



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Aleksander Wyrą
Gabriela Poloczek

Prowadzenie prac wiertniczych różnymi technikami wiertniczymi 311[40].Z1.05

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:

mgr inż. Jadwiga Ida

mgr inż. Bogdan Soliński

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Danuta Pawełczyk

Konsultacja:

mgr inż. Teresa Myszor

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[40].Z1.05 „Prowadzenie prac wiertniczych różnymi technikami wiertniczymi”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik wiertnik.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Materiał nauczania	6
4.1. Metody wierceń w skorupie ziemskiej	6
4.1.1. Materiał nauczania	6
4.1.2. Pytania sprawdzające	21
4.1.3. Ćwiczenia	21
4.1.4. Sprawdzian postępów	23
4.2. Technologia wiercenia otworów wielkośrednicowych	24
4.2.1. Materiał nauczania	24
4.2.2. Pytania sprawdzające	28
4.2.3. Ćwiczenia	28
4.2.4. Sprawdzian postępów	29
4.3. Izolowanie i udostępnianie przewiercanych poziomów roponośnych, gazonośnych i wodonośnych	30
4.2.1. Materiał nauczania	30
4.2.2. Pytania sprawdzające	36
4.2.3. Ćwiczenia	36
4.2.4. Sprawdzian postępów	37
4.4. Wiercenie otworów	38
4.4.1. Materiał nauczania	38
4.4.2. Pytania sprawdzające	47
4.4.3. Ćwiczenia	47
4.4.4. Sprawdzian postępów	48
4.5. Metody wierceń podziemnych	49
4.5.1. Materiał nauczania	49
4.5.2. Pytania sprawdzające	59
4.5.3. Ćwiczenia	59
4.5.4. Sprawdzian postępów	60
5. Sprawdzian osiągnięć	61
6. Literatura	66

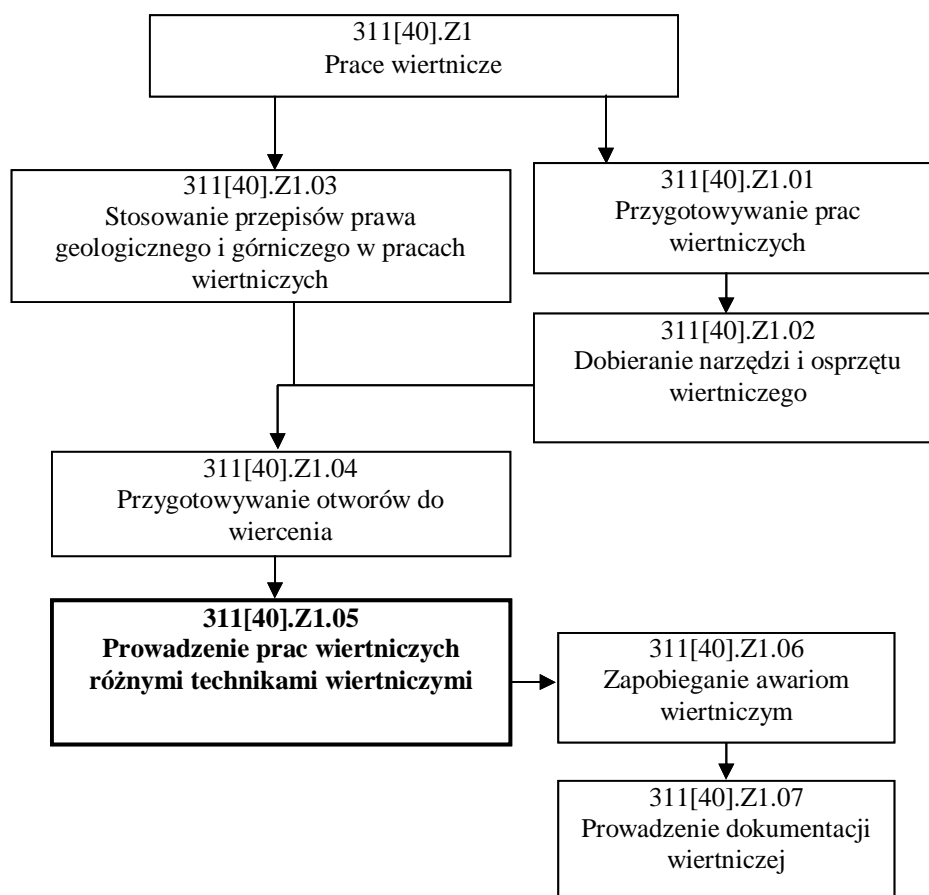
1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o podstawowych zagadnieniach dotyczących prowadzenia prac wiertniczych różnymi technikami wiertniczymi.

W Poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne zawierające wykaz wiedzy i umiejętności jakie powinieneś posiadać aby móc sprawnie przyswoić materiał przedstawiony w tym opracowaniu,
- cele kształcenia opisujące umiejętności oraz wiedzę jaką zdobędziesz po zrealizowaniu materiału zawartego w tym Poradniku,
- materiał nauczania obejmujący teoretyczne podstawy omawianych zagadnień oraz zawierający cenne wskazówki praktyczne przydatne w rzeczywistych warunkach przemysłowych,
- sprawdzian osiągnięć, który umożliwi Ci sprawdzenie swoich wiadomości i umiejętności, opanowanych podczas realizacji programu jednostki modułowej,
- literaturę, dzięki której będziesz mógł dokładniej poznać interesujące Cię tematy oraz uzupełnić swoją wiedzę o dodatkowe informacje związane z zagadnieniami poruszonymi w tym Poradniku.

Podczas pobytu w pracowniach musisz przestrzegać regulaminów postępowania, przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować podstawowe i pochodne jednostki układu SI,
- czytać informacje z dokumentacji techniczno-ruchowej,
- czytać schematy ideowe i wykonawcze,
- charakteryzować wymagania dotyczące bezpieczeństwa pracy przy pomiarach,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- posługiwać się pojęciami z zakresu prac wiertniczych,
- planować prace przygotowawcze do wiercenia otworów,
- dobierać narzędzia i osprzęt wiertniczy do wykonywanych prac wiertniczych,
- stosować przepisy prawa geologicznego i górniczego w trakcie wykonywania prac wiertniczych,
- czytać informacje zawarte w projekcie geologiczno-technologicznym otworu,
- przygotowywać otwór do wiercenia.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować metody wiercenia otworów w skorupie ziemskiej w zależności od zastosowania i głębokości,
- przeprowadzić wiercenie ręczne,
- scharakteryzować proces prowadzenia wierceń udarowych i wibracyjnych,
- scharakteryzować technikę i parametry wiercenia obrotowego,
- wykonać proste wiercenia obrotowe,
- dobrać wiertła i elementy przewodu wiertniczego,
- scharakteryzować technikę wiercenia i sposób prowadzenia wierceń normalnośrednicowych,
- scharakteryzować technikę wiercenia i sposób prowadzenia wierceń małośrednicowych,
- scharakteryzować technologię wiercenia otworów wielkośrednicowych,
- przygotować odwierty do eksploatacji surowców,
- scharakteryzować wiercenia studzienne (za wodą) i filtry,
- scharakteryzować sposoby izolacji przewiercanych poziomów roponośnych, gazonośnych i wodonośnych,
- scharakteryzować metody prowadzenia wierceń podziemnych,
- scharakteryzować wiercenie otworów kierunkowych,
- wyznaczyć główne parametry wiercenia otworów kierunkowych,
- wykonać wiercenie otworów kierunkowych,
- odczytać przebieg wiercenia zarejestrowany na ciężarowskazie,
- ustalić miejsce przechwycenia przewodu wiertniczego,
- zastosować sposoby uwolnienia przewodu wiertniczego,
- scharakteryzować prowadzenie likwidacji otworów wiertniczych,
- scharakteryzować zasady udostępniania poziomów roponośnych i gazonośnych w otworach wiertniczych,
- wykonać udostępniania poziomów roponośnych i gazonośnych w otworach wiertniczych,
- zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz zalecenia Urzędu Dozoru Technicznego w czasie prowadzenia prac wiertniczych.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Metody wierceń w skorupie ziemskiej

4.1.1. Materiał nauczania

4.1.1.1. Definicje

Mechaniczna prędkość wiercenia – liczba metrów otworu wiertniczego odwiercona w czasie bezpośredniego wiercenia, wyrażona w metrach na godzinę:

$$V_{mech} = \frac{l}{t} \text{ [m/h]}$$

gdzie:

l – liczba odwierconych metrów otworu,

t – czas pracy świda (bez czynności pomocniczych), w h.

Marszowa prędkość wiercenia – liczba metrów otworu wiertniczego odwiercona w czasie jednego marszu, wyrażona w metrach na godzinę; marsz obejmuje wszystkie prace związane z zapuszczaniem, wierceniem i wyciągnięciem narzędzia wiercącego:

$$V_{marsz} = \frac{l}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5} \text{ [m/h]}$$

gdzie:

t_1 – czas zużyty na przygotowanie przyrządu wiertniczego, w h,

t_2 – czas zużyty na zapuszczanie przyrządu wiertniczego, w h,

t_3 – czas zużyty na wiercenie, czyli czas pracy świda, w h,

t_4 – czas zużyty na dodawanie przewodu wiertniczego, w h,

t_5 – czas zużyty na wyciąganie przewodu wiertniczego, w h.

Wiercenie udarowe – skała urabiana jest przez udary podnoszonego i opadającego świda. Przewód wiertniczy wprowadzany jest w ruch posuwisto-zwrotny ręcznie lub mechanicznie za pomocą wahacza lub szarpaka.

Wiercenie obrotowe – polega na skrawaniu, ścieraniu lub kruszeniu skał obracającym się świdem lub koronką. Przewód wiertniczy wprowadzany jest w ruch obrotowy ręcznie lub mechanicznie za pomocą stołu obrotowego, wrzeciona lub głowicy napędowej.

Wiercenie wibracyjne – polega na przekazywaniu przez wibrator na sondę drgań o dużej częstotliwości i zagłębianiu się jej w skałę w wyniku osłabienia spójności skały.

Wiercenie płuczkowe – zwierciny z dna otworu wynoszone są za pomocą płuczki wiertniczej.

Wiercenie bezpłuczkowe (suche) – zwierciny z dna otworu usuwane są za pomocą specjalnego narzędzia czerpiącego. Zastosowanie płuczki wymaga użycia przewodu z rur, natomiast przy wierceniach suchych świder zapuszcza się do otworu na żerdziach lub na linie.

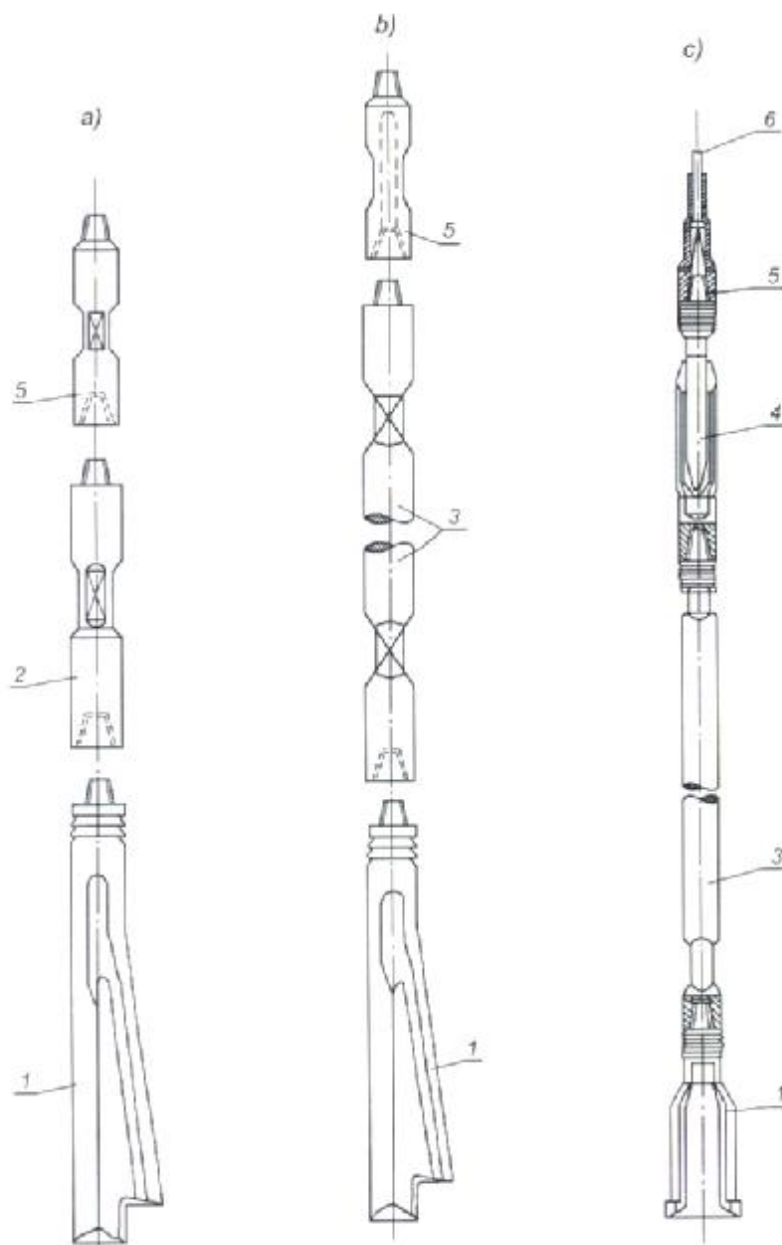
Klasyfikacja metod wiercenia

Tabela 1. Klasyfikacja metod wiercenia

Tabela 1. Klasyfikacja metod wiercenia						
Wiercenia udarowe	ręczne	suche	żerdziowe lub linowe			
	maszynowe		żerdziowe			
			linowe z wahaczem lub szarpakiem			
		szybkoudarowe z płuczką				
Wiercenia obrotowe	ręczne	okrętne				
	zmechanizowane	okrętne				
	maszynowe	małośrednicowe	rdzeniowe	z płuczką	wrzecionowe	
					stołowe	
			pełnootworowe	z płuczką	z głowicą napędową	
					stołowe	
		normalnośrednicowe	rdzeniowe lub pełnootworowe	suche	z głowicą napędową	
					ślimakowe	
			wielkośrednicowe	rdzeniowe lub pełnootworowe	z płuczką	stołowe
						turbowiertem
						elektrowiertem
						kierunkowe
						ukośne
			stołowe			
			turbowiertem			
Wiercenia udarowo-obrotowe	maszynowe	normalno i wielkośrednicowe	rdzeniowe lub pełnootworowe	z płuczką lub suche	stołowe	
					z szarpakiem	
					z głowicą napędową	
Wiercenie wibracyjne	maszynowe	małośrednicowe	rdzeniowe	suche	przewód z sonda	

4.1.1.2. Wiercenia udarowe

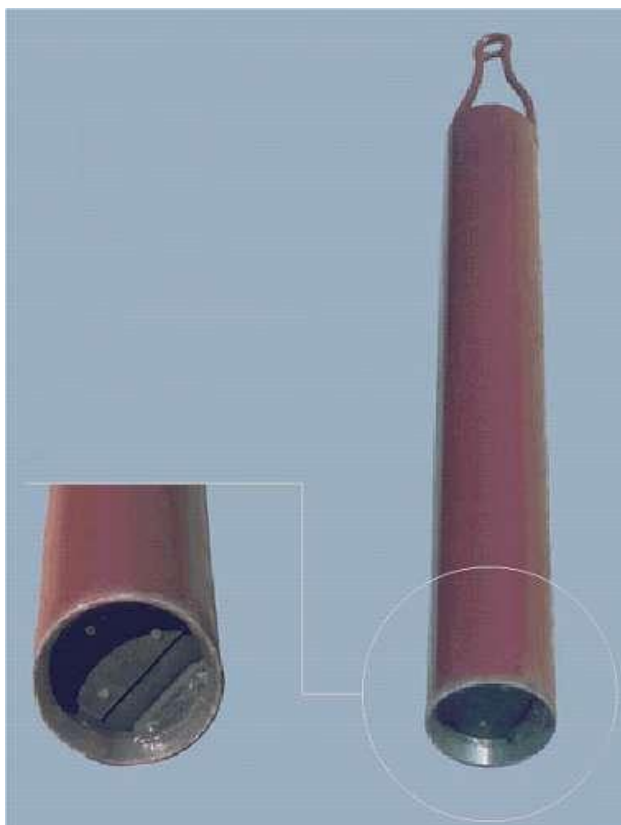
Wiercenie otworu metodą udarową polega na kruszeniu skały za pomocą narzędzi zwanych świdrami udarowymi. Świder skręcony razem z obciążnikiem, nożycami oraz pasterką tworzy przyrząd wiertniczy, który zawieszony jest na linie. Drugi koniec liny po przejściu jej przez wielokrążek na koronie wieży nawinięty jest na bęben wiertniczy. Wiercenie polega na miarowym uderzaniu świdra o dno otworu. Ruch pionowy świdra (posuwisto-zwrotny) oraz liny wywołuje się za pomocą mechanizmu korbowego i wahacza lub szarpaka urządzenia wiertniczego. Lina stalowa pod wpływem obciążenia przyrządem wiertniczym rozkręca się, powodując obrót świdra. Natomiast pasterka powoduje ponowne skręcanie się liny w chwili uderzenia świdra o dno otworu. W ten sposób świder za każdym razem uderza w innym miejscu o dno otworu, dzięki czemu powstaje otwór o przekroju kołowym.



Rys. 1. Przyrząd wiertniczy z linowym wierceniem uderowym: 1 – świder, 2 – łącznik, 3 – obciążnik, 4 – nożyce wolnospadowe, 5 – pasterka, 6 – lina [3, s. 22]

Powstające w czasie wiercenia okruchy skalne, czyli zwierciny muszą być co pewien czas usuwane z otworu. Dla ułatwienia ich wydobywania, zwłaszcza gdy wiercenie odbywa się w warstwach suchych, doprowadza się na dno otworu w nieznacznej ilości wodę.

W miarę głębienia otworu zwiększa się ilość zwiercin w otworze, co powoduje zmniejszenie postępu wiercenia. W celu ich usunięcia przerywa się wiercenie, a przyrząd wiertniczy wyciąga się z otworu, nawijając linę świdrową (do której przymocowany jest przyrząd wiertniczy) na bęben wiertniczy. Następnie do otworu zapuszcza się łyżkę wiertniczą zawieszoną na linie łyżkowej, nawiniętej na bębnie łyżkowym. Łyżka wiertnicza wykonana jest z cienkościennej rury i zaopatrzona jest u dołu w zawór otwierający się przez postawienie łyżki na dnie otworu, a zamykający się pod ciężarem własnym i ciężarem zwiercin przy wyciąganiu jej z otworu. Łyżkę po jej napełnieniu zwiercinami wyciąga się z otworu przez nawijanie liny łyżkowej na bęben łyżkowy. Po wyciągnięciu łyżki z otworu opróżnia się ją ze zwiercin, które spływają do przygotowanego dołu zwiercinowego.



Rys. 2. Łyżka wiertnicza [www.szcurlat.com.pl]

4.1.1.3. Wiercenia wibracyjne

Przy wierceniach wibracyjnych skała na dnie otworu urabiana jest za pomocą uderzeń mechanicznych (drgań) o wysokiej częstotliwości (1200–2500 uderzeń na minutę), które są wywoływane urządzeniem wibracyjnym i przekazywane bezpośrednio przez przewód wiertniczy na narzędzie urabiające skałę. Uderzenia te mogą być przekazywane bezpośrednio przez przewód wiertniczy na narzędzie urabiające skałę – wtedy urządzenie takie nazywa się wibratorem, albo też mogą być przekazywane pośrednio przez młot i kowadło – wtedy urządzenie takie nazywa się wibromłotem.

Wiercenia wibracyjne stosowane są w zasadzie do wiercenia w skałach miękkich i kruchych. Jeśli na narzędzie urabiające skałę oprócz siły osiowej zostanie przekazany i moment obrotowy, wtedy metoda ta może być stosowana i do wiercenia w skałach twardych.

Wiercenia wibracyjne mogą być stosowane tylko przy wierceniu otworów do głębokości 100 m. W przypadku większych głębokości wibratory wgłębne (wibrowiertły) umieszcza się na spodzie otworu.

Rodzaj narzędzia urabiającego przy wierceniu wibracyjnym zależy od fizycznych i mechanicznych właściwości skał i przeznaczenia otworu. Są to sondy i świdry rurowe z zaostrzonym butem.

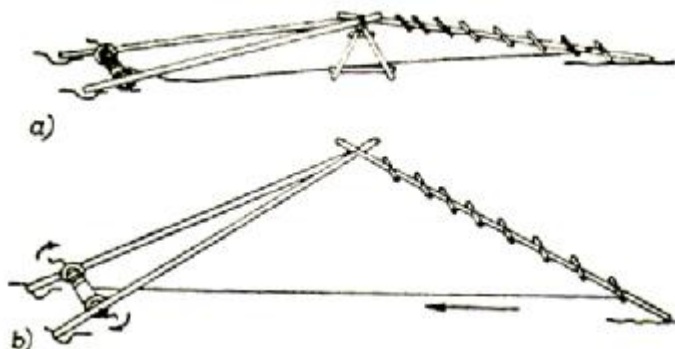
4.1.1.4. Wiercenia ręczne (okrętne)

Zasadniczą cechą wierceń ręcznych okrętnych jest to, że otwór wiertniczy wykonywany jest za pomocą świdra wprowadzanego w ruch obrotowy siłą rąk ludzkich. Nacisk na świder wywierany jest przez sztywny przewód wiertniczy, składający się z żerdzi wiertniczych, do których przykręcony jest świder. Zwierciny gromadzące się w czasie wiercenia w świdrze lub

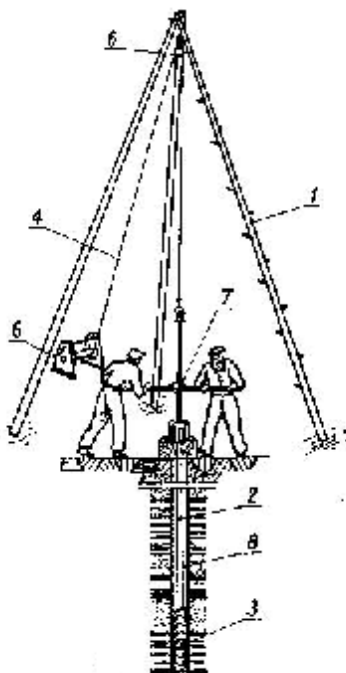
na świderze (zależnie od konstrukcji użytego narzędzia) są usuwane z otworu równocześnie z wyciąganym świderem.

Wiercenia ręczne okrętne stosowane są do odwiercania płytkich otworów w miękkich, sypkich lub słabo zwięzłych utworach trzecio- i czwartorzędowych. Głębokość otworów w zasadzie nie przekracza 50 m, a średnice wahają się w granicach 70–350 mm, niekiedy wynoszą nawet 700 mm.

Urządzenie do wierceń okrętnych składa się z trójnoga lub czwórnoga, kołowrotu lub wciągarki, ze sztywnego przewodu (żerdzi wiertniczych) oraz z narzędzia wiertniczego.



Rys. 3. Schemat stawiania trójnoga a) położenie przed podnoszeniem, b) położenie podczas podnoszenia [6, s. 77]



Rys. 4. Wiercenie z trójnogiem 1 – trójnóg, 2 – przewód żerdziowy, 3 – świder, 4 – lina, 5 – krążek linowy, 6 – wciągarka ręczna, 7 – klucz pokretny, 8 – rury okładzinowe [3, s. 18]

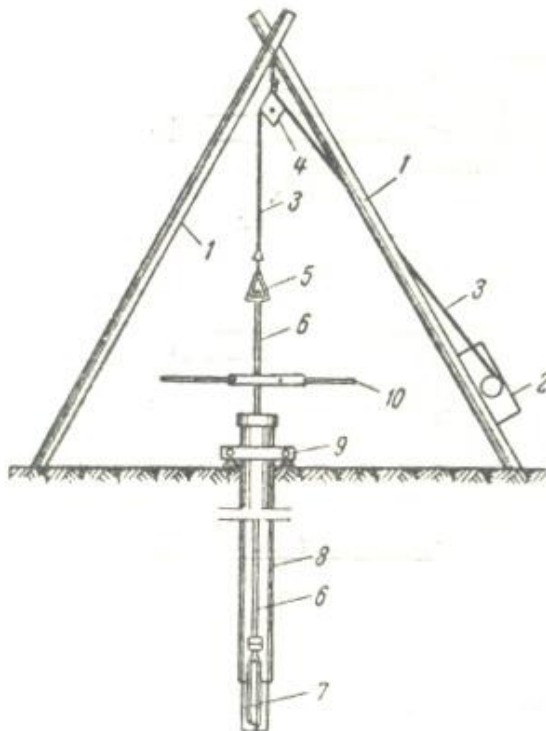
Technologia wierceń okrętnych

Po przygotowaniu terenu i skompletowaniu wyposażenia do wiercenia stawia się trójnog. W osi wierconego otworu wykonuje się ręcznie wgłębienie 20–30 cm, nad którym układa się podłogę z otworem, przez który będzie zapuszczane narzędzie wierzące, a później rury okładzinowe.

Następnie przygotowuje się przyrząd wiertniczy. Odpowiednio dobrany świder, zwykle rurowy lub spiralny, przykręca się do krótkiej żerdzi wiertniczej (1,5–2,5 m), a na górny jej koniec nakręca się okrętkę. Kilkadziesiąt centymetrów poniżej okrętki przymocowuje się klucz pokretny. Tak przygotowany przyrząd wiertniczy podnosi się kołowrotem lub

wciągarką do góry i zapuszcza do przygotowanego wcześniej wgłębienia, ustawiając go w pionie.

Wiercenie rozpoczyna się przez obracanie przez dwóch robotników przyrządu wiertniczego za pomocą klucza pokrętnego, przy jednoczesnym wywieraniu nacisku na świder. W tym czasie trzeci robotnik stara się utrzymywać przyrząd wiertniczy w pionie tak długo, aż otwór nie osiągnie głębokości kilku metrów. W celu zmniejszenia tarcia świdera o ściany otworu oraz ułatwienia wiercenia można wlać do otworu nieco wody. Po odwierceniu otworu na głębokość 3–5 m osadza się w nim tzw. rurę prowadnikową, która zabezpiecza otwór przed obsypywaniem się ścian.



Rys. 5. Schemat urządzenia wiertniczego do wierceń okrężnych 1 – nogi trójnoga, 2 – wciągarka ręczna, 3 – lina, 4 – krążek linowy, 5 – elewator, 6 – zerdzie, 7 – świder rurowy, 8 – rury okładzinowe, 9 – ściski do podwieszania rur okładzinowych, 10 – klucz wiertniczy pokrętny [6, s. 78]



Rys. 6. Świder rurowy [www.szcurlat.com.pl]

Przy wierceniu świdrem spiralnym należy go co pewien czas podnosić na wysokość kilkunastu centymetrów ponad dno w celu oderwania zwierconej skały od calizny.

Z chwilą całkowitego wypełnienia świdra zwiercinami, wyciąga się go z otworu w celu opróżnienia ze zwiercin. Po oczyszczeniu świdra zapuszcza się go ponownie do otworu i prowadzi wiercenie dalej, przesuwając stopniowo klucz pokrętny na żerdzi do góry. Po zwierceniu odcinka żerdzi dokręca się kolejną żerdź wiertniczą.

4.1.1.5. Technika i parametry wiercenia obrotowego

Wiercenie obrotowe w przeciwieństwie do wiercenia udarowego polega na tym, że świder lub koronka rdzeniowa znajduje się w stałej styczności z dnem otworu wiertniczego. Dzięki krążącej płuczce wiertniczej zwierciny przy wierceniu obrotowym są usuwane bez przerw z dna i spodu otworu wiertniczego na powierzchnię. Dlatego też postęp wiercenia jest przy wierceniach obrotowych znacznie większy niż przy wierceniach udarowych. Płuczka wiertnicza w czasie krążenia wywiera też ciśnienie na ściany otworu i wzmacnia je przez osadzający się z niej osad ilowy. Poza tym praca koronki czy świdra obrotowego jest przy wierceniu spokojniejsza niż praca świdra udarowego. Z tych też względów nie ma potrzeby ciągłego rurowania otworu przy wierceniu obrotowym jak przy wierceniu udarowym. Dlatego lepsze efekty ekonomiczne dają wiercenia metodami obrotowymi.

Technologia wiercenia oznacza dobór narzędzia wierzącego oraz parametrów wiercenia. Do parametrów wiercenia należą: nacisk, prędkość obrotowa i ilość tłoczzonej płuczki. Dobór narzędzia wierzącego zależy od kategorii przewiercanych skał, stopnia poznania budowy geologicznej obszaru, na którym prowadzi się wiercenie oraz możliwych do uzyskania parametrów wiercenia. Może zależeć również od umiejętności i doświadczenia wiertacza prowadzącego wiercenie.

Jednym z podstawowych czynników mających wpływ na pracę narzędzia wierzącego oraz na uzyskane wyniki jest **nacisk** wywierany na narzędzie wierzące. Pod wpływem nacisku zęby, twarde spieki czy diamenty wgłębiają się w skałę na dnie otworu. Wielkość zagłębienia ostrzy narzędzia zależy od wielkości nacisku oraz od wytrzymałości skały. O prędkości wiercenia nie decyduje jednak wielkość nacisku całkowitego, gdyż rozkłada się on na wszystkie ostrza czy zęby narzędzia wierzącego. Zwiercanie skały zależy przede wszystkim od nacisku jednostkowego, tj. nacisku wywieranego na jednostkę powierzchni ostrza koronki. Zagłębienie ostrza koronki w skałę i jej zwiercanie następuje dopiero wtedy, gdy nacisk jednostkowy jest większy od wytrzymałości skały, czyli gdy:

$$P_0 \geq k_s \cdot F \text{ [N]}$$

gdzie:

P_0 – nacisk na jeden ząb koronki zębatej, w N,

k_s – wytrzymałość skały na ściskanie, w Pa,

F – rzut poziomy powierzchni styku jednego zęba koronki ze skałą, $F = a \times b$, w cm^2 ,

a – grubość zęba koronki, w cm,

b – szerokość zęba koronki, w cm.

W związku z tym nacisk całkowity P , jaki trzeba wywrzeć na koronkę, aby mogła ona zwiercać skałę, można obliczyć z wzoru:

$$P \geq k_s \cdot z \cdot F \text{ [N]}$$

gdzie:

z – liczba zębów w koronce.

Aby utrzymać stały nacisk jednostkowy, należy w miarę tępienia się ostrzy koronki zwiększać stopniowo nacisk całkowity. Nacisk na narzędzie wiertnicze reguluje się przez odpowiednie popuszczanie przewodu wiertniczego, które powinno być płynne.

Zwiększenie nacisku powoduje zwiększenie postępu wiercenia, a zatem zwiększenie ilości powstających zwiercin. Dlatego też dla ich usunięcia i umożliwienia pracy narzędzia na czystym dnie otworu należy równocześnie zwiększyć ilość płuczki tłoczonej do otworu. Nacisk na świder zależy od ilości (ciężaru) obciążników.

Średnie wartości nacisku jednostkowego p dla pięciu podstawowych kategorii skał podano w tabeli 2.

Tabela 2. Średnie wartości nacisku jednostkowego

Kategoria	Nacisk jednostkowy p [kN/cm]
Bardzo miękkie	1,75–5,65
Miękkie	5,65–7,00
Średnio twarde	7,00–8,70
Twarde	7,75–14,3
Bardzo twarde	powyżej 12,6

Aby uniknąć nadmiernego wyboczenia obciążników pod wpływem ściskania, udział w wywieraniu nacisku bierze tylko część obciążników. W praktyce do wywierania nacisku wykorzystuje się od 50% do 75% całkowitej długości obciążników.

Masę obciążników obliczamy ze wzoru:

$$m_o = 795,6 \frac{p \cdot D_s}{k(r_s - r_{pt})} 10^3 \quad [\text{kg}]$$

gdzie:

p – nacisk jednostkowy na świder, w kN/cm,

D_s – średnica świdra, w m,

ρ_s – gęstość stali, w kg/m³ (7800),

ρ_{pt} – gęstość płuczki, w kg/m³,

k – współczynnik wykorzystania długości obciążników, $k = 0,5$ do $0,75$.

Badania technologii wiercenia wykazały, że postęp wiercenia rośnie wraz ze wzrostem **prędkości obrotowej**. Wzrost ten jednak zachodzi tylko do pewnej granicznej wartości prędkości obrotowej, powyżej której postęp spada. Należy bowiem równocześnie zwiększyć i pozostałe parametry wiercenia, zwłaszcza ilość płuczki tłoczonej do otworu, aby stworzyć warunki do usunięcia z dna otworu zwiększonej ilości zwierciny. Pamiętać jednak należy, że przy zbyt wysokiej prędkości obrotowej narzędzia wiertniczego następuje znacznie szybsze jego zużycie, zwłaszcza na jego obrzeżu, gdzie prędkość obwodowa jest najwyższa.

Prędkość obwodową narzędzia wiertniczego można obliczyć z wzoru:

$$v_0 = \frac{p \cdot D \cdot n}{60} \quad [\text{m/s}]$$

gdzie:

D – zewnętrzna średnica narzędzia wierzącego, mm,

n – prędkość obrotowa, w obr./min.

Postęp wiercenia zależy w dużym stopniu od intensywności i skuteczności płukania dna otworu. Tłoczenie do otworu większej ilości płuczki powoduje, że wypływa ona z narzędzia wierzącego z większą prędkością i lepiej oczyszcza dno otworu ze zwiercin. Większa ilość

tłoczonej do otworu płuczki powoduje w rezultacie zwiększenie postępu wiercenia, zwłaszcza w skałach miękkich, gdzie tworzą się zwierciny o większych wymiarach, do których wyniesienia konieczna jest większa prędkość przepływu płuczki. Intensywność płukania otworu może mieć ujemny wpływ przy wierceniu rdzeniowym, gdyż płuczka działa wymywająco na uzyskiwany rdzeń.

Wiercenie przebiega normalnie, gdy prędkość przepływu płuczki w przestrzeni pierścieniowej wynosi 0,9–1,3 m/s przy przewiercaniu ilów, iłolupków i piasków oraz 0,7–1,0 m/s przy wierceniu w skałach zwięzłych. Natomiast przy przewiercaniu skał sypkich prędkość ta powinna być większa i może wynosić 1,3–1,5 m/s.

Ilość tłoczonej płuczki potrzebną przy wierceniu można obliczyć z wzoru:

$$Q = 0,785 \cdot v \cdot (D^2 - d^2) \text{ [l/s]}$$

gdzie:

v – prędkość przepływu płuczki w przestrzeni pierścieniowej otworu, w dm,

D – średnica otworu, w dm,

d – średnica zewnętrzna rur płuczkowych, w dm.

Pomiędzy tymi podstawowymi parametrami wiercenia zachodzą pewne zależności matematyczne. Najogólniej biorąc, zależność między mechaniczną prędkością wiercenia a parametrami wiercenia można przedstawić w następującej postaci:

$$V_{mech} = \frac{Z \cdot n \cdot P^2}{\sigma_c^2} \text{ [m/h]}$$

gdzie:

V_{mech} – mechaniczna prędkość wiercenia,

n – prędkość obrotowa narzędzia, w obr./min.

P – nacisk całkowity, w N.

σ_c – wytrzymałość skały na zgniatanie, w Pa.

Z – współczynnik zwiercalności skały.

4.1.1.6. Technika wiercenia i sposób prowadzenia wierceń małośrednicowych

Wiercenia małośrednicowe należą do wierceń obrotowych płuczkowych. Średnica wiercenia małośrednicowego wynosi od 54–165 mm.

Mogą to być wiercenia rdzeniowe lub bezrdzeniowe. Wiercenie rdzeniowe daje możliwość otrzymania próbek skał o nienaruszonej strukturze z każdej głębokości otworu, co pozwala nie tylko dokładnie ustalić przekrój geologiczny otworu, ale także określić fizyczne i mechaniczne właściwości skał. Jako narzędzia urabiające skałę stosuje się koronki wiertnicze zębate, zbrojone twardymi spiekami lub diamentami oraz koronki śrutowe. Do wierceń bezrdzeniowych stosuje się świdry wiertnicze.

Przy wierceniu małośrednicowym nacisk na koronę rdzeniową, obroty i tłoczenie płuczki wykonuje się za pomocą zespołu urządzeń do wiercenia wraz z napędem i pompą płuczkową. Zespół ten nazywa się wiertnicą.

Otwory płytkie w skałach miękkich wykonywane są za pomocą wiertnicy zamontowanej na specjalnym samochodzie, a otwory głębsze w skałach twardych – za pomocą urządzeń stacjonarnych, zamontowanych na stalowych ramach na fundamencie. Wiertnicę mającą zabudowania wiertnicze obejmujące wieżę wiertniczą oraz jatę nazywa się wiertnią.

Koronkę rdzeniową wprawia w ruch obrotowy silnik spalinowy lub elektryczny, natomiast nacisk wywiera urządzenie hydrauliczne wiertnicy. Koronka rdzeniowa jest przykręcona do rury rdzeniowej służącej do pomieszczenia odwierconego rdzenia. W koronce

mieści się urywak rdzenia. Rura rdzeniowa od góry łączy się za pośrednictwem łącznika redukcyjnego z rurami płuczkowymi. Koronka z urywakiem rdzenia, rurą rdzeniową i łącznikiem redukcyjnym nazywa się rdzeniówką. Górna rura płuczka przewodu jest umocowana uchwytyami szczękowymi we wrzecionie wiertnicy. Wrzeciono jest tak wykonane, że w czasie wiercenia może się obracać i jednocześnie przesuwając pionowo w dół lub w górę. Jest to konieczne dla opuszczania przewodu z rdzeniówką w miarę zagłębiania się koronki rdzeniowej w czasie wiercenia. Przesuwanie wrzeciona przy popuszczaniu i regulowanie nacisku koronki rdzeniowej na dno otworu odbywa się za pomocą dwustronnej zębówki albo urządzenia hydraulicznego wiertnicy. W czasie wiercenia silnik obraca wał główny napędowy i wrzeciono, powodując obrót całej kolumny rur płuczkowych wraz z rdzeniówką. Zwierciny powstałe ze zwiercania pierścienia skały wynosi woda lub płuczka wiertnicza na powierzchnię ziemi.

Płuczka jest zasysana przez pompę ze zbiornika płuczkowego roboczego przez wąż gumowy, następnie tłoczona wężem gumowym przez głowicę płuczkową, rurę płuczkową, wrzeciono, rury płuczkowe, łącznik redukcyjny, rurę rdzeniową i koronkę na spód otworu wiertniczego. Ze spodu otworu płuczka porywa zwierciny i wynosi je na powierzchnię przestrzeni pierścieniową, tzn. między rdzeniówką i przewodem a ściankami otworu lub rurami okładzinowymi, i przepływa korytami płuczkowymi do zbiornika zwiercin, a stąd do zbiornika roboczego.

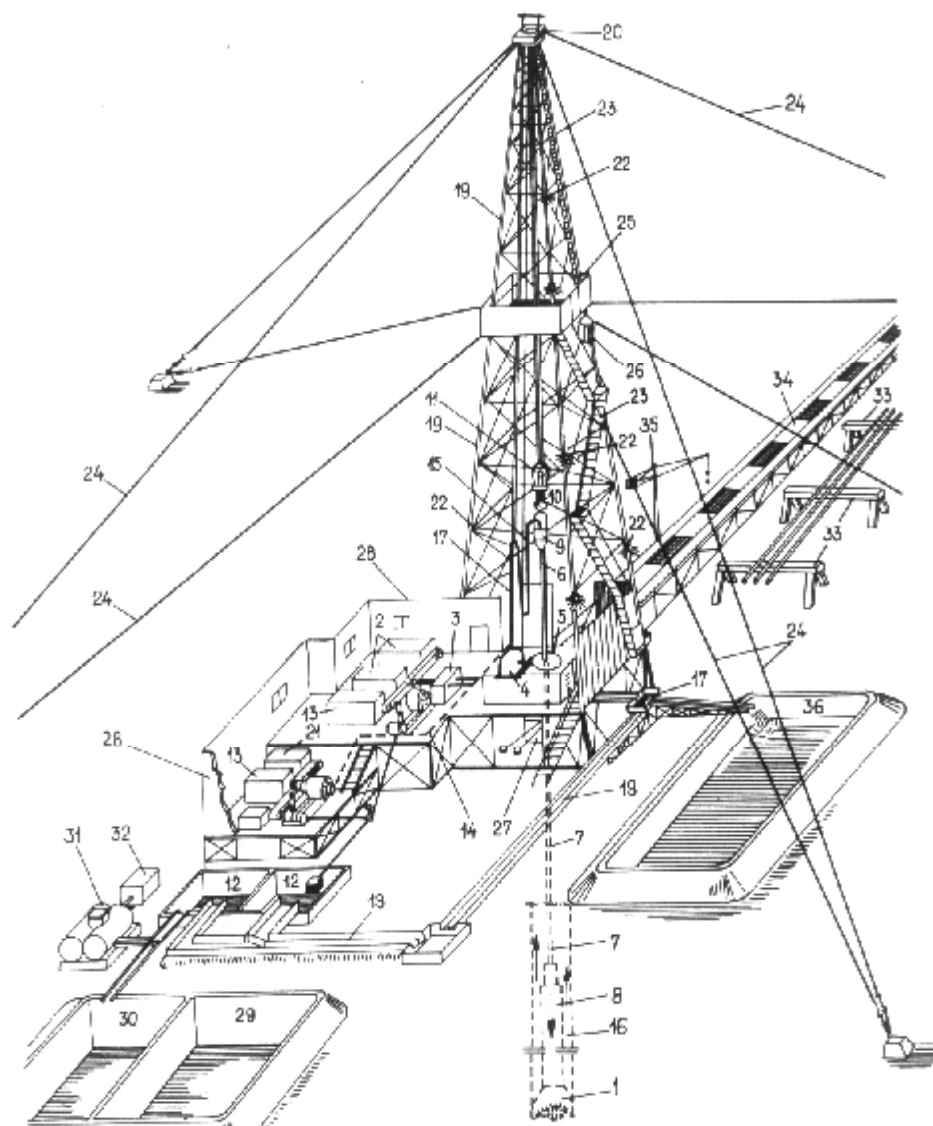
Po odwierceniu rdzenia o długości rury rdzeniowej wyciąga się rury płuczkowe wraz z rdzeniówką, aby wyjąć rdzeń z rury rdzeniowej. Do wyciągania rur płuczkowych używa się bębna linowego wyciągowego wiertnicy. Na bębnie jest nawinięta lina wyciągowa. Jest ona jednym końcem zamocowana na bębnie wyciągowym, następnie przechodzi przez krążki linowe, a drugim końcem jest umocowana przy fundamencie wieży wiertniczej. Ten zamocowany koniec liny nazywa się „martwym”, na nim jest umieszczony ciężarowskaz, który wskazuje na manometrze wielkość ciężaru zawieszonego na haku wyciągowym. Na haku tym wisi chomąto głowicy płuczkowej, która umożliwia krążenie płuczki oraz obrót rur płuczkowych w czasie wiercenia. Do głowicy płuczkowej jest przykręcona górna rura przewodu wiertniczego.

Przewód wiertniczy wyciąga się za pomocą urządzenia wyciągowego, po wyłączeniu pompy płuczkowej. Do rozkręcania kolumny rur płuczkowych na poszczególne pasy lub na pojedyncze odcinki rur używa się kluczy ręcznych lub mechanicznych zawieszonych nad wylotem otworu. Wyciąganie rur płuczkowych pasami złożonymi z dwóch odcinków rur stosowane jest wtedy, gdy pozwala na to wysokość wieży lub wieżomasztu. Pasy te ustawiane są wewnątrz wieży.

Po wyciągnięciu rury rdzeniowej i wyjęciu rdzenia, a w wypadku konieczności – wymianie koronki rdzeniowej, zapuszcza się ją ponownie do otworu i prowadzi wiercenie dalej.

4.1.1.7. Technika wiercenia i sposób prowadzenia wierceń normalnośrednicowych.

Tą metodą prowadzi się wiercenia otworów przy poszukiwaniu złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, a także wykonuje się otwory geologiczno-poszukiwawcze, eksploatacyjne i mrozeniowe przy drążeniu szybów metodą górniczą. Średnica wiercenia normalnośrednicowego wynosi od 143–438 mm; a średnica stosowanych rur płuczkowych od 6 5/8" do 2 3/8".



Rys. 7. Schemat wiertni obrotowej typu Rotary [12, s.57]

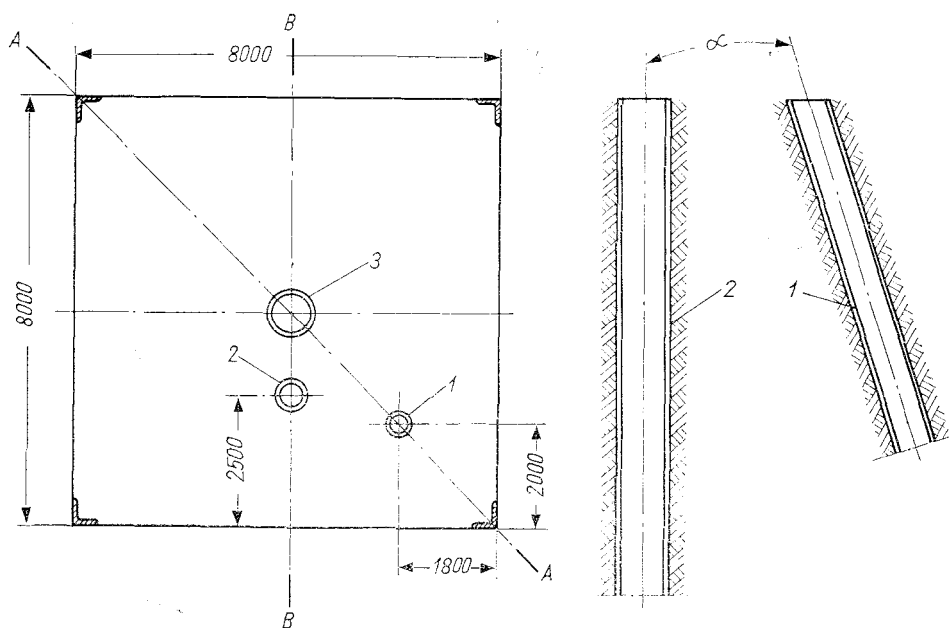
Podczas wierceń normalnośrednicowych silniki przekazują obroty na wyciąg wiertniczy oraz za pośrednictwem skrzyni przekładniowej (3) na stół wiertniczy (5), który obraca przewód wiertniczy. Przewód wiertniczy składa się z graniatki (6), która przechodzi przez stół wiertniczy i przekazuje obroty na rury płuczkowe, rur płuczkowych (7) i obciążników (8) przykręconych do dolnej części kolumny rur płuczkowych, przy czym do dolnego obciążnika przykręcony jest świder (1). Do graniatki w górnej części przykręcona jest głowica płuczkowa (9). Przewód wiertniczy jest zawieszony razem z głowicą na haku wiertniczym (10), który wisi na wielokrążku ruchomym (11) w wieży wiertniczej.

Zwierciny powstałe w czasie wiercenia są usuwane spod ostrzy świdra na powierzchnię ziemi przez płuczkę wiertniczą. Płuczka wiertnicza przetłaczana jest z powierzchni ziemi ze zbiorników płuczkowych pompami płuczkowymi, rurociągiem tłoczącym i węzłem gumowym przez głowicę płuczkową, przewód wiertniczy oraz świder na dno otworu. Dla uniknięcia „udarów” płuczki zamontowane są odpowiednie kompensatory. Płuczka usuwa zwierciny z dna otworu i wynosi je na powierzchnię przestrzeni pierścieniową zawartą między ścianą otworu a przewodem wiertniczym. Na powierzchni ziemi oczyszcza się płuczkę ze zwiercin na sicie płuczkowym, oddzielaczach mechanicznych i korytach płuczkowych.

Wiertnia do wiercenia obrotowego (typu Rotary) składa się z następujących części: wieży wiertniczej (19) z wielokrążkiem stałym (20) i ruchomym (11), silników napędowych (2) i (21), służących do napędu pomp płuczkowych (13) i wyciągu wiertniczego (4), stołu wiertniczego (5), haka wiertniczego (10), głowicy płuczkowej (9) oraz systemu oczyszczania płuczki na powierzchni ziemi. Wieża wiertnicza jest odpowiednio oświetlona lampami (22), a do wyjścia na nią służą zabezpieczone kabłąkami drabiny (23). Przed wywróceniem zabezpieczają wieżę liny kotwiczne (24). Przy pomoście wieży (25) znajduje się wózek zjazdowy (26) a pod podbudową wieży jest zamontowana głowica przeciwybuchowa (27). Obok jaty wieży (28) przy zbiornikach zapasowych na płuczkę (29) i (30) jest zainstalowany mieszalnik płuczki (31) napędzany osobnym silnikiem (32). Przed wieżą znajdują się podpory składowe (33), tor jezdny (34) i dźwig wyładowczy (35). Z boku wieży znajduje się dół zwiercinowy (36), odpowiednio zabezpieczony.

Przed przystąpieniem do właściwego wiercenia w przypadku wiercenia otworów głębokich należy wykonać prace przygotowawcze, do których należy:

- I. Wykonanie szybika i ustawienie rury wstępnej. Szybik wykonuje się o głębokości od 4 do 7 m i w nim ustawia się w betonie rurę wstępną w celu umocnienia wylotu otworu i zabezpieczenia słabo związanych warstw przed obsypywaniem się i wypłukaniem przez płuczkę w czasie wiercenia. Należy pamiętać, aby środek rury wstępnej był zgodny ze środkiem wieży wiertniczej oraz aby rura ta była ustawiona pionowo. W trudnych warunkach geologicznych, gdy górne warstwy są bardzo sypliwe, wtedy rurę wstępną daje się na większą głębokość. Zwykle średnica rury wstępnej jest około 100 mm większa od średnicy świda, którym ma się prowadzić wiercenie otworu na dalszą głębokość. Koniec rury wstępnej na wierzchu powinien dochodzić pod podstawę stołu wiertniczego dla umożliwienia odpływu płuczki do koryt.
- II. Sporządzenie potrzebnej ilości płuczki wiertniczej. Płuczka jest niezbędna od samego rozpoczęcia wiercenia. Przed sporządzeniem dokonuje się obliczeń dotyczących zapotrzebowania płuczki dla projektowanego otworu o przewidywanej określonej średnicy i głębokości. Ustala się też jej własności i oblicza zapotrzebowanie iłu niezbędnego do sporządzenia danej ilości płuczki wiertniczej.
- III. Odwiercenie bocznych otworów. Do odwiercania bocznych otworów służy odpowiednie urządzenie. Przy głębokich otworach wykonuje się zwykle dwa boczne otwory. Do jednego wkłada się graniatkę wraz z głowicą płuczkową na czas trwania operacji dźwigowych i czynności pomocniczych, a do drugiego otworu pas rur płuczkowych lub rurę płuczkową. Jeden z bocznych otworów 1 (rys. 8) powinien mieć głębokość około 12 m. Jest on przeznaczony na graniatkę (przekrój A-A), zaś do drugiego otworu 2 odstawia się pas rur płuczkowych. Otwór ten powinien mieć głębokość około 22 m, a nawet i więcej.
Obydwa te otwory orurowuje się rurami okładzinowymi. Otwór na graniatkę w zależności od typu wiertnicy może być wywiercony pod kątem $\alpha = 20^\circ$ względem otworu głównego 3 w płaszczyźnie A-A. Natomiast otwór na rury płuczkowe pod kątem $\alpha = 8^\circ$ w płaszczyźnie B-B względem otworu głównego.
- IV. Poziome ustawienie stołu wiertniczego w środku wieży. Środek stołu wiertniczego powinien dokładnie zgadzać się ze środkiem wieży wiertniczej i środkiem rury prowadnikowej.
- V. Skręcenie pasa obciążników ze świdrem.
- VI. Badanie centrycznego ustawienia krążków wielokrążka. W tym celu zawiesza się na haku wiertniczym głowicę płuczkową i graniatkę bez połączenia jej z węzem płuczkowym. Przy prawidłowym ustawieniu krążków wielokrążka zawieszona na haku wiertniczym głowica z graniatką powinna trafiać dokładnie w oś otworu i w otwór stołu wiertniczego.



Rys. 8. Usytuowanie bocznych otworów [13, s. 119]

Roboty wiertnicze przy wierceniu otworu wiertniczego są prowadzone zwykle na trzy zmiany. Załogę jednej zmiany tworzą: wiertacz, pomocnicy wiertacza, motorowy i płuczkowy. Liczebność załogi zależy przede wszystkim od typu urządzenia wiertniczego i głębokości wiercenia.

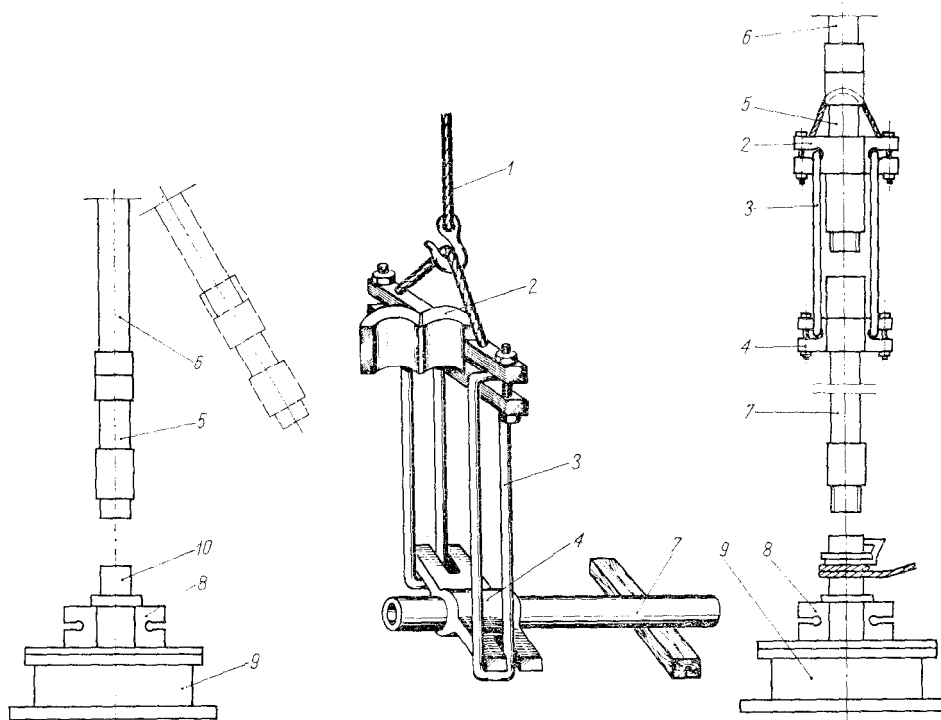
Jednym z zasadniczych warunków dobrej techniki wiercenia jest właściwy dobór czynników wpływających na skuteczną pracę świda na dnie otworu wiertniczego. Do tych czynników należą przede wszystkim: jednostkowy nacisk świda na skałę, prędkość obwodowa świda, ilość i jakość krążącej w otworze płuczki, a więc prędkość wynoszenia zwiercin, oraz dobór świda odpowiednio do zwiercalności skał. Wyżej wymienione czynniki powinny być tak wzajemnie dobrane, aby można było uzyskać w danych warunkach geologiczno-technicznych jak najlepsze ilościowe i jakościowe wyniki wiercenia otworu wiertniczego.

W miarę postępu wiercenia, czyli zagłębiania się świda i zwiększania głębokości otworu, przy krążeniu płuczki stopniowo popuszcza się przewód wiertniczy ze stanowiska wiertacza przy wyciągu wiertniczym. W czasie popuszczania przewodu wiertniczego graniatka przesuwa się w dół w stole wiertniczym.

Po odwierceniu odcinka otworu równego długości graniatki zachodzi konieczność dodawania kawałków (półpasów) rur płuczkowych. Pierwszy sposób polega na tym, że graniatkę odkręca się i opuszcza wraz z głowicą płuczkową do bocznego otworu. Następnie podnosi się rurę płuczkową z drugiego otworu bocznego lub z podpór składowych i dokręca do podchwyconej kolumny rur płuczkowych przy użyciu odpowiednich kluczy szczękowych i stołu wiertniczego.

Druga metoda dodawania rur płuczkowych polega na użyciu trzech elewatorów (rys. 9). W czasie wiercenia wyciąga się do wieży wiertniczej półpas 7 rur płuczkowych i wstawia się go do bocznego otworu. Na przedni koniec półpasa 7 rur płuczkowych nakłada się elewator 4, który jest łączony za pomocą wieszaków 3 z elewateorem 2. Na linii 1 na ustalonej wysokości nad podłogą wieży jest zawieszony otwarty elewator 2 z wieszakami 3, na których wisi drugi elewator 4. Po opuszczeniu graniatki z głowicą płuczkową nad stół wiertniczy i przerwaniu wiercenia podciąga się kolumnę rur płuczkowych do góry tak, aby można było odkręcić od niej graniatkę i następnie ustawia się ją na stole wiertniczym 9 na elewatorze 8. Po odkręceniu graniatki 6 od kolumny rur 10 odchyła się ją nieco w bok i zakłada się na nią elewator 2 a następnie podnosi się razem z półpasem do góry. Następnie zakłada się klucz i skręca

półpas z kolumną rur płuczkowych. Z kolei zdejmuje się ze stołu wiertniczego elewator 8, a kolumnę rur opuszcza się w dół i ustawia na elewatorze 4, z którego zdejmuje się wieszaki 3. Jednocześnie przygotowuje się klucz, którym przykręca się graniatkę do kolumny rur płuczkowych.



Rys. 9. Dodawanie rur płuczkowych przy użyciu trzech elewatorów.[13 s. 124]

Z chwilą, gdy świder ulegnie zużyciu i postęp wiercenia zmniejszy się, świder trzeba wyciągnąć i wymienić na nowy. Wówczas zapuszczanie i wyciąganie przewodu odbywa się przy użyciu wyciągu wiertniczego i wielokrążków oraz haka wiertniczego.

Wyciąganie i zapuszczanie kolumny rur płuczkowych pasami odbywa się po odstawieniu do bocznego otworu graniatki z głowicą płuczkową. Kolumna rur jest zamocowana w stole wiertniczym klinami wieloczłonowymi. Podczas operacji dźwigowych otwór powinien być dopełniany płuczką wiertniczą poprzez głowicę i podłączenie bocznego otworu przewodem dla odpływu płuczki. Po uchwyceniu kolumny rur płuczkowych zjeżdża w dół wielokrążek ruchomy z elewatorom zawieszonym na wieszakach spoczywających na haku wiertniczym. Po założeniu elewatora pod mufę rury płuczkowej kolumny, wyciąga się kolumnę rur do góry. Pomocnicy wiertacza wyjmują kliny wieloczłonowe z wirnika stołu wiertniczego. Z kolei po wyciągnięciu jednego pasa rur kolumny zakłada się z powrotem kliny i zapina klucz. Odcinanie połączenia gwintowego powinno być zmechanizowane, tzn. przy użyciu stołu wiertniczego i klucza lub dwóch kluczy maszynowych. Odkręcony pas rur płuczkowych stawia się z boku wieży po odpięciu elewatora przez pomocnika wieżowego pracującego na pomoście wieży. Prace powtarza się aż do wyciągnięcia ostatniego pasa obciążników ze świdrem.

Uzyskanie optymalnej mechanicznej prędkości wiercenia jest możliwe wtedy, gdy poszczególne parametry technologii wiercenia będą mieć odpowiednio dobrane wartości w zależności od fizyko-mechanicznych właściwości przewiercanych skał. Do racjonalnego doboru parametrów wiercenia niezbędna jest aparatura kontrolno-pomiarowa i zabezpieczająca.

Wiertnice powinny być zaopatrzone w odpowiednie urządzenia zezwalające na pomiary i rejestrację następujących parametrów:

- a) nacisku osiowego, kN,
- b) mechanicznej prędkości wiercenia, m/h,
- c) momentu obrotowego, kNm,
- d) ilości przepływającej płuczki, oraz jej ubytku, l/min.

Takie pomiary i rejestracja dają podstawy do oceny aktualnie utrzymywanych parametrów, pozwalają na prowadzenie analizy wpływu poszczególnych parametrów czy też zespołu parametrów na prędkość wiercenia.

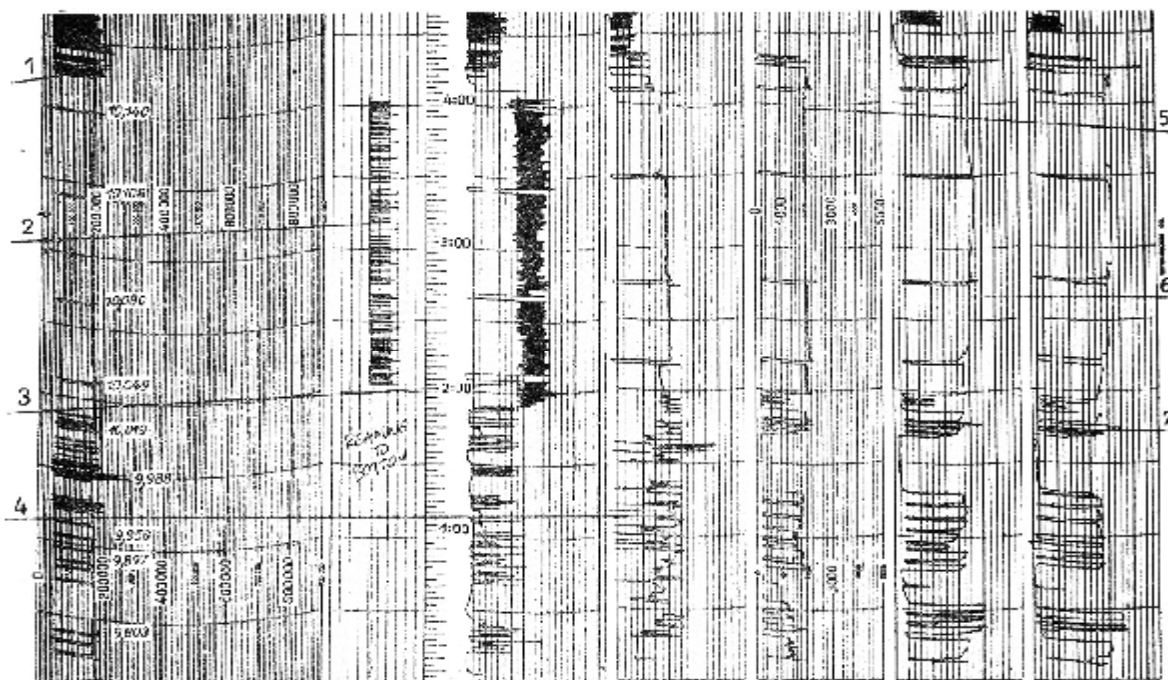
Do wskazywania wielkości ciężaru zawieszonego na haku wiertniczym, a zatem do obliczenia jednostkowego nacisku świdra na skałę w czasie wiercenia, służy ciężarowskaz. Ponadto ciężarowskaz wskazuje również obciążenie haka wiertniczego przy wyciąganiu i zapuszczaniu kolumny rur lub też przy robotach ratunkowych. Dla ułatwienia pracy wiertaczowi nie stosuje się dziś oddzielnych ciężarowskazów, a jedynie zespolone przyrządy wskazujące, umieszczone na wspólnej podstawie w jednej skrzynce.

W skład zespołu przyrządów wchodzi następujące przyrządy pomiarowe:

- a) ciężarowskaz,
- b) momentomierz stołu obrotowego,
- c) wskaźnik ciśnienia roboczego na pompach,
- d) obrotomierz stołu,
- e) wskaźnik liczby skoków pompy.

Ponadto stosowane są:

- a) miernik natężenia przepływu płuczki,
- b) miernik gęstości płuczki,
- c) miernik poziomu i objętości płuczki,
- d) miernik natężenia wypływu płuczki z otworu,
- e) miernik prędkości wiercenia,
- f) analizatory gazów.



Rys. 10. Zapis siedmiokanałowego rejestratora [6, s. 207]

Rysunek 10 przedstawia zapis siedmiokanałowego rejestratora.

Obejmuje on kolejno zapisy: 1 – masa na haku, 2 – mechaniczna prędkość wiercenia, 3 – moment obrotowy, 4 – prędkość obrotowa stołu, 5 – ciśnienie w pompach, 6 – liczba skoków pompy nr 1, 7 – liczba skoków pompy nr 2. Liczby na wykresie np. 10,080–10,108 oznaczają przyrost głębokości w stopach (tutaj 28 stóp).

Kolejność czynności odczytuje się od dołu do góry, zgodnie z przyrostem czasu, oznaczonym w godzinach na podziałce znajdującej się pomiędzy drugim a trzecim zapisem. Jak wynika z tego zapisu, do godziny 1⁵⁰ nie wiercono (brak zapisu prędkości). Natomiast na wykresie 1 i 3 widać dodawanie rur płuczkowych (spadek obciążenia na haku oraz odpowiadające im przerwy w zapisie momentu obrotowego). W tym samym czasie wskaźnik prędkości obrotowej stołu zarejestrował obracanie się stołu ze zróżnicowaną prędkością obrotową. Analogicznie zróżnicowane było ciśnienie w pompach i natężenie przepływu. Taki zapis świadczy o przerabianiu otworu. Od godziny 1⁵⁰ rozpoczęto wiercenie przy stałym nacisku 30000 funtów (masa przewodu na haku = 190000, wskazania podczas wiercenia 160000 funtów). Średnia prędkość wynosiła 60 stóp na godzinę (5 stóp = odstęp dwu kresek w ciągu 5 min). Zamazany wykres momentu obrotowego na odcinku od 1⁵⁵ do 4⁰⁵ świadczy o zmienności momentu podczas wiercenia. Prędkość obrotowa utrzymywana była na tym samym poziomie (wykres 4).

Widać wyraźnie, że po dodaniu przedostatniej oraz ostatniej rury nieco zwiększono nacisk (linie na wykresie między 10108 a 10140 przesunięte bardziej w lewo niż poprzednie). Zwiększył się moment obrotowy i zmalała prędkość obrotowa (godzina 3²⁵). Natężenie zatłaczania płuczki utrzymywano na tym samym poziomie. O godzinie 4⁰⁵ przerwano wiercenie i przepłukiwano otwór do godziny 4²⁰. Następnie rozpoczęto wyciąganie przewodu. Z wykresu momentu obrotowego wynika, że rury płuczkowe odkręcano stołem (moment obrotowy na wykresie 3 i prędkość obrotowa na wykresie 4).

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co składa się na marszową prędkość wiercenia ?
2. Jakie znasz metody wiercenia?
3. Na czym polega wiercenie udarowe?
4. Na czym polega wiercenie wibracyjne?
5. Jakie czynności należy wykonać podczas wierceń okrężnych?
6. W jaki sposób obliczany jest nacisk na ząb koronki zębatej?
7. Na czym polega technika wierceń małosrednicowych?
8. Jakie przyrządy pomiarowe są stosowane w wiertnictwie?
9. Jakie parametry muszą być mierzone w czasie wiercenia otworu?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź wiercenie ręczne w warstwach luźnych świdrem rurowym do głębokości 10 m. Ćwiczenie to, wykonaj na stanowisku wiertniczym wyposażonym w trójnog z wyciągarką ręczną z liną, krążkiem linowym i hakiem.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować treść ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z przepisami bhp oraz instrukcją obowiązującą na stanowisku wiertniczym,

- 3) w osi wierconego otworu, na przedłużeniu liny wykonać szpadlem w glebie wgłębienie na głębokość około 0,3 m,
- 4) wykonać pomost z bali na legarach pozostawiając otwór do prowadzenia wiercenia,
- 5) przymocować świder rurowy $\varnothing 120$ do żerdzi wiertniczej długości 3 m i przymocować za pomocą okrętki do haka,
- 6) wywiercić otwór na głębokość 3 m,
- 7) zabudować rurę okładzinową $\varnothing 100$,
- 8) kontynuować wiercenie świderem $\varnothing 90$ do zadanej głębokości,
- 9) sprawdzić poprawność wykonanego zadania,
- 10) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja stanowiskowa,
- żerdzie wiertnicze,
- elewator (okrętka),
- klucz wiertniczy pokrętny,
- świdry rurowe: o średnicy do 90 mm i o średnicy 120 mm,
- rura okładzinowa $\varnothing 100$ długości 3 m,
- ściski do rur okładzinowych,
- klucze fajkowe,
- szpadel,
- bale i legary na pomost.

Ćwiczenie 2

Dobierz przyrząd pomiarowy do pomiaru określonego parametru wiertnicy.

nacisk osiowy	momentomierz stołu obrotowego
mechaniczna prędkość wiercenia	miernik natężenia przepływu płuczki
moment obrotowy	ciężarowskaz
ilość przepływającej płuczki	miernik poziomu i objętości płuczki
wielkość ubytku płuczki	miernik gęstości płuczki
	przyrząd do pomiaru prędkości wiercenia

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeanalizować podane informacje,
- 2) dopasować parametr z lewej strony do przyrządu pomiarowego z prawej,
- 3) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt.

Ćwiczenie 3

Odczytaj przebieg wiercenia zarejestrowany na ciężarowskazu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) zapoznać się z treścią ćwiczenia oraz instrukcją obsługi ciężarowskazu,
- 2) przeanalizować otrzymany wykres pracy ciężarowskazu,
- 3) zanotować odczytane wyniki,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wykresy ciężarowskazu,
- instrukcja obsługi ciężarowskazu,
- literatura z rozdziału 6 Poradnika dla ucznia,
- zeszyt.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) sklasyfikować metody wiercenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) scharakteryzować metodę wiercenia udarowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) scharakteryzować metodę wiercenia wibracyjnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) scharakteryzować metodę wiercenia ręcznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić nacisk na świder?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić związek pomiędzy postępem wiercenia a wzrostem prędkości obrotowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) objaśnić technikę wiercenia i sposób prowadzenia wierceń małośrednicowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) określić elementy przewodu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) dobrać przyrząd pomiarowy do mierzonego parametru?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Technologia wiercenia otworów wielkośrednicowych

4.2.1. Materiał nauczania

Zakres stosowania wierceń wielkośrednicowych, tj. o średnicy powyżej 0,5 m, obejmuje wiercenie:

- a) otworów hydrogeologicznych,
- b) otworów technicznych np. do instalowania wgłębnych oczyszczalni ścieków, magazynowania odpadów przemysłowych itp.,
- c) szybów wydobywczych, wentylacyjnych i pomocniczych,
- d) szybików geologiczno-poszukiwawczych.

Wiercenie otworów wielkośrednicowych odbywa się metodą:

- a) obrotową z normalnym (prawym) obiegiem płuczki,
- b) obrotową z odwrotnym (lewym) obiegiem płuczki.

Metoda obrotowa z prawym obiegiem płuczki znalazła zastosowanie tylko przy wierceniu otworów wielkośrednicowych o średnicach do ok. 1,2 m. Według tej metody otwory wiercone są wielostopniowo z kolejnymi poszerzeniami. Wpierw wykonuje się otwór prowadnikowy, najczęściej o średnicy 0,438; 0,56 lub 0,66 m, do projektowanej głębokości, a następnie poszerza do wymaganej średnicy.

Stosowany do wiercenia otworów wielkośrednicowych system prawego obiegu płuczki jest analogiczny jak w wierceniu otworów normalnośrednicowych. Płuczka za pomocą pomp tłoczona jest przewodem wiertniczym na dno otworu, skąd wraz ze zwiercinami wypływa przestrzenią pierścieniową na powierzchnię do systemu oczyszczania. Przy przerwaniu krążenia płuczki zwierciny nie powinny opadać na dno otworu. Aby utrzymać je w stanie zawieszenia, płuczka musi posiadać dostateczną wytrzymałość strukturalną. Przy tym systemie obiegu płuczki niezbędne jest tłoczenie do otworu takiego jej strumienia objętości, aby prędkość przepływu w przestrzeni pierścieniowej zapewniała wynoszenie zwiercin o odpowiedniej gęstości, kształcie i wymiarach.

Przy wierceniu otworów hydrogeologicznych z płuczką wiertniczą obserwuje się w wielu przypadkach znaczne uszkodzenie przepuszczalności skał w strefie przyotworowej. Spowodowane jest to przenikaniem cząstek mineralnych, filtratu i cząstek iłu z płuczki w skały zbiornikowe oraz powstawaniem grubego osadu ilowego na ścianie otworu. Uszkodzenie przepuszczalności skał w strefie przyotworowej warstwy wodonośnej ma znaczny wpływ na wydłużenie procesu uaktywniania studni, spadek jej wydajności oraz skrócenie czasu eksploatacji.

Metodę obrotową z odwrotnym obiegiem płuczki z zastosowaniem odśrodkowej pompy ssącej stosuje się przy wierceniu studni wielkośrednicowych głównie w skałach sypkich, miękkich i plastycznych. Urządzenia wiertnicze do tego rodzaju wierceń wyposażone są w odśrodkowe pompy ssące o dużych wydajnościach od 0,067 do 0,133 m³/s. Posiadają one specjalnie skonstruowane wirniki, przez które mogą przepływać otoczaki o średnicy zbliżonej do wewnętrznej średnicy przewodu wiertniczego.

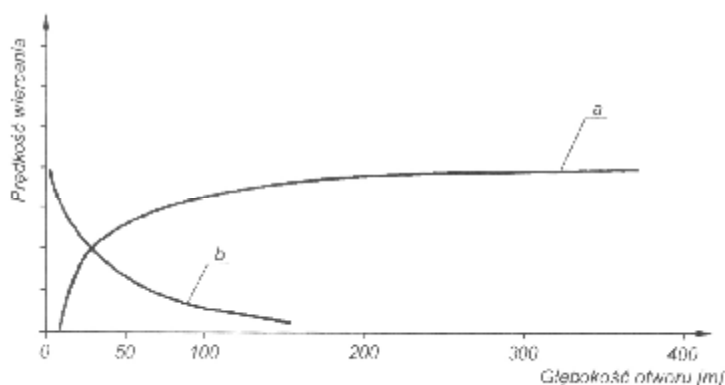
Ruch płuczki w otworze wiertniczym wywoływany jest ssącym działaniem pompy odśrodkowej. Płuczka wiertnicza wraz ze zwiercinami zassana z dna otworu do wnętrza przewodu wiertniczego, poprzez głowicę płuczkową pompę odśrodkową i wąż odpływowy wypływa na powierzchnię do dołu płuczkowego. Tu następuje sedimentacja zwiercin i płuczka wiertnicza z dołu wpływa grawitacyjnie do otworu, tworząc w ten sposób obieg zamknięty.

Ta metoda wiercenia znalazła zastosowanie przy wierceniu otworów wielkośrednicowych do głębokości ok. 150–200 m.

Metoda obrotowa z odwrotnym obiegiem płuczki z zastosowaniem pompy strumieniowej opiera się na ssącym działaniu ww. pompy. Pompa ta może być umieszczona w przewodzie wiertniczym poniżej lub powyżej poziomu płuczki w otworze.

Warunki pracy układu są takie same jak w przypadku pompy ssącej. Jednak wydajność pompy strumieniowej jest mniejsza od wydajności odśrodkowej pompy ssącej, dla przewodu wiertniczego o tej samej średnicy.

Metoda ta jest wykorzystywana jako uzupełnienie przy wierceniu otworów z odwrotnym obiegiem płuczki przy wykorzystaniu **podnośnika powietrznego**. Pozwala ona uzyskać korzystniejsze techniczno–ekonomiczne wskaźniki wiercenia pierwszych metrów otworu, tj. od 0 do około 30 m.



Rys. 12. Zależność prędkości wiercenia od głębokości otworu wierconego z odwrotnym obiegiem płuczki przy zastosowaniu: a – podnośnika powietrznego, b – pompy strumieniowej

Na rysunku 12 przedstawiono zależność prędkości wiercenia od głębokości otworu wierconego z odwrotnym obiegiem płuczki przy zastosowaniu:

- a) podnośnika powietrznego,
- b) pompy strumieniowej.

Prędkość wiercenia otworu do głębokości około 30 m, przy zastosowaniu podnośnika powietrznego, jest mniejsza niż przy zastosowaniu pompy strumieniowej, po czym stopniowo wzrasta. Jednocześnie należy zaznaczyć, że rozpoczęcie wiercenia otworu przy użyciu podnośnika powietrznego jest praktycznie niemożliwe do około 7 m. Znane są sposoby wspomagania ssącego działania pompy podnośnikiem powietrznym dla zwiększenia efektywności i głębokości wiercenia otworów z odwrotnym obiegiem płuczki przy użyciu pompy strumieniowej. Przy wykorzystaniu tej metody można wiercić otwory do głębokości 200 do 250 m.

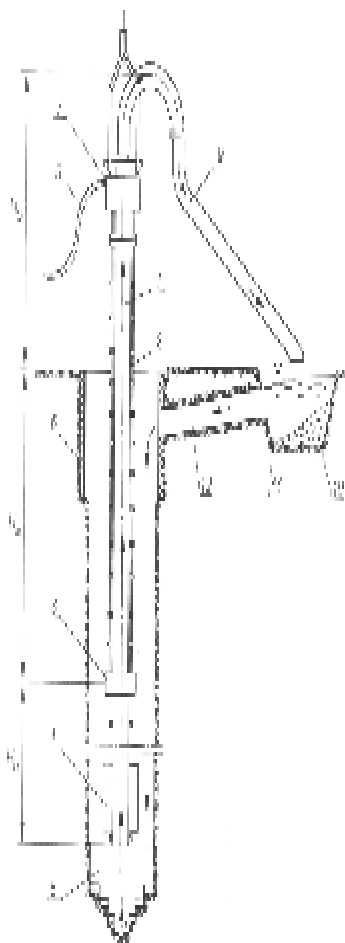
Metoda obrotowa z odwrotnym obiegiem płuczki z zastosowaniem podnośnika powietrznego znalazła zastosowanie przy wierceniu otworów wielkośrednicowych i szybów górniczych. Pozwala ona na efektywne wiercenie otworów wielkośrednicowych do głębokości około 1000 m.

W tej metodzie rozróżniamy dwa typy podnośników powietrznych:

- z przewodem powietrznym umieszczonym wewnątrz rur płuczkowych,
- z przewodem powietrznym umieszczonym na zewnątrz rur płuczkowych.

Na skutek wtłaczania sprężonego powietrza do płuczki znajdującej się wewnątrz rur płuczkowych zmniejsza się gęstość płuczki do $650\div 800\text{ kg/m}^3$.

W wyniku różnicy ciśnień pomiędzy słupami płuczki znajdującymi się w przewodzie wiertniczym i przestrzenią pierścieniową wierconego otworu, płuczka wraz ze zwiercinami wypływa przewodem wiertniczym na powierzchnię. Układ z przewodem powietrznym umieszczonym wewnątrz rur płuczkowych pozwala na automatyzację prac wyciągowych, lecz zmniejsza wewnętrzną średnicę rur płuczkowych. Sprzyja to powstawaniu trudności przy wynoszeniu otoczków o większych średnicach wewnątrz przewodu wiertniczego. Umieszczenie przewodu powietrznego na zewnątrz rur płuczkowych pozwala natomiast na transport otoczków o średnicach zbliżonych do średnicy wewnętrznej. W przypadku, gdy na zewnątrz rur płuczkowych umieszczone są symetrycznie dwie rurki powietrzne, możliwe jest wiercenie głębokiego otworu z kilkoma mieszczami powietrza umieszczonymi w przewodzie wiertniczym na różnych głębokościach.



Rys. 13. Schemat odwrotnego obiegu płuczki wiertniczej z zastosowaniem podnośnika powietrznego z przewodem powietrznym umieszczonym na zewnątrz rur płuczkowych: 1 – rury płuczkowe, 2 – rury powietrzne, 3 – mieszacz powietrza, 4 – obciążnik, 5 – świder, 6 – kolumna wstępna, 7 – głowica napędowa z głowicą płuczkowo-powietrzną, 8 – przewód powietrzny, 9 – wąż odpływowy, 10 – zwierciny, 11 – dół urobkowy, 12 – przelew płuczki

W takim przypadku wiercenie otworu rozpoczyna się z mieszaczem powietrza umieszczonym bezpośrednio nad świdrem (często w obciążnikach) i prowadzone jest do głębokości, w której ciśnienie wdmuchu powietrza do przewodu wiertniczego będzie zbliżone do maksymalnego ciśnienia sprężarki. W trakcie wiercenia tego odcinka umieszcza się w przewodzie drugi mieszacz powietrza w takiej odległości od pierwszego, aby w chwili, gdy pierwszy mieszacz osiągnie maksymalną głębokość, drugi był na minimalnej głębokości zapewniającej wysoką sprawność podnośnika powietrznego. Następnie odkręcamy przewód od graniatki, obracamy go o 180° i tłoczmy powietrze drugą rurką do mieszacza powietrza umieszczonego wyżej. Rury płuczkowe w tej metodzie mają połączenia kołnierzowe, dlatego skrócenie czasów prac wyciągowych można uzyskać przez zastosowanie pneumatycznych kluczy do zakręcania i odkręcania śrub w połączeniach kołnierzowych.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

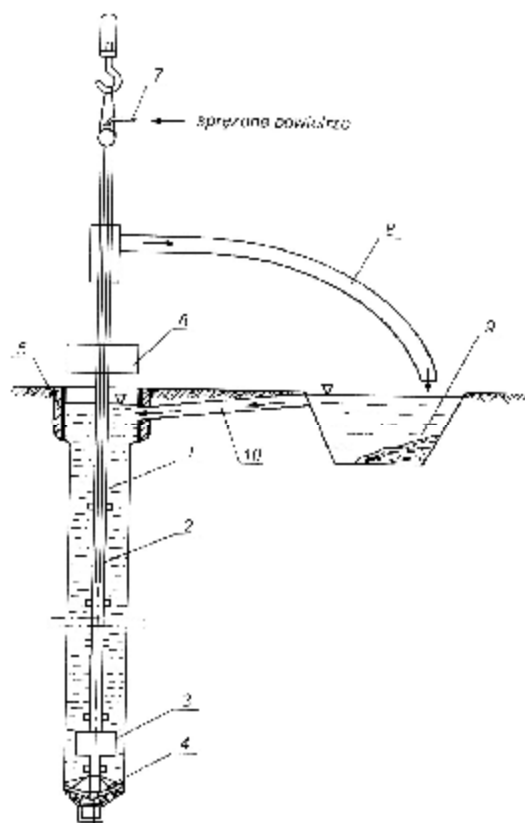
1. Jaki jest zakres stosowania wierceń wielkośrednicowych?
2. Jakie metody są stosowane podczas wierceń wielkośrednicowych?
3. Czym wywołany jest odwrotny obieg płuczki wiertniczej?
4. Jakie podnośniki stosuje się w metodzie obrotowej wiercenia z odwrotnym obiegiem płuczki?
5. Dlaczego przewód powietrzny przy wierceniu z zastosowaniem podnośnika powietrznego umieszcza się na zewnątrz rur płuczkowych?
6. Jakie narzędzia i osprzęt należy zastosować przy wierceniu metodą obrotową z lewym obiegiem płuczki?
7. Jaki otwór wykonuje się na początku wiercenia metodą obrotową z prawym obiegiem płuczki?
8. Jakie są wady i zalety wiercenia otworów wielkośrednicowych z prawym obiegiem płuczki?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie rysunku, rozpoznaj wskazane elementy schematu odwrotnego obiegu płuczki wiertniczej, z zastosowaniem podnośnika powietrznego z przewodem powietrznym, umieszczonym wewnątrz rur płuczkowych, wpisz ich nazwy do tabeli.

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	



Rysunek do ćwiczenia 1

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeanalizować rysunek,
- 2) nazwać poszczególne, wskazane elementy,
- 3) wpisać ich nazwy do tabeli,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić zakres stosowania wierceń wielkośrednicowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) odczytać schemat normalnego (prawego) obiegu płuczki wiertniczej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić metodę obrotową z zastosowaniem pompy strumieniowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić zależność prędkości wiercenia od głębokości otworu wierconego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić, kiedy przewód powietrzny przy wierceniu z zastosowaniem podnośnika powietrznego umieszcza się wewnątrz rur płuczkowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić, do jakiej głębokości można wiercić otwory wspomagając pompę podnośnikiem powietrznym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Izolowanie i udostępnianie przewiercanych poziomów roponośnych, gazonośnych i wodonośnych

4.3.1. Materiał nauczania

4.3.1.1. Konstrukcja otworów

Konstrukcja otworu, niezależnie od jego charakteru, musi spełniać dwa podstawowe zadania:

- umożliwiać doprowadzenie otworu do projektowanej głębokości,
- umożliwiać kontrolę ciśnień w otworze w każdej fazie jego wiercenia i po jego zakończeniu.

Projektując taką konstrukcję, niezależnie od konieczności spełnienia podanych wymogów, należy brać również pod uwagę koszt wykonania otworu, zabezpieczenie nie tylko złoża, ale i środowiska naturalnego oraz bezpieczeństwo człowieka.

W skład konstrukcji otworu wchodzi różne rodzaje kolumn rur okładzinowych, których podział jest uwarunkowany zadaniami, jakie każda z nich ma spełnić.

Pierwszą zapuszczaną kolumną jest **kolumna wstępna**. Zadaniem jej jest zabezpieczenie wylotu otworu i wzmocnienie ścian jego początkowego odcinka w luźnych lub słabo zwięzłych warstwach przypowierzchniowych (piaski, żwiry, gliny). W otworach poszukiwawczych taka kolumna powinna być zapuszczana możliwie głęboko, ze względu na ciśnienie, jakie może wystąpić pod koniec wiercenia w tej kolumnie. W otworach eksploatacyjnych, ze względu na dobrą znajomość profilu geologicznego, staramy się zapuścić ją możliwie jak najpłycej.

Kolejną kolumną jest **kolumna przewodnikowa**, której zadaniem jest zabezpieczenie otworu w wierzchnich warstwach występujących poniżej luźnych utworów przypowierzchniowych, izolowanie przed występującymi w nich wodami oraz nadanie kierunku otworowi. Jednakże podstawowym zadaniem tej kolumny jest zabezpieczenie otworu przed wysokim ciśnieniem, jakie może wystąpić w otworze podczas wiercenia pod następną kolumnę. Podobnie jak poprzednio, kolumnę tę w otworach poszukiwawczych stawia się możliwie głęboko, o ile pozwalają na to warunki geologiczne.

Następną kolumną jest **kolumna pośrednia**, zwana również **techniczną**. Zadaniem jej jest zabezpieczenie otworu w przypadku wystąpienia trudności i komplikacji nie dających się zwalczyć przy użyciu dostępnych środków. W zależności od projektowanej głębokości otworu, warunków geologicznych i technicznych zapuszcza się jedną, dwie lub nawet więcej kolumn technicznych. W pewnych przypadkach otworów eksploatacyjnych można kolumnę techniczną pominąć, tzn. nie zapuszczać jej wcale.

Ostatnią zapuszczaną kolumną jest **kolumna eksploatacyjna**, której zadaniem jest umożliwienie bezpiecznego i właściwego wydobywania płynu złożowego oraz przeprowadzanie zabiegów w odwiercie. Każda kolumna rur przed jej zapuszczeniem musi być odpowiednio przygotowana i uzbrojona, co jest niezbędne zarówno dla samego procesu zapuszczania, jak i cementowania. Zadaniem uzbrojenia jest umożliwienie zapuszczania kolumny do projektowanej głębokości, zapewnienie jej współśrodkowości w otworze oraz właściwych warunków przepływu zaczynu cementowego w przestrzeni pierścieniowej oraz stworzenie warunków do powstania jednolitego płaszcza cementowego o możliwie jednakowej grubości.

W skład takiego uzbrojenia wchodzi:

- buty do rur,
- zawory zwrotne,
- łączniki z pierścieniami oporowymi,

- mufy do dwustopniowego cementowania,
- przewodniki rur,
- skrobaki.

Ponadto może być stosowany osprzęt specjalny do zapuszczania kolumn traconych czy do wielosekcyjnego zapuszczania rur. But do rur spełnia rolę buta przewodnikowego i buta cementacyjnego poprzez wbudowanie zaworu zwrotnego. Oprócz zaworów prostych stosowane są zawory zwrotne różnicowe, samonapełniające, których działanie opiera się na różnicy ciśnień hydrostatycznych wewnątrz i na zewnątrz kolumny. Gdy ta różnica osiągnie określoną nastawialną wartość, zawór otwiera się i przepuszcza płuczę do wnętrza kolumny. Z chwilą wyrównania się różnicy ciśnień zawór samoczynnie zamyka się.

Łączniki z pierścieniem oporowym stosowane są przy cementowaniu z użyciem klocków. Umożliwiają one zatrzymanie dolnego klocka w odpowiedniej odległości od buta. Dla właściwego, współśrodkowego ustawienia rur w otworze służą przewodniki sprężynowe. Skrobaki służą do zeszkrobывania osadu ilowego ze ścian otworu w celu dobrego związania zatłaczanego cementu ze skałami. Stanowią one element podobny do drutów zbrojeniowych w betonie. Tworzą one wzmocnienie dla płaszcza cementowego i równocześnie poprawiają w czasie zatłaczania zaczynu warunki dla przepływu burzliwego w przestrzeni pierścieniowej. Przed przystąpieniem do rurowania należy przeprowadzić pomiary inklinometrem i kawernomierzem w celu ustalenia odcinków otworu o zmniejszonej lub zwiększonej średnicy, czy miejsc występowania zmian kierunku i kąta odchylenia osi otworu. Następnie przeprowadza się korelację tych danych z danymi wiertniczymi z dziennika, ustala się odcinki i miejsca wymagające powtórnego przewiercenia, czyli przerabiania otworu.

Rury okładzinowe zapuszcza się za pomocą elewatorów zwykłych lub elewatorów z klinami. Do podwieszenia rur zapuszczonych i zacementowanych w otworze, szczelnego połączenia poszczególnych kolumn ze sobą oraz do instalowania na nich głowicy przeciwerupcyjnej służy **wieżba rurowa**. Wieżbę montuje się kolejno na każdej zapuszczonej kolumnie. Po zakończeniu wiercenia, na wieżbie rurowej instaluje się uzbrojenie eksploatacyjne.

4.3.1.2. Uszczelnianie rur okładzinowych

Grawitacyjne przenikanie wody słodkiej w warstwy głębiej położone może spowodować wysłodzenie wód mineralnych, a więc pogorszenie ich jakości i zdyskwalifikowanie ich dla lecznictwa balneologicznego, i odwrotnie – przenikanie wód mineralizowanych znajdujących się głębiej i pod ciśnieniem może spowodować dyskwalifikację do celów pitnych wody słodkiej, znajdującej się na mniejszej głębokości. Dlatego, w celu uniemożliwienia połączenia się wód podziemnych stosuje się tzw. zamykanie poziomów wodonośnych.

Zamykanie poziomu wodonośnego w czasie wiercenia otworu polega na odizolowaniu nawierconej warstwy wodonośnej od warstw leżących nad nią i poniżej. Podczas prowadzenia wierceń płytkich uzyskuje się to przez wciśnięcie rur w warstwę nieprzepuszczalną, znajdującą się pod poziomem wodonośnym, lub przez wciśnięcie rur w korek ilowy utworzony specjalnie na spodzie otworu, w przypadku, gdy pod warstwą wodonośną nie ma warstwy nieprzepuszczalnej. Zamknięcie poziomów wodonośnych uzyskuje się również przez zacementowanie przestrzeni pierścieniowej poza rurami okładzinowymi.

W celu wykonania korka ilowego, po przewierceniu warstw wodonośnych zawiera się w skałach nieprzepuszczalnych otwór o mniejszej średnicy, przez co tworzy się próg do postawienia kolumny rur. Otwór wypełnia się kulami ilowymi na wysokość 5 do 10 m od dna, ubijając je odcinkami „ubijakiem do łu”. Kule wykonuje się z plastycznego łu o średnicy mniejszej o kilkanaście centymetrów od średnicy wewnętrznej rur okładzinowych.

W ubity korek iłowy wciska się kolumnę rur na głębokość 2÷5 m. W celu skutecznego zamknięcia warstwy wodonośnej zwykle wlewa się poza rury mleczko iłowe.

Pomiar szczelności zamknięcia wody za pomocą iłowania dokonuje się po upływie co najmniej 12 h od momentu zakończenia iłowania. W tym celu po wybraniu łu z otworu i pogłębieniu go o około 0,5 m w warstwy nieprzepuszczalne szcerpuje się płyn znajdujący się w rurach i zarządza przerwę na okres 12 h. Zamknięcie wody uważa się za szczelne, jeżeli po 12 h poziom wody lub płuczki w otworze nie podniesie się wyżej ponad dno otworu niż:

- 0,65 m – w rurach o średnicy 127 – 170 mm,
- 0,50 m – w rurach o średnicy 171 – 219 mm,
- 0,40 m – w rurach o średnicy 220 – 273 mm,
- 0,30 m – w rurach o średnicy 274 i większej przy głębokości do 400 m.

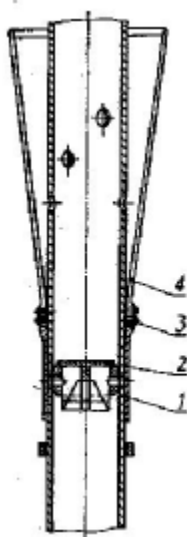
Jeżeli podczas przerwy zwierciadło wody w otworze podniesie się powyżej wielkości dopuszczalnej dla danej średnicy rur, proces zamknięcia wody należy powtórzyć.

Uszczelnianie poszczególnych kolumn rur okładzinowych w otworze wiertniczym normalnośrednicowym wykonuje się, oprócz zamykania poziomów wodonośnych, w celu:

- odizolowania od siebie poziomów przepuszczalnych, nasyconych gazem ziemnym, ropą naftową lub wodą złożową,
- utrzymywania kolumny rur w otworze,
- ochrony rur przed korozją wywołaną przez ciecz złożowe i gazy.

Przestrzeń pierścieniową między zapuszczoną do otworu kolumną rur okładzinowych a ścianą otworu uszczelnia się cementem lub innym materiałem wiążącym. W tym celu wtłacza się do otworu wodną zawiesinę materiału wiążącego, która wypiera płuczkę wiertniczą, a następnie ta zawiesina jest wytłaczana do przestrzeni pierścieniowej. Najbardziej rozpowszechnionym materiałem uszczelniającym jest cement portlandzki lub specjalne jego odmiany. Stosuje się również rozpuszczalne w wodzie żywice syntetyczne z dodatkiem utwardzaczy, mieszaniny żywic syntetycznych z drobno zmielonymi wypełniaczami i utwardzaczami oraz gips budowlany lub mieszaniny gipsowo-cementowe.

W przypadku, gdy poziom produkcyjny (np. ropo- lub gazonośny) jest rurowany kolumną rur zamykających wodę, cementowanie całej kolumny spowodowałoby zacementowanie (a tym samym uszkodzenie) nawierconego złoża, dlatego płaszcz cementowy tworzy się w przestrzeni pozarurowej dopiero powyżej poziomu produkcyjnego. W tym celu stosuje się metodę **cementowania z manszetem**.



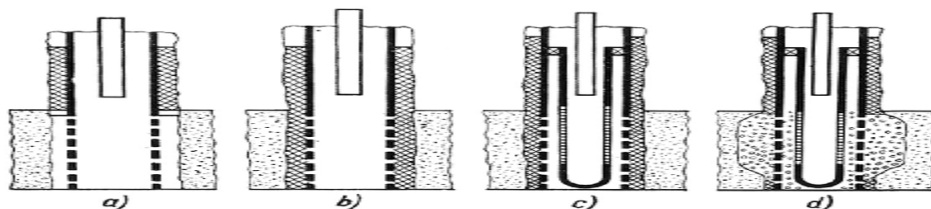
Rys. 14. Schemat manszetu do cementowania 1 – pierścień, 2 – zawór, 3 – nasadka lejkowata, 4 – manszeta [3, s. 167]

Kolumna rur okładzinowych zapuszczona do otworu ma na wysokości poziomu produkcyjnego odcinek perforowany. W miejscu połączenia dolnego perforowanego odcinka rur z rurami bez otworów perforacyjnych wstawiony jest pierścień oporowy, z zaworem zwrotnym, zamykającym się przy wtłaczaniu płuczki do rur. Na wysokości tego pierścienia oporowego umieszcza się po zewnętrznej stronie rur manszet ze skóry, gumy lub brezentu w kształcie parasola. W rurach ponad manszetem, powyżej miejsca, do którego ma sięgać dolny klocek cementacyjny, wykonane są trzy rzędy otworów o średnicy 3 mm po linii śrubowej na długości 20 cm. Zadaniem manszetu jest ochrona ścian otworu na wysokości otworów perforacyjnych przed wymywającym działaniem płuczki przy płukaniu oraz nie dopuszczenie cementu do niżej położonego poziomu produkcyjnego. Po zetknięciu się górnego klocka cementacyjnego z dolnym klockiem nastąpi zasłonięcie otworów perforacyjnych, przez które przepływał zaczyn cementowy, a natychmiastowy wzrost ciśnienia zasygnalizuje koniec cementowania.

4.3.1.3. Technologia dowiercania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego

Metody dowiercania do złoża roponośnego zależą od wysokości ciśnienia złożowego, stopnia nasycenia złoża ropą naftową i gazem ziemnym oraz obecności pokładów wodnych w serii roponośnej.

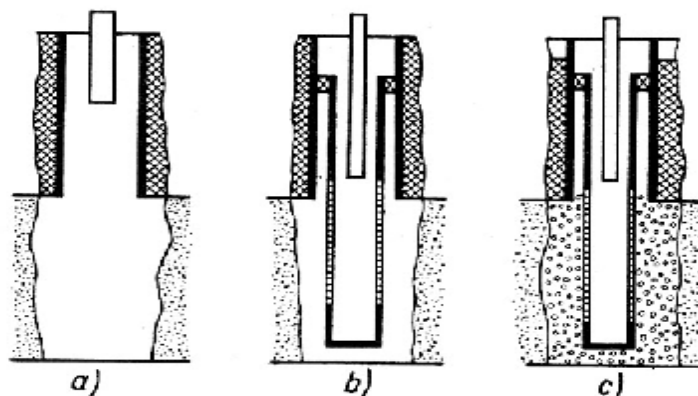
- I. Gdy produktywna seria roponośna składa się z kilku pokładów roponośnych z pokładami wodnymi, wówczas dowiercanie może się odbywać w ten sposób, że najpierw przewierca się całą serię roponośną bez zamykania wód międzypokładowych, a następnie zapuszcza się kolumnę eksploatacyjną rur okładzinowych i cementuje całą kolumnę łącznie z partią rur w pokładzie roponośnym. Po stwardnieniu zaczynu cementowego perforuje się rury okładzinowe z płaszczem cementu w partii pokładu roponośnego.



Rys. 15. Schemat orurowania odwiertów przy postawieniu eksploatacyjnej kolumny rur okładzinowych w spagu pokładu roponośnego a) pokład roponośny niezacementowany, b) eksploatacyjna kolumna rur okładzinowych zacementowana w pokładzie roponośnym, c) z filtrem rurowym, d) z filtrem rurowym i piaskowym [3, s. 181]

- II. Gdy złożo roponośne składa się ze słabo scementowanych piaskowców bez wód międzypokładowych, wtedy nad pokładem roponośnym stawia się wodoszczelną kolumnę rur okładzinowych, a następnie przewierca się pokład roponośny i zapuszcza kolumnę rur eksploatacyjną – perforowaną w dolnej części albo też krótką kolumnę traconych rur perforowanych, zwaną też filtrem. Kolumnę eksploatacyjną rur okładzinowych cementuje się od stropu pokładu roponośnego w górę, a pokład roponośny pozostaje nie zacementowany. Jest to cementowanie **z manszetem**. Ten sposób dowiercania do złoża roponośnego stosuje się wówczas, gdy złożo ropy naftowej ma niskie ciśnienie złożowe.
- III. Gdy pokład produktywny składa się z warstw zbitych i zwięzłych, jak np. piaskowce i wapienie, gdzie ściana otworu wiertniczego w pokładzie roponośnym jest niesypliwa. Wówczas przed dowiercaniem do pokładu roponośnego zapuszcza się kolumnę rur

okładzinowych i cementuje nad stropem pokładu produkcyjnego. Z kolei przewierca się pokład produktywny celem eksploatacji lub zapuszcza się perforowaną u dołu kolumnę eksploatacyjną (traconą).



Rys. 16. Schematy orurowania odwiertów przy postawieniu eksploatacyjnej kolumny rur okładzinowych w stropie pokładu roponośnego a) bez filtru, b) z filtrem rurowym, c) z filtrem piaskowym [3, s. 180]

Przy wierceniach naftowych, a zwłaszcza przy dowiercaniu złóż ropy naftowej i gazu ziemnego często występują wysokie ciśnienia złożowe. W związku z tym konieczne jest zaopatrzenie otworów w urządzenia przeciwwybuchowe oraz stosowanie odpowiednich technologii do zapobiegania erupcji. Stąd też wprowadzone zostały przepisy wykonawcze, normujące stan prawny zabezpieczenia otworów przed niekontrolowanym wypływem wód, solanek, gazu ziemnego lub ropy naftowej.

Erupcją nazywa się przyływ medium złożowego do otworu wiertniczego, następujący w wyniku niedoboru ciśnienia dennego w stosunku do ciśnienia złożowego. **Erupcja wstępna** to chwilowe naruszenie równowagi ciśnień w otworze wiertniczym, skutkiem czego następuje przyływ medium złożowego, który można przerwać przez zamknięcie głowicy przeciwwybuchowej.

Erupcja otwarta to niekontrolowany wypływ medium na powierzchnię ziemi w wyniku uszkodzenia urządzeń zabezpieczających wylot otworu lub przewodu wiertniczego lub też uszkodzenia rur okładzinowych (wieży rurowej). Przy **erupcji podziemnej** zaś występuje nie kontrolowany przepływ medium złożowego między poziomami o różnym ciśnieniu złożowym.

Przy dowiercaniu do złoża ropy naftowej i gazu ziemnego o wysokim ciśnieniu należy przedsięwziąć następujące środki zapobiegawcze:

- zwiększyć ciężar właściwy płuczki,
- utrzymywać stałe krążenie płuczki,
- przeprowadzać nieprzerwanie odgazowanie płuczki wiertniczej na powierzchni,
- zapewnić szczelne zamknięcie wylotu otworu, przez zabudowanie odpowiednich głowic przeciwwybuchowych,
- umieścić zawór zwrotny w kolumnie rur płuczkowych.

Urządzenia przeciwwybuchowe (prewentery) obrotowe umożliwiają bezpieczne wiercenie z nadciśnieniem. Metoda ta stosowana przy wierceniach lub przy dowiercaniu do złoża pozwala na stosowanie lekkich płuczek o ciężarze właściwym znacznie niższym od ciężaru właściwego płuczek, wymaganych dla danego ciśnienia złożowego. W tym przypadku otwór wiertniczy jest kontrolowany odpowiednim prewentem.

4.3.1.4. Odiłowanie warstw wodonośnych

Wykonanie otworów studziennych przy zastosowaniu obrotowej metody wiercenia powoduje osadzanie się cząstek iłu z płuczki na powierzchni warstwy wodonośnej oraz częściowo przenikanie drobnych cząsteczek iłu w tę warstwę. Zmniejsza to w znacznym stopniu przepuszczalność warstwy wodonośnej, a więc i wydajność studni. Dlatego też w celu oczyszczenia tej warstwy i przywrócenia jej pełnej przepuszczalności przeprowadza się odiłowanie.

Odiłowanie warstwy wodonośnej w warunkach napiętego zwierciadła wody przeprowadza się po zabudowaniu filtru, przez płukanie otworu wodą tłoczoną poprzez przewód płuczkowy za pomocą pompy płuczkowej. Płukanie rozpoczyna się od górnej części otworu i w miarę zastępowania płuczki wodą, po zwiększeniu się klarowności wody, przewód płuczkowy opuszcza się coraz niżej, aż do dna otworu. Płukanie otworu prowadzi się do całkowitej wymiany płuczki na wodę, do uzyskania pełnej klarowności wody oraz do ukazania się w wypływającej wodzie ziarn piasku lub zwiercin pochodzących ze spodu otworu.

W przypadku braku odpowiedniej ilości wody do płukania otworu poprzez przewód płuczkowy, płuczkę szperuje się z otworu za pomocą łyżki aż do chwili całkowitej wymiany płuczki na wodę pochodzącą ze złoża i ustalenia się ciśnienia statycznego nawierconego poziomu wodonośnego. Przy łyżkowaniu płuczki, a następnie wody z otworu nie należy obniżać lustra wody poniżej górnej krawędzi filtru.

Po wykonaniu odiłowania przeprowadza się pompowanie oczyszczające najczęściej za pomocą powietrznej pompy Mamut.

Odiłowanie warstw wodonośnych o swobodnym zwierciadle wody odbywa się podobnie jak w warstwach o napiętym zwierciadle wody za pomocą pompy płuczkowej. Po całkowitej wymianie płuczki na wodę i po ukazaniu się piasku w otworze płukanie za pomocą pompy płuczkowej przerywa się i rozpoczyna się pompowanie oczyszczające przy użyciu pompy powietrznej Mamut albo przy zastosowaniu pompy żerdziowej lub też przez łyżkowanie, w zależności od wydajności warstwy wodonośnej.

4.3.1.5. Likwidacja otworów wiertniczych

Po zakończeniu wiercenia otwór likwiduje się, jeżeli w okresie czterech lat od zakończenia wiercenia nie jest przeznaczony do dalszego wykorzystania. Z przeprowadzonej likwidacji odwiertu lub otworu wiertniczego sporządza się protokół. Odwierty wyłączone z eksploatacji i przeznaczone do likwidacji powinny mieć zamknięte wyloty oraz odłączone urządzenia i instalacje.

Przy robotach wiertniczych dla celów sejsmicznych sporządza się protokół całości likwidacji po zakończeniu likwidacji wyrobisk postrzałowych na danym profilu sejsmicznym. Likwidację otworu lub odwiertu wykonuje się w sposób zapewniający szczelną izolację poziomów wodnych, ropnych i gazowych, zgodnie z technicznym projektem likwidacji zatwierdzonym przez kierownika ruchu zakładu górniczego.

Projekt likwidacji otworu lub odwiertu określa sposób zabezpieczenia jego wylotu. Do czasu przekazania dotychczasowym użytkownikom terenu, po likwidacji działalności górniczej, skuteczność likwidacji odwiertów okresowo kontroluje się w zakresie i z częstotliwością ustaloną przez kierownika ruchu zakładu górniczego.

W przypadku likwidacji otworów lub odwiertów z odkrytymi warstwami solnymi zaczyn cementowy sporządza się na bazie solanki o pełnym nasyceniu. Do likwidacji otworów lub odwiertów w interwałach orurowanych z zacementowaną przestrzenią zarurową dopuszcza się stosowanie korków (pakerów) z materiałów trwałych oraz wypełnienie rur płuczką.

W przypadku stwierdzenia nieskutecznej likwidacji otworu lub odwiertu przystępuje się do jego ponownej likwidacji. Materiały użyte do likwidacji otworu lub odwiertu oraz sposób ich likwidacji dostosowuje się do istniejących warunków geologicznych, złożowych i technicznych. Sprzęt i narzędzia pozostawione w otworze lub odwiercie wyszczególnia się w protokole likwidacji.

Oznakowanie miejsca wiercenia:

1. Trwałe oznakowanie miejsca wiercenia po likwidacji otworu wiertniczego ustala kierownik ruchu zakładu górniczego w projekcie.
2. Oznakowanie nie jest wymagane przy pracach sejsmicznych.
3. W uzasadnionych przypadkach, jeżeli miejsce wiercenia nie wymaga oznakowania i równocześnie nie występuje zagrożenie przedostawania się płynu złożowego na powierzchnię, dopuszcza się ucinanie pozostawionych w otworze rur okładzinowych na głębokości nie mniejszej niż 1,5 m od wierzchu.
4. Wokół zlikwidowanego odwiertu ropno-gazowego lub gazowego wyznacza się strefę ochronną stosownie do ustaleń projektu.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie rodzaje kolumn rur okładzinowych wchodzi w skład konstrukcji otworu?
2. Jakie jest ich rola?
3. Jakie zadania powinna spełniać konstrukcja otworu?
4. Dlaczego kolumna rur okładzinowych powinna być uzbrojona?
5. Jak izoluje się przewiercane poziomy wodonośne?
6. Od czego zależy dobór metody dowiercania do złoża roponośnego?
7. Jakie urządzenia przeciwwybuchowe stosuje się przy wierceniu gazu ziemnego?
8. Jak należy oznaczać miejsce wiercenia po likwidacji otworu wiertniczego?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zapoznaj się z wykonaniem udostępniania poziomów roponośnych i gazonośnych w otworach wiertniczych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się informacjami dotyczącymi udostępniania poziomów roponośnych i gazonośnych zawartymi w Poradniku dla ucznia oraz w literaturze,
- 2) zapoznać się z przepisami bhp obowiązującymi na wiertni,
- 3) zapoznać się z instrukcją dowiercania do poziomu ropo- i gazonośnego,
- 4) zapoznać się z instrukcją zapobiegania i likwidacji erupcji płynu złożowego,
- 5) obejrzeć prezentację multimedialną procesu udostępniania poziomów roponośnych i gazonośnych.
- 6) sporządzić notatkę dotyczącą prezentowanego tematu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- prezentacja multimedialna procesu udostępniania poziomów roponośnych i gazonośnych,
- zeszyt.

Ćwiczenie 2

Zaplanuj przygotowanie odwiertów do eksploatacji surowców.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się informacjami dotyczącymi przygotowania odwiertów do eksploatacji surowców zawartymi w Poradniku dla ucznia oraz w literaturze,
- 2) zapoznać się z przepisami bhp obowiązującymi na wiertni,
- 3) zaplanować konieczne do przeprowadzenia badania geofizyczne,
- 4) zaplanować sposób opróbowania złoża,
- 5) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura z rozdziału 6 Poradnika dla ucznia,
- zeszyt.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić kolejność zapuszczania kolumn rur okładzinowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) odczytać schemat manszetu do cementowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) scharakteryzować proces prowadzenia likwidacji otworów wiertniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) scharakteryzować sposoby izolacji przewiercanych poziomów gazonośnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić od czego zależą sposoby izolacji przewiercanych poziomów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Wiercenie otworów

4.4.1. Materiał nauczania

4.4.1.1. Wiercenie otworów studziennych

Głównym obiektem zainteresowań wiertnictwa hydrogeologicznego są wody podziemne.

Otworki hydrogeologiczne (studzienne) wykonuje się następującymi metodami:

- a) wiercenia okrętne,
- b) wiercenia udarowe,
- c) obrotowe wiercenia normalnośrednicowe,
- d) obrotowe wiercenia wielkośrednicowe.

Otworki wiertnicze, których konstrukcja umożliwia wydobywanie wód podziemnych nazywamy otworami studziennymi lub wprost studniami. Przy wierceniu otworów hydrogeologicznych dużą uwagę zwraca się na dobór racjonalnych schematów konstrukcji otworów. W skład konstrukcji otworu hydrogeologicznego (studziennego) wchodzi trzy zasadnicze elementy techniczne:

- rury okładzinowe,
- filtry,
- uszczelnienie przestrzeni pierścieniowej między kolumną rur okładzinowych i kolumną rur filtrowych.

Otwór hydrogeologiczny powinien spełniać swoje zadanie przy możliwie najmniejszej liczbie kolumn rur okładzinowych. Jego średnica końcowa wynika z konieczności zapuszczenia pompy głębinowej o wymaganych parametrach eksploatacyjnych. Wartość prześwitu pomiędzy ścianą otworu a zewnętrzną powierzchnią rur okładzinowych powinna być taka, aby możliwe było swobodne zapuszczenie kolumny rur do otworu. Dla otworów normalnośrednicowych wartość prześwitu powinna być zawarta w granicach od 0,016 do 0,095 m, a dla otworów wielkośrednicowych od 0,080 do 0,250 m. Wartości te nie dotyczą prześwitów pomiędzy ścianą otworu a kolumną filtrową. Regulują je odrębne zasady dotyczące wykonywania obsypiek zwirowych w otworach hydrogeologicznych.

W praktyce wiertniczej wyróżnia się pięć rodzajów kolumn rur okładzinowych: wstępną, przewodnikową, techniczną eksploatacyjną oraz traconą.

Kolumna wstępna umożliwia uzyskanie krążenia płuczki w otworze oraz zabezpiecza stabilność ściany u wylotu otworu po przewierceniu skał słabozwężłych występujących w pobliżu powierzchni terenu. Głębokość zapuszczenia kolumny wstępnej zależy od budowy geologicznej, głębokości zalegania słabo–zwężłych skał czwarto– i trzeciorzędowych (piaski, gliny, żwiry).

Kolumna przewodnikowa jest stosowana dla:

- ochrony przed utratą stateczności ściany otworu w wyniku obsypywania i kawernowania słabo zwężłych skał zalegających na niewielkich głębokościach,
- zabezpieczenia krążenia płuczki w otworze,
- izolacji warstw wodonośnych o niekorzystnych parametrach hydrochemicznych,
- założenia uzbrojenia wylotu otworu (wieżba rurowa, głowica eksploatacyjna).

Głębokość zapuszczania kolumny przewodnikowej zależy m. in. od spodziewanych gradientów ciśnień złożonych i przewidywanych warstw geologicznych. W otworach hydrogeologicznych wynosi do kilkudziesięciu metrów, wyjątkowo do kilkuset.

Kolumna techniczna służy do rurowania otworu w strefach, w których wystąpiły komplikacje wiercenia związane z:

- zmianą właściwości i parametrów reologicznych płuczki oraz trudnością ich kontroli,
- trudnością wiercenia otworu wskutek przychwyceń przewodu spowodowanych zmniejszeniem średnicy otworu przez plastyczne i pęczniące skały oraz tworzenie się obwałów i kawern,
- ucieczkami płuczki,
- koniecznością izolacji warstw wodonośnych o niekorzystnych parametrach hydrochemicznych.

Kolumna eksploatacyjna przeznaczona jest do oddzielenia warstwy wodonośnej od pozostałych przewierconych warstw, jej uszczelnienia i eksploatacji wody. Może ona być postawiona nad stropem warstwy wodonośnej, w jej środku lub poniżej. W płytkich otworach kolumna ta jest kolumną filtrową.

Kolumna tracona w otworach hydrogeologicznych stosowana jest jako kolumna końcowa. W większości otworów jest to kolumna filtrowa podwieszana powyżej buta poprzedniej kolumny rur lub postawiona na dnie otworu. Podstawowym elementem studni wierzonej ujmującej wodę jest filtr studzienny.

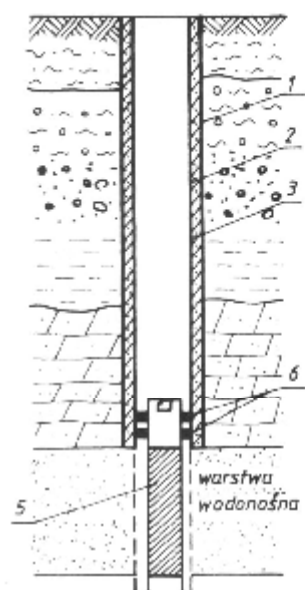
Filtr studni wierzonej powinien spełniać kilka warunków:

- mieć odpowiednią wytrzymałość mechaniczną dla zapewnienia stateczności ściany otworu,
- umożliwić odpiaszczenie strefy przyfiltrowej warstwy wodonośnej, tzn. wypłukanie drobnych frakcji pyłowych i piaszczystych dla zwiększenia jej przepuszczalności,
- powodować małe straty hydrauliczne przy przepływie wody przez ścianę filtra,
- minimalizować zapiaszczenie studni podczas jej eksploatacji,
- utrudniać tworzenie się na nim osadów pochodzenia mechanicznego, chemicznego i biochemicznego,
- być odpornym na korodujące działanie wód agresywnych,
- umożliwiać wykonanie rekonstrukcji otworu,
- umożliwiać wykonanie skutecznych zabiegów uaktywniających i renowacyjnych,
- umożliwiać instalację urządzenia pompowego o wymaganej charakterystyce technicznej.

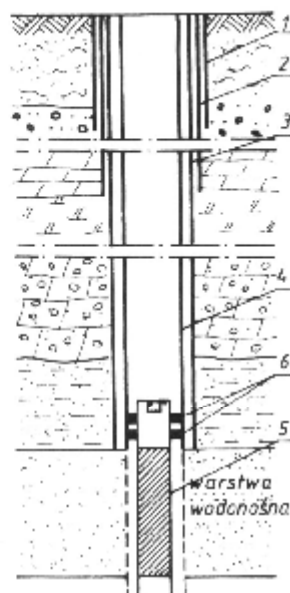
Kolumna rur filtrowych składa się z następujących elementów:

- rury podfiltrowej, służącej jako osadnik,
- filtru właściwego (części roboczej) z powierzchnią czynną, przez którą przepływa woda do otworu studziennego,
- rur nadfiltrowych wraz z uszczelnieniem.

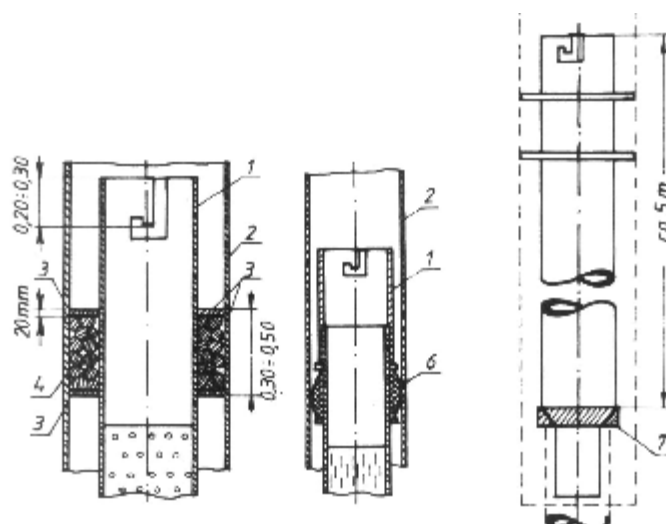
Uszczelnienie przestrzeni pierścieniowej między kolumną rur okładzinowych i kolumną rur filtrowych ma zapobiegać przedostawaniu się piasków lub innych składników z warstwy wodonośnej do otworu studziennego.



Rys. 17. Otwór studzienny z podwójnym orurowaniem

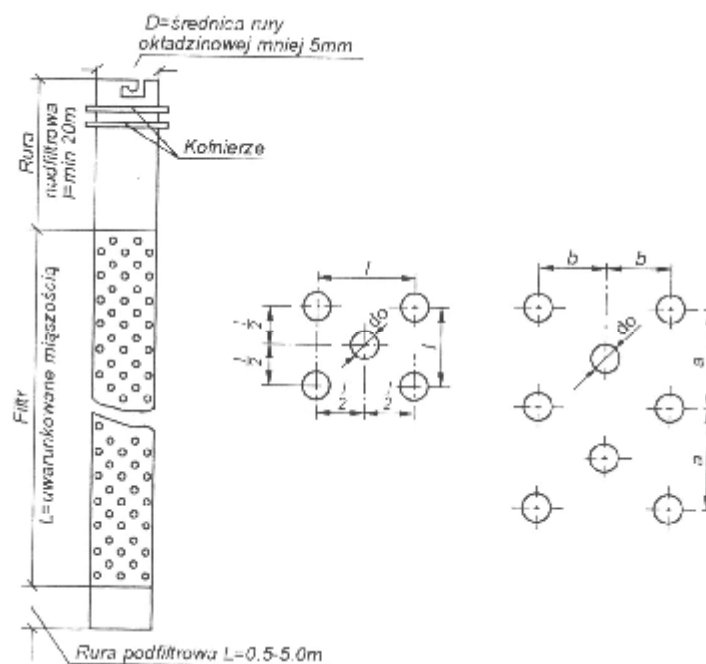


Rys. 18. Otwór studzienny z wielokolumnowym orurowaniem



Rys. 19. Uszczelnianie rury nadfiltrowej z rurą okładzinową

Podstawowym elementem konstrukcji filtru jest jego szkielet. Może być wykonany z rur stalowych, cementowych, ceramicznych lub mas plastycznych, a także z prętów stalowych, z włókien szklanych i in. Cała powierzchnia filtru jest powierzchnią roboczą i stanowi właściwy filtr. Suma powierzchni szkieletu przepuszczających wodę z warstwy wodonośnej do wnętrza filtru stanowi powierzchnię czynną filtru. Stosunek powierzchni czynnej filtru do jego powierzchni roboczej nazywamy współczynnikiem przepuszczalności filtru.



Rys. 20. Filtr rurowy z okrągłymi otworami: a – symetryczny rozstaw otworów okrągłych na rurze filtrowej, b – niesymetryczny rozstaw otworów okrągłych na rurze filtrowej

W zależności od rodzaju szkieletu filtry mogą mieć konstrukcje: z rur stalowych o perforacji okrągłej, mostkowej lub szczelinowej, cementowych o perforacji okrągłej i szczelinowej poprzecznej, z mas plastycznych o perforacji okrągłej, prętowe, żwirowe, ceramiczne i kamionkowe – porowate i specjalne. Powyższe typy konstrukcji filtrów mogą być równocześnie siatkowe lub bezsiatkowe.

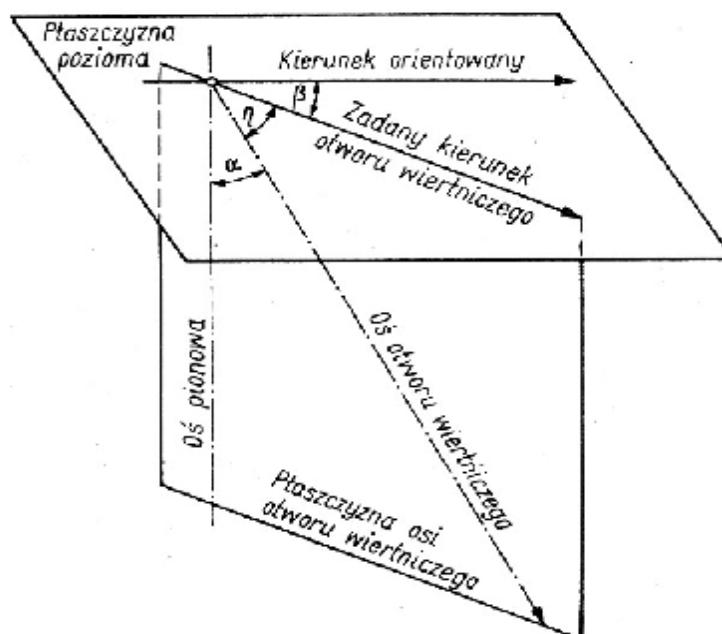
4.4.1.2. Wiercenie otworów kierunkowych

Ze względu na kierunek osi otworu w technice wiercenia otworów metodą obrotową (stołową, turbinową) wyróżnia się otwory pionowe, ukośne i kierunkowe. Otwory ukośne charakteryzują się określonymi nachyleniami osi otworu względem kierunku pionowego. Wiercone są od wierzchu otworu pod określonym kątem w zamierzonym kierunku (azymucie).

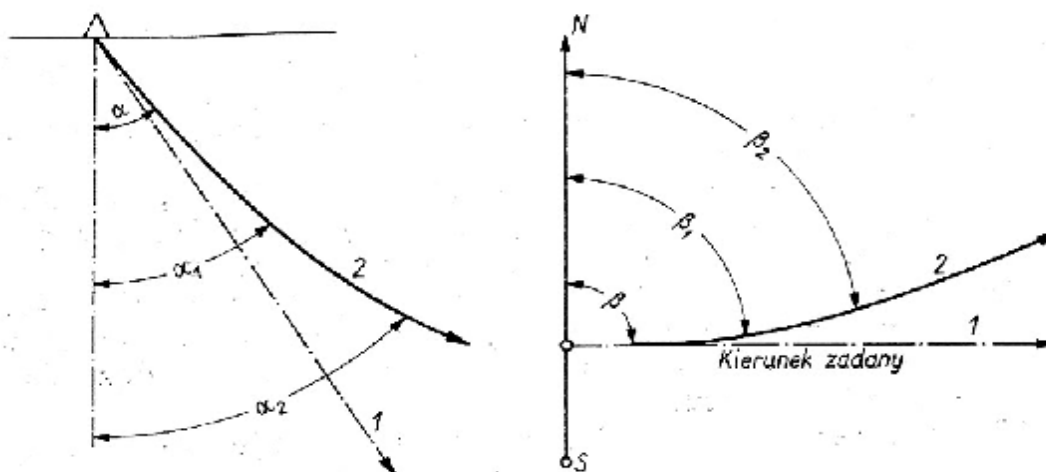
Trajektorie otworów kierunkowych charakteryzują się parametrami, określającymi zmianę skrzywienia otworu:

- kierunkiem osi otworu w danym punkcie pomiaru, który określa się azymutem i wielkością kąta odchylenia otworu od pionu,
- azymutem osi otworu, mierzonym kątem zawartym między kierunkiem północnym a kierunkiem osi otworu w danym punkcie pomiaru,
- odchyleniem osi otworu od kierunku pionowego określonym kątem skrzywienia w danym punkcie pomiaru (kat zawarty między osią otworu a kierunkiem pionowym),
- przegięciem osi otworu występującym na danym odcinku otworu, w którego obrębie nastąpiła zmiana kierunku odchylenia otworu (wyróżnia się przegięcie łagodne i nagłe mierzone promieniem skrzywienia),
- intensywnością skrzywienia lub prostowania osi otworu, mierzoną przyrostem lub zmniejszeniem się kąta skrzywienia przypadającym na jednostkę długości otworu,
- skręcaniem otworu wywołanym samorzutną zmianą kierunku azymutalnego, mierzonym przyrostem lub zmniejszaniem się kąta azymutalnego przypadającego na jednostkę długości otworu,

- skrzywieniem lub odchyleniem odcinka nowego otworu uzyskanego w wyniku zamierzonego sterowania odchyleniem otworu za pomocą klina, turbowiertu lub innego narzędzia odchylającego.



Rys. 21. Elementy określające przestrzenne położenie odwiertu [3, s. 189]



Rys. 22. Rzut osi (inklinogram) odwiertu na płaszczyznę pionową i poziomą: 1 – oś projektowanego odwiertu, 2 – oś odchylonego odwiertu, α , α_1 , α_2 , β , β_1 , β_2 – zenitowe i azymutowe kąty odchylonego odwiertu [3, s. 189]

W praktyce wiertniczej wyróżnia się następujące kategorie otworów kierunkowych:

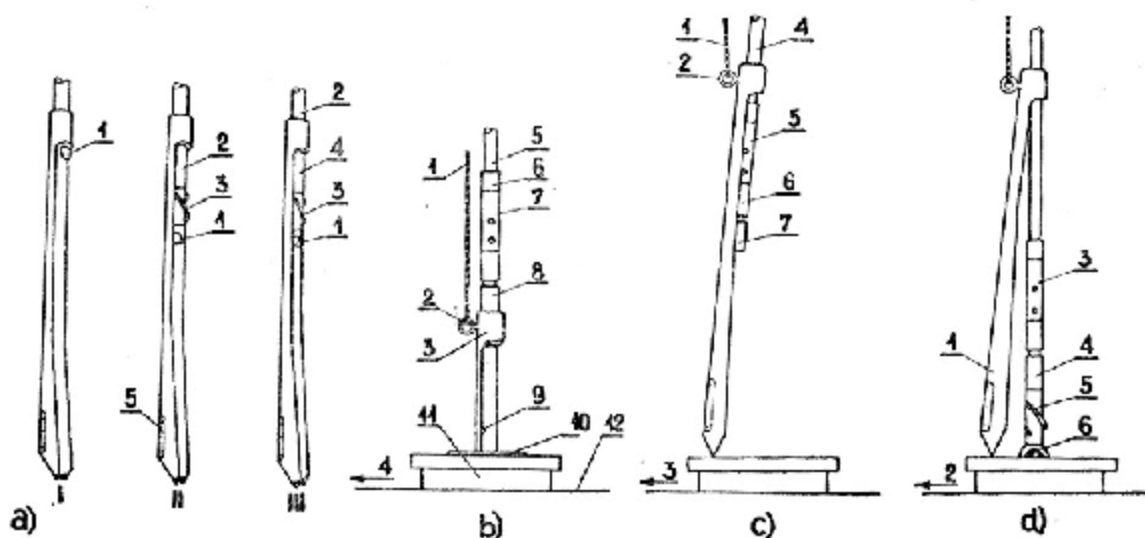
1. Otwory kierunkowe pojedyncze lub grupowe wiercone w celu:
 - a) dowiercania do złóż kopalin użytecznych w niedostępnych rejonach, np. pod rzekami, jeziorami, budowlami itp.,
 - b) przewiercenia skał pod dnem mórz i oceanów, otworami wykonanymi z brzegu lądu, ze statków wiertniczych lub platform wiertniczych,
 - c) ułatwienia dowiercania do poziomów ropo- i gazonośnych w obrębie wysadów solnych lub innych struktur geologicznych,
 - d) uzyskania otworów odciążających w przypadku likwidacji pożaru lub erupcji płynu złożowego z innego otworu.
2. Otwory kierunkowe z odcinkiem odchylonym, wiercone w interwałach nieorurowanego otworu i wykonywane w celu:

- a) ominięcia pozostawionych w otworze głównym narzędzi lub przewodu wiertniczego,
- b) wykorzystanie odwierconego otworu głównego, częściowo uprzednio orurowanego.
3. Otwory kierunkowe rozgałęzione wiercone z pionowego odcinka otworu wykorzystywane jako:
 - a) wielodenne konstrukcje otworów kierunkowych,
 - b) krótkie odcinki otworów kierunkowych.
4. Otwory kierunkowe idealnie pionowe mające specjalne przeznaczenie,
5. Otwory kierunkowe horyzontalne – przewierthy horyzontalne, wykonywane w celu ominięcia przeszkód przy budowie rurociągów do transportu ropy, gazu, wody i ścieków oraz kabli.

Przy wierceniu otworów kierunkowych można stosować rury płuczkowe i obciążniki tych samych wymiarów i jakości, jak przy wierceniu otworów pionowych.

Podczas wiercenia otworów kierunkowych metodą stołową zapoczątkowanie skrzywienia otworu w określonym azymucie można wykonać za pomocą:

- klinów odchylających standardowych i cyrkulacyjnych wyciągalnych z otworu lub klinów cementowanych w otworze,
- odchylaczy przegubowych,
- świrdrów dyszowych,
- specjalnych narzędzi wierzących,
- odchylaczy turbowiertowych.



Rys. 23. Etapy pracy przy użyciu wyciągalnego klina odchylającego [10, s. 382]

Zawieranie pochylego odcinka otworu kierunkowego w otworze nieorurowanym dokonuje się z dna otworu lub z powierzchni korka cementowego, a w otworze orurowanym w interwale ustawienia specjalnego, wyciągalnego klina odchylającego, umożliwiającego wykonanie „okna” w rurach okładzinowych.

Podczas wiercenia otworów kierunkowych metodą stołową stosuje się następujące narzędzia i przyrządy pomiarowe:

- przegubowe odchylacze przeznaczone do zawierania odcinka otworu pochylego,
- standardowe kliny wyciągalne i kliny cementowane oraz specjalne narzędzia odchylające (krzywe łączniki),
- rozszerzacze dwu- i trójgryzowe (mechaniczne i hydrauliczne),
- stabilizatory umieszczane w kolumnie obciążników i nad świrdrem,
- inklinometry uniwersalne jednopunktowe, w celu dokonania pomiaru kąta skrzywienia i azymutu otworu oraz orientowania narzędzi odchylających na dnie otworu,

- inklinometry wielopunktowe,
- niemagnetyczne obciążniki,
- niemagnetyczne rury płuczkowe,
- świdy dyszowe do skrzywienia otworu,
- świdy–dłubaki do zawierania odcinka otworu pochylego po wykonaniu korka w skałach twardych,
- specjalne turbowiertły,
- łączniki cyrkulacyjne,
- frezy do rur okładzinowych.

Do pomiaru kierunków osi otworu służą inklinometry. Inklinometry jednopunktowe posiadają igłę magnetyczną, dlatego do pomiaru azymutu magnetycznego oraz kąta skrzywienia otworu (bez konieczności wyciągania przewodu wiertniczego z otworu) stosuje się obciążniki i rury płuczkowe niemagnetyczne. Inklinometry żyroskopowe pozwalają na prowadzenie pomiarów w polach magnetycznych zakłóceń, bez zniekształcenia wyjściowych wskaźników, tj. w kolumnie rur okładzinowych, w rurach płuczkowych lub wydobywczych.

Sterowane przewiertły horyzontalne

Technologia HDD (HDD – Horizontal Directional Drilling) pozwala na znaczne skrócenie trasy rurociągu poprzez ominięcie przeszkody terenowej w płaszczyźnie pionowej. Metoda przewiertów horyzontalnych staje się coraz bardziej popularna ze względu na jej proekologiczny charakter.

Do przewiertów horyzontalnych stosuje się specjalistyczne wiertnice. Z reguły składają się one z następujących elementów:

- korpusu głównego – złożonego z konstrukcji prowadnicowej, wzdłuż której głowica wiertnicza może się przesuwać; od ustawienia korpusu głównego zależy kąt wejścia,
- podstawy wiertnicy,
- zespołu napędowego – silnika, pomp hydraulicznych itd.,
- głowicy wiertniczej – poruszającej się w górę i w dół wzdłuż ramy głównej (korpusu głównego), za pomocą napędu, najczęściej hydraulicznego, od którego mocy zależy siła ciągnąca i pchająca sprzętu.

Głowica wiertnicza przenosi również napęd obrotowy na żerdzie wiertnicze. Pracę wiertnicy uzupełnia system płuczki wiertniczej. Składa się on ze zbiornika płuczki bentonitowej, urządzenia przygotowującego płuczkę, urządzenia do oczyszczania płuczki z urobku, pompy ciśnieniowej do zatłaczania płuczki. Dzięki zastosowaniu płuczki wiertniczej możliwa jest wydajna praca wiertnicy poprzez:

- urabianie gruntu,
- transportowanie urobku na powierzchnię,
- zmniejszenie oporów tarcia,
- chłodzenie rurociągu pilotowego oraz produktowego,
- uszczelnianie ścianek otworu wiertniczego,
- stabilizację otworu.

Badania geologiczne

Warunki geologiczne znacząco rzutują na ostateczny koszt przekroczenia przeszkody. Wymuszają one zastosowanie odpowiedniego sprzętu i płuczki bentonitowej oraz pozwalają wytyczyć trasę rurociągu w optymalnym miejscu, zmniejszając narażenie się na niestabilność wierconego otworu lub napotkanie niesprzyjających formacji geologicznych w rejonie przekroczenia. Mimo dodatkowych kosztów, jakie niesie za sobą przeprowadzanie specjalistycznych badań geologicznych i geotechnicznych w rejonie przewiertu, pozwalają one zoptymalizować pracę oraz uniknąć kosztów ewentualnych awarii sprzętu.

Dobór płuczki wiertniczej

Płuczka wiertnicza stanowi roztwór wodny różnego rodzaju bentonitów i dodatków uszlachetniających. Podczas wiercenia pilotowego płuczka zwilża zarówno żerdź wiertła jak i ścianki otworu, chłodzi świder wraz ze znajdującą się w pobliżu sondą systemu sterowania, usuwa powstające zwierciny poprzez wypłukiwanie, wypełnia, stabilizuje i uszczelnia otwór, a także znacznie zmniejsza ryzyko tworzenia się kawern otworu wokół wiertła i jego żerdzi. Podczas poszerzania otworu i samej instalacji rurociągu płuczka zmniejsza ryzyko zakleszczenia się rozwiertaka bądź instalowanych rurociągów. Dokładne rozpoznanie geologiczne pozwala właściwie dobrać recepturę płuczki wiertniczej w celu najlepszego wykorzystania jej właściwości w warunkach przewiertu.

Projektowanie planu i profilu przekroczenia

Kształt profilu przekroczenia przeszkody zależy od kilku czynników. Jednym z nich jest topografia terenu wokół miejsca przewiertu, która warunkuje jego długość i głębokość. Przekroczenia wykonywane przy pomocy techniki wierceń sterowanych rozpoczynają się i kończą na powierzchni, a więc instalowany rurociąg przybiera kształt łuku (tzw. łuk swobodnych naprężeń). Zakres stosowanych w praktyce kątów wejścia wynosi 8° – 20° , kąt wyjścia natomiast powinien wynosić 6° – 12° zależnie od średnicy rurociągu. Dla rurociągów o większych średnicach stosuje się mniejsze kąty, aby ułatwić operację przeciągania przez otwór przewiertu.

System sterowania magnetycznego TENSOR

Do sterowania wierceniem pilotowym używamy systemu magnetycznego TENSOR wspomaganego współpracującym z nim systemem TRU–TRACK. Zasadą działania pierwszego jest wykorzystanie naturalnego ziemskiego pola magnetycznego, poprzez układ czujników w sondzie, rejestrujących składowe siły grawitacji pola magnetycznego.

W skład systemu Tensor, poza sondą wchodzi także układ sprzęgający, konsola wiertacza, komputer i drukarka. Sonda jest umieszczona na początku przewodu wiertniczego wewnątrz niemagnetycznego obciążnika jak najbliżej narzędzia wierzącego, natomiast zasilanie i transmisja danych pomiarowych odbywa się pojedynczym przewodem elektrycznym, połączonym z układem sprzęgającym. Pozostałe elementy systemu znajdują się w kabinie sterowniczej. Konsola dostarcza wiertaczowi aktualne parametry położenia sondy: azymut, inklinację oraz orientację narzędzia wierzącego z dokładnością do 0,1 stopnia, natomiast operator systemu sterowania ma do dyspozycji wszelkie dane wyświetlane na ekranie komputera. System ten pozwala na stałą kontrolę i dokumentowanie rzeczywistej trajektorii przewiertu. Wydruk uzyskany z tego systemu może służyć do sporządzenia inwentaryzacji powykonawczej i stanowi potwierdzenie wykonania zadania o założonych i ściśle kontrolowanych parametrach. Pomocniczy system sterowania Tru–Track używany jest w sytuacji silnych zakłóceń magnetycznych i działa na zasadzie lokalizacji sondy w odniesieniu do specjalnej pętli usytuowanej względem trajektorii przewiertu. System ten jest praktycznie niewrażliwy na zakłócenia i stosuje się go w celu korygowania wskazania podstawowego układu sterowania. Nieograniczona głębokość wiercenia przy zastosowaniu systemu Tensor i Tru–Tracker pozwala na wykonywanie przekroczeń na dowolnej i optymalnej rzędnej uwarunkowanej budową geologiczną, głębokością przeszkody wodnej, ewentualnymi przeszkodami czy też życzeniami Inwestora. Możliwości wykonania precyzyjnego przewiertu pilotowego przy użyciu systemu Tensor są daleko większe niż innymi systemami (systemy radiowe), co wynika nie tylko z ograniczonej głębokości działania tych sond, ale również ze znacznie mniejszej precyzji pomiarów i braku niezmiennie istotnego parametru, jakim jest azymut. Dotyczy to przede wszystkim przewiertów głębokich, wykonywanych po łuku w poziomie, czy mających na celu posadowienie w otworze rurociągów stalowych o dużych średnicach.

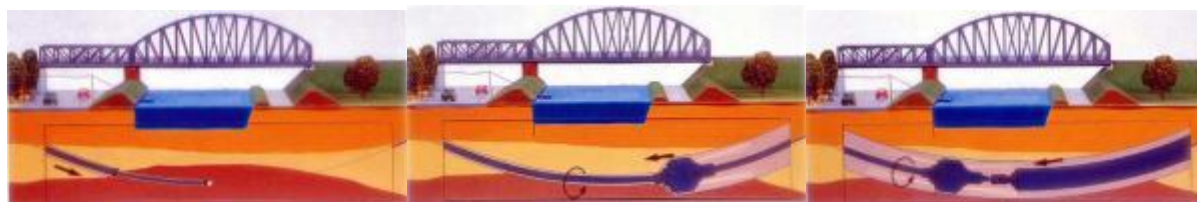
Wiercenie otworu pilotowego

Otwór pilotowy jest wykonywany wzdłuż wstępnie określonego profilu, zgodnie z którym dokonuje się zmian azymutu i pochylenia tak, aby pozostać na wytyczonej trasie. Zwykle używa się dwóch metod wiercenia otworu pilotowego:

- hydrauliczne rozmywanie gruntu stosowane dla miękkich formacji geologicznych,
- wewnątrz-otworowy silnik napędzany przez płuczkę wiertniczą stosowany dla twardszych formacji jak piaskowce, łupki, wapień i granity.

Rozwiercanie otworu pilotowego i instalacja rurociągu

Po wykonaniu i akceptacji otworu pilotowego do żerdzi wiertniczej, w punkcie wyjścia dołączane są kolejno rozwiertaki o średnicy finalnej o 30% większej niż zewnętrzna średnica instalowanego rurociągu. W tym etapie również dużą rolę odgrywa odpowiednio dobrana płuczka bentonitowa. Gdy rozwiertaki obracane żerdziami wiertniczymi zostaną przeciągnięte przez cały otwór, aż do punktu wejścia, otwór jest gotowy do instalacji rurociągu. Podczas gdy rurociąg jest wciągany do otworu, żerdziami wiertniczymi zatłacza się płuczkę przez obracający się rozwiertak, połączony z wciąganiem rurociągiem za pomocą krętlika. Po dojściu rozwiertaka do punktu wejścia instalacja jest zakończona.



Rys. 24. Wiercenie otworu pilotowego
[www.bezwykopowe.pl/technologie.php]

Rys. 25. Poszerzanie otworu
[www.bezwykopowe.pl/technologie.php]

Rys. 26. Wciąganie rurociągu
[www.bezwykopowe.pl/technologie.php]

4.4.1.3. Awarie przewodu wiertniczego

Jedną z najtrudniejszych komplikacji powstałych w czasie wiercenia otworów są przypadki przychwycenia przewodu wiertniczego. W celu uwolnienia przychwyczonego przewodu wiertniczego, należy najpierw wykonać próbę uwolnienia go przez napinanie lub przez płukanie otworu. Miejsce przychwycenia z dużą dokładnością może być określone za pomocą lokatora przychwycenia przewodu. Jest to bardzo czuły przyrząd elektryczny umieszczony ekscentrycznie za pomocą łukowo wykształconych sprężyn, stykających się z wewnętrzną powierzchnią przychwyczonego przewodu. Między wskazaniem przyrządu a wielkością momentu skręcającego, pomiędzy górną i dolną częścią sprężynowego urządzenia, istnieje zależność liniowa. Przyrząd zapuszcza się do przewodu wiertniczego na głębokość powyżej 90 m od przypuszczalnego miejsca przychwyczonego przewodu. Następnie wykonuje się obrót kolumną przewodu wiertniczego w celu przyłożenia momentu skręcającego i na powierzchni rejestruje się wskazania, odpowiadające położeniu przyrządu w otworze. Przy absolutnie swobodnym obrocie kolumny przewodu, wskazania przyrządu będą bardzo duże. W miarę zbliżania się do miejsca przychwycenia, będą się one zmniejszać do momentu, a kiedy przyrząd znajdzie się w obrębie przychwyczonej części wskazania będą równe zero. Po określeniu głębokości przychwycenia, następuje operacja rozkręcania przewodu wiertniczego. Do tego celu można posłużyć się ładunkiem detonującym, który zapuszcza się do otworu możliwie najbliżej zwornika w miejscu przychwycenia. Następnie napina się przewód z określoną siłą, tak aby naprężenia rozciągające w miejscu przychwycenia były równe zero. Następnie przykłada się do kolumny przewodu moment

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

skręcający w lewo przez obrót stołem obrotowym i detonuje ładunek. Kombinacja tych czynności umożliwia rozkręcenie połączenia gwintowego przewodu wiertniczego na określonej głębokości. Dalsze prace polegają na zapięciu na przychwyciony przewód korony ratunkowej wraz z nożycami ratunkowymi, których działanie polega na wywoływaniu uderów. Jeżeli w wyniku długotrwałej pracy nożyc ratunkowych nie udaje się uruchomić przychwyconej kolumny przewodu dokonuje się jego obwiercenia odcinkami za pomocą specjalnych frezów pierścieniowych zapuszczonych do otworu na rurach okładzinowych. Obwiercone odcinki wycina się nożem do cięcia rur płuczkowych, rozkręca i wyciąga na powierzchnię. Przy pracach związanych z wyciąganiem przychwyconej kolumny rur płuczkowych wykonuje się również kąpiel ropną lub olejową miejsca przychwycenia.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakimi metodami wiercenia wykonuje się otwory hydrogeologiczne?
2. Z jakich elementów składa się otwór hydrogeologiczny?
3. W jakim celu jest stosowana kolumna przewodnikowa?
4. Do czego służy filtr studni wierconej?
5. Które otwory wierce się metodą obrotową?
6. Z jakich elementów składa się otwór studzienny z podwójnym orurowaniem?
7. Jakie są kategorie otworów kierunkowych?
8. Jakie narzędzia stosuje się podczas wiercenia otworów kierunkowych, metodą stołową?
9. Z jakich elementów składa się specjalistyczna wiertnia do przewiertów horyzontalnych?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Ustal miejsce przychwycenia przewodu wiertniczego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się informacjami dotyczącymi przechwycenia przewodu wiertniczego zawartymi w Poradniku dla ucznia oraz w literaturze,
- 2) zapoznać się z przepisami bhp obowiązującymi na wierni,
- 3) obejrzeć prezentację multimedialną dotyczącą ustalenia miejsca przychwycenia przewodu wiertniczego,
- 4) zanotować spostrzeżenia w zeszycie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- prezentacja multimedialna dotycząca ustalenia miejsca przychwycenia przewodu wiertniczego.

Ćwiczenie 2

Zaplanuj sposób uwolnienia przewodu wiertniczego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się informacjami dotyczącymi awarii przewodu wiertniczego zawartymi w Poradniku dla ucznia oraz w literaturze,

- 2) sporządzić plan działań koniecznych do podjęcia w celu uwolnienia przewodu wiertniczego uwięzionego w skałach pęczniejących,
- 3) zaplanować metodę uwolnienia,
- 4) sporządzić wykaz koniecznych narzędzi instrumentacyjnych,
- 5) zaprezentować swój plan.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- literatura 6 Poradnika dla ucznia,
- zeszyt.

Ćwiczenie 3

Wyznacz główne parametry wiercenia otworów kierunkowych oraz wykonaj wiercenie otworów kierunkowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) zapoznać się informacjami dotyczącymi wiercenia otworów kierunkowych zawartymi w Poradniku dla ucznia oraz w literaturze,
- 2) ustalić ostateczne parametry otworu kierunkowego,
- 3) zaplanować metodę wiercenia kierunkowego właściwą dla posiadanego wyposażenia,
- 4) dobrać przyrządy do kontroli krzywizny,
- 5) przygotować stanowisko pracy,
- 6) przestrzegać zasad bhp i instrukcji podczas wykonywania prac,
- 7) wykonać wiercenie otworu kierunkowego,
- 8) wykonać pomiar końcowych parametrów,
- 9) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- stanowisko wiertnicze,
- instrukcje dotyczące wiercenia otworów kierunkowych,
- przyrządy do kontroli krzywizny otworu,
- osprzęt do odchylenia,
- środki ochrony osobistej,
- literatura z rozdziału 6 Poradnika dla ucznia.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić, które otwory wiertnicze nazywamy otworami studziennymi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić wartość prześwitu pomiędzy ścianą otworu, a zewnętrzną powierzchnią rur okładzinowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić do czego służy kolumna techniczna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) scharakteryzować budowę kolumny rur filtrowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić technologię HDD?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wyjaśnić od czego zależy kształt profilu przekroczenia przeszkody?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić metody wiercenia otworu pilotowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Metody wierceń podziemnych

4.5.1. Materiał nauczania

Podział wierceń podziemnych ze względu na cel wiercenia, jak i charakter technicznych rozwiązań:

1. Badawcze (geologiczno-poszukiwawcze, przedwierty), które wykonuje się przy konieczności rozeznania geologicznego danego rejonu kopalni.
2. Hydrogeologiczne (odwadniające), które wykonywane są dla rozeznania warunków hydrogeologicznych danego rejonu kopalni.
3. Drenażowe (metanowe, wodne i przeciwwyrzutowe), które wykonywane są jako otwory drenujące górotwór z podziemnych wyrobisk górniczych dla zlikwidowania zagrożeń naturalnych i stworzenia bezpieczeństwa dla eksploatacji złóż.
4. Kablowo – rurowe (techniczne), które spełniają określone zadania, np. skrócenia drogi prowadzenia kabli i rurociągów.
5. Podsadzkowe (spływowce) najczęściej wykonywane dla odprowadzenia lub skrócenia drogi dla spływu wód popodsadzkowych.
6. Poszukiwawczo-komunikacyjne lub wentylacyjne – są to otwory o charakterze specjalnym, zwłaszcza dla celów ratowniczych.
7. Technologiczne (długie otwory strzałowe, nawadniające itp.).
8. Wielkośrednicowe (otwory szybowe), które prowadzone są dla zgłębiania szybów i szybików metodami wiertniczymi.

Rodzaje świrdrów wiertniczych stosowanych do wierceń podziemnych metodą obrotową:

1. Świdry skrawające.
2. Świdry gryzowe (kruszące).
3. Świdry diamentowe.

Świdry skrawające

Stosowane są najczęściej do wiercenia w skałach bardzo miękkich i miękkich. Uzbrojone są płytkami typu Vidia.

Średnice świrdrów skrawających stosowanych w wierceniach podziemnych: 36, 42, 48, 65, 80, 115, 214, 270 mm.

Rodzaje świrdrów skrawających:

- dwuskrzydłowe,
- trójskrzydłowe,
- wielostopniowe (choinkowe).

Zalecane parametry wiercenia: nacisk 150–200 kg na 1 cm średnicy świrdra, przy stosowaniu obrotów od 50–200 obrotów na minutę.

Świdry gryzowe

Używane są do wiercenia zarówno w skałach miękkich jak i twardych.

Najczęściej stosowane są następujące średnice: 75, 95, 114, 143 i 216 mm.

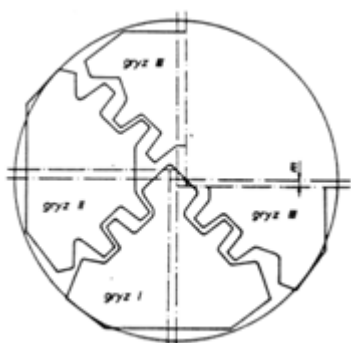


Rys. 27. Świder trójgryzowy kadłubowy [www.niuw.glinik.pl]

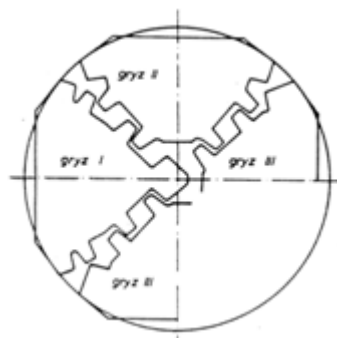
Podział świderów gryzowych:

1. Świdry typu BM – przeznaczone do wiercenia w skałach bardzo miękkich, takich jak łyły, muły, gliny, węgiel, kreda i innych, których wytrzymałość na zgniatanie nie przekracza 400 kg/cm^2 . Najczęściej trójgryzowe i dwugryzowe o gryzach dwu lub trójstożkowych, samooczyszczających się.
2. Świdry typu M – służą do wiercenia w skałach miękkich, np. gipsach, marglach, solach i niezbyt zwięzłych piaskowcach o wytrzymałości na zgniatanie $400\text{--}800 \text{ kg/cm}^2$.
3. Świdry typu S – używane do wiercenia w anhydrytach, średnio twardych piaskowcach, łupkach, dolomitach lub wapieniach i innych skałach, których wytrzymałość na zgniatanie wynosi $800\text{--}1300 \text{ kg/cm}^2$. Zęby gryzów mają większe kąty zaostrenia i są niższe niż zęby w świdrach typu M.
4. Świdry typu T – przeznaczone są do skał zwięzłych, których wytrzymałość na ściskanie wynosi $1300\text{--}1800 \text{ kg/cm}^2$. Zęby gryzów są krótsze, silniejsze, zaś na wieńcu zewnętrznym mają kształt litery T lub L.
5. Świdry typu BT – zwiercają efektywnie skały bardzo twarde o wytrzymałości na ściskanie większej niż 1800 kg/cm^2 . Nazywane są „kobrami”, a gryzy mają uzbrojone słupkami z węglików spiekanych o wierzchołkach kulistych.

Układ gryzów samooczyszczających się w świdrach typu BM, M i S charakteryzuje się tym, że osie poszczególnych gryzów są nieco przesunięte względem osi świdra. Dzięki temu gryzy otrzymują pewien poślizg powodujący ścieranie urabianych skał, co wpływa dodatnio na efekt wiercenia. Samooczyszczanie polega na oczyszczaniu rowków jednego gryza wieńcem zębów innego gryza.



Rys. 28. Układ gryzów w świdrach typu BM, M i S [Wiercenia dołowe, GIG 79]



Rys. 29. Układ gryzów w świdrach typu T [Wiercenia dołowe, GIG 79]

Ze względu na budowę świdry gryzowe mogą być:

- jednogryzowe,
- dwugryzowe,
- trójgryzowe,
- czterogryzowe,
- wielostopniowe.

Świdry diamentowe

Zastosowanie do wiercenia w skałach twardych i bardzo twardych. Uzbrojenie diamentami aturalnymi lub przemysłowymi typu: bort, kongo, karbonat.

Rodzaj uzbrojenia (wielkość ziarn): duże – 8÷12 sztuk na jeden karat, średnie – ok. 20 sztuk, na jeden karat, drobne – do kilkuset sztuk na jeden karat (1 karat = 200 mg).

Sposób osadzenia diamentów:

- metodą odlewania
- metodą spiekania.

Rodzaje świrdrów i koronek diamentowych:

- a) jednowarstwowe – diamenty rozmieszczone w określonej kolejności, w czole i bocznych powierzchniach matrycy – w jednej warstwie,
- b) impregnowane – matryca jest równomiernie nasycona w całej objętości bardzo małymi ziarnami diamentów.

W zależności od twardości przewiercanych skał świrdry diamentowe mają różne kształty powierzchni czołowych.

Obecnie w przemyśle węglowym stosuje się świrdry, które są osadzone płytkami z diamentów polikrystalicznych – elementami PCD typu STRATAPAX o średnicach 8, 11 i 13 mm. Przeznaczone są do wierceń w skałach zwięzłych oraz bardzo zwięzłych. Świrdry stosowane są do wierceń obrotowych przy wykonywaniu otworów małośrednicowych, a w szczególności do prac strzałowych, badawczych, odwadniających i odgazowujących w pokładach karbońskich, za pomocą wozów wierniczych lub wiernic.

Tabela 2. Własności świrdrów do wierceń pełno otworowych osadzonych płytkami z diamentów polikrystalicznych

średnica świrdra [mm]	ØPCD/szt	zalecany typ gwintu	zalecany typ przewodu wierniczego
27–29	13/2	M16 lub B17	żerdź 6kt –22 mm i 25 mm
42	13/3	Cr 32p	rura płuczkowa Ø32 mm
48	13/3+11/1	Cr 42p	rura płuczkowa Ø42 mm
65	13/5	SVJ 33 lub Rd 40	rura płuczkowa Ø51 mm
76	13/6	SVJ 33 lub Rd 40 SVJ 42	rura płuczkowa Ø51 mm lub Ø60 mm
93	13/9	SVJ 42	rura płuczkowa Ø60 mm

Zalety świrdrów PCD w stosunku do świrdrów z węglkami spiekanymi lub gryzerów:

- odporność na ścieranie,
- żywotność 30 – 50 razy wyższa w porównaniu do gryzerów,
- wyższe obroty wiercenia, dla całego zakresu żywotności koronki,
- znaczne zmniejszenie nacisku jednostkowego na narzędzie podczas wiercenia, mniejszy poziom hałasu.



Rys. 30. Świrder do wierceń pełno otworowych osadzonych płytkami z diamentów polikrystalicznych PCD
[www.feliks-kw.com.pl]

Rdzeniówki

Rdzeniówki przeznaczone są do pobierania próbek z przewiercanych skał. Próbki w postaci rdzenia należy po wyciągnięciu z otworu ułożyć w specjalnej skrzynce i dokładnie opisać.

Wiercenie rdzeniowe odbywa się za pomocą koronki rdzeniowej.

Rdzeniówka składa się z:

- jednej lub wielu rur, stanowiących kadłub rdzeniówki,
- rury rdzeniowej,
- urywaka rdzenia,
- koronki rdzeniowej.

Rodzaje rdzeniówek:

1. Pojedyncza,
2. Podwójna:
 - ze stałą rurą rdzeniową,
 - z ruchomą rurą rdzeniową,
 - z wpuszczaną rurą rdzeniową (wrzutowe),
 - specjalne, z rurą rdzeniową gazoszczelną.

Koronki wiertnicze:

1. Skrawające – zębate, słupkowe (średnice 36, 46, 56, 76, 96, 112 mm).
2. Kruszące – gryzowe, (cztero i sześciogryzowe typu S, T i BT).
3. Diamentowe – ścierające.

Przewód wiertniczy

Zadania przewodu wiertniczego w czasie wiercenia:

- przekazuje obroty narzędziu wiertniczemu,
- doprowadza płuczkę wiertniczą na dno otworu,
- wywiera nacisk na narzędzie wiertnicze,
- umożliwia zapuszczanie i wyciąganie narzędzia wiertniczego i innych przyrządów zapuszczanych na dno otworu.

Elementy przewodu wiertniczego:

- głowica płuczkowa,
- żerdź wrzecionowa (graniatka),
- rury płuczkowe,
- prowadniki,
- obciążniki,
- narzędzie wiertnicze,
- łączniki redukcyjne.

Najczęściej stosowane rury płuczkowe mają średnice 32, 42, 51, 60,3 mm.

Wiertnice do wierceń podziemnych

Wiertnice przeznaczone do wierceń podziemnych muszą spełniać następujące warunki:

- mieć małe ciężary własne i wymiary, co jest uzasadnione łatwością transportu i ustawienia,
- zapewnić krótki czas montażu i demontażu,
- mieć możliwość wiercenia w pełnym zakresie kątów,
- zapewnić maksymalne postępy wiercenia w danych warunkach geologicznych,
- mieć możliwość osiągania prędkości obrotowej (do 120 rad/s) dla zapewnienia wymaganej liczby obrotów przy użyciu narzędzi diamentowych,
- możliwość stosowania płuczki wodnej i powietrznej do usuwania zwiercin.

Tabela 3. Wiertnice do wierceń podziemnych produkcji OMAG Oświęcim.

TYP	Jedn.	WD-02EA	WD-02EA	WD-02H	WDP-1C	WDP-2A	WDH-1	WDH-3
Medium	–	Prąd	Powietrze	Emulsja	Powietrze	Powietrze	Olej	Olej
Głębokość wiercenia	m	40	40	40	120	200	120	300
Średnica otworu	mm	46	46	63	65	76	76	95
Max. średnica przez rozwierca nie	mm	66	66	66	270	270	143	600
Średnica żerdzi	mm	32 42	32 42	32 42	51	51	51	51 60,3
Długość żerdzi	mm	dowolna	dowolna	dowolna	1500	1500	1500	1500
Rodzaj napędu	–	elektryczny 380V / 500V /660V	pneumatyczny	Hydrauliczny	Pneumatyczny	Pneumatyczny	elektryczny 500V / 1000V hydrauliczny	elektryczny 500V / 1000V hydrauliczny
Ciśnienie zasilania	MPa		0,4	12+1,2 16+1,6	0,4	0,4	14	15
Moc silników	kW	2,2	3,0	–	7,8+1,8	13+3	22–agregat	30– agregat
Max. moment obrotowy	Nm	134	210	94	850	1240	235, 800	1600, 4000
Obroty wrzeciona	rpm	156–519	135–520	90–330	116; 280	102; 216; 360; 760;	0–420; 0–130;	0–400
Docisk przy wierceniu	kN	0–15	0–15	0–15	0–50	0–50	0–42	0–72
Prędkość posuwu roboczego	m/min	0–3,5	0–3,0	0–2,0	0–2,3	0–3,9	0–6,0	0–4,7
Ciężar	kg	156	156	107	600	700	450+850	600+900
Gabaryty wiertnicy	mm	1500x450x550	1500x450x550	1500x450x550	2920x600x665	3270x600x800	2600x600x620	2600x600x620

Stosowane wiertnice dołowe produkcji ZMUW.

Wiertnica Małośrednicowa Dołowa MDR-06A

M – małośrednicowa,

D – dołowa,

R – na rozporach,

06 – średnia głębokość wiercenia 60 m,

A – kolejna modernizacja konstrukcji.

Przeznaczenie:

- do wiercenia otworów geologiczno-poszukiwawczych w skałach różnej twardości średnicą 46 mm do głębokości 60 m, oraz otworów eksploatacyjnych wierconych pełnym

przekrojem 46 mm (odwadniających, odgazowujących, wyprzedzających) do głębokości około 150 m.

Działanie:

Posuw hydrauliczny. Zaciskanie rur płuczkowych odbywa się głowicą zaciskową sterowaną również hydraulicznie. Głowica ta przekazuje obroty na żerdź wiertniczą z trzybiegowej skrzyni przekładniowej.

W skład wiertnicy MDR – 06A wchodzi następujące zespoły:

- skrzynia przekładniowa,
- głowica obrotowa z cylindrami dociskowymi,
- głowica zaciskowa,
- przesuwak hydrauliczny,
- zbiornik oleju,
- przewody i połączenia hydrauliczne,
- urządzenie zaciskowe,
- rozpory,
- silnik elektryczny lub pneumatyczny,
- wyposażenie elektryczne.

Dane techniczne:

Silnik elektryczny ESKe-44a

Liczba obrotów 1455 1/min

Moc 5,5; 7,5 kW

Minimalna średnica wiercenia 46 mm

Głębokość wiercenia rdzeniowego około 60 m

Głębokość wiercenia pełnym przekrojem Ø46 mm około 150 m

Średnica rur płuczkowych 42 mm

Kierunek obrotów wrzeciona: prawy

Liczba obrotów wrzeciona: 125; 265; 580 1/min

Maksymalna prędkość posuwu: 1,45 m/min

Skok wrzeciona: 500 mm

Ciśnienie robocze oleju w układzie hydraulicznym: 5 MPa

Docisk na żerdź 0 – 19,5 kN

Wysokość rozpór 1975 – 2550 mm

Masa całkowita 420 kg

Silnik pneumatyczny, moc przy 0,4 MPa 6 kW



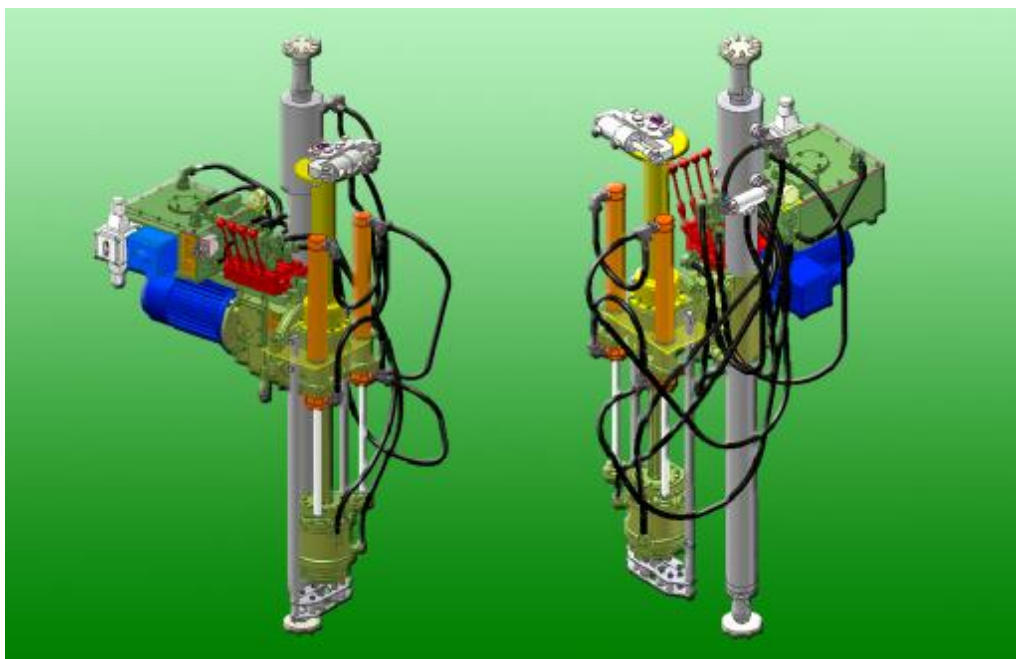
Rys. 31. Wiertnica MDR – 06A [www.zmuw.internetdsl.pl]

Wiertnica MDR–03AT–E

Parametry techniczne	J.m.	MDR–03AT–E
Minimalna średnica wiercenia	mm	36
Głębokość wiercenia rdzeniowego f 36 mm	m.	70
Silnik napędowy – moc znamionowa	kW	3
– napięcie znamionowe	V	500
Kierunek i prędkość obrotowa wrzeciona w zależności o zastosowanych kół obroty prawe:	obr/min	208, 392 648, 1218 300, 562 453, 851
Prędkość robocza posuwu	m/min	1,45
Średnica rur płuczkowych	mm	32÷42
Skok wrzeciona	m.	0,5
Docisk przy wierceniu	kN	max. 16
Kąt wiercenia	–	0–360°
Masa wiertnicy z osprzętem elektrycznym	kg	380
Wysokość rozporu – minimalna	mm	1900
– maksymalna	mm	3300 lub 4400

Zalety:

- wiertnica MDR-03AT-E charakteryzuje się dużą uniwersalnością, a zarazem nieskomplikowaną konstrukcją. Zaletą powyższego urządzenia jest trwałość i niezawodność działania,
- może być stosowana w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych o stopniu niebezpieczeństwa „a”, „b” i „c” zagrożenia wybuchu metanem oraz klasy A i B wybuchu pyłu węglowego,
- łatwość sterowania z szybkim doбором parametrów wiercenia przy zmiennych warunkach geologicznych.



Rys. 32. Wiertnica MDR-03AT-E [www.zmuw.internetdsl.pl]

W skład wiertnicy WDP – 2A wchodzi następujące zespoły:

- napęd wrzeciona (skrzynia biegów) z głowicą płuczkową,
- silnik napędu żerdzi,
- mechanizm napędu posuwu,
- suport,
- klucz pneumatyczny,
- zespół ram,
- pulpit sterowniczy,
- pompa płuczkowa,
- zestaw kołowy,
- układ podnoszenia.



Rys. 33. Wiertnica drenażowa WDP-1C [www.omag.pl]

Wiertnice drenażowe WDP-1C i WDP-2A przeznaczone są do obrotowego wiercenia otworów służących do odmetanowania i odwadniania pokładów, celów poszukiwawczo-badawczych, wentylacji oraz prac ratowniczych.

Tabela 4. Parametry wiertnic WDP-1C i WDP-2A

TYP	Jednostka	WDP-1C	WDP-2A
Medium	–	Powietrze	Powietrze
Głębokość wiercenia	m	120	200
Średnica otworu	mm	65	76
Max. średnica przez rozwiercanie	mm	270	270
Średnica żerdzi	mm	51	51
Długość żerdzi	mm	1500	1500
Rodzaj napędu	–	Pneumatyczny	Pneumatyczny
Ciśnienie zasilania	MPa	0,4	0,4
Moc silników	kW	7,8+1,8	13+3
Max. moment obrotowy	Nm	850	1240
Obroty wrzeciona	rpm	116; 280	102; 216 360; 760
Docisk przy wierceniu	kN	0–50	0–50
Prędkość posuwu roboczego	m/min	0–2,3	0–3,9
Ciężar	kg	600	700
Gabaryty wiertnicy	mm	2920x600x665	2370x600x800

Wiertnice WDP-1C i WDP-2A posiadają szereg zespołów i części wspólnych. Wyposażone są w pneumatyczny klucz do rozkręcania i podtrzymywania przewodu wiertniczego, a jego przegubowe mocowanie umożliwia wiercenia rdzeniowe lub stosowanie żerdzi o większych średnicach z pominięciem klucza. Wiertnice WDP-1C i WDP-2A pomimo zastosowania napędów pneumatycznych odznaczają się cichobieżną pracą poniżej 85dBA.

Wiertnica WDP-1C jest wiertnicą o znacznie prostszej konstrukcji. W wersji podstawowej produkowana jest bez układu ram do kąowego wiercenia.

Wiertnice przeznaczone są do pracy w podziemnych zakładach górniczych, w których może wystąpić zagrożenie metanowe lub zagrożenie wybuchem pyłu węglowego.

Wiertnica WDH-3 przeznaczona jest do obrotowego wiercenia otworów geologiczno-poszukiwawczych w skałach o różnej twardości z zastosowaniem narzędzi tradycyjnych oraz zbrojonych w diamenty.



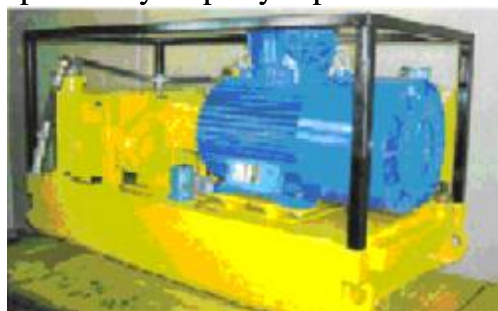
Rys. 34. Wiertnica WDH [www.omag.pl]

Przy zastosowaniu ram do kątownego wiercenia otwory mogą być wiercone pod kątem 90°. Do napędu obrotów i posuwu zastosowano silniki hydrauliczne zasilane z agregatu hydraulicznego, który może być oddalony do 20 m od pulpitu sterowniczego. Aby zróżnicować obroty oraz moment obrotowy zastosowano dwa typy silników hydraulicznych SOK1-63k7A1 lub SOK1-250k6, które w zależności od potrzeb mogą być wymieniane.

Tabela 5. Parametry wiertnicy WDH

TYP	Jednostka	WDH-3
Medium	–	Olej
Głębokość wiercenia	m	300
średnica otworu	mm	95
Max. średnica przez rozwiercanie	mm	600
Średnica żerdzi	mm	51 or 60,3
Długość żerdzi	mm	1500
Rodzaj napędu	–	elektryczny 500V/1000V hydrauliczny
Ciśnienie zasilania	Mpa	15
Moc silników	kW	30–agregat
Max. moment obrotowy	Nm	1600 lub 4000
Obroty wrzeciona	rpm	0–400
Docisk przy wierceniu	kN	0–72
Prędkość posuwu roboczego	m/min	0–4,7
Ciężar	kg	600+900
Gabaryty wiertnicy	mm	2600x600x620

Agregat hydrauliczny AZH2-100/25 produkowany jest jako oddzielny zespół posiadający niezależne od wiertnicy dopuszczanie do pracy w podziemiach kopalń. Posiada zabudowane dwie pompy o zmiennej wydajności, z których jedna o wydajności nominalnej do 100dm³/min. zasila silnik obrotów wiertnicy, natomiast druga o wydajności nominalnej 25 dm³/min. zasila silnik posuwu i działanie klucza. Konstrukcję nośną agregatu stanowi zbiornik olejowy o pojemności 240 dm³. Agregat może być wykorzystywany do zasilania innych odbiorników i jest dopuszczony do pracy w podziemiach kopalń.



Rys. 35. Agregat hydrauliczny AZH2-100/25 [www.omag.pl]

Wiertnice przeznaczone są do pracy w podziemnych zakładach górniczych, w których może wystąpić zagrożenie metanowe lub zagrożenie wybuchem pyłu węglowego – grupa I kategoria M2.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz metody wierceń podziemnych?
2. Które świdry stosowane są do wiercenia skał?
3. Z jakich części składa się świder trójgryzowy kadłubowy?
4. Jak dzielą się świdry gryzowe ze względu na zastosowanie?
5. Jakie wymagania powinny spełnić wiertnice do wierceń podziemnych?
6. Gdzie stosowane są świdry z płytkami z diamentów polikrystalicznych?
7. Do czego służą rdzeniówki?
8. Jakie znasz parametry wiertnic podziemnych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj proste wiercenie obrotowe. Ćwiczenie to, wykonaj na stanowisku wiertniczym w sztolni szkoleniowej ZG wyposażonym w wiertnicę MDR-06A.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z przepisami bhp oraz instrukcją obowiązującą na stanowisku wiertniczym,
- 2) zapoznać się z instrukcją obsługi wiertnicy MDR-06A,
- 3) wykonać czynności kontrolne przed rozpoczęciem wiercenia,
- 4) założyć rurę płuczkową do głowicy zaciskowej,
- 5) przykręcić świder oraz głowicę płuczkową,
- 6) wykonać wiercenie,
- 7) prowadzić obserwację wiercenia,
- 8) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wiertnica MDR-06A,
- rury płuczkowe $\varnothing 42$ razem z łącznikami,
- świder dwuskrzydłowy $\varnothing 48$,
- łącznik redukcyjny,
- głowica płuczkowa na rury płuczkowe $\varnothing 42$,
- klucze do rur płuczkowych,
- instrukcja stanowiskowa.

Ćwiczenie 2

Dokonaj doboru świdra i elementów przewodu wiertniczego do wiercenia otworu badawczego w skałach twardych długości ok. 40 m w wyrobisku podziemnym, przy założeniu maksymalnej prędkości wiercenia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się informacjami dotyczącymi doboru świdra i elementów przewodu wiertniczego zawartymi w Poradniku dla ucznia oraz w literaturze,
- 2) przeanalizować dane z katalogów,
- 3) dobrać rodzaj świdra,
- 4) dobrać średnicę rur płuczkowych,
- 5) dobrać łączniki redukcyjne, łączniki rur płuczkowych i głowicę płuczkową,
- 6) sporządzić rejestr dobranego sprzętu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog świdrów diamentowych,
- katalog świdrów gryzowych,
- katalog świdrów skrawających,
- katalog rur płuczkowych,
- literatura z rozdziału 6 Poradnika dla ucznia,
- zeszyt.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić świdry stosowane do wierceń podziemnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dokonać podziału świdrów gryzowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) scharakteryzować świdry diamentowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dobrać typ przewodu wiertniczego do średnicy świdra do wierceń pełnotworowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) porównać zalety świdrów PCD z gryzerami?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić zadania przewodu wiertniczego podczas wiercenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIA

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań wielokrotnego wyboru. Tylko jedna odpowiedź do każdego zadania jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Skreśl prawidłową odpowiedź.
6. Jeżeli się pomylisz, błędną odpowiedź weź w kółko i skreśl odpowiedź prawidłową. Jeżeli skreślisz więcej niż jedną odpowiedź do jednego zadania, nie zostanie one ocenione.
7. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
8. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, odłóż jego rozwiązanie na później; wrócisz do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
9. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Mechaniczną prędkość wiercenia wyrażamy przez podanie
 - a) liczby obrotów wrzeczona warunkach jednostce czasu.
 - b) średnicy otworu wiertniczego, wykonanego w jednostce czasu.
 - c) liczby metrów otworu wiertniczego, wykonanego w czasie wiercenia.
 - d) liczby metrów otworu wiertniczego, odwierconą w czasie jednego marszu.
2. Marszową prędkością wiercenia nazywamy
 - a) liczbę metrów otworu wykonanego w czasie jednej minuty.
 - b) liczbę metrów otworu odwierconego w czasie jednego marszu.
 - c) czas zapuszczenia do otworu narzędzia wiertniczego.
 - d) czas wyciągnięcia narzędzia wiertniczego z otworu.
3. Wiercenie udarowe polega na
 - a) zwiększaniu prędkości obrotowej świda.
 - b) wywieraniu stałego nacisku świda na dno otworu.
 - c) urabianie skały przez udary podnoszonego i opadającego świda.
 - d) uderzaniu świda w powierzchnię boczną otworu.
4. Wiercenie wibracyjne stosowane jest do wiercenia otworów o głębokości
 - a) do 100 m.
 - b) do 200 m.
 - c) do 50 m.
 - d) powyżej 300 m.

5. Trójnóg jest elementem wchodzącym w skład oprzyrządowania do wiercenia
 - a) vibracyjnego.
 - b) uderowego.
 - c) ręcznego.
 - d) stołowego.

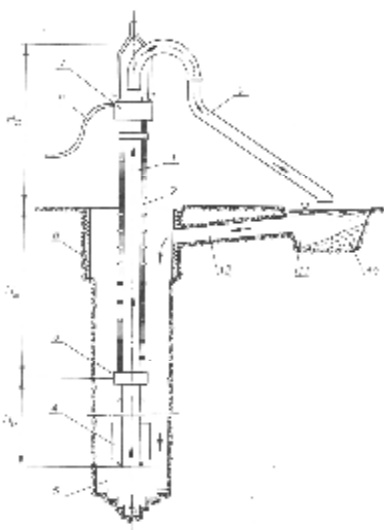
 6. Na rysunku przedstawione jest urządzenie do wiercenia
 - a) uderowego.
 - b) vibracyjnego.
 - c) uderowo-obrotowego.
 - d) okrętowego.
-
7. Przy wierceniu obrotowym nacisk jednostkowy narzędzia wiertniczego musi być
 - a) mniejszy od wytrzymałości skały.
 - b) większy od wytrzymałości skały.
 - c) równy wytrzymałości skały.
 - d) o wartości dowolnej względem wytrzymałości skały.

 8. Średnica wiercenia normalnośrednicowego zawiera się w granicach
 - a) od 50 mm do 100 mm.
 - b) od 200 mm do 250 mm.
 - c) od 143 mm do 438 mm.
 - d) od 500 mm do 600 mm.

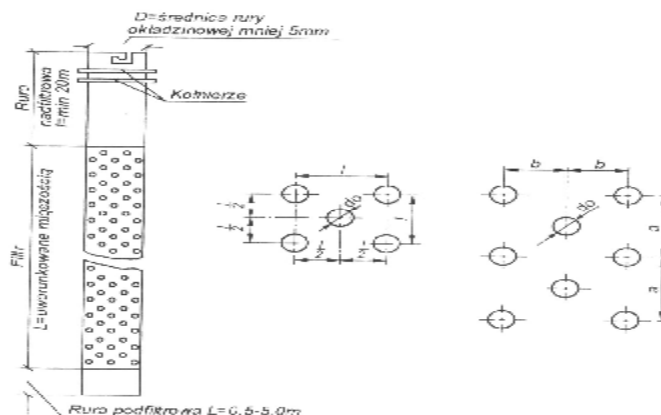
 9. Wiercenia wielkośrednicowe dotyczą otworów o średnicy
 - a) powyżej 0,5 m.
 - b) do 0,5 m.
 - c) do 0,25 m.
 - d) dowolnie dużej.

 10. Metoda obrotowa z normalnym (prawym) obiegiem płuczki polega na
 - a) tłoczeniu płuczki na dno otworu pomiędzy ścianą otworu a przewodem wiertniczym.
 - b) zastosowaniu w obiegu płuczki podnośnika powietrznego.
 - c) tłoczeniu płuczki na dno otworu przez głowicę płuczkową i rury płuczkowe.
 - d) zastosowaniu odśrodkowej pompy ssącej.

 11. Na zamieszczonym rysunku przedstawiono schemat
 - a) prawego obiegu płuczki z zastosowaniem pompy płuczkowej.
 - b) lewego obiegu płuczki.
 - c) odwrotnego obiegu płuczki z zastosowaniem podnośnika powietrznego.
 - d) orurowania odwiertów.



12. Otworami studziennymi nazywamy otwory
- wiertnicze umożliwiające wydobywanie kopalin.
 - wiercone w celu rozpoznania zalegania skał.
 - wiercone w celu wydobywania ropy naftowej.
 - umożliwiające wydobywanie wód podziemnych.
13. Poniższy rysunek przedstawia
- filtr rurowy z okrągłymi otworami.
 - otwór studzienny z wielokolumnowym orurowaniem.
 - uszczelnianie rury nadfiltrowej z rurą okładzinową.
 - orurowanie odwiertów.



14. W celu ułatwienia dowiercania do poziomów roponośnych wykonuje się otwory kierunkowe
- z odcinkiem odchylonym.
 - rozgałęzione.
 - pojedyncze.
 - horyzontalne.
15. Do pomiaru kierunku osi otworów służą
- ciężarowskazy.
 - inklinometry.
 - wiertnice.
 - turbowiertły.

16. Głowica zaciskowa wiertnicy MDR A-06 służy do
- a) usuwania płuczki z otworu.
 - b) wzmocnienia orurowania otworu.
 - c) przekazywania obrotów na żerdzie wiertnicze.
 - d) urabiania gruntu.

17. Na rysunku przedstawiono
- a) świder trójgryzowy kadłubowy.
 - b) koronę zębatą.
 - c) rdzeniówkę pojedynczą.
 - d) rdzeniówkę podwójną.



18. Do pobierania próbek z przewiercanych skał służą
- a) przewody wiertnicze.
 - b) rury płuczkowe.
 - c) rdzeniówki.
 - d) obciążniki.

19. Rysunek poniżej przedstawia wiertnicę



- a) MDR-03AT-E.
 - b) drenażową.
 - c) WDH.
 - d) MDR-06A.
20. Do wiercenia w anhydrytach używane są świdry typu
- a) M.
 - b) BM.
 - c) T.
 - d) BT.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Prowadzenie prac wiertniczych różnymi technikami wiertniczymi

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Banaś H. i in.: Poradnik pracownika służby geologicznej. Wydawnictwa geologiczne Warszawa 1971
2. Białaczewski A.: Wiertnictwo i górnictwo z zasadami BHP. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1978
3. Cząstka J. Zarys wiertnictwa. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1972
4. Gonet A., Stryczek S., Rzychniak M.: Projektowanie otworów wiertniczych. Wydawnictwo AGH, Kraków 2004
5. Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych. Technologia. Wydawnictwo WSiP, Warszawa 2003
6. Hołuj J., Osiecki J., Turkowski Z., Praszczyk W., Pólichłopek T.: Wiertnictwo i udostępnianie złóż cz. I i II. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1985
7. Kowalski W. C.: Geologia inżynierska. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1988
8. Poradnik górnika. Praca zbiorowa. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1982
9. Raczkowski J.: Wiercenia wielkośrednicowe. Wydawnictwo PWN, Warszawa 1970
10. Szostak L.: Wiertnictwo. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1989
11. Szostak L.: Technologia wierceń głębokich otworów. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1969
12. Wojnar K.: Wiertnictwo. Technika i technologia. Wydawnictwo PWN, Warszawa 1993
13. Ustawa „Prawo Geologiczne i Górnicze”
14. Przepisy wykonawcze do prawa geologicznego i górniczego
15. Katalogi wyrobów oraz dokumentacje techniczno-ruchowe:
OMAG Sp. z o.o. Oświęcim
ZMUW Sp. z o.o. Sosnowiec
GLINIK Sp. z o.o. Gorlice