

**SPRAWOZDANIE  
Z KONFERENCJI ŁUGOWNICZEJ SMRI W LIPSKU,  
3–6 PAŹDZIERNIKA 2010**

**Report of the SMRI Conference in Lipsk (3–6 September 2010)**

**Kazimierz URBAŃCZYK**

*Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Górnictwa Surowców Chemicznych „Chemkop”;  
ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków; e-mail: urbanc@chemkop.pl*

Solution Mining Research Institute (SMRI) jest organizacją zrzeszającą firmy z całego świata związane z górnictwem ługowniczym w celu wymiany doświadczeń i wspólnego finansowania prac badawczych. Do organizacji należą producenci solanki i użytkownicy komór solnych do magazynowania mediów (a więc także duże koncerny chemiczne i naftowe), uczelnie techniczne i ośrodki badawcze, wykonawcy wyspecjalizowanych badań oraz firmy projektowe i konsultingowe. Z Polski jedynym członkiem SMRI jest „Chemkop”, Kraków (od 1990 r.).

Dwa razy w roku, w tym raz w Europie, SMRI organizuje zjazdy, w trakcie których ma miejsce m.in. ogólnodostępna konferencja techniczna. Tematyka prezentowana na konferencjach jest dość szeroka: od geologii złóż soli poprzez projektowanie kawern solnych, ich wykonywanie, użytkowanie aż po problemy związane z ich likwidacją.

Wśród 26 wygłoszonych referatów oraz sześciu posterów wyróżniająca się grupę stanowią referaty dotyczące termo- i geomechanicznych aspektów kawern, w których ciśnienie ulega szybkim i częstym zmianom.

W pierwszym rzędzie dotyczy to kawern na sprężone powietrze, magazynujących energię wiatrów. Szybkie spadki ciśnienia wiążą się ze znacznymi zmianami temperatury. Przy kilku tygodniowo cyklach napełnianie-oprózniczenie spadki i przyrosty temperatury nie zdążą rozprzestrzenić się w górotworze. W efekcie zmiany obejmują jedynie wąską warstwę górotworu wokół kawerny, w której może dojść do powstania naprężeń rozciągających, a w konsekwencji do zniszczenia i wykruszania się soli.

Dwa różne podejścia prezentują prace: U. Düsterloh, K.-H. Lux *Some geomechanical aspects of compressed air energy storage (CAES) in salt caverns* (Geomechaniczne aspekty magazynowania sprężonego powietrza w kawernach solnych) oraz C. Lestringant, P. Bérest, B. Brouard *Thermo-mechanical effects in compressed air storage (CAES)* (Termomechaniczne efekty magazynowania sprężonego powietrza). Pierwsza z nich posługuje się modelowaniem

numerycznym (FLAC3D), za pomocą którego ilustruje główne różnice pomiędzy magazynowaniem gazu ziemnego a sprężonego powietrza. Druga praca analizuje uproszczony przypadek kawerny kulistej metodami analitycznymi, sprawdzając kryteria wytrzymałości, stateczności i szczelności. Najłatwiej może dojść do naruszenia warunku, by naprężenia obwodowe wokół kawerny były wyższe od ciśnienia wewnątrz niej. Prowadzi to do zwiększenia przepuszczalności (mikroszczelinowanie i pęcznienie) górotworu i ułatwia wnikanie magazynowanego powietrza w górotwór.

Zakres, w jakim może się zwiększyć przepuszczalność, był przedmiotem innej referowanej pracy – H. Alkan, W. Müller, W. Minkley, M. Jobmann *A benchmarking of the numerical approaches for the stress-dilatancy-permeability relationship in EDZ of rock salt* (Punkt odniesienia dla numerycznych podejść do relacji naprężenie-pęcznienie-przepuszczalność w strefach soli kamiennej naruszonych przez eksploatację). W laboratoryjnych badaniach próbek w trójosiowym stanie naprężenia, po przekroczeniu granicy pęcznienia, przepuszczalność wzrosła ponad cztery rzędy wielkości. Na podstawie danych eksperymentalnych oceniono przydatność dwunastu modeli teoretycznych opisujących zjawisko.

Tych samych efektów dotyczył poster – T. Popp, W. Minkley, M. Wiedemann *Fluid transport in rock salt – actual state of knowledge based on laboratory investigations and field studies* (Transport płynów w soli kamiennej – aktualny stan wiedzy na podstawie badań laboratoryjnych i polowych) omawiający krótko doświadczenia uzyskane w ciągu parudziesięciu lat w lipskim Institut für Gebirgsmechanik.

Podobne problemy jak przy magazynowaniu sprężonego powietrza można napotkać także w kawernach na gaz ziemny, które wyrównują szczyty dobowe. S.A. Heath i R.K. Benefield w referacie *High frequency gas storage operations using downhole instrumentation* (Dużej częstości operacje magazynowe gazu ziemnego z użyciem wglębnego oprzyrządowania) radzą zainstalować w kawernie wglębne mierniki ciśnienia i temperatury, które dostarczają informacji o rzeczywistych warunkach w kawernie, co ułatwi sterowanie operacjami magazynowymi, a także pozwoli na lepszą weryfikację modeli teoretycznych.

Połączenie zagadnień termodynamicznych z geomechanicznymi pojawia się też w referatach: M. Krieter, A. Reitze, H. von Tryller *The development of natural gas caverns as a trading tool and the consequences* (Rozwój kawern gazowych jako instrumentu handlowego i jego następstwa) oraz R. Dresen *Advanced systematic determination of the capacities of salt caverns for underground gas storage* (Zaawansowane systematyczne wyznaczania pojemności kawern solnych do podziemnego magazynowania gazu).

Spośród innych ciekawych prac referowanych w Lipsku warto wymienić K.L. DeVries, D. Mellegard *Effect of specimen preconditioning on salt dilation onset* (Wpływ wstępnego przygotowania próbki na wystąpienie pęcznienia soli). Wydobyte rdzenia z otworu wiertniczego oraz wycięcie z niego próbki łączy się z naruszeniem jej struktury. By pozbyć się wpływu tego zaburzenia, próbka soli, przed właściwym badaniem geomechanicznym, jest zwykle wstępnie poddawana obciążeniu hydrostatycznemu. Z przedstawianych badań wynika, że obciążenie krótkotrwałe najprawdopodobniej nie jest wystarczające. Porównanie efekty testów poprzedzonych jedno-, pięcio- i dziesięciodniowym obciążeniem wskazuje np. na stały trend rosnący w naprężeniu progowym pęcznienia. Może się więc okazać w przyszłości, że wyniki badań odkształcalności próbek soli wymagają przeskalowania.

Wreszcie pojawiły się pierwsze informacje o budowie podziemnego magazynu gazu ziemnego przez Rosjan w rejonie Kaliningradu – A. Igoshin, V. Kazaryan, V. Khloptsov, Y. Novenkov, V. Salokhin *Design, technology and experience of cavern construction at Kaliningrad UGS in Russia* (Projekt, technologia i doświadczenie przy budowie kawern w PMG Kaliningrad w Rosji). Na podstawie referatu można jednak oceniać jedynie zamierzenia, trudniej ich realizację. Przedstawione wyniki ługowania dotyczyły etapu początkowego wrębu, nie wykonano jeszcze żadnych pomiarów echosondą.

Głośna była katastrofa górnicza w Ocnele Mari we wrześniu 2001 r., kiedy to doszło do zapadnięcia się gruntu ponad przeługowanymi kawernami, w efekcie m.in. powstał krater o powierzchni ok. 10 ha, zniszczeniu uległy cztery gospodarstwa, ewakuowano 200 osób. By sytuacja nie powtórzyła się w innym polu górniczym, postanowiono doprowadzić sztucznie do zawału i kontrolować jego przebieg. Zrealizowano to w 2009 r. Omawia to referat F. Zamfirescu, A. Danchiv, M. Mocuta, M. Andrei, T. Constantinescu *Technical solution and monitoring results of the controlled collapse of Field 1 salt cavern, Ocnele Mari, Romania* (Rozwiązania techniczne i wyniki monitoringu kontrolowanego zapadnięcia Pola I kawern solnych, Ocnele Mari, Rumunia). W dniu 15 lipca 2009 r. rozpoczęto wypompowywanie solanki z kawern. Proces zapadania rozpoczął się 8 sierpnia i prowadzono go przez trzy miesiące. Pustka podziemna została wypełniona, odzyskano 840 tys. m<sup>3</sup> solanki, powstało suche zapadlisko o powierzchni ok. 3,9 ha.

Część uczestników konferencji miała możliwość zapoznania się z instalacjami na kawernach solnych w Stassfurtcie. Są tam kawerny produkujące solankę na potrzeby fabryki sody, należą one do Sodawerk Stassfurt GmbH & Co. KG, którego właścicielem jest Ciech. W pobliżu znajduje się również kawernowy podziemny magazyn gazu (jedna kawerna poniżej 450 m, cztery kawerny poniżej 900 m). Operatorem jest RWE AG. W jednej z płyt-szych kawern składuje się odpady wiertnicze (głównie zwierciny), w ilości 60–80 ton rocznie. Prócz tego znajduje się tam spalarnia odpadów, z których popioły składowane są w kawernach. Pracuje nad tym wspólnie kilka firm, m.in. K-UTEC AG.

Inna grupa uczestników zwiedziła w tym czasie instalacje podziemnych magazynów w Bernburgu.