

експерименти проводили в статичних умовах при безперервному струшуванні протягом 1 год, співвідношення водної фази до твердої ( $V/m$ ) – 500 см<sup>3</sup>/г, фракція порошкоподібного сорбенту – ≤0,25 мм. Після встановлення адсорбційної рівноваги водну фазу відокремлювали центрифугуванням (5000 об/хв) та за допомогою спектрофотометричного методу у видимій області спектру з використанням арсеназо III визначали рівноважну концентрацію U(VI) та Eu(III) при  $\lambda=656$  та 650 нм, відповідно.

Сорбційну здатність досліджуваного матеріалу оцінювали за величиною сорбції ( $a_s$ , мкмоль/г), яку розраховували наступним чином:  $a_s=(C_0 - C_p) \cdot V/m$ , де  $C_0$ ,  $C_p$  – вихідна та рівноважна концентрації U(VI) та Eu(III) у водному розчині, мкмоль/дм<sup>3</sup>;  $V$  – об'єм водної фази, см<sup>3</sup>;  $m$  – наважка сорбенту, г.

Проведено дослідження впливу рН водного розчину на сорбційну здатність зразка Mg,Al-Cit щодо U(VI) та Eu(III) при співвідношенні  $V/m=500$  см<sup>3</sup>/г. Встановлено, що максимальні значення величин сорбції U(VI) (35 мкмоль/г) та Eu(III) (39 мкмоль/г) на даному зразку досягаються у широкому діапазоні рН вихідного водного розчину (2,5÷7,0), що свідчить про його більш високу ефективність порівняно з іншими сорбентами-іонообмінниками, сорбційна здатність яких обмежена вузькою областю рН (5,0 ÷ 6,0) [1,2]. Вилучення вказаних токсикантів на Mg,Al-Cit переважно обумовлено утворенням зовнішньосферних комплексів на поверхні бруситоподібних шарів ШППГ, а також утворенням комплексів з цитрат-іонами в міжшаровому просторі сорбенту –  $[\text{UO}_2\text{Cit}]$ ,  $[(\text{UO}_2)_2(\text{Cit})_2]^{2-}$ , а також  $[\text{EuCit}]$ .

Досліджено конкуруючий вплив типових компонентів вод – іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та фульвокислот, при їх концентрації (25÷100 мг/дм<sup>3</sup>) на вилучення U(VI) та Eu(III) зразком Mg,Al-Cit. Встановлено, що іони  $\text{Ca}^{2+}$  практично не впливають на вилучення U(VI) та Eu(III). При збільшенні концентрації фульвокислот у водному середовищі сорбційна здатність Mg,Al-Cit щодо Eu(III) не зменшується на відміну від U(VI), при вилученні якого спостерігається поступове зниження величин сорбції.

Таким чином, у роботі показано перспективність застосування сорбенту на основі ШППГ магнію та алюмінію, інтеркальованого цитрат-іонами, для вилучення радіонуклідів з водних середовищ у широкому діапазоні рН.

#### **Список використаних джерел.**

- [1]. Chen H., Chen Z., Zhao G. et al. Enhanced adsorption of U(VI) and <sup>241</sup>Am(III) from wastewater using Ca/Al layered double hydroxide@carbon nanotube composites // J. Hazard. Mater. – 2018. – Vol. 347. – P. 67–77.
- [2]. Стрелко В.В., Милютин В.В., Псарева Т.С. и др. Сорбционно-коагуляционная очистка жидких радиоактивных отходов от урана и трансурановых элементов // Проблемы безопасности атомных электростанций та Чернобиля. – 2016. – Вып. 26. – С. 96–102.

УДК 504:537:63

**Iwona Rudnicka**, Msc. Eng.

*AVR S.A. (Chrzanow, Poland)*

**Wiktoria Sobczyk**, Professor PhD. D.Sc. Eng.

*AGH University of Science & Technology Faculty of Mining & Geoengineering Dept. of Environmental Engineering and Mineral Processing (Krakow, Poland)*

## **BUDOWNICTWO ENERGOOSZCZĘDNE DLA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU ENERGY EFFICIENT BUILDING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

*Ograniczenie zużycia energii oraz korzystania z jej konwencjonalnych źródeł są głównymi przeszkodami dla rozwoju nowoczesnego budownictwa energooszczędnego, co umożliwi minimalizację negatywnego oddziaływania na środowisko. Budownictwo jest aktualnie główną gałęzią gospodarki, która realizuje założenia zrównoważonego rozwoju.*

**Słowa kluczowe:** budownictwo, energia, rozwój zrównoważony

Budownictwo jest obszarem pozwalającym na dokonanie największych oszczędności energii oraz surowców, a co się z tym wiąże, na realizację zasad zrównoważonego rozwoju. Postęp naukowy spowodował rozwój branży budowlanej, powstały nowe materiały, technologie oraz systemy, które pozwalają na zmniejszenie energochłonności budynków. Na przestrzeni lat wprowadzono wysokie wymagania stawiane nowo powstającym domom. Aktualnie budynki możemy klasyfikować jako tradycyjne, energooszczędne, pasywne oraz zeroenergetyczne [1]. Coraz większe zanieczyszczenie środowiska, ludzka świadomość i osiągnięcia naukowe kierują budownictwo w stronę jeszcze lepszych rozwiązań, z korzyścią dla użytkowników oraz środowiska. Ochrona środowiska i ograniczenie wpływu człowieka na klimat stały się priorytetem całego świata, a kryzys paliwowy z początku lat 70. XX wieku otworzył ludzkości oczy i uświadomił, że zasoby kopalne, z których korzystamy, są wyczerpywalne, a ich spalanie powoduje pogłębiające się skażenie środowiska [2].

Sprawność energetyczna, inaczej nazywana efektywnością energetyczną budynku, jest definiowana jako poziom przygotowania budynku do zagwarantowania komfortu cieplnego podczas użytkowania zgodnego z przeznaczeniem, równocześnie z jak najmniejszym zużyciem energii przez ten obiekt. Ocena efektywności domu jest zbiorem ocen poszczególnych właściwości obiektu, które wpływają na zużycie energii niezbędnej do jego funkcjonowania.

Rozwój nowoczesnych technologii oraz wzrastająca świadomość ekologiczna i troska o środowisko napędzają zmiany w wielu dziedzinach. Jedną z nich jest budownictwo. Projektowanie i budowa obiektów związane są nie tylko z zanieczyszczeniem środowiska i realizacją celów postawionych przez Unię Europejską. Dotyczy to niezależności energetycznej od zewnętrznych dostawców paliw oraz lepszych warunków życia w przyszłości (niższe koszty eksploatacji).

Patrząc wstecz, można stwierdzić, że koncepcja budynku energooszczędnego powstawała już kilkaset lat temu. Widać to w historycznych przykładach ruralistyki, gdyż dawniej góralskie chaty były stawiane tak, aby jedna ze ścian przylegała do zbocza szczytu lub pagórka, co powodowało osłonięcie od działania wiatru. Dodatkowo, aby osłonić kolejne ściany od działania wiatru, na zewnątrz układano drewno opałowe aż po sam dach. Jeszcze innym sposobem było trzymanie zwierząt w pomieszczeniu sąsiadującym z częścią mieszkalną domu. W ten sposób zyskiwano dodatkowe ciepło wytwarzane przez organizmy żywe w sposób naturalny. Nasi przodkowie starali się o wykorzystywanie naturalne warunki klimatu, redukować straty ciepła oraz dostosowywać do warunków lokalnych na danym terenie.

Powyższe przykłady oddają główne cele i założenia budownictwa energooszczędnego, jakimi są:

- niskie zapotrzebowanie na energię (poniżej  $80\text{kWh/m}^2\text{-rok}$ , a najlepiej  $40\text{kWh/m}^2\text{-rok}$ ),
- minimalizacja strat ciepła w budynku,
- dostosowanie i wykorzystanie warunków klimatycznych,
- dobór odpowiednich materiałów, ich parametrów i grubości,
- zastosowanie odpowiednich wysokosprawnych instalacji,
- projekt dostosowany do sposobu eksploatacji obiektu (optymalizacja) [5, 6, 7].

Bardzo ważnym aspektem dla budownictwa energooszczędnego jest jakość wykonania domu, ponieważ to ona decyduje o spełnieniu założeń przedstawionych w projekcie, a więc i przewidywanym efekcie dla inwestora i środowiska.

Dom energooszczędny charakteryzuje się pewnymi cechami:

1. małe zużycie energii, co przekłada się na niskie koszty eksploatacyjne,
2. wyższa wartość rynkowa inwestycji w porównaniu z domami tradycyjnymi,
3. architektura:

o zorientowanie w terenie (uwzględnia rzeźbę terenu, nasłonecznienie oraz kierunki wiatrów w tym rejonie) oraz wobec stron świata (ograniczenie strat ciepła, zyski ciepła od Słońca – od południa przeszklenia o większej powierzchni niż w innych częściach budynku,

o zwarta bryła (jak najprostsza forma, stosunek powierzchni przegród do kubatury budynku powinien być jak najmniejszy) oraz rozmieszczenie pomieszczeń wewnątrz (pomieszczenia o wyższej temperaturze wewnątrz budynku, np. suszarnia lub łazienka, pomieszczenia obok siebie powinny mieć zbliżone temperatury, natomiast pomieszczenia nieogrzewane powinny służyć jako strefy buforowe od strony północnej),

- szczelność budynku (rozwiązanie konstrukcyjne przegród budowlanych zewnętrznych i wewnętrznych, ich skład materiałowy, grubość oraz izolacyjność), (przykładowe współczynniki przenikania ciepła dla domu energooszczędnego: dla fundamentów:  $U \leq 0,15\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , ściany zewnętrzne:  $U \leq 0,20\text{--}0,25\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , dach:  $U \leq 0,15\text{--}0,20\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , okna:  $U \leq 0,8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ );

- wysokosprawne instalacje wykorzystujące OZE (wentylacja mechaniczna z rekuperacją, pompy ciepła, kolektory słoneczne do instalacji c.o. i c.w.u. oraz instalacje hybrydowe do wytwarzania energii elektrycznej),

- zarządzanie budynkiem, systemy sterowania urządzeniami, systemy inteligentne wpływające na produkcję i zużycie energii w budynku [3, 4].

Bardzo istotną kwestią jest etap wykonawczy, jego zgodność z projektem i jakość wykonania. Ważne jest, aby w projekcie znalazły się szczegółowe zalecenia dla wykonawcy, dotyczące detali konstrukcyjnych, które wpływają na straty energii w budynku. Takim elementem są mostki termiczne powstające w miejscach wstawiania okien, w miejscach złego zaizolowania przegród i błędne łączenia ich.

Dom pasywny definiowany jest jako obiekt, którego ideą jest bierne czerpanie energii z naturalnych zasobów, co powoduje dużo mniejsze zapotrzebowanie na energię w porównaniu z budynkiem energooszczędnym. Zapotrzebowanie na energię nie powinno przekraczać  $15\text{kWh/m}^2\text{-rok}$ . Pasywny system korzystania z energii opiera się na zyskach cieplnych z promieniowania słonecznego, zyskach od osób w obiekcie oraz urządzeń w nim zainstalowanych. Tak zaprojektowany dom posiada instalację grzewczą wyłącznie do sezonowego dogrzewania (w razie potrzeby). Warunkami obowiązkowymi, które muszą być spełnione, są odpowiednio zaprojektowana i dostosowana do warunków bryła architektoniczna, jak najniższe współczynniki przenikania przegród budowlanych (dla ścian zewnętrznych wartości  $<10\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ) oraz szczelność budynku (brak otworów w konstrukcji, za wyjątkiem dziurki od klucza w drzwiach zewnętrznych). Poza wymienionymi wcześniej warunkami budynek pasywny nie różni się niczym od budynku energooszczędnego: konieczne jest zainstalowanie wentylacji mechanicznej z rekuperatorem, zaprojektowanej instalacji c.o. i c.w.u. wykorzystującej OZE, systemów produkcji i magazynowania energii elektrycznej oraz inteligentnych systemów zarządzania energią. Jedyną podstawową i widoczną różnicą pomiędzy obiektem pasywnym a energooszczędnym (nie uwzględniając różnic w kosztach inwestycji) jest fakt, że w przypadku domu pasywnego stosowane są sztywno określone wymagania w celu osiągnięcia założonych współczynników. Oznacza to, że w projekcie bryły nie ma możliwości na wprowadzanie

удогодnień w postaci balkonu, tarasu czy werandy, ponieważ konstrukcja musi być prosta i dopasowana do terenu oraz stron świata w celu jak największych zysków ciepła z promieniowania słonecznego.

Piszząc o budownictwie nowoczesnym i jego rozwoju należy również wspomnieć o domach zeroenergetycznych i plusenergetycznych. Pierwsze z wymienionych pojęć mówi o obiekcie, który jest samowystarczalny pod względem energetycznym, opiera się on na zasadach projektowania budynków pasywnych, z tą różnicą, że nie korzysta on z zewnętrznych źródeł energii. Budynek zeroenergetyczny jest niezależny energetycznie od zewnętrznych dostawców, wykorzystywane są wszelkie możliwe technologie OZE oraz magazynowania wytworzonej energii. Obiekt plusenergetyczny ma na celu, jak sama nazwa wskazuje, produkcję energii w ilości większej niż będzie ona wykorzystywana przez dom. Oznacza to oddawanie do sieci nadwyżek energii, a w zasadzie jej sprzedaż. Domy te to duży krok w przyszłość i najbardziej zaawansowany system budownictwa, oparty na takich samych zasadach jak zeroenergetyczne, z różnicą w dostosowaniu instalacji i wydajności produkcji energii.

#### Literatura

13. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483, z późniejszymi zmianami).
14. Kubica A., Sobczyk W.: Analiza uregulowań prawnych dotyczących gospodarki odpadami w Polsce. „Ekonatura” 2016, nr 2, s. 4–9.
15. Rosik-Dulewska C.: Podstawy gospodarki odpadami. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
16. Rzepecki R.: Podstawowe zasady prawa ochrony środowiska w zakresie gospodarki odpadami. „Ekonatura” 2015, nr 4, s. 4–6.
17. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 2013 poz. 1399, z późniejszymi zmianami).
18. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2013 poz. 1232, z późniejszymi zmianami).
19. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21, z późniejszymi zmianami).

УДК 504:537:63

**В.В. Темченко**, начальник Управління організації виробництва продукції рослинництва та технічної політики Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької облдержадміністрації, студент спеціальності “Екологія”, ступеня вищої освіти “Магістр” КВНЗ “Вінницька академія неперервної освіти”.  
**О.М. Нагорнюк**, к.с.-г.н., доцент кафедри екології, природничих та математичних наук, КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», с.н.с. Інституту агроекології і природокористування НААН

### ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

*На початку XXI століття у більшості розвинутих країнах світу сформувалось сучасне бачення використання альтернативної енергетики та її максимальне і ефективне застосування для соціального і матеріального добробуту населення. Стан енергетики кожної країни є показовим чинником та індикатором, що визначає рівень розвитку економіки країни. Сільське господарство із споживача енергії перетворилось на її виробника. Технології використання біопалива і добрив рослинного походження набули особливого значення завдяки чому стало можливим природним шляхом частково вирішувати проблеми енергоспоживання і енергозаощадження.*

**Ключові слова:** енергоефективність, альтернативна енергетика, аграрний сектор економіки, екологічна безпека.

Енергетика – один з найважливіших і водночас найбільш ресурсомістких та екологічно небезпечних галузей. Тому її сучасне і майбутнє залежить від системної екологізації у контексті збалансованого розвитку. Водночас Україна має великі запаси нетрадиційних енергоресурсів, які не тільки є екологічно чистими, а й давно стали для багатьох країн світу традиційними джерелами «малої енергетики».

На жаль, в Україні нині політика енергозбереження і енергоефективності має суттєві відмінності у порівнянні з провідними країнами ЄС (у першу чергу з Німеччиною, Італією, Францією, Швецією), США, Японією та Південною Кореєю. Досвід цих країн показав, що зростання енергоефективності може бути лише за умови прогромадянської державної політики, яка повинна охоплювати всі сфери національної економіки – від регіональної до загальнонаціональної та узгоджувати адміністративні, законодавчі, фінансові заходи щодо її стимулювання.