

Jan Artymiuk*, Frank Lengersdorf**

ZAAWANSOWANY SPRZĘT WIERTNICZY ZAPEWNIĄCY EFEKTYWNE WIERCENIE W POSZUKIWANIU GAZU Z ŁUPKÓW

1. WPROWADZENIE

Przemysł naftowy stanowi jedno z najważniejszych ogniw w gałęziach gospodarki. Jest podstawowym nośnikiem energii i dostarcza surowce dla wielu dziedzin przemysłowych. Jego początkiem są prace poszukiwawcze, bez których nie ma nowych odkryć złóż. Nowe złoża zalegają obecnie na znacznie większych głębokościach, a w przypadku prac na morzu mamy do czynienia z akwenami o coraz większej głębokości. W maju 2011 r. Amerykańska Agencja Informacji Energetycznej oświadczyła, że Polska może mieć największe w Europie zasoby gazu zlokalizowanego w łupkach. Według niej możliwe do eksploatacji złoża tego gazu w naszym kraju wynoszą blisko 5,3 bln m³, a przemysłowa eksploatacja mogłaby się rozpocząć za około siedem lat. Wg Amerykańskich obliczeń wynika, że całe zasoby gazowe UE – w tym nieskatalogowane złoża francuskie i polskie wynoszą na 18 bln m³. Jest to wielkość ogromna – połowa największych znanych, także nieskatalogowanych zasobów chińskich, wynoszących 36 bln m³. Europejskie zapotrzebowanie na gaz wynosi ~560,0 mld m³ rocznie. Z tego wynika, że rynek jest ogromny i zasoby bardzo duże. Spowodowało to, że do Polski ściągnęła czołówka niemal wszystkich koncernów działających na rynku wydobywania gazu. Z amerykańskim Chevronem współpracuje Halliburton. Francuski Total w Polsce zamierza rozwijać nowe techniki wydobywania gazu. Obecne są takie brytyjskie firmy jak Cuadrilla Resources, 3 Legs i San Leon Energy oraz amerykańskie Exxon Mobil i Marathon. W Naszym kraju zamierza też poszukiwać i wydobywać gaz z łupków kanadyjski Talisman i Lane Energy. Inne firmy to włoski koncern Eni i ConocoPhillips oraz lider na rynku wierceń – firma Schlumberger, itd.. Po odwierceniu kilkunastu otworów zasoby gazu z łupków zostały ostatnio zredukowane dziesięciokrotnie, ale i tak są to zasoby znaczące gospodarczo przy naszym obecnie rocznym zapotrzebowaniu na poziomie 14 mld m³. Ta kusząca perspektywa stawia nowe, wysokie wymagania dla sprzętu poszukiwawczego

* AGH University of Science and Technology, Faculty of Drilling, Oil and Gas, Krakow, art@agh.edu.pl

** Aker Solutions, Norway, jens.helge.loland@akersolutions.com

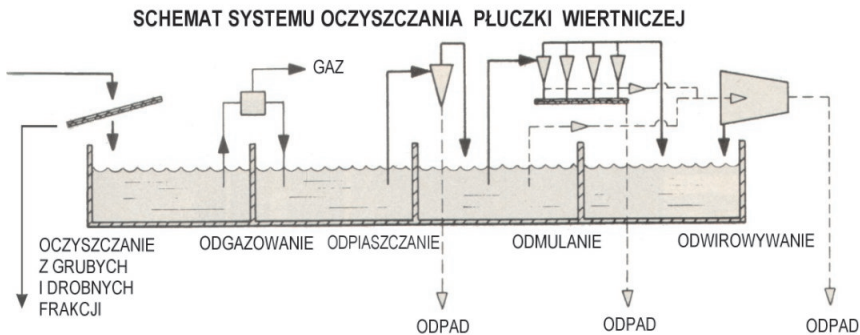
i eksploatacyjnego. Technologia wydobycia gazu z łupków (shale gas i tight gas) wymaga nowoczesnego, specjalistycznego sprzętu wiertniczego oraz towarzyszącego nowej technologii osprzętu, aby wykonywanie otworów i udostępnianie złóż gazu było wykonywane bezpiecznie i efektywnie. Technologia udostępniania łupkowych złóż gazowych wymaga też wykonywania dużej ilości otworów wiertniczych w bardzo szybkim tempie. W związku z tym urządzenia wiertnicze powinny być wyposażone w bardzo sprawne systemy technologiczne. Szczególne znaczenie będą miały takie systemy jak płuczkowy, wyciągowy, manewrowania rurami i związany z mobilnością urządzenia. Na przykładzie sprzętu firmy **Aker Solutions Drilling Technologies**, z którą Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu od wielu lat współpracuje w zakresie dydaktycznym, zaprezentujemy elementy sprzętu, który swym poziomem technicznym spełnia najwyższe wymagania technologiczne związane z wykonywaniem specjalistycznych otworów wiertniczych za „shale gas and tight gas”.

2. SYSTEM PŁUCZKOWY

System płuczkowy nazywany często systemem krążenia płuczki, to kompleks urządzeń przeznaczonych do:

- przygotowywania i obróbki płuczki wiertniczej,
- zatłaczania do otworu wiertniczego,
- oczyszczania płuczki ze zwiercin,
- kontroli i pomiarów parametrów.

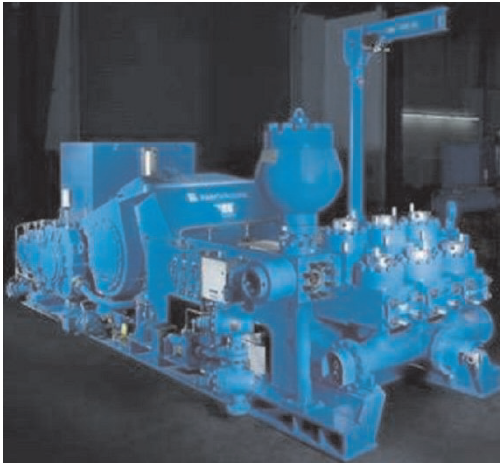
System składa się z kilku podsystemów [11]. Wśród nich na uwagę zasługują podsystemy: przygotowania i obróbki płuczki, tłoczenia i oczyszczania. Poszczególne podsystemy połączone są między sobą, a płuczka w sposób ciągły krąży poprzez poszczególne ich elementy składowe najczęściej w obiegu zamkniętym (rys. 1).



3. POMPY PŁUCZKOWE

Wiercenia za „shale gas and tight gas”, to wykonywanie otworów przeważnie horyzontalnych wierconych za pomocą silników węgłbnych. W związku z tym bardzo ważną rolę będzie odgrywał system oczyszczania i tłoczenia płuczki wiertniczej. Ten pierwszy ze

względem na erozyjną działalność elementów silnika węgłowego i przewodu wiertniczego (przepływ dużej ilości płuczki z wysoką prędkością), natomiast pompa płuczkowa (element składowy systemu łoczenia) powinna dostarczyć odpowiednią ilość płuczki do silnika i narzędzia wierzącego, a jest to ilość znacząca, gdyż wiercenie otworów eksploatacyjnych „shale gas and tight gas”, będzie wykonywane z dążeniem do jak najkrótszego czasu odwiercenia kolejnego w serii wierconych otworów. System zatłaczania nie tylko powinien być sprawny, ale również powinien posiadać odpowiednią moc pompy. Pompy stosowane przy wierceniach eksploatacyjnych „shale gas and tight gas”, zalegających na głębokości od 3 000 do 4 000 m i ponad, aby mogły zapewnić właściwe parametry hydrauliki wiercenia, powinny charakteryzować się mocą rzędu 1 600÷2 200 kW ze wskazaniem na pompy o większej mocy. Przykłady takich nowoczesnych pomp pokazano na rysunkach 2 i 3.



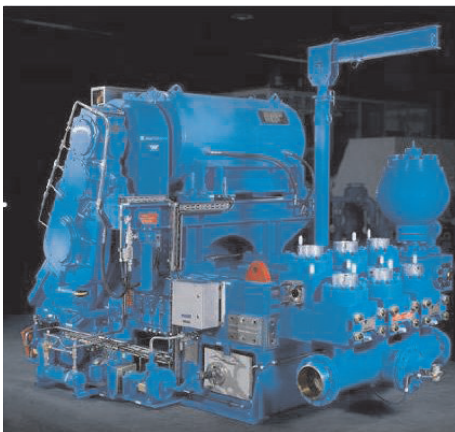
Pompa płuczkowa Aker Wirth TPK 1600

Pompa płuczkowa charakteryzuje się zwartą konstrukcją. Napędzana jest silnikiem elektrycznym na prąd przemienny. Napęd łańcuchowy lub pasowy zastąpiony jest przekładnią zębatą.

Pompa charakteryzuje się następującymi cechami:

- Niezależny układ smarowania,
- Szybki system demontażu, łatwa i bezpieczna obsługa, co skutkuje oszczędnością czasu i mniejszą okresy przestoju,
- Trwałość (50 000 godz.),
- Zmniejszone czynności konserwacyjne i koszty serwisu,
- Mniejsza wibracja,
- Zmniejszona emisja hałasu,
- Mniejsza masa.

Rys. 2. Pompa płuczkowa TPK 1600 HP z napędem przekładnią zębatą [9, 10]



Pompa płuczkowa Aker Wirth TPK 2200

Pompa płuczkowa jest zwartą konstrukcją, napędzana za pośrednictwem przekładni zębatej silnikami elektrycznymi na prąd przemienny z wodnym płaszczem chłodzącym.

Układ napędowy charakteryzuje się następującymi cechami:

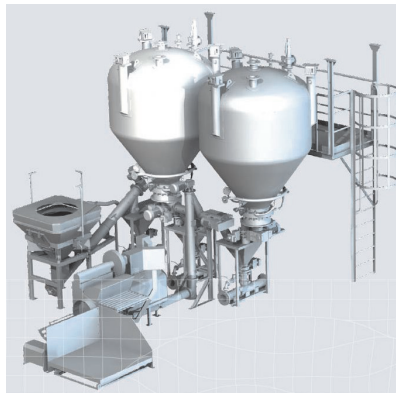
- Trwałość (50 000 godz.),
- Mniejsza masa (5 t),
- Zmniejszona wysokość (~ 500 mm),
- Mniejsza wibracja,
- Zmniejszona emisja hałasu (poniżej 83 dBa),
- Zabezpieczenie antykorozyjne,
- Certyfikaty IP 56, Ex-d i ATEX.

Rys. 3. Pompa płuczkowa TPK 2200 HP z napędem przekładnią zębatą [9, 10]

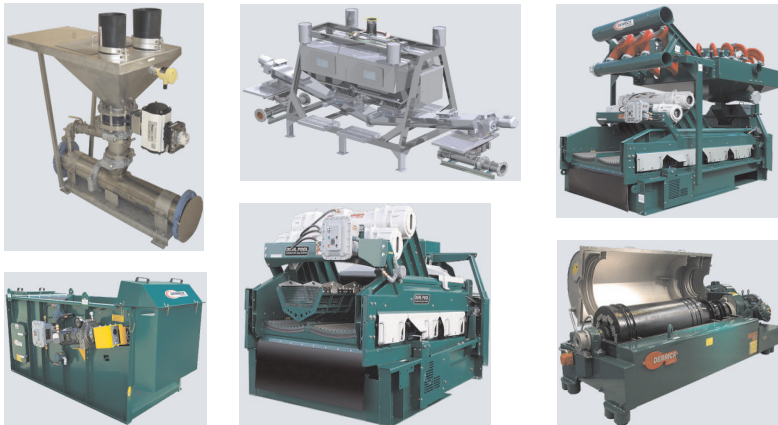
Na szczególną uwagę zasługuje pompa Aker Wirth TPK 2200. Jest to nowa zwarta konstrukcja o zmniejszonej powierzchni instalacyjnej z wertykalnym układem napędowym.

4. SYSTEM PŁUCZKOWY

Przy serii wierconych otworów system przygotowania i oczyszczania powinien zapewniać sprawne, bez przerw czasowych oczyszczanie i przygotowanie płuczki wiertniczej. Ze względu na rozpoznane warunki geologiczne przewierczanych formacji skalnych, parametry reologiczne płuczki będą znane. Wszystko będzie się skupiać na technicznej sprawności poszczególnych urządzeń składowych w systemie. Poniżej przedstawiono wybrane elementy systemu przygotowania (rys. 4) i oczyszczania płuczki (rys. 5) zapewniające ciągłość pracy, jakie powinny występować przy wielootworowym systemie wiercenia otworów.



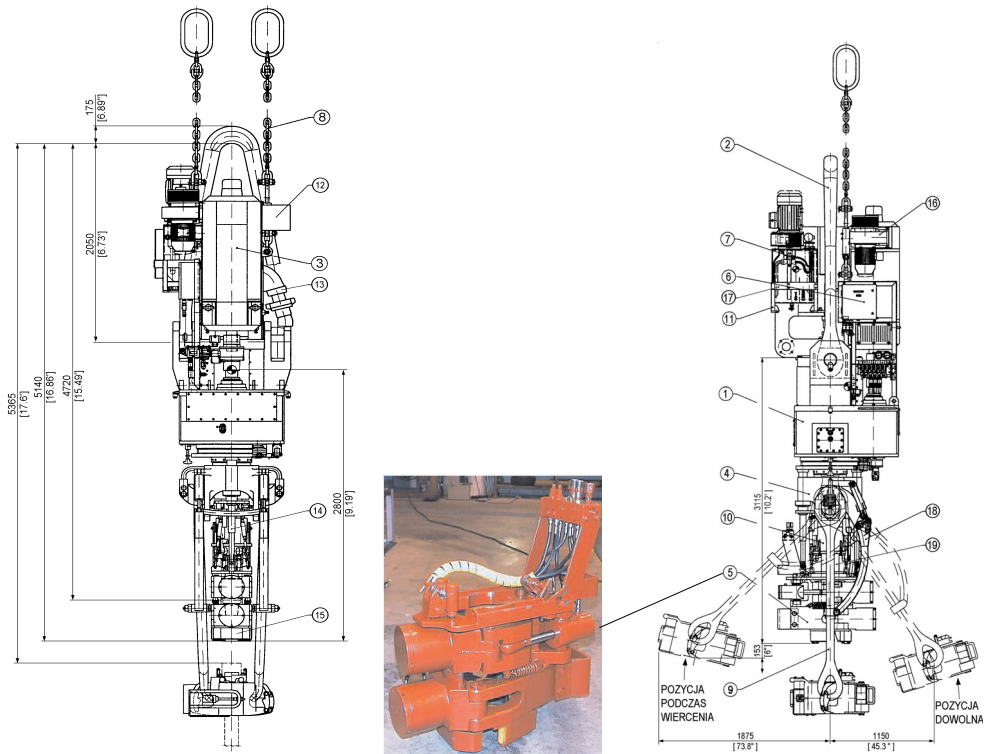
Rys. 4. Mieszalnik przygotowania płuczki wraz z manifoldem i rurową instalacją transportową, z systemem kontroli wielkości fazy stałej i pamięcią masową [9, 10]



Rys. 5. Wybrane urządzenia systemu oczyszczania płuczki: strumienica, zbiornik płuczkowy, zbiornik wielofunkcyjny do dozowania odczynników, sito wibracyjne, sito wibracyjne wraz z odmulaczem i wirówka [9, 10]

5. GŁOWICA OBROTOWA

W nowoczesnych urządzeniach wiertniczych w systemie tłoczenia występuje maszyna, która zastępuje tradycyjną głowicę płuczkową a jednocześnie odgrywa znacznie większą rolę w systemie wyciągowym wyrobów OCTG i napędowym przewodu wiertniczego. Głowica obrotowa stała się urządzeniem wielofunkcyjnym i pierwszoplanowym w wyposażeniu urządzenia wiertniczego. W urządzeniach wiertniczych, które będą przeznaczone w szczególności do wiercenia otworów „shale gas and tight gas”, głowica napędowa jest maszyną podstawową. Przewagę zdobywają obecnie głowice, w których silnikiem (-ami) napędowym (-mi) jest silnik elektryczny zasilany prądem przemiennym o wysokim napięciu AC rzędu 600 V i częstotliwości 60 Hz i momencie napędowym rzędu 40 000–50 000 Nm (rys. 6).

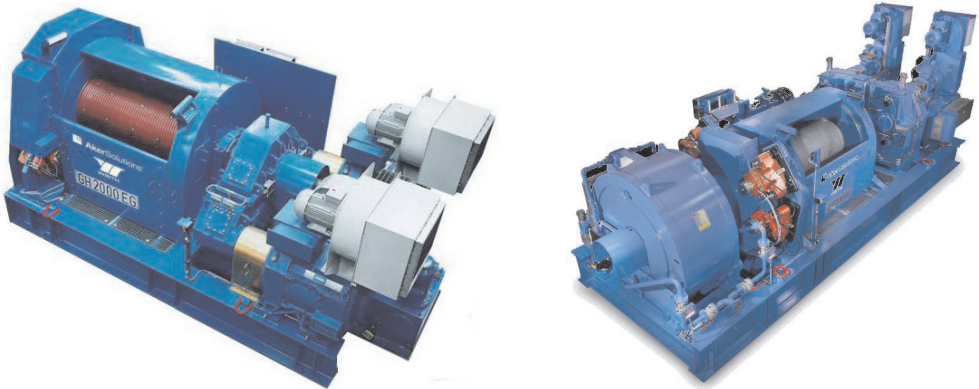


Rys. 6. Głowica obrotowa PTD[®] 500-AC [1–10]:

1 – głowica płuczkowa i przekładnia, 2 – kabłak 500 t, 3 – silnik elektryczny AC, 4 – zespół manipulacyjny do rur-obrótn 360°, 5 – wielofunkcyjny klucz maszynowy, 6 – jednostka zaworu sterującego, 7 – hydrauliczna jednostka mocy (HPU), 8 – łańcuchy systemu kompensacji obciążenia, 9 – zawieszanie elewatorowe 96” (84”) × 350 t amer., 10 – zespół wewnętrznego zaworu (podczas pracy) przeciwerupcyjnego (IBOP), 11 – górna część ramy dla HPU, 12 – skrzynka rozdzielcza mocy, 13 – połączenie do gęsiej szyi, 14 – silowniki sterujące zawieszaniem elewatorowymi, 15 – komin z otworem naprowadzającym, 16 – dmuchawa, 17 – dolna część ramy dla HPU, 18 – system zdalnej regulacji położenia zawieszania elewatorowych i elewatora, 19 – dolny wewnętrzny zawór przeciwerupcyjny (IBOP)

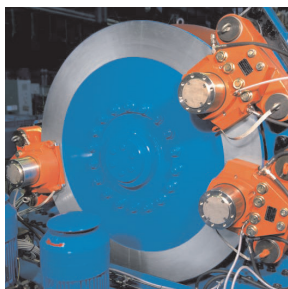
6. SYSTEM WYCIĄGOWY

Głowica obrotowa jest jednocześnie elementem składowym systemu wyciągowego, którego sprawność jest jednym z najważniejszych czynników efektywności wiercenia. Maszyna, która ma również duży wpływ na ten parametr obok głowicy obrotowej to wyciąg wiertniczy, system manewrowania rurami oraz wielooperacyjny klucz do skręcania i rozkręcania rur. Sprawność tego systemu zależy od wielu czynników, które składają się na sumaryczny czas związany z zapuszczaniem i wyciąganiem przewodu wiertniczego, zapuszczaniem rur okładzinowych i wydobywczych oraz wykonywaniem innych operacji związanych z udostępnianiem złoża, pomiarami itp.. Głównym elementem systemu wyciągowego jest wyciąg wiertniczy. Powinien charakteryzować się odpowiednią mocą, wydajnym i trwałym układem hamulcowym, posiadać sprawne sprzęgła i szybką reakcję na impulsy sterujące przekazywane z pulpitu. Takimi są nowe generacje wyciągów napędzanych przez silniki AC o prostej i zwartej konstrukcji, lżejsze i mniejszych rozmiarów, łatwe w konserwacji i obsłudze oraz są przyjazne środowisku. Przykładem takiego wyciągu odpowiadającego charakterystyką dostosowaną do wierceń za gazem z łupków w krajowych warunkach geologicznych jest GH 2000 EG (rys. 7). Do wiercenia otworów o odcinkach poziomych przekraczających 2 000 m, wymagane parametry techniczne powinien z powodzeniem spełnić dwubiegowy wyciąg napędzany przekładnią zębatą GH 3000 EG-2G o wysokiej sprawności i mniejszej powierzchni roboczej. Ta jednostka jest nową konstrukcją, napędzaną przez 2 silniki AC o ciągłej mocy 1500 KM każdy, szczególnie preferowaną do lądowych urządzeń wiertniczych o dużej nośności na haku 5558–6360 kN (rys. 7, 9).

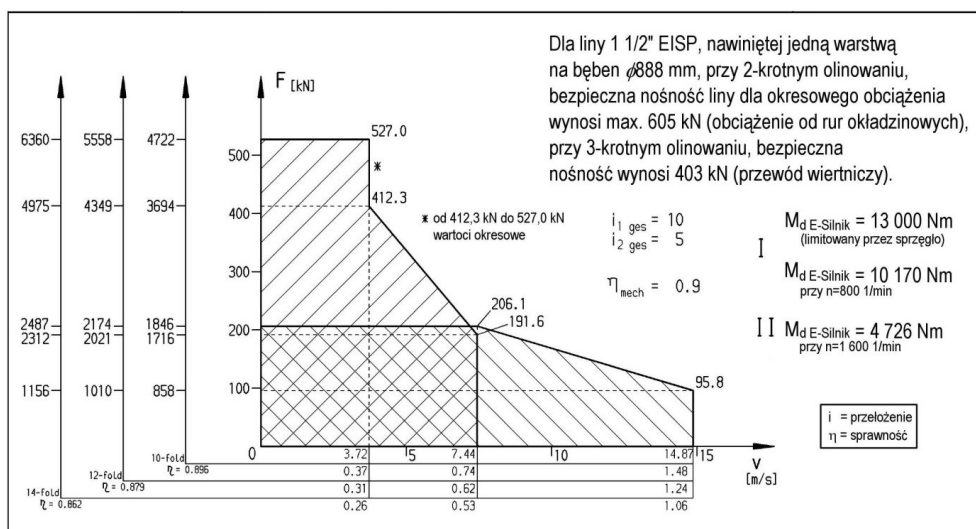


Rys. 7. Wyciągi wiertnicze napędzane silnikami elektrycznymi AC poprzez przekładnie zębate: wyciąg GH 2000 EG (z lewej) o jednej prędkości i GH 3000 EG-2G o dwóch prędkościach [9, 10]

Obydwa wyciągi wyposażone są w nowoczesne układy sterowania, układy hamulcowe (wiele zaciskowe hamulce tarczowe hamulca głównego) i w automatycznych wiertaczach (rys. 8).

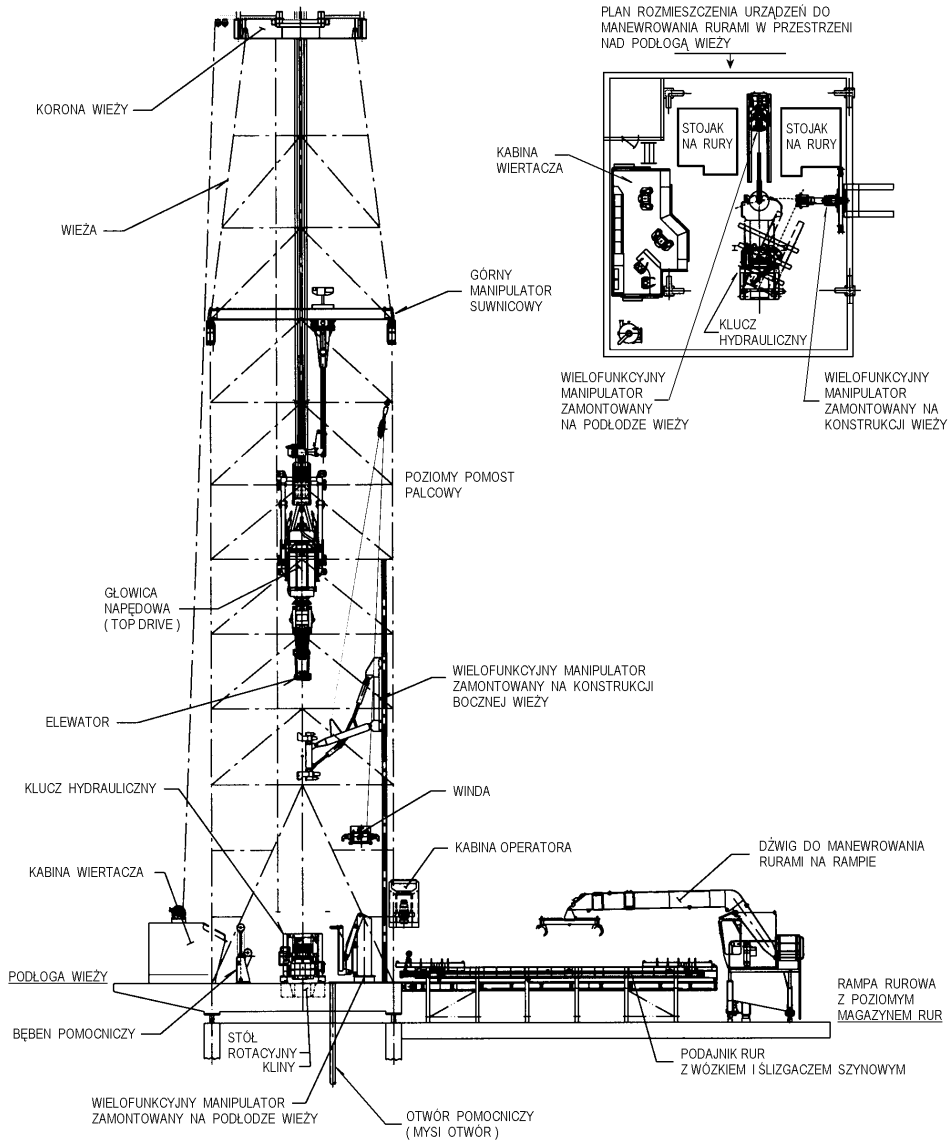


Rys. 8. Wielozaciskowe, bezpieczne w działaniu hamulce tarczowe z dwuobwodowymi hydraulicznymi układami sterowania [9, 10]



Rys. 9. Charakterystyka techniczna dwubiegowego wyciągu GH 3000 EG-2G z napędem przekładnią zębatą [10]

Jak zaznaczono powyżej głowica obrotowa jest nie tylko częścią systemu płuczkowe-gy czy też napędowego w trakcie wiercenia, ale również odgrywa dużą rolę przy pracach wyciągowych i w dużym stopniu wpływa na efektywność tych prac. Jest z tym systemem związana funkcyjnie i jest jednym z głównych elementów systemu manewrowania rurami, pod warunkiem, jeżeli w taki system urządzenie wiertnicze jest wyposażone. W niektórych krajach w nowo wyprodukowanych i wprowadzanych do ruchu urządzeniach wiertniczych, system manewrowania rurami jest obowiązujący ustawowo (np. w Norwegii). Zainstalowanie systemu w starszych wyeksploatowanych urządzeniach wiertniczych jest nieuzasadnione ze względów ekonomicznych, natomiast wskazane jest ich instalowanie w nowych jednostkach wiertniczych. Na rysunku 10 pokazano kompleksowy system automatycznego manewrowania rurami „HTV” opracowany przez firmę Maritime Hydraulics AS [5, 8].



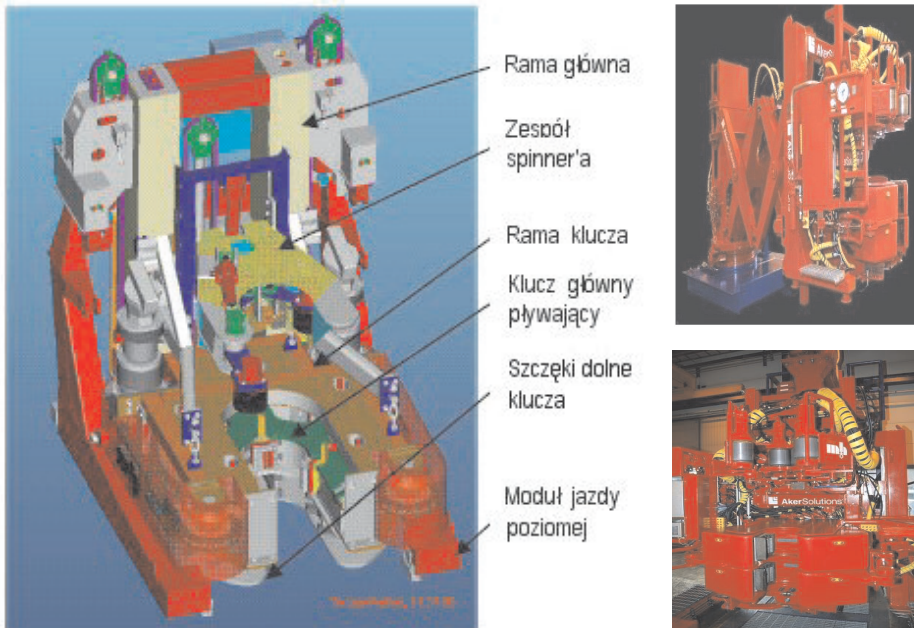
Rys. 10. Automatyczny system manewrowania rurami „HTV” z poziomym magazynem rur [5, 8]

System HTV może być zastosowany do wszystkich rur o średnicy 30" i mniejszych. W przypadku przewodu wiertniczego, system ten oparty jest na koncepcji poziomego magazynu rur i pionowego składowania pasów rur przewodu wiertniczego w wieży lub maszcie. Występujące w systemie wielofunkcyjne urządzenia manewrowe, klucz do skręcania poszczególnych połączeń gwintowych wyrobów OCTG jak i pozostały osprzęt (kliny, elewator, przemieszczanie zawiesi elewatorowych itp.) posiadają napędy hydrauliczne.

W skład systemu automatycznego manewrowania rurami „HTV” wchodzi następujące główne urządzenia:

- dźwig do manewrowania na rampie rurowej,
- podajnik rur do wieży z wózkiem i ślizgaczem szynowym,
- wielofunkcyjny manipulator zamontowany na konstrukcji bocznej wieży,
- wielofunkcyjny manipulator zamontowany na podłodze wieży,
- górny manipulator suwnicowy,
- poziomy pomost palcowy,
- hydrauliczny samojezdny klucz do skręcania połączeń gwintowych rur [6],
- automatycznie działające elementy osprzętu niezbędne w procesach manewrowych.

W systemie manewrowania rurami ważną rolę odgrywa mechanizacja (automatyzacja) skręcania rur. Urządzenie wiertnicze powinno być wyposażone w wielofunkcyjny klucz do skręcania i rozkręcania wyrobów OCTG. Przykłady takich jednostek pokazano na rysunku 11.



Rys. 11. Automatyczny klucz do skręcania przewodu wiertniczego, rur okładzinowych i wydobywczych z modułem jazdy poziomej lub na wysięgniku zawiasowym oraz na stanowisku montażowym (foto-prawy dół) w Oddziale PGNiG Technologie Naftomet w Krośnie [6, 7, 9]

Duże znaczenie przy seryjnym wierceniu otworów, jakie występuje w technologii (shale gas and tight gas) wiąże się z czasem związanym z przemieszczaniem urządzenia na następny punkt wiercenia. Jest to jeden z ważniejszych czynników ekonomicznych

w całym bilansie efektywności wiercenia. Urządzenia wiertnicze przystosowane do tego rodzaju wierceń (shale gas and tight gas) są wyposażane w system samokroczący pozwalający na przesunięcie urządzenia wiertniczego na nowy punkt wiercenia z pełnym wyposażeniem, również z całym przewodem wiertniczym ustawionym w szybie, (rys. 12). Przesunięcie urządzenia wyposażonego w system kroczący pozwala o 8–10 % skrócić czas odwiercenia kolejnego otworu wiertniczego. Korzyści wynikające z tego rodzaju wyposażenia nie da się nie zauważyć, gdyż są bezdyskusyjne.



Rys. 12. Stopa systemu samokroczącego Drillmec 2000 HP Walking Rig [12]

7. PODSUMOWANIE

W scenariuszu krajowego rozwoju rynku gazowego, w 2020 roku w Polsce zamierza wydobywać się 30 mld m³ gazu, zaś w niecałą dekadę później – niemal 50 mld m³. Polska może stać się krajem eksportującym gaz, a mającym problemy z własną energetyką, opartą na węglu. Oczywiście, można część krajowej energetyki przestawić na gaz, ale wymagałoby to zbudowania co najmniej kilku elektrowni i to dużej mocy. Elektrowni zagospodarowujących pozyskany „shale gas and tight gas” jakoś nie widać. Niezależnie od powyższych dywagacji, jeżeli zamierzamy rozwijać technologię „shale gas and tight gas”, powinno się uwzględnić rozwój krajowego przemysłu wiertniczo-naftowego i wrócić do tradycji przemysłu naftowego, z którego osiągnięciami byliśmy znani w Europie i na świecie. Trzeba stworzyć warunki, które pozwolą rozwijać pozyskane techniki eksploatacji, aby potem stworzyć własne technologie wydobycia gazu z łupków. W umowach koncesyjnych ta kwestia powinna znaleźć swoje miejsce. Przedstawione w artykule maszyny i sprzęt jest możliwy do wykonania w naszym kraju.

LITERATURA

- [1] Artymiuk J.: *Nowoczesność i trendy w budowie urządzeń wiertniczych*. Wiadomości Naftowe i Gazownicze, nr 11, listopad 2006, s. 6–14.
- [2] Artymiuk J.: *A new concept drilling hoisting systems rigs*. *Acta Montanistica Slovaca*. Kosice, Rocnik 11, 1, 2006, s. 1–9.
- [3] Artymiuk Jan, Bednarz S.: *Bezpieczeństwo a efektywność urządzeń wiertniczych i eksploatacyjnych – nowe konstrukcje i ograniczenia*. *Wiertnictwo Nafta Gaz* (kwartalnik AGH), t. 28, z. 1–2, 2011, s. 57–68.
- [4] Artymiuk J., Loland J.: *Top drive technology-electric PTD*. Nové poznatky v oblasti vrtania, tazby, dopravy a uskladnovania uhl'ovodikov Podbanské 2002: XI Medzinárodná Vedecko-Technická Konferencia, 29–31 októbra 2002, Podbanské, Slovensko, conference contributions Technická Univerzita v Kosiciach. Fakulta Banictva, Ekológie, Riadenia a Geotechnológií, s. 3–11.
- [5] Artymiuk J., Sokalski M.: *Nowe technologie w wiertnictwie – automatyzacja procesu manewrowania rurami*. 14-th International Scientific And Technical Conference, New Methods Technologies in Petroleum Geology, Drilling and Reservoir Engineering, Zakopane, 11–13 czerwca 2003.
- [6] Artymiuk J., Sokalski M.: *New technologies in drilling : assurance of appropriate tubular torque moment values*. *Wiertnictwo Nafta Gaz*, R. 21/1, 2004, s. 51–59. Klucz hydrauliczny.
- [7] Artymiuk J., Sokalski M.: *Sterowanie wierceniem przy użyciu systemu Soft Torque*. *Wiertnictwo Nafta Gaz*, t. 22/1, 2005, s. 47–56.
- [8] Aker Solutions Drilling Technologies, 2012.
- [9] Aker Solutions Maritime Hydraulics AS: Materiały firmowe 2011 i 2012.
- [10] Aker Wirth GmbH: Materiały firmowe 2012.
- [11] Baroid Solids Control Equipment and Systems. Wydanie katalogowe, 2002.
- [12] Materiały autorskie, fotografia wykonana na wiertni „Lubycza Królewska-1” – PNiG Kraków.