

■ KOMENTARZ REDAKCYJNY

Eksploracja zasiarczonych złóż ropy i gazu jest źródłem emisji gazów kwaśnych zawierających siarkowodór i dwutlenek węgla. Pracownicy ZZGNIg zdobyli już sporo doświadczeń związanych z zatłaczaniem do złóż ropy naftowej i gazu ziemnego kwaśnych gazów pochodzących z instalacji odsiarczania bądź separacji płynów złożowych. W 1995 roku pierwszą w Europie instalację do podziemnego składowania gazów kwaśnych zawierających w swym składzie ponad 60 % dwutlenku węgla wybudowaliśmy na złożu gazu ziemnego Borzęcin. Drugim przykładem jest wybudowana na KRN Kamień Pomorski instalacja do powrotnego zatłaczania gazów zawierających H_2S i CO_2 do złoża ropy.

Referat dotyczący tych projektów przedstawimy w następnym numerze „Szejka”, a dziś prezentujemy artykuł o zatłaczaniu gazu do szcerpanych lub eksploatowanych złóż w zachodniej Kanadzie, gdzie technologia ta wykorzystywana jest od 1989 roku.

(dm)

Zatłaczanie gazu kwaśnego do złoża



Sprężarka gazu kwaśnego (projekt West Culp, Alberta)

gazu kwaśnego przekracza 40, przy zawartości siarki w strumieniu gazu w zakresie od 1 do 867 ton dziennie. Zatłaczanie gazu kwaśnego do złoża eliminuje emisję związków siarki i dwutlenku węgla do atmosfery.

Ogólny opis procesu

Nasycony wodą gaz kwaśny produkowany jest w kolumnie regeneracyjnej aminy pod niskim ciśnieniem, zazwyczaj poniżej 150 kPa i w temperaturze około 50°C. Jest on następnie sprężany w sprężarce wielostopniowej i kierowany rurociągiem do odwiertu zatłaczającego.

Ciśnienie gazu musi być co najmniej równe ciśnieniu potrzebnemu do zatłoczenia go do złoża. Ciśnienie na powierzchni jest zwykle znacznie niższe od ciśnienia złożowego a różnica ta wynika z ciśnienia hydrostatycznego zatłaczanego płynu.

Kluczem do zaprojektowania skutecznego systemu zatłaczania gazu jest dokładna ocena ciśnienia zatłaczania. Można je obliczyć, jeśli znane są warunki złożowe (ciśnienie i temperatura, przepuszczalność i chłonność) oraz głębokość strefy zatłaczania.

Wykresy fazowe gazu kwaśnego

Pierwszym etapem badania strumienia zatłaczanego gazu kwaśnego jest przygotowanie wykresu fazowego. Znajomość wykresu fazowego jest bardzo ważna w procesie projektowania, ponieważ pomaga on zo-

Siarkowodór i dwutlenek węgla obecne w zasiarczonym gazie ziemnym muszą być z niego usunięte w celu spełnienia wymogów specyfikacji gazu handlowego. Dokonuje się tego m.in. w procesie uzdatniania gazu przy pomocy rozpuszczalników aminowych.

Strumień gazu kwaśnego opuszczający kolumnę regeneracyjną instalacji aminowej można zneutralizować poprzez:

- spalanie wraz z gazem opałowym w pochodni lub dopalaczu,
- reakcje chemiczne (strącanie),
- konwersję do siarki elementarnej,
- zatłaczanie do złoża.

Małe ilości gazu kwaśnego mogłyby być spalane w pochodni, jednak względy ekologiczne (m.in. globalne ocieplenie, kwaśny deszcz) przemawiają za innymi rozwiązaniami.

Inną możliwością jest konwersja siarkowodoru zawartego w gazie kwaśnym do siarki elementarnej np. w procesie Clausa. Jednak nakłady kapitałowe przeznaczone na realizację tej metody w połączeniu z kosztem licencji na technologię są znaczne. Na świecie istnieje nadprodukcja siarki i jej sprzedaż może być trudna. Ponadto dwutlenek węgla, drugi główny składnik gazu kwaśnego, jest gazem obojętnym i jest wypuszczany do atmosfery, co przyczynia się do globalnego ocieplenia. Zgodnie z protokołem z Kyoto na zakłady zanieczyszczające środowisko mogą być nakładane kary.

Gaz kwaśny można zatłaczać do szcerpanych lub eksploatowanych złóż. Jest to sprawdzona technologia, stosowana w zachodniej Kanadzie od 1989 roku. Liczba znajdujących się tam instalacji zatłaczania

rientować się jakim przemianom podlega gaz podczas sprężania. W czasie sprężania gazu kwaśnego należy unikać jego wykraplania się. Jeśli krzywa sprężania nie nachodzi na wykres fazowy, gaz kwaśny nie ulega wykrapleniu i pozostaje w fazie gazowej.

Zawartość wody w gazie kwaśnym

Zawartość wody w słodkim gazie ziemnym jest prostą funkcją ciśnienia i temperatury. Ze wzrostem temperatury wzrasta zawartość wody; wzrasta ona również ze spadkiem ciśnienia. Po skropleniu lekkich węglowodorów ich zdolność absorbowania wody zmniejsza się.

Zachowanie się kwaśnego gazu jest nieco inne. Pod niskim ciśnieniem woda zachowuje się podobnie jak w gazie słodkim, to znaczy jej zawartość wzrasta ze wzrostem temperatury i spadkiem ciśnienia. Jednak przy wzroście ciśnienia gazu kwaśnego zawartość wody osiąga minimum, po którym wzrasta.

W przeciwieństwie do lekkich węglowodorów skroplony gaz kwaśny zawiera w sobie więcej wody niż gaz kwaśny w stanie gazowym.

W procesie zatłaczania gazu kwaśnego powszechną praktyką jest wykorzystywanie minimum zawartości wody w fazie gazowej do obniżania zawartości wody w zatłaczanym strumieniu do poziomu poniżej stanu nasycenia. Dzięki temu unika się tworzenia się w zatłaczanym płynie fazy wodnej i hydratów.

Sprężanie

Głównym składnikiem układu zatłaczania jest sprężarka, której koszt stanowi największy ułamek całkowitego kosztu systemu zatłaczania. Najważniejszym kryterium przy projektowaniu sprężarki jest zapewnienie ciśnienia wystarczającego do zatłoczenia płynu do wybranego złoża. Kluczem do optymalnego zaprojektowania systemu zatłaczania gazu kwaśnego jest złożowe ciśnienie zatłaczania.

Osuszanie

Jednym ze sposobów walki z tworzeniem się hydratów jest osuszanie gazu. Jeśli zmniejszy się zawartość wody, obniży się również temperatura tworzenia się hydratów.

Międzystopniowe ciśnienia tłoczenia należy zaprojektować nie tylko tak, aby uzyskać końcowe ciśnienie tłoczenia wystarczające do zatłaczania, ale również w taki sposób, aby stworzyć wa-

Odwiert do
zatłaczania
gazu kwaśnego
(miejsowość
Rycroft, Alberta)



runki do usuwania wody. Właściwie zaprojektowany system sprężania może często wyeliminować potrzebę zastosowania odrębnej instalacji osuszającej.

Zawartość wody w gazie kwaśnym ma swoje minimum. Celem projektowania systemu sprężania kwaśnego gazu jest osiągnięcie minimum na przedostatnim stopniu sprężania. Dzięki temu gaz opuszczający sprężarkę nie jest nasycony wodą.

Rurociąg

Zazwyczaj wymagany jest krótki odcinek rurociągu do transportu gazu kwaśnego od sprężarki do odwiertu zatłaczającego. Zaleca się, aby ten odcinek zbudowany został ze stali nierdzewnej, aczkolwiek pewna liczba rurociągów eksploatowanych w zachodniej Kanadzie zrobiona jest ze stali węglowej. Dodatkowy wzrost bezpieczeństwa ma większe znaczenie niż problem kosztów inwestycyjnych.

Podsumowanie

Kluczowe kryteria projektowe dla stworzenia pomyślnego systemu zatłaczania gazu kwaśnego są następujące:

- chłonność złoża i ciśnienie złożowe są znane,
- skład i warunki (ciśnienie i tem-

peratura) gazu kwaśnego na zasilaniu są znane,

- ciśnienia międzystopniowe można zaprojektować tak, aby osiągnąć maksymalny stopień usunięcia wody,
- sprężanie zaprojektowane tak, aby uniknąć kondensacji między stopniami sprężania,
- unikanie warunków sprzyjających tworzeniu się hydratów w całym procesie zatłaczania,
- dobór materiałów konstrukcyjnych dostosowanych do warunków ruchowych,
- szczegółowe procedury bezpieczeństwa oraz odpowiednie przeszkolenie obsługi.

Eugeniusz Grynia, John Carroll
Gas Liquids Engineering Ltd.,
Calgary, Alberta, Canada
foto: Archiwum GLE Ltd.

Wszelkie pytania dotyczące poruszanych zagadnień, jak również prośby o pełną wersję artykułu można kierować do autorów pocztą elektroniczną: egrynia@gasliquids.com lub jcarroll@gasliquids.com

W dniach 22 - 24 listopada 2004 r. odbędzie się w stolicy Kataru - Doha - międzynarodowa konferencja na temat zatłaczania gazu ziemnego do złoża przy wsparciu i pod współprzewodnictwem firmy GLE. Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej konferencji: www.sogat-2004.com.

■ SŁOWNICZEK

Hydraty - krystaliczne substancje stałe złożone z wody i małych cząsteczek związków chemicznych będących składnikami gazu ziemnego. Powstają w temperaturach powyżej 0°C.

Zasiarzony gaz ziemny (ang. sour natural gas) - gaz ziemny zawierający siarkowodór i (najczęściej) dwutlenek węgla.

Gaz kwaśny - (ang. acid gas) gaz zawierający głównie siarkowodór i dwutlenek węgla po usunięciu ich z zasiarzonego gazu ziemnego za pomocą amin. Zawiera również wodę i małe ilości węglowodorów.

Chłonność (ang. injectivity) - prędkość i ciśnienie pod którym płyn może być zatłaczany do złoża nie powodując jego pęknięcia.

Przepuszczalność (ang. permeability) - stopień łączenia się porów w skale, miara oporu stawianego przez skałę przepływającemu przezeń płynowi, mierzona w mD (miliDarcy).

Przygotował Eugeniusz Grynia