

SPIS TREŚCI**PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU JAKO ELEMENT KRAJOWEGO SYSTEMU GAZOWEGO325**

Maciej Kaliski, Piotr Janusz, Adam Szurlej

W artykule zostały przeanalizowane działania państwa podejmowane w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego krótkookresowego i sezonowego. Decydujący wpływ na te aspekty bezpieczeństwa w sektorze gazowym odgrywa infrastruktura, a szczególnie podziemne magazyny gazu. Przedstawiono rodzaje podziemnych magazynów gazu oraz scharakteryzowano ich podstawowe parametry. Ukazano liczbę podziemnych magazynów gazu w wybranych państwach europejskich oraz ich znaczenie dla systemu gazowego w tych państwach, a także ich znaczenie dla minimalizacji skutków rosyjsko-ukraińskiego kryzysu gazowego z początku 2009 r. Ponadto zaprezentowano wielkości i kierunki dostaw gazu ziemnego do Polski w minionych 7 latach. Mając na uwadze znaczenie PMG dla krajowego systemu gazowego, przedstawiono obecny stan infrastruktury magazynowej w kraju oraz podejmowane przez Ministra Gospodarki i przedsiębiorstwa energetyczne działania mające na celu rozbudowę istniejących, bądź budowę nowych pojemności magazynowych.

UNDERGROUND GAS STORAGE AS AN ELEMENT NATIONAL GAS SYSTEM

The article analyses actions which were undertaken by the government to provide the energy security in short-term and seasonal perspective. Deciding influence on mentioned above aspects of security in gas sector exerts the infrastructure, especially underground gas storage. The article depicts types of underground gas storage and characterizes their basic parameters. It shows the number of underground gas storage in selected countries and its meaning for the gas system in these countries, as well as its sense for minimizing the results of Russian and Ukrainian gas crisis which took place at the beginning of 2009. Moreover, the article presents the dimensions and directions of natural gas deliveries in past 7 years. Taking into consideration the meaning of UGS for national gas system, the Authors show current condition of national storage infrastructure in Poland and actions undertaken by the Ministry of Economy and the energy companies aimed at developing existing and planned store's capacities.

15-YEAR EXPERIENCE OF ACID GAS STORAGE IN THE NATURAL GAS STRUCTURE OF BORZĘCIN – POLAND.....333

Jan Lubaś, Wiesław Szott

In the near future there will be the 15th anniversary of the operation of the oldest acid gas geological sequestration project in Europe – a result of the cooperation between Polish Oil and Gas Company and Polish Oil and Gas Institute. The paper presents basic technological and field parameters of the project. In particular, it includes a detailed report on the modelling of the acid gas reinjection process and its influence on the production parameters such as chemical composition of produced gas. The experience acquired from the project fully confirmed practical feasibility of the acid gas storage in a continuously operated gas reservoir, which is a unique case among all reported sequestration projects. It was shown that the reservoir can be operated till the depletion of its resources with no risk of produced gas contamination by the reinjected gas.

15-LAT DOŚWIADCZEŃ Z ZAKRESU GEOLOGICZNEGO SKŁADOWANIA GAZÓW KWAŚNYCH W GAZOWEJ STRUKTURZE ZŁOŻOWEJ BORZĘCIN

W najbliższym czasie minie 15 lat od uruchomienia, przy współpracy PGNiG SA i INiG, najdłużej funkcjonującego w Europie projektu geologicznego składowania gazów kwaśnych z dominującym udziałem CO₂. W artykule przedstawiono najważniejsze dane procesowe i złożowe przedsięwzięcia. Szczególnie obszernie opisano przebieg prac dotyczących modelowania procesu powrotnego zatłaczania gazów kwaśnych i jego wpływu na przebieg parametrów złożowych, w tym składu chemicznego wydobywanego gazu ziemnego. Uzyskane doświadczenia w pełni potwierdziły praktyczną możliwość składowania gazów kwaśnych w ciągle eksploatowanym złożu gazu ziemnego, co jest przypadkiem szczególnym spośród zrealizowanych dotychczas przedsięwzięć z dziedziny sekwestracji. Wykazano, że złożo można eksploatować aż do sčerpania jego całkowitych zasobów, bez konsekwencji zanieczyszczenia wydobywanego gazu powrotnie zatłaczanymi gazami kwaśnymi.

ZASTOSOWANIE SYMULACJI KOMPUTEROWYCH DO MODELOWANIA PRACY PODZIEMNYCH MAGAZYNÓW GAZU W POLSCE339

Wiesław Szott

W pracy przedstawiono i uzasadniono konieczność stosowania matematycznych modeli złożowych i symulacji komputerowych dla właściwego zrozumienia i prognozowania funkcjonowania złożowego elementu systemu podziemnego magazynowania gazu (PMG). Na tym tle zaprezentowano doświadczenia i możliwości prowadzenia prac symulacyjnych przez Zakład Symulacji Złóż Węglowodorów i PMG Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Przedyskutowano struktury danych i procedury stosowane do generowania, kalibrowania i praktycznego wykorzystania złożowych modeli symulacyjnych podziemnych magazynów gazu. Podano przykłady opracowania i zastosowania symulacji PMG dla największych obiektów tego typu w Polsce.

APPLICATION OF RESERVOIR SIMULATIONS IN MODELLING OF UNDERGROUND GAS STORAGE RESERVOIRS IN POLAND

Underground Gas Storage (UGS) reservoirs constitute an important part of the domestic gas distribution system in Poland. Contrary to the other, surface elements of the system, UGS reservoirs cannot be directly monitored or measured either during their construction or regular functioning. The same general comment refers to all hydrocarbon subsurface reservoirs. However, the UGS reservoir practise is characterized by additional features that make reservoir simulation a particularly useful and significant modern tool applicable to these objects. Reservoir Simulation Department of Polish Oil & Gas Institute has become a main centre of reservoir modelling and simulations in Poland. It's numerous projects include reservoir modelling and simulations of two largest UGS facilities in Poland: Wierzchowice UGS and Husów UGS, converted to storage facilities from partially depleted gas reservoirs. Various reservoir aspects of UGS modelling and simulations are presented in the paper as the results of reservoir simulations applied to these exemplary objects.

DZIAŁALNOŚĆ MAGAZYNOWANIA GAZU W RAMACH PGNIG SA, JAKO OPERATORA SYSTEMU MAGAZYNOWANIA DLA GAZU WYSOKOMETANOWEGO345

Wiesław Rokosz

Wydzielenie Operatora Systemu Magazynowania Gazu było bezpośrednią konsekwencją implementowania zasad określonych w dyrektywie 2003/55/WE. Na bazie istniejących regulacji ("*Prawo energetyczne*", wraz z rozporządzeniami wykonawczymi), z uwzględnieniem Noty Dyrekcji Generalnej ds. Energii i Transportu w sprawie dyrektyw 2003/54/WE i 2003/55/WE dotyczących rynku wewnętrznego energii elektrycznej i gazu ziemnego w zakresie dostępu stron trzecich do instalacji magazynowych (z 16.01.2004 r.), został przygotowany „*Regulamin świadczenia usług magazynowania*” i taryfa magazynowa. Rzeczony regulamin został poddany konsultacjom społecznym. Na podstawie tak przygotowanych zasad przeprowadzono postępowanie w celu udostępnienia zdolności instalacji magazynowych. Nowa dyrektywa gazowa oraz nowe regulacje dotyczące rynku gazowniczego wymagają przygotowania daleko idących zmian w zakresie formy prawnej przedsiębiorstwa, które zajmuje się świadczeniem usług magazynowania gazu, oraz w zakresie dostępu stron trzecich do instalacji magazynowych, w tym do zakresu usług magazynowania gazu, udostępniania informacji dotyczących wykorzystania magazynów gazu, a także ustanowienia wtórnego rynku obrotu usługami magazynowymi. Realizowane inwestycje w zakresie magazynów gazu pozwolą na zwiększenie wolumenu zdolności magazynowych, które na zasadach TPA będą oferowane uczestnikom rynku gazowego. Nowe regulacje w zakresie dostępu stron trzecich do instalacji magazynowych z pewnością zmienią obraz działalności w zakresie magazynowania gazu.

GAS STORAGE ACTIVITY WITHIN PGNIG SA AS THE STORAGE SYSTEM OPERATOR FOR NATURAL GAS

The unbundling of the Storage System Operator was a direct consequence of the implementation of the provisions set out in Directive 2003/55/EC. On the basis of the existing regulations (the Energy Law together with the related secondary regulations), having regard to the Note of DG Energy & Transport on Directives 2003/54/EC and 2003/55/EC on the internal market in electricity and natural gas' of 16 January 2004 concerning to third-party access to storage facilities, the Storage Service Rules and the Storage Services Tariff were prepared. The Rules were subject to a public consultation process. Subsequently, a procedure to offer the available storage capacity was carried out on the basis of the so established rules. The new gas directive and the new regulations applicable to the gas market call for further far-reaching change in the legal status of the undertaking involved in the provision of gas storage services and with regard to third-party access to storage facilities, including the access to gas storage services, disclosure of information on gas storage capacity utilisation and the creation of a secondary market for storage services. The current investments in gas storage will lead to the development of additional storage capacity,

which will be offered to gas market players on a TPA basis. The new regulations with regard to third-party access to storage facilities will surely change the landscape of gas storage business.

MOŻLIWOŚCI TWORZENIA ZAPASU OBOWIĄZKOWEGO GAZU W PODZIEMNYCH MAGAZYNACH GAZU352

Wiesław Rokosz, Bogdan Filar

W celu podniesienia bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego ustawodawca podejmował różnorodne działania, zmierzające do wytworzenia zapasów gazu, które miałyby charakter rezerwy uruchamianej w momencie gdy zapotrzebowanie przewyższy podaż i zagrazi stabilności pracy gazowego systemu przesyłowego. Ustawa o zapasach (Dz.U. 07.52.343) [2] narzuciła na przedsiębiorców zajmujących się przywozem gazu ziemnego lub obrotem paliwami gazowymi z zagranicą obowiązek utworzenia i utrzymywania obowiązkowego zapasu gazu. W celu udostępnienia usług magazynowania gazu, wychodząc naprzeciw potrzebom importerów tego surowca, konieczne jest niestandardowe podejście do magazynów gazu, dla których odbiór gazu z pojemności czynnych wykracza poza 40 dni – określone w ustawie. W przypadku magazynów kawernowych przygotowanie takich usług nie nastrocza problemów, natomiast w przypadku magazynów wytworzonych w ośrodkach porowatych i szczelinowatych konieczne jest zoptymalizowanie energii złożowej, w celu przygotowania portfela usług magazynowych wymaganych przez importerów gazu.

POSSIBILITIES OF CREATING MANDATORY GAS STOCK IN UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES

With a view to improving the natural gas supply security the legislator has taken a range of measures aimed at the creation of gas stocks that would play the role of a reserve to be drawn upon in case when the demand exceeds supply and poses a threat to the stability of the operation of the gas transmission system. The Stockpiling Act (Journal of Laws 07.52.343) [2] imposed the obligation to create and maintain the mandatory gas stock on the entrepreneurs involved in natural gas import and foreign trade in gaseous fuels. In order to offer gas storage services to meet the needs of gas importers, a non-standard approach to gas storage is required in case of those facilities that offer withdrawal capability from their working volume in excess of the 40 days referred to in the Act. In case of cavern storage the preparation of such services does not pose any major problems, whereas in case of storage facilities developed in porous and fractured structures optimisation of reservoir energy is required to prepare a portfolio of storage services demanded by gas importers.

NOWE METODY I TECHNOLOGIE ZASTOSOWANE W CZASIE ŁUGOWANIA KOMÓR, PRZY BUDOWIE MAGAZYNÓW GAZU ZLOKALIZOWANYCH W ZŁOŻACH SOLI.....356

Teresa Laskowska, Kazimierz Gąska

Postęp wiedzy na przestrzeni ostatniej dekady w technikach eksploatacji systemami otworowymi zaowocował wprowadzeniem nowych, innowacyjnych metod produkcyjnych, skutkujących skróceniem czasu budowy kawern magazynowych, co bezpośrednio przełożyło się na aspekt ekonomiczny. Poniższy artykuł opisuje zmiany w technikach eksploatacji wprowadzone na KPMG Mogilno oraz nowatorskie metody stosowane w nowo budowanym magazynie PMG Kosakowo. W artykule omówiono następujące techniki inżynierskie: rozpoznanie złoża za pomocą georadaru, określenie izolacji olejowej metodą geofizyczną, zastosowanie pompy wspomagającej do tłoczenia wody, użycie izolacji azotowej zamiast olejowej, udostępnianie komór magazynowych odwiertami kierunkowymi, rozprowadzanie zrzucanej do Zatoki Puckiej solanki systemem dysz oraz badanie stanu szczelności zacementowania kolumny eksploatacyjnej z użyciem pakera PIP. Nowe metody i technologie zastosowane w czasie budowy komór są wynikiem analiz wykonanych przez specjalistów o wysokich kwalifikacjach, i efektem pracy wielu osób zatrudnionych w Investgas S.A.

NEW METHODS AND TECHNOLOGIES USED FOR CONSTRUCTION OF GAS STORAGE IN SALT ROCKS AND FOR LEACHING OF SALT CAVERNS

The authors presented the new, innovative salt leaching technologies which allowed us to shorten the time of construction of salt caverns used for gas storing purposes and to limit cost of investment. Described are novel technologies used in KPMG Mogilno and PMG Kosakowo including the following: use of Ground Penetrating Radar for recognition of salt structure, evaluation of oil level using the geophysical methods, use of water booster pumps for water injection, application of nitrogen instead of oil as isolation medium, use of directional wells for gas injection and production, use of the special arrangement of nozzles for salt water discharge into Bay of Puck and use of PIP packer for cement pressure testing of production casing.

WPŁYW PODZIEMNEGO MAGAZYNOWANIA GAZU NA EFEKTYWNOŚĆ EKSPLOATACJI ZŁÓŻ W PGNiG SA, ODZIAŁ W SANOKU 362

Jerzy Stopa, Adam Hoszowski

W niniejszym artykule przeprowadzono analizę eksploatacji złóż PGNiG SA Oddział w Sanoku pod względem wykorzystania PMG do działalności produkcyjnej. Oparto się na danych dotyczących dobowych ilości gazu oddawanych w poszczególnych PZO do sieci przesyłowej, obejmujących okres od początku 2004 roku do końca pierwszego kwartału 2009 r. Przeprowadzona została również analiza wpływu importu gazu oraz zmienności zapotrzebowania na gaz, co umożliwiło obliczenie ilości gazu niezbędnej do regulacji wydobycia z własnych złóż w PGNiG SA Oddział w Sanoku.

AN IMPACT OF THE UNDERGROUND GAS STORAGE OPERATIONS ON GAS PRODUCTION BY POLISH OIL AND GAS COMPANY, BRANCH IN SANOK

This paper presents how the underground storage operation is used to control gas production activity by Polish Oil and Gas Company, Branch in Sanok. The analysis is based on data relating to the daily gas flow in the gas transmission network, covering the period from early 2004 until the end of the first quarter of 2009. The simple gas balance equation was employed to calculate the amount of gas, that was necessary for regulation of production from the domestic gas fields. The impact of gas imports and the volatility of gas demand were also discussed.

GAZOWE OGNIWA PALIWOWE DO UŻYTKU DOMOWEGO 368

Grzegorz Demusiak

W artykule przedstawiono informacje o stacjonarnych ogniwach paliwowych zasilanych gazem ziemnym przeznaczonych do użytku domowego, o specyfice takiego ich zastosowania oraz o potencjalnych producentach tych urządzeń i przykładowych rozwiązaniach technicznych.

NATURAL GAS FUEL CELLS FOR RESIDENTIAL SECTOR

The paper presents information on stationary natural gas fuel cells for residential sector, specific requirements for such applications, potential future producers of such devices and examples of fuel cell units.

USUWANIE THT Z NAWONIONEGO GAZU ZIEMNEGO, ROZPROWADZANEGO SIECIĄ PRZESYŁOWĄ, Z UŻYCIEM SORBENTÓW CIEKŁYCH 373

Anna Huszał

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, każda partia gazu ziemnego opuszczająca sieć przesyłową powinna zostać w odpowiednim stopniu nawoniona. Operacja nawaniania gazu zapewnia bezpieczeństwo jego użytkowania, ale często jest niepożądana w przypadku stosowania gazu do celów przemysłowych. Niezbędne jest wówczas skuteczne usunięcie – powszechnie stosowanego w Polsce jako środka nawaniającego – tetrahydrotiofenu (THT) lub obniżenie jego zawartości w gazie do „bezpiecznego” dla procesu technologicznego poziomu. Stosowanie w procesach usuwania związków siarki z gazu dostępnych na rynku stałych sorbentów pociąga za sobą konieczność ich regeneracji lub usuwania, co generuje powstawanie dużej ilości odpadów lub wymaga stosowania dodatkowego etapu oczyszczania gazów poregeneracyjnych. Celowym działaniem jest zatem wytypowanie i zoptymalizowanie „metody mokrej” usuwania THT z gazu nawonionego, pozbawionej wad „metod suchych”.

LIQUID SORBENTS FOR REMOVAL OF THT FROM ODORIZED NATURAL GAS DISTRIBUTED BY TRANSMISSION NETWORK

According to the national law, each part of the natural gas leaving the transmission network should be sufficiently odorized. Operation of gas odorization grants its secure use, but often is not wanted for industrial purposes. For industrial use it is necessary to remove from odorized gas tetrahydrothiophene (THT) – odorant commonly used in Poland or at least to reduce it's content in gas to "secure" level. Applying of commercially available solid sorbents for removing of sulfur compounds from the gas requires their regeneration or disposal (what in consequence generates large amounts of wastes) and sometimes additional processes of gas cleaning. Therefore it is necessary to select and optimize the "wet method" of THT removal from odorized gas that will have no disadvantages of "dry method" of THT removal.

OSUSZANIE GAZU ZIEMNEGO W WARUNKACH NISKIEGO CIŚNIENIA W ZŁOŻU.....379

Andrzej Janocha

Wieloletnia eksploatacja złoża gazu ziemnego powoduje obniżenie jego ciśnienia. Strumień gazu niesie ze sobą wówczas zwiększoną ilość wody i w tych warunkach obniża się skuteczność osuszania gazu. W artykule przedstawiono niezbędne kroki dla uzyskania dopuszczalnego zawilgocenia gazu. W ramach pracy przedstawiono różne metody osuszania oraz uwarunkowania techniczne instalacji dozowania glikolów. Określono wpływ ich jakości na skuteczność osuszania do wymaganych norm. Przeprowadzono szczegółową analizę rozwiązań i modernizacji technologicznych instalacji osuszania na kopalniach. Przeprowadzono badania optymalizacji procesu regeneracji glikolu.

NATURAL GAS DRYING IN LOW PRESSURE RESERVOIR CONDITIONS

The long term exploitation of natural gas field causes lowering his pressure. Gas stream carries an increased amount of water and reduces the effectiveness of gas drainage in these conditions. The article presents necessary steps to obtain an acceptable wetness. The paper presents various methods of drainage and installation of technical conditions of dispensing glycol dosaging. The effects of quality on the effectiveness of drainage to the required standards were performed. Detailed analysis of the modernization of technological solutions and drying installation in the mines were conducted. Optimization of glycol regeneration process were also performed.

WYBRANE PROBLEMY ZAGOSPODAROWANIA ODPADOWYCH WÓD KOPALNIANYCH.....383

Piotr Jakubowicz

Zagospodarowanie wód złożowych wydobytych wraz z ropą naftową i gazem ziemnym stanowi poważny problem, dotyczący większości kopalń w Polsce. Jedną z najefektywniejszych metod zagospodarowania wód odpadowych (wody złożowe i ścieki eksploatacyjne) jest ich zatłoczenie do horyzontów chłonnych. W artykule zostały omówione wybrane problemy dotyczące zjawisk towarzyszących zatłaczaniu wód złożowych i ścieków do horyzontów chłonnych, odpowiadających za kolmatację strefy przyodwiertowej. W celu maksymalnego wykorzystania możliwości technicznych odwiertów zatłaczających i pojemności złoża przeznaczonego do magazynowania odpadów płynnych, konieczne jest rozpoznanie zagrożeń i odpowiednie zmodyfikowanie parametrów fizykochemicznych zatłaczanych wód. Porównanie wyników badań i testów laboratoryjnych z obliczeniami i symulacjami wykonanymi programem AquaChem pozwala na sprecyzowanie możliwości wykorzystania tego oprogramowania podczas ustalania zakresu koniecznych modyfikacji składu wód i odpadów ciekłych przed zatłoczeniem do złoża.

SEVERAL PROBLEMS OF WASTE WATERS MANAGEMEN

Injection of brine and liquid wastes to absorptive horizons is one of the most effective methods of waste waters management. The aim of this paper is to discuss the some problems of waste water injection and the phenomena responsible for near-well area damage. Recognition of physicochemical processes, which accompany water pumping, is needed to the optimum usage of pumping wells. Comparison of laboratory test results with calculations and simulations done with the use of AquaChem, specifies the possibilities of use of this software during the process of preparing the waste water to injection.

NOWA GENERACJA PŁUCZEK DO PRZEWIERCANIA REAKTYWNYCH SKAŁ ILASTYCH.....390

Sławomir Błaż

W artykule zostały przedstawione wyniki badań laboratoryjnych nad doбором nowych rodzajów inhibitorów hydratacji powierzchniowej i osmotycznej skał ilastych oraz możliwości zastosowania tych środków w składach płuczek wiertniczych. W wyniku przeprowadzonych badań opracowano skład płuczki wiertniczej charakteryzującej się wyższą zdolnością inhibitowania reaktywnych skał ilastych niż dotychczas stosowane płuczki wodnodispersyjne. Płuczki te ponadto charakteryzują się dobrymi właściwościami smarnymi, wykazują dużą odporność na skażenie fazą stałą i przeciwdziałają dyspergowaniu zwiercin.

A NEW GENERATION OF DRILLING MUDS FOR DRILLING IN REACTIVE CLAY ROCKS

This publication presents laboratory investigation results on the choice of the new kinds of surface and osmotic hydration inhibitors for clay rocks and about the possibility of their use in drilling mud composition. Developing of muds for drilling in a reactive clay rocks was performed in parallel with the examination of potassium-polymer mud, glycol-potassium mud, and silicate-potassium mud as an comparison. Chemical pollutants were added to the drilling muds, such properties as swelling, dispersion and lubricity were examined. Also the mud high temperature resistance and impact of the addition of drilled chips were checked. The research work led to the development

of a new drilling mud composition characterized by higher ability of the reactive clay rock inhibition than the previously used water based drilling muds. Moreover, this mud has good lubricity, has a high resistance to the contamination by solid phase and minimizes drilling chip dispersing.

OCENA ZJAWISK FAZOWYCH W PROCESIE WYPIERANIA ROPY NAFTOWEJ DWUTLENKIEM WĘGLA, NA MODELU ZŁOŻA TYPU *SLIM TUBE*399

Łukasz Habera

Artykuł przedstawia wyniki badań laboratoryjnych zatłaczania dwutlenku węgla, przeprowadzonych na fizycznym modelu złoża typu *Slim Tube*. CO₂ – będąc gazem cieplarnianym – znajduje zastosowanie jako medium do zatłaczania do złóż węglowodorów, w celu zwiększenia stopnia szczypania płynu złożowego. Prowadzone badania polegały na izotermicznym zatłaczaniu CO₂ w zmiennym zakresie ciśnień oraz obserwacji przemieszczającego się frontu wypierania. W trakcie testów tłoczony do przestrzeni porowej CO₂ znajdował się w stanie nadkrytycznym, a otrzymane rezultaty frontального wypierania płynu złożowego wykazały zadowalający poziom odropienia.

THERMODYNAMIC RESEARCH OF *SLIM TUBE* TYPE PROCESS OF THE CO₂ – OIL COMPLEX SYSTEM ON THE BASIS OF RADOSZYN OIL FIELD

This work presents results of laboratory experiments consisting in isothermal injection of CO₂ into the physical reservoir model, so-called *Slim Tube*. CO₂ as a GHG (green house gas) was selected for injection into the reservoir because of it's high EOR (enhanced oil recovery) potential. The experiments were carried out at 5 different pressure levels, including visual flow observation of the supercritical CO₂. The final results show the satisfactory applicability of the CO₂ dedicated to the injection projects with high EOR yield.

KRONIKA404

PRZEGLĄD407