

Mateusz CYBULSKI\*, Piotr PRZYBYŁEK\*

## WPLYW OBECNOŚCI GAZÓW W OLEJU MINERALNYM NA ZDOLNOŚĆ SIT MOLEKULARNYCH DO SORPCJI WODY

Wcześniej prowadzone badania wykazały, że dla tej samej wilgotności względnej, zdolność sit molekularnych do sorpcji wody w powietrzu jest większa niż w oleju mineralnym. Jedną z przyczyn tej różnicy może być obecność w oleju mineralnym rozpuszczonych gazów. W tym aspekcie omówiono selektywność sorpcji różnych cząsteczek przez sita molekularne 3A oraz 13X. W sposób eksperymentalny zbadany został wpływ obecności gazów w oleju mineralnym na zdolność sit molekularnych do adsorpcji wody. Próbkę oleju mineralnego nieodgazowanego oraz odgazowanego, o zbliżonym początkowym względnym nasyceniu oleju wodą, były suszone przy użyciu aktywowanych sit molekularnych 3A oraz 13X. Uzyskane wyniki pozwoliły na wykazanie, że w badanym zakresie zawartości gazów w oleju nie mają one wpływu na zdolność sit do sorpcji wody.

SŁOWA KLUCZOWE: transformator, układ izolacyjny, suszenie, sito molekularne, olej mineralny.

### 1. WPROWADZENIE

Zawilgocenie stanowi jedną z przyczyn degradacji układu izolacyjnego transformatorów elektroenergetycznych. Okres eksploatacji jednostek transformatorowych jest ściśle powiązany ze stanem układu izolacyjnego. Obecność wody w izolacji papierowej oraz cieczy elektroizolacyjnej prowadzi do przyspieszonego zużycia urządzeń i wycofywania ich z eksploatacji. W celu wydłużenia okresu użytkowania transformatorów wykonywane są zabiegi polegające na osuszeniu układu izolacyjnego. Do najczęściej wykorzystywanych metod suszenia izolacji stałej transformatorów, w miejscu ich zainstalowania, zalicza się techniki wykorzystujące próżnię. Po wypompowaniu cieczy elektroizolacyjnej z kadzi transformatora, przykładane jest podciśnienie, które powoduje dyfuzję wody z izolacji stałej do otoczenia. W celu przyspieszenia tego procesu stosowane są różne sposoby podgrzewania izolacji stałej. Podgrzewanie izolacji stałej najczęściej przeprowadza się za pomocą:

---

\* Politechnika Poznańska

- cyrkulującej, gorącej cieczy elektroizolacyjnej,
- gorącego powietrza,
- natrysku gorącym olejem,
- przepływu przez uzwojenia prądu o niskiej częstotliwości (metoda LFH),
- specjalnego solwentu (suszenie ewaporacyjne).

Stosowanie metod próżniowych związane jest z koniecznością wyłączenia transformatorów z eksploatacji na czas przeprowadzenia procedury suszenia. Ponadto, działanie próżni stwarza ryzyko deimpregnacji izolacji celulozowej oraz deformacji kadzi w przypadku jej niedostatecznej wytrzymałości mechanicznej.

Zagrożeń związanych ze stosowaniem metod próżniowych można uniknąć, stosując alternatywną metodę suszenia izolacji stałej transformatora poprzez ciągłe osuszanie cieczy elektroizolacyjnej przy użyciu higroskopijnych sorbentów.

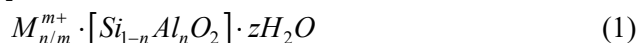
W publikacji [1] opisany został eksperyment polegający na osuszeniu mineralnego oleju transformatorowego przy użyciu sit molekularnych 3A oraz 13X. Wykonane badania udowodniły bardzo duży potencjał sit molekularnych do suszenia oleju mineralnego. Wykryto jednocześnie, że uzyskane końcowe względne nasycenie badanych próbek oleju wodą, było większe od oczekiwanego. Przewidywane końcowe zawilgocenie próbek oleju po suszeniu, oszacowane zostało na podstawie izoterm sorpcji wody sit molekularnych wyznaczonych w powietrzu. Jedną z przyczyn wykrytej rozbieżności pomiędzy ilością wody pochłanianej przez sita molekularne w powietrzu a ilością wody pochłanianej w oleju, może być obecność w oleju mineralnym rozpuszczonych cząsteczek gazów. W niniejszej publikacji zbadany został wpływ obecności gazów rozpuszczonych w oleju mineralnym na zdolność sit molekularnych do sorpcji wody.

Znajomość oddziaływań zachodzących pomiędzy sitami molekularnymi, a gazami rozpuszczonymi w oleju jest bardzo ważna z punktu widzenia zastosowania sit molekularnych do suszenia układu izolacyjnego transformatora. Zagadnienie to jest szczególnie istotne w aspekcie:

- opracowywania izoterm sorpcji wody w cieczach elektroizolacyjnych, które są niezbędne do oszacowania efektywności suszenia izolacji transformatora przy użyciu sit molekularnych,
- adsorbowania gazów z cieczy elektroizolacyjnej, które są wykorzystywane do diagnostyki transformatorów w metodzie DGA (*Dissolved Gas Analysis*).

## 2. SELEKTYWNOŚĆ SORPCJI SIT MOLEKULARNYCH

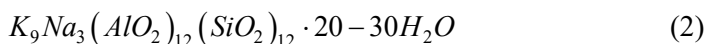
Sita molekularne to porowate, uwodnione glinokrzemiany metali I i II grupy układu okresowego nazywane zeolitami. Ich strukturę można opisać wzorem ogólnym w postaci [2, 3, 4]:



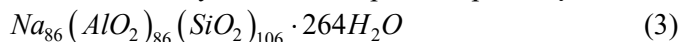
gdzie:  $M$  – kation metaliczny pozasieciowy,  $m$  – ładunek kationu pozasieciowego,  $n$  – liczba atomów metalu,  $z$  – liczba moli wody.

Struktura zeolitów zbudowana jest z połączonych za pośrednictwem wspólnych atomów tlenu tetraedrów  $\text{SiO}_4$  oraz  $\text{AlO}_4$ , które tworzą poliedry. Regularna siatka cząstek elementarnych, z których zbudowane są zeolity, tworzy sieć krystaliczną. Wewnątrz sieci krystalicznej znajdują się wolne przestrzenie w postaci systemu kanałów i komór o ściśle określonych kształtach i rozmiarach. Dostęp do wewnętrznej, bardzo rozbudowanej, przestrzeni zeolitów jest możliwy poprzez prowadzące do ich wnętrza otwory o zdeterminowanej wielkości, która zależy od typu materiału. Przestrzeń sorpcyjna zeolitów wypełniona jest wodą zeolitową, która może zostać bardzo łatwo usunięta poprzez wygrzanie zeolitu w odpowiedniej temperaturze. Struktura krystaliczna pozostaje nienaruszona, a uwolnione centra aktywne stają się ponownie dostępne i mogą zostać zapełnione przez cząsteczki wody lub innego adsorbentu. Przestrzeń wewnętrzna zeolitu dostępna jest wyłącznie dla cząsteczek, których średnica krytyczna jest mniejsza od średnicy okien wejściowych. Większe cząsteczki zostaną zatrzymane i nie będą adsorbowane przez zeolit. Zjawisko to jest nazywane efektem sitowo – molekularnym. Ta charakterystyczna cecha sprawia, że zeolity nazywane są sitami molekularnymi [2, 3, 5, 6].

Wykorzystane w eksperymencie sito molekularne 3A oraz sito molekularne 13X to materiały syntetyczne. Komórka elementarna sita molekularnego 3A przedstawiona jest wzorem:



Średnica okien sita molekularnego 3A wynosi  $3\text{Å}$ . Strukturę sita molekularnego 13X, które posiada okna o średnicy  $9\text{Å}$ , można opisać za pomocą wzoru:



W tabeli 1 przedstawione zostały średnice wybranych cząsteczek.

Tabela 1. Średnice wybranych cząsteczek [7].

Wzór cząsteczki	$H_2O$	$H_2$	$C_2H_2$	$CO_2$	$HCl$	$O_2$	$Ar$
Średnica cząsteczki, $\text{Å}$	2,641	2,890	3,300	3,300	3,340	3,467	3,542
Wzór cząsteczki	$CO$	$CH_4$	$C_2H_4$	$C_2H_6$	$C_3H_6$	$CF_4$	$SF_6$
Średnica cząsteczki, $\text{Å}$	3,690	3,758	4,163	4,443	4,678	4,700	5,128

Porównując wielkość porów sita molekularnego 3A i sita molekularnego 13X ze średnicą wybranych cząsteczek widać, że sito 3A charakteryzuje bardzo duża selektywność adsorpcji. Tylko cząsteczki o rozmiarze nieprzekraczającym  $3\text{Å}$  są w stanie penetrować przestrzeń wewnętrzną sita. Z cząsteczek, których średnice zostały przedstawione w tabeli 1, warunek ten spełniają wyłącznie cząsteczka wody oraz cząsteczka wodoru. Pozostałe przedstawione związki mają zbyt dużą

średnicę cząsteczkową, aby mogły one zostać zaadsorbowane przez sito molekularne 3A. W przypadku sita molekularnego 13X wszystkie cząsteczki, wskazane w tablicy 1, mogą przedostać się do wnętrza tego materiału.

Z punktu widzenia zastosowania sit molekularnych do osuszania transformatorowego oleju mineralnego pożądane jest, aby sorbent pochłaniał wyłącznie cząsteczki wody. Adsorpcja innych cząsteczek będzie związana z zajmowaniem przez nie centrów aktywnych, czego konsekwencją może być zmniejszenie pojemności adsorpcyjnej dla cząsteczek wody. Dla sita molekularnego 3A warunek ten będzie zachowany ze względu na bardzo małą średnicę porów. W przypadku sita molekularnego 13X nie ma takiej pewności. Przedstawianie się cząsteczek gazu do przestrzeni sita molekularnego niekoniecznie musi wpływać na jego higroskopijność, ze względu na to, że cząsteczki wody mogą być adsorbowane w sposób preferowany. Budowa cząsteczki adsorbatu ma wpływ na rodzaj oddziaływań występujących w układzie zeolit – adsorbat. Kluczowe znaczenie dla wielkości adsorpcji związanej z energią oddziaływań adsorpcyjnych ma rozkład gęstości elektronowej w cząsteczkach adsorbatu. Oddziaływania w układzie zeolit – adsorbat mają głównie charakter niespecyficzny, są to więc oddziaływania niskoenergetyczne. Mogą występować również wysokoenergetyczne oddziaływania specyficzne [2].

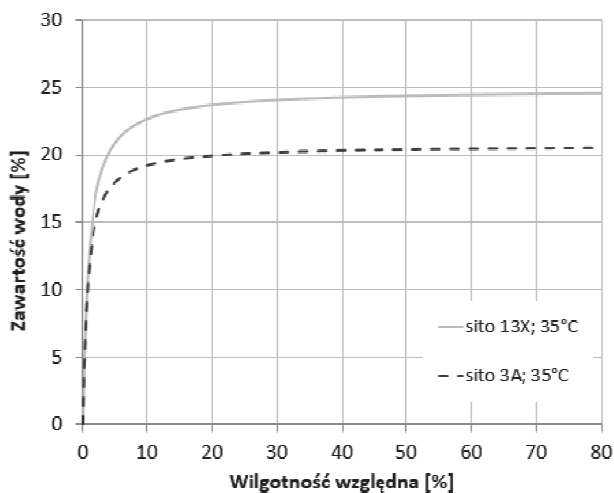
Eksperyment opisany w publikacji [1] wykazał różną zdolność sit molekularnych do adsorpcji wody w powietrzu oraz w transformatorowym oleju mineralnym. W dalszej części artykułu opisane zostały badania, których zadaniem było udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy gazy rozpuszczone w oleju transformatorowym mają wpływ na zdolność sit molekularnych do sorpcji wody. Badania te mają związek z selektywnością sorpcji sit molekularnych.

### **3. WYKORZYSTANIE SIT MOLEKULARNYCH DO SUSZENIA UKŁADU IZOLACYJNEGO TRANSFORMATORA – STAN WIEDZY**

Przeprowadzone dotychczas prace badawcze [1, 8, 9] potwierdziły zasadność wykorzystania sit molekularnych do osuszania cieczy elektroizolacyjnej, a pośrednio również do suszenia izolacji stałej transformatora. Głównymi cechami sit molekularnych, które determinują ich użyteczność w procesie suszenia transformatorowego oleju mineralnego, są:

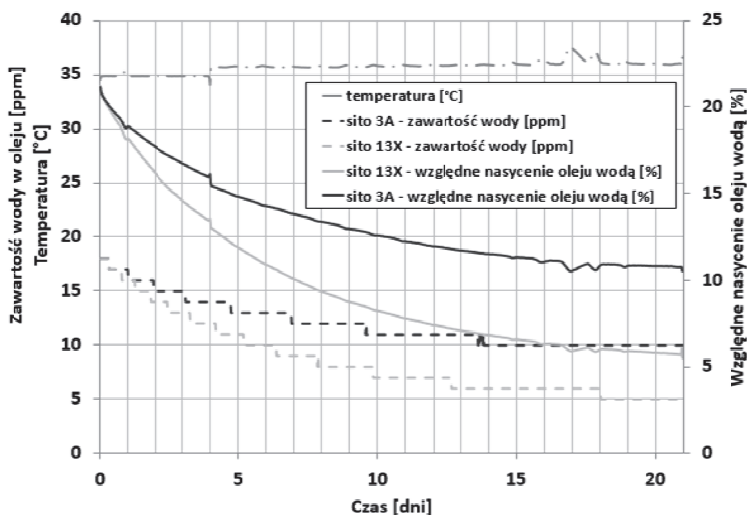
- bardzo dużą zdolność do sorpcji wody przy niskiej wartości wilgotności względnej ośrodka w którym się znajdują,
- brak wpływu temperatury na zdolność sit do sorpcji wody (w pewnym zakresie temperatury spodziewanym w procesie suszenia oleju mineralnego),
- duża stabilność termiczna pozwalająca na ich regenerację.

Na rysunku 2 przedstawione zostały izotermy sorpcji wody sit molekularnych 3A oraz 13X wyznaczone w powietrzu o temperaturze 35°C.



Rys. 2. Izotermę sorpcji wody sit molekularnych 3A oraz 13X w powietrzu o temperaturze 35°C [1]

Spodziewane względne nasycenie wodą oleju osuszanego w rzeczywistym układzie, nie powinno być większe niż 10%. Z izoterm przedstawionych na rysunku 2 wynika, że sito molekularne 3A oraz sito molekularne 13X osiągają przy tej wartości wilgotności względnej otoczenia niemal pełną pojemność adsorpcyjną. W celu sprawdzenia zachowania sit molekularnych w otoczeniu cieczy elektroizolacyjnej, przeprowadzony został test skuteczności osuszania mineralnego oleju transformatorowego analizowanymi sitami molekularnymi. Przyjęto założenie, że izotermę sorpcji wody sit molekularnych w oleju są takie same, jak w powietrzu. Na tej podstawie zostały określone ilości materiałów użyte w badaniu. Warunki przeprowadzenia eksperymentu były następujące: objętość oleju 850 ml, temperatura  $T=35^{\circ}\text{C}$ , początkowe względne nasycenie oleju wodą  $RS=21,2\%$ . Końcowe względne nasycenie badanych próbek oleju wodą powinno wynosić  $RS\approx 3\%$ . Parametry oleju w trakcie procesu suszenia zarejestrowane przy użyciu sondy pomiarowej zostały przedstawione na rysunku 3.



Rys. 3. Parametry oleju mineralnego zarejestrowane podczas suszenia sitem molekularnym 3A oraz sitem molekularnym 13X [1]

Końcowe względne nasycenie oleju wodą wynosiło  $RS_{3A} \approx 10,5\%$  w przypadku próbki suszonej sitem molekularnym 3A oraz  $RS_{13X} \approx 5,5\%$  w przypadku próbki suszonej sitem molekularnym 13X.

Przeprowadzona próba osuszenia mineralnego oleju transformatorowego przy użyciu sit molekularnych 3A oraz 13X pokazała, że zdolność tych sit do sorpcji wody w oleju jest mniejsza niż ich zdolność do sorpcji wody w powietrzu. Jedną z przyczyn tego zjawiska może być obecność w oleju transformatorowym rozpuszczonych cząsteczek gazów. Cząsteczki gazu rozpuszczone w oleju mineralnym mogą wnikać w strukturę krystaliczną sita molekularnego 13X ograniczając tym samym przestrzeń sorpcyjną dostępną dla cząsteczek wody. W przypadku sita molekularnego 3A, ze względu na bardzo mały rozmiar porów, większość gazów rozpuszczonych w oleju nie może wnikać do jego wnętrza. Możliwe jest natomiast blokowanie przez nie wejść do kanałów wewnętrznych. Wpływ gazów rozpuszczonych w oleju na zdolność sit molekularnych do sorpcji wody jest bardzo ważny z punktu widzenia metodyki prowadzenia dalszych badań związanych z opracowaniem izoterm sorpcji wody w cieczach elektroizolacyjnych. Izoterm te są niezbędne do oszacowania efektywności suszenia układu izolacyjnego transformatora za pomocą sit molekularnych.

#### 4. WPŁYW OBECNOŚCI GAZÓW W OLEJU MINERALNYM NA ZDOLNOŚĆ SIT MOLEKULARNYCH DO SORPCJI WODY – BADANIA

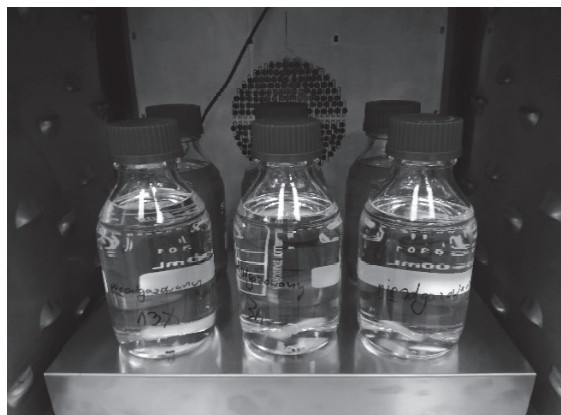
Celem przeprowadzonych prac było zbadanie wpływu obecności gazów rozpuszczonych w mineralnym oleju transformatorowym na zdolność sit molekularnych 3A oraz 13X do sorpcji wody. W tym celu została przeprowadzona próba osuszenia odgazowanego oraz nieodgazowanego oleju transformatorowego wyżej wymienionymi sitami molekularnymi. Analizowanym parametrem była zawartość wody w próbkach oleju przed i po procesie suszenia. Dodatkowo sprawdzana była zawartość gazów w oleju.

##### 4.1. Aparatura pomiarowa

Do pomiaru zawartości wody przy użyciu znormalizowanej metody Karla Fischera (KFT) wykorzystywane było urządzenie do miareczkowania titrator 831 KF Coulometer firmy Metrohm. Jako katolit zastosowano odczynnik Hydranal – Coulomat CG natomiast jako anolit Hydranal – Coulomat Oil firmy Honeywell.

Analiza gazów rozpuszczonych w oleju była wykonywana za pomocą chromatografu gazowego typu 8610C TOGA firmy SRI Instruments z ekstrakcją gazów z oleju za pomocą metody *headspace*.

Badane próbki były kondycjonowane w cieplarni laboratoryjnej. Do mieszania oleju wykorzystane zostało sześciopolowe mieszadło magnetyczne. Układ do kondycjonowania próbek został przedstawiony na rysunku 4.



Rys. 4. Układ do kondycjonowania próbek

## 4.2. Procedura pomiarowa

W celu zbadania wpływu obecności gazów rozpuszczonych w mineralnym oleju transformatorowym na zdolność sit molekularnych do sorpcji wody konieczne było przygotowanie dwóch próbek oleju o zbliżonej zawartości wody różniących się znacząco zawartością gazów. Próbki przygotowano w następujący sposób. Pierwsza próbka była wystawiona na działanie powietrza. Dzięki temu mogły się w niej rozpuścić gazy atmosferyczne, przede wszystkim azot, tlen i dwutlenek węgla. Druga próbka była odgazowywana poprzez wygrzewanie przez 13 h w komorze próżniowej, w temperaturze 80°C. Ciśnienie w komorze wynosiło od 0,5 mbar do 2,0 mbara. Następnie zmierzona została zawartość wody w próbkach metodą Karla Fischera. Zawartość wody oznaczona w próbce nieodgazowanej wynosiła 24 ppm, natomiast w próbce odgazowanej 8 ppm. W związku z powstałą po procesie odgazowania różnicą w zawilgoceniu próbek, do odgazowanej próbki oleju dodano odpowiednią ilość wody przy użyciu strzykawki mikrolitrowej. Następnie olej zamknięto w szczelnym naczyniu i pozostawiono na mieszadle magnetycznym, aby woda mogła się rozpuścić. Po 96 h ponownie dokonano pomiaru zawartości wody w próbkach metodą Karla Fischera. Zmierzona zawartość wody wynosiła odpowiednio 26 ppm w oleju nieodgazowanym oraz 22 ppm w oleju odgazowanym. Analizowane próbki zostały również zbadane chromatografem gazowym w celu określenia początkowej zawartości rozpuszczonych gazów. Przygotowany olej został umieszczony w sześciu butelkach o pojemności 650 ml. Pierwsze trzy butelki zostały wypełnione olejem nieodgazowanym, trzy kolejne olejem odgazowanym. Do czterech butelek zostały wsypane sita molekularne zgodnie z tabelą 2.

Tabela 2. Zestawienie przygotowanych próbek.

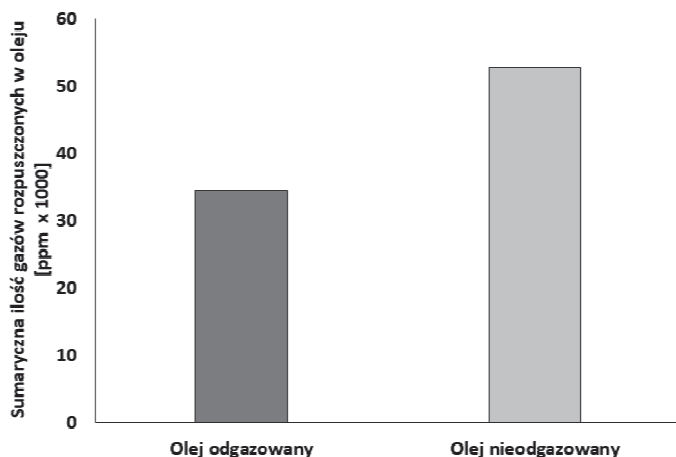
Numer naczynia	Zawartość naczynia
1	Olej nieodgazowany (blank test)
2	Olej odgazowany (blank test)
3	Olej nieodgazowany + 0,0804g sita molekularnego 3A
4	Olej odgazowany + 0,0834g sita molekularnego 3A
5	Olej nieodgazowany + 0,0791g sita molekularnego 13X
6	Olej odgazowany + 0,0817g sita molekularnego 13X

## 4.3. Wyniki badań i wnioski

Na rysunku 5 przedstawiona została sumaryczna zawartość gazów rozpuszczonych w oleju odgazowanym oraz nieodgazowanym przed eksperymentem.

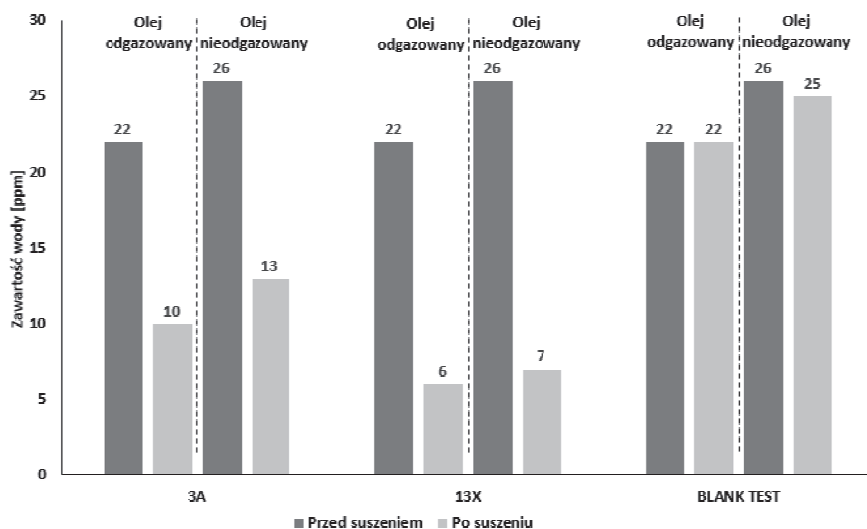


Sumę gazów obliczono poprzez dodanie stężeń następujących gazów: CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> oraz O<sub>2</sub>.



Rys. 5. Porównanie sumarycznej zawartości gazów w odgazowanej oraz nieodgazowanej próbce oleju

Wyniki chromatografii gazowej przedstawione na rysunku 5 potwierdzają, że przygotowane próbki oleju różnią się od siebie pod względem sumarycznej zawartości rozpuszczonych gazów. Na rysunku 6 przedstawione zostały wyniki pomiarów zawartości wody metodą Karla Fischera w próbkach przed procesem suszenia oraz po suszeniu przy użyciu sit molekularnych 3A lub 13X.



Rys. 6. Wyniki pomiarów zawartości wody

Analizując wyniki można zauważyć, że zawartość wody w próbkach oleju suszonych sitem molekularnym 3A spadła o ok. 55% w przypadku oleju odgazowanego oraz o ok. 50% w przypadku oleju nieodgazowanego. Dla próbek oleju suszonych sitem molekularnym 13X zawartość wody spadła o ok. 72% zarówno dla oleju odgazowanego jak i dla oleju nieodgazowanego. Zmianie uległ również stopień zawilgocenia jednego z blank testów. Zawartość wody w blank teście z olejem nieodgazowanym spadła o ok. 4%.

Mając powyższe na uwadze można uznać, że efekt osuszenia transformatorowego oleju mineralnego przy użyciu sit molekularnych 3A oraz 13X, był zbliżony, dla danego rodzaju sita, niezależnie od tego czy suszona była próbka odgazowana czy nieodgazowana. Nieduże różnice w zawilgoceniu próbek po suszeniu wynikają z różnic w początkowej zawartości wody. Niepewność pomiaru zawartości wody kulometryczną metodą Karla Fischera wynosi około 1 ppm.

## 5. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wykazały, że w analizowanym zakresie zawartości gazów w oleju mineralnym, nie mają one wpływu na zdolność sit molekularnych 3A oraz 13X do sorpcji wody. Wniosek ten jest bardzo ważny z uwagi na planowane w dalszym etapie badania, polegające na wyznaczeniu izoterm sorpcji wody sit molekularnych w oleju transformatorowym. Ponieważ zdolność sit molekularnych do sorpcji wody w powietrzu jest większa niż ich zdolność do sorpcji wody w oleju, wyznaczenie izoterm sorpcji wody w oleju jest konieczne do oszacowania efektywności suszenia izolacji transformatora przy użyciu sit molekularnych. W przeprowadzonych badaniach rozpatrywany był przede wszystkim wpływ gazów atmosferycznych. Planowane jest przeprowadzenie prac badawczych, które pozwolą również na ocenę wpływu gazów wykorzystywanych do diagnostyki transformatorów (metoda DGA) na zdolność sit do sorpcji wody. Metoda DGA stanowi podstawowe narzędzie diagnostyczne transformatorów elektroenergetycznych. Sita molekularne wykorzystywane do suszenia oleju mineralnego nie mogą adsorbować gazów diagnostycznych, ponieważ utrudniałoby to wykrywanie defektów powstających w czasie eksploatacji urządzeń. Wyniki badań opisanych w niniejszej publikacji stanowią podstawę do prowadzenia dalszych prac.

## LITERATURA

- [1] Cybulski M, Przybyłek P., Izotermie sorpcji wody sit molekularnych 3A i 13X w aspekcie ich wykorzystania do suszenia układu izolacyjnego transformatora, *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 94 Nr 10/2018, s. 37–40, ISSN 0033-2097.
- [2] Sarbak Z., *Nieorganiczne materiały nanoporowate*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 2009.

- [3] Łukarska M.H., Synteza i charakterystyka kompozytów zawierających barwniki organiczne uwięzione w sitach molekularnych, Rozprawa doktorska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań, s. 8–14, 2015.
- [4] Szostak R., Molecular Sieves: Principles of Synthesis and Identification, Van Nostrand Reinhold Electrical/Computer Science and Engineering Series, New York, 1989.
- [5] Barrer R.M., Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieves, Academic Press, London, 1978.
- [6] Flanigen E.M., Jansen J.C., van Bekkum H., Introduction to Zeolite Science and Practice, Elsevier, Volume 137, Amsterdam, 1991.
- [7] Sircar S., Myers A.L., Gas Separation by Zeolites, Handbook of Zeolite Science and Technology, pp. 7–8, 2003.
- [8] Fofana I., Wasserberg V., Borsi H., Gockenbach E., Farzaneh M., Drying of Transformer Insulation using zeolite, IEEE Electrical Insulation Magazine, Volume: 20, Issue: 1, pp. 20–30, 2004.
- [9] Lelekakis N., Martin D., Guo W., Wijaya J., Lee M., A Field Study of Two Online Dry-Out Methods for Power Transformers, IEEE Electrical Insulation Magazine, Volume 28, Issue: 3, pp. 32–39, 2012.

#### **THE INFLUENCE OF THE PRESENCE OF GASES IN MINERAL OIL ON THE ABILITY OF MOLECULAR SIEVES FOR WATER SORPTION**

Previous studies have shown, that for the same relative humidity, the ability of molecular sieves to adsorb water in the air is higher than in mineral oil. One of the reasons for this difference may be the presence of dissolved gases in the mineral oil. In this aspect, the selectivity of sorption of various molecules by molecular sieves 3A and 13X are discussed. The effect of the presence of gases in mineral oil on the ability of molecular sieves to adsorb water was experimentally investigated. Samples of non-degassed and degassed mineral oil with a similar initial water content were dried by means of activated 3A and 13X molecular sieves. The obtained results allowed to show that in the examined range of gas content in oil they do not affect the ability of molecular sieves for water sorption.

*(Received: 05.02.2019, revised: 10.03.2019)*

