the untreated steel.

**Wykres ciągłego pomiaru stratności / Continuous Core Loss Measurement Graph**

Oddziaływanie promienia laserowego nie wpływa na pogorszenie oporności powłoki elektroizolacyjnej, co potwierdzają badania powłoki przeprowadzone metodą Franklina. Na blachach laserowanych nie występuje też zmniejszenie wartości współczynnika zapętnienia w porównaniu do blach nielaserowanych.

Efekt oddziaływania lasera na powierzchnię blachy można ujawnić poprzez wytrawienie jej powierzchni odpowiednim roztworem kwasu, powodującym usunięcie nałożonej powłoki elektroizolacyjnej.

The impact of the laser beam does not result in the impaired resistivity of the electrical insulating coating (EIC), which is confirmed by the standard Franklin test for insulating coatings. No reduction of the stacking factor takes place either in the laser treated steel strips, compared with the untreated ones.

The effect of laser impact on steel surface can be revealed by treating it with an appropriate acid solution which removes the electrical insulating coating.

Blacha laserowana jest przeznaczona wyłącznie do budowy transformatorów, których proces technologiczny nie przewiduje wyżarzania rdzenia w temperaturach powyżej 500°C.

W przedstawionych tabelach ujęto nowe gatunki blach transformatorowych z obróbką laserową. Podane stratności są mierzone wyłącznie metodą pomiaru pojedynczego arkusza (SST) – pomiar na pakiecie Epsteina nie jest możliwy ze względu na konieczność wyżarzania mierzonych pasków.

Pomiar stratności na pojedynczym arkuszu (metodą SST) – ze względu na wspomniany powyżej brak konieczności przeprowadzania wyżarzania odpężającego mierzonych próbek – daje wyniki bardziej odpowiadające zachowaniu się blachy w transformatorze składanym.

Laser treated steel is intended exclusively for the production of transformers, whose technological process does not require core annealing in temperatures exceeding 500°C.

In the tables presented below, new grades of electrical laser treated steels were included. The quoted core loss values are measured exclusively with the SST (Single Sheet Test) method – the Epstein frame measurement is not possible due to the necessity of measured strips, annealing samples.

As there is no need to perform stress relief annealing of the samples measured, a single sheet core loss measurement (with the SST method) gives results which are more typical for electrical steel assembled transformers.

Grubość taśmy Strip Thickness	Gatunek handlowy Commercial Grade	Max. stratność przy 1,5 T Max. Core Loss at 1.5 T	Max. stratność przy 1,7 T Max. Core Loss at 1.7 T	Min. polaryzacja magnetyczna przy 800 A/m Min. magnetic flux density at 800 A/m
[mm]		[W/kg/50]	[W/kg/50]	[T]
0,23	ET 095-23 LS	0,65	0,95	1,85
0,23	ET 100-23 LS	0,68	1,00	1,85
0,23	ET 105-23 LS	0,73	1,05	1,85
0,23	ET 110-23 LS	0,76	1,10	1,85
0,27	ET 105-27 LS	0,74	1,05	1,85
0,27	ET 110-27 LS	0,78	1,10	1,85
0,30	ET 110-30 LS	0,79	1,10	1,85
0,30	ET 115-30 LS	0,82	1,15	1,85

Grubość taśmy Strip Thickness	Gatunek handlowy Commercial Grade	Typowa stratność przy 1,5 T Typical Core Loss at 1.5 T	Typowa stratność przy 1,7 T Typical Core Loss at 1.7 T	Typowa polaryzacja magnetyczna przy 800 A/m Typical magnetic flux density at 800 A/m
[mm]		[W/kg/50]	[W/kg/50]	[T]
0,23	ET 095-23 LS	0,63	0,93	1,87
0,23	ET 100-23 LS	0,66	0,98	1,87
0,23	ET 105-23 LS	0,69	1,03	1,87
0,23	ET 110-23 LS	0,71	1,07	1,87
0,27	ET 105-27 LS	0,73	1,03	1,87
0,27	ET 110-27 LS	0,75	1,07	1,87
0,30	ET 110-30 LS	0,77	1,07	1,87
0,30	ET 115-30 LS	0,79	1,12	1,87

innowacyjne
idee
uznane
wartości
recognized
ideas
values



Grubość taśmy Strip Thickness	Gatunek handlowy Commercial Grade	Max. stratność przy 1,5 T Max. Core Loss at 1.5 T	Max. stratność przy 1,7 T Max. Core Loss at 1.7 T	Min. polaryzacja magnetyczna przy 800 A/m Min. magnetic flux density at 800 A/m
[mm]		[W/lb/60]	[W/lb/60]	[T]
0,23	ET 095-23 LS	0,37	0,57	1,85
0,23	ET 100-23 LS	0,39	0,60	1,85
0,23	ET 105-23 LS	0,42	0,63	1,85
0,23	ET 110-23 LS	0,44	0,66	1,85
0,27	ET 105-27 LS	0,42	0,63	1,85
0,27	ET 110-27 LS	0,45	0,66	1,85
0,30	ET 110-30 LS	0,45	0,66	1,85
0,30	ET 115-30 LS	0,47	0,69	1,85

Grubość taśmy Strip Thickness	Gatunek handlowy Commercial Grade	Typowa stratność przy 1,5 T Typical Core Loss at 1.5 T	Typowa stratność przy 1,7 T Typical Core Loss at 1.7 T	Typowa polaryzacja magnetyczna przy 800 A/m Typical magnetic flux density at 800 A/m
[mm]		[W/lb/60]	[W/lb/60]	[T]
0,23	ET 095-23 LS	0,36	0,56	1,87
0,23	ET 100-23 LS	0,38	0,58	1,87
0,23	ET 105-23 LS	0,40	0,61	1,87
0,23	ET 110-23 LS	0,41	0,64	1,87
0,27	ET 105-27 LS	0,42	0,61	1,87
0,27	ET 110-27 LS	0,43	0,64	1,87
0,30	ET 110-30 LS	0,44	0,64	1,87
0,30	ET 115-30 LS	0,45	0,67	1,87

innowacyjne
tradycyjne
wartości
idee

innovative
traditional
values
ideas

W poniższych tabelach przedstawiono pomiary stratności blach laserowanych przy indukcjach w zakresie od 1,0 T do 1,7 T.

In the below-given tables core loss values were presented for the induction levels ranging from 1.0 T to 1.7 T

Grubość 0,23 mm / Thickness 0,23 mm

Polaryzacja [T] Induction [T]	Stratność [W/kg/50] / Core loss [W/kg/50]				
	Próbka 1 / Sample 1	Próbka 2 / Sample 2	Próbka 3 / Sample 3	Próbka 4 / Sample 4	Próbka 5 / Sample 5
1,0	0,245	0,251	0,265	0,277	0,290
1,3	0,429	0,441	0,463	0,479	0,496
1,5	0,602	0,624	0,657	0,684	0,705
1,7	0,877	0,932	0,985	1,033	1,081

Grubość 0,27 mm / Thickness 0,27 mm

Polaryzacja [T] Induction [T]	Stratność [W/kg/50] / Core loss [W/kg/50]			
	Próbka 1 / Sample 1	Próbka 2 / Sample 2	Próbka 3 / Sample 3	Próbka 4 / Sample 4
1,0	0,288	0,304	0,315	0,323
1,3	0,500	0,522	0,547	0,558
1,5	0,695	0,721	0,758	0,773
1,7	0,977	1,032	1,083	1,117

Grubość 0,30 mm / Thickness 0,30 mm

Polaryzacja [T] Induction [T]	Stratność [W/kg/50] / Core loss [W/kg/50]			
	Próbka 1 / Sample 1	Próbka 2 / Sample 2	Próbka 3 / Sample 3	Próbka 4 / Sample 4
1,0	0,325	0,347	0,351	0,361
1,3	0,544	0,582	0,585	0,602
1,5	0,737	0,787	0,798	0,823
1,7	1,010	1,078	1,131	1,155

uznane **wartości** **idee** **wartości** **idee** **recognized** **ideas** **values** **innovative** **ideas**



Techniczna specyfikacja powłoki elektroizolacyjnej nakładanej na blachę transformatorową produkowaną przez Stalprodukt S.A., Polska

1. **Oznaczenie powłoki**
 - NI-5
2. **Typ powłoki**
 - Powłoka fosforanowa typu C5, naprężeniowa, zmniejszająca stratność blachy w zakresie do 4%
 - Powłoka ta jest nakładana na powłokę szklistą typu C2 (powłoka C5 na powłoce C2)
 - Powłoka izolacyjna jest nałożona na obie powierzchnie blachy
3. **Kolor**
 - Popielaty
 - Dopuszczalne są odcienie szarości, które nie wpływają na zmianę jakości parametrów technicznych
4. **Odporność temperaturowa**
 - Do 840°C, w atmosferze nieutleniającej
5. **Oporność powłoki**
 - $> 10 \Omega \times \text{cm}^2$ (pomiar wg metody IEC 60404-11)
6. **Średnia grubość powłoki**
 - 1 do 3 μm / stronę
7. **Chemiczna odporność na olej transformatorowy**
 - Dobra
 - W indywidualnych przypadkach zalecane przeprowadzenie prób
8. **Przyleganie powłoki do blachy**
 - Brak łuszczenia na wewnętrznej powierzchni, przy zagięciu o kąt 90° na trzpieniu o średnicy 30 mm
 - Brak łuszczenia na zewnętrznej powierzchni, przy zagięciu o kąt 90° na trzpieniu o średnicy 20 mm
9. **Gładkość powłoki (test przylegania pociętych pasków blach)**
 - Stos pasków blach o wysokości 150 mm, można podnieść na stalowej pochylni pod kątem 14°–16°

Technical specification of insulation coating applied on GO silicon steel strip produced by Stalprodukt S.A., Poland

1. **Coating designation in Stalprodukt**
 - NI-5
2. **Type of coating**
 - C5 phosphate type coating, magnetoactive, which reduces core loss up to 4%
 - The coating is applied on a glass film (C5 over C2)
 - Applied on both strip surfaces
3. **Color**
 - Generally gray
 - Some soft shadows deviations are possible, they do not affect any coating quality technical parameters
4. **Thermal resistance**
 - Up to 840°C, in non oxidizing atmosphere
5. **Insulation resistance**
 - $> 10 \Omega \times \text{cm}^2$ (the measurement in acc. to IEC 60404-11 method)
6. **Average coating thickness**
 - 1 to 3 μm / side
7. **Chemical resistance to transformer oil**
 - Good
 - In individual cases test is recommended
8. **Coating adherence to base steel**
 - No peeling on inside surface when bent 90° on a shaft 30 mm diameter
 - No peeling on outside surface when bent 90° on a shaft 20 mm diameter
9. **Coating smoothness (laminations adherence test)**
 - Samples piled up to 150 mm high stack, can be raised on a steel plate ramp by 14°–16°



Stalprodukt S.A.

32-700 Bochnia, ul. Wygoda 69

tel. +48 (14) 615 10 00

fax +48 (14) 615 11 18

e-mail: market@stalprodukt.com.pl

www.stalprodukt.com.pl

Bochnia 2014

