

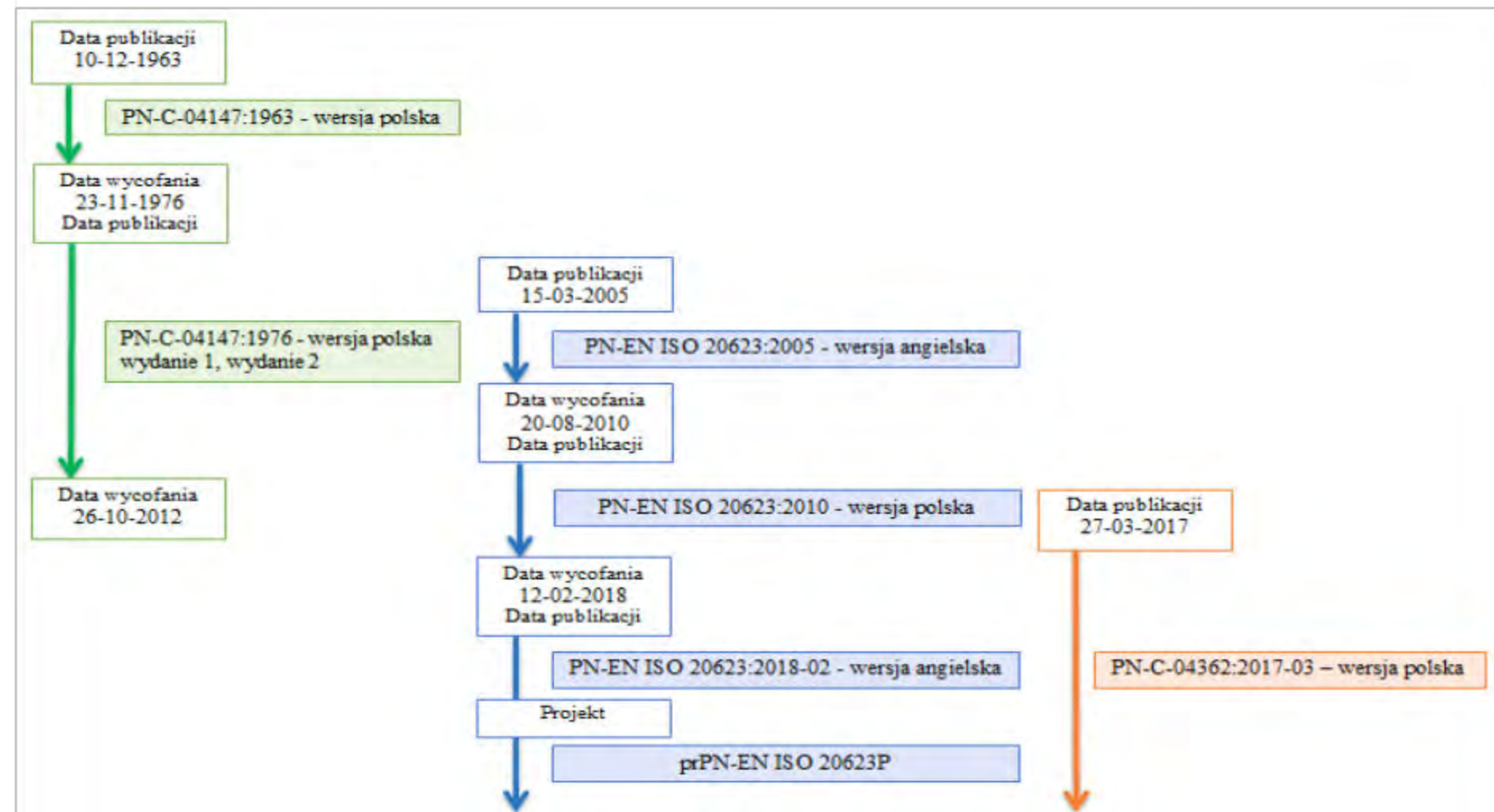
Autor pracy: mgr inż. Arkadiusz Chodkiewicz

Promotor: prof. dr hab. inż. Tadeusz Kałdoński

Analiza standardów europejskich oceny właściwości smarnościowych olejów z dodatkami uszlachetniającymi

WPROWADZENIE

Aparat czterokulowy to najpopularniejsza maszyna tribologiczna służąca ocenie właściwości smarnościowych olejów i smarów plastycznych. W Polsce istnieją różne normy służące tej ocenie. Ich znaczenie zmieniało się w czasie co ukazano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat norm do badań właściwości smarnościowych na aparacie czterokulowym

CEL PRACY

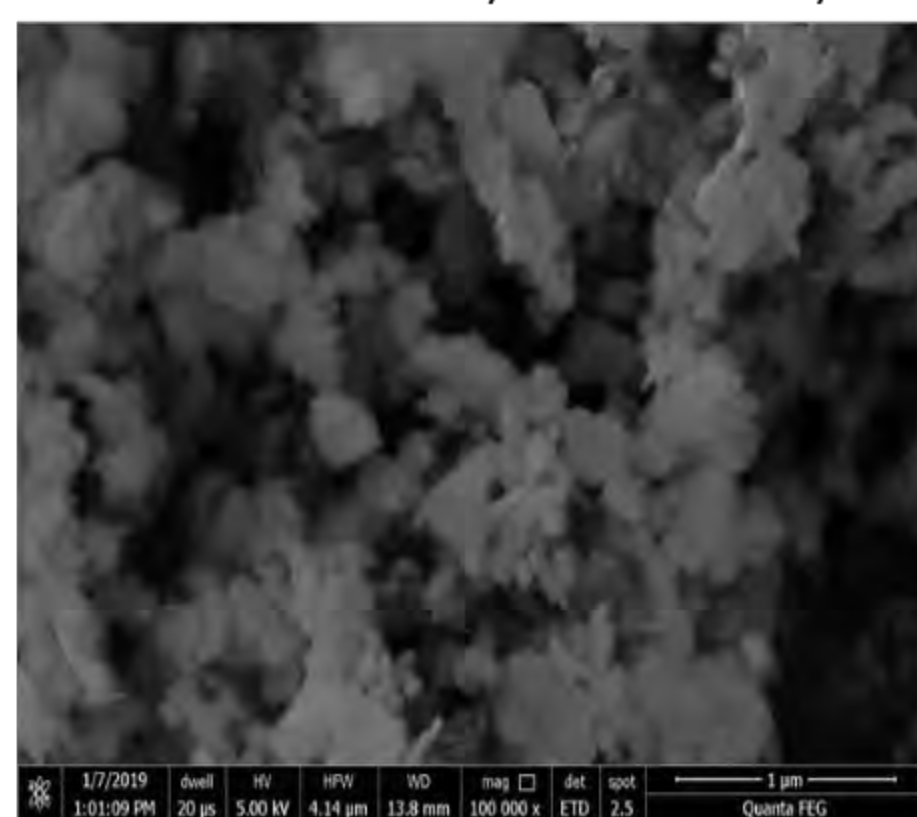
Celem pracy była analiza standardów europejskich oceny właściwości smarnościowych olejów z dodatkami uszlachetniającymi. Wraz z głównym celem zrodziły się cele szczegółowe takie jak:

- Porównanie dokumentów normatywnych do oceny właściwości smarnościowych na aparacie czterokulowym,
- Sprawdzenie wpływu dodatków dyspergująco - myjących na proces sedymentacji dyspersji smaru stałego w oleju,
- Sprawdzenie właściwości smarnościowych dyspersji olejowej zawierającej heksagonalny azotek boru.

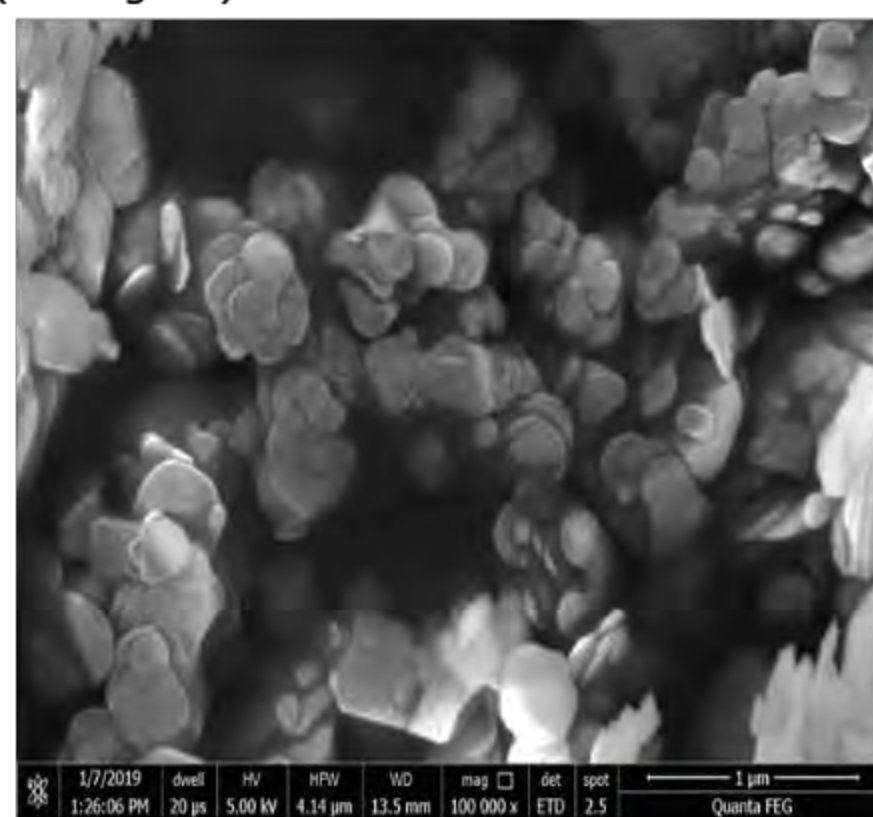
METODYKA BADAWCZA

Obiektem badań była baza olejowa SN150. W oparciu o nią sporządzono mieszaniny z dwoma heksagonalnymi azotkami boru:

- **hBN(1)** - o średnicy ziaren <math>< 100\text{ nm}</math> ($d_{sr}=65...75\text{ nm}</math>) (rys. 2),$
 - **hBN(2)** - o średnicy ziaren <math>< 1000\text{ nm}</math> ($d_{sr}=500\pm 100\text{ nm}</math>) (rys. 3),$
- oraz surfaktantami:
- **IKB** - imidem kwasu bursztynowego (dyspergator),
 - **S** - solami sodowymi sulfobursztynianu (detergent).



Rys. 2. hBN(1)



Rys. 3. hBN(2)

Test sedymentacyjny (utrzymanie heksagonalnego azotku boru w stałej dyspersji olejowej) wykonano w litrowych kółkach z podziałką milimetrową. Obserwacje zapisywano co 24 godziny przez 15 dni.

Pomiary właściwości smarnościowych przeprowadzono na aparacie czterokulowym T-02 (rys. 4) według normy **PN-EN ISO 20623:2018-02**.

Normatywne parametry charakteryzujące właściwości smarnościowe:

- **LWI** - Load-Wear Index - Średnie obciążenie Hertza,
- **ISL** - początkowe obciążenie zacieraające,
- **WL** - obciążenie zespawania,
- **MSWD** - próba zużycia.

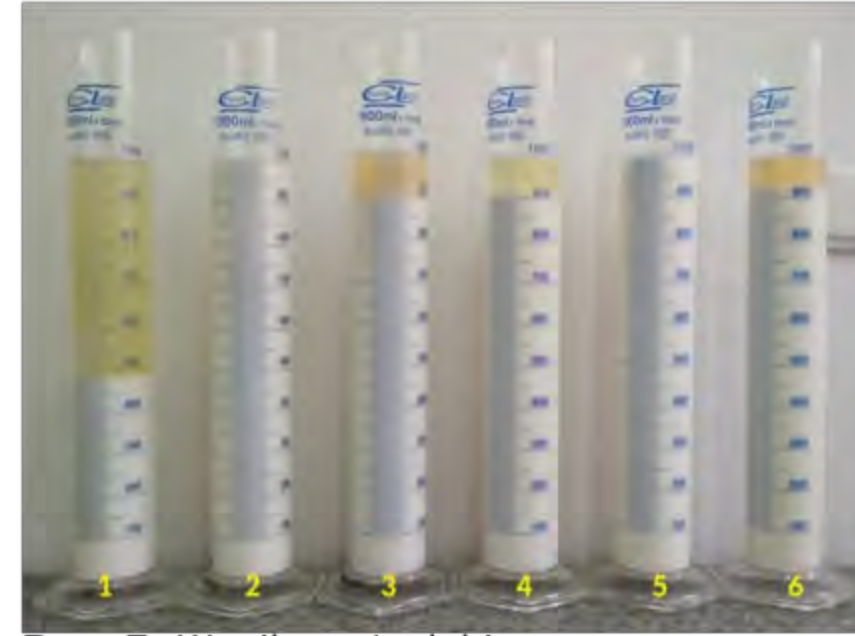


Rys. 4. Aparat czterokulowy T-02

BADANIE SEDYMENTACJI

Przygotowano następujące próby:

1. SN150+2%hBN(1),
2. SN150+2%hBN(1)+0,5%IKB,
3. SN150+2%hBN(1)+0,5%IKB+0,5%S,
4. SN150+2%hBN(2),
5. SN150+2%hBN(2)+0,5%IKB,
6. SN150+2%hBN(2)+0,5%IKB+0,5%S.



Rys. 5. Wynik po 1. dobie



Rys. 6. Wynik po 15. dobie pomiarów

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI SMARNOŚCIOWYCH

Przygotowano następujące próby:

1. SN150,
2. SN150+0,5%IKB,
3. SN150+0,5%S,
4. SN150+0,5%IKB+0,5%S,
5. SN150+2%hBN(1),
6. SN150+2%hBN(1)+0,5%IKB,
7. SN150+2%hBN(1)+0,5%S,
8. SN150+2%hBN(1)+0,5%IKB+0,5%S,
9. SN150+2%hBN(2),
10. SN150+2%hBN(2)+0,5%IKB,
11. SN150+2%hBN(2)+0,5%S,
12. SN150+2%hBN(2)+0,5%IKB+0,5%S.

Tabela 1. Wyniki badań właściwości smarnościowych

Próba	LWI (10s)	ISL(10s)	WL(10s)	MWSD(1h, 150 N)
1. SN150	180 N	400 N	1200 N	0,72
2. SN150+0,5%IKB	180 N	400 N	1200 N	0,67
3. SN150+0,5%S	230 N	550 N	1400 N	0,45
4. SN150+0,5%IKB+0,5%S	240 N	550 N	1400 N	0,48
5. SN150+2%hBN(1)	210 N	500 N	1400 N	0,73
6. SN150+2%hBN(1)+0,5%IKB	220 N	550 N	1400 N	0,72
7. SN150+2%hBN(1)+0,5%S	240 N	550 N	1600 N	0,40
8. SN150+2%hBN(1)+0,5%IKB+0,5%S	230 N	550 N	1400 N	0,41
9. SN150+2%hBN(2)	190 N	450 N	1400 N	0,72
10. SN150+2%hBN(2)+0,5%IKB	190 N	450 N	1200 N	0,78
11. SN150+2%hBN(2)+0,5%S	240 N	550 N	1400 N	0,40
12. SN150+2%hBN(2)+0,5%IKB+0,5%S	230 N	550 N	1500 N	0,42

WNIOSKI

1. Obie aktualne normy do badania właściwości smarnościowych poprawiają błędy swoich poprzedniczek. Jednakże nie wystrzegają się wprowadzania nowych błędów lub nieścisłości.
2. PN-C-04362:2017-3 to uaktualniona kopia normy z 1976 roku. Wprowadzenie tego dokumentu świadczy o tym, że wycofanie PN-C-04147:76 było błędem normalizatorów.
3. Norma PN-EN ISO 20623:2018-02 ujednolica badania smarnościowe w krajach europejskich.
4. Problem związany z sedymentacją cząstek stałych hBN rozwiązuje zastosowanie dyspergatora w postaci IKB(rys. 5, rys. 6). Dodatek detergentu w postaci soli sodowych sulfobursztynianu przyspiesza ten proces.
5. Heksagonalny azotek boru poprawiał właściwości przeciwzatarciowe oleju bazowego SN150 (tab. 1). Wskazują na to większe wartości parametrów normatywnych - LWI, ISL, WL (im większa wartość parametru tym lepsze właściwości). Wpływ hBN na właściwości przeciwzuzyciowe jest niejednoznaczny.
6. Porównując między sobą dwa azotki można zauważyć, że nanocząstki wpływają pozytywniej na smarowanie węzła tarcia i ochronę przed zatarciem. Wpływ surfaktantów na właściwości przeciwzatarciowe jest również pozytywny.
7. Perspektywą na dalsze badania może być przeprowadzenie porównania wpływu innych stężeń hBN i wybranych surfaktantów na sedymentację cząstek stałych oraz poprawę właściwości smarnościowych. Niewątpliwie wpływ na wyniki miała także zastosowana baza olejowa. Możliwe jest sprawdzenie omawianych dodatków uszlachetniających w innych bazach.

Specjalność: **LOGISTYKA I EKOLOGIA PŁYNÓW EKSPLOATACYJNYCH**