



Fot. 1. System oczyszczania z wirówką dekantacyjną

Rafał Leśniak  
HEADS sp. z o.o.

# Systemy oczyszczania płynów wiertniczych dla technologii HDD

Dynamiczny rozwój technologii bezwykopowych obserwowany w Polsce przez ostatnie lata przyczynił się do projektowania i wykonywania coraz bardziej wymagających przekroczeń. Horyzontalne wiercenia kierunkowe HDD, jak i mikrotunelowe zyskują zdecydowaną przewagę nad tradycyjnymi metodami układania instalacji. Dostępność nowych technik, technologii i nowoczesnego osprzętu wiertniczego w połączeniu z doświadczonymi załogami, a także zaawansowaną inżynierią pozwalają na precyzyjne instalacje rurociągów na znacznych dystansach. Konkurencja na rynku świadczonych usług zmusza do analizy ponoszonych kosztów związanych z wykonawstwem, których jednym z elementów jest płyn wiertniczy. Należy rozważyć koszty związane z jego wyprodukowaniem, kontrolą, utrzymaniem oraz utylizacją. W sytuacji, kiedy wydatki ponoszone na zakup materiałów do sporządzania płynów wiertniczych, takich jak bentonity oraz towarzyszących im środków specjalnych sięgają około 20% wartości inwestycji, warto zastanowić się nad wykorzystaniem urządzeń pozwalających na wielokrotne stosowanie tego samego płynu. Systemy te pozwalają na znaczne oszczędności, a także rozwiązują większość problemów związanych z jego utylizacją po zakończeniu projektu.

## Horizontalne wiercenia kierunkowe

Wielu operatorów kierujących swoje zainteresowanie HDD w stronę średnich i dużych maszyn styka się z koniecznością wykorzystania systemu do oczyszczania płynu wiertniczego. Strumień cyrkulującej płuczki jest tak duży, że ominięcie tego problemu wydaje się niemożliwe. Koszty utylizacji jednorazowo wykorzystanej płuczki obniżają rentowność prowadzonego projektu. Logicznym wyjściem wydaje się więc inwestycja w prosty i skutecznie działający układ do separacji faz. Projektowany dla potrzeb operatora system powinien być układem samodzielnym, ale bezproblemowo współdziałającym z pozostałymi elementami urządzenia wiertniczego, zwłaszcza z urządzeniami do przygotowania płuczki

Wielu operatorów kierujących swoje zainteresowanie HDD w stronę średnich i dużych maszyn styka się z koniecznością wykorzystania systemu do oczyszczania płynu wiertniczego. Strumień cyrkulującej płuczki jest tak duży, że ominięcie tego problemu wydaje się niemożliwe. Koszty utylizacji jednorazowo wykorzystanej płuczki obniżają rentowność prowadzonego projektu. Logicznym wyjściem wydaje się więc inwestycja w prosty i skutecznie działający układ do separacji faz

oraz pompą wysokociśnieniową.

Wydajność systemu oczyszczania zależy zarówno od jego konstrukcji, jak i od parametrów reologicznych oraz zawartości fazy stałej w dostarczonym do urządzenia płynie. Wysokie parametry reologiczne i nadmierna koncentracja urobku obniżają efektywność oczyszczania. Problem ten można zneutralizować np. poprzez zastosowanie większego strumienia płynu tłoczonego do otworu w trakcie poszerzania. Jak wynika z praktyki, właściwa kontrola zawartości fazy stałej w płuczce jest zasadniczym czynnikiem sprzyjającym utrzymaniu na odpowiednim poziomie parametrów płynu. Istotną sprawą jest, aby wszelką obróbkę parametrów płynu bentonitem, polimerami czy też środkami specjalnymi przeprowadzać po zakończeniu procesu separacji. Dodawanie wody natomiast może się odbywać przed sitami wstępnego oczyszczania lub na sitach w trakcie oczyszczania.

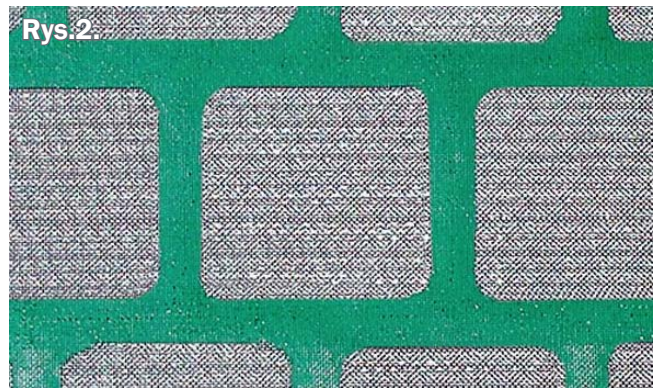
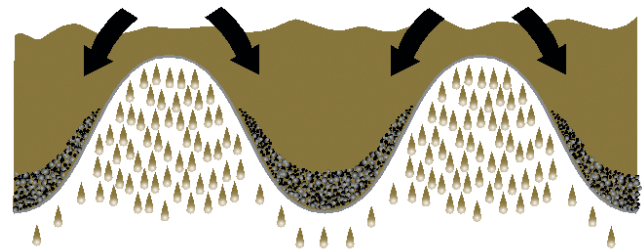
Istnieje wyraźna rozbieżność interesów pomiędzy technologią wiercenia, wymagającą często wysokich parametrów reologicznych płynów wiertniczych przy niskich prędkościach ścinania, a możliwościami systemów oczyszczania. Wysokie parametry płuczki pozwalają na transport gruboziarnistego urobku z długich poziomych odcinków. Wysoka lepkość płuczki zapobiega osiadanemu urobku w otworze, natomiast przeszkadza w separacji na wszystkich jej etapach. Dotyczy to zwłaszcza modeli o stosunkowo niewielkich rozmiarach i przepustowości.

Przed przystąpieniem do realizacji projektu powinniśmy ustalić, z jakimi formacjami geologicznymi będziemy mieli do czynienia. Czy to będzie il,

Nazwa frakcji	Wymiary ziaren i cząstek
Kamienista	> 63 mm
Żwirowa	2 - 63 mm
Piaskowa	0,063 - 2 mm
Pyłowa	0,002 - 0,063 mm
Ilowa	< 0,002 mm

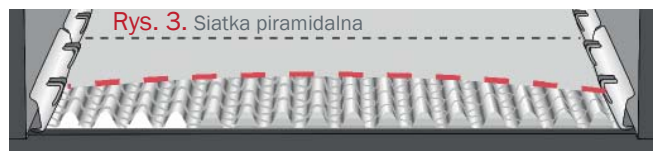
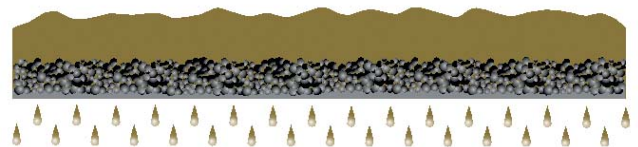
Tab. 1. Rodzaje frakcji





Rys. 1. Siatka piramidalna

Rys. 2. Siatka płaska



glina, żwir, a może piasek? Grunt może składać się z kilku frakcji, musimy odpowiedzieć na pytanie, która frakcja jest dominująca i w jakim stosunku procentowym? Ma to wpływ na dobór odpowiedniego zestawu siatek do sit wibracyjnych, które z kolei będą musiały sobie poradzić z naszym urobkiem.

Zatem główne kryterium podziału gruntów i doboru do nich odpowiednich siatek opiera się na wielkości i ilości poszczególnych frakcji czyli ziaren (tab. 1).

#### Mechanizmy najczęściej wykorzystywane przy separacji fazy stałej od cieczy:

- przepływ przez ośrodek separujący – różnica gęstości faz nie jest warunkiem koniecznym; przykład urządzenia: **sito wibracyjne**;
- sedimentacja – różnica gęstości separowanych faz jest konieczna. Separacja następuje pod wpływem sił grawitacji; przykład urządzenia: **osadniki, przepływowe zbiorniki sedimentacyjne**;
- separacja pod wpływem sił odśrodkowych – różnica gęstości separowanych faz jest konieczna; przykłady urządzeń: **hydrocyklon** – charakteryzuje się wysokimi naprężeniami ścinającymi oraz stosunkowo niską koncentracją fazy stałej na zrzucie urobku; **wirówka** – charakteryzuje się niskimi naprężeniami ścinającymi oraz wysoką koncentracją fazy stałej na zrzucie urobku;
- metody chemiczne; przykład urządzenia: **stacja flokulacyjna** – charakteryzuje się agregacją fazy koloidalnej;
- metoda mechaniczna – przykład urządzenia: **prasa filtracyjna** – urządzenie oddzielające fazę stałą od płynu.

#### Sita wibracyjne

Sito wibracyjne jest najistotniejszym elementem systemu i jednocześnie pierwszym etapem oczyszczania. Jest to wibrujące lub działające na zasadzie siły odśrodkowej urządzenie, oddzielające fazę stałą o granulacji

skorelowanej z wielkością oczek założonej na sicie siatki. Najbardziej zaawansowane technologicznie urządzenia wykorzystują wibratory montowane bezpośrednio na ramie sita, dające możliwość uzyskiwania największych przyspieszeń wobec usuwanego urobku. Sita wibracyjne występują w konfiguracji pojedynczego (fot. 2) lub podwójnego deku. Na każdym deku zamocowana jest określona ilość sit separacyjnych. Ilość oczek na cal bieżący (mesh) stanowi miarę gęstości siatki. Wybór odpowiedniej siatki będzie uwarunkowany przewidywanym strumieniem przepływu w jednostce czasu oraz parametrami fizyczno-reologicznymi płuczki.

Siatki do sit wibracyjnych ze względu na profil poprzeczny można podzielić na dwa rodzaje: płaskie (rys. 1) i piramidalne (rys. 2).

Różnica między nimi

Cut point D100 przy określonym numerze siatki API	
D100 [mikrony]	Numer API
> 780,0 do 925,0	API 20
> 655,0 do 780,0	API 25
> 550,0 do 655,0	API 30
> 462,5 do 550,0	API 35
> 390,0 do 462,5	API 40
> 327,5 do 390,0	API 45
> 275,0 do 327,5	API 50
> 231,0 do 275,0	API 60
> 196,0 do 231,0	API 70
> 165,0 do 196,0	API 80
> 137,5 do 165,0	API 100
> 116,5 do 137,5	API 120
> 98,0 do 116,5	API 140
> 82,5 do 98,0	API 170
> 69,0 do 82,5	API 200
> 58,0 do 69,0	API 230
> 49,0 do 58,0	API 270
> 41,5 do 49,0	API 325
> 35,0 do 41,5	API 400
> 28,5 do 35,0	API 450
> 22,5 do 28,5	API 500
> 18,5 do 22,5	API 635

Tab. 2. Cut point D100 a numer siatki API



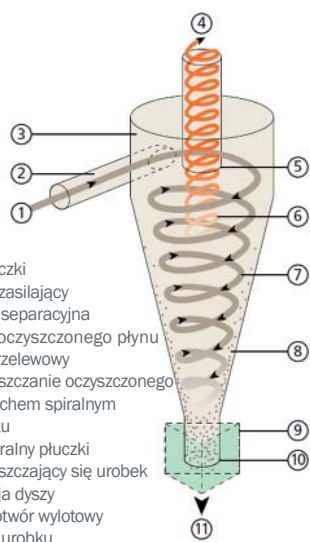
Fot. 2. Sito wibracyjne firmy HEADS o pojedynczym deku

na korzyść piramidalnych polega na zwiększeniu powierzchni czynnej, czyli możliwości powiększenia odbioru fazy stałej. Poza tym urobek jest lepiej dosuszany i usuwany z siatek w bardziej efektywny sposób. W zależności od konstrukcji siatki piramidalnej powierzchnia czynna może być zwiększona od 50 do 125% w stosunku do siatki płaskiej.

Kolejnym aspektem, na który należy zwrócić uwagę, jest różnica w rozmieszczeniu urobku na poszczególnych siatkach, tzw. efekt podkowy. Zwierciny mają tendencję do większej kumulacji bliżej środka siatki niż przy zewnętrznej jej części. W przypadku siatek piramidalnych efekt ten jest znacznie zredukowany.

Siatki do sit wibracyjnych określa norma API RP 13 C (ISO 13501). Definiuje ona dwa rodzaje testu, tzw. cut point i przewodność. Cut point określa efektywność oddzielania cząstek stałych na sitach. Np. cut point D50 oznacza wymiar cząstki w ( $\mu\text{m}$ ), które w 50% zostały usunięte na sitach. Cut point D100 wskazuje, że cząstki o określonym rozmiarze zostaną usunięte w 100%. Przewodność określa łatwość, z którą płuczka może przepłynąć przez jednostkę powierzchni siatki, wyrażoną w jednostce kilodarcy/milimetr (kD/mm).

## Hydrocyklony



1. Wlot płuczki
2. Kruciec zasilający
3. Komora separacyjna
4. Odbiór oczyszczonego płynu
5. Otwór przelewowy
6. Przemieszczanie oczyszczonego płynu ruchem spiralnym do wylotu
7. Ruch spiralny płuczki
8. Przemieszczający się urobek
9. Regulacja dyszy
10. Dolny otwór wylotowy
11. Odbiór urobku

Rys. 5. Zasada działania hydrocyklonu

Oddzielenie drobnej frakcji (poniżej  $74 \mu\text{m}$ ) możliwe jest dzięki wykorzystaniu urządzeń, w których następuje wzrost szybkości rozdziału faz poprzez zwiększenie siły odśrodkowej. Wszystkie urządzenia tego typu zwane hydrocyklonami, tzn. odpiaszczacze, odmulacze, mikrocyklony, pracują w podobny sposób. Są to cylindryczno-stożkowe urządzenia bez wewnętrznych elementów ruchomych. Pompa wirowa tłoczy płyn stycznie do komory znajdującej się w górnej części lejka.

Wywołuje to ruch po wewnętrznej spirali. Duże cząstki odrzucane są na zewnątrz w kierunku ściany stożka, podczas gdy drobne cząstki przemieszczają się do centralnej części razem z płynem. Większe cząstki oraz małe ilości płynu usunięte zostają przez dolny otwór wylotowy. Cały pozostały płyn zmienia kierunek, opuszczając hydrocyklon przez górny otwór przelewowy. Wymaganą średnicę i liczbę cyklonów dobiera się w zależności od parametrów technicznych projektu, urządzenia wiertniczego, pompy płuczkowej oraz potencjalnych wymaganych przepływów.

## Odpiaszczacze

Do usuwania piasku z płuczki używa się poliuretanowych hydrocyklonów o średnicy wewnętrznej 10–18" (254–457 mm). Odpiaszczacze charakteryzują się dużymi strumieniami przepływu rzędu 1700–3000 l/min. Rozmiar usuwanych cząstek wynosi powyżej  $50 \mu\text{m}$ . W standardowych systemach separacji używanych w wiertnictwie pionowym projektowana ilość lejków jest dobierana tak, aby ich wydajność przekraczała 125% objętości cyrkulującego płynu w jednostce czasu. W systemach separacji projektowanych dla technologii HDD, w związku z niespotyka-

nymi w innych technologiach wiertniczych przyrostami ilości fazy stałej, projektuje się wydajności sięgające 300% objętości cyrkulującego płynu, a czasami nawet przekraczające te wielkości. Ciężar właściwy płuczki na wypływie urobku powinien być o 0,3–0,6 g/cm<sup>3</sup> wyższy od ciężaru płynu zasilającego urządzenie.

## Odmulacze

Do celów odmulania wykorzystuje się zazwyczaj hydrocyklony w zakresie 4–6" (100–152 mm) wykonane z poliuretanu. Przy ich użyciu usuwa się cząstki stałe o rozmiarze powyżej  $25 \mu\text{m}$ . Analogicznie jak dla odpiaszczaczy w standardowych systemach separacji zaleca się, aby przepustowość hydrocyklonów odmulacza pokrywała co najmniej 150% objętości cyrkulującego płynu. Dla systemów separacji HDD projektuje się znacznie wyższą wydajność – nawet do 350% objętości cyrkulującego płynu. Ciężar właściwy płynu na wypływie urobku powinien być o 0,25–0,5 g/cm<sup>3</sup> wyższy od ciężaru płuczki wpływającej do hydrocyklonu.

## Mud Cleaner

Jest to urządzenie składające się z baterii hydrocyklonów montowanych nad sitem wibracyjnym z piramidalnymi siatkami o gęstości oczek powyżej 140 mesh. Proces oczyszczania rozpoczyna się w hydrocyklonach, z których dolny wypływ kierowany jest na sito wibracyjne. Ciężar właściwy osuszonego na sicie urobku powinien mieścić się w zakresie 1,65–1,80 G/cm<sup>3</sup>. Mud Cleaner może mieć również możliwość pracy w trybie odmulacza, wówczas wypływ urobku omija sito wibracyjne. Wydajność odmulacza i odpiaszczacza jest uzależniona od ilości urobku wyseparowanej przez baterię hydrocyklonów i to stanowi główny parametr decydujący o wydajności systemu. Powierzchnia separacji sit wibracyjnych decyduje natomiast o stopniu osuszenia urobku.

## Wirówki

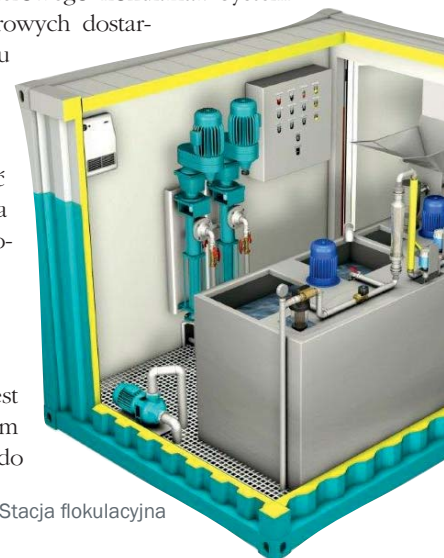
Wirówka dekantacyjna (fot. 3) zwiększa efektywność oddzielania fazy stałej, wykorzystując zwielokrotnione działanie siły odśrodkowej. Składa się ze stożkowej, stalowej, poziomo ułożonej komory obracającej się z prędkością 1600–3000 obr/min. Wewnątrz komory obraca się przenośnik śrubowy. Obrót ślimaka następuje w tym samym kierunku, co zewnętrznej komory, ale z mniejszą o kilka procent prędkością. Dzięki temu urobek jest przesuwany do otworów zrzutowych. Wirówka znajduje zastosowanie wszędzie tam, gdzie wymagana jest separacja frakcji o rozmiarze poniżej  $20 \mu\text{m}$ .

## Stacja flokulacyjna

Stacja flokulacyjna to urządzenie przeznaczone do sporządzania wodnego roztworu polimerowego flokulanta. System mieszalników i pomp transferowych dostarcza w odpowiednim stężeniu polimer agregujący drobną fazę ilastą i umożliwiający separację cząstek o rozmiarach koloidalnych. Efektywność działania stacji jest najwyższa przy współpracy z szybkoobrotową wirówką.

## System zintegrowany (Recycling Unit)

System zintegrowany jest zbudowany na wielosekcyjnym zbiorniku o pojemności od 5 do



Rys. 6. Stacja flokulacyjna



40 m<sup>3</sup>. Dla każdego zestawu hydrocyklonów zainstalowana jest pompa wirowa zapewniająca odpowiedni wydatek i ciśnienie tłoczenia. Elementy systemu montuje się w ten sposób, aby z płuczki mogła być usuwana coraz drobniejsza frakcja fazy stałej. Dodatkowo system może być wyposażony z zestaw służący do sporządzania płuczki i jej chemicznej obróbki (fot. 4). Rekomendowana przez naszą firmę konstrukcja leja płuczkowego wykorzystuje zwężkę Venturiego gwarantującą (przy odpowiednio dobranych parametrach pompy zasilającej) duże prędkości ścinania oraz błyskawiczne łączenie się fazy rozpraszającej z bentonitem i polimerami bez nadmiernego napowietrzania płuczki. Zintegrowane systemy oczyszczania nie posiadają zasadniczo żadnych ograniczeń, jeśli chodzi o wykorzystanie ich w technikach bezwypokowych.

Zestaw oczyszczania składa się z następujących po sobie kolejnych elementów: sita wibracyjne wstępne oczyszczania, hydrocyklony odpiaszczające o rozmiarze 10–15" (254–381 mm), hydrocyklony odmulające o rozmiarze 4–6" umieszczone nad sitami końcowego oczyszczania wyposażonymi w siatki o oczkach umożliwiającymi efektywną separację cząstek powyżej 25 μm. Ostatnim ogniwem systemu oczyszczania wykorzystywanym powszechnie w wierceniach naftowych oraz w niektórych projektach HDD są wirówki dekantacyjne i współpracujące z nimi stacje dozujące wodne roztwory polimerowych flokulantów.

Dodawane w niektórych systemach płuczkowych syntetyczne polimery mogą pogorszyć jakość oczyszczania poprzez zaklejanie oczek, a więc obniżenie powierzchni czynnej sit. Polimery wpływają ponadto niekorzystnie na poziom lepkości plastycznej płynu. W przypadku powszechnego ich używania należy zwrócić uwagę zarówno na miejsce, sposób dozowania, jak i kolejność.

Urządzenia wirotnicze o wyższych parametrach (siła ciągu/pchania, moment obrotowy) wyposażone są w większe, bardziej wydajne pompy płuczkowe. Pompa płuczkowa – najczęściej tłokowa – pracuje w zakresach ciśnień do 70 bar, a ponadto charakteryzuje się prostą budową. Duży strumień tłoczony płuczki pozwala osiągnąć lepszy stan techniczny otworu, zwiększa szansę na oczyszczenie go ze zwiercin, zapobiega efektowi przychwylenia przewodu wirotniczego oraz skraca czas wypływu zwiercin z czoła narzędzia na powierzchnię.

Wykres (rys. 7) przedstawia efektywny zakres działania każdego z powszechnie dostępnych urządzeń separacji w odniesieniu do rozmiaru cząstek oraz procentowego udziału fazy stałej. Zgodnie z powiedzeniem „łańcuch jest tak mocny, jak jego najsłabsze ogniwo”, tak i w tym przypadku efektywność całego systemu oczyszczania będzie uzależniona od wydajności jego poszczególnych elementów. Zbyt mała przepustowość jednej z sekcji będzie powodować przeciążenie pozostałych, co skutkuje nieprawidłowym oczyszczaniem pozostałych, jak również nadmiernym zużyciem się elementów pompy płuczkowej, silników wstępnych oraz osprzętu i armatury płuczkowej.

### Aspekt ekonomiczny

Ekonomiczny aspekt wyprodukowania i oczyszczania płynu jest dla naszych rozważań kluczowy. Przeciętny koszt sporządzenia 1 m<sup>3</sup> płynu wirotniczego o parametrach zgodnych z wymaganiami technologii HDD wynosi obecnie od 70–90 zł. Koszt ten zawiera cenę pozyskania podstawowych kompo-

**Rys. 7.** Dobór poszczególnych urządzeń separacji w stosunku do rozmiaru cząstek i zawartości fazy stałej:

1. Odmulacz, 2. Wirówka, 3. Odpiaszczacz, 4. Sita wibracyjne, 5. Sita wstępne



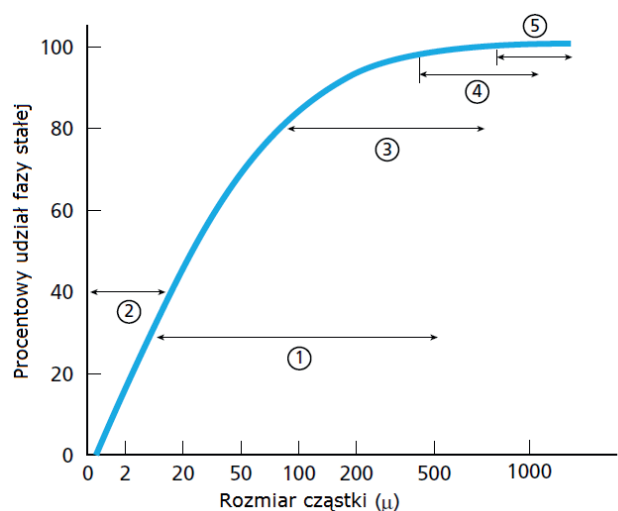
Fot. 3. Wirówka podczas pracy



Fot. 4. System oczyszczania z możliwością dorabiania płynów



Fot. 5. System oczyszczania RU 500 podczas pracy



Klasa urządzenia	Siła ciągu, pchania	Wydatek pompy płuczkowej	Ilość tłoczonych płuczki w ciągu 1 godziny przy założeniu 60% potencjalnego wydatku	Koszt wyprodukowanej płuczki przy założeniu 1m <sup>3</sup> = 80 PLN
-	kN	l/min	litr	PLN
I	100 – 200	300	10 800	864
II	200 – 500	700	25 200	2 016
III	500 – 1500	1200	43 200	3 456
IV	1500 – 3000	2000	72 000	5 760

Tab. 3. Parametry stosowanych pomp płuczkowych a klasy urządzeń

mentów płuczkowych, w tym bentonitu i polimerów.

Przyjmijmy następujące parametry stosowanych pomp płuczkowych dla pewnej klasy urządzeń (tab. 3).

Biorąc pod uwagę zależność geometrii otworu, postęp prac wiertniczych, a także doświadczenia operatora, oczyszczanie mogłoby zawierać się w przedziale od 60 do 90% płuczki wtłaczanej do otworu. Przyjmując średnio 75%, otrzymane wartości dla urządzeń poszczególnych klas wynosiłyby: 650, 1500, 2590 i 4320 zł na 1 godz. pracy pompy wysokociśnieniowej. Porównując to z kosztem pozyskania systemu oczyszczania płynów okazuje się, że będzie on stanowił ekwiwalent dla pomp o wydatku do:

- 300 l/min około 310 godz. pracy,
- 700 l/min około 235 godz. pracy,
- 1200 l/min około 195 godz. pracy,
- 2000 l/min około 180 godz. pracy.

Dla kalkulacji przyjęto następujące konfiguracje sprzętu oferowanego przez firmę HEADS:

- system oczyszczania skonfigurowany dla urządzeń kat. I (RU 400, RU 500, RU 600)
  - podwójne linearne sito wibracyjne,
  - bateria hydrocyklonów 4" lub 5",
  - wydajność do 600 l/min płuczki wiertniczej;
- system oczyszczania skonfigurowany dla urządzeń kat. II (RU 1000)
  - dwa linearne sita wibracyjne,
  - bateria hydrocyklonów 5" (127 mm),
  - wydajność do 1000 l/min płuczki wiertniczej;
- system oczyszczania skonfigurowany dla urządzeń kat. III (RU 1500)
  - podwójne linearne sito wibracyjne,
  - pojedyncze linearne sito wibracyjne,
  - bateria hydrocyklonów 4" (112 mm),
  - bateria hydrocyklonów 12" (305 mm),
  - wydajność do 1500 l/min płuczki wiertniczej;
- system oczyszczania skonfigurowany dla urządzeń kat. IV (RU 2000)
  - trzy pojedyncze linearne sita wibracyjne,
  - bateria hydrocyklonów 4",
  - bateria hydrocyklonów 12",
  - wydajność do 2000 l/min płuczki wiertniczej.

Wymienione systemy mogą być zaopatrzone w siatki piramidalne. Dla sita trzypanelowego firmy HEADS powierzchnia czynna jest równa lub wyższa nawet od czteropanelowych sit oferowanych przez innych dostawców, wyposażonych w płaskie siatki.

Przeprowadzone kalkulacje wskazują, iż objętości płuczki wytwarzane w procesie tzw. tłoczenia w jedną stronę, czyli bez oczyszczania, są ogromne. Koszty utylizacji zużytej płuczki wiertniczej w takim wypadku powiększają koszty projektu. Wydatki związane z produkcją świeżego płynu są szczególnie wysokie w przypadku wiercenia w formacjach zwięzłych. Mowa tutaj o silniku wgłębnym typu naporowego wymagającego do prawidłowej pracy znacznego, stałego wydatku.

Używając systemu oczyszczania, należy uwzględnić kilka czynników mogących mieć wpływ na jakość i wydajność pro-



Fot. 6. System oczyszczania do 2000 l/min

cesu. Zalecane jest stosowanie większych wydatków płuczki w trakcie wiercenia czy poszerzania otworu, aby uniknąć przeciążenia płynu fazą stałą. Dla procesu oczyszczania w większości urządzeń minimalnym rozsądnym stosunkiem objętości tłoczenia płuczki do zwiercin jest 8 do 1. Nadmiernie wysokie parametry reologiczne płynu oraz przeładowanie fazą stałą obniżają sprawność posiadanego systemu. Sprawność systemu oczyszczania zależy od parametrów zastosowanych komponentów: sit wibracyjnych, pomp wirowych, poliuretanowych hydrocyklonów i ewentualnie wirówek dekantacyjnych. Przyjmuje się, że zawartość piasku, czyli frakcji o rozmiarach powyżej 74 µm, nie powinna przekraczać poziomu 1% objętościowo w cyrkulującym płynie. Jest to wielkość akceptowana przez większość dostawców silników wgłębnych.

W łatwy sposób można więc wykazać, że dla firm wykorzystujących pompy płuczkowe o wydajności powyżej 300 l/min i wykonujących otwory o średnicach powyżej 300 mm wykorzystanie na stałe systemu do oczyszczania płynu wiertniczego jest ekonomiczne.

Zintegrowane systemy oczyszczania produkowane przez firmę HEADS nie posiadają zasadniczo żadnych ograniczeń, jeśli chodzi o wykorzystanie ich w technikach bezwykopowych. Projektując dany zestaw należy uwzględnić tylko następujące kryteria:

- maksymalny potencjalny wydatek pompy płuczkowej zainstalowanej na urządzeniu wiertniczym;
- wymagana dokładność separacji;
- dopuszczalny ciężar i wymiary zewnętrzne.

Właściwie zaprojektowany system oczyszczania płuczek wiertniczych pomaga efektywnie kontrolować następujące zagadnienia:

- koszty przygotowania i obróbki płuczki wiertniczej;
- koszty utylizacji odpadów wiertniczych;
- postęp wiercenia;
- parametry hydrauliczne;
- stan techniczny otworu;
- ograniczenie zużycia elementów urządzeń mających kontakt z cyrkulującym płynem. ■

#### Literatura:

- [1] Materiały firmy HEADS sp. z o.o.
- [2] Katalogi firmy Derrick Equipment Company.