

# Ocena stanu technicznego żywic jonowymiennych w aspekcie prawidłowej pracy stacji demineralizacji wody

## Technical condition assessment of ion exchange resins in terms of proper operation of the water demineralization station

W energetyce, nie tylko zawodowej, priorytetowymi urządzeniami pozostają głównie kotły i turbiny. Często przy podziale zakładowych funduszy przeznaczonych na kontrolę eksploatacji urządzeń pomija się stacje demineralizacji wody, a co za tym idzie – również kontrolę techniczną stanu jonitów. Tendencja ta jest w szczególności zauważalna u użytkowników posiadających instalacje starszego typu, tzn. pracujące w mało efektywnych układach współprądowych. Bywa, że eksploatacysty tych stacji nie do końca są świadomi konsekwencji złego stanu żywic jonowymiennych i ich wpływu na wzrost kosztów eksploatacji. Szeregu nieprawidłowości można by uniknąć kontrolując stan techniczny jonitów pod kątem ich przydatności do dalszego użytkowania.

**Słowa kluczowe:** żywice jonowymiennie, stacja demineralizacji wody, kontrola laboratoryjna, ocena stanu technicznego, eksploatacja jonitów

Boilers and turbines remain priority devices not only in utility power plants but also in the power sector. Water demineralization stations are quite often omitted when distributing the company funds dedicated to the control of equipment operation, and thus also technical evaluation of ion exchangers. This tendency is particularly noticeable in the case of operators of installations of older types operating in low efficiency co-current systems. It sometimes happens that they are not fully aware of the consequences of poor condition of ion exchange resins and their impact on the increase in operating costs. Therefore, a number of irregularities could be avoided by checking the technical condition of ion exchangers in terms of their further suitability.

**Keywords:** ion exchange resins, water demineralization station, laboratory testing, technical condition assessment, operation of ion exchangers

### Wstęp

Żywice jonowymiennie od lat są stosowane w energetyce zawodowej do produkcji wody zdemineralizowanej, ale również w instalacjach oczyszczania kondensatu.

Obecnie w energetyce coraz częściej obserwuje się odchylenie od praktyki regularnego badania stanu jonitów eksploatowanych, jak i określania stanu wyjściowego jonitów nowych, zasypywanych do wymienników.

Priorytetowymi urządzeniami w energetyce pozostają kotły, turbiny i transformatory. Instalacje pozablokowe, w tym również stacje demineralizacji wody, są brane pod uwagę jako ostatnie przy rozdzielaniu funduszy, potrzebnych do kontroli stanu technicznego jonitów.

Konsekwencją złej pracy jonitów są pojawiające się w urządzeniach, zaliczanych do podstawowych, różnego rodzaju osady eksploatacyjne i korozja, co zwykle prowadzi do wzrostu kosztów eksploatacji, a nawet do zniszczeń elementów tychże urządzeń.

Szkodzące im zanieczyszczenia mogą pochodzić z wody surowej, ale częściej mogą być generowane przez zbyt długo eksploatowane, zanieczyszczone i uszkodzone żywice jonowymiennie.

Podczas eksploatacji trwałość i zdolność wymienna jonitów zmniejsza się. Na żywotność żywic wpływ mają m.in.: stopień pęcznienia jonitu, temperatura, obecność tlenu w wodzie, rozcieńczone kwasy, zasady, związki organiczne, detergenty, żela-

zo, mangan, glin, oleje czy chlor wprowadzany do wody surowej z chemikaliami używanymi w procesie dezynfekcji lub chemicznego utleniania. Budowa makrocząsteczkowa jonitu i stopień jonizacji grup jonowymiennych wpływa na efektywność wymiany jonowej. Po pewnym czasie zaczynają wydłużać się czasy regeneracji i płukania, zwiększa się ilość wody płucznej, skraca się cykl pracy wymiennika – tym samym zmniejsza się ilość wyprodukowanej wody. W konsekwencji prowadzi to do podniesienia kosztów wynikających z większego zapotrzebowania na energię do wyprodukowania założonych ilości wody i większego zużycia chemikaliów regeneracyjnych.

Masy jonowymiennie pracujące w instalacjach oczyszczaniu kondensatu (IOK) również należałoby poddawać cyklicznej ocenie, ponieważ instalacje te powinny oczyszczać kondensat turbin do stanu odpowiadającego parametrom jakościowym wymaganym dla wody zasilającej, także w przypadku wystąpienia niewielkich przecieków wody chłodzącej ze skraplaczy.

Koszty odtworzenia jonitów, które należą do materiałów drogich, są tak duże, że służby eksploatacyjne decydują się na ich dalsze użytkowanie, nie licząc się z konsekwencjami, które mogą wystąpić w urządzeniach zasilanych wodą z wadliwie pracujących stacji do demineralizacji wody.

*Energopomiar* od lat zajmuje się określaniem stanu jonitów – eksploatowanych, jak również nowych. Bogaty materiał statystyczny oraz doświadczenie w tym zakresie pozwalają na wykonywanie oceny wszystkich typów jonitów nowych i pracujących, stosowanych w technologii uzdatniania wody.

## Wpływ stanu technicznego jonitów na prawidłową pracę stacji demineralizacji wody

Pomiary eksploatacyjne dostarczają szeregu spostrzeżeń dotyczących wieloletniej pracy instalacji. Najczęstszym niepokojącym objawem jest wyraźne zmniejszenie ilości wody produkowanej w poszczególnych cyklach pracy. Jednym z powodów takiego stanu rzeczy jest pogorszenie się stanu jonitów. Instalacje jonitowe często muszą radzić sobie z nietypowymi zanieczyszczeniami, które blokują ich pracę. Przykładem takich substancji mogą być m.in.:

- oleje w wodzie surowej,
- związki organiczne powstałe na skutek rozwoju życia biologicznego w wymiennikach,
- mikrozwiesiny pochodzące ze złej pracy urządzeń do wstępnego przygotowania wody, które są wprowadzane do instalacji z wodami umownie czystymi typu odsoliny czy różnego rodzaju kondensaty.

Zanieczyszczenia tego typu mogą nieodwracalnie zniszczyć jonity, w szczególności te o strukturze makroporowatej – wnikać w głąb ich struktury.

W celu zobrazowania zjawiska migracji zawiesin i mikrozwiesin przez całe ciągi technologiczne w tabeli 1 przedstawiono wyniki oznaczeń z jednej z krajowych elektrowni.

Zanieczyszczenia tego typu są obecne na wszystkich etapach uzdatniania wody i w konsekwencji dostają się również do kotła. Czasem notuje się wręcz przyrost zawartości mikrozwiesin w wymiennikach anionitowych, a w wielu przypadkach również w wymiennikach dwujonitowych.

Trzeba mieć świadomość, że zanieczyszczenia te po dostaniu się do kotłów, pod wpływem panujących w nich wysokich ciśnień i temperatur, ulegają mineralizacji i są przyczyną występujących nietypowych przyrostów przewodności elektrycznej właściwej w parze, wahań odczynu pH i pojawiania się zwiększonej ilości osadów eksploatacyjnych zarówno na powierzchniach ogrzewalnych kotłów, jak i w wewnętrznych elementach turbin.

Należy również zwrócić uwagę na zawarte w wodzie substancje organiczne, szczególnie od momentu pojawienia się w krajowej energetyce zawodowej kotłów na parametry nadkrytyczne, ponieważ m.in. nadmierne zużycie mas jonitowych jest

często źródłem transportu związków organicznych do obiegu wodno-parowego. Substancje organiczne, które ulegają rozkładowi w kotłach z wytworzeniem CO<sub>2</sub> i innych kwasów organicznych, mogą mieć istotny wpływ na niszczenie warstw pasywnych i przebieg procesów korozyjnych w kotle.

Nadmierne przedłużanie użytkowania jonitów jest nadal zjawiskiem dosyć powszechnym. W wielu przypadkach przynajmniej część jonitów powinna zostać wymieniona.

Wbrew pozorom niektóre instalacje jonitowe pracują jeszcze w mało efektywnych układach współprądowych. Sytuacja jest o tyle skomplikowana, że przy okazji dosyć kosztownej wymiany jonitu należałoby równocześnie poddać dany ciąg – czy też całą instalację – gruntownej modernizacji w kierunku zastosowania nowocześniejszych technologii. W sposób oczywisty komplikuje to całość przedsięwzięcia zarówno pod względem technicznym, jak i kosztowym.

W ciągach demineralizacji wody, które pracują w technicach ziół upakowanych, także obserwuje się trudności z użytkowaniem projektowej wydajności instalacji. Najczęściej przejawia się to szybkim narastaniem oporów w wymiennikach kationitowych zainstalowanych na początku ciągów technologicznych. Występujące opory przepływu znacznie ograniczają wydajność ciągów. Często, nawet po ograniczeniu wydajności, opory przepływu są tak duże, że trzeba ciągi odstawić do regeneracji mimo dobrych parametrów chemicznych produkowanej wody.

Tego typu trudności eksploatacyjne mają przeważnie związek z obecnością zawiesin w wodach zasilających instalacje, ale często przyczyną należy upatrywać w złym stanie technicznym żywic jonowymiennych.

### Kontrola laboratoryjna stanu jonitów

W celu prawidłowej oceny kondycji jonitów należy wykonać wymienione poniżej czynności i badania.

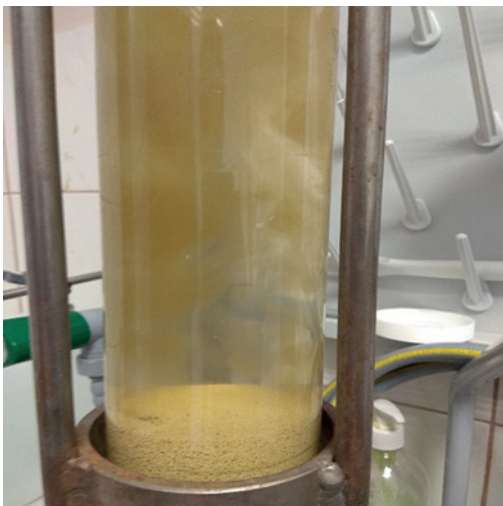
- **Standaryzacja stanu wyjściowego próbek** – czynność ta pozwala ocenić jakościowo stan dostarczonej próbki do badań, zanotować lub wyeliminować zanieczyszczenia (drobną zawiesinę i/lub ścier jonitowy), ocenić stan wypłukania jonitu, czy stwierdzić generację wtórnych zanieczyszczeń. Przykład standaryzacji próbki przedstawiono na rysunku 1.

Tabela 1

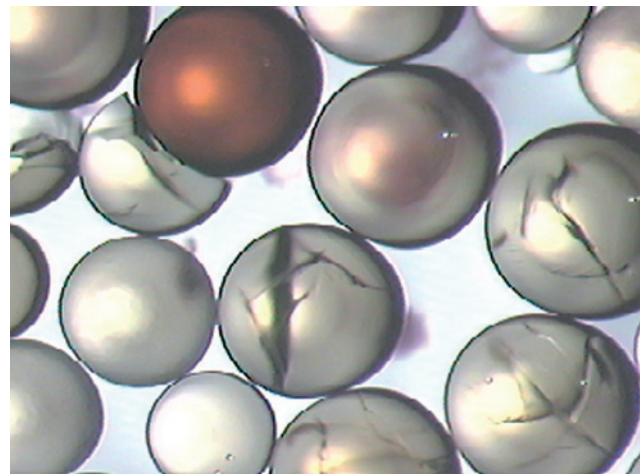
Migracja zawiesin i mikrozwiesin przez ciągi technologiczne

Rodzaj wody	SDI <sub>15</sub>	Zawiesina, µg/dm <sup>3</sup>	Charakter zawiesiny
Woda surowa	>6,5	3930–4290	drobny piasek, iły, produkty korozji, glony – głównie okrzemki, części roślinne
Po akcelatorze	3,52– >6,5	440–4640	rozdrobniony osad pokagulacyjny, iły, produkty korozji, glony – głównie okrzemki
Po filtrze żwirowym	>6,5	100–260	bardzo drobny piasek, iły, produkty korozji, pojedyncze glony
Po kationicie	2,85–3,81	0,0–29	produkty korozji, pojedyncze glony, drobiny startego jonitu i gumy
Po anionicie As	3,24–4,06	0,0–42	produkty korozji, pojedyncze glony, drobiny startego jonitu i gumy
Po desorberze CO <sub>2</sub>	3,09–3,92	0,1–68	produkty korozji, drobiny startego jonitu, pojedyncze glony i gumy
Po anionicie Am	2,47–3,47	0,0–38	produkty korozji, drobiny startego jonitu i gumy
Po dwujonicie	3,34–3,80	0,0–36	produkty korozji, drobiny startego jonitu i gumy

Źródło: [4]



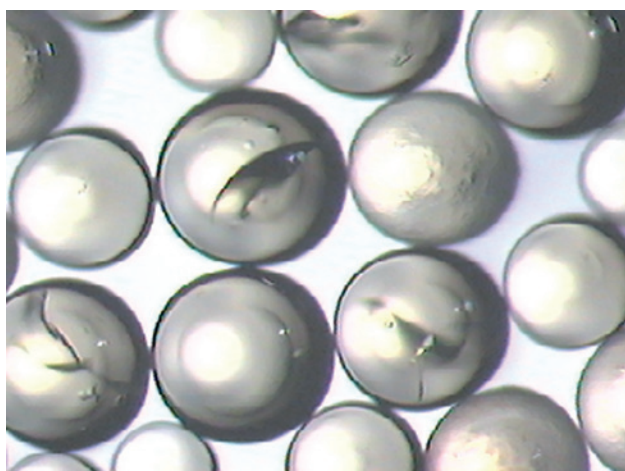
Rys. 1. Standaryzacja próbki  
Źródło: Energopomiar



Rys. 3. Jonit po uderzeniach osmotycznych  
(analiza mikroskopowa)  
Źródło: Energopomiar

- **Analiza granulometryczna (sitowa)** – tj. rozkład frakcyjny, z ewentualnym udziałem podziarna, w odniesieniu do kart katalogowych producenta.
- **Analiza mikroskopowa** – mikroskopowe badania żywicy ujawniają własności fizyczne, które nie są dostrzegalne gołym okiem. W analizie mikroskopowej z dużym powiększeniem można wykryć pęknięcia, które powstały podczas produkcji (ocena jonitów nowych) czy eksploatacji (jonity pracujące). Można stwierdzić także obecność ziaren pokruszonych czy połamanych lub akumulacji innych zanieczyszczeń zgromadzonych na powierzchni ziaren.
- **Oznaczenie odporności na uderzenia osmotyczne** – wystawianie jonitu na działanie elektrolitów o wyższych zestandaryzowanych stężeniach, które powodują szybkie zmiany objętości ziaren. Pozwala to na określenie mechanicznej wytrzymałości badanej masy. Przykłady eksploatowanych żywic jonowymiennych przed uderzeniami (analiza mikroskopowa) i po uderzeniach osmotycznych przedstawiają rysunki 2 i 3.

- **Oznaczenie całkowitych zdolności wymiennych z uwzględnieniem podziału na grupy silnie i słabo kwaśne lub zasadowe** – umożliwia stwierdzenie, na ile badany jonit spełnia wymagania efektywnej wymiany jonowej. Utrata części całkowitej zdolności wymiennej powoduje proporcjonalną utratę zdolności wymiennej całego układu. Zazwyczaj nie wpływa to na jakość produkowanej wody, ale utrata zdolności wymiennej jest nieodwracalna.
- **Oznaczenie wilgotności** – wszelkie odstępstwa od zakresu podanego przez producenta związane są ze zmianami w strukturze jonitu. Spadek wilgotności zwykle informuje o przyblokowaniu żywicy zanieczyszczeniami, z kolei wzrost zawartości wilgoci sugeruje trwałe uszkodzenie matrycy.
- **Zawartość żelaza i związków organicznych** – zanieczyszczenia tego typu prowadzą do blokady grup jonowymiennych jonitu, a w konsekwencji do spadku zdolności wymiennych. Jakościową ocenę zawartości substancji organicznych przedstawia rysunek 4.

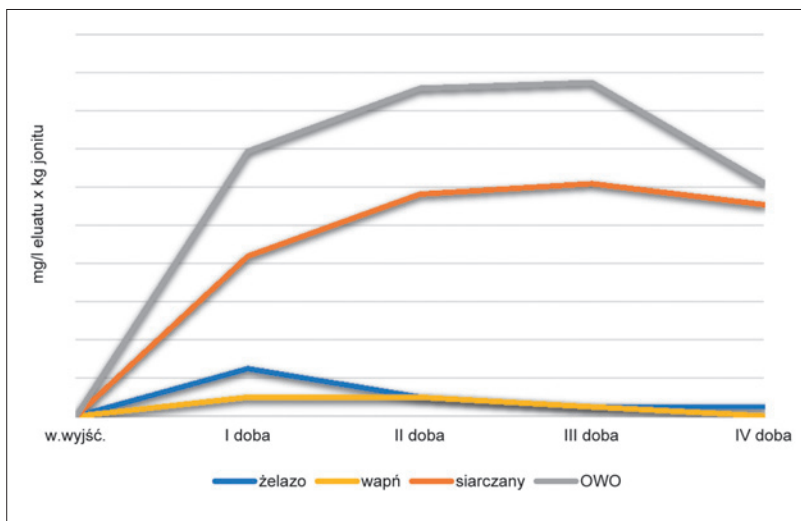


Rys. 2. Jonit przed uderzeniami (analiza mikroskopowa)  
Źródło: Energopomiar

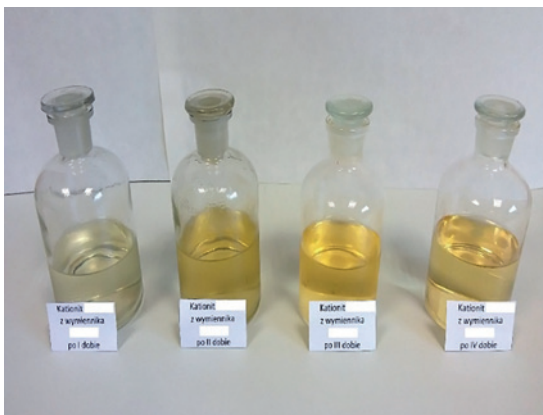


Rys. 4. Jakościowa ocena zawartości substancji organicznych  
Źródło: Energopomiar

- **Elucja zanieczyszczeń z ziaren jonitów wraz z wykreśleniem krzywych eluacyjnych** – krzywe te opisują tendencje jonitów do oddawania zanieczyszczeń skumulowanych w ich matrycy do wody, a tym samym wskazują na możliwość wtórnego zanieczyszczenia wody. Na rysunku 5 podano przykład krzywej eluacyjnej, a na rysunku 6 przedstawiono próbki eluatów z uwolnionymi zanieczyszczeniami.



Rys. 5. Krzywa eluacyjna oraz próbki eluatów z zanieczyszczeniami  
Źródło: Energopomiar



Rys. 6. Zdekantowane próbki z uwolnionymi zanieczyszczeniami  
Źródło: Energopomiar

## Podsumowanie

- W elektrowniach i elektrociepłowniach zbyt mało uwagi poświęca się systematycznym badaniom stanu jonitów zarówno nowych, jak i pozostających w wieloletniej eksploatacji.
- Praca urządzeń do wstępnego przygotowania wody ma decydujący wpływ na zanieczyszczanie się jonitów.
- Jonity zbyt długo eksploatowane są źródłem wtórnych zanieczyszczeń wody kotłowej.
- Jonity nowe w początkowym okresie użytkowania mogą być przyczyną zanieczyszczeń wody zdemineralizowanej czy też oczyszczanego kondensatu.
- Uszkodzony jonit może doprowadzić do awarii dysz, den dyszowych i dennic.
- Szeregu nieprawidłowości można uniknąć kontrolując stan techniczny mas jonowymiennych pod kątem ich przydatności do dalszej eksploatacji.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Litwinowicz A., *Stan instalacji do demineralizacji wody w świetle ostatnio przeprowadzonych pomiarów eksploatacyjnych*, VI Konferencja Naukowo-Techniczna „Udział chemii energetycznej we wzroście efektywności urządzeń”, Bielsko-Biała, 23–25.05.1996.
- [2] Litwinowicz A., *Wpływ jakości wody surowej zasilającej wymienniki jonitowe na stan jonitów*, „Energetyka” 2002, nr 3.
- [3] Nawrocka J., *Nowe aspekty badania jonitów*, „Energetyka” 2012, nr 9.
- [4] Litwinowicz A., *Problem zaczyna się w zbiorniku*, „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 2013, nr 7.



Niezależne ekspertyzy  
na potrzeby rynku mocy

[www.rynekmocy.com](http://www.rynekmocy.com)