



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Witold Górski**

## **Zapobieganie awariom wiertniczym 311[40].Z1.06**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy  
Radom 2007**

**Recenzenci:**

mgr inż. Piotr Chudeusz  
mgr inż. Bogdan Soliński

**Opracowanie redakcyjne:**

mgr inż. Witold Górski

**Konsultacja:**

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[40].Z1.06 „Zapobieganie awariom wiertniczym”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik wiertnik.

**Wydawca**

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy Radom 2007

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	5
<b>3. Cele kształcenia</b>	6
<b>4. Materiał nauczania</b>	7
<b>4.1. Przyczyny awarii wiertniczych</b>	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	20
4.1.3. Ćwiczenia	20
4.1.4. Sprawdzian postępów	21
<b>4.2. Metody likwidacji awarii wiertniczych</b>	22
4.2.1. Materiał nauczania	22
4.2.2. Pytania sprawdzające	25
4.2.3. Ćwiczenia	25
4.2.4. Sprawdzian postępów	26
<b>4.3. Narzędzia instrumentacyjne. Profilaktyka</b>	27
4.3.1. Materiał nauczania	27
4.3.2. Pytania sprawdzające	31
4.3.3. Ćwiczenia	31
4.3.4. Sprawdzian postępów	32
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	33
<b>6. Literatura</b>	38

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik ten pomoże Ci w przyswajaniu wiedzy i kształtowaniu umiejętności z zakresu zapobiegania awariom wiertniczym, ujętych w modułowym programie nauczania dla zawodu technik wiertnik.

W poradniku zamieszczono:

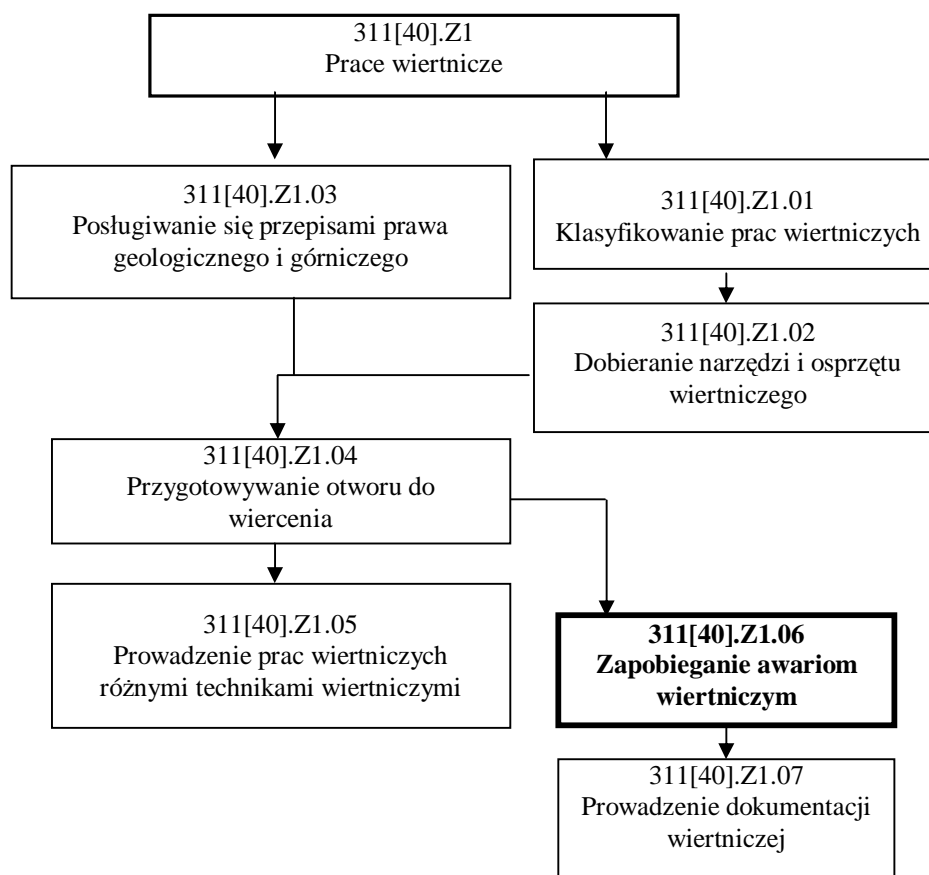
- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś posiadać przed przystąpieniem do nauki w tej jednostce modułowej,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności jakie ukształtujesz podczas pracy z tym poradnikiem,
- materiał nauczania – czyli zestaw wiadomości, które powinieneś posiadać, aby samodzielnie wykonać ćwiczenia,
- pytania sprawdzające – zestawy pytań, które pomogą Ci sprawdzić, czy opanowałeś podane treści i możesz już rozpocząć realizację ćwiczeń,
- ćwiczenia – mają one na celu ukształtowanie Twoich umiejętności praktycznych,
- sprawdzian postępów – zestaw pytań, na podstawie których sam możesz sprawdzić, czy potrafisz samodzielnie poradzić sobie z zadaniami, które wykonywałeś wcześniej,
- sprawdzian osiągnięć – zawiera zestaw zadań testowych (test wielokrotnego wyboru),
- literaturę – wykaz pozycji, z jakich możesz korzystać podczas nauki.

W materiale nauczania zostały przedstawione zagadnienia dotyczące rodzajów awarii wiertniczych, sposobów ich usuwania i narzędzi stosowanych do ich usuwania.

Przy wykonywaniu ćwiczeń powinieneś korzystać z instrukcji stanowiskowych, wskazówek i poleceń nauczyciela, zwracając szczególną uwagę na przestrzeganie warunków bezpieczeństwa i przepisów przeciwpożarowych.

Po wykonaniu ćwiczeń sprawdź poziom swoich postępów rozwiązując test „Sprawdzian postępów” zamieszczony po ćwiczeniach, zaznaczając w odpowiednim miejscu, jako właściwą Twoim zdaniem, odpowiedź TAK albo NIE. Odpowiedzi TAK wskazują Twoje mocne strony, natomiast odpowiedzi NIE wskazują na luki w Twojej wiedzy i nie w pełni opanowane umiejętności, które musisz nadrobić.

Po zrealizowaniu programu jednostki modułowej nauczyciel sprawdzi poziom Twoich umiejętności i wiadomości. Otrzymasz do samodzielnego rozwiązania test pisemny. Nauczyciel oceni sprawdzian i na podstawie określonych kryteriów podejmie decyzję o tym, czy zaliczyłeś program jednostki modułowej.



Schemat układu jednostek modułowych

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- czytać rysunek techniczny,
- wykonywać szkice techniczne,
- posługiwać się dokumentacją techniczno-ruchową (DTR),
- określać podstawowe właściwości skał wpływające na ich zwiercalność,
- wyjaśniać podstawowe pojęcia z zakresu wiertnictwa,
- wyjaśniać pojęcia z zakresu prac wiertniczych,
- omawiać proces wiercenia,
- charakteryzować różne metody wiercenia otworów,
- klasyfikować metody wiercenia otworów,
- wymieniać i wyjaśniać parametry i wskaźniki wiercenia,
- wyznaczać podstawowe parametry wiercenia,
- dobierać narzędzia i elementy przewodu wiertniczego,
- odczytywać przebieg wiercenia z zapisów przyrządów kontrolnych,
- omawiać metody cementowania rur okładzinowych,
- omawiać metody wykonywania korków cementowych,
- przestrzegać zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska na terenie wiertni,
- przestrzegać zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska podczas prac wiertniczych,
- korzystać ze źródeł informacji dostępnych w różnej postaci,
- stosować jednostki układu SI,
- przeliczać jednostki,
- współpracować w grupie,
- korzystać z komputera.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyjaśnić przyczyny występowania awarii wiertniczych,
- sklasyfikować rodzaje awarii wiertniczych,
- scharakteryzować przyczyny występowania awarii wiertniczych,
- scharakteryzować awarie przewodu wiertniczego,
- scharakteryzować sposoby uwalniania przewodu wiertniczego,
- scharakteryzować prace ratunkowe z użyciem nożyc,
- scharakteryzować technologię obwiercania przewodu,
- scharakteryzować prace związane z prostowaniem otworu,
- obliczyć miejsce przechwycenia przewodu wiertniczego,
- określić sposoby uwalniania przewodu wiertniczego,
- wyjaśnić przyczyny uszkodzenia świda gryzowego,
- scharakteryzować i wymienić inne awarie wiertnicze,
- scharakteryzować narzędzia ratunkowe i ich zastosowanie,
- dobrać narzędzia ratunkowe,
- scharakteryzować sposoby zapobiegania awariom wiertniczym,
- zaplanować i przeprowadzić prace ratunkowe,
- scharakteryzować metody napraw i rekonstrukcji otworów,
- wykonać naprawy otworów,
- wykonać rekonstrukcje otworów,
- scharakteryzować zabiegi ożywiania wydajności odwiertów,
- scharakteryzować pomiary geofizyczne związane z usuwaniem awarii.

## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Przyczyny awarii wiertniczych

#### 4.1.1. Materiał nauczania

Awarią wiertniczą nazywamy przeszkodę w procesie wiercenia spowodowaną uszkodzeniem, złamaniem, ukręceniem lub przechwyceniem w otworze wiertniczym przewodu wiertniczego lub jego elementów.

Awarie wiertnicze dzielą się na:

- urwania, ukręcenia i uszkodzenia połączeń gwintowych rur płuczkowych, obciążników i narzędzi wierzących,
- urwania zmęczeniowe w caliźnie rur płuczkowych,
- przychwycenie i unieruchomienie przewodu wiertniczego,
- rozkręcenie połączeń gwintowych elementów przewodu wiertniczego,
- uszkodzenie, rozkręcenie i upadek do otworu rur okładzinowych lub wydobywczych,
- urwanie, uszkodzenie, przychwycenie i upadek przyrządów i sprzętu geofizycznego,
- wpadnięcie do otworu przewodu wiertniczego lub jego elementów, narzędzi oraz przedmiotów postronnych.

Na skutek zaistnienia awarii wiertniczej przerywa się wiercenie otworu i przystępuje się do prac mających na celu usunięcie skutków awarii. Prace te noszą nazwę **prac ratunkowych**.

Najczęstszą przyczyną prac ratunkowych w otworze wiertniczym są urwania i uszkodzenia elementów przewodu wiertniczego, głównie rur płuczkowych i obciążników oraz przypadki przychwycenia i unieruchomienia całej kolumny przewodu wiertniczego.

Następną przyczyną prac ratunkowych mogą być uszkodzenia lub urwania narzędzi wierzących. Przy uszkodzeniu świrdrów lub koronek gryzowych w otworze mogą pozostać gryzy, wałeczki lub kulki łożyskowe, a także części segmentu świdra.

Oprócz wymienionych powyżej głównych przyczyn prac ratunkowych, występuje cały szereg innych, np. upadek do otworu przedmiotów postronnych czy też uszkodzenie rur okładzinowych.

#### **Przechwycenie przewodu wiertniczego**

Przechwycenie przewodu wiertniczego jest poważną awarią wiertniczą, sprawiającą wiele trudności w czasie likwidacji. Konsekwencje tego typu awarii są następujące:

- długi czas likwidacji awarii i związane z tym starzenie się otworu,
- możliwość wystąpienia innych awarii i komplikacji (skrzywienie otworu, urwanie przewodu),
- ewentualna konieczność zapuszczenia dodatkowej kolumny rur okładzinowych,
- pozostawienie w otworze rur płuczkowych, obciążników i narzędzi wiertniczych,
- znaczne zużycie urządzenia i sprzętu.

Przyczyną przychwycenia przewodu wiertniczego może być:

- 1) hydraulika płuczki,
- 2) zmiana średnicy otworu,
- 3) niewłaściwe oczyszczanie otworu z urobku,
- 4) wyrobiska w ścianie otworu (wręby),
- 5) przyklejenie przewodu wiertniczego do ściany otworu pod wpływem różnicy ciśnień,
- 6) inne.



## Hydraulika płuczki

Podstawowym zadaniem, jakie spełnia płuczka jest usuwanie zwiercin. O tym, czy płuczka w sposób należyty będzie wynosiła zwierciny z otworu wiertniczego decyduje jej średnia prędkość w przestrzeni pierścieniowej pomiędzy zewnętrzną ścianką przewodu wiertniczego a ścianą otworu. Prędkość ta powinna wynosić około 1,0 m/s. Średnią prędkość płuczki w przestrzeni pierścieniowej można wyliczyć z wzoru:

$$V_{\dot{S}R} = \frac{4Q}{\Pi(D^2 - d^2)} \text{ [m/s]}$$

gdzie:

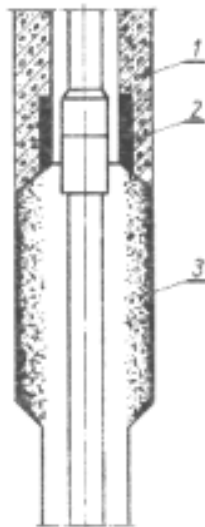
- $V_{\dot{S}R}$  – prędkość średnia płuczki w przestrzeni pierścieniowej [m/s],
- $Q$  – wydatek tłoczony płuczki (wydajność pomp płuczkowych) [m<sup>3</sup>/s],
- $D$  – średnica otworu wiertniczego [m],
- $d$  – średnica zewnętrzna rur płuczkowych [m].

Wraz ze zmianą średnicy otworu zmienia się pole powierzchni przestrzeni pierścieniowej, a to z kolei ma wpływ na prędkość przepływu płuczki. Wzrost średnicy otworu zmniejsza tę prędkość, a spadek średnicy tę prędkość zwiększa. Stąd wniosek, że każde zwiększenie średnicy jest miejscem, w którym następuje zmniejszenie prędkości płuczki, a co za tym idzie może tam zachodzić proces wypadania zwiercin z płuczki. Takie miejsca mogą być potencjalnymi miejscami przechwycenia przewodu przez opadający urobek skalny.

Prędkość wznoszenia się płuczki w przestrzeni pierścieniowej odgrywa też ważną rolę w stabilizacji ściany otworu, a to może być czynnikiem zapobiegającym przechwyceniu przewodu.

## Zmiana średnicy otworu

Przyczyny zmian średnicy otworu mogą leżeć po stronie człowieka lub natury. Przykładem winy człowieka mogą być zbyt wysoko postawione rury okładzinowe nad dnem otworu (rysunek 1).

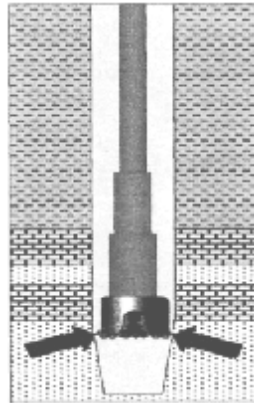


**Rys. 1.** Kawerna pod butem rur okładzinowych: 1 - zaczyn cementowy, 2 – but rur okładzinowych, 3 – zwierciny [1, s. 80]

W tym przypadku będzie zachodziło zjawisko opisane w punkcie poprzednim, a związane ze spadkiem średniej prędkości płuczki z powodu wzrostu średnicy otworu.

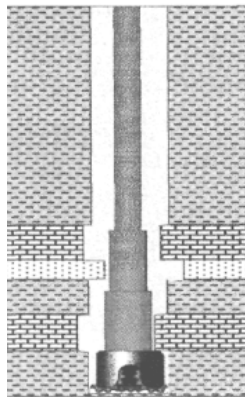
Inne przykłady przychwycenia przewodu związane ze zmianą średnicy:

- zaklinowanie w otworze o zmniejszonej średnicy,



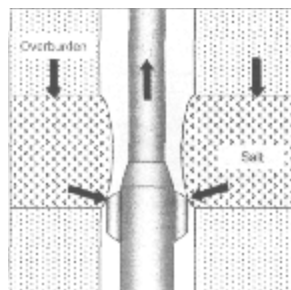
Rys. 2. Zaklinowanie w otworze o zmniejszonej średnicy [3]

- przewiercaniu warstw o zmiennej twardości,



Rys. 3. Przewiercaniu warstw o zmiennej twardości [3]

- przewiercanie ilów plastycznych lub soli,

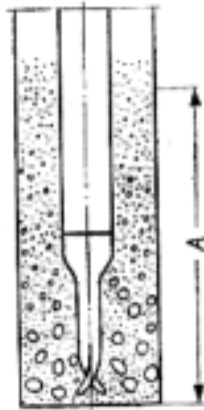


Rys. 4. Przewiercanie soli [3]

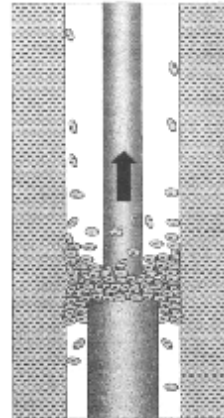
### Niewłaściwe oczyszczanie otworu z urobku

Dolna część przewodu wiertniczego pracuje w strefie płuczki obciążonej materiałem skalnym, której wysokość zależy od:

- mechanicznej prędkości wiercenia,
- prędkości wypływu strumienia płuczki z dysz świdra,
- prędkości wznoszenia się strumienia płuczki, zależnej od wydajności pomp płuczkowych i wielkości powierzchni przekroju przestrzeni pierścieniowej,
- charakteru zwiercanej skały (np. piaskowce usuwa się z otworu stosunkowo łatwo, ze względu na ich strukturę ziarnistą).



**Rys. 5.** Dolna część przewodu wiertniczego pracująca w strefie płuczki obciążonej materiałem skalnym [1, s. 83]



**Rys. 6.** Przykład niewłaściwego wypłukania otworu [3]

Istnienie strefy nagromadzenia się zwiercin w pobliżu dna otworu można rozpoznać na podstawie następujących objawów:

- stół obrotowy kręci się trudniej (wzrost momentu obrotowego),
- przewód wiertniczy traci na ciężarze wskutek dodatkowego tarcia o materiał skalny,
- ciśnienie przepływu płuczki jest wyższe od normalnego,
- w przypadku intensywnego oblepienia świdra w czasie wyciągania przewodu obserwuje się wzrost poziomu płuczki w otworze, spowodowany zjawiskiem tłokowania.

Zlekceważenie tych objawów może doprowadzić do przychwycenia przewodu z powodu oblepienia świdra, zwłaszcza, gdy zbiegną się one w czasie z chwilowym wyłączeniem pomp płuczkowych lub z unieruchomieniem przewodu wiertniczego.

Przypadek szczególny stanowi wiercenie bez płukania otworu – w następstwie pęknięcia lub wypłukania rury płuczkowej (rysunek 7). W takiej sytuacji, w większości przypadków dochodzi do przychwycenia świdra, bez możliwości ponownego uruchomienia krążenia płuczki. Objawem pęknięcia lub wypłukania przewodu jest spadek ciśnienia w rurociągu tłoczącym.

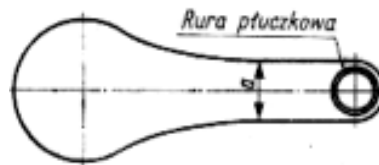


**Rys. 7.** Przykład zniszczenia elementu przewodu wiertniczego – wypłukanie rury płuczkowej

Niewłaściwe oczyszczanie otworu z urobku może być też przyczyną oblepienia przewodu wiertniczego i w konsekwencji przechwycenia przewodu. Może też dojść do zatkania dysz świdra, co z kolei, jeżeli nie uda się ich udrożnić, może w najlepszym przypadku być przyczyną skrócenia marszu.

Wyrobiska w ścianie otworu (wręby)

W przypadku skrzywienia otworu wiertniczego, w wyniku oddziaływania przewodu na ściany otworu tworzą się wzdłużne wyrobiska korytowe tzw. wręby.



**Rys. 8.** Wyrobisko (wręba) w ścianie otworu – przekrój poprzeczny [1, s. 89]

Na rysunku 8 pokazany jest przekrój poprzeczny otworu wiertniczego z wyrobiskiem. Jego szerokość „a” zależy od średnicy zewnętrznej zworników, zaś jego głębokość zależy od wielu czynników, takich jak:

- charakter przewiercanych skał,
- nacisk boczny wywierany przez przewód na ścianę otworu,
- czas wiercenia otworu.

Wyrobiska najczęściej powstają w twardych łupkach. W skałach miękkich takich jak piaski, żwiry, sól itp. duża prędkość posuwu świdra nie pozwala przewodowi wiertniczemu na stworzenie wyrobiska.

W skrzywionym otworze wiertniczym nacisk boczny rośnie proporcjonalnie do długości przewodu leżącego pod rozpatrywanym punktem i z tego powodu tworzenie się wyrobiska przebiega od góry do dołu i najczęściej rozpoczyna się bezpośrednio pod butem kolumny prowadnikowej. Długo wiercone otwory są wystawione na długotrwałe działanie przewodu wiertniczego, wynikiem czego jest znaczne pogłębienie wyrobiska.

Najczęstszym objawem istnienia wyrobiska jest zaklinowanie przewodu wiertniczego w czasie jego wyciągania, w znacznej odległości od dna otworu (rysunek 9). Pierwsze zaklinowanie występuje na ogół niespodziewanie i często zdarza się, że z powodu dużej prędkości wyciągania przewodu i nie obserwowania ciężarowskazu następuje urwanie rury płuczkowej lub zerwanie jej gwintu. Zaklinowują się też narzędzia wiertnicze (świder, obciążnik, koronki itp.), których średnica jest większa od szerokości wyrobiska. W miarę rozwoju wyrobiska przechwycenia stają się częstsze.

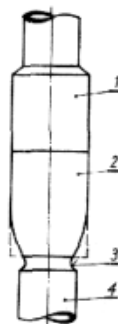


**Rys. 9.** Przechwycenie przewodu we wrąbie [3]

Podstawowej informacji o tym czy istnieje wyrobisko dostarcza obserwacja charakteru zużycia zworników. W procesie powstawania wyrobiska korytowego ściana otworu jest atakowana poprzez dolną część zwornika, która ulega przy tym zaokrągleniu, a czop zwornika pozostaje nienaruszony (rysunek 10).

Gdy stwierdzi się w otworze powstanie wyrobiska korytowego, należy natychmiast przystąpić do jego likwidacji poprzez wstawienie w zestaw przewodu wiertniczego jednego lub kilku rozszerzaków w odległości co najmniej 200 m nad świdrem i przystąpić do przerabiania zdeformowanego odcinka otworu.

Najskuteczniejszym sposobem uniknięcia wrębów jest zastosowanie wszelkich możliwych środków oraz rygorystyczne przestrzeganie parametrów wiercenia, które zapewnią nam wiercenie otworów pionowych lub wzdłuż założonego kierunku (otwory kierunkowe).



**Rys. 10.** Charakter zużycia zworników w wyrobisku korytowym w ścianie otworu: 1 – czop zwornika, 2 – mufa zwornika, 3 – kanał wypłukany pod mufą, 4 – rura płuczka [1, s. 92]

Przyklejenie przewodu wiertniczego do ściany otworu

Jest ono spowodowane działaniem różnicy ciśnień pomiędzy ciśnieniem hydrostatycznym słupa płuczki w otworze a ciśnieniem złożowym.

$$P_h = P_z + \Delta p$$

gdzie:

$P_h$  – ciśnienie hydrostatyczne [MPa],

$P_z$  – ciśnienie złożowe [MPa],

$\Delta p$  – różnica ciśnień (naddatek ciśnienia) [MPa].

Wspomniana różnica ciśnień powoduje przemieszczanie cząstek stałych płuczki w kierunku ściany otworu, a to powoduje odfiltrowanie wody i wytworzenie na ścianie otworu osadu. Gdy przewód jest w ruchu, styka się on z osadem za pośrednictwem warstewki płuczki, wytworzonej na powierzchni rur w wyniku ruchu obrotowego. Jeśli ruch obrotowy

ustanie warstewka płuczki znika i rura zaczyna pogrążyć się w osadzie, tym bardziej im mniej zwarta jest struktura tego osadu. Można założyć, że w czasie ruchu obrotowego przewodu, stykającego się ze ścianą otworu, osad jest wypierany ze strefy styku, a ciśnienia równoważą się za pośrednictwem zaabsorbowanej warstewki płuczki. W konsekwencji, natychmiast po ustaniu ruchu obrotowego, powierzchnia styku poddana jest ciśnieniu  $\Delta p$  i może dojść do przyklejenia. Szczególna skłonność do przyklejania się przewodu do ściany otworu występuje gdy:

- ciśnienie hydrostatyczne znacznie przekracza ciśnienie porowe,
- przewiercane są formacje o dużej porowatości i przepuszczalności,
- występuje gruby osad na ścianie otworu,
- nastąpi unieruchomienie przewodu w strefie o dużej porowatości i przepuszczalności,
- ustanie cyrkulacja w strefie przechwytywania,
- wystąpią niewielkie zaniki płuczki.

Siłę przyklejenia przewodu do ściany otworu można wyliczyć ze wzoru:

$$F = m \cdot [A \cdot (p_{PL} - p_{POR})] \text{ [N]}$$

gdzie:

$F$  – siła przyklejenia [N],

$\mu$  – współczynnik tarcia pomiędzy rurą a osadem,

$A$  – powierzchnia kontaktu [ $m^2$ ],

$p_{pl}$  – ciśnienie płuczki w otworze wiertniczym [MPa],

$p_{por}$  – ciśnienie porowe (ciśnienie filtratu w osadzie iłowym) [MPa].

Powierzchnię styku można wyliczyć ze wzoru:

$$A = a \cdot D \cdot m \cdot \frac{\Pi}{360} \text{ [m}^2\text{]}$$

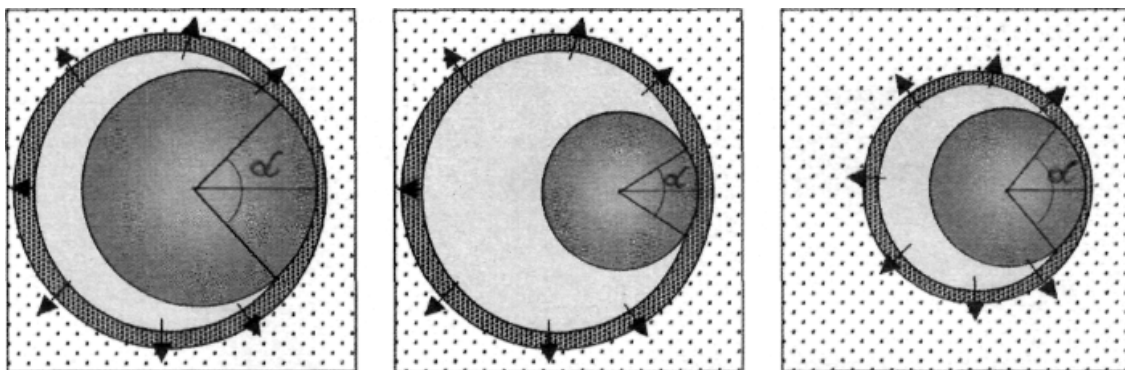
gdzie:

$A$  – powierzchnia styku elementu przewodu wiertniczego ze ścianą otworu [ $m^2$ ],

$a$  – połowa kąta przylegania przewodu do osadu,

$D$  – średnica otworu [m],

$m$  – długość strefy styku [m].



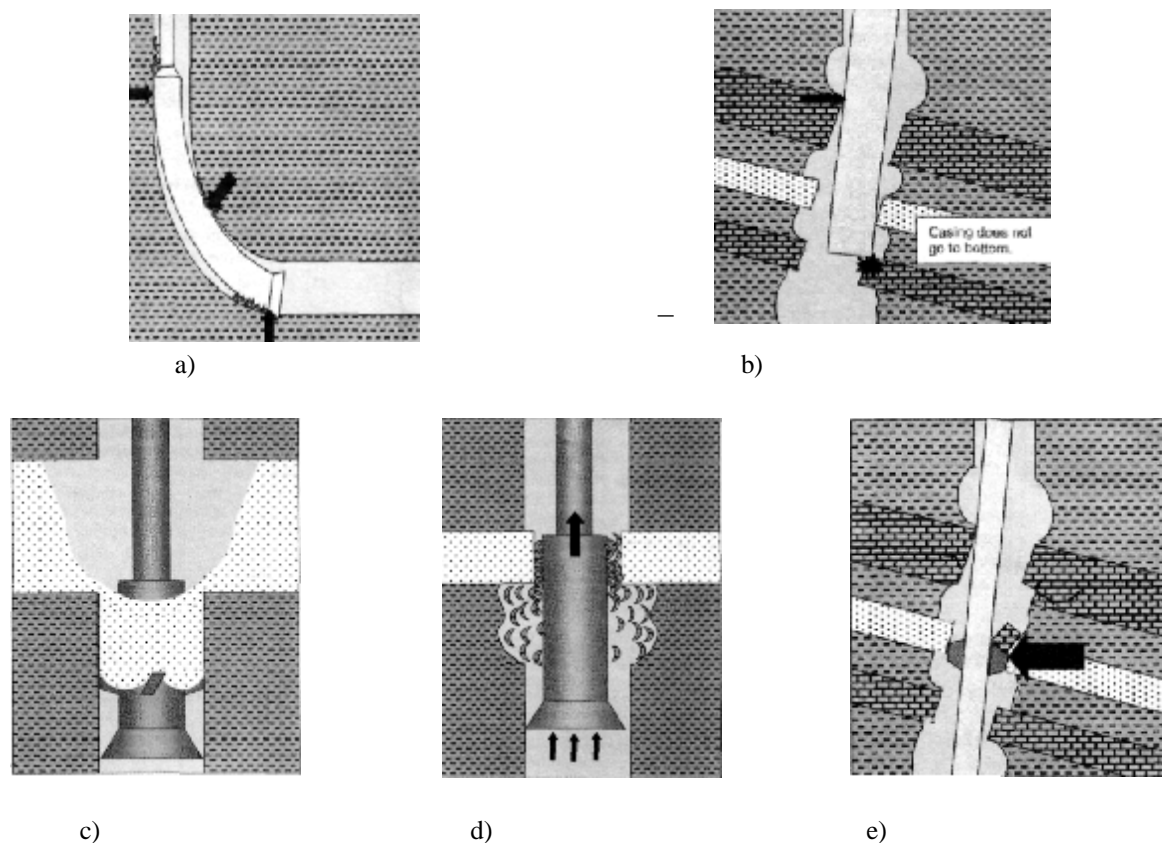
**Rys. 11.** Powierzchnia kontaktu przewodu wiertniczego ze ścianą otworu wiertniczego w zależności od średnicy otworu, średnicy rur płuczkowych i grubości osadu [3]

Aby uniknąć tego typu przychwyceń należy:

- stosować płuczki o ograniczonej filtracji,
- utrzymywać przewód wiertniczy w ruchu (manewrowanie i ruch obrotowy) w sytuacji, gdy świder nie znajduje się na spodzie otworu lub gdy wystąpiła chwilowa przerwa w płukaniu otworu.

Inne przyczyny przychwycenia przewodu wiertniczego:

- zbyt sztywny zestaw obciążników przy zmianach krzywizny otworu (rysunek 12a),
- półki w otworze wiertniczym spowodowane występowaniem na przemian twardych i miękkich pokładów (rysunek 12b),
- oblepianie świdrów i stabilizatorów łem podczas jego przewiercania,
- wysypywanie się piasku z warstw słabo zwięzłych zalegających pod dużym kątem (rozwały) (rysunek 12c),
- tzw. sypanie łupków w otworach silnie skawernowanych przy zastosowaniu płuczki o wysokiej filtracji i zbyt małym ciśnieniu hydrostatycznym (rysunek 12d),
- zbyt duże osady iłowy na ścianie otworu spowodowane niską jakością płuczki oraz dużą różnicą ciśnień pomiędzy otworem a formacją skalną,
- przewiercanie stref skał spękanych i silnie zaburzonych tektonicznie (rysunek 12e),
- obce przedmioty w szybie, klinujące przewód wiertniczy,
- odłamki cementu z pod buta rur, klinujące przewód wiertniczy,
- utknięcie w niezwiązanym cemencie przy zapuszczaniu przewodu przed upłynięciem czasu związania zaczynu cementowego.



**Rys. 12.** Przykłady przyczyn przychwycenia przewodu wiertniczego: a) zbyt sztywny zestaw obciążników, b) półki w otworze wiertniczym, c) wysypywanie się piasku, d) sypanie łupków, e) przewiercanie stref skał spękanych [3]

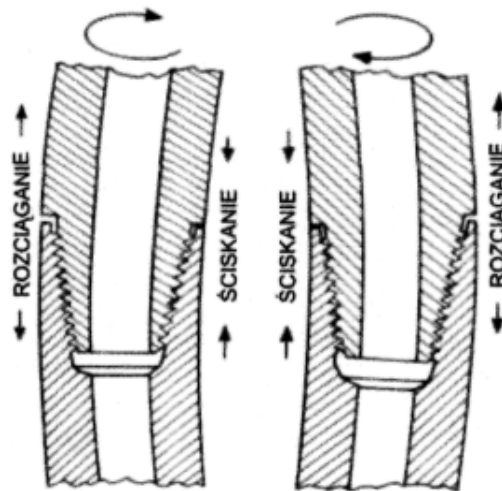
## Awarie spowodowane czynnikami technicznymi

Przyczyny tego typu awarii to:

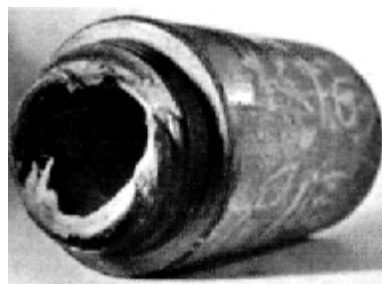
- 1) urwanie przewodu wiertniczego spowodowane zmęczeniem materiału, które powstaje wskutek zmian naprężeń działających na przewód wiertniczy:
  - na przemian występujące naprężenia ściskające i rozciągające spowodowane geometrią otworu (skrzywienie otworu),
  - wibracje przewodu spowodowane krzywą graniatką,
  - nieosiowe ustawienie wielokrążka górnego w stosunku do osi otworu,
- 2) wypłukanie połączeń gwintowych lub wypłukanie w caliźnie, co może być przyczyną przychwycenia przewodu wiertniczego,
- 3) uszkodzenie świdra (zablokowanie gryzów, zużycie łożysk itp.), którego efektem jest pozostawienie gryzu na dnie otworu,
- 4) urwanie kolumny rur okładzinowych w czasie zapuszczania,
- 5) zgniecenie lub pęknięcie rur okładzinowych,
- 6) przychwycenie kolumny rur okładzinowych,
- 7) uszkodzenie zacementowanych rur okładzinowych,
- 8) nieszczelność kolumny rur okładzinowych.

Urwanie przewodu wiertniczego spowodowane zmęczeniem materiału

Przyczyną jest przekroczenie naprężeń dopuszczalnych jak też osłabienie materiału spowodowane np. korozją lub wycieraniem (zmniejszenie powierzchni przekroju pierścieniowego).



Rys. 13. Zmienność naprężeń występujących na zwornikach przy wierceniu w krzywym otworze [3]

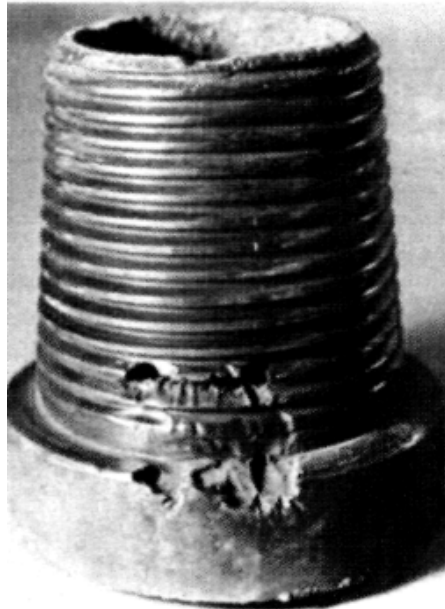


Rys. 14. Urwany czop zwornika rury płuczkowej [3]



### Wyplukanie połączeń gwintowych lub wyplukanie w caliźnie

Płuczka przepływająca z dużą prędkością i pod dużym ciśnieniem we wnętrzu przewodu wiertniczego wykorzysta każdą nieszczelność gwintu lub niewielki otwór w caliźnie rury aby wydostać się na zewnątrz. W wyniku tego procesu dochodzi do wyplukania połączenia gwintowego lub do powiększenia niewielkiej szczeliny w caliźnie. Efektem jest spadek ciśnienia płuczki i zmniejszenie lub całkowite ustanie płukania dna otworu. Jeżeli w porę nie zostanie to zauważone dochodzi do urwania przewodu lub jego przychwycenia.



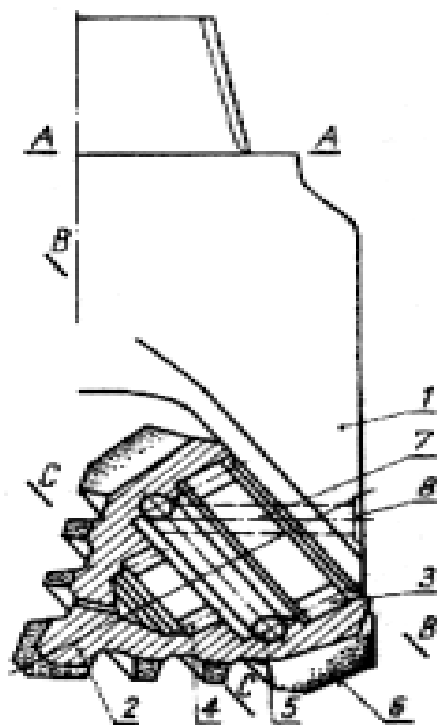
**Rys. 15.** Wyplukany czop zwornika rury płuczkowej [3]



**Rys. 16.** Wyplukana rura płuczkowa w miejscu zgrzania ze zwornikiem

### Uszkodzenie świdra

Przyczyną awarii wiertniczych spowodowanych uszkodzeniem świdrów są najczęściej świdry gryzowe, których budowa jest najbardziej złożona. Rysunek 17 pokazuje budowę jednego segmentu świdra gryzowego oraz płaszczyzny uszkodzeń.



**Rys. 17.** Schemat konstrukcji świdra gryzowego: 1 – łapa, 2 – gryz, 3 – łożysko wałeczkowe zewnętrzne, 4 – łożysko wałeczkowe wewnętrzne, 5 – łożysko kulkowe, 6 – zęby, 7 – kanał dla wprowadzenia kulek łożyska kulkowego, 8 – korek zamykający kanał; A–A, B–B, C–C płaszczyzny pęknięcia pod wpływem uderzenia [1, s. 271]

Gdy przewód wiertniczy uderza gwałtownie w dno otworu (np. wskutek nieuwagi wiertacza) mogą popękać spawy mocujące łapy lub pękają łapy wzdłuż płaszczyzny A-A. W wyniku takich upadków może ulec ścięciu oś gryza w płaszczyźnie B-B lub odłamanie gryza w płaszczyźnie C-C.

Przyczyną awarii może też być zablokowanie gryzów, zużycie bieżni łożysk oraz zużycie świdra związane ze zbyt długim przetrzymywaniem go w otworze.

Niezależnie od rodzaju uszkodzenia, początkiem awarii wiertniczej jest pozostawienie gryzu na dnie otworu, o czym świadczy nienormalna praca stołu wiertniczego.

Aby uniknąć awarii świdrów gryzowych należy kontrolować świder przed jego zapuszczeniem sprawdzając:

- średnicę,
- wielkość luzów promieniowych i osiowych każdego gryza,
- czy gryzy nie mają tendencji do blokowania się w czasie ich obracania,
- stan gwintu czopa,
- smarowanie świdra.

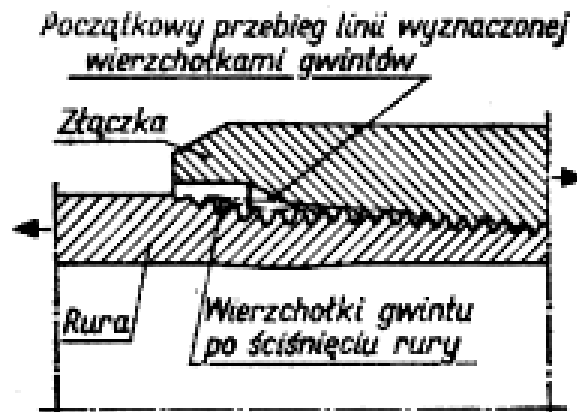
W czasie pracy świdra należy prowadzić należyte płukanie dna otworu. Konieczne jest też ustalenie minimalnej prędkości mechanicznej, przy której należy przerwać pracę świdra. W chwili wystąpienia podejrzenia o zablokowanie gryzów, należy sprawdzić, czy nie jest to tylko oblepienie świdra. W tym celu należy podnieść świder kilka centymetrów nad dno otworu i przez około 10 minut poddać go intensywnemu ruchowi obrotowemu. Jeżeli po próbie wiercenia objawy nie ustępują należy wyciągnąć go z otworu.

Bezpośrednio po zapuszczeniu świdra na dno otworu zaleca się prowadzić jego docieranie przez okres około 15 minut przy niewielkich obrotach, intensywnym płukaniu i rosnącym nacisku od zera do nominalnego.

### Urwanie kolumny rur okładzinowych w czasie zapuszczania

Przyczynami tego rodzaju awarii mogą być:

- niewłaściwe skręcenie rur podczas zapuszczania lub uszkodzenie gwintów,
- owalizacja mufy lub czopu rury, której objawem mogą być trudności z odkręceniem ochraniacza gwintu oraz niepełne dokręcenie w czasie skręcania rur,
- rozciąganie rur okładzinowych powyżej dopuszczalnej granicy, które może nastąpić np. przychwytywaniu rur podczas zapuszczania,
- zerwanie gwintu (wyrwanie czopa z mufy), które następuje po ściśnięciu do środka i zmniejszeniu się średnicy czopa (rysunek 18).



**Rys. 18.** Zerwanie połączenia gwintowego rur okładzinowych [1, s. 280]

### Zgniecenie lub pęknięcie rur okładzinowych

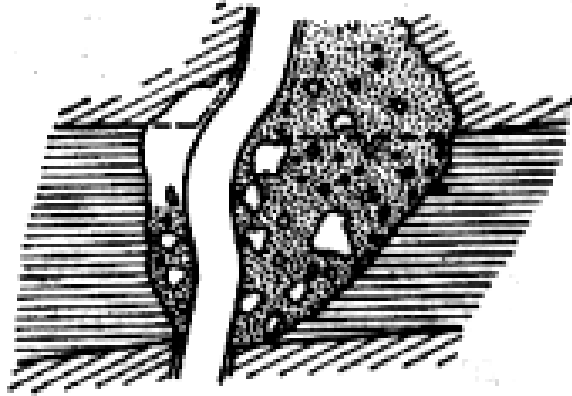
Na kolumnę rur okładzinowych znajdującą się w otworze wiertniczym działają dwa rodzaje naprężeń: naprężenia rozciągające (maksymalne wartości w górnej części rur okładzinowych) oraz naprężenia zgniatające spowodowane ciśnieniem różnicowym (różnica ciśnień pomiędzy ciśnieniem wewnątrz rur i w przestrzeni pierścieniowej), które osiągają swoje maksimum w dolnej części rur okładzinowych. Niedostosowanie wytrzymałości rur do występujących naprężeń może być przyczyną awarii. Przyczyną awarii mogą też być trudności w zapuszczaniu rur lub niestabilność ścian otworu.

Trudności w zapuszczaniu mogą być spowodowane:

- niewłaściwą jakością płuczki,
- zbyt małą średnicą otworu dla danej kolumny rur,
- skrzywieniem otworu przy zbyt sztywnej kolumnie rur,
- oblepieniem kolumny rur okładzinowych.

Niestabilność ścian otworu wiertniczego (rysunek 19) może być przyczyną:

- skrzywienia kolumny rur okładzinowych,
- zerwania połączeń gwintowych,
- spłaszczenia lub zgniecenia kolumny rur.



**Rys. 19.** Skrzywienie kolumny rur okładzinowych wskutek rozwału [1, s. 281]

Przechwycenie kolumny rur okładzinowych.

Otwory wiertnicze ze względu na założony kierunek i kąt odchylenia można podzielić na:

- a) pionowe,
- b) ukośne,
- c) kierunkowe.

Jeżeli w procesie wiercenia nastąpi nadmierne i gwałtowne odejście osi otworu od planowanego kierunku i kąta odchylenia, to w czasie zapuszczania lub podnoszenia kolumny rur okładzinowych pojawiają się nadmierne siły tarcia, rosnące wraz ze wzrostem średnicy kolumny i powodujące ograniczenie zakresu manipulacji. Dodatkowo mogą wystąpić inne komplikacje (zaciąganie, oblepianie itp.), które mogą być przyczyną przechwycenia kolumny rur okładzinowych.

Podczas zapuszczania rur należy śledzić wskazania ciężarowskazu i charakter wypływu płuczki. Jeżeli ciężarowskaz wskazuje utratę obciążenia lub płuczka wypływa z otworu z opóźnieniem i w coraz mniejszych ilościach, może to być objaw oblepiania rur okładzinowych. W tym przypadku należy manewrować rurami przy jednoczesnym intensywnym płukaniu.

Uszkodzenie zacementowanych rur okładzinowych

Podczas wiercenia może nastąpić urwanie zacementowanej kolumny rur. Na tego rodzaju awarie najbardziej narażona jest dolna część kolumny, dlatego but rurowy i co najmniej trzy sztuki rur powyżej buta należy zabezpieczyć przed opadaniem poprzez skręcenie na specjalnym kleju lub punktowe spawanie. W otworach skrzywionych tarcie przewodu o rury okładzinowe powoduje powstanie strefy osłabionej, a to z kolei może być przyczyną pęknięcia wzdłużnego rury okładzinowej. Aby uniknąć lub zminimalizować możliwość zaistnienia takiej awarii należy wiercenie prowadzić możliwie szybko oraz stosować środki smarne dodawane do płuczki.

Nieszczelność kolumny rur okładzinowych

Nieszczelność kolumny rur okładzinowych występuje na połączeniach gwintowych. Jej przyczyną mogą być między innymi:

- nie oczyszczone gwinty,
- niepełne lub niewłaściwe smarowanie,
- uszkodzenie gwintu,
- niedostateczne lub nadmierne dokręcenie gwintu,
- zatarcie gwintu,
- rury owalne lub zdeformowane kluczami maszynowymi,

- gwinty wykonane w sposób niewłaściwy,
- zgniecenie rur,
- nadmierne ich rozciągnięcie.

### **Upadki narzędzi i przedmiotów do otworu wiertniczego**

Tego typu awarie mogą być spowodowane upadkiem:

- 1) niewielkich przedmiotów do otworu,
- 2) narzędzi do otworu,
- 3) świrdrów lub koronek do otworu,
- 4) rur płuczkowych, obciążników lub innych elementów przewodu wiertniczego do otworu.

Najczęstszą przyczyną tych awarii jest nieuwaga ludzi pracujących w szybie wiertniczym. Najlepszym zabezpieczeniem jest nie zostawianie nie zabezpieczonego otworu po wyciągnięciu przewodu. Należy zwrócić też uwagę, że niedozwolone przykręcanie kolejnych pasów obciążników stołem wiertniczym może spowodować odkręcenie się narzędzia i jego wpadnięcie do otworu. Może również nastąpić wysłizgnięcie się przewodu (głównie dotyczy to obciążników) z klinów. Dlatego przy stawianiu obciążników w klinach należy dodatkowo zakładać ściski bezpieczeństwa.

#### **4.1.2. Pytania sprawdzające**

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

1. Co nazywamy awarią wiertniczą?
2. Jak dzielimy awarie wiertnicze?
3. Co to są prace ratunkowe?
4. Jakie znasz przyczyny przychwycenia przewodu wiertniczego?
5. Ile powinna wynosić minimalna prędkość płuczki w przestrzeni pierścieniowej?
6. Od czego zależy wysokość dolnej części otworu wiertniczego, w której gromadzi się największa ilość urobku wiertniczego?
7. Co jest objawem wypłukania przewodu wiertniczego?
8. Kiedy tworzą się wręby w ścianie otworu wiertniczego?
9. Do jakiego rodzaju awarii wiertniczej może doprowadzić powstały w ścianie otworu wrąb?
10. Jakie muszą być spełnione warunki, aby mogło dojść do przyklejenia przewodu wiertniczego do ściany otworu?
11. Jakie są przyczyny awarii wiertniczych spowodowanych tzw. czynnikami technicznymi?
12. Jakie są najczęstsze przyczyny awarii wiertniczych spowodowanych upadkiem przedmiotów postronnych do otworu?

#### **4.1.3. Ćwiczenia**

##### **Ćwiczenie 1**

Na podstawie analizy materiału nauczania oraz informacji zawartych w literaturze pomocniczej, wykonaj tabelę zawierającą informacje dotyczące nazwy awarii, jej przyczyny, objawów i sposobów zapobiegania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wykonać tabelę wg następującego wzoru:

Awaria wiertnicza	Przyczyny awarii	Objawy awarii	Zapobieganie awarii

2) uzupełnić tabelę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

– literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.1.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) określić przyczyny awarii wiertniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić skutki awarii wiertniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić zależność między prędkością przepływu płuczki a polem powierzchni, przez które płuczka przepływa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) podać przykłady awarii związanych ze zmianą średnicy otworu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić objawy nadmiernego nagromadzenia się urobku w dolnej części otworu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wyjaśnić, dlaczego przy tworzeniu się wrębu mufa zwornika ulega zaokrągleniu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) opisać proces urwania się przewodu wiertniczego na skutek zmęczenia materiału?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) wyjaśnić proces przyklejenia się przewodu wiertniczego do ściany otworu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wymienić awarie wiertnicze rur okładzinowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) wyjaśnić, jak należy zabezpieczyć się przed wpadnięciem przedmiotu obcego do otworu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.2. Metody likwidacji awarii wiertniczych

### 4.2.1. Materiał nauczania

Uwalnianie przychwyconego przewodu wiertniczego można podzielić na kilka etapów. Etap pierwszy polega na zbadaniu i analizie sytuacji. Ustala się przyczyny przychwycenia, jego lokalizację, pozycję przewodu w otworze, czynniki komplikujące itp. W tym celu wykorzystuje się raport wiertacza, zapisy przyrządów pomiarowych i wyniki badań dodatkowych (np. badania geofizyczne).

W etapie drugim dobiera się metodę uwolnienia przewodu. Kryteria doboru metody są następujące:

- uniknięcie dalszych komplikacji,
- wybór rozwiązania najszybszego w realizacji, bez zagrożenia dla ludzi, otworu i wiertnicy,
- szansa realizacji przyjętego planu prac ratunkowych.

Przy układaniu planu pracy bierze się pod uwagę metody (poczynając od najprostszych), których zastosowanie dało dobre wyniki w podobnych sytuacjach. Etap trzeci składa się z właściwych operacji ratunkowych.

Poniżej przedstawione zostaną wybrane, najczęstsze awarie wiertnicze i sposoby ich likwidacji zaczynając od przychwyceń przewodu a kończąc na urwaniach, pozostawieniu w otworze elementów świrdrów oraz wpadnięciu do otworu drobnych przedmiotów

#### **Unieruchomienie przewodu przez obsypanie ściany otworu**

Wystąpienie wzrostu ciśnienia tłoczenia i momentu obrotowego aż do utraty ruchu i cyrkulacji, świadczy o przychwyceniu przewodu wiertniczego przez obsypanie ściany otworu. Pierwszą czynnością jest próba uruchomienia przewodu przez miechowanie i uzyskanie cyrkulacji płuczki. Jeżeli próba uwolnienia nie da rezultatu, należy określić miejsce przychwycenia posługując się metodą obliczeniową lub pomiarami geofizycznymi. Po określeniu głębokości przychwycenia należy przystąpić do rozkręcania przewodu w lewo, jak najbliżej miejsca przychwycenia. Jeżeli przewód rozkręca się wysoko należy go wyciągnąć i zapuścić ponownie, jednocześnie skręcając przewód z maksymalnym momentem obrotowym. Można stosować również tzw. skręcanie „na sucho” - bez smaru. Jeżeli próba rozkręcania przewodu jak najbliżej miejsca przychwycenia nie daje rezultatu, należy zastosować lewy przewód. Po rozkręceniu do miejsca obsypania należy zapuścić zestaw do obwiercania pozostawionego przewodu. Obwiercony odcinek rozkręca się przy użyciu prawolewego gwintownika zapuszczonego na prawym przewodzie, lub przy użyciu lewego przewodu. Ostatni obwiercony odcinek należy wybić nożycami instrumentacyjnymi. Do rozkręcania lewym przewodem stosuje się lewe gwintowniki i tuty. Jeżeli stan techniczny nie pozwala na obwiercanie i wyciąganie przychwyconego zestawu, zaczyna się nowy otwór po klinie osadzonym na pozostawionym i zacementowanym przewodzie, lub stosuje się zestaw z silnikiem wglębnym i krzywym łącznikiem.

Głębokość przychwycenia określa się w następujący sposób:

- naciąga się przychwycony przewód siłą  $P_1$ , czemu odpowiada wydłużenie  $\Delta L_1$  (wykonuje się pomiar wydłużenia),
- popuszcza się przewód i ponownie naciąga, przykładając siłę  $P_2$  (nieco większą niż siła  $P_1$ ) i mierzy się nowe wydłużenie  $\Delta L_2$ .

Siła  $P_1$  powinna być większa niż ciężar przychwyconego przewodu, aby mieć pewność, że swobodna część przewodu uległa naciągnięciu i odklejeniu od ściany. Siła  $P_2$  nie powinna spowodować trwałych odkształceń przewodu.

Głębokość przychwycenia przewodu można ustalić według wzoru:

$$L = \frac{E \cdot F}{P_2 - P_1} (\Delta L_2 - \Delta L_1) \quad [\text{m}]$$

gdzie:

- $L$  – głębokość przychwycenia przewodu [m],
- $E$  – moduł sprężystości Younga ( $21 \cdot 10^{10} - 22 \cdot 10^{10}$ ) [Pa],
- $F$  – pole powierzchni przekroju rury płuczkowej [m<sup>2</sup>],
- $P_1, P_2$  – siły napinające przewód wiertniczy [N],
- $\Delta L_1, \Delta L_2$  – wydłużenie przewodu odpowiadające przyłożonym siłom [m].

Dla uzyskania średniej i najbardziej trafnej wartości  $L$  można dokonać kilku wyliczeń wydłużeń dla kilku wariantów sił napinających.

Głębokość obliczona podanym wzorem, nawet przy dokładnym wykonaniu będzie obarczona pewnym błędem, którego powodem mogą być:

- zmniejszenie średnicy przekroju rur płuczkowych przez korozję i wytarcie,
- tarcie zworników o ścianę otworu, którego wielkość zależy od krzywizny otworu, rodzaju przewiercanych skał, własności płuczki itp.,
- błędy wskazań ciężarowskazu.

Innym sposobem określającym miejsce przychwycenia przewodu wiertniczego jest pomiar geofizyczny przychwytności.

### **Przyklejenie przewodu spowodowane różnicą ciśnień porowego i hydrostatycznego**

Po stwierdzeniu przyklejenia przewodu objawiającego się brakiem ruchu przewodu wiertniczego (brak obrotów i ruchu pionowego) przy normalnej cyrkulacji, ustala się miejsce przyklejenia i wykonuje „wannę olejową” z dodatkiem środków powierzchniowo czynnych, np. Inipolu. Po wykonaniu wanny olejowej kładzie się przewód do „O” (opuszcza się wielokrążek ruchomy co powoduje spadek ciężaru na ciężarowskazu) i co 12 godzin napina się przewód w celu jego uruchomienia. Z praktyki wiadomo, że przychwyciony przewód uwolniony może zostać dopiero po kilku wannach olejowych. Jeśli w/w zabieg nie przynosi rezultatu należy przystąpić do rozkręcania przewodu i prac opisanych w punkcie opisującym uwalnianie przewodu przy obsypie. Przed rozkręceniem należy rozważyć ewentualne odpalenie torpedy na wstrząs, w celu łatwiejszego rozkręcenia, lub odpalenie torpedy w celu ucięcia przewodu nad miejscem przychwycenia.

### **Wanna olejowa**

Skały ilaste (iły, łupki) po zwilżeniu wodą powodują wiązanie się cząstek mineralnych skały, działając na nie tak jak zaprawa na cegły. W tym układzie woda odgrywa rolę aktywną. Ropa naftowa (olej napędowy) składa się z mieszaniny węglowodorów, które bez wyjątku, nie zwilżają i nie są przyczepne do powierzchni cząstek mineralnych. Węglowodory te są pozbawione działania powierzchniowego i dlatego po przeniknięciu pomiędzy cząstki zespolone za pomocą wody powodują zerwanie wiązań przez nią wytworzonych i zanik zjawiska wzajemnego oddziaływania na siebie sąsiednich cząstek.

Powyżej opisana teoria jest podstawą do stosowania tzw. wanny olejowej w przypadku przyklejenia przewodu do ściany otworu.

Zasady postępowania przy wykonywaniu wanny olejowej:

- przed wykonaniem wanny należy zabezpieczyć otwór przed niebezpieczeństwem erupcji oraz sprawdzić szczelność i prawidłowość działania instalacji przeciwerupcyjnej,



- niezbędną ilość ropy (oleju napędowego) oblicza się biorąc za punkt wyjścia objętość otworu od świdra do miejsca przychwycenia (jeżeli nie wykonano obliczeń miejsca przychwycenia, lub nie zastosowano badania przychwytomierzem przyjmuje się, że przychwyceniu uległy obciążniki) zwiększając jej ilość o 30 do 100%,
- po wprowadzeniu ropy (oleju napędowego) do otworu utrzymuje się przewód w stanie napiętym, można również co około 30 minut dotłaczać ropę (olej napędowy) wykorzystując nadwyżkę wyliczoną zgodnie z punktem poprzednim,
- ropę (olej napędowy) należy wytlaczać z przewodu ściśle wyliczoną ilością płuczki,
- ropa (olej napędowy) jako lżejsza od płuczki wykazuje tendencje do przemieszczania się do góry, dlatego też prędkość pompowania powinna wyeliminować te zjawisko,
- efektywność wykonanej kąpieli olejowej zależy od szybkości podjęcia decyzji o jej zastosowaniu; szansa powodzenia spada odwrotnie proporcjonalnie do długości okresu oczekiwania na decyzję i czasu zużytego na przygotowania do zabiegu,
- w przypadkach bardziej skomplikowanych uwolnienie przewodu uzyskuje się po kilkakrotnym powtarzaniu kąpieli olejowej.

### **Zaciągnięcie przewodu we wręb**

Wiercenie otworów w trudnych warunkach geologicznych powoduje krzywienie otworu w zmiennym azymucie. Długotrwała praca w takim otworze oraz częste marszowanie powoduje tworzenie się wrębów w miejscach przegięcia. Pogłębiający się wręb powoduje narastające trudności w czasie wyciągania przewodu, co może doprowadzić do zaciągnięcia elementu przewodu (najczęściej obciążników) w rynną wrębu, doprowadzając do unieruchomienia przewodu. Jeżeli w zestawie przewodu znajdują się nożyce wiertnicze należy zbijać nimi przychwycony zestaw w dół.

### **Wcięcie się narzędzia w przewężony odcinek otworu**

W czasie głębenia otworu napotykamy na różne warstwy, które wpływają na zużycie narzędzia urabiającego skały. Zużyciem takim jest utrata średnicy zewnętrznej, co powoduje wiercenie otworu o mniejszej średnicy. Jeżeli po wyciągnięciu narzędzia nie zwrócimy uwagi na jego średnicę to zapuszczając nowe narzędzie o pełnej średnicy doprowadzimy do wcięcia narzędzia w przewężony odcinek otworu i unieruchomienie przewodu wiertniczego. W celu uruchomienia zestawu należy obrać jedną z metod opisanych w punkcie „Unieruchomienia przewodu przez obsypanie ścian otworu”. Jeżeli w zestawie przewodu znajdują się nożyce wiertnicze należy podbijać nimi przychwycony przewód do góry.

### **Urwanie czopów obciążników lub rur płuczkowych**

Po stwierdzeniu spadku ciężaru na haku i ciśnienia tłoczenia należy podciągnąć przewód do góry i opuścić w dół celem sprawdzenia, czy urwane elementy trafiają na siebie. Po wyciągnięciu należy stwierdzić rodzaj urwania i podjąć decyzję o zapuszczeniu odpowiedniego narzędzia ratunkowego (gwintownika, tuty lub korony odpinanej). Zaleca się w zestaw ratunkowy wstawić łącznik bezpieczeństwa. Po zapuszczeniu zestawu i połączeniu z pozostawionym elementem przewodu należy wyciągnąć całość do góry.

### **Wyplukanie elementu przewodu**

Spadek postępu wiercenia, powolny, ale ciągły wzrost momentu obrotowego i spadek ciśnienia tłoczenia świadczy o wyplukaniu elementu przewodu tuż nad narzędziem. W tym przypadku należy wyciągnąć przewód i po wymianie uszkodzonego elementu dopuścić i kontynuować głębenie otworu. Zlekceważenie powyższych objawów może prowadzić do przychwycenia przewodu przez „zawiercenie na sucho”. W przypadku takiego przychwycenia, pierwszą czynnością w celu uwolnienia przewodu jest jego napinanie. Jeżeli

w zestawie przewodu znajdują się nożyce wiertnicze należy podbijać nimi przychwycony element do góry. Jeżeli te sposoby zawiodą obrać jedną z metod jak w punkcie „Unieruchomienia przewodu przez obsypanie ścian otworu”.

### **Pozostawienie rolek narzędzi gryzowych, wpadnięcie drobnych elementów i narzędzi do otworu**

Wierząc otwór świdrami gryzowymi zdarzają się przypadki pozostawienia w otworze elementów świdra. Oprócz pozostawienia elementów narzędzia zdarzają się przypadki upuszczenia do otworu drobnych narzędzi, młotków, kluczy itp. Po stwierdzeniu w/w przypadków w zależności od wielkości pozostawionego elementu lub wielkości upuszczonego narzędzia zapuszcza się:

- koronę ssawną,
- koronę magnetyczną,
- frez czołowy (zwiercanie pozostałości do pełnego oczyszczenia spodu otworu),
- frezochwytnacz (wyciąganie drobnych elementów).

### **4.2.2. Pytania sprawdzające**

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

1. Jakie są kryteria doboru metod uwolnienia przychwyconego przewodu wiertniczego?
2. Jakie są objawy obsypania się ścian otworu wiertniczego?
3. Jakimi metodami można określić głębokość przychwycenia przewodu wiertniczego?
4. Jakie są objawy przyklejenia się przewodu wiertniczego do ściany otworu wiertniczego?
5. Jakimi metodami można uwolnić przyklejony przewód wiertniczy?
6. Jak należy postępować przy zaciągnięciu przewodu we wręb?
7. Co jest przyczyną wcięcia się narzędzia w przewężony odcinek otworu wiertniczego?
8. Jak należy postępować przy stwierdzeniu objawów wypłukania elementu przewodu wiertniczego?

### **4.2.3. Ćwiczenia**

#### **Ćwiczenie 1**

Oblicz ilość oleju napędowego, jaką należy użyć do wykonania wanny olejowej, aby odkleić od ściany przewód wiertniczy przychwycony podczas dodawania kawałka. Otwór wiercony jest świdrem  $\Phi$  216 mm, z zestawem obciążników  $\Phi$  6 3/4" o długości 405 m.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) narysować schemat przechwyconej części przewodu wiertniczego, z zaznaczeniem:
  - średnicy otworu wiertniczego,
  - średnicy zewnętrznej obciążników,
  - średnicy wewnętrznej obciążników,
- 2) w normie znaleźć średnicę wewnętrzną obciążników,
- 3) przeliczyć jednostki opisujące średnice,
- 4) wyprowadzić wzór na objętość przestrzeni, która musi być wypełniona olejem napędowym,
- 5) obliczyć ilość oleju napędowego przyjmując naddatek w wysokości 30% na dotłaczanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator,
- normy obciążników,
- przybory kreślarskie,
- zeszyt.

## Ćwiczenie 2

Oblicz głębokość przychwycenia przewodu wiertniczego o średnicy rur płuczkowych 5", jeżeli przy napinaniu siłą  $P_1 = 65 \text{ T}$  wydłużenie  $\Delta L_1$  wynosiło 75 cm, a przy napięciu siłą  $P_2 = 84,5 \text{ T}$  wydłużenie  $\Delta L_2 = 100 \text{ cm}$ .

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) napisać wzór, z którego będzie korzystał,
- 2) sprawdzić, czy ma wszystkie dane,
- 3) znaleźć brakujące dane, korzystając z materiału nauczania oraz norm,
- 4) obliczyć powierzchnię pola przekroju rur płuczkowych 5",
- 5) wstawić dane do wzoru i obliczyć głębokość przychwycenia przewodu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator,
- normy z elementami przewodu wiertniczego,
- zeszyt.

## 4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić etapy postępowania przy planowaniu prac ratunkowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyznaczyć matematycznie głębokość przychwycenia przewodu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) omówić sposoby postępowania przy unieruchomieniu przewodu spowodowanego obsypaniem się ścian przewodu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić działanie wanny olejowej na przyklejony przewód wiertniczy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyliczyć ilość oleju napędowego potrzebnego do wykonania wanny olejowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wymienić objawy charakterystyczne dla urwania się przewodu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić objawy charakterystyczne dla wypłukania przewodu wiertniczego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.3. Narzędzia instrumentacyjne. Profilaktyka

### 4.3.1. Materiał nauczania

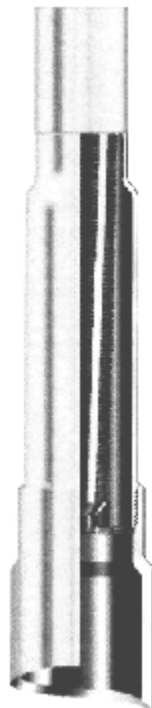
Wśród narzędzi stosowanych do likwidacji awarii wiertniczych można wymienić:

- gwintowniki, tuty – coraz częściej zastępowane przez korony odpinalne tzw. „overshot”,
- frezy czołowe, frezochwytacze – zastępowane przez korony cyrkulacyjne tzw. „junk basket”,
- zbijaki,
- nożyce hydrauliczne oraz nożyce wzmocnione,
- kliny odchylające - zastępuje się je coraz częściej zbaczaniem otworu przy pomocy silnika w głębnego i krzywego łącznika.

Pierwszymi efektywnymi i prostymi narzędziami ratunkowymi używanymi do chwytania elementów przewodu wiertniczego były gwintowniki i tuty. Są one stosowane również obecnie, jednak ich podstawowa wada polega na tym, że po połączeniu się z elementem przewodu wiertniczego, nie mogą one być uwolnione lub odłączone od przychwyczonej kolumny przewodu wiertniczego bez uszkodzenia lub urwania części przewodu.



Rys. 20. Gwintownik [3]

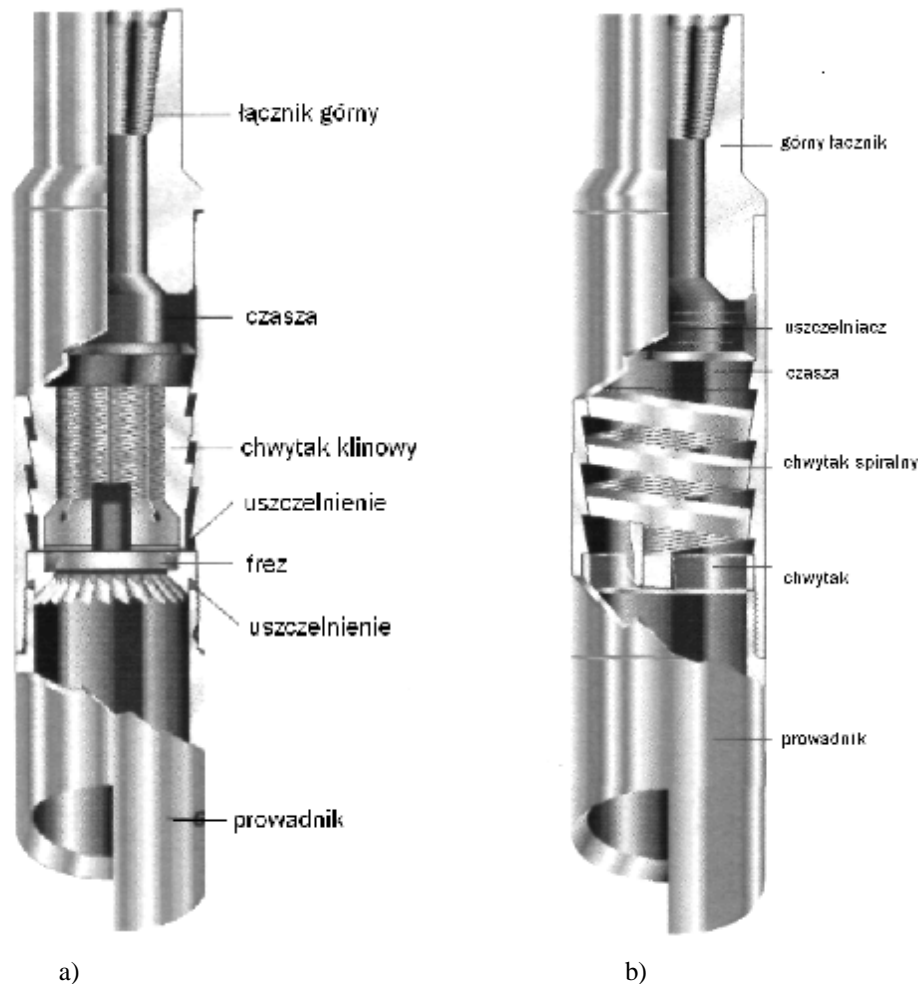


Rys. 21. Gwintownik z przewodnikiem [3]



Rys.22.Tuta [3]

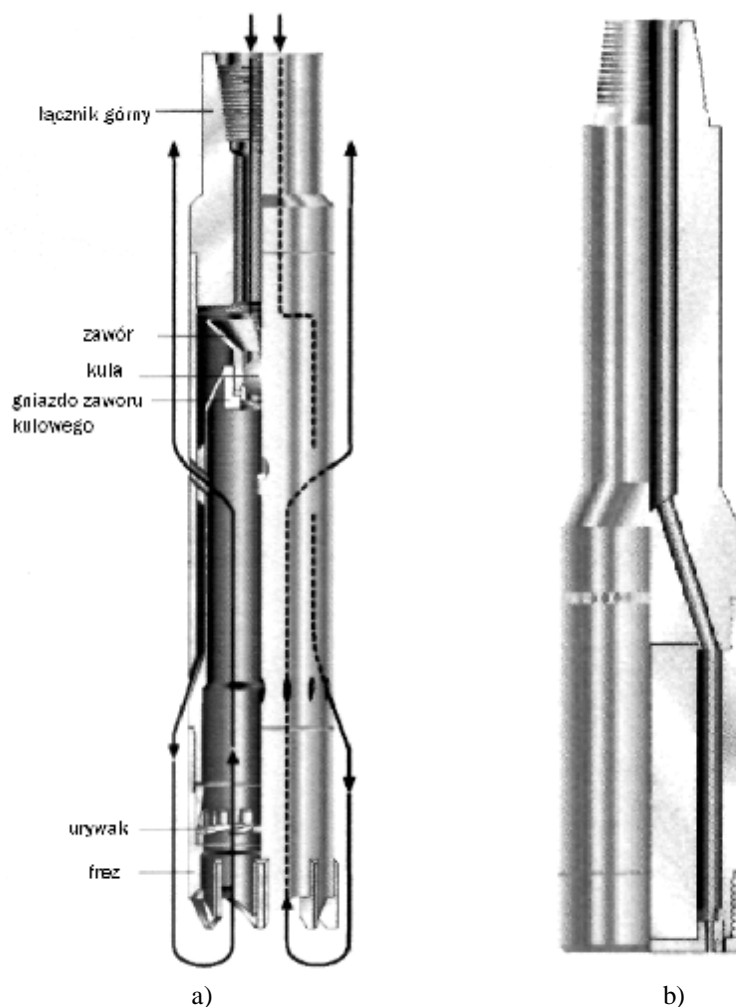
Obecnie coraz częściej zamiast gwintowników i tutaj stosuje się korony ratunkowe odpinalne. Z pomocą tego narzędzia można w łatwy sposób łączyć się i wyciągać urwaną część kolumny przewodu wiertniczego, a w razie konieczności możliwe jest jej odpięcie i ponowne zapięcie. Korony odpinalne dają możliwość wywierania dużych sił napinających przewód wiertniczy, jak również wytrzymują znaczny moment obrotowy i wibracje przewodu wiertniczego, umożliwiając również cyrkulację płuczki przez instrumentowany element przewodu wiertniczego.



**Rys. 23.** Korony odpinalne tzw. „overshota”: a) korona odpinalna z chwytakiem klinowym, b) korona odpinalna z chwytakiem spiralnym [3]

Do wyciągania z otworu pozostawionych w nim części metalowych świdra lub drobnych przedmiotów, które wpadły do otworu, używa się obecnie korony ssawne z odwrotną cyrkulacją płuczki. W dolnej części korony znajduje się frez, który pozwala na obwiercenie znajdującego się na dnie otworu elementu, natomiast zastosowanie odwrotnego krążenia płuczki powoduje, że instrumentowane przedmioty są kierowane do wnętrza korony.

W przypadku, gdy przedmioty stalowe swobodnie zalegają na dnie otworu, a dno otworu tworzą skały twarde i nie występuje wgniatanie w nie odłamków metalu, powinno się użyć korony magnetycznej. Mają one wmontowane silne magnesy stałe, które skutecznie przyciągają elementy metalowe.



**Rys. 24.** Narzędzia do usuwania z dna otworu drobnych przedmiotów: a) korona ssawna, b) korona magnetyczna [3]

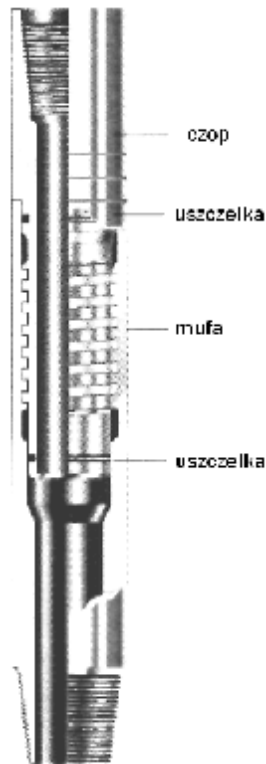
Stosowanie w kolumnach przewodu wiertniczego łączników bezpieczeństwa oraz nożyc wiertniczych hydraulicznych jest przedsięwzięciem profilaktycznym, gdyż narzędzia te mogą w znacznym stopniu uprościć i skrócić prace ratunkowe w przypadku przychwycenia przewodu wiertniczego. Łączniki stosuje się w celu umożliwienia rozłączenia przewodu, gdy po jego przychwyceniu nie jest możliwe jego wyciągnięcie. Montowane są w przewodzie nad tymi elementami, które najbardziej mogą być narażone na przychwycenie.

Umieszczenie nożyc w zestawie przewodu wiertniczego zezwala na natychmiastowe podbijanie lub zbijania w celu uwolnienia przychwyczonej części przewodu wiertniczego.

Nożyce hydrauliczne dwustronnego działania działają poprzez ruch przewodu wiertniczego w dół i do góry. Wielkość siły uderzenia do góry jest wprost proporcjonalna do siły napięcia przewodu. W celu przygotowania nożyc do uderzenia do góry, należy rozciągnąć je z siłą przekraczającą wielkość siły otwarcia mechanizmu zamykającego. Spowoduje to jego zwolnienie i zapoczątkuje cykl opóźnienia hydraulicznego. Po krótkim czasie zwłoki, trzon nożyc zostaje nagle uwolniony i kontynuuje swój ruch do góry z dużym przyspieszeniem, aż do pozycji całkowitego rozsunęcia się nożyc.

W celu przygotowania nożyc do uderzenia w dół, należy ścisnąć je z siłą przekraczającą wielkość siły otwarcia mechanizmu zamykającego. Spowoduje to jego zwolnienie i zapoczątkuje cykl opóźnienia hydraulicznego. Po krótkim czasie zwłoki, trzon nożyc zostaje nagle uwolniony i opada w dół z dużym przyspieszeniem.

Nożyce powinny być umieszczone tak blisko, jak to tylko możliwe, nad miejscem ewentualnego przychwycenia, ale nigdy nie mogą być umieszczone nad górnym stabilizatorem. Pomiedzy stabilizatorem a nożycami muszą być umieszczone minimum dwa obciążniki. Jeżeli nożyce są montowane pomiędzy obciążnikami a rurami płuczkowymi, to dla zwiększenia udaru należy nad nimi umieścić obciążnik. Nożyce, jak i dodatkowy obciążnik powinny mieć średnicę mniejszą niż średnica zasadniczych obciążników, aby w razie przychwycenia nożyce znalazły się poza strefą przychwytu.



Rys. 25. Łącznik bezpieczeństwa [3]

### **Działania profilaktyczne, które należy prowadzić w celu zminimalizowania ryzyka zaistnienia awarii wiertniczej**

W wiertnictwie nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie awarii, ale jest możliwe ich zminimalizowanie. W tym celu należy prowadzić profilaktykę uwzględniającą:

- dokładne analizowanie projektu geologicznego ze szczególnym zwróceniem uwagi na ciśnienia złożowe i ciśnienia szczelinowania oraz na przewiercane formacje skalne,
- prawidłowy dobór parametrów wiercenia,
- właściwe projektowanie zestawu przewodu wiertniczego,
- odpowiednie reagowanie na zmiany przewiercanych skał,
- stosowanie płuczki o parametrach najbardziej odpowiednich do przewiercanych warstw,
- zwracanie szczególnej uwagi na pomiar średnicy wyciągniętego narzędzia, aby uniknąć zaklinowania nowego narzędzia w ciasnym odcinku otworu,
- minimalizowanie powierzchni kontaktu przewodu (obciążników) ze ścianą otworu przez stosowanie stabilizatorów i obciążników spiralnych,
- ograniczanie do niezbędnego minimum okresów bezruchu przewodu wiertniczego,
- w razie potrzeby ograniczanie prędkości wiercenia w celu uniknięcia zwiększenia ciśnienia hydrostatycznego spowodowanego zwiększoną ilością urobku,
- przerabianie na bieżąco przewężeń lub zapuszczenie poszerzacza wrębów w przypadku stwierdzenia wrębu,

- stosowanie w zestawie przewodu nożyc wiertniczych,
- przestrzeganie procedur związanych z transportem, manipulowaniem i skręcaniem elementów przewodu,
- kontrolę i rejestrację czasu pracy elementów przewodu,
- prowadzenie „metryki” elementów przewodu zapuszczonych do otworu,
- zachowanie ostrożności w trakcie przykręcania, zapuszczania i docierania świda,
- właściwą stabilizację dolnej części przewodu,
- stosowanie amortyzatorów drgań (w trudnych warunkach wiercenia),
- przeprowadzanie badań nieniszczących elementów przewodu zgodnie z instrukcją,
- dobór urządzenia z odpowiednim zapasem mocy oraz dbałość o jego stan techniczny,
- prawidłową kontrolę liny wielokrażkowej,
- ciągłą obserwację parametrów technicznych wiercenia (ciężar przewodu, ciśnienie tłoczenia, moment obrotowy),
- w czasie ciągnięcia i zapuszczania przewodu stosowanie wycieraczki,
- po wyciągnięciu narzędzia, przed przystąpieniem do prac nad otworem, nakryć otwór stołu obrotowego i zamknąć prewenter ze szczękami pełnymi,
- stosowanie inhibitorów korozji i neutralizatorów H<sub>2</sub>S.

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie narzędzia są stosowane do likwidacji awarii wiertniczych?
2. Jak działają korony ratunkowe odpinane?
3. Kiedy stosujemy korony ratunkowe ssawne?
4. Kiedy stosujemy korony ratunkowe magnetyczne?
5. W jakim celu stosuje się w kolumnach przewodu wiertniczego łączniki bezpieczeństwa?
6. W jakim celu stosuje się w przewodach wiertniczych nożyce wiertnicze hydrauliczne?
7. Jak działają nożyce wiertnicze hydrauliczne?
8. Jakie działania należy prowadzić, aby zminimalizować skutki awarii wiertniczych?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Na podstawie literatury, filmu i dostępnych eksponatów wymień i opisz zasadę działania poznanych narzędzi ratunkowych stosowanych przy likwidacji awarii wiertniczych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) obejrzeć film o usuwaniu awarii wiertniczych i używanych w tych pracach narzędziach ratunkowych,
- 2) wypisać przedstawione w filmie narzędzia ratunkowe,
- 3) uzupełnić wykonany spis o narzędzia określone w literaturze pomocniczej,
- 4) omówić i zapisać zasadę działania każdego z tych narzędzi.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- film o usuwaniu awarii wiertniczych,
- zeszyt,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.



## Ćwiczenie 2

Dobierz komplet narzędzi ratunkowych w celu usunięcia awarii związanej z obsypaniem przewodu wiertniczego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie i wypisać sposoby postępowania po stwierdzeniu przychwycenia przewodu wiertniczego,
- 2) dobrać odpowiednie narzędzia zakładając, że usuwanie awarii zakończy się zbroczeniem przewodu wiertniczego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

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

### 4.3.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) wymienić narzędzia stosowane przy likwidacji awarii wiertniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) omówić zasadę działania koron ratunkowych odpinanych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić, kiedy stosujemy korony ratunkowe ssawne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić, kiedy stosujemy korony ratunkowe magnetyczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić, w jakim celu stosujemy w kolumnach przewodu wiertniczego łączniki bezpieczeństwa ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) omówić cel stosowania i zasadę działania nożyc wiertniczych hydraulicznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić działania, które należy prowadzić, aby zminimalizować skutki awarii wiertniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

### INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań. Do każdego zadania dołączone są 4 możliwe odpowiedzi. Tylko jedna jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
6. Zadania wymagają stosunkowo prostych obliczeń, które powinieneś wykonać przed wskazaniem poprawnego wyniku.
7. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
8. Jeśli udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudności, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
9. Na rozwiązanie testu masz 60 minut.

**Powodzenia!**

### ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Awaria wiertnicza jest to
  - a) uszkodzenie silnika spalinowego.
  - b) awaria oświetlenia na wiertni.
  - c) przyklejenie przewodu wiertniczego do ściany otworu.
  - d) awaria przewodu wiertniczego.
2. Prace ratunkowe obejmują
  - a) udzielenie pierwszej pomocy poszkodowanemu.
  - b) usuwanie uszkodzenia wyciągu wiertniczego.
  - c) pomoc w zejściu pomocnika wieżowego z górnego pomostu.
  - d) usuwanie awarii wiertniczej.
3. Konsekwencją przychwycenia przewodu wiertniczego może być
  - a) pozostawienie w otworze wiertniczym obciążników.
  - b) ucieczka płuczki wiertniczej w strefę przyotworową.
  - c) spadek mechanicznej prędkości wiercenia.
  - d) drgania przewodu wiertniczego.
4. Przy przepływie w przestrzeni pierścieniowej pomiędzy rurami płuczkowymi 5” o średnicy zewnętrznej 0,127 m a ścianą otworu o średnicy 216 mm płuczka, przy wydajności pompy płuczkowej 50 l/s osiąga prędkość około
  - a) 1 m/s.
  - b) 2 m/s.
  - c) 3 m/s.
  - d) 4 m/s.

Skorzystaj ze wzoru  $V = \frac{Q}{S}$

5. W miejscu zwiększenia średnicy otworu wiertniczego płuczka
  - a) zwiększa swoją prędkość i odkłada urobek.
  - b) zmniejsza swoją prędkość i odkłada urobek.
  - c) nie zmienia swojej prędkości.
  - d) zmniejsza swoją prędkość i nie odkłada urobku.
6. Przy przewiercaniu soli należy
  - a) dociażyć i zasolić płuczkę.
  - b) zasolić płuczkę i obniżyć jej gęstość.
  - c) używać płuczki na bazie wody słodkiej.
  - d) zwiększyć lepkość płuczki.
7. Istnienie dużego nagromadzenia zwiercin w pobliżu dna otworu wiertniczego można rozpoznać po
  - a) spadku momentu obrotowego stołu wiertniczego.
  - b) wzroście momentu obrotowego stołu wiertniczego.
  - c) spadku ciśnienia płuczki.
  - d) wzroście prędkości mechanicznej wiercenia.
8. Objawem wypłukania przewodu wiertniczego jest
  - a) wzrost ciśnienia płuczki.
  - b) spadek momentu obrotowego stołu wiertniczego.
  - c) wzrost mechanicznej prędkości wiercenia.
  - d) spadek ciężaru na haku.
9. Przyklejenie przewodu wiertniczego do ściany otworu wiertniczego następuje gdy
  - a) ciśnienie złożowe jest większe od ciśnienia hydrostatycznego.
  - b) ciśnienie hydrostatyczne jest równe ciśnieniu złożowemu.
  - c) ciśnienie hydrostatyczne jest większe od ciśnienia złożowego.
  - d) na ścianie otworu nie wytwarza się osad filtracyjny.
10. Przyklejenie przewodu do ściany otworu wiertniczego występuje na styku
  - a) ściana otworu – obciążniki.
  - b) ściana otworu – nożyce wiertnicze.
  - c) ściana otworu – rury płuczkowe grubościennne.
  - d) ściana otworu – rury płuczkowe.
11. Głębokość przychwycenia przewodu wiertniczego można wyznaczyć
  - a) przychwytomierzem.
  - b) kawernomierzem.
  - c) inklinometrem wrzutowym.
  - d) rdzeniówką wpuszczaną.
12. Po przychwyceniu przewodu wiertniczego o powierzchni przekroju  $0,0034 \text{ m}^2$  wykonano pomiar wydłużenia przewodu. Przy różnicy sił  $20T$  zarejestrowano różnicę wydłużenia przewodu o  $30 \text{ cm}$ . Moduł Younga wynosi  $2100000 \text{ kG/cm}^2$ . Głębokość przychwycenia przewodu wynosi:
  - a)  $1071 \text{ m}$ .
  - b)  $1171 \text{ m}$ .
  - c)  $1271 \text{ m}$ .
  - d)  $1371 \text{ m}$ .

Skorzystaj z wzoru  $L = \frac{E \cdot F}{P_2 - P_1} \cdot (\Delta L_2 - \Delta L_1)$

13. Objawem przyklejenia przewodu wiertniczego do ściany otworu jest brak ruchu przewodu i
  - a) brak cyrkulacji płuczki.
  - b) normalna cyrkulacja płuczki.
  - c) spadek ciśnienia płuczki.
  - d) wzrost ciśnienia płuczki.
  
14. Wannę olejową stosuje się przy
  - a) obsypaniu przewodu wiertniczego.
  - b) przychwyceniu przewodu we wrębie.
  - c) przyklejeniu przewodu do ściany otworu.
  - d) przychwyceniu przewodu w skałach plastycznych.
  
15. W celu wyliczenia ilości oleju napędowego potrzebnej do wykonania wanny olejowej bierze się pod uwagę
  - a) całą objętość otworu wiertniczego.
  - b) objętość przestrzeni pierścieniowej między przewodem wiertniczym a ścianą otworu.
  - c) objętość przestrzeni pierścieniowej między obciążnikami a ścianą otworu.
  - d) objętość przestrzeni pierścieniowej między obciążnikami a ścianą otworu oraz pojemność obciążników.
  
16. Nożyce wiertnicze hydrauliczne umożliwiają
  - a) tylko zbijanie przewodu wiertniczego w dół.
  - b) tylko podbijanie przewodu wiertniczego do góry.
  - c) zbijanie przewodu w dół i podbijanie przewodu w górę.
  - d) odcięcie przewodu wiertniczego powyżej miejsca przychwycenia.
  
17. Objawem urwania przewodu wiertniczego jest
  - a) zwiększenie ciężaru na haku i zwiększenie ciśnienia płuczki wiertniczej.
  - b) zwiększenie ciężaru na haku i zmniejszenie ciśnienia płuczki wiertniczej.
  - c) zmniejszenie ciężaru na haku i zwiększenie ciśnienia płuczki wiertniczej.
  - d) zmniejszenie ciężaru na haku i zmniejszenie ciśnienia płuczki wiertniczej.
  
18. Gwintownik służy do
  - a) wyciągania przewodu urwanego na zworniku.
  - b) wyciągania przewodu urwanego w caliźnie.
  - c) nacinania gwintu w urwanej caliźnie przewodu.
  - d) nacinania gwintu w urwanym zworniku przewodu.
  
19. Korona ssawna służy do oczyszczania
  - a) dna otworu z urobku.
  - b) ścian otworu z osadu iłowego.
  - c) dna otworu z drobnych przedmiotów.
  - d) świdra z oblepiającego go urobku.

20. Aby zminimalizować możliwość przyklejenia przewodu wiertniczego do ściany otworu należy stosować
- a) obciążniki przewymiarowane.
  - b) obciążniki spiralne.
  - c) nożyce wiertnicze o średnicy większej od średnicy obciążników.
  - d) płuczkę o zwiększonej gęstości.

## KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

### Zapobieganie awariom wiertniczym

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	
<b>Razem:</b>					

## 6. LITERATURA

1. Dravat I., Rudencu A.: Zapobieganie i zwalczanie awarii wiertniczych. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1974
2. Materiały pomocnicze na szkolenie osób dozoru ruchu w zakresie doskonalenia metod efektywnego i bezpiecznego prowadzenia robót wiertniczych. Centrum Szkolenia i Doskonalenia Zawodowego Górnictwa Naftowego w Krakowie, Kraków 2007
3. Szostak L.: Wiertnictwo. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1989
4. Zarządzenie nr 18 Dyrektora Poszukiwań Nafty i Gazu Jasło: Instrukcja rurowania i cementowania otworów wiertniczych”, Jasło 1996