

Halina MACHOWSKA¹

ASPEKTY ŚRODOWISKOWE PRZY WYDOBYCIU GAZU Z ŁUPKÓW*

INFLUENCE OF THE SHALE GAS EXTRACTION ON THE ENVIRONMENT

Abstrakt: Ekolodzy, troszczący się o środowisko, obawiają się zanieczyszczenia wody pitnej chemikaliami stosowanymi jako dodatki do wody używanej do szczelinowania łupków. Na głębokościach, gdzie zalegają łupki, nie ma wody pitnej, a dodatki stosowane w procesie szczelinowania nie powinny mieć wpływu na zdrowie człowieka. Typowy płyn szczelinujący w 98-99,5% składa się z wody i piasku. Pozostałe 0,5-2% stanowią dodatki chemiczne, które usprawniają proces szczelinowania (zmniejszają tarcie, zapobiegają korozji, zahamowują rozprzestrzenianie się bakterii itd.). Wiele z tych substancji stosowanych jest w produkcji artykułów używanych na co dzień w gospodarstwach domowych, takich jak: kosmetyki, szampony czy środki czyszczące. Woda użyta w procesie szczelinowania hydraulicznego może być wykorzystana ponownie po oczyszczeniu. Oczyszczanie wody obejmuje usunięcie: zawiesin, gazu, ciekłych węglowodorów, H₂S i CO₂ oraz obróbkę przeciwbakteryjną.

Słowa kluczowe: gaz z łupków, hydrauliczne szczelinowanie, środowisko

Światowe zasoby gazu ziemnego mogą wzrosnąć 50-100% dzięki zasobom gazu niekonwencjonalnego. Według informacji podanych przez Worldwide Gas Shales and Unconventional Gas: a Status Raport, wydobywalne zasoby gazu z łupków mogą wynosić ponad 180 bln m³. Do zasobów gazu niekonwencjonalnego należą: gaz łupkowy (shale gas) uwięziony w skałach ilastych, gaz uwięziony w piaskowcach (tight gas), gaz występujący z węglem (coalbed methane) oraz hydraty metanowe.

Największym producentem gazu ziemnego na świecie jest USA, 610 mld m³, w tym 30% wydobycia stanowi gaz z łupków [1].

Polska jest liderem w poszukiwaniu gazu z łupków w Europie. Ministerstwo Środowiska wydało obecnie 111 koncesji na poszukiwanie gazu z łupków. Poszukiwaniem gazu ziemnego z łupków w Polsce zajmują się wielkie międzynarodowe koncerny, które mają doświadczenie w wydobyciu węglowodorów, oraz Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo, posiadające 15 koncesji na wydobycie gazu z łupków [2, 3].

Technologia wydobycia gazu z łupków

Technologia wydobycia gazu z łupków polega na drążeniu otworów pionowych głębokości ponad 3000 m, potem otworów poziomych długości do 2000 m, następnie wykonuje się serię zabiegów hydraulicznego szczelinowania formacji skalnych, w których ten gaz się znajduje, i umożliwia jego przepływ wytworzonymi szczelinami w kierunku otworu wydobywczego [4].

W tym celu do wywierconego, orurowanego i zabezpieczonego poziomego otworu wtlaczany jest pod ciśnieniem 600 atmosfer płyn do szczelinowania, który kruszy skały łupkowe, uwalniając gaz. Piasek wnika w te szczeliny, nie pozwala im się zamknąć, co

¹ Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. 12 628 27 59, email: hmach@chemia.pk.edu.pl

*Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'12, Zakopane, 10-13.10.2012

zapewnia swobodny przepływ gazu. Wywołane procesem szczeliny tworzą się w skale łupkowej na przestrzeni do 150 m od rury poziomej.

Według danych Państwowego Instytutu Geologicznego, w Polsce zasoby gazu konwencjonalnego wynoszą około 120 mld m³, szacunkowe zasoby gazu z łupków wynoszą 350-800 mld m³, a roczne zużycie gazu ziemnego 15 mld m³.

Co zawiera płyn szczelinujący?

Typowy płyn szczelinujący w 98-99,5% składa się z wody i piasku. Pozostałe 0,5-2% stanowią dodatki chemiczne, które usprawniają proces szczelinowania (zmniejszają tarcie, zapobiegają korozji, zahamowują rozprzestrzenianie się bakterii itd). Wiele z tych substancji stosowanych jest w produkcji artykułów używanych na co dzień w gospodarstwach domowych, takich jak: kosmetyki, szampony czy środki czyszczące - tabela 1 [5].

Tabela 1

Składniki płynu szczelinującego i ich powszechne zastosowanie

Table 1

Fracturing liquid components and their normal use

Dodatek	Składnik chemiczny	Właściwości, rola i zadanie, jakie ma do spełnienia	Powszechne zastosowanie
Kwas	Kwas solny lub chlorowodorowy	Ułatwia rozpuszczanie minerałów i powstawanie pęknięć w skale	Dodawany do wody basenowej
Środek antybakteryjny	Aldehyd glutarowy	Niszczy bakterie, występujące w wodzie, które wytwarzają produkty uboczne, powodujące korozję	Środek odkażający wykorzystywany do sterylizacji narzędzi lekarskich i dentystycznych
Kruszarka	Nadsiarczan amonu	Opóźnia rozkład żelu	Używany w środkach koloryzacji włosów, jako środek dezynfekujący i w produkcji powszechnie używanych plastikowych artykułów gospodarstwa domowego
Czynnik hamujący korozję	Formamid	Zapobiega korozji rur okładzinowych	Stosowany w przemyśle farmaceutycznym, w produkcji włókien akrylowych i plastiku
Czynnik umożliwiający sieciowanie	Sole boranowe	Utrzymuje lepkość płynu w miarę wzrastania temperatury	Obecny w środkach do prania, mydłach do rąk i kosmetykach
Środek zmniejszający tarcie	Destylat ropy naftowej	„Wygładza” wodę w celu zminimalizowania tarcia	Używany w przemyśle kosmetycznym, w tym w produkcji środków do pielęgnacji włosów, paznokci i skóry oraz kosmetyków do makijażu
Żel	Guma quar lub hydroksyceluloza	Zwiększa gęstość wody (aby woda mogła unieść piasek)	Zagęszczacz, występuje w kosmetykach, produktach piekarniczych, lodach, pastach do zębów, sosach i dressingach do sałatek
Środek kontrolny	Kwas cytrynowy	Uniemożliwia wytrącanie się tlenków metali	Dodatek do żywności i napojów, sok cytrynowy zawiera w przybliżeniu 7% kwasu cytrynowego
Stabilizator iłów	Chlorek potasu	Uniemożliwia interakcję płynu z iłami	Używany w substytutach niskosodowej soli kuchennej, lekarstwach i płynach dożylnych

Środek regulujący pH	Węglan sodu lub potasu	Usprawnia działanie innych składników, np.: czynników umożliwiających sieciowanie	Występuje w detergentach do prania, mydłach, zmiękczacach wody i detergentach do zmywarek
Środek uniemożliwiający zamknięcie szczelin	Krzemionka, piasek kwarcowy	Utrzymuje szczeliny w stanie otwartym, co umożliwia wydostanie gazu	Używany w filtracji wody pitnej, piaskownicach, betonowej i ceglanej zaprawy murarskiej
Czynnik przeciwdziałający osadzeniu się kamienia	Glikol etylenowy	Uniemożliwia tworzenie się nalotu kamiennego w rurach	Występuje w środkach czyszczących dla gospodarstw domowych, odmrażaczach, farbach i uszczelkach
Substancja powierzchniowo czynna	Izopropanol	Używany do zmniejszenia ciśnienia powierzchniowego płynów hydraulicznych oraz usprawnienia odzyskiwania płynu z otworu wiertniczego po wykonaniu procesu szczelinowania	Występuje w płynach do oczyszczania różnych rodzajów powierzchni, dezodorantach, antyperspirantach i środkach do koloryzacji włosów
Woda	Woda	Używana w celu poszerzenia szczelin i przeniesienia substancji uniemożliwiającej ich zamknięcie (piasku)	Kształtuje teren, używana w produkcji, w codziennym życiu

Gaz z łupków a środowisko

W rejonie pierwszego w Polsce odwiertu, w którym przeprowadzono na pełną skalę szczelinowanie hydrauliczne, na wniosek Ministerstwa Środowiska, zostały wykonane badania, mające na celu ocenę stanu środowiska naturalnego i wód podziemnych przed rozpoczęciem szczelinowania, w trakcie zabiegu i po zakończeniu prac. Głównym koordynatorem prac był Państwowy Instytut Geologiczny. W badaniach udział wzięli geolodzy, hydrogeolodzy z Instytutu, specjaliści z Instytutu Geofizyki PAN, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Zakładu Biologii Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej oraz Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie.

Odwiert o głębokości 4075 m, oznaczony jako LE-2H, z częścią poziomą o długości 1000 m, znajduje się niedaleko Łebienia w woj. pomorskim. Jest to teren typowo rolniczy, w pobliżu Słowińskiego Parku Narodowego i obszaru Natura 2000. Odwodniony jest przez rzeczkę Kisewska Struga. Użytkowy poziom wodonośny znajduje się tutaj na głębokości 10-20 m p.p. terenu. Mieszkańcy korzystają również z płytszych wód gruntowych. Szczelinowanie hydrauliczne przeprowadzono w horyzontalnej części odwiertu. W 13 sekcjach odcinka horyzontalnego wykonano otwory w stalowej rurze okładzinowej i wtłoczono 17 322 m³ wody pobranej ze specjalnego zbiornika na terenie wiertni. Do wody dodano 1271 ton piasku kwarcowego i 462 m³ związków chemicznych. W czasie prowadzonego procesu szczelinowania hydraulicznego badano powietrze atmosferyczne, powietrze zawarte w glebie, wody powierzchniowe, użytkowe wody podziemne, glebę, poziom hałasu i drgania gruntu. Stacje sejsmiczne nie zarejestrowały żadnych wstrząsów podczas procesu szczelinowania hydraulicznego.

Badana woda z Kisewskiej Strugi i z 20 obserwowanych studzien nie wykazała odchylenia od składu chemicznego dokładnie zbadanego i podanego przed zabiegiem szczelinowania. Stwierdzono jedynie, że poziom hałasu był uciążliwy, ale wyłącznie w pobliżu agregatów. Zgodnie z oczekiwaniami, na powierzchnię powróciła część

włoczonego płynu technologicznego, a mianowicie 2781 m³. Wskutek kontaktu z silnie zasoloną wodą i samymi łupkami w strefie szczelinowania płyn został wzbogacony o chlorki i sole baru. Analiza płynu wykazała podwyższoną toksyczność w stosunku do niektórych grup organizmów (skorupiaków i roślin).

Znaczna część płynu zwrotnego została oczyszczona w specjalnej stacji na terenie wiertni i zachowana do użycia podczas kolejnego zabiegu w innym otworze. Pozostała część płynu, jako odpad przemysłowy, została skierowana do specjalistycznej utylizacji. Płyny technologiczne były pod stałą kontrolą. Odpady były przechowywane w szczelnych zbiornikach. Powierzchnię terenu zabezpieczono płytami betonowymi i folią izolującą.

Stosowanie dużej ilości wody na potrzeby zabiegu szczelinowania hydraulicznego nie spowodowało zmniejszenia zasobów wód podziemnych w rejonie wiertni, ponieważ zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym woda była pobierana stopniowo, w ciągu kilku miesięcy i gromadzona w szczelnym basenie.

Płyn gromadzony po zabiegu szczelinowania jest płynem wielokrotnego użycia i w ciągłym obiegu zamkniętym. Resztki lub faza stała, znajdująca się w płynie, jest poddawana utylizacji i takiej neutralizacji, aby odpowiadała normom dozwolonego zanieczyszczenia. Około 20-25% całkowitej objętości zatłaczanego płynu powraca po zabiegu szczelinowania.

Zabiegi hydraulicznego szczelinowania nie niosą ze sobą ryzyka skażenia wód powierzchniowych, dla złóż łupków gazonośnych, zalegających na głębokościach większych niż 150 m od warstw wodonośnych, ryzyko jest zerowe.

Niebezpieczeństwo przedostania się związków chemicznych do warstw wodonośnych jest nierealne - warstwy wodonośne są położone około 2 km nad odwiertami poziomymi, w których wykonuje się szczelinowanie hydrauliczne. Migracja zanieczyszczeń przez warstwę geologiczną o takiej grubości trwa w naturalnych warunkach 830 tysięcy lat. Teoretycznie istnieje niebezpieczeństwo przedostania się substancji chemicznych z wody używanej do szczelinowania do warstw wodonośnych, ponieważ odwiert przez nie przechodzi, jednak stosowane wielowarstwowe rury, których ściany są pomiędzy sobą cementowane, zapewniają odpowiednią szczelność.

Podsumowanie

Wydobycie gazu z formacji łupkowych nie grozi zanieczyszczeniem wód ani nadmierną emisją do atmosfery. Gleba, powietrze, woda - wszystkie elementy środowiska są bezpieczne przy poszukiwaniu gazu z łupków, jeśli prace są prowadzone zgodnie z wymogami prawa [6].

Potwierdzono minimalny i niegroźny wpływ prac poszukiwawczych złóż niekonwencjonalnych na środowisko naturalne, a mianowicie jedynym niekorzystnym skutkiem przeprowadzanych wierceń było większe natężenie hałasu.

Literatura

- [1] Bednarz LM. Przemysł Chem. 2011;90(12):2033-2036.
- [2] Olechowski J. Newsweek. 2012;lipiec - sierpień: 11-13.
- [3] Krasoń J. Nasz Dziennik. 2012;9-10 czerwca:13-14.
- [4] Machowska H. Chemik. 2011;65(10):954-959.

- [5] <http://www.Europagazniekonwencjonalny.pl>
[6] <http://www.EuropaBezpieczeństwoEnergia.pl>

INFLUENCE OF THE SHALE GAS EXTRACTION ON THE ENVIRONMENT

Faculty of Chemical Engineering and Technology, Tadeusz Kościuszko Krakow University of Technology

Abstract: Environmentalists fear that potable water might be polluted with chemicals added to water used for shale fracturing. At the depth of shale gas deposits there is no potable water and the additives used in fracturing should have no impact on human life. Shale has low matrix permeability, so to extract gas from the shale deposits it is necessary to create fractures to provide permeability. Modern technology developed in recent years introduced hydraulic fracturing, sometimes called fracking, triggers off many artificial fractures around well bores. Typical liquid used for fracturing consists of 98.0-99.5% water and sand, and remaining 0.5-2.0% are chemical additives improving fracturing process; (lowering friction, preventing corrosion, limiting bacteria spreading, etc.) Great number of these substances is used in manufacturing housekeeping necessities, *eg* cosmetics, shampoos or other household cleaners. Water used in the process of hydraulic fracturing could be, after purification, reused. Purification consists in removing suspensions, gas, liquid hydrocarbons, hydrogen disulfide (H₂S) and carbon dioxide (CO₂), and in antibacterial treating.

Keywords: shale gas, hydraulic fracturing, environment