

















# PODRECZNIK NAFTOWY

---

---

TOM II

POD REDAKCJĄ PROF. INŻ. Z. BIELSKIEGO

# KOPALNICTWO

CZĘŚĆ II

## WIERCENIA SPOSOBAMI UDAROWYMI

ZESZYT 2

OPRACOWAŁ

PROF. INŻ. ZYGMUNT BIELSKI

PRZY WSPÓŁDZIAŁE OSÓB WYMENIONYCH  
PRZED POSZCZEGÓLNYMI BOZDZIAŁAMI.

L W Ó W 1 9 3 8  
NAKŁADEM KOMITETU WYDAWNICZEGO  
„PODRECZNIKA NAFTOWEGO”  
BIURO PRZY KRAJOWYM TOWARZYSTWIE NAFTOWYM  
LWÓW UL. AKADEMICKA 17  
PRZY SUBWENCJI  
FUNDUSZU POPIERANIA WIERCENIA NAFTOWEGO

253 561



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000232004



Od Autora

# PODREĆCZNIK NAFTOWY

---

---

TOM II

POD REDAKCJĄ PROF. INŻ. Z. BIELSKIEGO

# KOPALNICTWO

CZEŚĆ II

## WIERCENIA SPOSOBAMI UDAROWYMI

ZESZYT 2

OPRACOWAŁ

PROF. INŻ. ZYGMUNT BIELSKI

PRZY WSPÓŁDZIAŁE OSÓB WYMENIONYCH  
PRZED POSZCZEGÓLNYMI ROZDZIAŁAMI.

L W Ó W 1938

NAKŁADEM KOMITETU WYDAWNICZEGO  
„PODREĆCZNIKA NAFTOWEGO“

BIURO PRZY KRAJOWYM TOWARZYSTWIE NAFTOWYM  
LWÓW UL. AKADEMICKA 17

PRZY SUBWENCJI  
FUNDUSZU POPIERANIA WIERTNICTWA NAFTOWEGO



PODRĘCZNIK NAFTOWY

TOM II

KOPALNICTWO



III 16588

Z DRUKARNI I LITOGRAFII PILLER-NEUMANNA WE LWOWIE

Akc. Nr. 3554/50

## TREŚĆ

	Str.
Rozdział 1. Fazy robót przy wierceniu udarowym suchym	5
Wiercenie	10
Popuszczanie	14
Zapuszczanie i wydobywanie przyrządu wiertniczego	21
Praca żerdzi wiertniczych	35
Łyżkowanie (usuwanie urobku)	37
Rozszerzanie	41
Wymiana dłuta	57
Rurowanie	62
Rozdział 2. Utrudnienia zachodzące przy pracy wiertniczej	89
Umyślne wiercenie krzywe o opanowanym kierunku krzywienia	102
Rozdział 3. Rdzeniowanie udarowe i inne sposoby badania przewierconych pokładów	107
Cel rdzeniowania i rodzaje badania próbek	107
Rdzeniowanie udarowe	112
Próbniki złoża	115
Elektryczne rdzeniowanie sposobem Schlumbergera	122
Elektryczne wyznaczanie dopływu wody	131
Literatura	132
Rozdział 4. Roboty ratunkowe	137
Instrumentacje rur	163
Odbijanie względnie zwiercanie gwoźdźcia	181
Rozdział 5. Łączenie sposobów wiercenia	189
Płuczka Petita	190
Wiercenie linowe przy zastosowaniu płuczki	193



## OBJAŚNIENIA.

Dla ustalenia terminologii zaznaczamy, że będziemy używali następujących nazw, względnie określić.

I tak zamiast:

1. „Warsztat wiertniczy“, obejmujący swą nazwą dłuto, obciążnik, nożyce i łącznik, będziemy używali wyrazu: „przrząd wiertniczy“ lub krótko „przrząd“.
2. Połączenie przrządu z wahaczem, składające się z żerdzi pełnych lub rurowych (przy wierceniu płuczkowym) albo liny, będziemy nazywali „przewodem wiertniczym“ lub „przewodem“.
3. „Flaszkę“ będziemy nazywali „łącznikiem“.
4. „Ryg“ — „żurawiem“.
5. „Świder“ — „dłutem“.

Należy pamiętać, że nie istnieje wiercenie „pensylwańskie“, jest tylko żuraw tej nazwy, służący do wiercenia na linie. Wiercenie na linie można wykonywać także rozmaitymi innymi żurawiami, zupełnie do pensylwańskiego niepodobnymi.

Wierzenie udarowa polega na miarowym uderzaniu dłuta  
o spód otworu. W tym celu podnosi się dłuto na pewną wyso-  
kość, z której ono opada, nabywając prędkości proporcjonalnej

## ROZDZIAŁ 1.

### FAZY ROBÓT PRZY WIERCENIU UDAROWYM SUCHYM.

OPRACOWAŁ

Prof. inż. Zygmunt BIELSKI.

Fig. 1. Urządzenie  
do wierzenia  
„z szarpakiem”.

Fig. 2. Trzeci do  
wierzenia „z szarpakiem”.

do wysokości upadu, czyli tzw. skoku. Nabyta podczas upadu  
energia kinetyczna zamienia się na pracę kruszenia skały, stano-  
wiającej spód otworu.

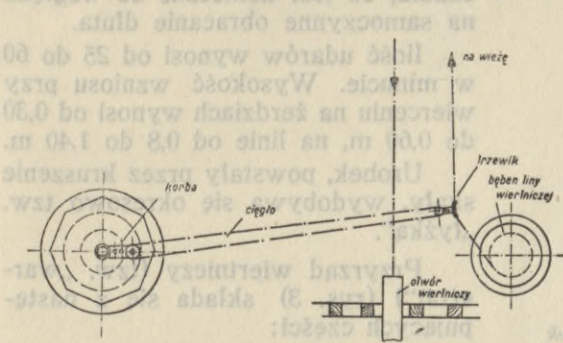
Podnoszenie i opuszczanie dłuta odbywa się prawie zawsze  
za pomocą wabacza, wykonującego właściwy ruch wahadłowy  
w pionowej płaszczyźnie.



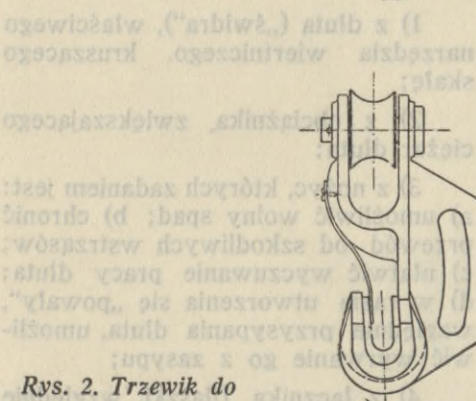


Wie powstała wahacz „Rapid” Frank-Trautz’a, używany do wiercenia szybów. Przy wierceniu na linie przy pomocy wahacza, za pomocą sposobu zwanego po angielsku „spudding”, a po polsku przybito „szarpaka” (rys. 1), przy czym używa się przyrządu zwanego trzewikiem (rys. 2). Celem tego urządzenia jest nadanie linie wierzącej właściwej długości, nie wierzącej, która musi być odpowiednio długa, aby nie wyślizgała się z otworu.

Wiercenie udarowe polega na miarowym uderzeniu dłuta o spód otworu. W tym celu podnosi się dłuto na pewną wysokość, z której ono opada, nabywając prędkości proporcjonalnej



Rys. 1. Urządzenie do wiercenia „z szarpaka”.



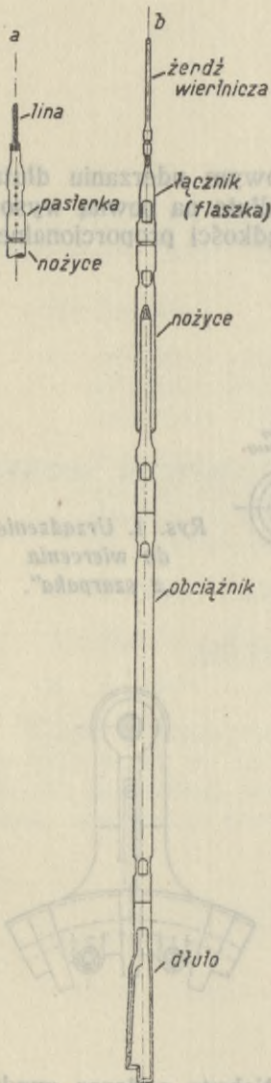
Rys. 2. Trzewik do wiercenia „z szarpaka”.

do wysokości upadu, czyli tzw. skoku. Nabyta podczas upadu energia kinetyczna zamienia się na pracę kruszenia skały, stanowiącej spód otworu.

Podnoszenie i opuszczanie dłuta odbywa się prawie zawsze za pomocą wahacza, wykonującego właściwy ruch wahadłowy w pionowej płaszczyźnie.



Nie posiada wahacza żuraw „Rapid“ Fauck-Traulz'a, używany do wiercenia szybkoudarowego. Przy wierceniu na linie pracuje się w początkowych, małych głębokościach, również bez wahacza, za pomocą sposobu zwanego po angielsku „spudding“, a po polsku brzydko „z szarpaka“ (rys. 1), przy czym używa się przyrządu, zwanego trzewikiem (rys. 2). Celem tego urządzenia jest nadanie linie wiertniczej większej długości, niż to może mieć miejsce przy zawieszaniu przyrządu wiertniczego u popuszczadła, co jest konieczne ze względu na samoczynne obracanie dłuta.



Rys. 3. Przyrząd wiertniczy („warsztat“)

- a) — linowy  
b) — kanadyjski.

Ilość uderów wynosi od 25 do 60 w minutę. Wysokość wzniosu przy wierceniu na żerdziach wynosi od 0,30 do 0,60 m, na linie od 0,8 do 1,40 m.

Urobek, powstały przez kruszenie skały, wydobywa się okresowo tzw. „łyżką“.

Przyrząd wiertniczy (tzw. „warsztat“) (rys. 3) składa się z następujących części:

1) z dłuta („świdra“), właściwego narzędzia wiertniczego, kruszącego skałę;

2) z obciążnika, zwiększającego ciężar dłuta;

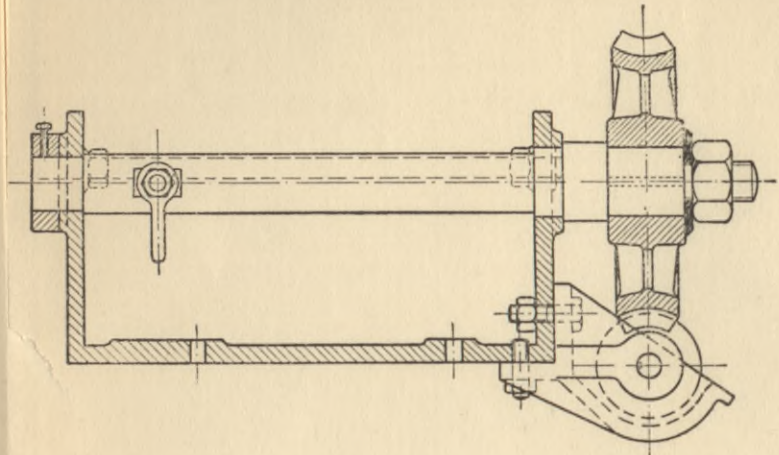
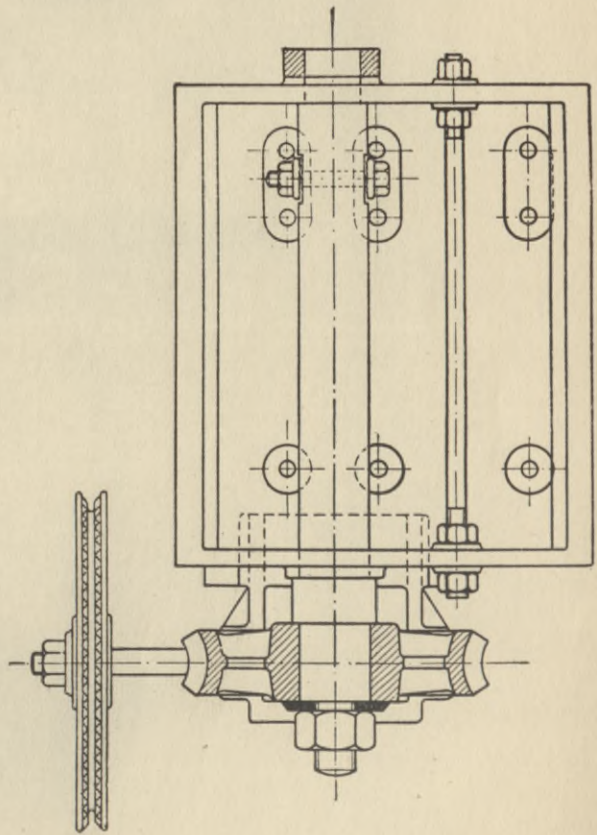
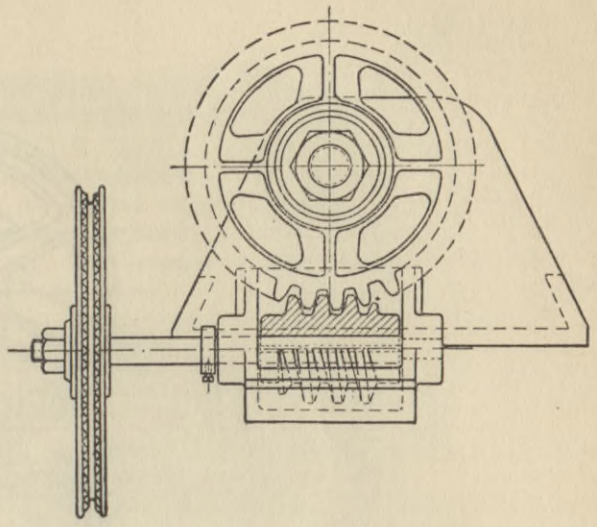
3) z nożyc, których zadaniem jest:  
a) umożliwić wolny spad; b) chronić przewód od szkodliwych wstrząsów;  
c) ułatwić wyczuwanie pracy dłuta;  
d) w razie utworzenia się „pował“, względnie przysypania dłuta, umożliwić wyrwanie go z zasypu;

4) z łącznika (flaszki, względnie pasterki u wiercenia na linie) między nożycami a przewodem, tj. żerdziami względnie liną.

Przy wierceniu kanadyjskim przewód stanowią żelazne żerdzie, przy linowym zaś stalowa lina.

Wiercenie obejmuje następujące fazy robót:





Rys. 4. Popuszczadło.













Wiercenie w ścisłym tego słowa znaczeniu, czyli kruszenie skały, znajdującej się na dnie otworu.

Popuszczanie.

Zapuszczanie i wydobywanie przyrządu wiertniczego.

Wymiana dłuta.

Łyżkowanie u wiercenia suchego (odpada u płuczki).

Rozszerzanie otworu.

Rurowanie.

Roboty ratunkowe, zwane „instrumentacją“.

Zasadniczą fazą robót jest pierwsza, będąca celem całej pracy. Z nią równocześnie odbywa się tylko tzw. „popuszczanie“, czyli przedłużanie przewodu wiertniczego, w miarę postępującej głębokości odwiertu.

Wszystkie inne czynności są, jakkolwiek niezbędne, jednak tylko pomocnicze, i nie mogą być wykonywane równocześnie, lecz każda z nich musi być przedsięwzięta osobno.

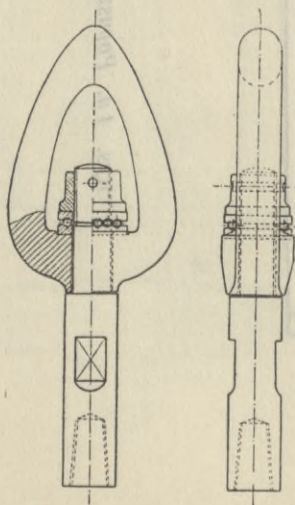
Omówimy każdą z tych czynności szczegółowo, przy czym zaczynamy od wiercenia, ze względu na doniosłość znaczenia tej czynności, pomimo że musi ona być poprzedzona czynnością zapuszczania.

### Wiercenie.

Po zapuszczeniu dłuta na dno (spód) otworu, unosi je wiertacz o parę centymetrów nad to dno i w tym położeniu zawieszona na popuszczadle, umieszczonym na wahaczu. Wzniesienie nad dno ma na celu wykorzystanie elastyczności przewodu, która jest zależna od rodzaju przewodu (żerdzie, rury, lina) i od głębokości. Miarę tego wzniesienia ocenia wiertacz i jest ona rzeczą jego doświadczenia.

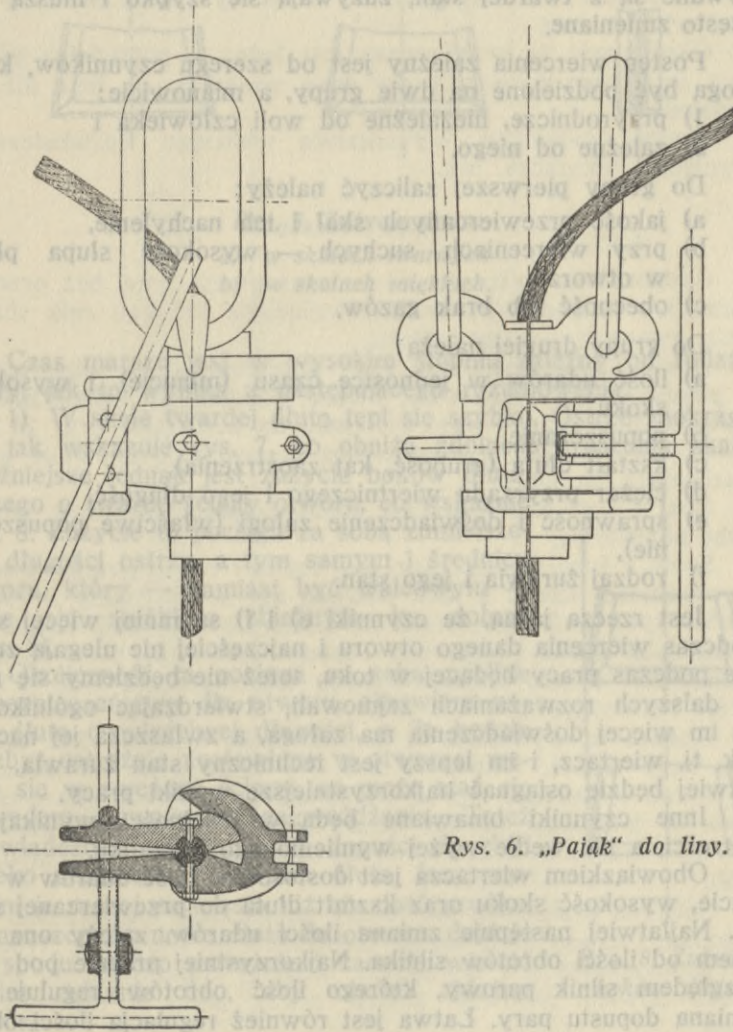
Po zawieszeniu przewodu u popuszczadła (rys. 4 i 4a) (tzw. „kuplowanie“) za pomocą tzw. „kluka“ (rys. 5), u wierceń żerdziowych, a „pajaka“ (rys. 6) u wierceń linowych, wprawia wiertacz w ruch wahacz i zaczyna „wiercić“, czyli kruszyć dno otworu, pogłębiając go w ten sposób.

„Pajak“ do trzymania liny wiertniczej podczas wiercenia jest bardzo ważnym przyrządem, którego budowa musi czynić zadość następującym zasadniczym warunkom:



Rys. 5. „Kłuk“ zwykły.

- 1) zezwalać na takie ujęcie liny, by nie przesuwiała się przy szarpnięciach, jakim ona podlega podczas wiercenia, a równocześnie aby nie była zginiata przez zbyt silny docisk;
- 2) zezwalać na szybkie zwolnienie liny i równie szybkie jej ujęcie.



Rys. 6. „Pająk“ do liny.

Najtrudniej uczynić zadość pierwszemu warunkowi zachodzą tu bowiem sprzeczności: zbyt silne ujęcie miażdży linę



i niszczy ją przedwcześnie, przy zbyt słabym zaś lina przesuwa się i następuje samowolne, niekontrolowane popuszczenie.

Do bezpośredniego ujęcia liny używa się stalowych łubek, których krzywizny, stykające się z liną, muszą być najdokładniej dostosowane do krzywizny liny. Łubki te, mimo iż wykonywane są z twardej stali, zużywają się szybko i muszą być często zmieniane.

Postęp wiercenia zależy od szeregu czynników, które mogą być podzielone na dwie grupy, a mianowicie:

- 1) przyrodnicze, niezależne od woli człowieka i
- 2) zależne od niego.

Do grupy pierwszej zaliczyć należy:

- a) jakość przewiercanych skał i ich nachylenie,
- b) przy wierceniach suchych — wysokość słupa płynu w otworze,
- c) obecność lub brak gazów.

Do grupy drugiej należą:

- a) ilość uderzeń w jednostce czasu (minucie) i wysokość skoku,
- b) popuszczanie,
- c) kształt dłuta (grubość, kąt zaostrenia),
- d) ciężar przyrządu wiertniczego i jego długość,
- e) sprawność i doświadczenie załogi (właściwe popuszczanie),
- f) rodzaj żurawia i jego stan.

Jest rzeczą jasną, że czynniki e) i f) są mniej więcej stałe podczas wiercenia danego otworu i najczęściej nie ulegają zmianie podczas pracy będącej w toku, toteż nie będziemy się nimi w dalszych rozważaniach zajmowali, stwierdzając ogólnikowo, że im więcej doświadczenia ma załoga, a zwłaszcza jej naczelnik, tj. wiertacz, i im lepszy jest techniczny stan żurawia, tym łatwiej będzie osiągnąć najkorzystniejsze wyniki pracy.

Inne czynniki omawiane będą w kolejności wynikającej z treści, a nie wedle wyżej wymienionego porządku.

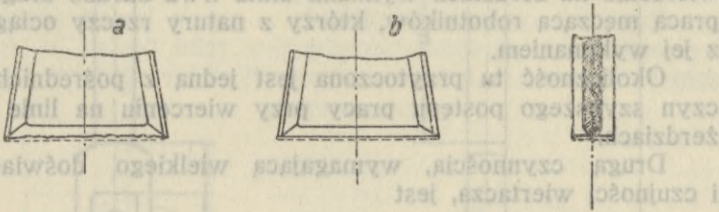
Obowiązkiem wiertacza jest dostosować ilość uderzeń w minutę, wysokość skoku oraz kształt dłuta do przewiercanej skały. Najłatwiej następuje zmiana ilości uderzeń, zależy ona bowiem od ilości obrotów silnika. Najkorzystniej pracuje pod tym względem silnik parowy, którego ilość obrotów reguluje się zmianą dopustu pary. Łatwa jest również regulacja ilości obrotów silnika elektrycznego, natomiast silnik spalinowy, z innych względów bardzo polecenia godny, przedstawia najmniejsze możliwości, ze względu na zmianę ilości uderzeń.

Pracując w skałach twardych, należy stosować wysokie skoki i mniejsze ich ilości, przy miękkich pokładach można na-



tomiast pracować mniejszym skokiem, powiększając ilość udarów w minucie, jak to wynika z rozważań o teorii uderzenia.

Wpływ rodzaju przewiercanej skały na postęp wiercenia uwidacznia się bardzo wybitnie przez zależność czasu wiercenia, jednorazowo zapuszczonym dłutem, zwanego „marszem“.



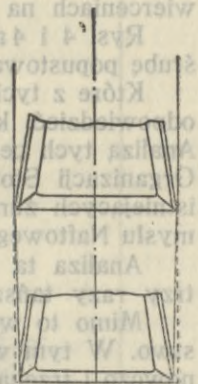
Rys. 7. Zużycie dłuta:

- a) w skałach twardych  
b) w skałach miękkich.

Czas marszu jest w wysokim stopniu zależny od rodzaju skały, jak to wynika z następującego rozumowania:

1) W skale twardej dłuto tępi się szybko. Ostrze zaokrągla się jak wskazuje rys. 7, co obniża zdolność kruszenia skały. Ważniejsze jednak jest zużycie boków dłuta, trącego o twarde ściany otworu, co wskazuje rys. 8. Zużycie to pociąga za sobą zmniejszenie długości ostrza, a tym samym i średnicy otworu, który — zamiast być walcowym — staje się stożkiem zbieżnym ku dołowi (rys. 8).

Okoliczność ta pociąga za sobą wielkie niebezpieczeństwo dla otworu, albowiem nowe dłuto o właściwej długości, o ile będzie niezbyt ostrożnie postawione w otworze, weźmie się w zwężone ściany, co może stać się powodem poważnego zagwoźdżenia. Toteż doświadczony wiertacz nie dopuści do zbyt daleko posuniętego zużycia dłuta, lecz wymieni je raczej za często niż nie dość prędko, a zapuszczając nowe dłuto do otworu, dojdzie do spodu bardzo ostrożnie i zacznie wiercić zanim osiągnie dno, aby obciąć zbieżny otwór.



Rys. 8. Zużycie boków dłuta.

2) W skale miękkiej dłuto nie zużywa się w tym stopniu, natomiast łyżkowiny gęstnieją bardzo szybko, tak że dłuto po pewnym czasie traci nabytą upadem energii kinetyczną na przewyciężenie hydraulicznych oporów tarcia, zamiast zużywać ją na kruszenie dna otworu. Postęp pracy maleje widocznie, a wier-



tacz nie powinien wahać się i powinien przerwać „marsz“, aby wydobyć dłuto i wyłyżkować otwór.

W jednym i drugim wypadku łatwiej przychodzi wiertaczowi zdecydować się na wydobyć dłuto, jeżeli wierci na linie niż przy wierceniu na żerdziach, a to z tego powodu, iż przy wierceniu na żerdziach wymiana dłuta trwa bardzo długo i jest pracą męczącą robotników, którzy z natury rzeczy ociągają się z jej wykonaniem.

Okoliczność tu przytoczona jest jedną z pośrednich przyczyn szybszego postępu pracy przy wierceniu na linie niż na żerdziach.

Drugą czynnością, wymagającą wielkiego doświadczenia i czujności wiertacza, jest

### Popuszczanie.

Czynność tę wykonuje się podczas pracy dłuta, bez przerywania jej, za pomocą urządzeń wyłącznie do tego celu służących, zwanych popuszczadłami.

Istnieją dwa zasadnicze typy popuszczadeł, a mianowicie: 1) popuszczadło bębnekowe, zwane popularnie „kanadyjskim“, używane przeważnie przy wierceniu na żerdziach, oraz 2) popuszczadło śrubowe, zwane „śrubą popustową“, używane przy wierceniach na linie.

Rys. 4 i 4a przedstawiają popuszczadła bębnekowe, rys. 9 śrubę popustową.

Które z tych popuszczadeł jest lepsze? Na to pytanie trudno odpowiedzieć, każde z nich bowiem ma swojej zalety i wady. Analizą tych cech zajmowała się szczegółowo Sekcja Naukowej Organizacji Stow. Polsk. Inż. Przem. Naftowego przy badaniu istniejących żurawi kombinowanych (patrz rocznik 1930 „Przemysłu Naftowego“).

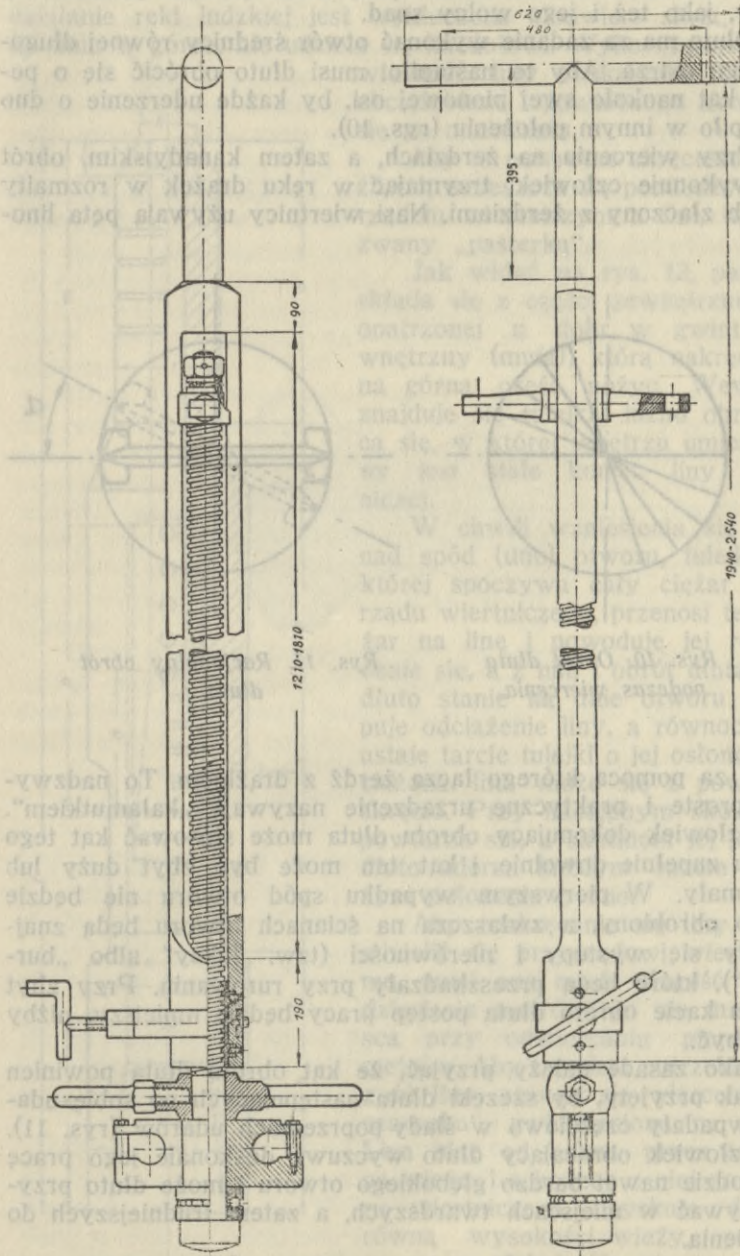
Analiza ta wykazała, że popuszczadło śrubowe jest blisko trzy razy tańsze, natomiast znacznie uciążliwsze w obsłudze.

Mimo to wydaje się, iż śrubie należy przyznać pierwszeństwo. W tym wypadku nie należy jednak wypowiadać się stanowczo i trzeba pozostawić wybór upodobaniom poszczególnych osób.

Ścisłych przepisów, jak należy popuszczać, niestety dać nie podobna, i należy zdać się na doświadczenie wiertacza. Właściwe popuszczanie jest czynnością wielkiej doniosłości, od niego zależy bowiem zarówno postęp pracy, jak i jej bezpieczeństwo.

W rozdziale pierwszym, omawiającym teorię udaru dłuta, wskazano na rolę, jaką odgrywają w czynności wiercenia nożyce. Z wywodów tych wynika, że nożyce mogą tylko wówczas dobrze pracować, o ile popuszczanie jest właściwe, tylko wówczas bowiem podrzut nożyc przy skoku ku górze może spo-





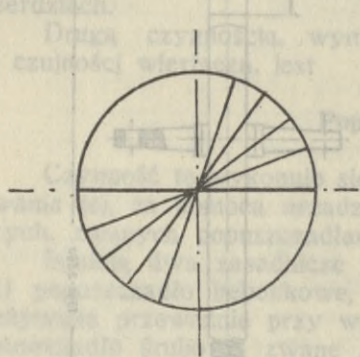
Rys. 9. Śruba popustowa.



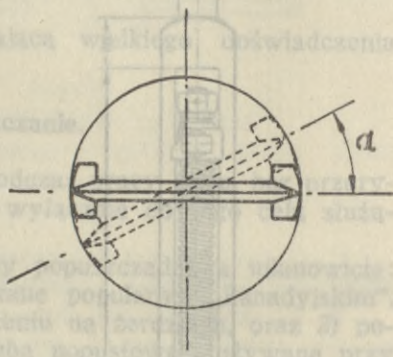
wodować zwiększenie skoku dłuta w porównaniu do ramienia korby, jako też i jego wolny spad.

Dłuto ma za zadanie wykonać otwór średnicy równej długości jego ostrza. Aby to nastąpiło, musi dłuto obrócić się o pewien kąt naokoło swej pionowej osi, by każde uderzenie o dno nastąpiło w innym położeniu (rys. 10).

Przy wierceniu na żerdziach, a zatem kanadyjskim, obrót ten wykonuje człowiek, trzymając w rękę drażek w rozmaity sposób złączony z żerdziami. Nasi wiertnicy używają pęta lino-



Rys. 10. Obrót dłuta podczas wiercenia.



Rys. 11. Racjonalny obrót dłuta.

wego, za pomocą którego łączy żerdź z drażkiem. To nadzwyczaj proste i praktyczne urządzenie nazywają „kałamutkiem“.

Człowiek dokonujący obrotu dłuta może stosować kąt tego obrotu zupełnie dowolnie, i kąt ten może być zbyt duży lub zbyt mały. W pierwszym wypadku spód otworu nie będzie równo obrobiony, a zwłaszcza na ścianach otworu będą znajdowały się występy i nierówności (tzw. „fuksy“ albo „burkacze“), które będą przeszkadzały przy rurowaniu. Przy zbyt małym kącie obrotu dłuta postęp pracy będzie mniejszy, niżby mógł być.

Jako zasadę należy przyjąć, że kąt obrotu dłuta powinien być tak przyjęty, by szczęki dłuta następujących po sobie udarów wpadały częściowo w ślady poprzednich udarów (rys. 11).

Człowiek obracający dłuto wyczuwa doskonale jego pracę na spodzie nawet bardzo głębokiego otworu i może dłuto przytrzymywać w miejscach twardszych, a zatem trudniejszych do obrobienia.

Panując w ten sposób nad pracą dłuta, można obrobić spód i ściany otworu dokładnie i uniknąć pozostawiania szkodliwych występów w ścianach.



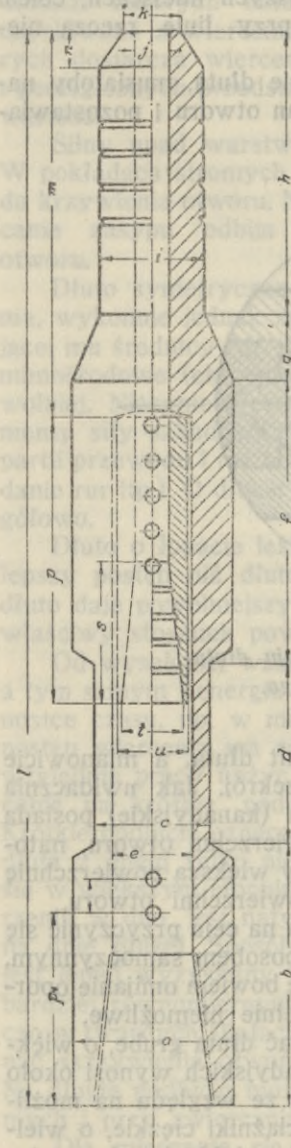
Inaczej ma się rzecz przy wierceniu na linie. Tu współdziałanie ręki ludzkiej jest wykluczone albowiem skręt, nadany linie w górze, nie udziela się ku dołowi. Wykorzystujemy tu własność liny rozkręcania się pod obciążeniem i powtórnego skręcania się po odciążeniu.

Aby to powrotne skręcenie umożliwić, umieszcza się pomiędzy przyrządem wiertniczym a liną łącznik, zwany „pasterką“.

Jak widać na rys. 12, pasterka składa się z części zewnętrznej, zaopatrzonej u dołu w gwint wewnętrzny (mufa), którą nakręca się na górną część nożyc. Wewnątrz znajduje się tulejka, luźno obracająca się, w której wnętrzu umieszczony jest stale koniec liny wiertniczej.

W chwili wzniesienia się dłuta nad spód (dno) otworu, tulejka, na której spoczywa cały ciężar przyrządu wiertniczego, przenosi ten ciężar na linę i powoduje jej rozkręcenie się, a z nim i obrót dłuta. Gdy dłuto stanie na dnie otworu następuje odciążenie liny, a równocześnie ustaje tarcie tulejki o jej osłonę i odciążona lina może się z powrotem skręcić. Przy następnym skoku gra powtarza się, a skutkiem jej jest, że dłuto uderza każdym razem w innym położeniu o dno.

Aby rozkręcanie się liny mogło udzielić się przyrządowi wiertniczemu, musi ona mieć długość kilkadziesiąt metrów, co nie ma miejsca przy odwiercaniu pierwszych metrów. Aby uzyskać potrzebną długość liny, stosuje się wiercenie „na szarpaka“, uwidocznione na rys. 1. Lina idąc od bębna przez trzewik na wieżę, i schodząc z niej do otworu wiertniczego, uzyskuje długość równą wysokości wieży, powiększoną o głębokość otworu. Taka długość zapewnia linie potrzebny dla obrotu dłuta skręt.

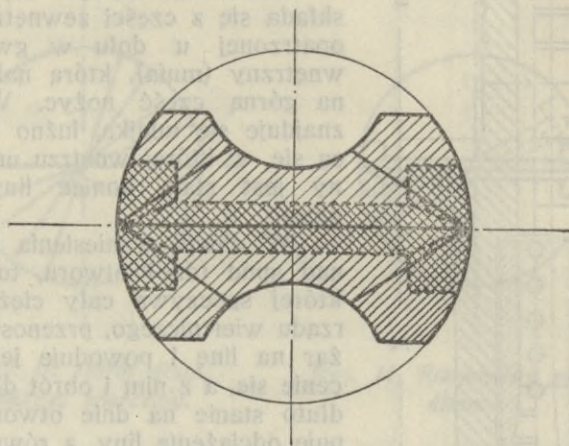


Rys. 12. Pasterka Prossera do wiercenia linowego.



Mamy więc pracę pozornie identyczną z poprzednio opisanym obracaniem dłuta ręką ludzką. Różnica polega na tym, że o ile przy wierceniu na żerdziach, człowiek panował całkowicie nad wszystkimi ruchami dłuta, a zwłaszcza nad jego obrotem, i mógł przytrzymać dół w trudniejszych miejscach, celem dokładniejszego ich obróbkę, jest to przy linie rzeczą niemożliwą.

Skutkiem tej dowolności obracania się dłuta, musiałyby nastąpić bardzo niedokładne obrabianie ścian otworu i pozostawienie szkodliwych występów.



Rys. 13. Porównanie przekroju dłuta kanadyjskiego i linowego.

Aby temu zapobiec, zmieniono kształt dłuta, a mianowicie powiększono znacznie jego poziomy przekrój. Jak uwidacznia rys. 13, dół do wiercenia na żerdziach (kanadyjskie) posiada cienie ostrze, zajmujące około 17% powierzchni otworu, natomiast dół linowe ma więcej jak trzy razy większą powierzchnię pracującą, dochodząc nawet do 75% powierzchni otworu.

To powiększenie powierzchni dłuta ma na celu przyczynić się do dokładnego obrabiania ścian otworu sposobem samoczynnym, przy tak znacznym przekroju dłuta staje się bowiem omijanie oporniejszych do obróbki miejsc prawie zupełnie niemożliwe.

Przy skałach twardych należy stosować dół grube, o większym kącie zaostrenia, który u dół kanadyjskich wynosi około  $80^{\circ}$ — $120^{\circ}$ , u dół linowych zaś  $120^{\circ}$ — $160^{\circ}$ , ze względu na możliwość wykruszania się ostrza, — oraz obciążniki ciężkie, o wielkich średnicach, a krótkie. Przy skałach miękkich odwrotnie: dół cienie, o kącie zaostrenia u kanadyjskich dół od  $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$ , a u linowych bez zmiany, obciążniki raczej długie, o mniejszych



średnicach, jak wynika to z rozważań o roli obciążnika (patrz Rozdział 1, ustęp 5).

Dalszym skutkiem kształtu dłuta jest efekt pracy, który przy użyciu cienkich dłut żerdziowych polega na łupaniu skały, przy dłutach linowych natomiast na jej miażdżeniu. Toteż próbki, uzyskiwane z wiercenia na żerdziach, są grubsze od tych, których dostarcza wiercenie na linie. Dla badań petrograficznych i geologicznych przedstawiają grubsze próbki oczywiście większą wartość.

Silny upad warstw ma także wpływ na postęp wiercenia. W pokładach stromych trzeba wiercić ostrożnie, by nie dopuścić do krzywienia otworu. Nadto strome pokłady są sypliwe, a zwiercanie zasypu odbija się ujemnie na postępie pogłębiania otworu.

Dłuto symetryczne (bakowiec) daje lepsze postępy wiercenia, wykonuje jednak za mały otwór w stosunku do odpowiadającej mu średnicy rur, dlatego też trzeba otwór rozszerzać. Dłuto mimośrodowe (ekscenter) wierci otwór o większej średnicy, ale wolniej. Niesymetryczny kształt dłuta wywołuje ponadto momenty siły szkodliwe dla wytrzymałości przyrządu oraz dolnej partii przewodu i rur (częste utracanie się przewodu, nożyc, odpadanie rur itp.). O dłucie mimośrodowym będzie dalej mowa szczegółowo.

Dłuto o łopacie lekko zbieżnej ku szyi wykazuje zasadniczo lepszy postęp niż dłuto o „plecach“ prawie pionowych. Grube dłuto daje powolniejszy postęp wiercenia, trzeba więc zachować właściwy stosunek powierzchni przekroju otworu i dłuta.

Od wysokości wzniosu dłuta zależy jego prędkość końcowa, a tym samym i energia uderzenia; — od ilości zaś uderzeń w jednostce czasu, np. w minucie, zależy ilość wykonanej pracy. Na postęp wiercenia ma również wpływ sposób trzymania świdra, względnie pracy nożyc. Rozróżniamy tu dwa sposoby: a) wiercenie na krótkie podbicie („sztos“), b) na długie podbicie. Krótkie podbicie oznacza, że nożyce schodzą się po zetknięciu się dłuta z dnem tylko nieznacznie, długie zaś, że nożyce schodzą się w większym stopniu. W pierwszym wypadku świder, po uderzeniu w dno, jest natychmiast podrywany, w drugim spoczywa na dnie dłużej. Sposób pierwszy ma tę zaletę, że skok korby jest lepiej wyszukanym i że przewód wiertniczy doznaje natężenia bardziej równomiernych. Na krótkie podbicie wierci się zasadniczo w twardych skałach i stromych pokładach, gdyż łatwiej uniknąć skrzywienia otworu niż przy stosowaniu długiego podbicia. Na długie podbicie można wiercić w pokładach miękkich, poziomych i przy zwiercaniu zasypu.

Dla mieszania się urobku i wydobywania okruchów musi być w otworze woda. O ile nie ma wody gruntowej, dodaje się jej mniej więcej na wysokość połowy obciążnika. Obecność wody gruntowej i jej ilość wpływają na dobór przekroju dłuta. W po-



kładach miękkich, przy małej ilości wody, można używać dłuta grubego o wielkim przekroju, zaś przy wysokim słupie wody nadaje się dłutu przekrój mniejszy. Unika się przez to wymywania ścian otworu z powodu znacznych prędkości ruchu wody w otworze.

Wysoki słup płynu w otworze utrudnia wiercenie z powodu oporów, jakich doznaje przewód wiertniczy przy swoim ruchu ku dołowi i ku górze.

Przy wierceniu na linie przedstawia się praca w otworze, pozbawionym wody, szczególnie korzystnie. Ma to miejsce w otworze, w którym albo nie pojawił się jeszcze żaden przyływ wody, albo też wodę zamknięto. Jest jasne, że do wytworzenia „łyżkowni“ musi znajdować się w otworze kilka metrów wody u samego dna, tak, aby urobek mógł, mieszając się z wodą, utworzyć błoto, które szcerpuje się łyżką. Otwór pusty posiada zresztą ściany lekko nasiąknięte wilgocią, ponieważ znajdowały się one, stanowiąc niedawno spód otworu, w bezpośrednim kilkugodzinnym zetknięciu z wodą. Podczas wiercenia lina doznaje wstrząsów, podczas których uderza o nawilgłe ściany otworu, oklepując je, i tworzy z nich twardą powierzchnię, podobną do tzw. „klepiska“ w naszych stodołach. W innych warunkach ściany te byłyby bardzo sypliwie.

W ten sposób usuwamy „sypanie“, tę największą przeszkodę wiercenia, i uzyskujemy nie tylko szybszy postęp, ale i możliwość wiercenia wielkich partij otworu, wynoszących 200 do 300 m bez rurowania, co stanowi olbrzymią korzyść.

Przy wierceniu w takim suchym otworze nie wolno wody, potrzebnej dla utworzenia łyżkowni, wlewać z góry, lecz należy ją zapuszczać w łyżce o szczególnie uszczelnionym zamknięciu.

Przy wierceniu na żerdziach jest obijanie ścian otworu inne, mniej korzystne, gdyż żerdzie mają łączenia, które powodują kalcenie ścian, co ułatwia wykruszanie się skały w skałeczonych miejscach i tworzenie zasypów.

Wpływ gazu na postęp wiercenia może być dodatni lub ujemny, zależnie od tego, czy wiercimy w pokładach gazowych, czy poniżej pokładów gazowych.

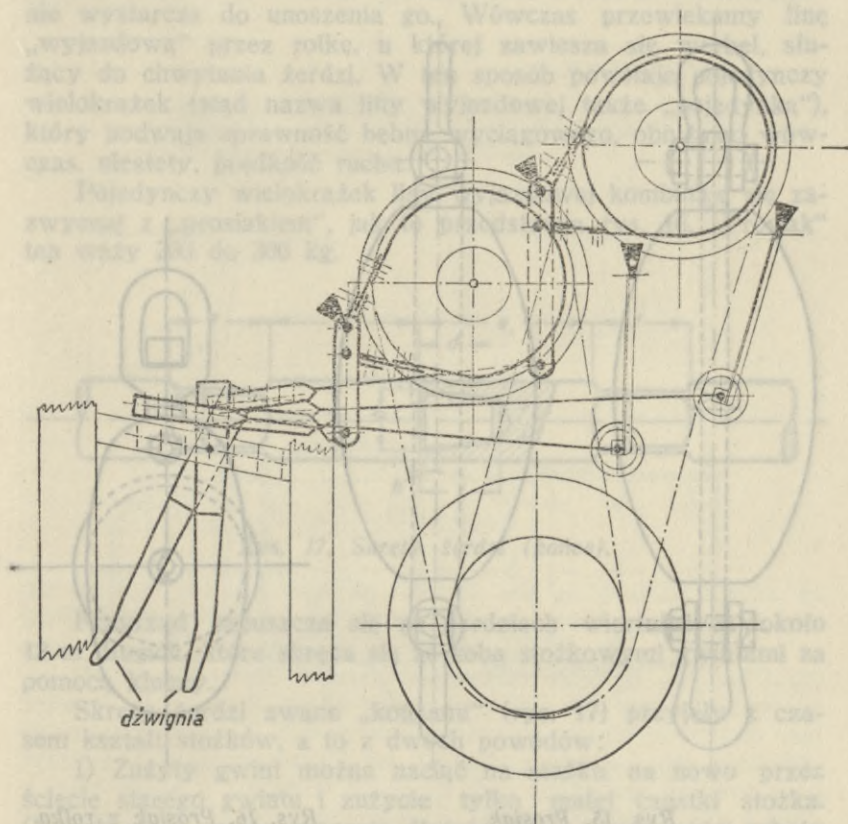
Napotykanie gazu ułatwia wiercenie o tyle, że urobek zostaje podnoszony, względnie nawet wyrzucony z otworu, wskutek czego dno jest czyste i łyżkowanie może nawet odpaść. Ale po zarurowaniu pokładu gazonośnego może gaz, przy dalszym pogłębianiu otworu, obrać drogę w dół (gdy nie może uchodzić w górę) i powodować zasyp. Najczęściej jednak gaz nie jest uważany za korzystny objaw, przynosi bowiem ze sobą możliwość, a zatem i niebezpieczeństwo, wybuchu i pożaru.



## Zapuszczanie i wydobywanie przyrządu wiertniczego.

### a) Zapuszczanie.

Do zapuszczania przyrządu służy żuraw wiertniczy, w skład którego wchodzi bębny, jako części składowe wind, na ten cel przeznaczonych.



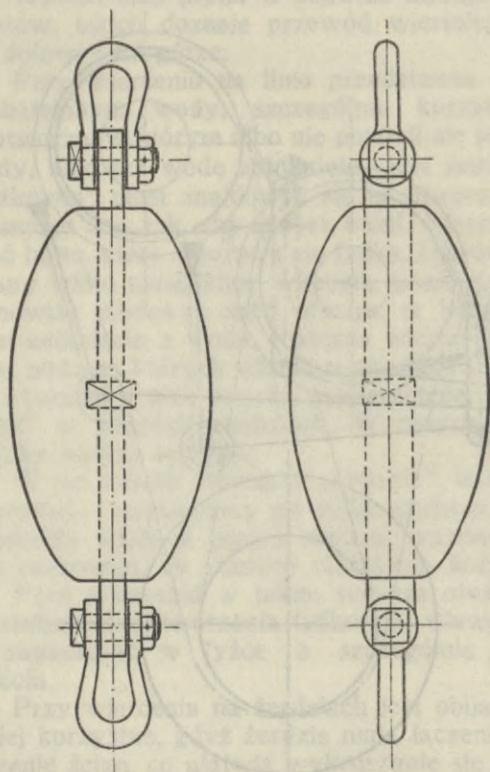
Rys. 14. Bębny „wyciągowe“ i „łyżkowe“ u żurawia kanadyjskiego, ich sprzęgło pasowe i dźwignie (heble) do ich uruchamiania.

Jak wiemy, każdy róraw ma nieco odmiennie skonstruowane windy (patrz Część I, str. 63 do 100). Zaznaczyć tu należy, że najlepszym żurawem do zapuszczania przewodu żerdziowego jest kanadyjski ze swoimi niezmiernie elastycznymi „sprzęgłami pasowymi“.

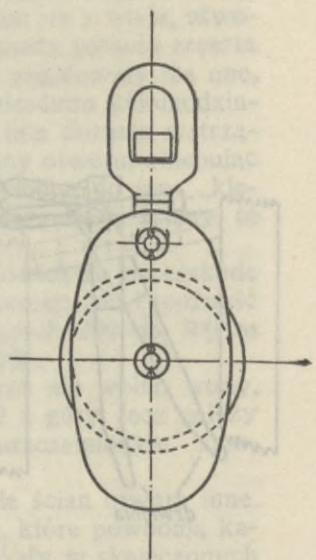
Przed zapuszczeniem przyrządu wiertniczego należy zanotować dokładnie wymiary poszczególnych jego części i wypisać je na tablicy, umieszczonej w zabudowaniach otworu, skontrolo-



wać skręcenia oraz zbadać, czy złącza nie są pęknięte, przez ich opukanie młotkiem. Dźwięk metaliczny jest dowodem, że nie ma pęknięcia. Dla dokładniejszego zbadania wskazane jest spłukać przyrząd wodą. Po osuszeniu pozostaje w miejscu pęknięcia wilgotna rysa.



Rys. 15. Prosiak.



Rys. 16. Prosiak z rolką.

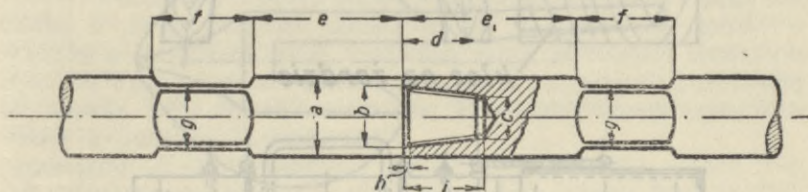
Zapuszczanie przyrządu wiertniczego przy wierceniu kanadyjskim odbywa się za pośrednictwem bębna zwanego „wyciągowym” lub „świdrowym”, napędzanego kołem pasowym, zaklinowanym na wale głównym. Do włączania i wyłączenia bębna służy tzw. „sprzęgło pasowe”, składające się z pasa luźno wiszącego na obu kołach, oraz „wózka frykcyjnego”, czyli napinacza pasa. Wózek uruchamia się i zatrzymuje ze stanowiska wiertacza układem dźwigni, uwidoczniionych na rys. 14.

Konstrukcja bębna przy żurawiu kanadyjskim jest tak pomyślana, że nie ma on napędu do odwijania liny, która to czynność odbywa się własnym ciężarem liny. Aby ciężar ten — a z nim

i prędkość odwijania liny — powiększyć, gdy lina schodzi bez żerdzi na dół, co ma miejsce przy wyciąganiu przewodu, umieszczono na końcu liny ciężar, zwany popularnie „prosiakiem“ (rys. 15).

Przy większych głębokościach staje się ciężar przewodu żerdziowego tak znaczny, że sprawność bębna „wyciągowego“ nie wystarcza do unoszenia go. Wówczas przewlekamy linę „wyjazdową“ przez rolkę, u której zawieszają się werbel, służący do chwytania żerdzi. W ten sposób powstaje pojedynczy wielokrażek (stąd nazwa liny wyjazdowej także „pojedynką“), który podwaja sprawność bębna wyciągowego, obniżając wówczas, niestety, prędkość ruchu.

Pojedynczy wielokrażek liny wyjazdowej kombinuje się zazwyczaj z „prosiakiem“, jak to przedstawia rys. 16. „Prosiak“ ten waży 200 do 300 kg.



Rys. 17. Skręty żerdzi (końce).

Przyrząd zapuszcza się na żerdziach wiertniczych około 12 m długich, które skręca się ze sobą stożkowymi gwintami za pomocą kluczy.

Skręty żerdzi zwane „końcami“ (rys. 17) przyjęły z czasem kształt stożków, a to z dwóch powodów:

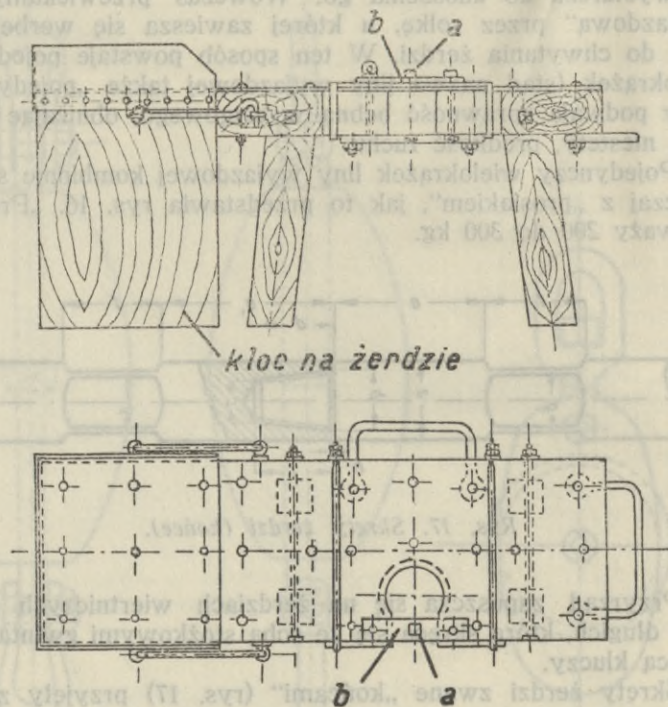
1) Zużyty gwint można naciąć na stożku na nowo przez ścięcie starego gwintu i zużycie tylko małej części stożka. Czopek mógł przeto znacznie dłużej służyć i było mniej roboty tokarskiej, niż przy gwincie cylindrycznym, przy którym trzeba było cały gwint odciąć i wykonać nowy z walcowej części, znajdującej się pod nim, zwanej „buntem“ albo „kalibrem“.

2) Przy gwincie stożkowym mufa zachodzi bez kręcenia do mniej więcej połowy czopka, tak, że całkowite skrócenie gwintu może być uskutecznione w czasie o połowę krótszym niż przy gwincie cylindrycznym.

Używa się przeważnie dwóch wymiarów „końców“, a mianowicie kal. 60 przy głębszych wierceniach i kal. 55 przy wierceniach o głębokości nie przekraczającej 600 do 800 m. Gwinty końców mają po 6 do 7 skrętów na cal angielski.



Czynność zapuszczania żerdzi przy wierceniu kanadyjskim składa się z szeregu drobnych chwytów, — z których każdy trwa zaledwie kilka sekund, — wykonywanych za pomocą specjalnie do tego celu służących przyrządów. Przy wydobywaniu żerdzi pracuje równocześnie trzech ludzi, a mianowicie wiertacz, który

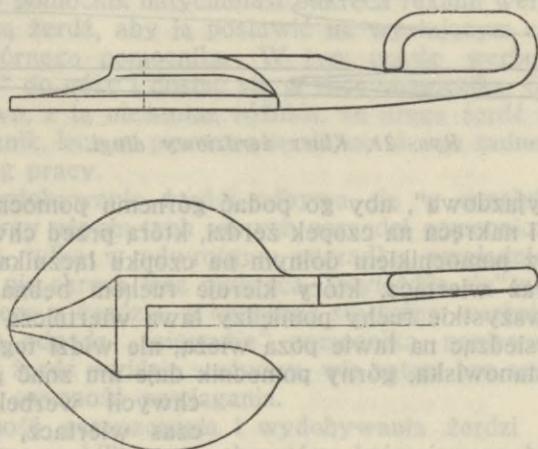


Rys. 18. Ława dębowa z kłocem na żerdzie.  
a) nosek  
b) mostek.

siedząc na „ławie“, puszcza w ruch za pomocą drewnianych dźwigni, zwanych „heblami“, względnie zatrzymuje, bębna. Na bębnie nawija się lub odwija lina, zwana „wyjazdową“ lub „świdrową“, a także „pojedynką“, za pomocą której zapuszcza się lub wydobywa żerdzie. Drugim robotnikiem jest tzw. „pomocnik“, który stoi przy ławie wiertniczej (rys. 18), trzeci zaś znajduje się na górnym pomoście wieży (tzw. „bono“), umieszczonym na wysokości odpowiadającej długości żerdzi.

Po zapuszczeniu przyrządu wiertniczego stawia się górne jego zakończenie, tj. łącznik (fłaszkę), na widelkach (rys. 19),

ułożonych w ten sposób na ławie, by uchwyt ich oparł się o nossek *a*, umieszczony na zamknięciu *b* otworu ławy, tzw. „mostku“, a to w tym celu, by przyrząd względnie żerdź nie obracały się przy mającym nastąpić skręcaniu gwintów żerdziowych. Widelki do ciągnięcia winny posiadać szeroki kołnierz, którego celem jest zakrycie wycięcia w ławie, by zapobiec ewentualnemu wpada-

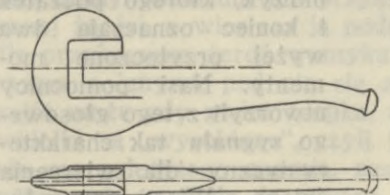


Rys. 19. Widelki.

niu małych przedmiotów do otworu, jak np. małego klucza do żerdzi, który może wypaść pomocnikowi z ręki, lub odłamka klucza, jeśli był on zużyty, co się często zdarza, itp.

Po lewej stronie dolnego pomocnika stoją na „klocu“ ławy żerdzie, w rzędach po 10 sztuk przy kal. 60, względnie po 11 sztuk przy kal. 55. Zazwyczaj umieszcza się bezpośrednio nad przyrządem wiertniczym 1 do 3 żerdzi grubszych niż normalne, a mianowicie o średnicy 30 do 24 mm. Pomocnik chwyta lewą ręką pierwszą żerdź i przenosi ją na wystający czopek łącznika. Przenoszenie to odbywa się przy pomocy górnego pomocnika, który ze swej strony ujmuje tę samą żerdź i przenosi ją na właściwe miejsce. Ponieważ normalnie żerdź waży 33 do 34 kg, więc przeniesienie jej przez dwu ludzi nie jest pracą zbyt ciężką.

Pomocnik dolny, po postawieniu żerdzi na czopku łącznika, zarzuca na nią natychmiast krótki klucz żerdziowy (rys. 20) i obu rękami bardzo szybko zakręca ją na czopek. Po zakręceniu krótkim kluczem, odkłada go na ławę, i chwyta leżący obok

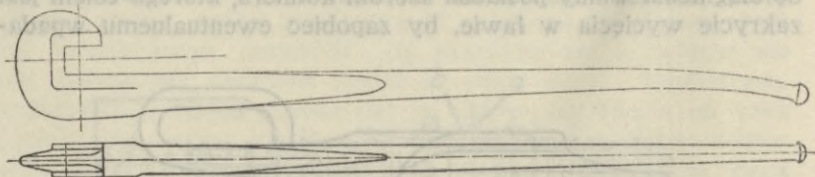


Rys. 20. Klucz żerdziowy krótki.



klucz długi (rys. 21), którym oburącz „docina“ skręcenie żerdzi.

Równocześnie z opisaną czynnością dolnego pomocnika wiertacz podciąga do góry werbel (rys. 22), którym jest zakończo-

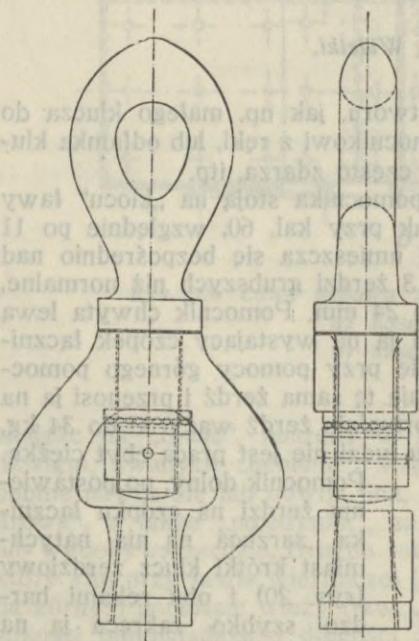


Rys. 21. Klucz żerdziowy długi.

na lina „wyjazdowa“, aby go podać górnemu pomocnikowi, ten chwytą go i nakręca na czopek żerdzi, którą przed chwilą postawił razem z pomocnikiem dolnym na czopku łącznika.

Ponieważ wiertacz, który kieruje ruchem bębna, a zatem wykonuje wszystkie ruchy pomiędzy ławą wiertniczą a górnym pomostem, siedząc na ławie poza wieżą, nie widzi tego pomostu ze swego stanowiska, górny pomocnik daje mu znać głosem, że

chwycił werbel, a wówczas wiertacz, puszczając „wózek“ i przyciągając hamulec, zatrzymuje ruch bębna, a tym samym i werbla. Pomocnik, chwyciwszy werbel, zarzuca go i nakręca na czopek przygotowanej do zapuszczenia żerdzi, a skończywszy tę czynność, znowu daje głosem wiertaczowi o tym znać. Ponieważ chwilę ujęcia werbla dzieli zaledwie kilka sekund od zakręcenia go na żerdzi, dwa te sygnały głosowe zlewają się w jeden przeciągły okrzyk, którego początek i koniec oznaczają dwa wyżej przytoczone momenty. Nasi pomocnicy utworzyli z tego głosowego sygnału tak charakterystyczny dla wiercenia śpiew. Wiertacz, usłyszawszy ostatni dźwięk



Rys. 22. Werbel.



głosu pomocnika górnego, widzi czy dolny pomocnik skończył ze swej strony dokręcanie żerdzi, co normalnie powinno mieć miejsce, podrywa żerdź nieco ku górze, napiąwszy pas na bębnie, tak aby dolny pomocnik mógł usunąć widelki. Gdy to się stało, opuszcza wiertacz całą żerdź do otworu. Dolny pomocnik trzyma w rękę widelki, by je podsunąć pod górny czopek żerdzi, którą wiertacz powinien niezbyt „ostro“ na widelkach postawić. Dolny pomocnik natychmiast odkręca rękami werbel i chwytą następną żerdź, aby ją postawić na wystającym czopku przy pomocy górnego pomocnika. W tym czasie werbel powinien „wyjechać“ do góry i dostać się w ręce pomocnika. Gra zaczyna się na nowo, z tą nieistotną różnicą, że drugą żerdź nakręca się nie na łącznik, lecz na pierwszą żerdź, co nie ma żadnego wpływu na przebieg pracy.

b) Wydobywanie żerdzi odbywa się w zupełnie ten sam sposób i przy użyciu tych samych narzędzi pomocniczych co zapuszczanie, tylko w odwrotnym porządku, względnie kierunku: żerdzi się nie skręca lecz rozkręca, „wyjeżdża się“ nie z luźnym werblem lecz z żerdzią, a opuszcza się luźny werbel. Przy wydobywaniu odpada „śpiewanie“ pomocnika, ponieważ wiertacz widzi, gdy żerdź wyjdzie z otworu, wie zatem bez sygnału kiedy zatrzymać czynność wyciągania.

Czynność zapuszczania i wydobywania żerdzi składa się, jak widzimy, z kilkunastu chwytów, które muszą być zgodnie wykonywane przez trzech ludzi przy pomocy pewnych części żurawia wiertniczego i narzędzi. Normalny czas trwania tych czynności wynosi łącznie 30 kilka sekund i nie powinien przekraczać 45 sekund.

Jeśli się uwzględni, że czynność skręcania i rozkręcania żerdzi bywa wykonywana dla otworu o głębokości 1500 m nie mniej jak około 100 tysięcy razy dla zapuszczania i tyleż razy dla wydobywania, czyli łącznie około 200, a raczej 250 tysięcy razy, to się zrozumie, że każda oszczędzona sekunda pada ciężko na szalę i jest przyczyną poważnego obniżenia kosztów, każda zaś zmarnowana staje się powodem strat.

Wiele zależy tu więc od zgrania owych trzech ludzi.

Czynność ta nasuwa liczne i poważne niebezpieczeństwa dla otworu. Niezręczność robotnika lub jego nerwowość oraz zły stan użytych narzędzi, mogą stać się powodem wypadków. I tak, gdy dolny pomocnik nie przykręci należycie werbla do wyciąganej żerdzi, a wiertacz ją podniesie i pomocnik usunie widelki, źle przykręcona żerdź wymyka się z werbla i spada do otworu razem z innymi, pod nią się znajdującymi. Ten sam wypadek zająć może gdy gwint czopka, albo werbla są zbyt zużyte, gdy widelki są „wyrobione“, czyli tak zużyte, że postawiona żerdź nie ma należytego oparcia, zesuwa się podczas zakręcania lub odkręcania i wpada do otworu.





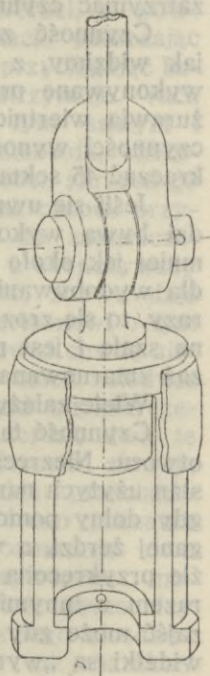
Rys. 23.  
Skrety  
Faucka.

Trudno tu wyliczyć wszystkie możliwości wypadków. Ograniczymy się do stwierdzenia, że one są liczne i skutki ich bardzo groźne. Wypadki z żerdziami stały się niejednokrotnie przyczyną śmiertelnych zagwoźdżeń otworów i będą omówione w rozdziale o zagwoźdzeniach.

Zupełnie tak samo jak pełne żerdzie kanadyjskie zapuszcza się i wydobywa rurki żerdziowe przy wierceniu płuczkowym. Różnica na niekorzyść żerdzi rurowych polega na tym, że są one okrągłe i nie zawsze posiadają spłaszczone powierzchnie (tzw. „blatunki“, względnie „granie“), za które chwyta klucz-faja. Jeżeli takich powierzchni nie ma, musi się stosować klucze łańcuchowe lub ekscentryczne, które nie tylko niszczą rurę w miejscu chwytów ale najczęściej wymagają kilkakrotnych prób, zanim należycie rurę uchwycą. Pociąga to za sobą znaczne straty czasu.

Skręty żerdzi rurowych przez niezrozumiały wręcz rutynizm były przez długie lata identyczne jak skrety do rur wodo- lub gazociągowych, tzn. cylindryczne z drobnym gwintem 11 do 12 na cal. Było to oczywiście ogromnie niepraktyczne urządzenie, pochłaniające dużo czasu przy zapuszczaniu i wydobywaniu żerdzi. Zaczęto wreszcie stosować skrety stożkowe o grubym gwincie, nacinane wprost na zgrubionych końcach żerdzi i zaopatrzone w granie do uchwytu kluczem-fają, a przy dalszym udoskonaleniu konstrukcji wprowadzono nakręcane na rurki końce stożkowe o grubym gwincie.

Najlepsze takie końce skonstruował bardzo zasłużony wiertnik, inż. Albert Fauck. Usuwają one nie tylko te niedogodności, ale są o tyle lepsze od skrętów kanadyjskich, że werbla nie nakręca się, lecz chwyta się nim żerdź pod gwintem. Takie urządzenie oszczędza zarówno gwinty

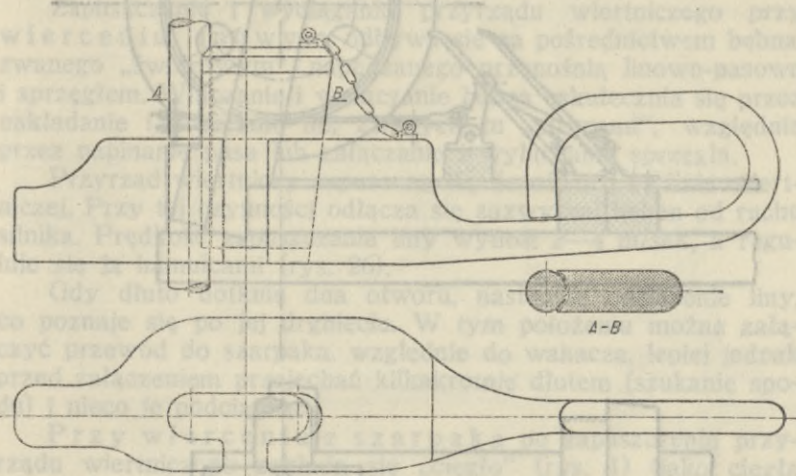


Rys. 24. Werbel  
Faucka.



żerdzi jak czas uchwytu. Rys. 23 i 24 przedstawiają fauckowskie końce do żerdzi i werbel do nich.

Jeżeli się uwzględni, że czynność zapuszczania i wyciągania przewodu wiertniczego powtarza się bardzo często, bo kilka razy dziennie, a zatem kilka tysięcy razy podczas wiercenia otworu o głębokości około 1500 m, jeżeli się nadto pamięta, że przy jej wykonywaniu pracuje ciężiej całe urządzenie wiertnicze, tj. silnik, żuraw a także załoga niż przy wszystkich innych czynnościach, że nadto czynność ta grozi, przy niedomogach w wykonywaniu lub stanie narzędzi, bardzo groźnymi niebezpieczeństwami dla otworu, to jest rzeczą zrozumiałą, że powinno się przystępować do jej wykonywania z wymaganą powagą i nale-



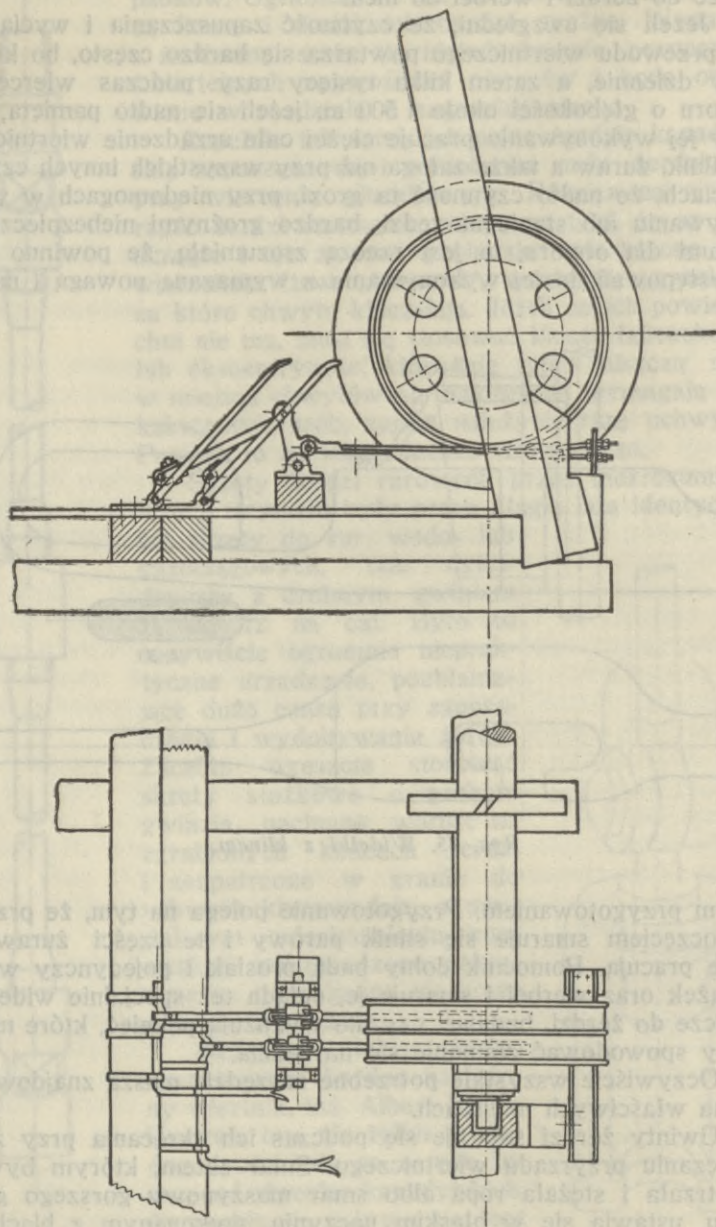
Rys. 25. Widelki z klinem.

żytym przygotowaniem. Przygotowanie polega na tym, że przed rozpoczęciem smaruje się silnik parowy i te części żurawia, które pracują. Pomocnik dolny bada prosiak i pojedynczy wielokrążek oraz werbel i smaruje je, ogląda też specjalnie widelki i klucze do żerdzi, badając, czy nie wykazują pęknięć, które mogłyby spowodować złamanie się narzędzia.

Oczywiście wszystkie potrzebne narzędzia muszą znajdować się na właściwych miejscach.

Gwinty żerdzi smaruje się podczas ich skręcania przy zapuszczaniu przyrządu wiertniczego. Smar zatem, którym bywa zwietrzała i stężała ropa albo smar maszynowy gorszego gatunku, ustawia się w płaskim naczyniu, wykonanym z blachy, nazywanym „pudełkiem“, na ławie, w pobliżu żerdzi. W pudełku znajduje się patyk z przymocowaną do niego szmatką, zwany „kwaczem“, za który chwyta pomocnik i jednym uderzeniem





Rys. 26. Schematyczny szkic hamulca bębna świdrowego u żurawia pensylwańskiego.

o czopek smaruje go. Niektórzy używają pędzla zamiast „kwacza“, co jest oczywiście lepszym sposobem smarowania albowiem smar nie marnuje się tak jak przy stosowaniu „kwacza“.

Po zapuszczeniu dłuta przejeżdża się nim kilkakrotnie dla postawienia go na spodzie, mierzy długość żerdzi wystającej nad ławą wiertniczą i zapisuje na tablicy, podciąga świder kilkanaście razy i chwytą przewód w widelki z klinem (rys. 25). Po założeniu pociągacza na czop korby, ustawiony w górnym martwym położeniu, odkręca się werbel i załącza przewód do wahacza za pośrednictwem tzw. „kluka“ (rys. 5) (tzw. „kuplowanie“). Kluk zawieszony jest na łańcuchu wiertniczym, który przez głowicę ślimakową przechodzi na wał popuszczadła. Wreszcie uruchamia się silnik i zbija widelki (wyjmuje klin).

Zapuszczanie i wyciąganie przyrządu wiertniczego przy wierceniu linowym odbywa się za pośrednictwem bębna, zwanego „świdrowym“, napędzanego przenośnią linowo-pasową i sprzęgłem. Włączanie i wyłączanie bębna skutecznia się przez nakładanie i zrzucanie lin, zwanych tu „strunami“, względnie przez napinanie pasa lub załączanie i wyłączanie sprzęgła.

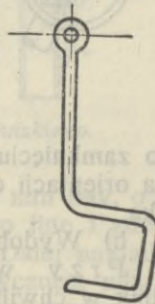
Przyrząd wiertniczy zapuszcza się do otworu na linie wiertniczej. Przy tej czynności odłącza się zazwyczaj bęben od ruchu silnika. Prędkość zapuszczania liny wynosi 2—4 m/sek, a reguluje się ją hamulcami (rys. 26).

Gdy dłuto dotknie dna otworu, następuje odciążenie liny, co poznaje się po jej drgnięciu. W tym położeniu można załączyć przewód do szarpaka, względnie do wahacza, lepiej jednak przed załączeniem przejechać kilkakrotnie dłutem (szukanie spodu) i nieco je podciągnąć.

Przy wierceniu z szarpaka po zapuszczeniu przyrządu wiertniczego zakłada się „ciągło“ (rys. 1) (jako ciągła używa się liny manilowej lub stalowej) — na czop korby. Następnie chwytą się linę w ściski, spoczywające na podłodze względnie na rurach, lub zawiesza przewód na specjalnym haku, odwija linę świdrową z bębna, a zakłada na nią trzewik. Hak (rys. 27), zawieszony na linie w wieży, odciąża przewód i umożliwia założenie na linę trzewika. Po założeniu trzewika napina się linę, zawijając ją na bęben.

W mniejszych głębokościach odpada potrzeba stosowania haka.

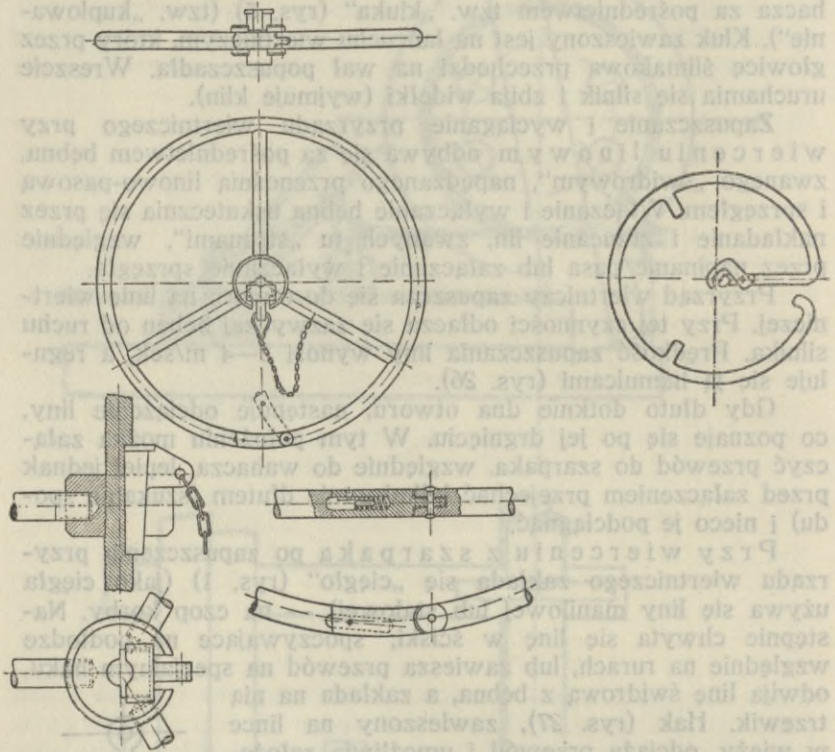
Przy wierceniu z wahacza — po zapuszczeniu przyrządu wiertniczego — zakłada się pociągacz na czop korby, ustawiony w górnym położeniu martwym, nakłada się pajak na linę (rys. 6), skrecając linę specjalnym kółkiem (rys. 28) i zamyka śrubą korpus pajaka (ściska linę). Skrecając linę wiertniczej ma na celu zapobieganie tworzeniu się pętli na linie luźno wi-



Rys. 27. Hak do zakładania trzewika.



szącej nad pajakiem. Linę skręca się kilka razy zależnie od tego, czy jest więcej lub mniej wydłużona. Liny naciągniętej nie potrzeba wogóle skręcać. Następnie odhamowuje się bęben i odwija nieco liny, aby wahacz mógł poruszać się swobodnie i aby — w miarę zagłębiania się dłuta — można przedłużać przewód. Po odwinięciu liny należy bęben zahamować. Linę wiertniczą, wiszącą luźno nad wahaczem, odciaża się urządzeniem, składającym się z haka, linki przecigniętej przez krążek i przeciwwagi.



Rys. 28. Kółka do skręcania liny.

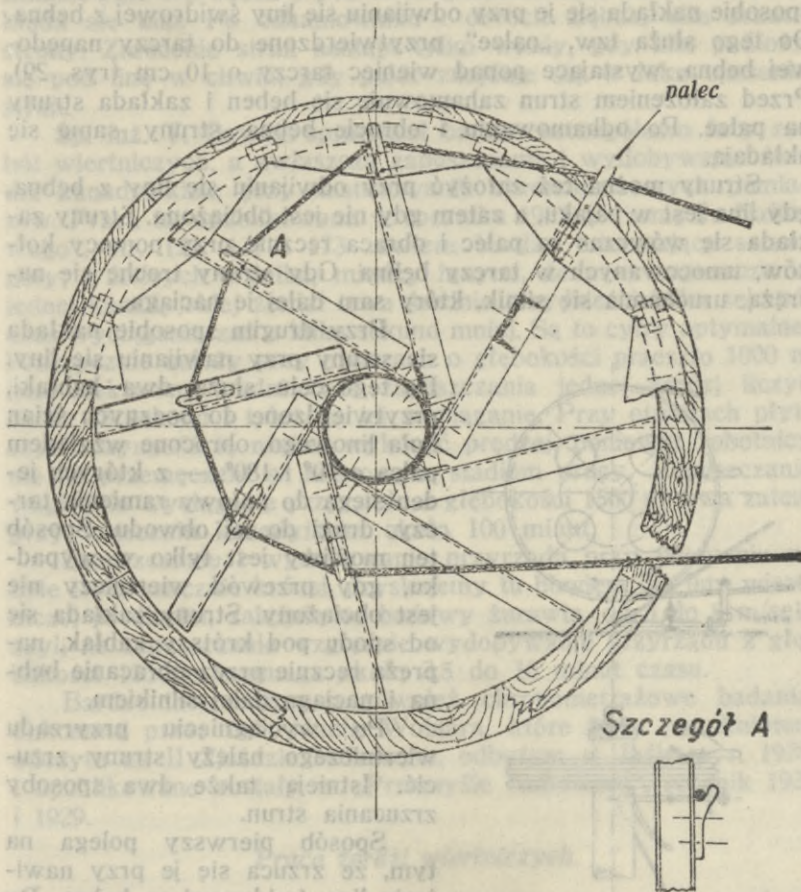
Po zamknięciu pajaka należy zrobić tuż nad nim znak na linie dla orientacji czy lina w czasie wiercenia nie wysuwa się z pajaka.

#### b) Wydobywanie.

Przy wierceniu kanadyjskim zatrzymuje się silnik w chwili, gdy czop korby znajduje się w górnym położeniu, chwytając przewód w widelki z klinem, odkręca się kluk i zdejmuje pociągacz z czopa korbowego. Następnie nakręca się werbel, podciąga przewód, szukając uderu w nożycach w celu

zmierzenia postępu wiercenia, odkręca kawałki i wyciąga żerdź po żerdzi.

Przy wierceniu linowym — a) jeżeli wiercimy „z szarpaka“: Po zatrzymaniu silnika chwyta się linę świdrową ściskami, spoczywającymi na podłodze względnie na rurach, albo



Rys. 29. „Palec“ u bębna świdrowego pensylwańskiego.

w inny sposób, np. hakiem przez podwieszenie na nim liny, odhamowuje się bęben świdrowy, popuszcza z niego linę i zdejmuje trzewik szarpaka z liny, a ciężło z korby. Dalej nakłada się struny i nawija linę na bęben. W miejscu wycucia udaru robi się znak na linie dla orientacji przy następnym zapuszczeniu dłuta (znak robi się na linie w odniesieniu do jakiegoś stałego punktu, np. równo z poziomem podłogi, lub górną krawędzią rur).



b) Przy wierceniu z wahacza zatrzymuje się silnik, nawija część liny wiertniczej zwisającej nad pajakiem, odpina pajak, podciąga śrubę popustową, zdejmując pociągacz z korby i ściąga wahacz. Dalej postępuje się jak przy wierceniu z szarpaka.

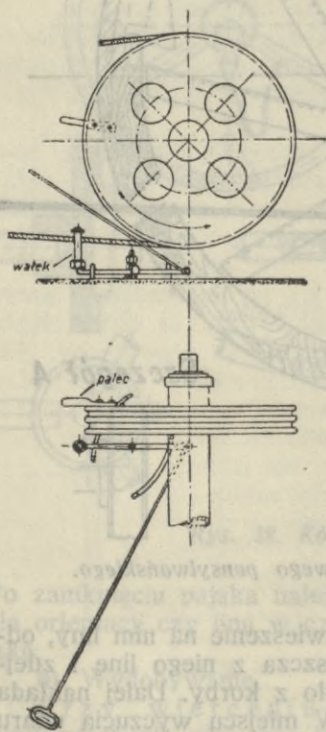
Przed ciągnięciem przyrządu należy nałożyć struny na koło linowe bębna. Są dwa sposoby nakładania strun: przy pierwszym sposobie nakłada się je przy odwijaniu się liny świdrowej z bębna. Do tego służą tzw. „palce“, przytwierdzone do tarczy napędowej bębna, wystające ponad wieniec tarczy o 10 cm (rys. 29). Przed założeniem strun zahamowuje się bęben i zakłada struny na palce. Po odhamowaniu i obrocie bębna struny same się układają.

Struny można też założyć przy odwijaniu się liny z bębna, gdy lina jest w pajaku, a zatem gdy nie jest obciążona. Struny zakłada się wówczas za palec i obraca ręcznie przy pomocy kołków, umocowanych w tarczy bębna. Gdy struny trochę się naprężą, uruchamia się silnik, który sam dalej je naciąga.

Przy drugim sposobie nakłada się struny przy nawijaniu się liny. Do tego celu służą dwa kabłaki, przytwierdzone do bocznych ścian koła linowego, obrócone względem palca o  $90^\circ$  i  $180^\circ$ , — z których jeden sięga do połowy ramienia tarczy, drugi do jej obwodu. Sposób ten możliwy jest tylko w wypadku, gdy przewód wiertniczy nie jest obciążony. Struny zakłada się od spodu pod krótszy kabłak, napręża ręcznie przez obracanie bębna i naciąga dalej silnikiem.

Po wyciągnięciu przyrządu wiertniczego należy struny zrzucić. Istnieją także dwa sposoby zrzucania strun.

Sposób pierwszy polega na tym, że zrzuca się je przy nawijaniu liny świdrowej na bęben. Do tego celu służy układ dźwigniowy, przedstawiony na rys. 30. Na części dźwigni, stykającej się ze strunami, umocowany jest pionowy wałek, wystający kilka cm ponad strunę nachodzącą na koło. Przez silne szarpnięcie za pociągacz w czasie obrotu bębna, pionowy wałek — naciskając na struny — zrzuca je z koła linowego. Struny



Rys. 30. Zakładanie względnie zrzucanie strun na koło strunowe wzgl. bęben świdrowy.



zrzuca się w chwili, gdy palec znajduje się poza łukiem opasania strun. Po zrzuceniu strun należy bęben zahamować, aby zapobiec odwijaniu się liny pod wpływem wiszącego na niej ciężaru.

Przy drugim sposobie można struny zrzucić przy odwijaniu się liny. Do tego służy klin drewniany. Przed założeniem klina zahamowuje się bęben i pod struną, nachodzącą na bęben, podkłada się klin. Po odhamowaniu i obrocie bębna, klin zrzuca struny. Zrzucenie strun nastąpi tylko wtedy, gdy klin podłoży się pod linę w chwili, gdy palec znajduje się w łuku opasania strun.

Śp. inż. T. Gawlik opracował bardzo szczegółowo fazy robót wiertniczych, a zwłaszcza zapuszczanie i wydobywanie żerdzi kanadyjskich, przy zastosowaniu chronometrycznych pomiarów. Praca ta, opublikowana w roczniku 1927 „Przemysłu Naftowego“, str. 121, 137 i 173 zawiera bardzo interesujące szczegóły, z których wynika, między innymi, że czas zapuszczania jednej kanadyjskiej żerdzi trwa średnio trzydzieści kilka sekund, czas wyciągania zaś o kilka sekund mniej. Są to cyfry optymalne. Praktycznie należy przy otworach o głębokości przeszło 1000 m jako efektywny średni czas zapuszczania jednej żerdzi liczyć około 45 sekund i tyleż na jej wyciąganie. Przy otworach płytszych czynność tę można wykonać prędzej, ponieważ robotnicy nie są przemęczeni w końcowym stadium pracy. Zapuszczanie względnie wyciąganie przyrządu z głębokości 1500 m trwa zatem przy wierceniu kanadyjskim około 100 minut.

Zapuszczanie i wydobywanie przyrządu przy wierceniu na linie trwa znacznie krócej, uzyskujemy tu bowiem dla liny wiertniczej prędkości, zależnie od budowy żurawia, od 3 do 8 m/sek, czyli że zapuszczanie względnie wydobywanie przyrządu z głębokości 1500 m wymaga około 3,5 do 10 minut czasu.

Bardzo interesujące są również chronometryczne badania, dokonane przez inż. Józefa Wojnara, które były przedmiotem odczytu na II Zjeździe Naftowym, odbytym w Jaśle w r. 1928, i opublikowane zostały w „Przemysle Naftowym“, rocznik 1928 i 1929.

#### *Praca żerdzi wiertniczych.*

Jak wiadomo, nowe żerdzie wiertnicze poczynają rwać się po kilkutygodniowej pracy, co pociąga za sobą stratę czasu na wydobywanie pozostałych w otworze wiertniczym żerdzi, względnie stratę pieniędzy na wymianę starych „zużytych“ żerdzi na nowe. Żerdzie stawały się z czasem „kruche“. Bywały jednak żerdzie, które już jako nowe były kruche i rwały się od samego początku.

Wiertnicy, nie będący ani metalurgami ani hutnikami, nie potrafili określić najwłaściwszego materiału do wyrobu żerdzi, tak aby odpowiadał on wymaganiom i aby żerdzie nie rwały się już jako zupełnie nowe.



Ta nieumiejętność fachowego określenia materiału zazna-  
czyła się bardzo ujemnie, gdy — po powstaniu Państwa Polskie-  
go — zamknięto wstęp wyrobom hut żelaznych byłej Austrii,  
które dawniej dostarczały wszystkich surowców polskim kopal-  
niom nafty.

Zagadnienie to rozwiązał śp. inż. St. Jamróz, który bada-  
niami mikroskopowymi stwierdził, iż nie wystarczy, by materiał  
miał znane własności wytrzymałościowe (doraźna wytrzymałość  
na rozerwanie 36—42 kg/mm<sup>2</sup> i wydłużenie około 35—33%), lecz  
że musi on posiadać pewne cechy „dobroci“, tj. że winien być  
zupełnie wolny od zanieczyszczeń żużlem, co przy zwykłych  
żerdziach handlowych ma najczęściej miejsce, a to żelazo odpo-  
wiada mniej więcej wymienionym wyżej własnościom wytrzy-  
małościowym. Żelazo na żerdzie nie może zawierać fosforu i siarki  
więcej niż łącznie około 0,04%.

Inż. Jamróz wykazał, że praca żerdzi, zwłaszcza w otwo-  
rach o głębokości kilkuset metrów i więcej, jest inna w partii  
dolnej, a inna w górnej. Żerdzie dolne są narażone na natężenia  
dynamiczne, wywołane reakcją udarów dłuta o dno odwiertu.  
Natężenia te są zależne od jakości zwiercanej skały i powodują  
silne targanie przewodu żerdziowego, który wygina się, tworząc  
linię falistą, podobną do sinusoidy. Jest rzeczą niemożliwą okre-  
ślenie cyfrowe siły tych natężeń. Ponieważ złącza żerdzi tworzą  
partie sztywniejsze od żerdzi właściwych, następuje w miejscach,  
w których żerdź przechodzi ze swego właściwego przekroju na  
grubszy przekrój spawki, szczególnie silne natężenie materiału  
na zgięcie, które pociąga za sobą najpierw pęknięcia pogłębia-  
jące się, aż wreszcie następuje złamanie żerdzi.

Jest to stan, na który nie ma rady. Wiertnicy umieszczają  
na dole 2 lub 3 żerdzie grubsze od reszty, o średnicy 24 do 30 mm,  
opóźniając w ten sposób łamanie się żerdzi w wymienionych miej-  
scach, które jednak następować musi.

Górnej partii żerdzi nie udzielają się owe wyładowania sił  
dynamicznych, powodujących wstrząsy i targanie. Żerdzie górne  
są narażone na natężenia statyczne, wynikłe z obciążenia wlas-  
nego i przyrządu wiertniczego, i są bardzo łatwe do obliczenia.

Wobec tak znacznych różnic w natężeniach, występujących  
w dolnej i górnej partii żerdzi, łatwo jest dostosować do nich  
materiał najbardziej odporny. I tak w dole powinny pracować  
żerdzie najbardziej odporne na zmęczenie, wywołane licznymi  
wstrząsami, a zatem o bardzo wysokim wydłużeniu, a mniejszej  
wytrzymałości doraźnej, u góry zaś żerdzie z twardszego ma-  
teriału. I tak np. dla otworu o głębokości 1 200 m powinno się  
stosować:

u góry 50 sztuk żerdzi  $\phi = 18\text{--}20$  mm,  $k_z = 45$  kg/mm<sup>2</sup>,  
W = 27%,

u dołu 60 sztuk żerdzi  $\phi = 22$  mm,  $k_z = 38\text{--}40$  kg/mm<sup>2</sup>,  
W = 33%.



Zastosowanie u góry żerdzi o mniejszej średnicy nie tylko czyni je tańszymi, ale zezwala na ich rozróżnienie.

Próbowano też stosować żerdzie o wysokiej wytrzymałości doraźnej (około 65 kg/mm<sup>2</sup>), zawierające nikiel, co zmniejszało znacznie tak niebezpieczną dla wiertnika kruchość materiału. Żerdzie były znacznie droższe, ale trwały znacznie dłużej. Rozpowszechnieniu ich stało na przeszkodzie wprowadzenie wiercenia na linie.

### Łyżkowanie (usuwanie urobku).

Celem łyżkowania jest usuwanie urobku z otworu. Narzędziem służącym do tego celu jest tzw. „łyżka“, którą jest rura, dostosowana do średnicy rur znajdujących się w otworze, zaopatrzona u dołu w klapę lub inne zamknięcie.

Istnieją dwa typy łyżek: rys. 31 przedstawia typ używany przy wierceniu kanadyjskim. Zawór jest tu klapą, a połączenie z przewodem jest wykonane jako tzw. „widelki“, wnitowane w górną część rury, zakończone czopkiem żerdziowym, na który nakreca się pasterkę od liny. But łyżki bywa przykręcany na gwint lub posiada połączenie bagnetowe. Rys. 32 uwidacznia łyżkę, używaną przy wierceniu na linie. Zawór jest tu grzybkim, osiadającym na stożkowatym siedzeniu i posiadającym trzon. Połączenie z liną odbywa się za pomocą kabłąka, do którego przymocowuje się linę, jak to uwidacznia rysunek.

Łyżki te nie różnią się niczym w działaniu, a zastosowanie jednego lub drugiego typu jest raczej rzeczą zwyczaju, niż technicznych cech.

Przy bliższym zapoznaniu się z obu odmianami łyżek można stwierdzić, że zawór kłapy przy łyżkach kanadyjskich, mając większy przelot, zezwala na wejście okruchów o większych rozmiarach, niż zawór grzybkowy łyżek linowych. Zawór grzybkowy jest natomiast szczelniejszy i nie gubi przy wyjeździe ku górze rzadkich łyżkownic, tak jak łyżką kanadyjską. Trzon grzybka ułatwia otwarcie zaworu celem opróżnienia łyżki, co przy zaworze kłapowym, zwłaszcza przy gęstych łyżkownicach, napotyka trudności.

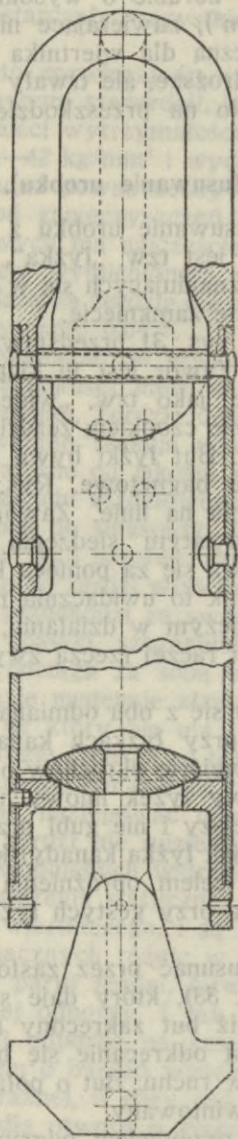
Trudności te usiłowano usunąć przez zastosowanie bagnetowego połączenia buta (rys. 33), który daje się łatwiej odjąć przy gęstych łyżkownicach, niż but zakrecony na gwint. Słabą stroną zaworu kłapowego jest odkręcanie się buta w otworze, co pociąga za sobą przerwy w ruchu. But o połączeniu bagnetowym łatwiej odpada niż nagwintowany.

Sposób łączenia łyżki z przewodem odgrywa rolę dopiero w tym wypadku, gdy łyżka zostanie w otworze i trzeba ją „chwycić“ odpowiednimi przyrządami, czyli instrumentami. W każdym z tych wypadków należy używać innych instrumentów, a mianowicie u łyżki kanadyjskiej — koronki lub tzw. „dzwonka“, u łyżki linowej — widełek z zapadką zachodzącą w kabłąk.

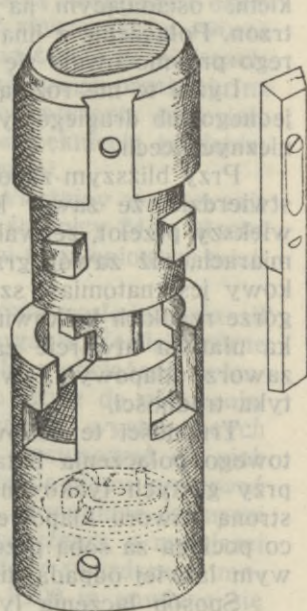




Rys. 31. Łyżka  
kanadyjska.



Rys. 32. Łyżka linowa.



Rys. 33. Bagnetowe  
połączenie buta.



Łyżka służy także do innych celów, a to: a) do wydobywania z otworu ropy, b) do szcerpywania wody, c) do dodawania wody, d) do zapuszczania łu.

Łyżkuje się z bębna łyżkowego, napędzanego pasem w żurawiu kanadyjskim, lub tarczą cierną, względnie sprzęgłem, w żurawiu linowym. Z bębna łyżkuje się do głębokości około 1000 m, poniżej tej głębokości korzystniej jest łyżkować ze specjalnego wyciągu.

Do dokładnego oczyszczania dna otworu z piasku, drobnych kawałków żelaza i tp. można używać łyżki ssącej z tłokiem i zaworem zwrotnym (rys. 34).

Górna część łyżki powinna być tak ukształtowana, by wykluczyć możliwość podstawienia łyżki pod but rur. But łyżki powinien być u spodu nieco rozszerzony, celem zabezpieczenia przed wcinaniem, oraz hartowany, by nie deformował się przy częstych uderzeniach o dno otworu, niekiedy bardzo twarde.

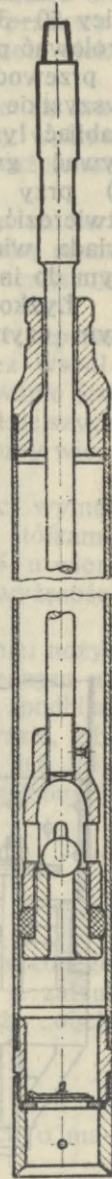
Większa szczelność dolnego zamknięcia jest potrzebna tylko do ściągania płynów. W tym wypadku używa się łyżki z zaworem talerzowym względnie kulowym (rys. 35 i 36) lub uszczelnia zawór skórą lub płytką gumową.

Na łyżkowanie składają się następujące fazy robót: Podniesienie łyżki, skierowanie jej do otworu, zapuszczenie, nabranie urobku, wyjazd, skierowanie do kosza, opróżnienie. Nabranie urobku odbywa się przez kilkakrotne (3—4) postawienie łyżki na dnie otworu („nabijanie“). Pierwszy raz nie powinno się nabijać łyżki zbyt energicznie z obawy, by gęsty urobek nie przelał się przez łyżkę, co utrudniłoby jej wydobywanie. Najłatwiej złyżkowuje się urobek gęsty, błotnisty.

Należy unikać przerw między wierceniem a łyżkowaniem, by urobek nie osiadł na dnie. Stąd też konieczne jest zapuszczanie łyżki na linie, nie na żerdziach, co obecnie zresztą zostało prawie zupełnie zarzucone.

Jeśli urobek osiadzie na dnie i stwardnieje, trzeba uciec się do łyżki z dłutem (rys. 37).

W zasadzie należy złyżkować urobek zupełnie — zwłaszcza przy przewiercaniu twardych pokładów — aby nie zachodziła potrzeba ponownego rozrabiania urobku; ze względu jednak na stratę czasu zadawalniamy się łyżkowaniem gęstego



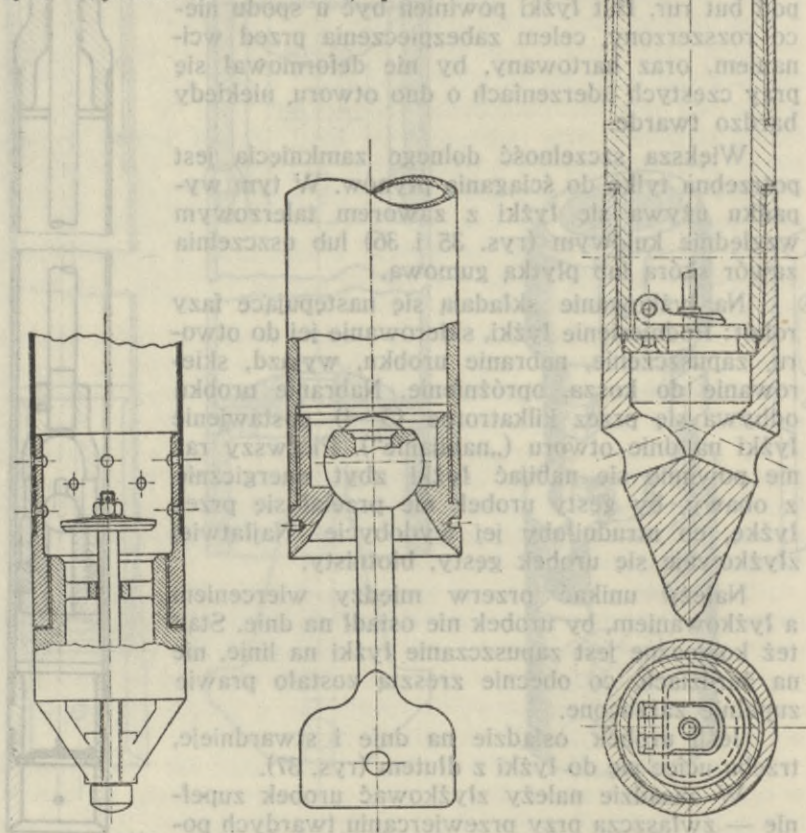
Rys. 34.  
Łyżka ssąca.



blota. Przy wierceniu pokładów sypliwych pożądane jest pozostawić w otworze rzadkie błoto, które chroni ściany przed obsypowaniem.

Dla bezpieczeństwa pracy należy: 1) używać łyżek o średnicy 50—30 mm mniejszej od wewnętrznej średnicy rur; 2) kontrolować przy każdym zapuszczeniu łyżki but, zawór, połączenie z przewodem i liną tuż nad pasterką, a od czasu do czasu wszystkie skręcenia narzędzi; 3) nie nabijać łyżki zbyt mocno; 4) nie podrywać gwałtownie łyżki ze spodu; 5) przy łyżce z kabłąkiem należy stwierdzić, czy długość kabłąka odpowiada widelkom zapadkowym, służącym do instrumentacji łyżki.

Łyżkowanie jest bardzo ważnym czynnikiem wiercenia, ponieważ



Rys. 35.

Łyżki do ściągania płynu.

Rys. 36.

Rys. 37.

Łyżka z dławem.



gromadzący się na dnie otworu urobek, wymieszany z wodą, tworzy stale gęstniejące błoto, zwane „łyżkowinami“, przez które opadające dłuto musi precyzyjnie się, zanim uderzy o dno. Jest rzeczą jasną, że im więcej tego błota znajduje się w otworze, tym większe są opory, które dłuto musi przezwyciężyć, zanim zetknie się z dnem, tym mniejszy jest przeto efekt pracy.

Toteż im częściej się łyżkuje, tym korzystniejsze są warunki pracy dla dłuta. Łyżkowanie wymaga jednak, aby w pierw wydobyto dłuto z otworu, a zatem przerwano najważniejszą czynność, nie można przeto zbyt często łyżkować.

Wydobywanie i zapuszczanie dłuta przy wierceniu na żerdziach pociąga za sobą znaczną stratę czasu i jest ciężką pracą dla załogi robotniczej, z których to powodów istnieje tendencja wykonywania tej czynności rzadziej.

Przy wierceniu na linie czynność wydobywania i zapuszczania dłuta odbywa się bardzo szybko i prawie bez współudziału robotników, toteż przy tych wierceniach łyżkowanie jest dokładniejsze, praca dłuta odbywa się zatem w korzystniejszych warunkach, co jest jedną z przyczyn szybszego postępu przy wierceniu na linie w porównaniu z żerdziowym.

W podziale czasu, użytego na wszystkie czynności wymagane przy wierceniu, zajmuje łyżkowanie łącznie ze stójkami, naprawami żurawia itp. u wierceń linowych 15% do 20%, u wierceń kanadyjskich 12—15%. Te cyfry pouczają nas o wyższości wierceń na linie.

Łyżkę zapuszcza się zawsze z umieszczonymi na niej nożycami o dużym skoku oraz lekkim obciążnikiem, umieszczonym na nożycach. Celem tego urządzenia jest możliwość t. zw. „podbijania“, czyli wykonywania uderów od dołu ku górze w razie, gdy łyżka, zbyt silnie uderzona o dno, wetnie się w nie, lub gdy zostanie zaklinowana w otworze zasypem, albo przy podobnych przeszkodach w jej wydobywaniu.

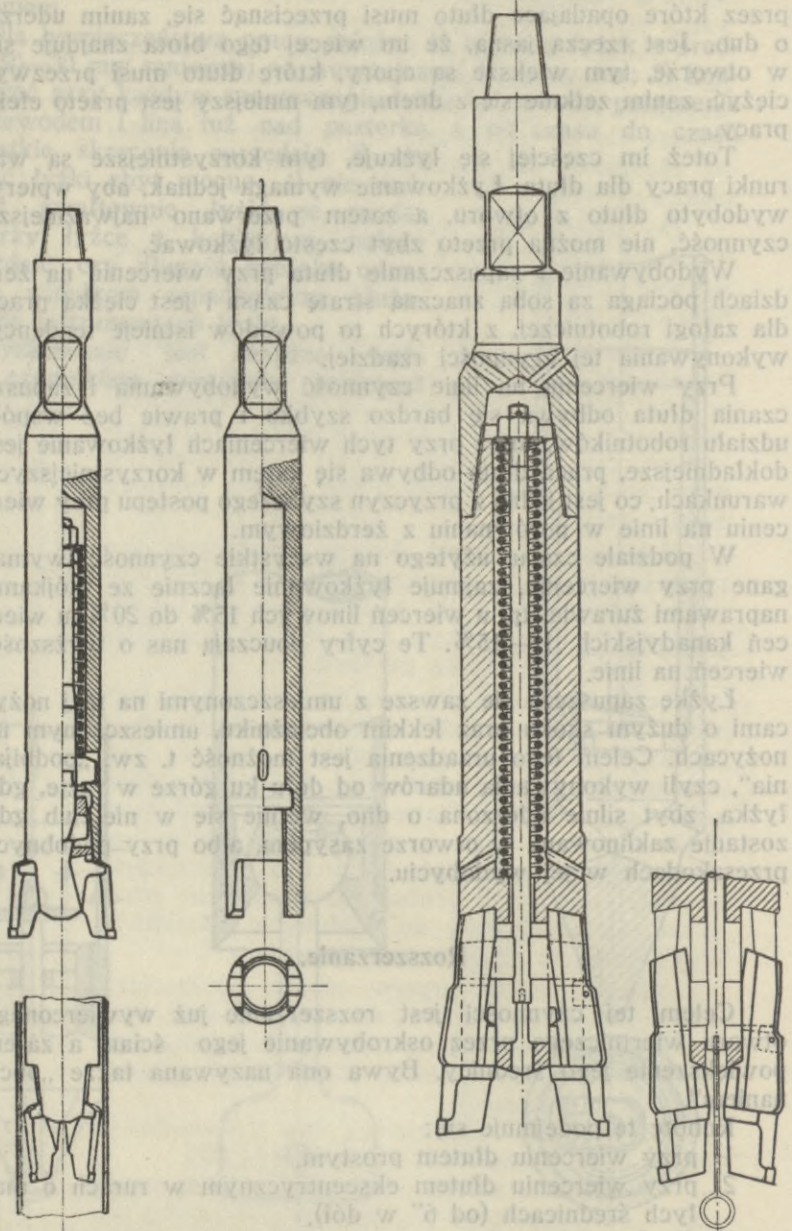
### Rozszerzanie.

Celem tej czynności jest rozszerzenie już wywierconego otworu wiertniczego przez oskrobywanie jego ścian, a zatem powiększenie jego średnicy. Bywa ona nazywana także „obcinaniem“.

Robotę tę podejmuje się:

- 1) przy wierceniu dłutem prostym,
- 2) przy wierceniu dłutem ekscentrycznym w rurach o małych średnicach (od 6" w dół),
- 3) dla kontroli średnicy otworu, czy jest wystarczająca dla danych rur,
- 4) dla zwiększenia produkcji.





Rys. 38. Rozszerzacz „Wilsona“. Rys. 39. Rozszerzacz „Ideal“.



Narzędziem jest t. zw. „rozszerzacz“. Istnieją dwie odmiany tych narzędzi: 1) ze szczękami umieszczonymi u dołu przyrządu, są to rozszerzacze „Wilsona“ i „Ideal“, używane przy wierceniu na linie (rys. 38 i 39) oraz Franka (rys. 40) i 2) „Faucka“ dla wierceń linowych i żerdziowych, ze szczękami umieszczonymi wyżej, w połowie rozszerzacza, konstrukcji dwie, trzy, a nawet cztery pary szczęk. Do rozszerzania otworu inż. A. Faucka (rys. 41). W tym drugim wypadku bywa jedna, celem zwiększenia produkcji używa się, prócz wyżej wspomnianych, także rozszerzaczy odmiennej konstrukcji, o których będzie mowa w części odnoszącej się do wydobywania ropy.

Aby praca oskrobywania ścian otworu odbywała się w korzystnych warunkach, powinny szczęki rozszerzacza opierać się na wystęпах (rys. 42), zwanych potocznie „gzymsami“ (anzac).

Przyrząd do rozszerzania składa się z:

- a) rozszerzacza,
- b) obciążnika (długości około 5 m),
- c) nożyc,
- d) łącznika o kalibrze żerdziowym, względnie pasterki przy przewodzie linowym.

Zaleca się używanie nożyc o większym rozchodzie, jako działających skuteczniej przy usuwaniu ewentualnych wcięć. Nadto jest wskazane, zwłaszcza przy rozszerzaczach pierwszego typu, umieścić nad nożycami lżejszy obciążnik, dla tym skuteczniejszego podbijania w wypadku wcięcia. Rozszerzaczami pierwszego typu pracuje się także w ten sposób, że stawia szczęki w otworze na „gzymsie“ i pobija obciążnikiem dokreślonym do nożyc, podrywając po każdym uderzeniu dla umożliwienia obrotu aparatu.

Po zapuszczeniu rozszerzacza, przejeżdża się nim kilkakrotnie dla ustalenia miejsca, gdzie stają szczęki, po czym, po podciągnięciu nieco, załącza się przewód do wahacza.

Gdy rozszerzacz dobrze pracuje, należy, szczególnie w pokładach twardych, skrócić czas jego pracy.

Rozpiętość ostrych szczęk rozszerzacza powinna być, zależnie od danych rur, o 15—30 mm większa od zewnętrznej średnicy buta tych rur. Otwór należy uważać za dostatecznie rozszerzony, gdy szczęki po pracy są równo ścięte, a rozpiętość ich jest jeszcze co najmniej o 8—15 mm większa od średnicy buta.

Tworzenie zbyt wielkich otworów przy rozszerzaniu jest zbyt kosztowne, a ewentualnie nawet szkodliwe, bo może powodować rozwały.

W bardzo twardych pokładach, przewiercanych prostym dłutem, zachodzi potrzeba — przy używaniu rozszerzaczy drugiego typu — pracowania fazami. Zaczyna się wtedy pracować



Narzędziem jest t zw. „rozszerzacz”. Istnieją dwie odmiany tych narzędzi: 1) ze szczykami umieszczonymi u dołu przy trzasku, są to rozszerzacze „Wiskin” i „Jocell”, używane przy wierceniu na linie (rys. 38 i 39) oraz „Franka” (rys. 40) dla wiercenia w otworach i żłobkach, ze szczykami umieszczonymi wyżej, wzdłuż rozszerzacza, konstrukcji dwóch trzask, a nawet czterech trzask. Długość rozszerzania otworu lin. A. Franka (rys. 41) W tym samym wypadku bywa jedna, celem zwiększenia produkcji używa się dwóch wyżej wspomnianych, także rozszerzacz odmienny konstrukcji, o których będzie mowa w części odnoszącej się do opisywania topy. Aby praca oskrabki była równomierniejsza, oskrabki opierają się na występach (rys. 42), zwanych „rozszerzaczami” (anac).

Przyrząd do rozszerzania składa się z:

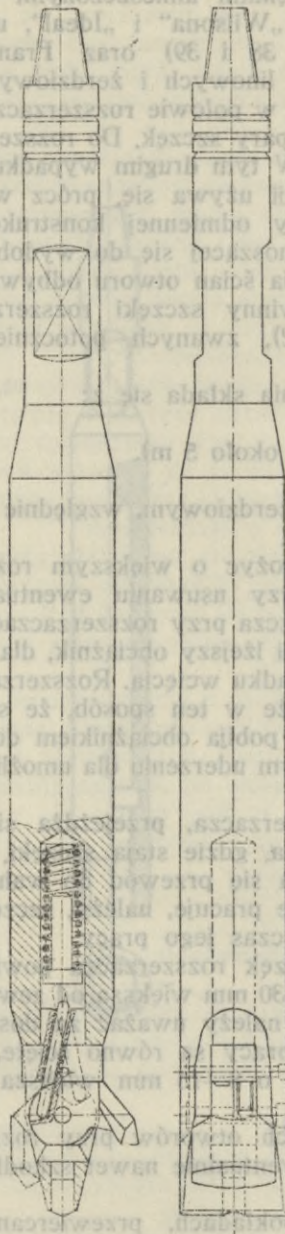
- rozszerzacza,
- obciążnika (ciężkość około 2 m),
- noży,
- łaczniaka o kalibrze odpowiednim, w zależności pastyki przy przewodzie innym.

Zaleca się używanie noży o większym rozchodzie, jako działających skuteczniej przy usuwaniu ewentualnych wiórek. Należy jest wskazać, że przy rozszerzaniu przewodów, należy unikać nadmiernej ilości obciążnika, dla tym skuteczniejszego podparcia w wypadku wstępnego rozszerzania przewodów, szczyki tego przyrządu nie tak, jak w rozszerzaczach, które w otworze na „rozszerzacz” i pod jego obciążeniem okręgowym do noży, podrywając do każdego obrętu dla umożliwienia obrótu aparatu.

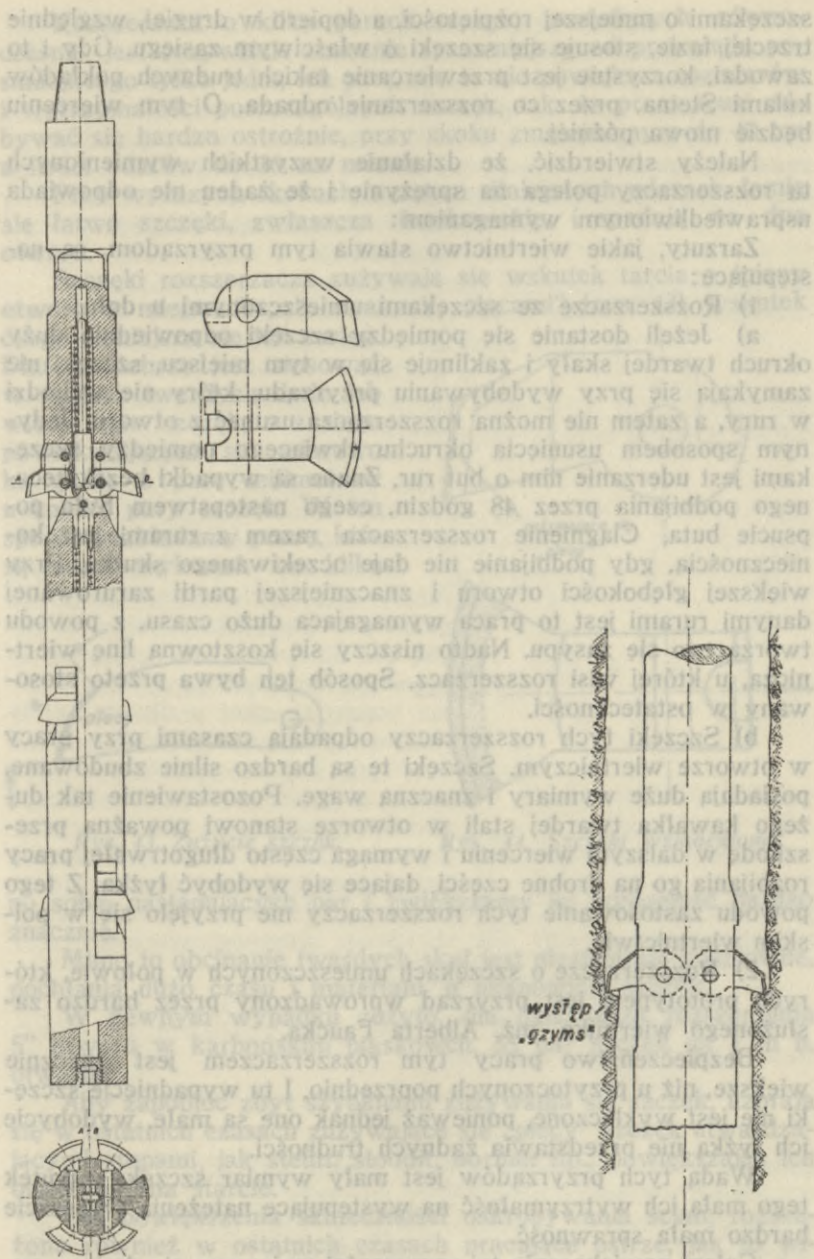
Podczas rozszerzania rozszerzacz, przesuwa się wzdłuż przewodu, krotnie dla ustalenia miejsca, gdzie należy rozszerzyć przewód. Podstawą jest, że rozszerzacz nie powinien być przesunięty z miejsca, w którym ma być rozszerzony przewód. Rozszerzacz powinien być przesunięty do miejsca, w którym ma być rozszerzony przewód. Rozszerzacz powinien być przesunięty do miejsca, w którym ma być rozszerzony przewód.

Tworzenie zbyt wielkich rozszerzeń, spowodowane jest niewłaściwym ustawieniem rozszerzacza. W bardzo łatwych przypadkach, przewidywanych programach, zachodzi potrzeba — przy użyciu rozszerzaczy, drutów, jako typu — pracownika, który widać pracować.

Rys. 40. Rozszerzacz „Franka”.







Rys. 41. Rozszerzacz „Faucka“.

Rys. 42. Gzyms (anzac) przy rozszerzaniu.



szczękami o mniejszej rozpiętości, a dopiero w drugiej, względnie trzeciej fazie, stosuje się szczęki o właściwym zasięgu. Gdy i to zawodzi, korzystne jest przewiercanie takich trudnych pokładów kulami Steina, przez co rozszerzanie odpada. O tym wierceniu będzie mowa później.

Należy stwierdzić, że działanie wszystkich wymienionych tu rozszerzaczy polega na sprężynie i że żaden nie odpowiada usprawiedliwionym wymaganiom:

Zarzuty, jakie wiertnictwo stawia tym przyrządom, są następujące:

1) Rozszerzacze ze szczękami umieszczonymi u dołu:

a) Jeżeli dostanie się pomiędzy szczęki odpowiednio duży okruh twardej skały i zaklinuje się w tym miejscu, szczęki nie zamykają się przy wydobywaniu przyrządu, który nie wchodzi w rury, a zatem nie można rozszerzacza usunąć z otworu. Jedy-  
nym sposobem usunięcia okruhu tkwiącego pomiędzy szczękami jest uderzanie nim o but rur. Znane są wypadki bezskutecz-  
nego podbijania przez 48 godzin, czego następstwem było popuszczenie buta. Ciągnięcie rozszerzacza razem z rurami jest koniecznością, gdy podbijanie nie daje oczekiwanego skutku. Przy  
większej głębokości otworu i znaczniejszej partii zarurowanej danymi rurami jest to praca wymagająca dużo czasu, z powodu  
tworzącego się zasypu. Nadto niszczy się kosztowną linię wiertniczą, u której wisi rozszerzacz. Sposób ten bywa przeto stosowa-  
wany w ostateczności.

b) Szczęki tych rozszerzaczy odpadają czasami przy pracy w otworze wiertniczym. Szczęki te są bardzo silnie zbudowane, posiadają duże wymiary i znaczną wagę. Pozostawienie tak du-  
żego kawałka twardej stali w otworze stanowi poważną prze-  
szkodę w dalszym wierceniu i wymaga często długotrwałej pracy  
rozbijania go na drobne części, dające się wydobyć łyżką. Z tego  
powodu zastosowanie tych rozszerzaczy nie przyjęło się w pol-  
skim wiertnictwie.

2) Rozszerzacze o szczękach umieszczonych w połowie, któ-  
rych prototypem jest przyrząd wprowadzony przez bardzo za-  
służonego wiertnika, inż. Alberta Faucka.

Bezpieczeństwo pracy tym rozszerzaczem jest znacznie  
większe, niż u przytoczonych poprzednio. I tu wypadnięcie szczę-  
ki nie jest wykluczone, ponieważ jednak one są małe, wydobyć  
ich łyżką nie przedstawia żadnych trudności.

Wadą tych przyrządów jest mały wymiar szczęk, wskutek  
tego mała ich wytrzymałość na występujące natężenia i wreszcie  
bardzo mała sprawność.

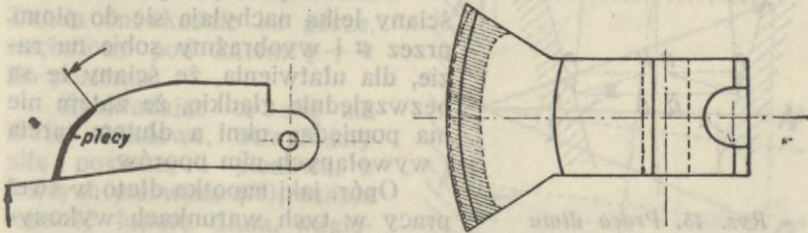
Celem powiększenia tej sprawności umieszcza się dwie, a na-  
wet więcej, par szczęk jedne nad drugimi, przestawione wzglę-  
dem siebie o 180° względnie 120° lub 90°.



Rozszerzacz o kilku parach szczęk, pracujących równocześnie, jest oczywiście znacznie sprawniejszy od przyrządu posiadającego tylko jedną ich parę, ale to nie powiększa rozmiarów i wytrzymałości poszczególnych szczęk, tak że praca musi odbywać się bardzo ostrożnie, przy skoku zmniejszonym do 40 cm a ilości uderzeń do 30 na minutę.

Przy wyższych skokach, a zatem silniejszych uderzeniach, łamią się łatwo szczęki, zwłaszcza fauckowskie, i spadają na dno otworu.

Szczęki rozszerzacza zużywają się wskutek tarcia o ściany otworu w miejscach „a”, zwanych „plecami” (rys. 43), wskutek czego zmniejsza się ich zasięg. Dlatego dobrze jest stosować w skałach twardych dwie lub więcej par szczęk, o zasięgu powiększającym się miarowo ku górze o parę milimetrów u każdej pary szczęk. W ten sposób rozkładamy pracę, którą mamy wykonać, na kilka



Rys. 43. Zużycie szczęk.

Rys. 44. Szczęki wzmocnione.

po sobie następujących par i zwiększamy jej wydajność bardzo znacznie.

Mimo to obcinanie twardych skał jest niezmiernie kosztowne, pochłania dużo czasu i materiału, a mianowicie szczęk.

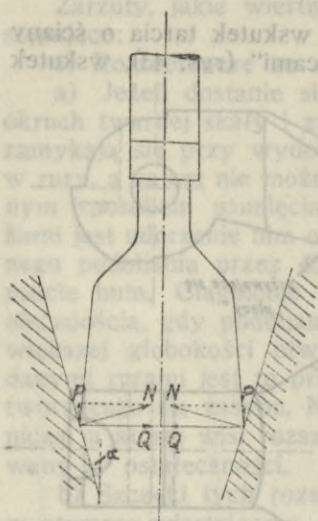
W pewnym wypadku zużyto, dla należytego rozszerzenia 5" otworu w karbońskim piaskowcu, 55 par szczęk na 1 m b. otworu.

Aby zapobiec zbyt szybkiemu zużywaniu się szczęk, uzbraja się w ostatnich czasach zużywające się „plecy” szczęk utwardzającymi stopami, jak stellite, stoddit, borium itp., powiększając ich odporność na starcie.

Dla powiększenia skuteczności oskrobywania ścian, rozszerzono również w ostatnich czasach pracujące ostrze, jak to widzimy na rys. 44, wskutek czego powiększono znacznie wydajność pracy. Jednak mała odporność szczęk na złamanie, które następuje zazwyczaj w miejscu wywiertu na sworzeń, nie została w ten sposób powiększona.



Jak z wyżej przytoczonego opisu wynika, rozszerzacz w małym tylko stopniu odpowiada wymaganiom, jakie wiertnik dobremu przyrządowi stawiać musi, toteż wynalazczość ma tu wdzięczne pole do popisu i była w dawniejszych czasach obficie wykorzystywana. Powstawało bardzo wiele konstrukcji, czasami wprost naiwnych lub bardzo kosztownych w wykonaniu, żadna jednak nie utrzymała się, tak że rozszerzacz Faucka jest dotychczas najlepszy ze wszystkich i najbardziej rozpowszechniony.



Rys. 45. Praca dłuta w twardym pokładzie (według Wolskiego).

Inż. Nowak i Wolski zajmowali się pracą rozszerzaczy i ustalili teoretyczne warunki, jakim konstrukcja dobrego rozszerzacza odpowiadać powinna.

Jak już wspomniano, dłuto, pracując w twardym pokładzie, ściera się na bokach i wykonuje otwór zbieżny, jak to przedstawia rys. 45.

Oznaczmy kąt, pod którym ściany lejka nachylają się do pionu, przez  $\alpha$  i wyobraźmy sobie na razie, dla ułatwienia, że ściany te są bezwzględnie gładkie, że zatem nie ma pomiędzy nimi a dłutem tarcia i wywołanych nim oporów.

Opór, jaki napotka dłuto w swej pracy w tych warunkach wykonywanej, przedstawia siła  $N$ , występująca na każdej szczęce dłuta, mająca kierunek dośrodkowy i prostopadły do ścian otworu.

Rozkładając te siły na składowe pionowe i poziome, otrzymamy dla składowej pionowej wartość

$$P = N \sin \alpha$$

Siły te mają kierunek ku górze, przeciwdziałają sile udaru, stanowią zatem miarę oporu.

Siły poziome

$$H = N \cos \alpha$$

działają w kierunkach ku sobie i znoszą się wzajemnie.

Tarcie występuje jednak przy tej pracy bardzo wybitnie i nie może być pominięte. Wiadomo, że tarcie, czyli opór, jaki przy posuwaniu się danego ciała po pewnej płaszczyźnie występuje, jest zależne od prostopadłego nacisku tego ciała na powierzchnię oraz od rodzaju trących o siebie ciał, czyli od tzw. „współczynnika tarcia“.



Jeśli oznaczymy siłę przyciskającą ciało do płaszczyzny, po której się ono porusza, przez  $N_1$ , a współczynnik tarcia przez  $r$ , to tarcie

$$T = N_1 \cdot r$$

W mechanice określamy współczynnik tarcia jako kąt tarcia  $\varrho$ . Kątem tarcia nazywamy ten kąt, pod którym musi być nachylona płaszczyzna do poziomu, aby dane ciało zaczęło pod wpływem własnego ciężaru poruszać się,

$$r = \operatorname{tg} \varrho$$

Uwzględnivszy tarcie stali (dłuta względnie szczęk rozszerzacza) o ściany otworu, będziemy mieli oprócz wzmiankowanego już oporu prostopadłego  $N$ , jeszcze opór tarcia

$$T = N \cdot \operatorname{tg} \varrho$$

działający wzdłuż ściany ku górze. Całkowity zatem opór, jaki przeciwstawia ściana otworu uderzającej w spód szczękę, będzie miał kierunek  $O$  uwidoczniony na rys. 46, a wartość jego wyrazi się wzorem

$$O = N \cdot \sec \varrho$$

Działa on ukośnie ku górze, nachylony pod kątem  $\varrho + \alpha$  do poziomu.

Rozkładając tę siłę na dwie składowe, otrzymamy siłę poziomą i pionową, z których pierwsza ( $H$ ), usiłuje zgnieść łopatę dłuta, względnie znosi się, zaś druga ( $P$ ), osłabia udar.

W chwili, gdy dłuto zaczyna wznosić się ku górze, występuje również opór tarcia

$$T' = N \cdot \operatorname{tg} \varrho$$

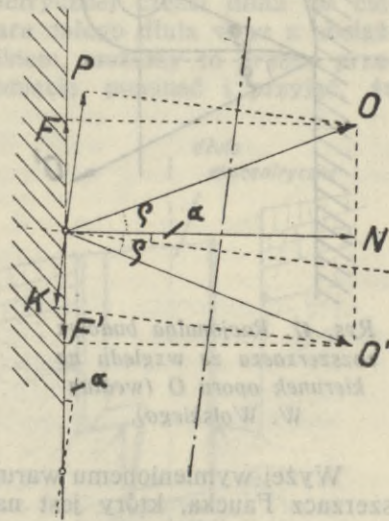
który jednak jest skierowany ku dołowi.

Opór ten,  $O'$ , łącznie z siłą  $N$ , ma wartość

$$O' = N \cdot \sec \varrho \quad (\text{rys. 46}).$$

W praktyce chodzi o to, by rozszerzacz był niezamykalny przy uderzaniu, a jednak nie wcinał się w ściany otworu, tzn. by jego szczęki były bezwzględnie odporne wobec siły  $O$ , a poddawały się z łatwością sile  $O'$ .

Jeżeli przyjrzymy się używanym przez nas odmianom rozszerzaczy, to przekonamy się, że najlepszymi są te, u których szczęki obracają się, pod wpływem sprężyny na sworzniu, około stałego punktu, jak rozszerzacz Faucka.

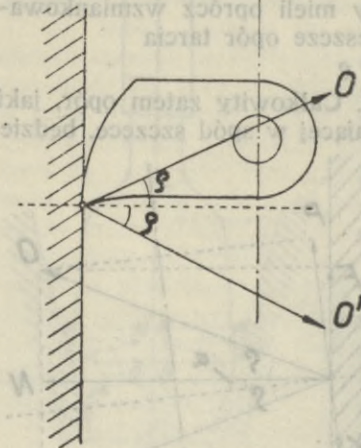


Rys. 46. Rozkład oporów pracy szczęki rozszerzacza (według Wolskiego).

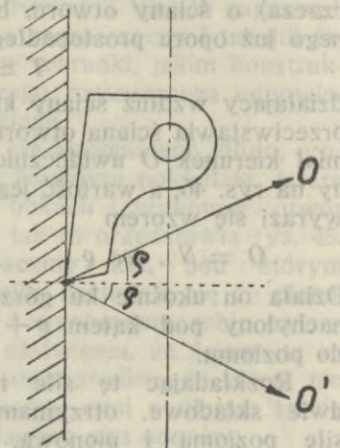


Jest rzeczą jasną, że szczęki takie nigdy nie będą wcinały się, albowiem siła  $O'$ , działając na długim stosunkowo ramieniu, powoduje natychmiastowy obrót czyli zamknięcie szczęk i zwięźenie ich zasięgu. Natomiast niezamykalnym w chwili udaru, a więc odpornym na działanie siły  $O$ , będzie ten rozszerzacz, u którego siła ta przechodzi przez oś obrotu szczęki, albo ponad nią (rys. 47).

W przeciwnym razie (rys. 48) nastąpi zamknięcie szczęki w chwili udaru i będzie ona co najwyżej drapać ścianę otworu zamiast ją rąbać.



Rys. 47. Racjonalna budowa rozszerzacza ze względu na kierunek oporu  $O$  (według W. Wolskiego).



Rys. 48. Błędna budowa rozszerzacza ze względu na kierunek oporu  $O$  (według W. Wolskiego).

Wyżej wymienionemu warunkowi najlepiej czyni zadość rozszerzacz Faucka, który jest najlepszym z wszystkich znanych rozszerzaczy, albo raczej tym, który posiada najmniejsze wady, albowiem, jak już wspomniano, żaden z nich nie odpowiada słusznym wymaganiom.

W poszukiwaniu lepszych rozwiązań wpadli Mac-Garvey i inż. Wolski w pierwszych latach bieżącego stulecia na pomysł zbudowania dłuta niesymetrycznego, mimośrodowego, zwanego ekscentrycznym lub ekscentrem.

Celem jego jest wiercenie otworu o średnicy większej niż jego ostrze, które przechodzi przez rury, tak, aby w wywierconym tym dłem otwór mieściły się rury bez obcinania, względnie rozszerzania. Zasadę budowy tego przyrządu przedstawia rys. 49 a, b, c.

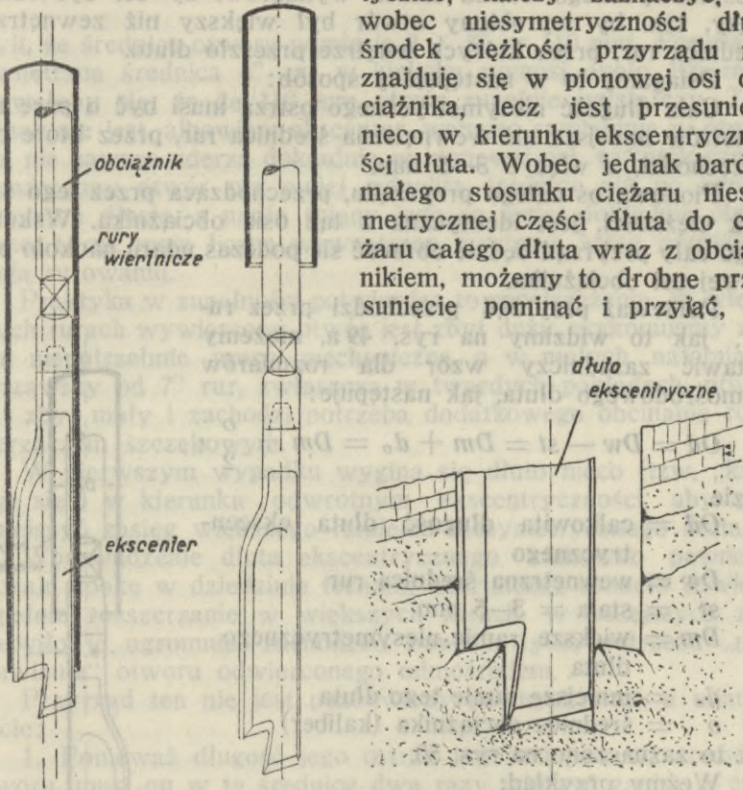
Jak na rys. 49 a uwidoczniło, przyrząd wiertniczy, składający się z niesymetrycznego dłuta, obciążnika i nożyc (nieuwi-



docznionych na rysunku), idąc przez rury, posuwa się wzdłuż ich ściany, a jego oś, przechodząca przez środek ciężkości przyrządu, wychylna jest z pionu.

W chwili wyjścia z rur, przyrząd — zwisając swobodnie — przyjmuje położenie uwidocznione na rys. 49 b, w którym jego oś pionowa przechodzi przez punkt ciężkości.

Biorąc rzecz ściśle teoretycznie, należy zaznaczyć, że wobec niesymetryczności dłuta środek ciężkości przyrządu nie znajduje się w pionowej osi obciążnika, lecz jest przesunięty nieco w kierunku ekscentryczności dłuta. Wobec jednak bardzo małego stosunku ciężaru niesymetrycznej części dłuta do ciężaru całego dłuta wraz z obciążnikiem, możemy to drobne przesunięcie pominąć i przyjąć, że



Rys. 49.

a) ekscenter w rurach b) ekscenter pod rurami c) kształt otworu

przyrząd, wyszedłszy z rur, przyjmuje wyżej określone położenie.

Ostrze dłuta jest niesymetrycznie wykonane względem pionowej osi całego przyrządu, ma przeto jedno ramię dłuższe, a drugie krótsze. Uderzając o dno, nie będzie zatem kruszyło całej średnicy otworu tylko jej część, ale za to będzie swym dłuższym ramieniem opisywało koło, którego średnica będzie większa niż suma obu ramion, a zarazem większa niż średnica rur.



Otwór w ten sposób wykonany będzie miał kształt przedstawiony na rys. 49 c.

Małe przedłużenie dłuta, „z“ nosi nazwę „zawiertek“ i przyczynia się do pewnego prowadzenia dłuta w jednej i tej samej osi pionowej, co zapewnia wykonanie otworu o kształcie walca.

Decydującym momentem jest udzielenie mimośrodowemu dłutu odpowiednich wymiarów, względnie nadanie obu ramionom niesymetrycznego ostrza takich wymiarów, by cel był osiągnięty, tzn. by wyrobiony otwór był większy niż zewnętrzna średnica rur, przez których wnętrze przeszło dło.

Osiągamy to w następujący sposób:

Cała długość niesymetrycznego ostrza musi być o parę milimetrów mniejsza niż wewnętrzna średnica rur, przez które ono przechodzi, a więc o 3—5 mm.

Pionowa oś całego przyrządu, przechodząca przez jego środek ciężkości, jest identyczna z tąż osią obciążnika. Wskutek tego cały przyrząd będzie obracać się podczas udaru naokoło pionowej osi obciążnika.

Ponieważ przyrząd przechodzi przez rury, jak to widzimy na rys. 49 a, możemy ustawić zasadniczy wzór dla rozmiarów mimośrodowego dłuta, jak następuje:

$$Od = Dw - st = Dm + d_o = Dm + \frac{o}{2},$$

gdzie

$Od$  = całkowita długość dłuta ekscentrycznego

$Dw$  = wewnętrzna średnica rur

$st$  = stała = 3—5 mm

$Dm$  = większe ramię niesymetrycznego dłuta

$d_o$  = mniejsze ramię tego dłuta

$o$  = średnica obciążnika (kaliber)

jak to zaznaczono na rys. 50.

Weźmy przykład:

Rury 10" mają wewnętrzną średnicę 253 mm, a używa się w nich obciążnika o średnicy 180 mm.

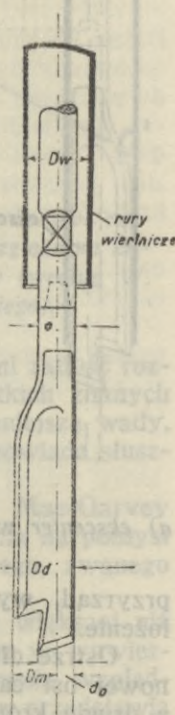
$Od$  będzie wówczas = 253 — 5 = 248 mm

$o/2$  „ „ „ = 90 mm

$Dm$  „ „ „ = 158 mm

Średnica wywierconego otworu będzie zatem  $2 \times 158 = 316$  mm.

Ponieważ największa zewnętrzna średnica rur 10" (na kielichu) wynosi 275 mm, widzimy, że wywiercony tym dłem otwór będzie istotnie nie tylko wystarczający, ale i zbyt duży.



Rys. 50. Konstrukcja ekscentra.



Biorąc pod uwagę przykład z najmniejszych używanych rur, a mianowicie 4", o wewnętrznej średnicy 88 mm, w których pracuje obciążnik o  $\phi = 60$  mm, otrzymamy:

$$\begin{array}{rcl} Od & = & 88 - 3 = 85 \text{ mm} \\ o/2 & = & 30 \text{ „} \\ \hline Dm & = & 55 \text{ mm,} \end{array}$$

czyli, że średnica otworu wyniesie  $2 \times 55 = 110$  mm. Ponieważ zewnętrzna średnica 4" rur w kielichu wynosi około 106 mm, zdawałoby się, że że 110 mm otwór zupełnie wystarczy. Tak jednak nie jest, albowiem ekscenter, wahając swobodnie w otworze, nie zawsze uderza dokładnie w pionowej osi, wskutek czego wywiercony otwór ma mniej jednolitą średnicę niż po symetrycznym dłucie, a nadto ściany jego są mniej dokładnie obrobione, t. zn. mają liczne wewnętrzne występy, które przeszkadzają rurowaniu.

Praktyka w zupełności potwierdza to spostrzeżenie. W większych rurach wywiercony otwór jest zbyt duży, wykonujemy zatem niepotrzebnie pracę mechaniczną, a w małych natomiast, począwszy od 7" rur, zwłaszcza w twardych pokładach, otwór jest zbyt mały i zachodzi potrzeba dodatkowego obcinania rozszerzaczem szczękowym.

W pierwszym wypadku wygina się dłuto nieco (tzw. „krępuje się“) w kierunku odwrotnym ekscentryczności, aby pomniejszyć zasięg większego ramienia niesymetrycznego dłuta.

Wprowadzenie dłuta ekscentrycznego stanowiło pewnego rodzaju epokę w dziedzinie techniki wiertniczej, usunęło bowiem zupełnie rozszerzanie w większych rurach, w mniejszych zaś ułatwiło je ogromnie, zachodziła bowiem tylko potrzeba „poprawienia“ otworu odwierconego mimośrodem.

Przyrząd ten nie jest pozbawiony pewnych wad, a mianowicie:

1. Ponieważ długość jego ostrza jest mniejsza niż średnica otworu, musi on w tę średnicę dwa razy uderzyć zanim ją całkowicie skruszy, stąd pochodzi mniejszy postęp wiercenia w porównaniu z wierceniem dłutem prostym.

2. Niesymetryczność ostrza powoduje przy udarze powstawanie momentów sił na ramieniu, równym odstępowi środka ciężkości niesymetrycznej części dłuta od osi symetryczności całego przyrządu, które mimo małą wartość ramienia siły, powoduje powstawanie sił bocznych, nie występujących przy pracy dłutem symetrycznym, którego skutkiem jest utracanie się czopów u dłut ekscentrycznych, co, zwłaszcza w twardych pokładach i przy pracy w dużych średnicach rur, a zatem i ciężkimi obciążnikami, daje się bardzo dotkliwie odczuwać.

Aby zmniejszyć to oddziaływanie, pracuje się ekscentrami



przy zmniejszonym skoku i mniejszą ilością uderzeń, co ze swej strony przyczynia się do pomniejszenia postępu wiercenia.

Mimo te usterki, znalazło dłuto ekscentryczne ogólne zastosowanie, tak że dziś nie podobna sobie wyobrazić uderowego wiercenia bez „ekscentra“.

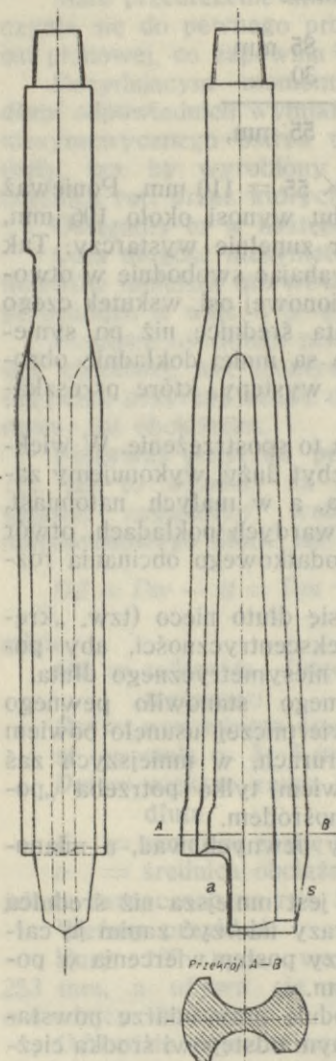
Dyr. Włodzimierz Łodziński skonstruował dłuto niesymetryczne, jednak nieekscentryczne, które zastępuje w swoim działaniu dłuto ekscentryczne, usuwając równocześnie drugą jego wadę, tj. powstawanie owych sił bocznych, powodujących utracanie się czopów u dłut.

Zasadą działania dłuta W. Łodzińskiego, zwanego dłutem „ślizgowym“, jest kształt niesymetryczny (rys. 51), podobnie jak u dłuta ekscentrycznego, jednak bez wychylenia pewnej części masy dłuta z osi symetryczności.

Wykonywanie otworu większego niż wymiar dłuta zapewnia powierzchnia „ślizgowa“, znajdująca się w miejscu „s“ (rys 51), o kształcie na rysunku wskazanym, dzięki której dłuto wychyla się swoją szczęką „a“ na zewnątrz i wierci podobnie jak prawdziwy ekscenter.

Okoliczność, iż przy pracy tym dłutem nie występują owe siły boczne, pozwala stosować wyższe skoki, co wpływa na lepszy postęp wiercenia, nadto unika się utracania czopów u dłut, co również jest bardzo korzystnym objawem.

Oprócz opisanych wyżej dłut mimośrodowych, powstał długi szereg konstrukcji różniących się w pewnych szczegółach, lecz trzymających się tych samych zasadniczych cech. Dłuta te, mające raczej osobisty i lokalny charakter, nie rozpowszechniły się, nie nabrały przeto większego znaczenia i nie będą tu omawiane.



Rys. 51. Dłuto ślizgowe  
W. Łodzińskiego.



Pomimo wprowadzenia przytoczonych tu urządzeń, zmierzających do ułatwienia pracy, trudności jej, zwłaszcza w twardych skałach, nie zostały usunięte i pobudzały myśl ludzką do coraz to nowszych usiłowań.

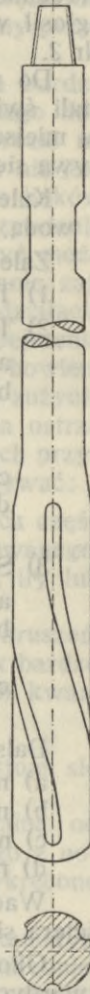
Jednym z takich udatych pomysłów pracy w twardych skałach jest wiercenie kulami Kazimierza Steina.

Praca polega na tym, że umieszcza się na dnie otworu wiertniczego warstwę grubości kilkunastu do 30 cm okrągłych stalowych kul, o średnicy zależnej od średnicy otworu, i w te kule uderza się stępor, podobnie jak dłutem przy wierceniu (rys. 52).

Stępor uderza bezpośrednio w kule, znajdujące się na wierzchu, a te usiłują rozprysnąć się na wszystkie strony. Ponieważ jednak kule znajdują się w otworze jakby w naczyniu, rozpryskiwanie jest niemożliwe i kule te przenoszą odebrane uderzenie na najbliższe pod nimi leżące, wszystkie zaś rozsuwają się gwałtownie, wgniatając się w dno i ściany otworu, ścierając w ten sposób skałę. Jedynie kule leżące w najwyższej warstwie, na obwodzie otworu, mają możliwość podskoczyć ku górze, i korzystają z niego niewątpliwie, ogładzając ściany otworu. Sposób ten okazał się bardzo skuteczny w najtwardszych skałach, a to tym bardziej, że odwiercany otwór ma od razu tak dużą średnicę, iż rury wchodzi w niego bez rozszerzania. Im grubszą warstwę kul umieścimy w otworze, tym energiczniej będziemy obrabiali ściany otworu, tzn. tym większej średnicy otwór będziemy wiercili. Przy mniejszej ilości kul praca będzie zużyta przede wszystkim na ścieranie dna, czyli pogłębianie otworu.

Korzyści tej pracy polegają na znacznym zwiększeniu postępu pracy przy wierceniu w twardszych i bardzo twardych skałach, przy czym rozszerzanie otworu staje się zbędne.

Przykład, wzięty z praktyki, potwierdza najzupełniej te przypuszczenia: i tak w otworze „Sydney” Tow. „Premier” w Borysławiu natrafiono na głębokości 1690 m na nadzwyczaj twardą i pochyloną skałę, w której uwiercono w rurach 5” w ciągu trzech miesięcy literalnie 10 cm, a otwór był nadto od 1683 m skrzywiony. Po zastosowaniu wiercenia kulami Steina, wyprostowano otwór w przeciągu 17 dni roboczych, w ciągu dalszych 60 dni uwiercono i zarurowano, ciągle w tym samym twardym piaskowcu, 21,50 m.



Rys. 52.  
Stępor  
Steina do  
wierceń  
kulami.



Takich przykładów można by przytoczyć wiele.

Ten sposób postępowania zapobiega samoczynnie skrzywieniu otworu przy przechodzeniu z pochyłych warstw miękkich w twarde, i odwrotnie. Bardzo wnikliwie spostrzeżenia w tym przedmiocie zawdzięczamy inż. Tadeuszowi Łabno, który je ogłosił w roczniku 1926 „Przemysłu Naftowego“ w zeszyście Nr 2.

Do pracy używa się tzw. „stępora“, który jest walcem ze stali świdrowej, umieszczonym w przyrządzie wiertniczym w miejsce dłuta. Stępor ten nie tępi się i prawie wcale nie zużywa się.

Kule ścierają skałę na bardzo drobny pył, który miesza się z wodą, tak że łyżkowanie staje się zbędne.

Zalety wiercenia kulami Steina są następujące:

- 1) Taniść urządzenia: nie ma dłuł i rozszerzaczy.
- 2) Taniść ruchu, odpada bowiem:
  - a) rozszerzanie
  - b) ostrzenie dłuł i połączone z nim wyciąganie i zapuszczanie przyrządu i straty czasu. Stępor może pracować bez ciągnienia 48 godzin i więcej,
  - c) łyżkowanie,
  - d) mniejsze jest zużycie lin, pasów, energii popędowej, robocizny kowalskiej i załogi wiertniczej.
- 3) Szybszy postęp wiercenia, ponieważ:
  - a) czas „marszów“ jest dłuższy,
  - b) mniejsza strata czasu na wyciąganie, zapuszczanie i łyżkowanie,
  - c) efekt udaru nie zmniejsza się z powodu gęstniejącego mułu,

Dalszymi korzyściami są:

- a) możność wiercenia wszystkimi sposobami udarowymi,
- b) nie ma niebezpieczeństwa skrzywień,
- c) nie ma scinania się dłuł,
- d) rury mogą iść bezpośrednio po stęporze.

Wadą jest zupełny brak próbek przewiercanej skały, która ściera się na drobny pył.

Okoliczność ta powoduje, że przy zwiercaniu tym sposobem twardych piaskowców roponośnych (np. kliwskich) zachodzi obawa, że bardzo drobny pył urobku, wnikać w pory piaskowca, będzie utrudniał wysięk ropy, co przy niskich ciśnieniach złożowych może wpłynąć na zmniejszenie wydobycia ropy.

Inną wadą tego sposobu wiercenia jest wysoka cena kul i znaczne ich zużycie. Cena ta nie powinna zrażać do stosowania tego sposobu pracy w bardziej uciążliwych wypadkach, podobnych do przytoczonego w otworze „Sydney“, Tow. „Premier“.



### Wymiana dłuta.

Ponieważ dłuto zużywa się, tępi, w swojej pracy musi ono być od czasu do czasu zastąpione innym, świeżo naostrzonym.

W tym celu należy dłuto wydobyć z otworu, odkręcić od obciążnika, zakręcić nowe dłuto, i w ten sposób odmieniony przyrząd wiertniczy zapuścić ponownie do otworu.

Po wydobyciu dłuta powinien wiertacz obejrzeć je bardzo dokładnie. W tym celu musi je obetrzeć z przylegającego doń błota łyżkownic. Szczególną uwagę winien wiertacz zwrócić na zużycie boków (szczęk, bak) dłuta, aby ocenić, czy otwór nie jest zbieżny, jak o tym była już mowa, i o ile. Po zużyciu boków dłuta może wiertacz stwierdzić poczynające się skrzywienie otworu. Jest to niezmiernie ważnym spostrzeżeniem, gdyż może uchronić przed poważnym skrzywieniem, którego usuwanie zajmuje dużo czasu, jak o tym będzie mowa w dalszych rozdziałach.

Również i ostrze dłuta wymaga szczegółowego obejrzenia i „obmacania“ palcami, doświadczony wiertacz wnosi bowiem z rodzaju stopienia dłuta o własnościach skały, w której zużycie nastąpiło, względnie w której się pracowało. Deformacja ostrza przedstawia się zasadniczo jak na rys. 7, ale w szczegółach przybiera dwojaki kształt, a mianowicie ostrze może wykazywać:

- a) zużycie równomierne, gładkie, przy czym pracująca część dłuta przybiera wygląd żelaza niemal wypolerowanego. Jest to dowód, że skała była miękka, jak gliny, ily lub miękkie, bardzo ilaste łupki;
- b) zużycie pełne wgłębień i wklęśnięć, czasami wykruszeń, które pochodzą od pracy w skałach twardych, jak bardzo twarde piaszczyste łupki, piaskowce jednolite lub kwarcowe.

Usunięcie dłuta z otworu dla wymiany wykorzystuje się przy wierceniach suchych dla łyżkowania otworu.

Wymiana dłuta jest czynnością ważną i odpowiedzialną, od starannego bowiem skręcenia dłuta z obciążnikiem, a tego z nożycami, zależy bezpieczeństwo pracy, ponieważ źle przykręcone dłuto utracą się wskutek urwania się czopa.

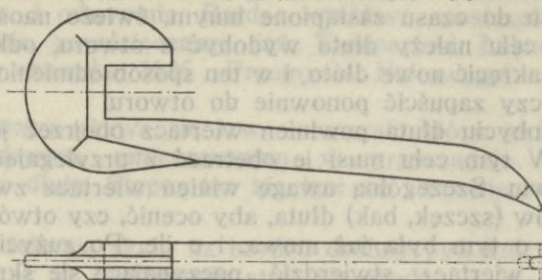
Czynność ta odbywa się inaczej przy wierceniach kanadyjskim, a inaczej przy linowym. Omówimy każdą z nich odrębnie.

Przy wierceniach kanadyjskim posługujemy się ławą wiertniczą (rys. 18), stojącą nad otworem wiertniczym.

Po wydobyciu dłuta i szczegółowym zbadaniu, opuszcza się je z powrotem do otworu i zatrzymuje na kluczu-fai (rys. 53), umieszczonym zawczasu na ławie. Klucz obejmuje szyję dłuta, które spoczywa na nim na odcinkach koła, powstałych przez wpisanie w tzw. „kaliber“ dłuta kwadratu, służącego do uchwyty kluczem, znajdującego się na szyi dłuta i zwanego „grania“ (popularnie „blatunek“). Na taką grani obciążnika zakłada się drugi,

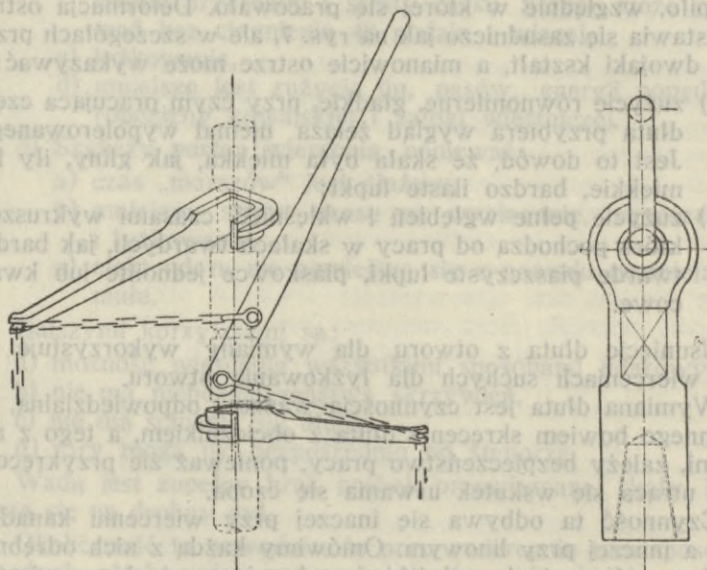


podobny klucz-faję, w kierunku o 180° przesuniętym względem pierwszego. Na rozwidlone końce obu tych kluczy zakłada się łańcuchową dźwignię, zwaną „kajdanami“ (rys. 54), albo „ce-



Rys. 53. Faja.

pami“. Dźwignia ta służy do wywarcia większej siły przy skrecaniu względnie rozkręcaniu dłuta z obciążnikiem, niż to byłoby możliwe przy zastosowaniu nieuzbrojonej ręki ludzkiej. Po tzw.



Rys. 54. Kajdany.

Rys. 55. Łącznik z okiem.

„odcięciu“ bardzo silnego skrecenia, odrzuca się kajdany i ręcznie rozkręca się złączenie. Odkręcone dło ma być odesłane do kuźni, trzeba je zatem wyciągnąć z otworu i ławy. W tym celu nakręca się na nie łącznik (flaszkę) z okiem (rys. 55), na które zakłada się hak czopkiem zakręconym do werbla. W ten



sposób uchwycone dłuto wyciąga się liną „wyjazdową“ z otworu i odstawia na bok, względnie ustawia na wózku, podstawionym poprzednio w drzwiach wieży, na którym dłuto odsyła się do kuźni.

Nowe dłuto, przysłane z kuźni, ma już nakręcony łącznik z okiem, chwyta się je zatem hakiem i wprowadza do otworu względnie ławy, aby je skrócić z obciążnikiem, postępując tak samo, jak przy rozkręcaniu, tylko w odwrotnym porządku, tj. że w pierw zakręca się obciążnik ręcznie, a potem kajdanami. Jest rzeczą doświadczenia wiertacza, kiedy skrócenie jest wystarczająco silne.

Przed skróceniem dłuta z obciążnikiem należy obejrzeć gwint i oczyścić go bardzo starannie, nie żałując ani trudu ani wody do płukania. Do usunięcia rdzy i tym podobnych zanieczyszczeń najlepiej nadaje się czerwona cegła i miękki piaskowiec.

Przy wierceniu na linie nie smaruje się gwintu u dłut i obciążników, lecz skręca się na sucho, przy kanadyjskich zamiast smarów, używa się łoju bydlęcego. Jest rzeczą jasną, że tylko jeden z tych sposobów postępowania jest racjonalny, a mianowicie skręcanie na sucho, a smarowanie gwintu u dłut kanadyjskich jest czysto rutynistyczne. Szkodliwość jego nie zaznacza się dlatego, że dłuta kanadyjskie, trzymane w ręku, nie mają ruchów w lewo, które zdarzają się przy wierceniu linowym i mogą spowodować odkręcenie się dłuta.

Rozumie się samo przez się, że jakiegokolwiek skaleczenia gwintu są niedopuszczalne i lepiej jest wstrzymać pracę do chwili otrzymania dłuta z nienagannym gwintem lub poprawienia uszkodzonego, zamiast skręcić gwint nie będący w zupełnie dobrym stanie. Wadliwy gwint może pociągnąć za sobą albo utracenie dłuta w otworze podczas pracy, albo też tzw. „zatarcie“ w mufie obciążnika, które może spowodować niemożliwość rozkręcenia tego złącza.

Przy wierceniu linowym nie używa się ławy, lecz dokonuje się skreću na podłodze, posługując się tzw. „dociskaczem“ (rys. 56), składającym się z łuku, pełzaka i dźwigni. Dociskacz zastępuje kajdany przy wierceniu kanadyjskim. Ponieważ dociskacz musi spoczywać podczas pracy na podłodze, staje się zastosowanie ławy niemożliwym, względnie zbędnym.

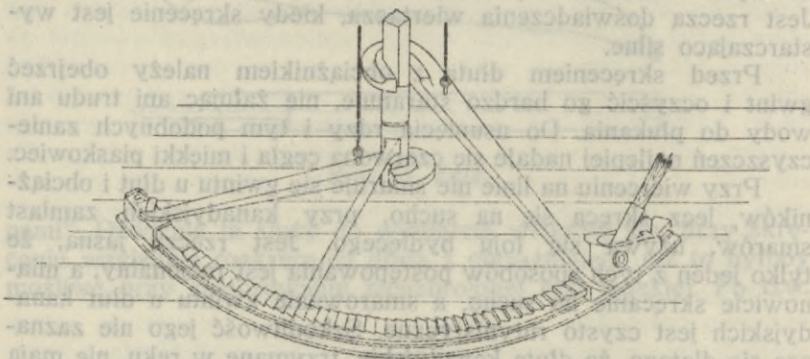
Jest rzeczą oczywistą, że nic nie stoi na przeszkodzie skręcaniu względnie rozkręcaniu przyrządu wiertniczego kanadyjskiego dociskaczem używanym przy wierceniu na linie, i odwrotnie, stosowaniu kajdan do przyrządu linowego.

Zmiana dłuta zajmuje, wedle skuteczniejszych pomiarów chronometrażowych, około 45 minut czasu, co jest niewątpliwie dużo jak na czynność pomocniczą, a bardzo często powtarzaną. Przy mniejszych wymiarach rur, a zatem i przyrządu, można tę czynność wykonać prędzej z tego powodu, iż zarówno dłuto, jak i stosowane narzędzia, są lżejsze. Przy wierceniu linowym istnieje zwyczaj zawieszania ciężkich kluczy do dłut na linach z przeciw-



waga, co ogromnie ułatwia ich używanie i nie męczy robotników. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie zastosowaniu tego urządzenia i przy kanadyjskim wierceniu prócz... zlej rutyny.

Po wydobyciu dłuta z odwiertu powinno nastąpić oczyszczenie czyli wyłyżkowanie otworu. Im prędzej zapuści się łyżkę do otworu, po usunięciu zeń dłuta, tym łatwiejsze będzie oczyszczenie, albowiem łyżkowiny będą miały mniej czasu na osiadanie.



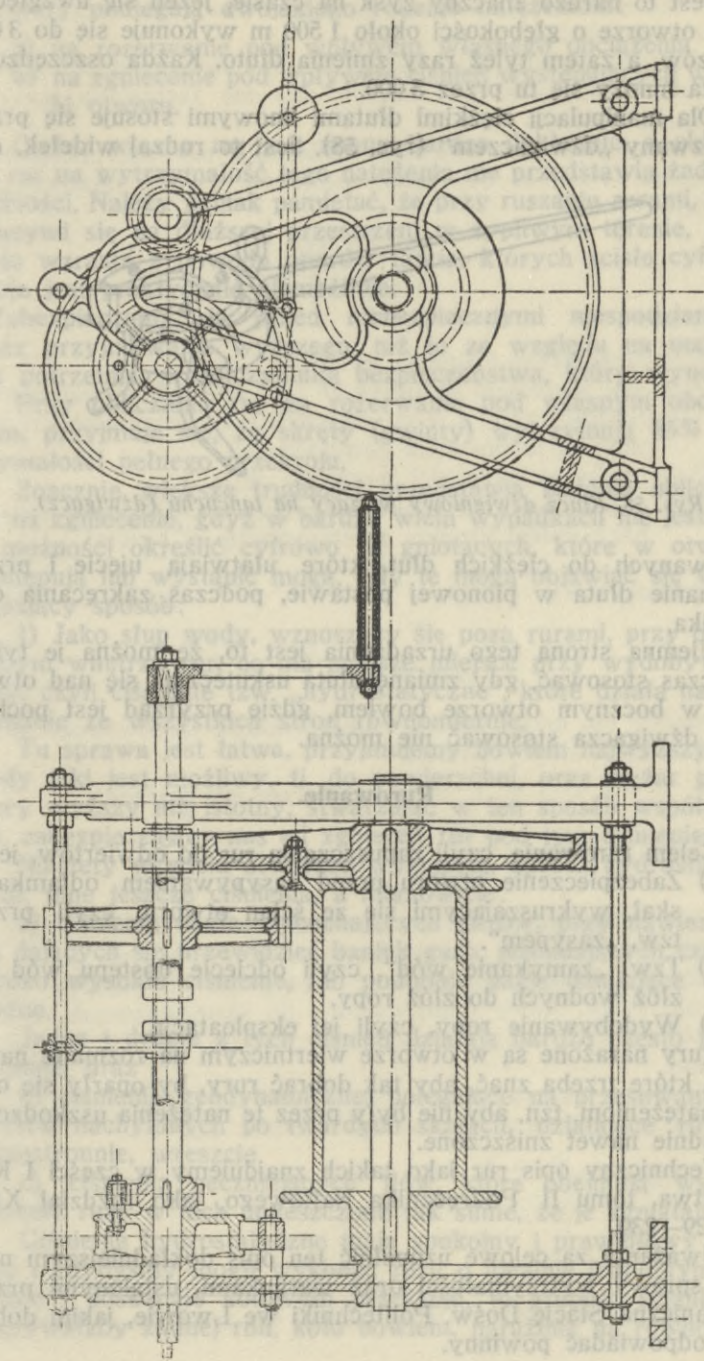
Rys. 56. Dociskacz.

Ponieważ opisane wyżej skręcanie przyrządu odbywa się w otworze, więc nie ma możliwości łyżkowania w tym samym czasie i wiertacz musi zdecydować się, którą z tych dwu czynności należy wykonać jako pierwszą.

Inż. Tadeusz Bielski wprowadził zastosowanie dodatkowej, odwierconej obok właściwego otworu, studzienki o głębokości około 15 m, którą posługuje się do zmiany dłuta, tj. do skręcania i rozkręcania przyrządu wiertniczego. W ten sposób inne czynności nie czekają na zmianę dłuta, lecz mogą być wykonywane równocześnie. Stanowi to bardzo poważny zysk na czasie, zmiana dłuta wymaga bowiem, jak powiedziano, około 45 minut czasu.

Ponieważ do obu czynności, tj. zmiany dłuta i łyżkowania, potrzebny jest żuraw, zastosowano tu odrębną ręczną windę budowlaną (rys. 57), umieszczoną w osobnej przybudówce wieży, którą za pomocą linki, przechodzącej przez rolkę na ten tylko cel przeznaczoną, ujmuje przyrząd, umieszczony po wyciągnięciu wprost w owym bocznym otworze, podnosząc go i opuszczając w miarę potrzeby. Winda ma podwójne przeniesienie i pracuje przy dużych ciężarach przyrządu bardzo powoli. Nie stanowi to jednak straty czasu, albowiem zmiana dłuta odbywać się może zarówno podczas łyżkowania, jak i podczas wiercenia, tak że po każdym marszu nowy przyrząd czeka gotowy na wyłyżkowanie otworu i zapuszczenie.



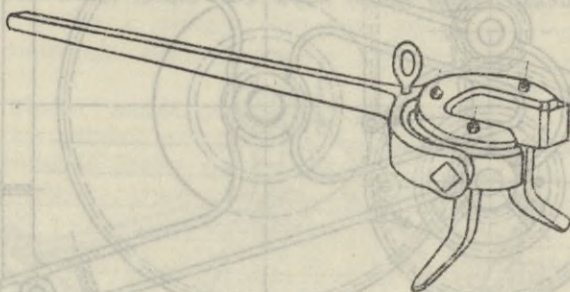


Rys. 57. Winda badowlana.



Jest to bardzo znaczny zysk na czasie, jeżeli się uwzględni, że w otworze o głębokości około 1 500 m wykonuje się do 3 000 marszów, a zatem tyleż razy zmienia dłuto. Każda oszczędzona minuta mnoży się tu przez 3 000.

Dla manipulacji ciężkimi dłutami linowymi stosuje się przyrząd zwany „dźwigaczem“ (rys. 58). Jest to rodzaj widełek, do-



Rys. 58. Klucz dźwigniowy wiszący na łańcuchu (dźwigacz).

stosowanych do ciężkich dłut, które ułatwiają ujęcie i przytrzymanie dłuta w pionowej postawie, podczas zakręcania obciążnika.

Ujemną stroną tego urządzenia jest to, że można je tylko wówczas stosować, gdy zmianę dłuta uskuteczni się nad otworem, w bocznym otworze bowiem, gdzie przyrząd jest pochylony, dźwigacza stosować nie można.

### Rurowanie.

Celem rurowania, czyli zapuszczania rur do odwiertów, jest:

- 1) Zabezpieczenie otworu przed zasypywaniem odłamkami skał, wykruszającymi się ze ścian otworu, czyli przed tzw. „zasypem“.
- 2) Tzw. „zamykanie wód“, czyli odcięcie dostępu wód ze złóż wodnych do złóż ropy.
- 3) Wydobywanie ropy, czyli jej eksploatacja.

Rury narażone są w otworze wiertniczym na rozmaite natężenia, które trzeba znać, aby tak dobrać rury, by oparły się one tym natężeniom, tzn. aby nie były przez te natężenia uszkodzone względnie nawet zniszczone.

Techniczny opis rur jako takich znajdujemy w części I Kopalnictwa, tomu II Podręcznika Naftowego, jako rozdział XIII, str. 229—239.

Uważamy za celowe uzupełnić ten opis dokładniejszym ujęciem sprawy wytrzymałości oraz warunkami, ustalonymi przez Mechaniczną Stację Dośw. Politechniki we Lwowie, jakim dobre rury odpowiadać powinny.



Rury podlegają dwojakiego rodzaju natężeniom:

- a) na rozerwanie pod wpływem własnego obciążenia oraz
- b) na zgniecenie pod wpływem ciśnień występujących w głębi otworu.

Ciężar własny rur jest znany bardzo dokładnie, a obliczenie rur na wytrzymałość tego natężenia nie przedstawia żadnych trudności. Należy jednak pamiętać, że przy ruszaniu rurami, znajdującymi się na dłuższej przestrzeni w sypliwym terenie, natężenie wzrasta z powodu oporów tarcia, których ścisłe cyfrowe ujęcie jest praktycznie niemożliwe.

Zabezpieczamy się przed niebezpiecznymi niespodziankami przez przyjmowanie wyższego, niż to ze względu na materiał jest potrzebne, współczynnika bezpieczeństwa, który wynosi 4.

Przy obliczaniu rur na rozerwanie pod własnym obciążeniem, przyjmuje się, że skręty (gwinty) wytrzymują 85% wytrzymałości pełnego przekroju.

Znacznie większe trudności przedstawia zadanie obliczenia rur na zgniecenie, gdyż w bardzo wielu wypadkach nie jesteśmy w możności określić cyfrowo sił gniotących, które w otworze występują lub wystąpić mogą. Siły te mogą objawiać się w następujący sposób:

1) Jako słup wody, wznoszący się poza rurami, przy opróżnionym wnętrzu rur, co ma zawsze miejsce przy wydobywaniu ropy, czyli ciśnienie tzw. „hydrostatyczne“, które działa na rurę radialnie ze wszystkich stron równomiernie.

Tu sprawa jest łatwa, przyjmujemy bowiem najwyższy słup wody jaki jest możliwy, tj. do powierzchni, oraz ciężar gatunkowy wyższy niż istotny, stwarzając w ten sposób współczynnik, zabezpieczający nas od zgniecen rur pod tym ciśnieniem.

Niestety w wielu otworach występują, oprócz hydrostatycznych, inne jeszcze ciśnienia, a mianowicie:

a) ciśnienia nagle wybuchających gazów, przy nawierceniu nie dających się przewidzieć baniek gazu, posiadających czasami bardzo wysokie ciśnienie, lub podobnie nagle działające udary wodne.

Jedne i drugie z tych ciśnień działają bardzo często jednostronnie, oraz

b) ciśnienia geodynamiczne, polegające na przesuwaniu się warstw nachylonych po twardych skałach, działające również jednostronnie, wreszcie

c) ciśnienia pęczniących ilów, które obejmują wszechstronnie rury w nich umieszczone tak silnie, że je zgniatają.

Ciśnienia hydrostatyczne mają spokojny i prawidłowy przebieg i gdybyśmy mogli wykonać rury o idealnie jednolitym materiale i doskonale kołowym przekroju, to grubość ścianki nie odgrywałaby żadnej roli, koło bowiem, narażone na równomier-



nie rozłożony nacisk radialny na całym obwodzie, jest, jak wiadomo, nieściskalne.

Niestety tak nie jest i żaden z wymienionych wyżej warunków nie zachodzi w tym stopniu, aby nie zachodziła potrzeba dokonania obliczeń.

Istnieją rozmaite sposoby obliczania rur wiertniczych na zgniecenie. Prof. dr M. Huber ustanowił wzór o następującym brzmieniu:

$$p = \frac{4\,728\,000 \cdot \alpha}{x(720 \cdot \beta + x^2)}$$

w którym:

$p$  = zewnętrzne ciśnienie w  $\text{kg/cm}^2$

$x$  = jest wartością stosunku  $D : \delta$ , gdzie  $D$  = zewnętrzna średnica rury, a  $\delta$  = grubość ścianki, oczywiście w tych samych jednostkach pomiarowych,

$E$  = moduł sprężystości materiału rury

$k_s$  = naprężenie przy praktycznej granicy sprężystości (wzgl. przy dolnej granicy plastyczności) w  $\text{kg/cm}^2$ .

Oznaczywszy:

$$\alpha = \frac{E}{2\,150\,000} \cdot \beta = \frac{3\,200}{k_s}$$

otrzymamy dla materiału bessemerowskiego, stosowanego w doświadczeniach amerykańskich

$\alpha = \beta = 1$ , co uprości wzór jak następuje

$$p = \frac{4\,720\,000}{x \cdot (720 + x^2)}, \text{ przy } x = \frac{D}{\delta}$$

Prof. Huber oparł swój wzór nie tylko na teorii o wytrzymałości, ale także na olbrzymim materiale, zebranym przez doświadczenia wykonywane przez szereg lat w Stanach Zjedn. Ameryki Półn., które doprowadziły do skonstruowania bardzo skomplikowanych wzorów, posługujących się oczywiście funtami i calami.

W Polsce nie wyrabiamy rur z materiału bessemerowskiego, lecz martenowskiego, dla którego wartość dla

$$\alpha = 1$$

$$\beta = \frac{3\,200}{4\,000} = 0,8$$

Prof. inż. S. Paraszczak sporządził bardzo praktyczny wykres (rys. 59), którym posługując się, nie potrzeba obliczać rur,



Wykres dla obliczenia rur  
na ciśn. zewnętrzne płynu (dopuszczalne głębokości)

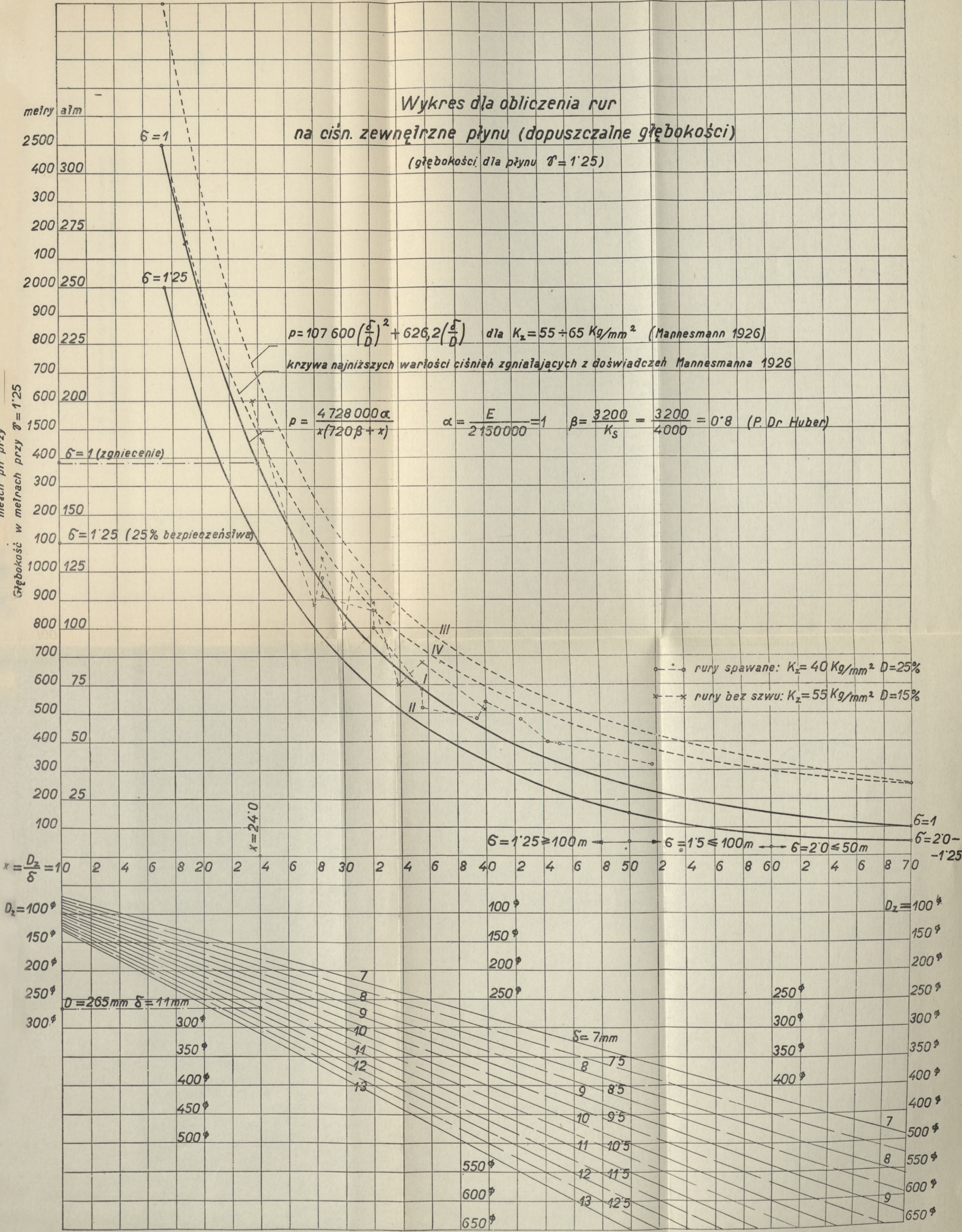
(głębokości dla płynu  $\gamma = 1.25$ )

$$p = 107\,600 \left(\frac{d}{D}\right)^2 + 626,2 \left(\frac{d}{D}\right) \quad \text{dla } K_z = 55 \div 65 \text{ Kg/mm}^2 \quad (\text{Mannesmann 1926})$$

krzywa najniższych wartości ciśnień zgniających z doświadczeń Mannesmanna 1926

$$p = \frac{4\,728\,000 \alpha}{x(720\beta + x)}$$

$$\alpha = \frac{E}{2\,150\,000} = 1 \quad \beta = \frac{3\,200}{K_s} = \frac{3\,200}{4\,000} = 0.8 \quad (\text{P. Dr. Huber})$$



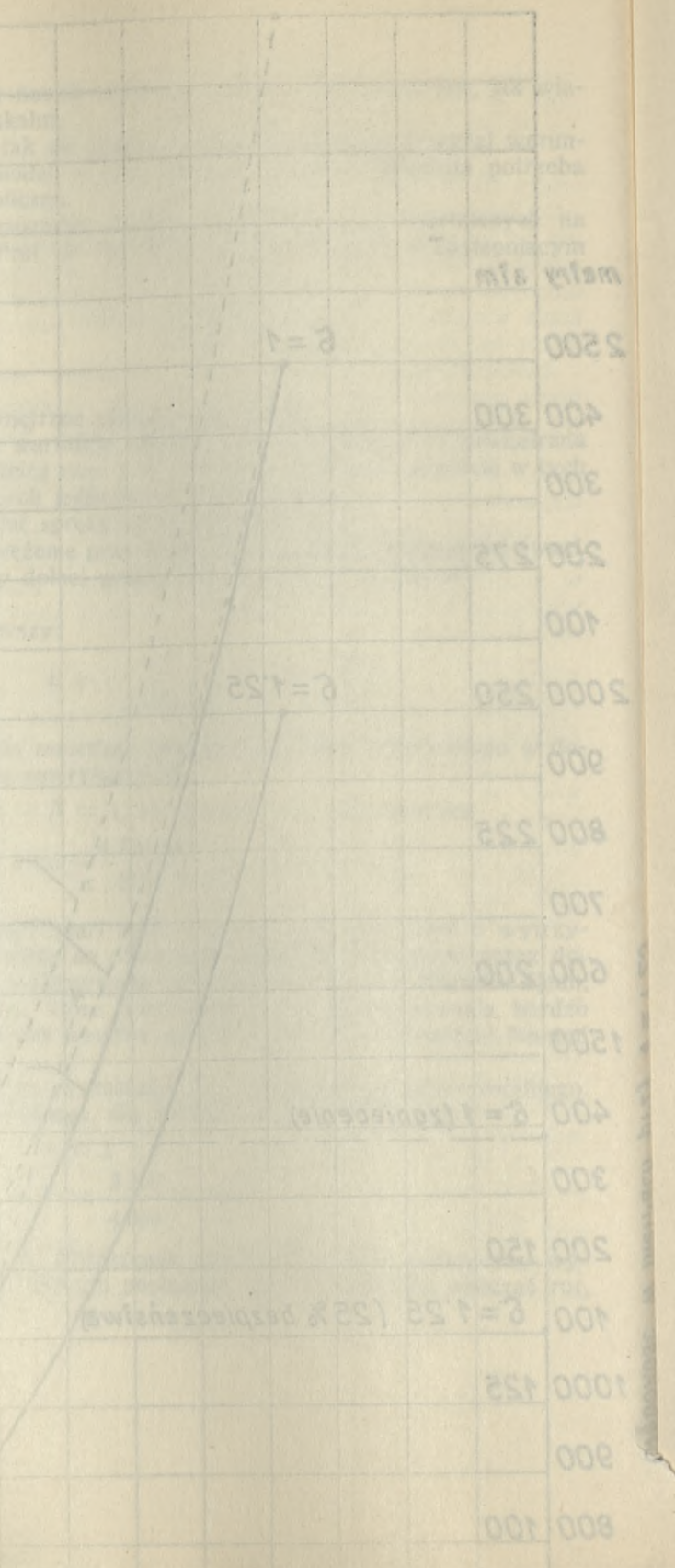
Rys. 59. Wykres zależności wymiarów rur wiertniczych od głębokości otworów (podług prof. inż. S. Paraszczaka).





Wykres dla obliczenia tur  
na ciśn zewnętrzne p<sub>z</sub> (dopuszczalne p<sub>z</sub>)  
(dopuszczalne dla p<sub>z</sub> = 1,25)

$$p = 107 \cdot 1000 \left( \frac{z}{0} \right)^2 + 626 \cdot 2 \left( \frac{z}{0} \right)$$
$$p = 107000z^2 + 1252z$$
$$p = 158000z$$
$$z = \frac{p}{158000}$$

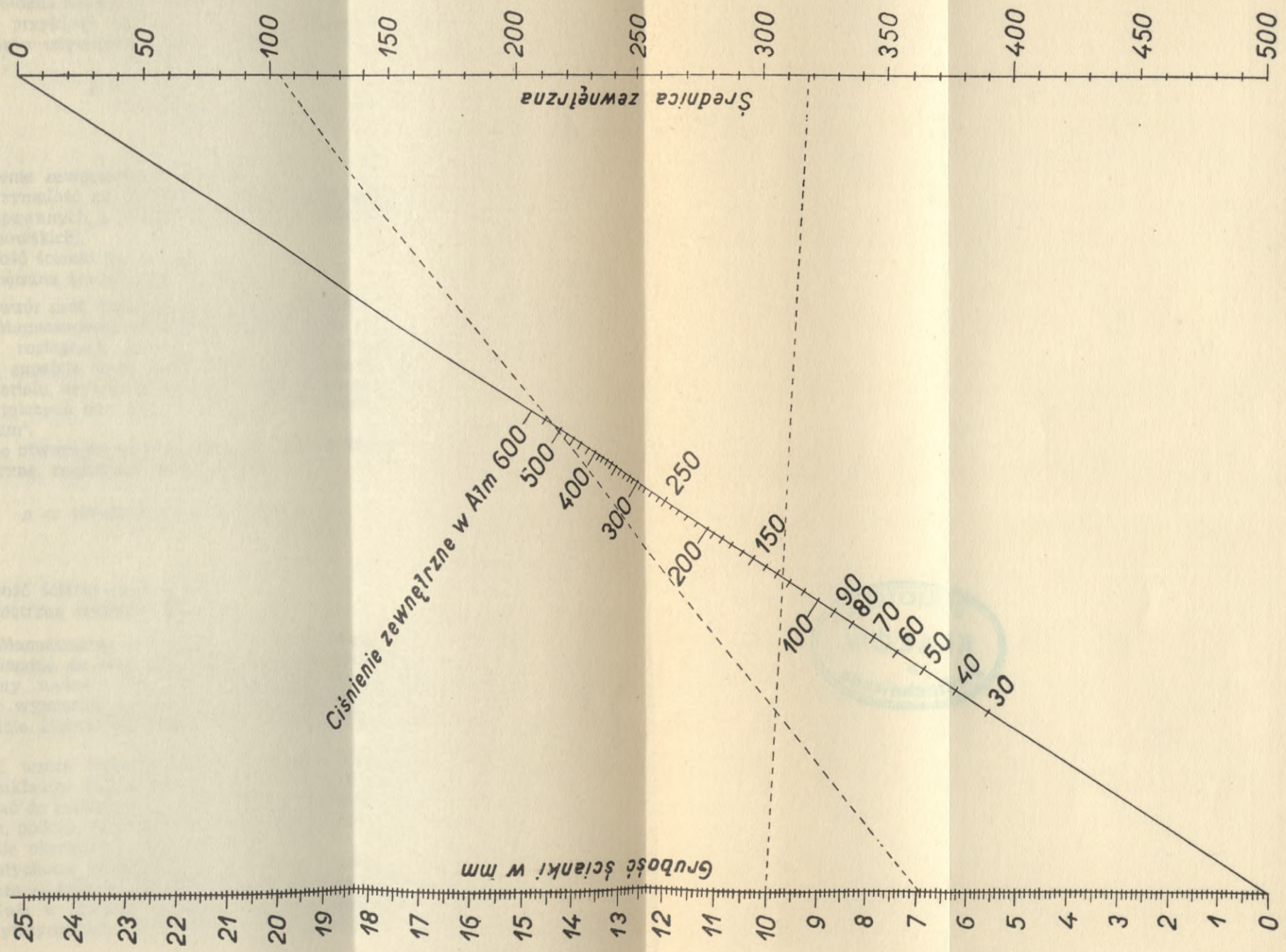


1500  
1000  
500  
0

1000  
500  
0

1000  
500  
0

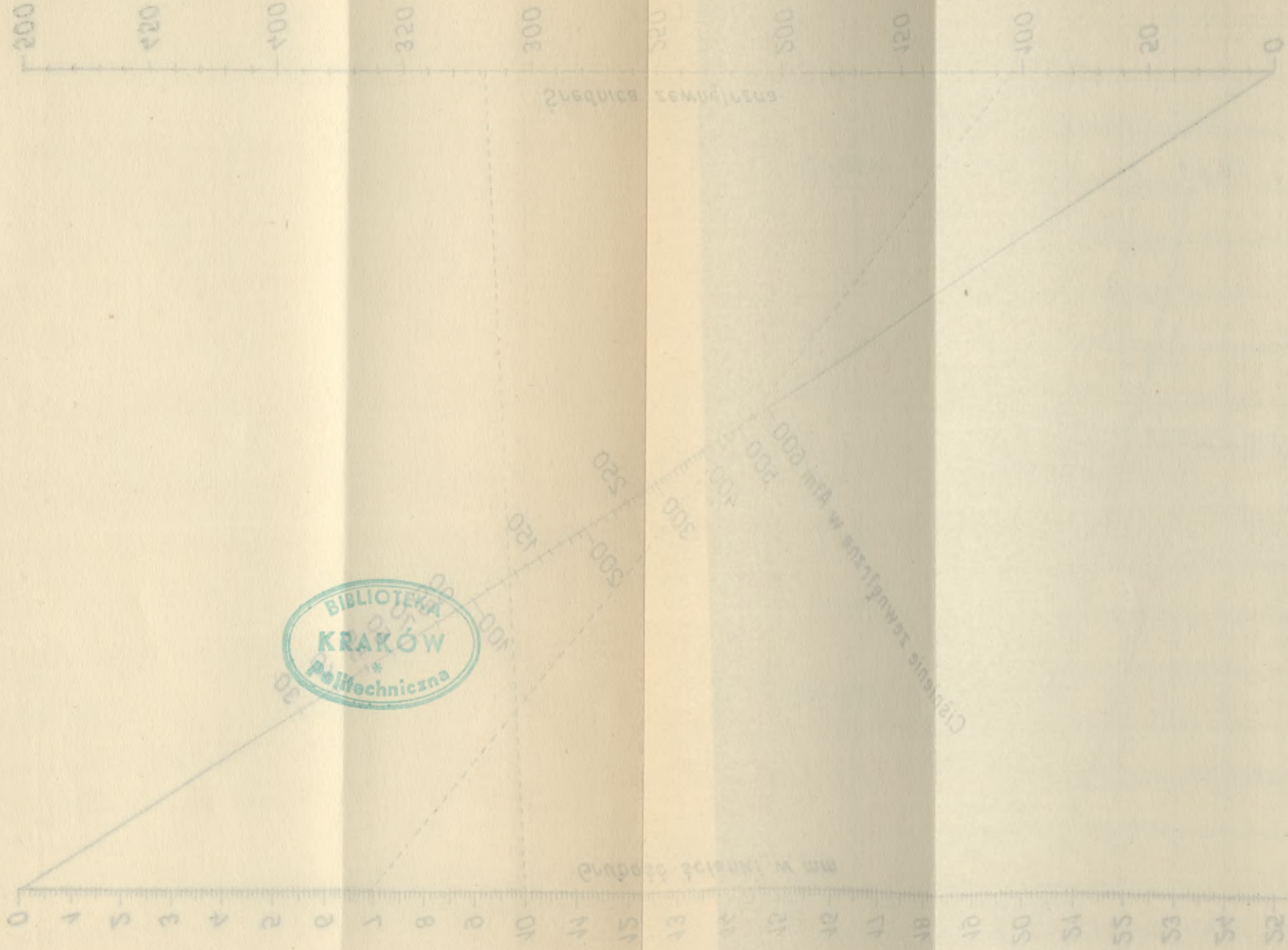




Rys. 60. Wykres zależności wymiarów rur od głębokości otworów wzgl. ciśnienia zewnętrznego (ważne tylko dla rur Mannesmann).



Wszystkie dane techniczne (ciężar, długość, szerokość, wysokość, objętość, powierzchnia, itp.) należy podać w jednostkach SI (metry, kilogramy, sekundy, itp.).





lecz można wprost odczytać ich wymiary, względnie głębokość, do których je można bezpiecznie zapuszczać.

Konkretne przykłady obliczeń rur podług wzoru prof. Hubera oraz wzorów używanych w Niemczech

$$p = \frac{K \cdot s^2}{D \sqrt[4]{D^3}}$$

gdzie:

$p$  = ciśnienie zewnętrzne w  $\text{kg/cm}^2$

$K$  = wytrzymałość na złamanie przyjęta na  $45 \text{ kg/mm}^2$  dla rur spawanych, a  $55 \text{ kg/mm}^2$  dla rur bez szwu (Mannesmannowskich).

$s$  = grubość ścianki rur w mm

$D$  = zewnętrzna średnica rur w mm

wykazały, iż wzór prof. Hubera jest nieco ostrożniejszy.

Zakłady Mannesmanna w Düsseldorfie dokonały przed kilkunastu laty rozległych doświadczeń z rurami, wykonanymi z materiału o zupełnie ściśle określonych własnościach, a mianowicie z materiału, używanego przez te zakłady zawsze do wyrobu rur wiertniczych bez szwu, którego wytrzymałość wynosi  $55$  do  $65 \text{ kg/mm}^2$ .

Zakłady te utworzyły wzór na obliczenia rur, w którym ciśnienie zewnętrzne, zginiatające rury, wynosi:

$$p = 107\,600 \left(\frac{s}{D}\right)^2 + 626,2 \left(\frac{s}{D}\right)$$

gdzie:

$s$  = grubość ścianki rury w mm

$D$  = zewnętrzna średnica rury w mm.

Zakłady Mannesmanna w Düsseldorfie, chcąc ułatwić wiertnikom posługiwanie się tym wzorem, sporządziły również bardzo oryginalny wykres (rys. 60), który pozwala na odnalezienie bądź to wymiarów rur dla danego ciśnienia hydrostatycznego (względnie głębokości), bądź też głębokości dla istniejących rur.

Wyższość wzoru Hubera względnie wykresu Paraszczaka nad danymi zakładów Mannesmanna polega na tym, że dadzą się one zastosować do materiału o rozmaitych własnościach wytrzymałościowych, podczas gdy tamte odnoszą się wyłącznie do materiału o ściśle określonych własnościach.

Jak z dotychczas przytoczonych rozważań wynika, muszą rury wiertnicze — jeśli się chce by były odporne na natężenia, na jakie bywają w otworze narażane — odpowiadać pewnym warunkom wytrzymałości i wykonania, które ustalił śp. inż. St.



Jamróz i które zostały przyjęte jako warunki Mechan. Stacji Dośw. Politechniki Lwowskiej, zarówno przez wytwórnie rur, jak i przez przemysł naftowy.

Warunki te, — mające bardzo doniosłą wartość i praktyczne znaczenie dla wiertnictwa, zabezpieczają je bowiem od dostawy wyrobów nie stojących na wyżynie potrzeb, — mają w głównych zarysach następujące brzmienie:

a) Dla materiału:

Wytrzymałość doraźna na zerwanie  $k_z = 55$  do  $65$  kg/mm<sup>2</sup> (w ostatnich czasach posunięto się do  $70$  kg/mm<sup>2</sup>);

Granica plastyczności najmniej  $33$  kg/mm<sup>2</sup>;

Wydłużenie przy zerwaniu najmniej  $W = 15\%$  przy długości próbki  $L = 11,3 \sqrt{F}$  ( $F =$  przekrój próbki);

Cyfra jakościowa (iloczyn  $k_z \cdot W$ ) najmniej  $960$ ;

Wytrzymałość rury na ciśnienie zewnętrzne ma odpowiadać obliczeniu podług wzoru prof. dra Huka.

b) Dla wykonania:

Tolerancje (dozwolone odchylenia) od umówionych wymiarów wyrażonych w mm

- 1) dla grubości ścianki  $\pm 20\%$ , in minus, niedopuszczalna,
- 2) dla owalności (odchylenie od kolistości przekroju), tj. różnica pomiędzy największą a najmniejszą średnicą zewnętrzną w jednym przekroju, nie może przekraczać:

dla rur 4, 5 i 6" . . . 2 mm

dla rur 7, 9 i 10" . . . 3 mm

powyżej . . . 3,5 mm

- 3) Długość rur wynosi normalnie do dwunastu m, umówiona część rur musi być dostarczana w mniejszych długościach.

- 4) Waga rur może być większa od umówionej, przy dostawach większych niż 10 ton o najwyżej  $12,5\%$ , przy mniejszych ilościach o  $15\%$ .

Za wagę przekraczającą tolerancję nie płaci się.

- 5) Zewnętrzny wygląd rur musi być gładki, bez guzów, zadziurów, fałdów, wklęsłości itp.

- 6) Średnicę wewnętrzną bada się za pośrednictwem tzw. sprawdzianów (kalibrów), z których Nr I powinien przejść przez całą rurę bez przeszkód, Nr II nie powinien w nią wcale wejść.

Wymiary tych sprawdzianów w stosunku do teoretycznej (zamówionej) wewnętrznej średnicy rury są następujące:



	Spr. Nr I	Spr. Nr II	Długość spr.
dla rur 4, 5 i 6"	— 0,5	+ 1	6 d
„ „ 7, 9 i 10"	— 1,0	+ 1,5	4 d
„ „ 12, 14 i 16"	— 1,5	+ 2,0	3 d
powyżej	— 2,0	+ 2,5	2 d

Zaznaczyć tu należy, że badanie to nasuwa wiele zastrzeżeń ze względu na jego ścisłość i nie pozwala na zupełnie dokładne stwierdzenie wewnętrznej średnicy rur.

W Rumunii skonstruowano przyrząd, posiadający sprężynami rozwierane ramiona, posuwające się po wewnętrznej ścianie rur. Nieskomplikowany system dźwigni przenosi odchylenia ramion na podziałkę, oświetloną elektryczną lampką akumulatorową, co pozwala na stwierdzenie odchylenia od normalnej średnicy, zaznaczonej na podziałce, podczas powolnego przeciągania przyrządu przez wnętrze rur. Przyrząd ten nie rozpowszechnił się dotychczas z nieznanых przyczyn.

7) Gwinty stanowią najważniejszy szczegół konstrukcyjny rury wiertniczej, od jego wykonania bowiem zależy wytrzymałość kolumny rur zawieszonych w otworze, ich szczelność, konieczna przy zamykaniu wody, jak też możliwość kilkakrotnego użycia tych samym rur w rozmaitych otworach.

Zapatorywania na najodpowiedniejszy kształt gwintu różniły się przez długi czas i były przedmiotem dyskusyj na międzynarodowych zjazdach wiertników, urządzanych przed wojną co roku. Wreszcie zgodzono się na zgromadzeniu, odbytym w Frankfurcie n/M. w roku 1898 lub 1899, na rury, których wewnętrzna średnica winna być jednolita, a połączenie uskutecznione za pomocą skrętów gwintowych, przy czym:

gwint ma być Withworth'a, o ilości skrętów na 1 cal angielski:

u rur do 14" . . . . . 10 skrętów

u rur powyżej 14" . . . . . 8 skrętów

i winien być nacięty na stożku o zbieżności 3%.

Stożek musi być koncentryczny względem osi rury, a gwint ma być nacięty prostopadle do tworzącej stożka.

Wewnętrzny gwint, nacięty w rozwartym końcu rury, nosi nazwę mufy albo kielicha. Gwint ten powinien być o 5 mm dłuższy od gwintu czopa.

Nowe, jeszcze nie używane gwinty, nie powinny się całkowicie skręcać, lecz przy próbie dokonanej siłą ręki pojedynczego robotnika powinno zostać około 45 mm gwintu wolnego.

Po trzykrotnym skręceniu dwóch rur ze sobą, długość wolnego gwintu nie powinna zmniejszyć się o więcej niż 25%. Warunek ten zapewnia rurom możliwość wielokrotnego użycia, a zatem i skręcania.



Na wymiarach gwintu nie udziela się żadnych tolerancji, a wykonanie ich musi być niezwykle staranne, sprawdzanie zaś tego wykonania przy odbiorze rur jest bardzo drobiazgowo i szczególnie omówione w warunkach dostawy i odbioru.

Dla rur ze szwem, spawanych, wymaga się materiału o wytrzymałości doraźnej 36—42 kg/mm<sup>2</sup>, granicy plastyczności powyżej 24 kg/mm<sup>2</sup> i wydłużenia powyżej 22%.

W Stanach Zjedn. Ameryki Półn., gdzie wszystkie techniczne cechy urządzeń wiertniczych są przez A. P. I. znormalizowane, ustalono następujące normy dla materiału rur wiertniczych:

	A	B	C	D	E
Stopień na wytrzymałość					
- doraźną kg/mm <sup>2</sup>	33,75	49,22	52,74	66,80	77,40
Granica plastyczności kg/mm <sup>2</sup>	21,10	28,13	31,64	38,68	45,00
Wydłużenie %	40,00	25,00	20,00	18,00	18,00

Dane te zostały przeliczone z funtów na cal angielski, na kg/mm<sup>2</sup>.

Ostatni stopień wprowadzono dopiero w ostatnich latach dla otworów o głębokości przekraczającej 3 000 m.

Jak widzimy, jest to materiał bardzo wysokiej klasy, którego cyfra jakościowa wynosi 1393.

Przed przystąpieniem do wiercenia należy ustalić zasadnicze jego cechy techniczne, tj. głębokość i końcową średnicę otworu, mając zaś te dane, należy przystąpić do ustalenia planu zarurowania.

Jest to czynność niezmiernie ważna, gdy koszt rur przy wierceniach udarowych suchych jest bardzo znaczny i wynosi od kilkunastu do około 50% całkowitego kosztu wiercenia.

Ułożenie dobrego planu rur powinno odbywać się z zachowaniem następujących warunków:

- 1) uczynienia zadość technicznym wymogom,
- 2) zredukowania do minimum kosztów rurowania.

Żaden z tych warunków nie jest mniej ważny, żaden nie powinien ustępować drugiemu. Jakkolwiek winniśmy w pierw ustalić techniczne warunki i do nich dostosować rurowanie, nie wolno jednak decydować się na tańsze rurowanie, obniżając lub lekceważąc techniczne warunki.

Praca ta wymaga dużego doświadczenia i znajomości terenu, w którym wiercenie ma być wykonane. Na kopalni, na której odwiercono już większą ilość otworów, utarł się zazwyczaj pewien typ zarurowania, a zadanie w tym wypadku nie przedstawia żadnych trudności, które występują jaskrawo u wierceń poszukiwawczych, wykonywanych po raz pierwszy w danym terenie.



Po ustaleniu głębokości, należy zdecydować, jaką najmniejszą średnicą zamierzamy wiercenia zakończyć, przy czym wskazane jest nie obierać najmniejszej lub bardzo małej średnicy, w celu zachowania sobie rezerwy na wypadek napotkania nieprzewidywanych przeszkód w wierceniu.

Aby stworzyć plan zarurowania, trzeba przyjąć jak daleko każdy z użytych wymiarów rur (tzw. „dymensja“) będzie mógł iść w „teren“, tzn. posuwać się za dłutem, pogłębiającym otwór.

Doświadczenie uczy, że skały zachowują się bardzo rozmaicie. Najkorzystniejszymi są jednolite piaskowce, margle i niektóre twarde niekruche łupki, których ściany nie kruszą się, nie tworzą zatem tzw. „zasypów“, i rury wchodzą do takiego otworu swobodnie, jak gdyby do innych większych rur. W takie skały rury mogą iść dowolnie głęboko, niemal bez ograniczeń, tzn. na całą ich miąższość, choćby kilkusetmetrową. Takich skał jednak mamy w naszych kopalniach niewiele i nie odznaczają się one dużą miąższością.

Przeważnie spotykamy się ze skałami sypliwymi, które wykruszają się, tworzą za rurami zwały, utrudniające swobodny ruch rur i „chwytające“ te rury, tzn. unieruchamiające je. Najgorsze są pod tym względem kruche łupki oraz suche gliny z domieszką szutru.

Istnieją także ily pęczniejące, które mają własność obciskania rur, nieraz już po kilku godzinach po ich zapuszczeniu w otwór w nich wykonany. Są to najtrudniejsze warstwy dla wierceń suchych i były niejednokrotnie przyczyną przedwczesnego zaniechania wiercenia. Niekorzystne są także suche luźne lub wodonośne piaski, w których otwór wykonany dłutem natychmiast zasypuje się, zanim zdąży się zapuścić rury. W takich piaskach najkorzystniej jest „wiercić“ łyżką, za którą powinna posuwać się natychmiast rura, włączana ewentualnie siłą.

Pominąwszy te niezwykle korzystne lub odwrotnie niekorzystne warunki, można w naszych terenach przyjąć, że jedna dymensja rur wejdzie 150 do 250 m w teren, i w ten sposób, posuwając się od dołu czyli od najmniejszej średnicy ku górze, określamy kolejność rur i głębokość, do której każda z nich będzie sięgała.

Przy projektowaniu wierceń naftowych nie wolno zapominać o zamykaniu wody, którego ilość i głębokość musi być znana albo przyjęta i dla którego należy ustalić średnicę rur.

Rury zamykające wodę muszą oczywiście sięgać do wierzchu otworu, to samo dotyczy i ostatnich rur, w których odbywa się eksploatacja. Wszystkie inne rury natomiast nie muszą sięgać do samej góry, czyli „dublować“ rur poprzedzających o większej średnicy, lecz mogą być wycięte i wydobyte, aby służyć w następnych wierceniach. O ile teren na to pozwala, wyciąga się często również rury poprzedzające rury zamykające wodę. W tym celu muszą one oczywiście sięgać do wierzchu.



Postępowanie to jest bardzo racjonalne i przyczynia się walnie do obniżenia kosztu zarurowania, dotyczy ono bowiem największych, a zatem i najdroższych rur.

Zaznaczyć należy, że przy wierceniach eksploatacyjnych za ropą powinno się dochodzić do złoża roponośnego możliwie dużą średnicą rur, albowiem wydajność otworu stoi w prostym stosunku do jego końcowej średnicy.

Są wypadki niezwyčajnych odchyłń od tych norm. I tak wykonano w Mrażnicy otwór wiertniczy „Jerzy“, w którym rury 6" zeszyły 636 m w teren (od 1264 do 1900 m). Jest to nadzwyczajny wypadek, który niewątpliwie zaszedł z tego powodu, że chciano otwór pogłębić znacznie ponad projektowaną pierwotnie głębokość.

Głębokości projektowane w planie zarurowania należy uważać za przybliżenie, które czasami przekracza się, a którego czasami nie osiąga się.

Tabele 15, 16 i 17, zamieszczone w części I „Kopalnictwa“ na str. 232, 233 i 234, zawierają zestawienia rur wiertniczych, używanych w naszych kopalniach, z podaniem, w ostatniej kolumnie, wysokości zgniatającego słupa cieczy, do której zatem rury nie powinny być dopuszczane.

Dla wierceń poszukiwawczych, niezwykle głębokich, projektuje się i oblicza specjalne zarurowanie.

Stosowane w ostatnich czasach rury wiertnicze od 22 do 4" zestawil w ilości 114 typów inż. A. Kottek w książeczce, wydanej nakładem Koncernu „Małopolska“. Wydawnictwo to zawiera wszystkie potrzebne wymiary i dane wytrzymałościowe tych rur. Jest to bardzo użyteczne i wygodne zestawienie.

Zapuszczanie i wyciąganie rur jest czynnością odbywającą się rzadziej niż ta sama manipulacja żerdziami, jako pomocnicza jednak i powtarzająca się kilkaset razy, powinna być właściwie przygotowana i zorganizowana, aby uniknąć niepotrzebnych strat czasu.

Przeznaczone do zapuszczenia rury powinny być zawczasu starannie ułożone przed wieżą wiertniczą na tzw. „rampach“, kielichami ku wieży, i dobrze wyrównane, tak, aby jeden kielich nie wystawał ze stosu ponad drugim.

Rury zapuszcza się i wydobywa, przy pracy żurawiem kanadyjskim, tym samym bębniem, który służy do zapuszczania żerdzi. U żurawia pensylwańskiego służy do tego celu odrębny bęben, wmontowany w ścianie wieży, tak że lina z niego idzie wprost na rolki umieszczone na wieży, bez łamania się po drodze. W obu wypadkach bębny te są za słabe, by udźwignąć ciężar kolumny rur nawet niezbyt głębokich otworów, wstawia się zatem pomiędzy ten bęben a kolumnę rur wielokrążek o kilku rolkach, który odpowiednio do ich ilości uwielokrotnia sprawność bębna.

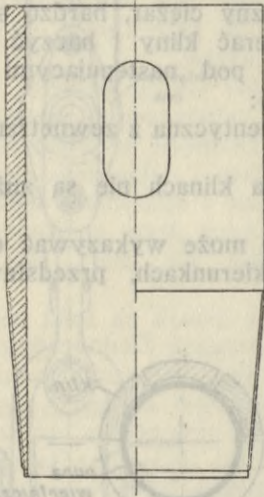


U dolnego wielokrażka znajduje się tzw. „chomąto“, które raczej strzemieniem lub kablakiem zwać się powinno, zawieszono na obrotowym swoźniu, spoczywającym na łożysku kulkowym, co umożliwia temu kablakowi obracanie się wraz z rurą około pionowej osi.

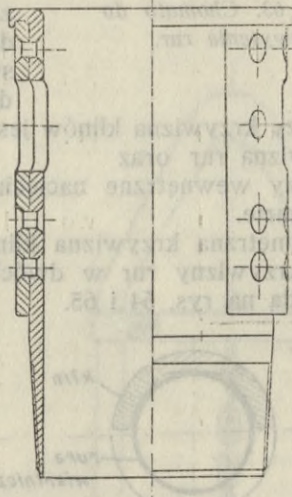
Każda z rur, mająca być zapuszczona do otworu, musi być odpowiednio ujęta, wniesiona do wieży i tak w niej zawieszona, by jej skrócenie z poprzednio zapuszczoną było możliwe. Uskutecznią się to w dwojaki sposób za pomocą:

- 1) tzw. „huczka“ albo
- 2) tzw. „elewatora“.

Praca „huczka“ (rys. 61 i 62), którego opis znajduje się w części I, str. 182 i 183, polega na tym, że wkręca się go do kie-



Rys. 61.

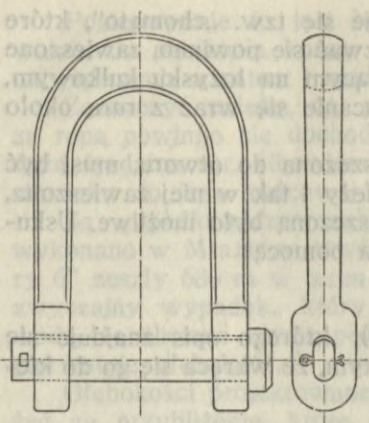


Rys. 62.

#### Huczki do rur.

licha rury, po czym zawieszają się tę rurę za pomocą huczki i chomąta (rys. 63) (Część I, str. 183 i 194) u wielokrażka, za pośrednictwem którego wciąga się rurę do wieży. Ponieważ na drugim końcu rury znajduje się zewnętrzny gwint, czyli czop, a koniec ten posuwa się po ziemi, i zanim rura wejdzie do wieży i zawiśnie gwint ten mógłby po drodze ulec uszkodzeniu, — chroni się go ustawiając na kawałku grubej blachy, mającym kształt łopaty i zaopatrzonego uchwytem, na którym rura, opierając się, wraz z nim posuwa się po ziemi względnie podłodze, utworzonej przed wieżą z desek. Zamiast łopaty lepiej jest używać malutkiego wózka, opatrzonego w dwa kółka. —





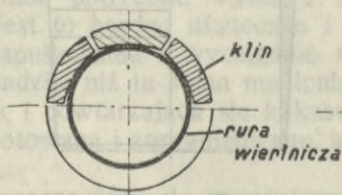
Rys. 63. Chomąto do chwytania rur.

Pierwsza rura nie ma oczywiście u dołu gwintu lecz but, omówiony szczegółowo w Części III, w rozdziale o zamykaniu wody.

Tę pierwszą rurę umieszcza się w tzw. „ściskach do rur“, opisanych w Części I na str. 184—185 (rys. 203) pod nazwą „płyty z klinami“, w których ona zawisa w otworze. Przy doborze płyty z klinami, względnie samych klinów jako takich, należy zwłaszcza w głębszych odwiertach, gdzie kolumny rur mają znaczny ciężar, bardzo starannie dobrać kliny i baczyć na ich stan pod następującymi względami:

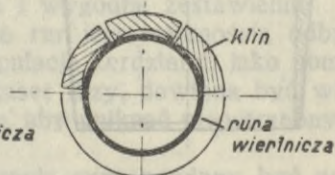
- 1) czy krzywizna klinów jest identyczna z zewnętrzną krzywizną rur oraz
- 2) czy wewnętrzne nacięcia na klinach nie są zużyte lub starte.

Wewnętrzna krzywizna klinów może wykazywać odchylenia od krzywizny rur w dwóch kierunkach, przedstawionych z przesadą na rys. 64 i 65.



Rys. 64.

Kliny o zbyt małej krzywiznie wewnętrznej.



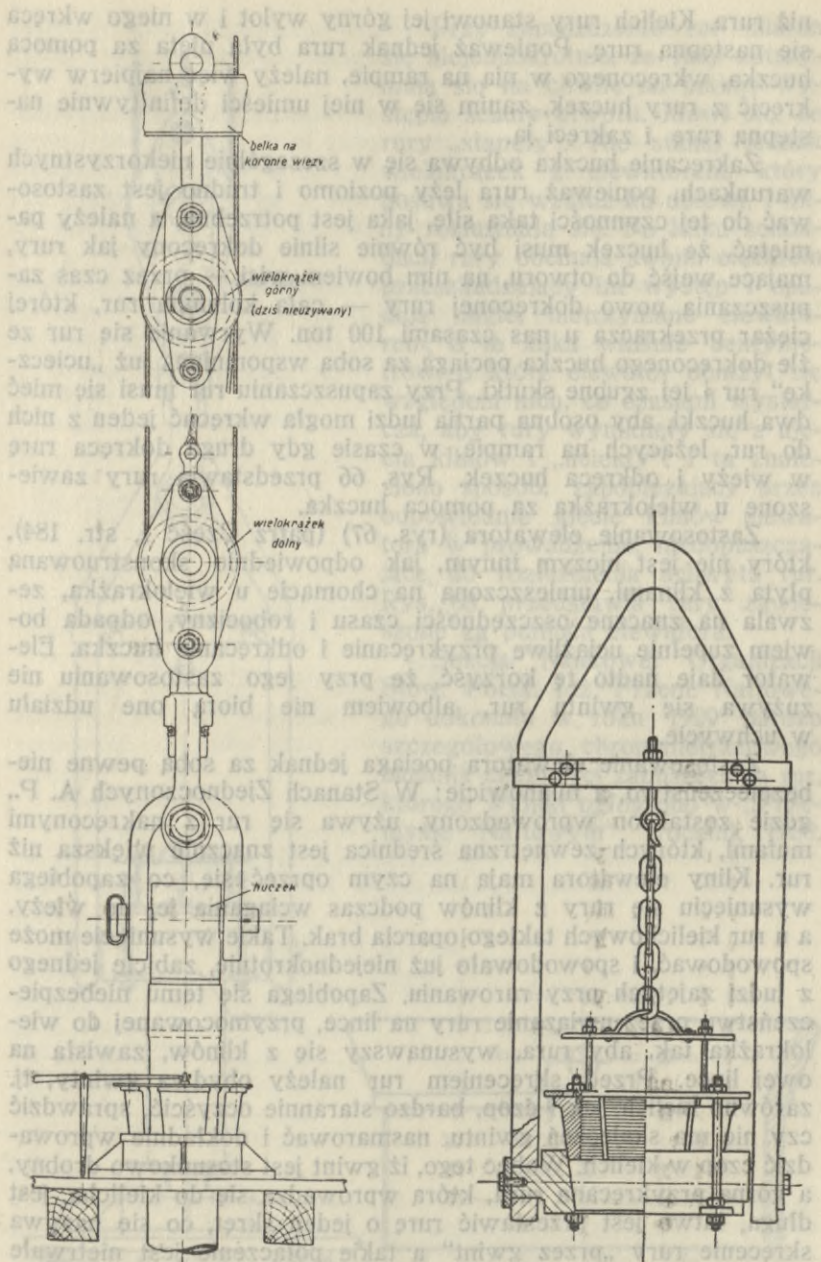
Rys. 65.

Kliny o zbyt dużej krzywiznie wewnętrznej.

Obydwa wypadki są szkodliwe, gdyż pociągają za sobą wgniecenia w rurach, w miejscu ich ujęcia klinami.

Starte nacięcia w klinach obniżają tarcie pomiędzy rurą a klinami i mogą pociągnąć za sobą wysunięcie się rur z uchwytu i runięcie ich do otworu. Nazywa się to „ucieczką“ rur, a skutki takiego wypadku, bardzo groźne dla istnienia otworu, będą omówione w rozdziale o robotach ratunkowych (instrumentacja). Rurę umieszcza się w klinach w ten sposób, że kliny ujmują rurę pod kielichem, który ma — jak wiadomo — średnicę nieco większą





Rys. 66. Zawieszenie rur na huczku przy użyciu górnego wielokrażka.

Rys. 67. Elewator do chwytania rur.



niż rura. Kielich rury stanowi jej górny wylot i w niego wkręca się następną rurę. Ponieważ jednak rura była ujęta za pomocą huczka, wkręconego w nią na rampie, należy więc najpierw wykręcić z rury huczek, zanim się w niej umieści definitywnie następną rurę i zakręci ją.

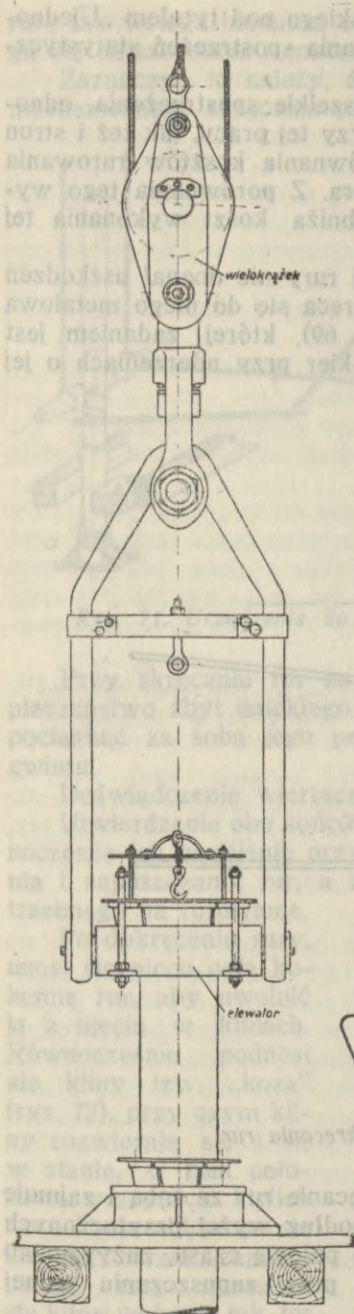
Zakręcanie huczka odbywa się w szczególnie niekorzystnych warunkach, ponieważ rura leży poziomo i trudno jest zastosować do tej czynności taką siłę, jaka jest potrzebna, a należy pamiętać, że huczek musi być równie silnie dokręcony jak rury, mające wejść do otworu, na nim bowiem wisi — przez czas zapuszczania nowo dokręconej rury — cała kolumna rur, której ciężar przekracza u nas czasami 100 ton. Wyrwanie się rur ze źle dokręconego huczka pociąga za sobą wspomnianą już „ucieczkę“ rur i jej zgubne skutki. Przy zapuszczaniu rur musi się mieć dwa huczki, aby osobna partia ludzi mogła wkręcać jeden z nich do rur, leżących na rampie, w czasie gdy druga dokręca rurę w wieży i odkręca huczek. Rys. 66 przedstawia rury zawieszono u wielokrażka za pomocą huczka.

Zastosowanie elewatora (rys. 67) (patrz Część I, str. 184), który nie jest niczym innym, jak odpowiednio skonstruowaną płytą z klinami, umieszczoną na chomacie u wielokrażka, zezwala na znaczne oszczędności czasu i robocizny, odpada bowiem zupełnie uciążliwe przykręcanie i odkręcanie huczka. Elewator daje nadto tę korzyść, że przy jego zastosowaniu nie zużywa się gwintu rur, albowiem nie biorą one udziału w uchwycie.

Zastosowanie elewatora pociąga jednak za sobą pewne niebezpieczeństwo, a mianowicie: W Stanach Zjednoczonych A. P., gdzie został on wprowadzony, używa się rur z nakręconymi mufami, których zewnętrzna średnica jest znacznie większa niż rur. Kliny elewatora mają na czym oprzeć się, co zapobiega wysunięciu się rury z klinów podczas wciągania jej do wieży, a u rur kielichowych takiego oparcia brak. Takie wysunięcie może spowodować, i spowodowało już niejednokrotnie, zabicie jednego z ludzi zajętych przy rurowaniu. Zapobiega się temu niebezpieczeństwu przez uwiązanie rury na linie, przymocowanej do wielokrażka tak, aby rura, wysunawszy się z klinów, zawisła na owej linie. Przed skręceniem rur należy obydwie gwinty, tj. zarówno kielich, jak i czop, bardzo starannie oczyścić, sprawdzić czy nie ma skałceń gwintu, nasmarować i dokładnie wprowadzić czop w kielich. Wobec tego, iż gwint jest stosunkowo drobny, a górna przykręcana rura, którą wprowadza się do kielicha, jest długa, łatwo jest przestawić rurę o jeden skręt, co się nazywa skręcenie rury „przez gwint“ a takie połączenie jest nietrwałe i niszczy obydwie gwinty.

Należy też przestrzegać, aby podłoga wieży nie była śliska, gdyż obniża to pewność siebie robotników. Trzeba przeto podłogę posypywać często popiołem lub piaskiem.

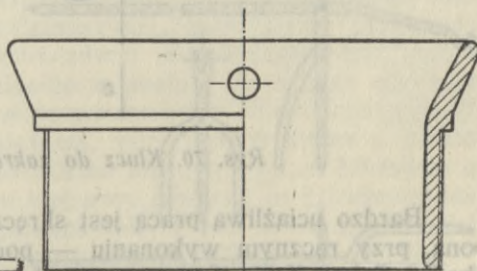




Rys. 68. Zawieszenie rur na elewatorze.

Przy zapuszczaniu rur zdarza się niejednokrotnie, że rury zatrzymują się na chwilę na jakimś występie ściany otworu. Mówi się, że rury „stały”. Nie stały jednak wielokrążek z elewator, który posuwa się wzdłuż ku dołowi, i kliny rozluźniają się. Po kilku sekundach rury obcinają swoim ciężarem przeszkadzający im występ i opadają nagle, nietrzymane elewator, o te kilka właśnie centymetrów, o które elewator obniżył się względem nich, co czasami wystarcza, aby rury wymknęły się z ujęcia klinów i „uciekły”. I tu znaleziono sposób, zapobiegający przez odpowiednie ujęcie klinów elewatora w prowadzenie, niedopuszczające do rozluźnienia uchwytu rur. Rys. 68 przedstawia rury zawieszono za pomocą elewatora.

Sekcja Naukowej Organizacji Stow. Polsk. Inż. Przem. Naftowego dokonała w roku 1929 bardzo szczegółowego chronometrycznego badania czynności zapuszczania rur, którego wyniki ogłoszono w „Przemysle Naftowym” (rocznik 1930,



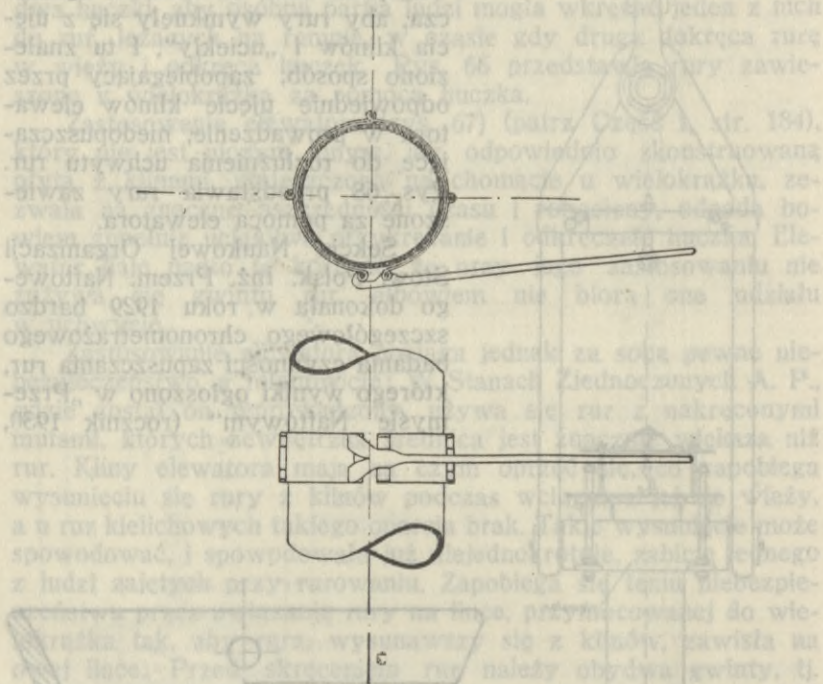
Rys. 69. Metalowy „kapelusz”.



str. 2, 27 i 56) w pracy prof. Z. Bielskiego pod tytułem „Ujednostajnienie sposobów czynienia i zbierania spostrzeżeń statystycznych przy wierceniach“.

W artykule tym znajdują się wszelkie spostrzeżenia, odnoszące się do błędów, popełnianych przy tej pracy, jak też i stron dodatnich.. Dokonano tam też porównania kosztów rurowania przy zastosowaniu huczka i elewatora. Z porównania tego wynika, że zastosowanie elewatora obniża koszt wykonania tej czynności o blisko 50%.

Aby wewnętrzny gwint ostatniej rury nie doznał uszkodzeń podczas wiercenia i łyżkowania, wkreca się do niego metalową wkładkę zwaną „kapeluszem“ (rys. 69), której zadaniem jest również zapobiegać tworzeniu się isker przy uderzeniach o jej brzeg.



Rys. 70. Klucz do zakręcania rur.

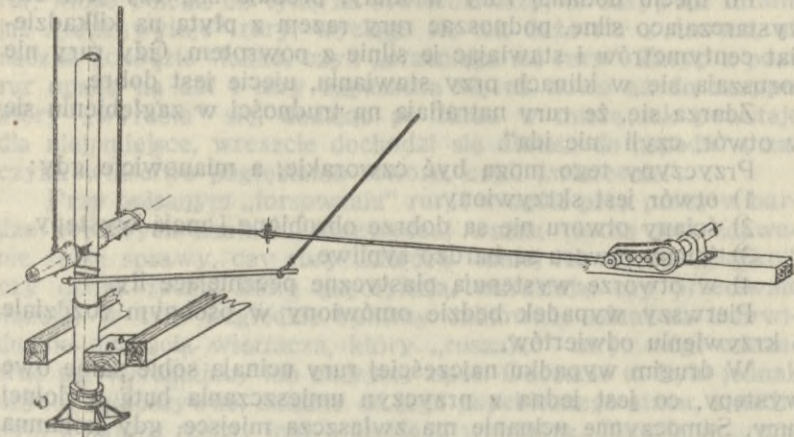
Bardzo uciążliwą pracą jest skręcanie rur ze sobą i zajmuje ona, przy ręcznym wykonaniu — podług wyżej przytoczonych badań Sekcji Nauk. Org. — przeszło połowę czasu, zużywanego na wszelkie czynności, potrzebne przy zapuszczaniu jednej rury.

Zastosowawszy zamiast tzw. „pęta“ z „dragiem“, używanych przy ręcznym zakręcaniu rur, klucza (rys. 70), obejmującego



rurę jak wstęga hamulca, oraz silnika parowego (rys. 71), osiąga się dalsze bardzo znaczne oszczędności.

Zaznaczyć tu należy, że rys. 71 przedstawia zastosowanie mechanicznego skręcania rur za pomocą „pęta” i „draga”.



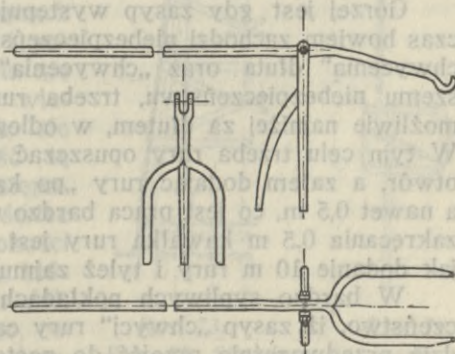
Rys. 71. Urządzenie do skręcania rur za pomocą silnika.

Przy skręcaniu rur za pomocą silnika nasuwa się niebezpieczeństwo zbyt dalekiego wkręcenia czopa w kielich, co może pociągnąć za sobą jego pęknięcie albo zatarcie i zniszczenie gwintu.

Doświadczenie wiertacza winno takim wypadkom zapobiec.

Utwardzenie obu końców liny wielokrażków na bębnie i równoczesne ich nawijanie przynosi podwojenie prędkości wznoszenia i zapuszczania rur, a zatem dalszą oszczędność czasu potrzebnego na rurowanie.

Po dokręceniu rury, unosi się nieco całą kolumnę rur, aby uwolnić ją z ujęcia w klinach. Równocześnie podnosi się kliny tzw. „koza” (rys. 72), przy czym kliny rozwierają się i są w stanie, w tym położeniu, przepuścić kielich rur. Przy zbliżaniu się kielicha nowo zapuszczonej rury opuszczają się kliny na kozie tak, by uchwyciły one rurę tuż pod kielichem.



Rys. 72. Kozą do podnoszenia klinów.



Czasem kliny nie dadzą się wyciągnąć z płyty. Wówczas należy uderzyć w nią kilka razy młotem miedzianym, aby nie tworzyć iskier. Najczęściej trzeba również pobić kliny w płycie, co się uskutecznia tym samym młotem.

Po ujęciu dodanej rury w kliny, próbuje się, czy jest ono wystarczająco silne, podnosząc rury razem z płytą na kilkadziesiąt centymetrów i stawiając je silnie z powrotem. Gdy rury nie poruszają się w klinach przy stawianiu, ujęcie jest dobre.

Zdarza się, że rury natrafiają na trudności w zagłębieniu się w otwór, czyli „nie idą“.

Przyczyny tego mogą być czworakie, a mianowicie gdy:

- 1) otwór jest skrzywiony,
- 2) ściany otworu nie są dobrze obrobione i mają występy,
- 3) ściany otworu są bardzo sypliwe,
- 4) w otworze występują plastyczne pęczniejące ily.

Pierwszy wypadek będzie omówiony w osobnym rozdziale o krzywieniu odwiertów.

W drugim wypadku najczęściej rury ucinają sobie same owe występy, co jest jedną z przyczyn umieszczenia buta u dolnej rury. Samoczynne ucinanie ma zwłaszcza miejsce, gdy kolumna rur jest długa, a zatem i ciężka. Trzeba tylko uważać, by rury nie wymknęły się z ujęcia, zwłaszcza jeżeli się pracuje elewatorem.

Jeżeli w otworze występują warstwy bardzo sypliwe, to postępowanie zależy od tego, czy zapuszcza się do otworu całą nową kolumnę rur, czy też dodaje się po jednej rurze, po odwierceniu odpowiedniego na nią miejsca.

W pierwszym wypadku trudności są mniejsze, gdyż zasyp spada na dno otworu, tworząc mniej lub więcej wysoką warstwę, którą trzeba usunąć przez wiercenie i łyżkowanie, tzw. „wyrabianie zasypu“. Czynność ta nie przedstawia trudności i jest tylko konieczną niestety stratą czasu.

Gorzej jest gdy zasyp występuje podczas wiercenia, wówczas bowiem zachodzi niebezpieczeństwo obsypania, czyli „przechwycenia“ dłuta oraz „chwycenia“ rur. Aby zapobiec pierwszemu niebezpieczeństwu, trzeba rury prowadzić bezpośrednio możliwie najniżej za dłutem, w odległości nie większej niż 3 m. W tym celu trzeba rury opuszczać w miarę jak dłuto pogłębia otwór, a zatem dodając rury „po kawałku“ o długości 1,5, 1,0, a nawet 0,5 m, co jest pracą bardzo uciążliwą, czynność bowiem zakręcania 0,5 m kawałka rury jest zupełnie taką samą robotą, jak dodanie 10 m rury i tyleż zajmuje czasu.

W bardzo sypliwych pokładach zachodzi nadto niebezpieczeństwo, iż zasyp „chwyci“ rury całkowicie, tak że trzeba będzie przedwcześnie przejść do następnej, mniejszej dymensji.

Byłby to wypadek bardzo niekorzystny, obniżający techniczną wartość otworu, którego średnicę trzeba pomniejszyć, a podnoszący bardzo znacznie jego koszt, jeżeli trzeba przedwcześnie



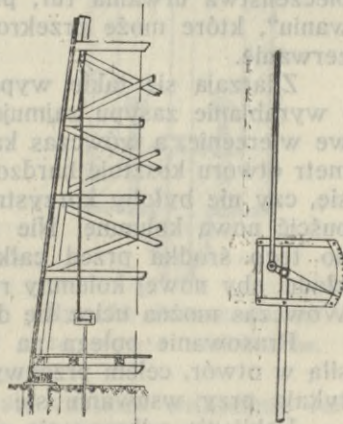
zaniechać ostatnią z projektowanych kolumn rur i kupić nową, mniejszą, nieprzewidzianą w planie zarurowania, a zatem i kosztorysie otworu.

Aby temu zapobiec, przystępuje się do tzw. „forsowania“ rur, które polega na tym, że stwierdziwszy, iż zasyp za rurami już „podchwytuje“ rury, wyciąga się tak dużo rur z otworu, aż zaczną „chodzić“ lekko, czyli „przeciąga się rury“. Zasyp z poza rur opada na dół i rury zapuszcza się na nowo aż do zasypu, który „wyrabia“ się, dodając po rurze w miarę jak powstaje dla niej miejsce, wreszcie dochodzi się dółtem do „spodu“ i zaczyna właściwe pogłębianie otworu, czyli „wiercenie“.

Przy opisanym „forsowaniu“ rur, i w ogóle przy pracy w bardzo sypliwych skałach, nadzwyczaj ważną rzeczą jest zdawanie sobie sprawy, czy rury „chodzą“ mniej lub więcej „ciężko“, czy opory ruchu, które napotykają, wzrastają, czy przeciwnie maleją. W tym względzie byliśmy całkowicie zdani na indywidualne odczucia wiertacza, który „ruszając“ rury, mógł odczuwać ich wzrastający lub malejący opór. Odczucie to było jednak czysto subiektywne, zależne od jego psychicznego stanu, a nadto było z natury rzeczy inne u każdego wiertacza. Określenia „rury chodzą bardzo ciężko“ albo „nie bardzo ciężko“ musiało wystarczać.

Inż. Tadeusz Bielski wprowadził w r. 1934 siłomierz (patrz „Przemysł Naftowy“ z r. 1934, str. 632), który usuwa ten brak w urządzeniu wiertniczym. Siłomierz ten ma nadto tę zaletę, że może być wykonany przez kopalnianego kowala i zmontowany w wieży przez personel wiertniczy, tak że niemal nic nie kosztuje.

Zasada polega na tym, że ciężar rur, unoszonych przez wielokrążek, udziela się za pośrednictwem lin, przechodzących przez wieżę, teje wieży, i powoduje zjawisko rozpierania się świec, zwane „siadaniem“ wieży. Przy „siadaniu“ skacają się świece wieży. Okoliczność tę wyzyskał konstruktor w następujący sposób: Do jednej ze świec przytwierdza się na wysokości około 12 m żerdź wiertniczą, której drugi koniec schodzi na dół, na wysokość oka ludzkiego, w spokojne miejsce w wieży (rys. 73). Ten drugi koniec łączy się zawiasowo z dwuramienną dźwignią, mającą stały punkt obrotu.



Rys. 73. Rys. 74.

Rys. 73. Siłomierz do pomiaru oporu rur w terenie.

Rys. 74. Podziałka siłomierza do oporu rur.



Ramię, idące do żerdzi, jest bardzo krótkie, podczas gdy drugie ramię jest znacznie dłuższe i wykonane jest jako wskazówka (rys. 74).

Gdy wieża zaczyna pod obciążeniem „siadać“, żerdź popycha ową dwuramienną dźwignię, której dłuższe ramię, poruszając się wzdłuż podziałki, oznacza to obciążenie.

Wykonanie podziałki jest bardzo proste i bywa wykonywane na miejscu, podczas zapuszczania rur.

Punkt zerowy oznacza się wtedy, gdy wielokrażek zwisa w wieży nieobciążony, tzn. bez rur.

Przy zapuszczaniu rur, o znanej wadze na mb, oznacza się wychylenie wskazówki co kilka tysięcy kilogramów i postępuje się tak dopóty, dopóki rury nie wyjdą z poprzednich rur i nie wejdą w teren. Tu obciążenie wielokrażka nie można przenosić na podziałkę, albowiem zaznaczają się tu już opory tarcia rur o teren. Należy wszelako podziałkę przedłużyć według już używanej skali tak daleko, jak sięga ciężar całkowitej kolumny rur, która ma być zapuszczona. Jest rzeczą jasną, że odczyty na tej podziałce nie są całkowicie ścisłe, lecz tylko przybliżone. Dokładność osiągana w ten sposób jest jednak zupełnie wystarczająca do celów, do jakich ma służyć.

Mając tak skonstruowany siłomierz, nie jesteśmy zdani na subiektywne odczucia i słowne określenia wiertaczy, lecz używamy spostrzeżenia ścisłe, cyfrowe, jak np. „rury ruszyły przy 60 tonach“. Spostrzeżenie to porównane z poprzednim z dnia wczorajszego lub z przed kilku dni, poucza nas bardzo dokładnie o stanie rzeczy i pozwoli uniknąć omyłek, a zwłaszcza niebezpieczeństwa urwania rur, przy zbyt daleko posuniętym „forsowaniu“, które może przekroczyć granicę wytrzymałości rur na zerwanie.

Zdarzają się takie wypadki, iż opisane manipulacje rurami i wyrabianie zasypu zajmują znacznie więcej czasu niż właściwe wiercenie, a wówczas każdy odwiercony w tych warunkach metr otworu kosztuje bardzo drogo. Należy wówczas zastanowić się, czy nie byłoby korzystniej zaniechać „forsowania“ rur i zapuścić nową kolumnę. Nie jest rzeczą wskazaną uciekanie się do tego środka przed całkowitym przebicciem sypliwego pokładu, aby nowej kolumny rur nie narażać na te same trudności. Wówczas można uciec się do tzw. „prasowania“ rur.

Prasowanie polega na tym, że wbija się lub wciska rury siłą w otwór, celem przewyciężenia przeszkód, które one napotykają przy wsuwaniu się do otworu.

Pobijanie odbywa się w ten sposób, że wyjmuje się kliny z płyty i uderza się silnie w rury wolno stojące obciążnikami, spuszczanym z góry na linie wyjazdowej. Należy zdać sobie sprawę, jak daleko pragniemy tym sposobem rury wbić w otwór, i nie przekraczać koniecznej granicy, praca ta bowiem jest dla



rur niebezpieczną i mogą zajść następujące niepożądane wypadki:

- 1) but rur może się zagiąć oraz
- 2) jeden ze skrętów kolumny, będąc słabszym niż inne, może poddać się uderzeniom i skrzywić kolumnę, a nawet ją złamać.

Zagięcie buta można stosunkowo łatwo usunąć, natomiast zagięcie lub załamanie kolumny rur należy do kategorii najcięższych wypadków.

Rozumie się samo przez się, że nie wolno uderzać obciążnikiem wprost po rurze lecz po grubym brusie dębowym, na rurze położonym.

Drugim sposobem wprowadzania rur siłą do otworu jest wtlaczanie ich za pomocą wielokrążka.

Dzieje się to za pomocą urządzenia, przedstawionego na rys. 75, który nie wymaga objaśnienia.

Jest rzeczą oczywistą, że praca ta jest spokojna i nie naraża rur na takie niebezpieczeństwa, jak pobijanie ich obciążnikiem.

Tam, gdzie nie ma szybiku, w którego spodzie można zacementować uchwyty dla rolek, przez które przeprowadzi się linę użytą do wciskania rur, można te rolki przymocować liną lub łańcuchem do belek fundamentowych pod wieżą.

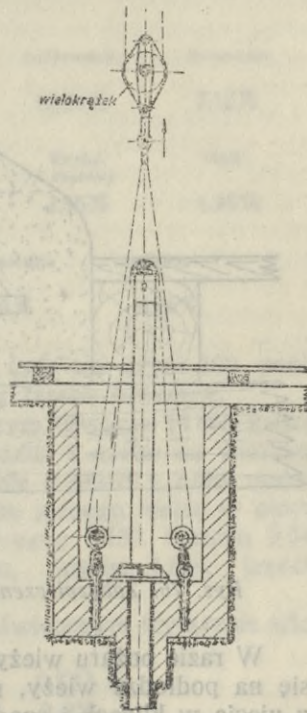
Wtlaczanie rur w otwór jest skuteczne zwłaszcza przy przechodzeniu przez grubsze warstwy ilów plastycznych.

Rury można wtlaczać także specjalnie do tego celu umocowanymi śrubami ratunkowymi.

W obu wypadkach nie można liczyć na wprowadzenie większej ilości rur w otwór i należy ograniczyć się tylko do dokończenia zapuszczania pewnej kolumny rur.

Przy zamykaniu wody stosuje się czasami wtlaczanie rur w otwór, celem wcięcia buta w otwór stożkowo zawiercony.

Aby uniknąć bardzo uciążliwego dodawania po kawałku rur w sypliwych pokładach, o czym była wyżej mowa, zakłada się w ostatnich czasach tzw. „szybik“ pod podłogą wieży. Szybik jest to studnia, o przekroju około  $1,5 \times 1,5$  m, a głębokości 3—6 m, która jest wycembrowana drzewem albo posiada



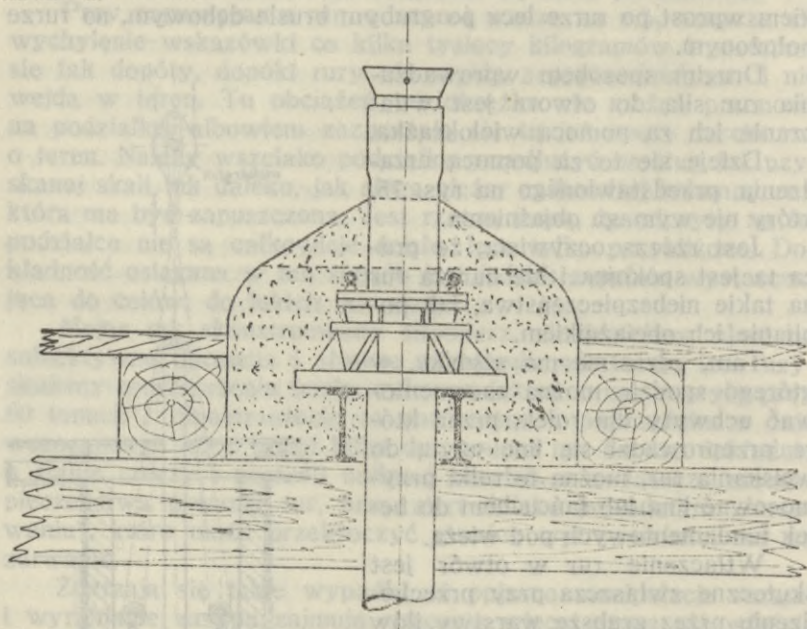
Rys. 75. Prasowanie rur za pomocą wielokrążka.



betonowe ściany (rys. 75), w każdym zaś razie ma u spodu grubą płytę betonową, służącą jako oparcie dla płyty z klinami, w których są zawieszony rury.

Przy takim urządzeniu może rura o długości nieco większej niż głębokość szybiku wystawać ponad kliny i może być puszczana w miarę potrzeby, bez manipulacji huczkiem i krótkim kawałkiem rur.

Ze względu na niebezpieczeństwo znajdujących się w szybiku ludzi, musi on mieć wygodne wejście z poza wieży.



Rys. 76. Zabezpieczenie rur w szybie na wypadek pożaru.

W razie pożaru wieży, rury tkwiące w klinach, znajdujących się na podłodze wieży, rozgrzewają się, mięknią, wysuwają się z ujęcia w klinach i spadają na dół otworu wiertniczego, powodując groźne skutki, które będą omówione w rozdziale o instrumentacjach.

Aby temu zapobiec, obsypuje się płytę z klinami popiołem lub ziemią i pokrywa blachą, co ją zabezpiecza od wpływu gorąca (rys. 76).

Jeżeli istnieje szybik, zabezpieczenie takie jest zbędne.

Oprócz wymienionych i omówionych powyżej faz robót, wykonywanych przy wierceniu, zachodzą jeszcze inne czynności, które trudno nazwać pomocniczymi, jakkolwiek są one nieuniknione. Należą do nich prostowanie skrzywień i instrumentacja,



które będą omówione w osobnych rozdziałach, dalej naprawy żurawia, stójki i czekania na przyrządy lub urządzenia niezależne od kierownictwa, święta, próbne tłokowanie i różne inne czynności.

Bardzo pouczającą jest statystyka czasu, zużytego na wykonanie wszystkich tych czynności w trzech otworach, odwierconych w Tustanowicach do głębokości 1542 m, 1345 m, 1539,5 m, dająca następujący obraz:

Z całego kalendrzowego czasu, potrzebnego na odwiercenie otworu, zużyto na:

Wiercenie	Ciągnięcie i zapuszczanie	Wymiana dłuta	Łyżkowanie	Rurowanie
18,53%	8,59%	4,60%	12,98%	7,12%
Wyrabianie zasypu	Prostowanie	Instrumentacja	Montaż i naprawy	Stójki
7,33%	5,69%	10,02%	2,56%	1,95%
Spoczynek świąteczny	Tłokowanie	Rozszerzanie	Różne	
4,92%	3,89%	5,19%	6,36%	

Suma (99,73) tych procentowych cyfr nie czyni 100, ponieważ są one przeciętnymi, wziętymi z trzech otworów.

Cały ten czas wynosił w pierwszym otworze 14 808 godzin, w drugim 9 600, w trzecim 14 688 godzin, z czego na wiercenie jako takie przypada 2 692,45, względnie 2 239,05 i 2 068 godzin.

Wobec tego zużyto na odwiercenie jednego metra w pierwszym otworze brutto godzin 9 568, drugim 7 137, trzecim 9 540, zaś netto w pierwszym 1 746 godzin, drugim 1 814, trzecim 1 343.

Na godzinę uwiercono w czasie poświęconym wyłącznie wierceniu:

w pierwszym otworze	0,572 m
„ drugim „	0,600 „
„ trzecim „	0,744 „

Pragnąc wykorzystać tę statystykę dla krytyki pracy, wykonanej w tych trzech otworach, wolno nam powiedzieć, że gospodarka była w drugim otworze najracjonalniejsza, ponieważ na wiercenie zużyto największą ilość czasu, a mianowicie 23,32%, natomiast w otworze trzecim, gdzie na ten główny cel zdołano wykorzystać zaledwie 14,08% czasu, istniały najkorzystniejsze przyrodnicze warunki wiercenia, albowiem odwiercano w jednej



godzinie 744 m, czego w żadnym z dwu pozostałych badanych otworów uzyskać się nie udało.

Inż. T. Bielski wykazuje w swoim artykule: „Na czym oszczędzać czas przy wierceniu linowym“, publikowanym w roczniku 1929 „Przemysłu Naftowego“ Nr 3 i 5, że przez celowe zarządzenia organizacyjne i wprowadzenie odpowiednich urządzeń, zdołał uzyskać przy wierceniu, wykonanym w Tustanowicach do 800 m, 31,5% czasu na wiercenie jako takie, podczas gdy trzy inne wiercenia, wykonywane w sąsiedztwie, a zatem w tych samych warunkach geologicznych i takimi samymi żurawiami, mogły uzyskać dla wiercenia 22,6, 22,5 i 22% czasu. Toteż postęp wiercenia był u niego w kalendarzowym czasie o 40% większy, pomimo, iż na jedną godzinę nie różnił się od rezultatów uzyskanych w tamtych wierceniach, a był nawet czasami gorszy, a mianowicie w jego otworze wiercono na godzinę 1,17 m, podczas gdy w tamtych trzech otworach uzyskiwano 1,18, 1,21 i 1,10 m na godzinę. W otworze „Arkadia“, wierconym w Mrażnicy, w tamtejszych warunkach terenowych znanych jako bardzo trudne, wykorzystywano w niektórych tygodniach na efektywne wiercenie nawet 53,5 i 54,2% kalendarzowego czasu, użytego na wszystkie czynności, do głębokości 918,6 m, średnio zaś 36,4%, toteż zdołano odwiercić ten otwór do wymienionej głębokości w niezwykle krótkim czasie 26 tygodni, pomimo iż sam postęp na godzinę pracy wiercenia był z powodu trudności terenowych niższy, niż stwierdzony poprzednio przytoczonymi statystykami, i wynosił tylko 0,575 m. Dawniej, w początkach stosowania u nas wiercenia na linie, zużywano średnio na odwiercenie jednego metra 8,33 h czasu brutto, a 1,59 h netto, obecnie 4,79 h czasu brutto, a 1,74 h netto (statystyka pochodzi z trudniejszych terenów). Dawniej zużywano na wiercenie 18,53%, obecnie 37% czasu, poświęconego wykonaniu całego wiercenia, a zatem dwa razy tyle.

Na kopalni w Wańkowej wiercono w identycznych warunkach geologicznych i organizacyjnych dwa otwory, z których jeden wykonano na żerdziach, po kanadyjsku, do 376 m, drugi zaś na linie żurawiem kombinowanym do 370 m, przy czym uzyskano następujące wykorzystanie czasu do głównych czynności, odnoszące się do pracy od 181 względnie 183 m do wymienionych głębokości:

Czynność	Wiercenie kanadyjskie	Wiercenie na linie
Na wiercenie jako takie	31,9%	44,6%
Ciągnięcie i zapuszczanie	15,9%	8,0%
Łyżkowanie	16,1%	26,1%
Rurowanie	18,5%	8,5%
Średni postęp na dobę	9,7 m	16,0 m



Czynność	B o r y s ł a w		B i t k ó w		S p a k o w a		H a r k ł o w a		S e r b ó w		B r o l i k ó w	
	gł. = 1500 m	gł. = 1100 m	gł. = 1300 m	gł. = 880 m	gł. = 1050 m	gł. = 400 m	gł. = 455 m	gł. = 500 m				
wiercenie	26,70 %	18,52 %	34,19 %	25,41 %	16,32 %	21,68 %	21,39 %	34,20 %				
wyrabianie zasypu	0,76 %	0,60 %	0,65 %	0,69 %	2,88 %	1,60 %	0,22 %	0,10 %				
prostowanie	4,58 %	2,96 %	4,46 %	7,22 %	3,51 %	3,49 %	2,78 %	5,00 %				
rozszerzanie	9,67 %	10,40 %	0,18 %	—	0,07 %	1,83 %	3,06 %	—				
Razem	41,71 %	32,48 %	39,48 %	33,59 %	32,78 %	28,60 %	27,45 %	39,30 %				
łyżkowanie	14,22 %	16,58 %	19,11 %	16,50 %	10,82 %	15,15 %	15,40 %	11,50 %				
rurowanie	7,10 %	6,08 %	7,88 %	10,91 %	8,86 %	10,37 %	6,05 %	7,51 %				
Razem	21,32 %	22,66 %	26,99 %	27,41 %	19,68 %	25,52 %	21,45 %	29,01 %				
na 1 mb, czystego czasu												
wiercenia zużyto godz.	1,41	0,84	0,90	0,49	0,75	1,05	1,25	0,83				
na 1 mb, ogólnego czasu												
zużyto godzin	5,29	4,52	2,65	1,96	4,63	4,86	5,73	2,45				
średni postęp na dobę	4,57	5,32	8,95	12,30	5,02	4,95	4,17	9,80				







Podczas wiercenia jako takiego, tj. kruszenia skały, zachodzą czasami zjawiska, które przez tę w swoisty sposób utrudniają, wpływając na zmniejszenie jej postępu, a w niektórych wypadkach zagrażają bezpieczeństwu otworu wiercniczego.

Omówimy najkrócej występujące utrudnienia, których rozróżniamy następujące typy:

- 1) wcinanie się dłuta,
- 2) chwytanie dłuta,
- 3) tworzenie się zasypów,
- 4) tworzenie się występów ze ścian otworu, zwanych „le-

## ROZDZIAŁ 2.

### UTRUDNIENIA ZACHODZĄCE PRZY PRACY WIERTNICZEJ.

OPRACOWAŁ

Prof. inż. Zygmunt BIELSKI.

O wypadku tym była już mowa w poprzednim rozdziale (Przy robót wiercniczych). Uwagi tam umieszczone uzupełnimy wskazówką, że dobrze jest przy pracy w twrdych skałach, w których dłuto zużywa się na szczekach i wierci stożkowy otwór, unieszczać nad nożycami broki (1,5-20) na obciążnik, aby ułatwić sobie ewentualne „podbijanie” wciętego dłuta. Podbijać powinno się z węższym, nie z bębna wyciągowego, ze względu na niebezpieczeństwo przewrót przesady.

W skałach ścinających dłuto należy wykonywać krótkie marsze, by nie dopuścić do znacznego zużycia dłuta, a jeżeli to nastąpi, dobrze jest przed ponownym zapuszczeniem dłuta, zastrosować otwór twardym materiałem.

#### 2) Chwytanie dłuta.

Wyradek ten ma miejsce w łach, przez wcinanie się dłuta w miękki i lepki ła, albo też wskutek obciążenia dłuta kostym, plastycznym urubitem.

Zdarza się, że na dnie gromadzą się takie masy lepkiego materiału, że nie wchodzi ono w rotę podczas wydobywania







50. albo też...  
 z miejsca...  
 500...  
 1000...  
 1500...  
 2000...  
 2500...  
 3000...  
 3500...  
 4000...  
 4500...  
 5000...  
 5500...  
 6000...  
 6500...  
 7000...  
 7500...  
 8000...  
 8500...  
 9000...  
 9500...  
 10000...

Podczas wiercenia jako takiego, tj. kruszenia skały, zachodzą czasami zjawiska, które pracę tę w swoisty sposób utrudniają, wpływając na zmniejszenie jej postępu, a w niektórych wypadkach zagrażają bezpieczeństwu otworu wiertniczego.

Omówimy najczęściej występujące utrudnienia, których różniamy następujące typy:

- 1) wcinanie się dłuta,
- 2) chwytywanie dłuta,
- 3) tworzenie się zasypów,
- 4) tworzenie się występów ze ścian otworu, zwanych „fukсами“, „burkaczami“ lub „guzami“,
- 5) krzywienie otworu.

1) Wcinanie się dłuta.

O wypadku tym była już mowa w poprzednim rozdziale (Fazy robót wiertniczych przy wierceniu udarowym suchym), przy omawianiu „wiercenia“ jako takiego. Uwagi tam umieszczone uzupełniamy wskazówką, że dobrze jest przy pracy w twardej skałach, w których dłuto zużywa się na szczękach i wierci stożkowy otwór, umieszczać nad nożycami krótki (1,5—3,0 m) obciążnik, aby ułatwić sobie ewentualne „podbijanie“ wciętego dłuta. Podbijać powinno się z wahacza, nie z bębna wyciągowego, ze względu na niebezpieczeństwo urwania przewodu.

W skałach ścinających dłuto należy wykonywać krótkie marsze, by nie dopuścić do znacznego zużycia dłuta, a jeżeli to nastąpi, dobrze jest, przed ponownym zapuszczeniem dłuta, zapatronować otwór twardym materiałem.

2) Chwytywanie dłuta.

Wypadek ten ma miejsce w ilach, przez wkliniowanie się dłuta w miękkim i lepkiem ile, albo też wskutek oblepiania dłuta gęstym, plastycznym urobkiem.

Zdarza się, że na dłucie gromadzą się takie masy lepkiego materiału, że nie wchodzi ono w rury podczas wydobywania



go, albo też, że wszedłszy, zaciera się w nich tak, że nie rusza z miejsca. Wówczas należy ostrożnie podbijać z wahacza, do czego służy obciążnik, umieszczony nad nożycami.

Zapobiegawczym środkiem przeciw oblepianiu dłuta jest dawanie do otworu, przed każdym marszem, tłuczonej cegły, żużla, żwiru lub podobnych materiałów.

Kurzawki, jakkolwiek nie są lepkie i plastyczne, również chwytają dłuto.

### (3) Zasypy.

Zasypy stanowią najczęściej, a nawet prawie zawsze występujący typ utrudnień pracy i dlatego uważane są za największego wroga wiertnika.

Zasypy objawiają się w kruchych, popękanych skałach o niejednolitej strukturze i polegają na wykruszaniu się ze ścian otworu mniejszych lub większych grudek skały, które spadają na spód otworu. Wykruszanie to występuje silniej, gdy skały są nachylone do poziomu i gdy namokną, co ma zawsze miejsce. Najwięcej „sypliwe“ są łupki i iłołupki, najmniej niebezpieczeństw przedstawia natomiast wiercenie w marglach i niezbyt twardych piaskowcach, wapieniach oraz dolomitach, które — o ile nie są popękane i silnie nachylone — wcale nie sypią i nie oblepiają dłuta. Przy małej twardości niebezpieczeństwo wcinania się dłuta znacznie się zmniejsza.

Szkodliwość zasypów zaznacza się w dwojaki sposób, a mianowicie:

- a) przez opadanie na spód otworu okruchów, które dłuto musi kruszyć, co oczywiście opóźnia postęp kruszenia dna, oraz
- b) przez niebezpieczeństwo zasypania dłuta, co jest zjawiskiem podobnym do oblepiania dłuta ilem.

Zdarza się, że okruch grubszy twardej skały zaklinowuje się pomiędzy dłutem a ścianą otworu, unieruchamiając dłuto.

W wyżej wymienionych wypadkach stosuje się podbijanie z wahacza.

Zasypy stanowią znacznie większą przeszkodę dla rurowania niż dla wiercenia, ponieważ „chwytają“ rury, co pociąga za sobą liczne, niekorzystne skutki, a mianowicie konieczność częstego „przeciągania“ rur, aby nagromadzony za nimi zasyp opadł na dół. Praca ta stanowi bardzo poważną stratę czasu i niszczy skręty rur.

Drugim niekorzystnym objawem jest definitywne, przedczesne uruchomienie rur lub dobrowolne ich pozostawienie. Obydwa wypadki, o ile nie zgadzają się z planem zarurowania otworu, są bardzo szkodliwe, pociągają bowiem za sobą przymusowe zmniejszenie średnicy otworu, co obniża jego techniczną



wartość jako też podnosi koszty, wskutek konieczności nabycia nowej, w planie nie przewidzianej kolumny rur.

Jeżeli zasyp jest ilasty, plastyczny, tworzy się nad dłutem sklepienie z tego materiału, zwane „powalą“, przez którą należy dłuto przebić przez podbijanie z wahacza.

I tu trzeba zatem nad nożycami umieszczać krótki obciążnik.

Silne gazy powodują zwiększenie się wykruszania się skał, są zatem zjawiskiem przez wiertnika niepożądanym. Gazy te, dążąc ku górze ze znaczną prędkością, unoszą okruchy skał, które tworzą tzw. „korki“ w rurach, utrudniające, względnie uniemożliwiające wydobywanie dłuta. I tu radzimy sobie podbijaniem z wahacza.

Korki takie mogą tworzyć się także przy opuszczaniu rur w zgazowany zasyp. Wówczas usuwa się je łyżką lub, gdy są zbyt twarde, „wyrabia“ się je dłutem o zaokrąglonych (stępienych) narożach u szczęk.

4) Występy zwane „fukсами“, „burkaczami“ lub „guzami“

powstają przy przewiercaniu skał o zmiennej twardości i znacznym upadzie, mianowicie przy przechodzeniu dłuta z twardych pokładów w miękkie, bowiem dłuto idzie w kierunku mniejszego oporu i zostawia ścianę nienależycie obrobioną. „Fuksy“ występują również przy przewiercaniu zlepieńców, tj. twardych brył w miększej masie. „Fuksy“ uniemożliwiają zarurowanie tej partii otworu, a jeżeli rury przejdą, otwór się skrzywi.

Podobne przeszkody tworzą również większe bryły skał, które wysuwają się ze ścian otworu (ruchome występy).

Podczas wiercenia na żerdziach poznaje się powstawanie fuksa po nierównomiernym oporze przy obracaniu przewodu, oraz po odrzucaniu rączki (kałamutka), jako skutku odskakiwania dłuta, gdy trafi ono na guz.

W czasie wiercenia na linie odczucie powstawania fuksa nie jest możliwe. Nienormalne zużycie dłuta, stwierdzone po wyciągnięciu, wskazuje na jakąś nieprawidłowość, jak fuks, krzywienie, niekolistość otworu. Przeoczenie fuksa wskażą — po odwierceniu kilku metrów — wytarcia na obciążniku.

Celem usunięcia fuksów patronuje się otwór, ubijając mocno materiał, jakim jest żeliwo, twarde kamienie itp. i wierci się ponownie.

Czynność tę trzeba nieraz powtórzyć kilkakrotnie. Dobry wynik daje wiercenie stalowymi kulami, a także odstrzelenie guza patronem dynamitu. Usuwanie fuksów za pomocą rozszerzaczy (dwóch), choćby przy zastosowaniu prowadników, jest mozolne i może chybić celu.



### 5) Krzywienie otworu.

Zdawałoby się, że wiercenie udarowe, przy którym otwór powstaje wskutek uderów dłuta, opadającego pionowo z pewnej wysokości, uderzającego zatem w pionowym kierunku o dno, daje otwór mający kierunek pionowy. Tymczasem bynajmniej tak nie jest, ponieważ zachodzą liczne przyczyny, wskutek których oś otworu odchyła się mniej lub więcej od pionu i powstaje otwór krzywy lub skrzywiony.

Przyczynami tymi są:

- 1) nachylenie przewiercanych warstw, przy rozmaitej ich twardości,
- 2) występujące ze ścian otworu „fuksy“,
- 3) wadliwe przygotowanie dłuta do pracy.

Skrzywienie otworu powoduje szereg trudności w wierceniu, a nawet może dalsze pogłębianie otworu uniemożliwić, ale gdyby nawet skutki skrzywienia otworu nie były tak daleko idące, jest ono objawem niepożądanym, a nawet szkodliwym, powiększa bowiem faktycznie głębokość otworu, czyni go zatem droższym niżby był przy pionowym przebiegu i daje fałszywy obraz miąższości przewiercanych warstw, czyni ją większą niż jest istotnie. Obydwa te wypadki mają miejsce z tego powodu, iż w krzywym otworze bierzemy przeciwprostokątnię za przyprostokątnię, która jest zawsze krótsza.

Przy otworach położonych nad granicą terenu łatwo jest przekroczyć tę granicę i nawiercić złożę ropy na terenie nie własnym, lecz sąsiada. Zachodzi w tym wypadku, niezamierzone co prawda i bezwiedne, wykorzystanie cudzego mienia, co jest objawem niepożądanym.

Wymienione wypadki zachodzą wtedy gdy krzywienie jest łagodne, przy którym wiercenie jako takie, nie napotykając trudności, nie zdradza odchylenia osi odwiertu od pionu.

Bardzo często odchylenia te są tak znaczne, że rury nie wchodzi w skrzywiony otwór, co uniemożliwia dalszą pracę.

Szereg pomiarów, wykonanych w Borysławiu w r. 1931 przez prof. inż. S. Paraszczaka, przekonało nas, że otwory uważane za bezwzględnie pionowe, bynajmniej takimi nie są, i że w ogóle odwierty o zupełnie pionowej i prostoliniujnie przebiegającej osi właściwie nie istnieją.

Skrzywienie nieznaczne, nie powodujące trudności, może być tolerowane i zazwyczaj nie bywa spostrzegane. Otwór taki uchodzi za praktycznie prosty. Szkodliwe staje się skrzywienie wtedy, gdy utrudnia a nawet uniemożliwia dalszą pracę, co się objawia przede wszystkim niemożliwością zarurowania skrzywionej części otworu.

Usiłowania zapuszczenia rur stają się daremne, gdy otwór jest na odstępnie kilku lub kilkunastu metrów skrzywiony i pro-



stowanie, które będzie w dalszym ciągu niniejszego ustępu omówione, wymaga znacznego nakładu czasu, a zatem i kosztów. Jest przeto bardzo pożądane, by można było skrzywienie rozpoznać w chwili, gdy ono się zaczyna, a taka możliwość istnieje.

Wskaźnikiem skrzywień jest sposób zużywania się dłuta, co można stwierdzać przez ścisłą obserwację wyglądu szczęk dłuta, a mianowicie ich szerokości.

Dłuto pracuje, jak wiadomo, w okrągłym otworze o przekroju koła, tworzącym zatem kształt walca. Przy prawidłowym przebiegu tego kształtu zużycie szczęk dłuta będzie równomierne, co zdradza się paskiem o jednakowej szerokości, jak to wskazuje rys. 77. Szczęki zachowują kształt cylindryczny.



Rys. 77. Prawidłowe zużycie szczęk dłuta.



Rys. 78. Zużycie szczęk dłuta przy poczynającym się skrzywieniu otworu.



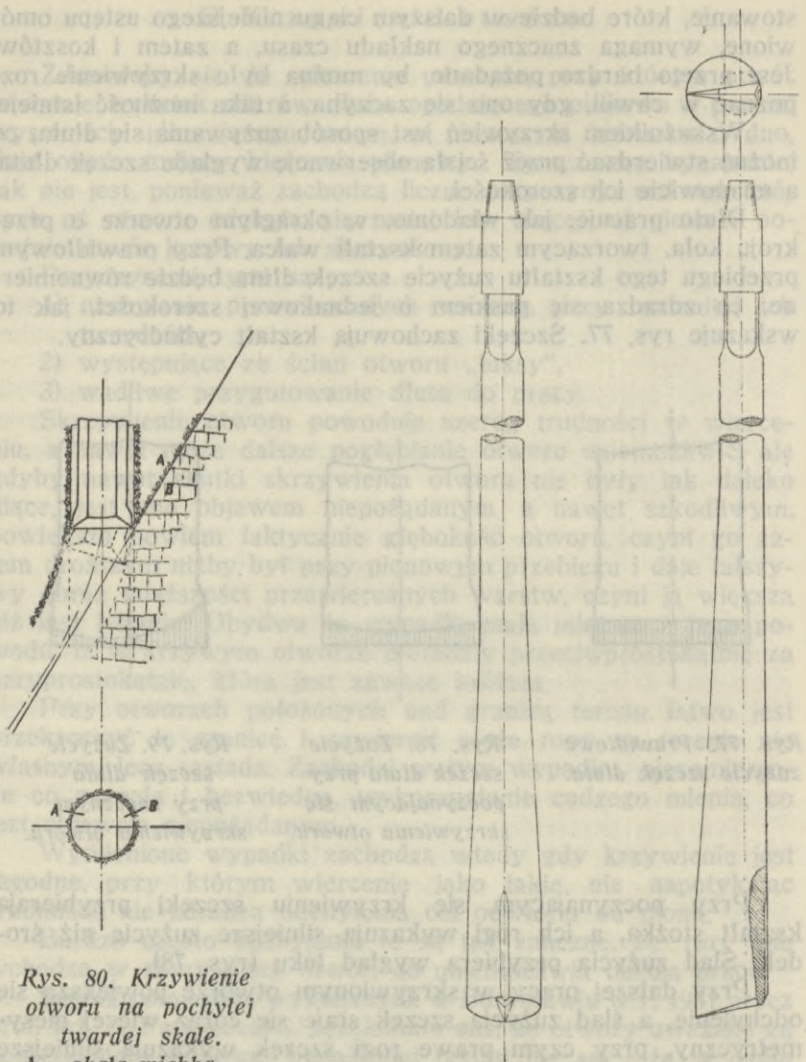
Rys. 79. Zużycie szczęk dłuta przy znacznym skrzywieniu otworu.

Przy poczynającym się krzywieniu szczęki przybierają kształt stożka, a ich rogi wykazują silniejsze zużycie niż środek. Ślad zużycia przybiera wygląd łuku (rys. 78).

Przy dalszej pracy w skrzywionym otworze powiększa się odchylenie, a ślad zużycia szczęk staje się coraz więcej niesymetryczny, przy czym prawe rogi szczęk wykazują silniejsze zużycie niż lewe (rys. 79), co tłumaczy się tym, że przy obrocie dłuta w prawo, trafia prawy róg na opór twardszego miejsca w ścianie otworu i zużywa się, podczas gdy róg lewy mija to miejsce, już obrobione przez prawy.

Z pomiędzy przytoczonych na wstępie przyczyn krzywienia otworu najważniejsza jest pierwsza, a mianowicie nachylenie warstw przy rozmaitej twardości, i ona najczęściej występuje u naszych wierceń, zaznaczając się przede wszystkim w miejscu styku skały miękkiej, spoczywającej na twardej. Dłuto napotyka w takim otworze nierównomierny opór spodu i ścian i, idąc w kierunku najmniejszego oporu, posuwa się wzdłuż na-





Rys. 80. Krzywienie  
otworu na pochylej  
twardej skale.  
A — skała miękka.  
B — skała twarda.

Rys. 80 a. Kopyto.

chylonej, twardej skały, wychylając oś od pionu, tj. krzywiąc otwór (rys. 80).

Ścisła i drobiazgowa obserwacja zużycia dłuta nauczy wiertacza o poczynającym się skrzywieniu i pozwoli zastosować środki, zapobiegające zbyt dalekiemu posunięciu się zła.

Środkiem takim jest sztuczne usunięcie różnicy twardości stykających się skał, przez umieszczenie w otworze materiału twardego, tworzącego równomierny opór na całym przekroju



otworu w chwili, w której dłuto poczyna wgłębiać się w twardą skałę.

Czynność ta nazywa się popularnie „patronowaniem” i polega na opuszczeniu do otworu pudełek o kształcie rury, wykonanych z cienkiej blachy, zwanych „patronami”, wypełnionych kawałkami twardego kamienia, potłuczonego żeliwa (np. stare ruszty kotłowe) oraz starej liny stalowej pociętej na małe kawałki. Tak przygotowane patrony, o długości 40 do 60 cm, zapuszcza się w ilości kilku sztuk do otworu, i ubija się na miejscu, po czym zwierca się je, przy czym uzyskuje się spód jednolicie twardy. Przyczyna krzywienia zostaje usunięta.

Często używanym przyrządem do prostowania skrzywień w otworach wiertniczych jest dłuto, zwane „kopytem”, które kształtem swoim przypomina końskie kopyto (rys. 80 a).

„Kopyto” skutecznie pracuje w skałach twardych. Dużą powierzchnią dolną ubija materiał patronów, krusząc go nieznacznie strzałką kopyta, zaś ekscentryczny kształt kopyta nadaje mu tendencję obsuwania się ku obwodowi przekroju otworu, a tym samym usposabia do dokładnej obróbki ścian otworu. Kopyto nie jest bardzo lubiane, ponieważ daje bardzo małe postępy pracy, zaletą jego jednak jest dobre obrabianie ścian otworu w twardych skałach.

Jest rzeczą jasną, że jest to robota dodatkowa, wymaga bowiem powtórnego przewiercania już odwierconych części otworu, im krócej będzie więc trwała, tym tańszym kosztem zapobiegniemy krzywieniu otworów lub usuniemy już istniejące skrzywienie. Należy przeto pilnie baczyć, by możliwie wcześniej spostrzeżono poczynające się odchylenia osi otworu od pionu.

Wierząc udarowo w skałach o niejednolitej twardości, nie da się uniknąć skrzywienia, a zasługą wiertacza jest nie dopuścić, by ono było zbyt duże i przebiegało na dużej przestrzeni. Opinia, iż skrzywienie łatwiej następuje przy wierceniu na linie niż na żerdziach, gdyż żerdzie, jako sztywniejsze od liny, nie dopuszczają do odchylenia od pionu, jest błędna, albowiem żerdzie na długości kilkuset metrów nie mogą być uważane za sztywne w odniesieniu do skrzywienia, o jakie tu chodzi. Przeciwnie, przy wierceniu na linie istnieje większe prawdopodobieństwo uniknięcia skrzywienia, a mianowicie z tego powodu, że przy wierceniu tym skutek pojedynczego udaru dłuta — jak wiadomo cięższego niż przy żerdziach i pracującego przy wyższym skoku — jest większy i pozwala na lepsze wcięcie się dłuta w wylaniającą się z dna otworu skałę, a tym samym mniejsza dążność do posuwania się dłuta po upadzie twardej skały w bok.

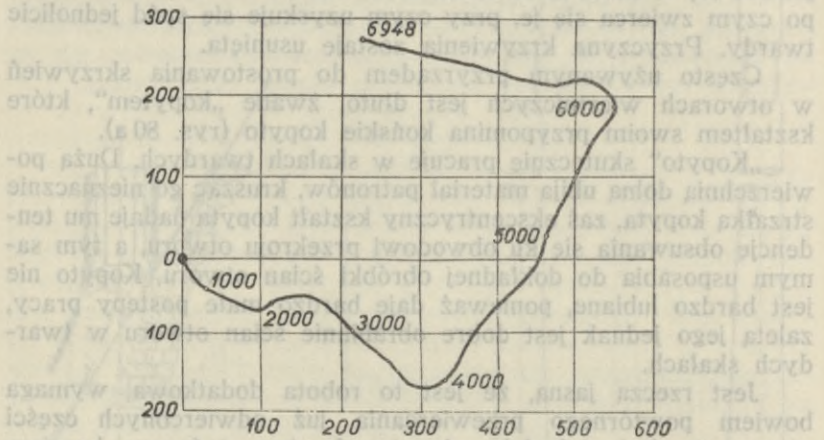
Należy na tym miejscu zaznaczyć, że największe, wprost nieprawdopodobne odchylenia od pionu stwierdzono w Stanach Zjedn. A. P. przy wierceniach rotary, które pracują, jak wiadomo, żerdziami rurowymi o dużych średnicach, będących zatem



bez porównania sztywniejszymi przewodami niż żerdzie do wiercenia kanadyjskiego.

Statystyki amerykańskie przytaczają odchylenia o  $24^{\circ} 05'$  od pionu, a nierzadkie są wypadki przecinania się dwóch otworów, odległych od siebie o 220 m, w głębokości około 900 m, co świadczy o bardzo znacznym i stałym przebiegu odchylenia.

Bardzo pouczający pod tym względem jest poziomy rzut przebiegu osi otworu Nr 96 „Olinda“, wierconego w Kalifornii



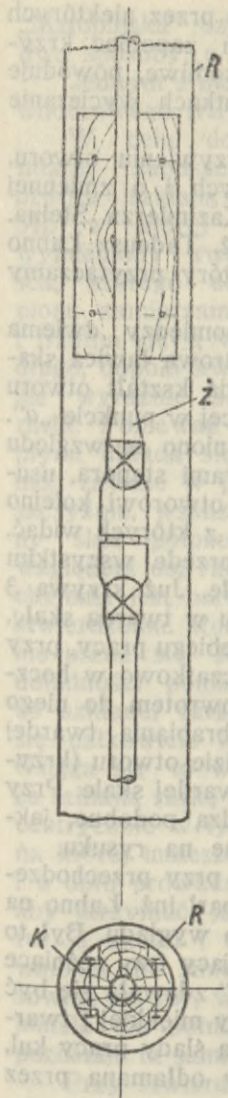
Rys. 81. Rzut poziomy skrzywionego otworu wiertniczego Olinda Nr 96 w Kalifornii.

sposobem rotary do głębokości 2 600 m, a co ciekawszemu zarzucanemu do około 2 000 m (6 000 stóp) (rys. 81). Świadczy to wymownie o charakterze sztywności żerdzi i rur.

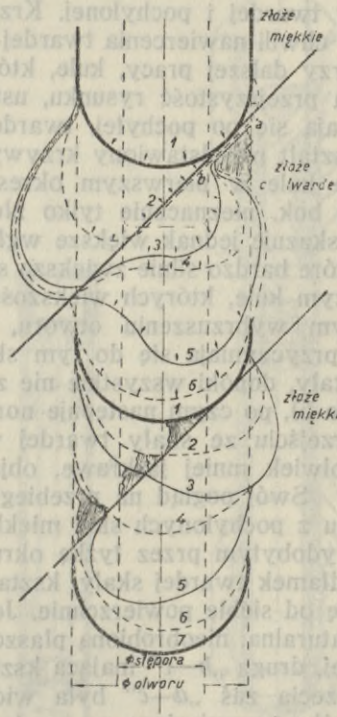
Skrzywienie otworu na dłuższej przestrzeni, choćby nie przeszkadzało w rurowaniu, zdradza się w bardzo znamienity sposób, a mianowicie przez silne zużywanie się złączy żerdzi, które wycierają się, a tym samym zmniejszają swoją średnicę. Rozumie się samo przez się, że równocześnie przecierają się rury. Jeden i drugi objaw jest niekorzystny, niesie bowiem za sobą groźne niebezpieczeństwa dla odwiertu. Żerdzie o startych złączach nie spoczywają bezpiecznie na widełkach i zdarza się, że zesuwać się z nich podczas rozkręcania lub skręcania, a spadając na spód otworu powodują jedno z najgroźniejszych zagwoźdżeń, które będzie omówione w następnym rozdziale. Przetarte rury urywają się w otworze lub bywają zgniatanie przez zasypy lub ściskające skały, co również pociąga za sobą poważne roboty ratunkowe.

Przy długich skrzywieniach stosuje się tzw. „przewodniki“. Są to drewniane klocki, utwierdzone na żerdziach w pobliżu złączy (rys. 82). Kłoczek taki chroni zarówno złącza żerdzi,





Rys. 82. Prowadnik drewniany.  
R — rura wiertnicza,  
Ż — żerdź wiertnicza  
K — klocek.



Rys. 83. Przewiercanie pochylonych skal o różnej twardości kulami K. Steina (według inż. T. Łabno).

jak i rury, od wycierania się i jest polecenia godnym sposobem zmniejszenia ujemnych skutków skrzywienia otworu. Nie zapobiega jednak krzywieniu i należy usuwać skrzywienie radykal-



nie, gdy tylko zostanie spostrzeżone. Używanie przez niektórych wiertników żelaznych prowadników, mających zapobiec krzywieniu, nie prowadzi do celu i jest raczej szkodliwe, powoduje bowiem znaczne, niebezpieczne w swych skutkach wycieranie rur, nie uchylając skrzywień odwiertów.

Bardzo skutecznym środkiem przeciw krzywieniu otworu, przy przewiercaniu udarowo skał pochylonych i o zmiennej twardości, jest wiercenie kulami, pomysłu Kazimierza Steina. Przebieg tej pracy podał bardzo wnikliwie inż. Tadeusz Łabno w Nr 2 „Przemysłu Naftowego“ z r. 1926, który przytaczamy w skróceniu.

Rys. 83 przedstawia otwór, w którym pomiędzy dwiema warstwami skał miękkich znajduje się kilkumetrowa ławica skały twardej i pochylonej. Krzywa 1 przedstawia kształt otworu w chwili nawiercenia twardej skały, występującej w punkcie „a“. Przy dalszej pracy, kule, których nie uwidocznilo ze względu na przejrzystość rysunku, ustępujące pod udarami stępóra, usuwają się po pochyłej, twardej skale, nadając otworowi kolejno kształt przedstawiony krzywymi 2, 3, 4, 5 i 6, z których widać, że kule w pierwszym okresie usuwają się przede wszystkim w bok, nieznacznie tylko żłobiąc twardą skałę. Już krzywa 3 wskazuje jednak większe wglębenie się otworu w twardą skałę, które bardzo silnie zwiększa się w dalszym przebiegu pracy, przy czym kule, których większość znalazła się początkowo w bocznym wybrzuszeniu otworu, staczają się z powrotem do niego i przyczyniają się do tym skuteczniejszego obrabiania twardej skały, dopóki wszystkie nie znajdą się na spodzie otworu (krzywa 6), po czym następuje normalna praca w twardej skale. Przy przejściu ze skały twardej w miękką zachodzą podobne, jakkolwiek mniej jaskrawe, objawy, uwidocznione na rysunku.

Swój pogląd na przebieg prac w otworze przy przechodzeniu z pochylonych skał miękkich w twarde, oparł inż. Łabno na wydobytych przez łyżkę okruchu szczególnego wyglądu. Był to odłamek twardej skały, kształtu łukowego, mający trzy różniące się od siebie powierzchnie. Jedna z nich „a—b“ zdawała się być naturalną, nieobrobioną płaszczyzną styku skały miękkiej i twardej, druga „b—c“ mająca kształt wklęsły, nosiła ślady pracy kul, trzecia zaś „a—c“ była widocznie ze ściany odłamana przez łyżkę i wyniesiona na powierzchnię.

Mamy tu drugą, bardzo znamiennej właściwość pracy kulami Steina, która we właściwych warunkach stosowana, oddaje wiertnictwu bardzo poważne usługi.

Sprawą odchylenia osi otworu od pionu nie zajmowano się u nas wcale przez długi czas, ograniczając się do przestrzegania, by rurowanie otworu było możliwe, a nie zajmując się wielkością odchyłki.

Dopiero w ostatnich latach poczęto w Koncernie Naftowym

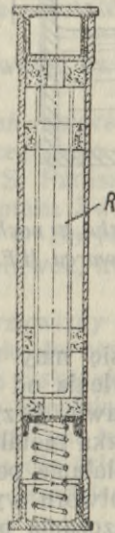


„Małopolska“ czynić pomiary odchyień, stosując do tego celu dwa sposoby, o pokrewnym działaniu.

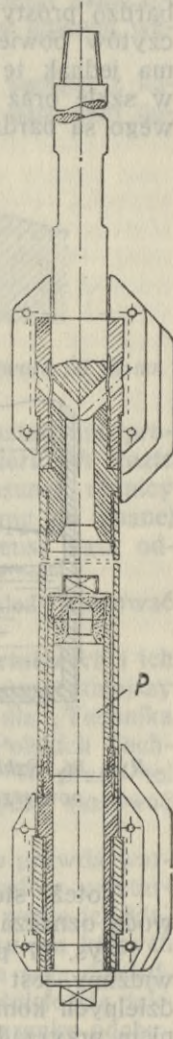
Jednym z nich jest wykorzystanie właściwości kwasu fluorowodorowego (HF) nagryzania szkła.

W celu dokonania pomiaru, zapuszcza się do otworu szklaną rurkę (rys. 84), w której znajduje się wymieniony kwas, do miejsca, którego odchylenie od pionu zamierzamy stwierdzić, i trzyma się ją w spokoju tak długo, dopóki kwas nie nagryzie wyraźnie ścian szklanej rurki. Ponieważ powierzchnia płynu układa się, jak wiadomo, zawsze w poziomej płaszczyźnie, wskazuje nagryziony ślad położenie poziomu względem osi rurki, a kąt nachylenia jest bardzo łatwy do stwierdzenia. Rozumie się samo przez się, że warunkiem dokładności pomiaru jest, aby oś szklanej rurki znajdowała się całkowicie w osi otworu. Osiąga się to w ten sposób, że szklaną rurkę umieszcza się centrycznie w łyżce (rys. 85), na której umieszczono u góry i u dołu prowadniki z blachy, aby utrzymać ją stałe w osi rur, a zatem i otworu. Prowadniki te zmienia się stosownie do rur, w których dokonuje się pomiaru, a łyżka pozostaje ta sama.

Przy stwierdzeniu położenia poziomej powierzchni płynu względnie jej śladów w rurce, należy liczyć się z powstawaniem menisków o rozmaitej krzywiznie w przeciwnych sobie końcach średnicy. Aby nie popełnić dosyć dużego błędu przy odczycie, należy dokonać odpowiedniej poprawki. Rurę z powierz-



Rys. 84.  
Szkłana  
rurka (R)  
z kwarcu HF  
w osłonie.

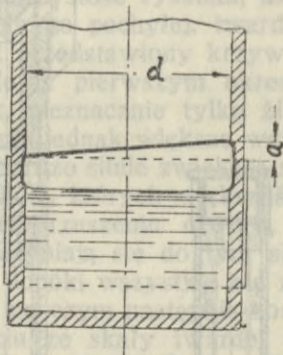


Rys. 85. Łyżka  
centrycznie pro-  
wadząca szklaną  
rurkę z kwarcu  
HF; P — puszka,  
zawierająca  
szklaną rurkę.



chnią płynu i meniskami, przedstawia rys. 86, zaś łyżkę z przewodnikami rys. 85.

Pomiar krzywizny otworu w wyżej opisany sposób jest bardzo prosty i pewny oraz wystarczająco dokładny, błąd odczytów bowiem nie przekracza 1% względnie 30', sposób ten ma jednak tę niedogodność, że pomiar wyników dokonywany w szkle oraz przechowywanie szkiełek i kwasu fluorowodorowego są bardzo kłopotliwe.



Rys. 86. Szkłana rurka z pochyloną powierzchnią kwarcu HF.



Rys. 87. Przyrząd do pomiaru krzywizny otworu za pomocą zabarwionej wody.

Toteż stosuje się inny przyrząd, w którym zabarwiona woda oznacza odchylenia od pionu na papierze.

Rys. 87 przedstawia przyrząd, służący do tego celu. Jak widzimy, jest to puszką metalową, składająca się z czterech oddzielnych komór. Działanie polega na tym, że przed zapuszczeniem przyrządu do otworu wypełnia się komorę „1” barwnikiem, który podczas zapuszczania przecieka kalibrowanym otworkiem w dnie komory do komory „2”. Szybkość przeciekania powinna być tak odmierzona przez regulację przekroju otworka, by zabarwiony płyn przedostał się do komory „2” równocześnie z osiągnięciem przez przyrząd głębokości, w której ma być dokonany pomiar. Gdy to się stało, płyn osiąga w komorze „2” poziom wierzchu rurki syfonowej i przelewa się do komory „3”, w której umieszczony jest pasek papieru.



Płyn, przyjmując w tej komorze poziomą powierzchnię, znaczy ją na papierze, po czym, wykonawszy zadanie do którego był przeznaczony, przelewa się do komory „4”, a to w tym celu, aby podczas ciągnięcia do góry przyrządu nie zacierał oznaczonego raz na papierze poziom, przez nie dające się uniknąć wahanie płynu.

Po wydobyciu przyrządu, wyjmuje się pasek papieru z komory „3”, a oznaczona na nim krzywa (rys. 88) daje nam dokładny obraz odchylenia osi otworu od pionu.



Rys. 88. Krzywa wskazująca miarę odchylenia osi otworu od pionu.

Jeżeli odchylenia nie ma, krzywa przybiera kształt linii prostej, równoległej do dolnej krawędzi paska papieru. W razie istnienia odchylenia, krzywa jest sinusoida, a stosunek różnicy wysokości szczytu krzywej i najniższego poziomu do znanej wewnętrznej średnicy komory ma wartość tangensa kąta odchyłki.

Tu, podobnie jak przy zastosowaniu kwasu, należy stosować właściwe poprawki.

Sprawę powstawania skrzywień otworów wiertniczych i ich pomiarów opracował bardzo szczegółowo najkompetentniejszy u nas w tej dziedzinie prof. inż. S. Paraszczak, dla „Technika Naftowego”, wydanego w r. 1932 przez Związek Polskich Techników Wiertniczych i Naftowych w Borysławiu. W pracy tej znajdują się wykresy i tabelki poprawek, które należy stosować do odczytanych odchyłeń.

Opisane tu sposoby pomiaru krzywizny dają co prawda wartości odchyłeń, obliczone z zupełnie do naszych celów wystarczającą dokładnością, natomiast nie wskazują nam wcale ich kierunku. Przy wierceniach na takich kopalniach nafty, na których wykonano już znaczną ilość wierceń, jest tektonika pola dokładnie znana i można z wystarczającą dla orientacji ścisłością także bez pomiaru określić, w którym zasadniczym kierunku odchylenie może i musi być skierowane.

Inaczej ma się rzecz przy wierceniach, dokonywanych na terenach nowych, dziewiczych lub badawczych. Wówczas, nie znając zasadniczej budowy tektonicznej, nie możemy określić kierunku w jakim odchylenie od pionu nastąpiło, bez zastosowania igły magnetycznej.

Igła ta podlega, jak wiadomo, wpływowi żelaza znajdującego się w jej pobliżu i odchyła się od zasadniczego kierunku. Ponie-



waż w zarurowanym otworze wiertniczym, nie podobna uniknąć wpływu mas żelaza, zgromadzonego w rurach wiertniczych, ponieważ nadto trudno jest uchwycić moment, w którym należy igłę unieruchomić w zajmowanym położeniu, gdy powstaje na pasku papieru lub w rurce szklanej znak poziomu zajmowanego przez płyn, wprowadzono w Stanach Zjedn. A. P. przyrząd, w którym igłę magnetyczną zastąpiono żyroskopem, czyli „bączkiem“, którego oś przyjmuje, jak wiadomo, zasadniczy kierunek N—S przy pewnej ilości obrotów. Specjalnie dostosowany przyrząd znaczy zarówno odchylenia od pionu osi otworu, jak i od kierunku N—S, przy czym „bączek“, robiący około 10 000 obrotów na minutę, utrzymywany jest w ruchu bateriami elektrycznymi. W ten sposób uzyskujemy zamiast pomiarów, dokonywanych w pewnych miejscach, krzywą, odpowiadającą całemu przebiegowi osi otworu z jego odchyleniami od pionu, jak i od kierunku N—S.

Przyrządy takie, bardzo skomplikowane i kosztowne, znajdują zastosowanie w Stanach Zjedn. w kilku wykonaniach. Pomiar otworu o głębokości 5 000 stóp (1 500 m) trwa jedną godzinę. Właśnie takimi pomiarami stwierdzono, że otwór o odwierconej głębokości 4 200 stóp ma faktycznej, pionowej głębokości tylko 4 000 stóp, że przeto 200 stóp wiercono niepotrzebnie.

Dane te najlepiej pouczają nas o znaczeniu pionowości otworów wiertniczych, a tym samym o celowości pomiarów krzywizny.

Opisane amerykańskie przyrządy żyroskopowe nie znalazły u nas dotąd zastosowania, zapewne z powodu ich bardzo znacznych kosztów.

Schlumberger, który stworzył sposób badania otworów wiertniczych dla wykrywania złóż ropy przez zastosowanie pomiaru oporów, jakie napotyka przepływający prąd elektryczny przez rozmaite skały, zastosował ten sposób do stwierdzenia odchylenia osi otworu od pionu i kierunku tego odchylenia. Ponieważ u nas zaczęto już pracować sposobem Schlumbergera, istnieje nadzieja, że z czasem będzie się dokonywało i pomiarów krzywizny otworów metodą Schlumbergera.

Na razie stosujemy sposób fluorowodorowy lub barwikowy.

### **Umyślne wiercenie krzywe o opanowanym kierunku krzywienia.**

W poprzednich ustępach była mowa o niedogodnościach, które przynosi za sobą odchylenie osi otworu wiertniczego dla dalszej pracy. Przy omawianiu tej sprawy nie wolno ominąć jednej z najnowszych zdobyczy techniki wiertniczej, a mianowicie umyślnego wiercenia w kierunku odchylającym oś otworu od pionu i to w zamierzonym z góry kierunku.

Pomysł pochodzi, jak wszystkie prawie nowości w dziedzinie techniki kopalnictwa naftowego, ze Stanów Zjedn. A. P.,



a mianowicie z Huntington Beach, kalifornijskiego pola naftowego, w którym część ropodajnego obszaru zapada pod poziom wody. Wiercenie „na wodzie“ jest co prawda możliwe, pociąga jednak za sobą niezwykle wysokie koszty założenia szybu, trzeba bowiem budować kilkusetmetrowe pomosty, umożliwiające dostęp do wieży i żurawia, oraz specjalnie kosztowne fundamenty pod te urządzenia. Aby te koszty założenia lepiej wykorzystać, postanowiono zamiast jednego, odwiercać z tej samej wieży i żurawia dwa otwory, z których drugi musi oczywiście odchyłać się od pionu.

W początkowym stadium tej nowej praktyki nadawano drugiemu otworowi kierunek odchylający go od pionu przez umieszczenie w otworze klina, podobnie jak to się u nas robi przy zwiercaniu względnie odbijaniu rur, których z otworu usunąć nie można, o czym będzie mowa w następnym rozdziale. W tych warunkach jest rzeczą obojętną, w którym kierunku następuje odchylenie, byleby ono było tak duże, aby nowy otwór nie napotkał w nowym swoim przebiegu na rury tkwiące w dawnym otworze. Przy wierceniach, wymienionych na wstępie, jest kierunek również obojętny a warunkiem, który osiągnąć pragnęto, była znaczna wzajemna odległość spódów otworów, tj. miejsc nawiercenia roponośnego złoża, ażeby one na siebie jak najmniej oddziaływały.

Z właściwą Amerykanom energią oraz zdolnością organizacyjną przystąpiono do wykorzystania nowej myśli. Inż. John Eastman uzyskał patent na urządzenie do krzywienia otworu w kierunku zamierzonym i powstało towarzystwo do eksploatacji tego patentu, dokonując wprost nieprawdopodobnych prac.

W kilku wypadkach dokonano wierceń, które w zamierzonej głębokości krzyżowały się z odległymi o przeszło 100 m innymi odwiertami, celem przerwania ich produkcji. Roboty te były uwieńczone zamierzonymi wynikami.

Niestety firma Eastman nie opublikowała nigdzie dokładnego opisu urządzenia, którym ustala i kontroluje kierunek skrzywionego otworu, tak że nie jesteśmy w możności podać do wiadomości polskich czytelników.

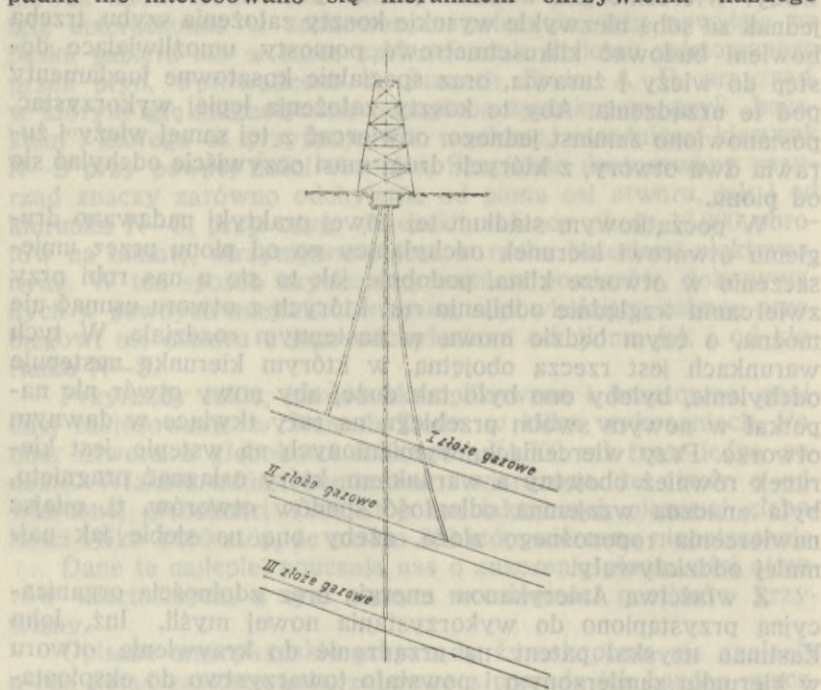
Rozumie się samo przez się, że wiercenia te były wykonywane sposobem rotary. Tow. „Gazolina“, które wierci tym sposobem za gazem w Daszawie, zastosowało wyżej opisany pomysłu amerykański do tamtejszych wierceń.

Jak wiadomo pole gazowe w Daszawie posiada trzy oddzielne złoża gazowe, których nie można eksploatować łącznie z powodu różnic w ciśnieniu złożowym. Eksploatacja ogranicza się do wykorzystania najgłębszego, najwydatniejszego złoża.

Firma „Gazolina“ wykonała z jednej wieży i żurawia zamiast jednego, trzy wiercenia, z których każde osiągnęło inny horyzont i wydobywa z niego gaz niezależnie od innych,



Rys. 89 przedstawia schemat takiej eksploatacji za pomocą potrójnego otworu, odwierconego z jednej wieży. W tym wypadku nie interesowano się kierunkiem skrzywienia każdego



Rys. 89. Schemat wiercenia trzech otworów z jednej wieży i żurawia.

z otworów, zadawając się samym faktem odchylenia od siebie. Jest to ze względów gospodarczych bardzo korzystna nowość, zasługująca na naśladownictwo.

Szczegółowy opis wierceń o opanowanym kierunku podał, według amerykańskich źródeł, prof. inż. Z. Bielski w zesz. 10 „Przemysłu Naftowego“ z r. 1935.



Cel działowania i rodzaje badania próbek.

Rdzieniomwane czyli pobieranie z powierzchni próbek i uwzględnionych pokładów, i to w **ROZDZIAŁ 3.** podjęto w zwięzłym i jasnym stylu, tak dla geologa, jak dla wiertnika i technika eksploatacyjnego, wyliczając, w jaki sposób należy postąpić w celu uzyskania próbek, które będą wiarygodne i nie uszkodzone. W tym celu należy przede wszystkim wykonać odpowiednie badania i pomiary, które pozwolą na określenie rodzaju i ilości próbek, które należy pobrać z danego pokładu.

**RDZENIOWANIE UDAROWE I INNE SPOSOBY BADANIA PRZEWIERCONYCH POKŁADÓW.**

OPRACOWALI

Inż. Władysław KLIMKIEWICZ

Prof. inż. Zygmunt BIELSKI.

Zanimy więc przystąpimy do opisu sposobów rdzenia, należy przede wszystkim określić, jakie są cele i zadania, które należy wykonać przy badaniu i pobieraniu próbek z pokładów.

Zwyczajnie próbki skalne otrzymujemy przy wierceniu otworów, po wyznaczeniu urobku wierceniowego, czy też odłamki w płaszczu przy wierceniu obrotowym, nie musimy od razu określać faktycznego i charakteru przewiercania, skąd one są, wartości. Mianowicie przy wierceniu piaskowym, gdzie zazwyczaj otwór jest niezaruszony, nie jesteśmy pewni, skąd pochodzą złapane okruchy skały, jak również nie otrzymujemy próbek błon i ziłk, które rozpuszczają się w cyrkulującej wodzie. Przy wierceniach udarowych nie wiemy na pewno, czy w dostarczonej próbce nie znajdują się pokłady pochodzące z górnej części otworu, które dostały się na syfł w skutek wystrzału lub też skały wprowadzone do otworu ciałem palniarstwa. Pora więc nie uzyskaliśmy prawie nigdy wiarygodnych próbek skalnych, które by dawały wiarygodne dane o właściwościach i budowie

W przeciwieństwie do próbek udarowych, normalnie uzyskiwanych, powinna dobra próbka rdzeniowa na dokładnie przedstawiać charakter samego pokładu, a więc jego strukturę i budowę







### Cel rdzeniowania i rodzaje badania próbek.

Rdzeniowanie czyli pobieranie z odwiertu próbek z przewierconych pokładów, i to w takim stanie i położeniu, w jakim znajduje się skała „in situ“, ma bardzo poważne i szerokie znaczenie, tak dla geologa, jak dla wiertnika i technika eksploatacyjnego, nie mówiąc już o celach naukowych.

Niech nam będzie wolno zacytować zdanie prof. K. Bohdanowicza, wygłoszone na powyższy temat na II Zjeździe Geologiczno-Naftowym w r. 1931, który stwierdził nie po raz pierwszy rzecz następująca: „Obecnie na wszystkich polach naftowych innych krajów, takie (geologiczne) próbki muszą być rdzeniowe i jeżeli nie z całego przekroju (szybu), to z pewnych jego części. Jeżeli przemysł nie może pokryć wydatków, związanych z otrzymaniem takich próbek i ich opracowaniem, niech wstrzyma raczej wiercenia...“.

Zdajmy więc sobie po krótko sprawę, jakie praktyczne wartości mogą mieć próbki rdzeniowe przy rozwiązaniu zagadnień geologicznych, wiertniczych i eksploatacyjnych.

Zwyczajnie próbki skał, otrzymywane czy to przy wierceniu udarowym, po wymyciu urobku wiertniczego, czy też złapane w płucze przy wierceniu obrotowym, nie oddają od razu stanu faktycznego i charakteru przewiercanej skały, oraz jej wartości. Mianowicie przy wierceniu płuczkowym, gdzie znaczna partia otworu jest niezarurowana, nie jesteśmy pewni, skąd pochodzą złapane okruchy skały, jak również nie otrzymujemy próbek ilów i glin, które rozpuszczają się w cyrkulującej wodzie. Przy wierceniach udarowych nie wiemy na pewno, czy w dostarczonej próbce nie znajdują się pokłady pochodzące z górnej części otworu, które dostały się na spód wskutek sypania, lub też skały wpuszczone do otworu celem patronowania. Poza tym nie uzyskaliśmy prawie nigdy większych odłamów skalnych, które by dawały ścisły obraz całości przewiercanej partii.

W przeciwieństwie do próbek udarowych, normalnie uzyskiwanych, pozwala dobra próbka rdzeniowa na dokładne poznanie charakteru samego pokładu, a więc jego struktury i budowy



petrograficznej, oraz wzajemnego następstwa pokładów, jak też upadu warstw. Znajdujące się czasem w rdzeniu części roślinne i skamieniliny ułatwiają oznaczenie okresu geologicznego i wieku skał.

Ścisłe określenie tych własności umożliwia zorientowanie się w geologicznych stosunkach wierzonego otworu. Może być więc stwierdzone uwarstwienie przy poziomym lub nachylnym ułożeniu warstw. To może przyczynić się do rozstrzygnięcia jednej z kilku hipotez co do położenia otworu w stosunku do całej głębokiej struktury, jak np. jego położenie na osi, skrzydle lub czole fałdu. Znane są wypadki w naszych warunkach pracy, w których stwierdzenie dużych upadów w rdzeniowej próbce ułatwiło rozwiązanie zagadnienia geologiczno-tektonicznego i było obok innych przyczyn jednym z powodów zatrzymania wiercenia i oszczędzenia dalszych, niecelowych kosztów. Na terenach znanych próbki rdzeniowe ułatwiają ścisłe określenie głębokości, w jakiej znajduje się wiercony szyb w stosunku do jakiegoś oznaczonego horyzontu.

Bezpośrednio dla ruchu wiertniczego dają próbki rdzeniowe jaśniejszy obraz pokładów, powodujących pewne trudności wiertnicze, występujące w czasie pracy, jak np. sypanie, wysuwanie odłamów skalnych ze ścian odwiertów, chwytanie rur, i ułatwiają zastosowanie środków zapobiegawczych. Rdzenie sygnalizują nam miejsca nawiercenia śladów lub horyzontów ropnych, gazowych i wodnych, umożliwiając odpowiednie postawienie rur i zamknięcie wody. Dokładna znajomość przewierczanych wkładek piaskowców, łupków i ilów przez rdzeniowanie ułatwiło jedno z zamknięć wody na szybie w Truskawcu. Okręgowy Urząd Górniczy w Drohobyczu poleca obecnie rdzeniować przed każdym zamknięciem wody na terenach poszukiwawczych. Poznane przez rdzeniowanie horyzonty gazowe lub ślady ropne, nawiercone przy dużym stanie wody w otworze, mogą być zbadane przez ściąganie lub za pomocą próbnika złoża, a w razie potrzeby umożliwiają jej wczesne zamknięcie. W Stanie Kalifornii istnieje przepis władz górniczych badania profilu geologicznego świdrem rdzeniowym 15—30 m przed spodziewanym zamknięciem wody. Acres i Hassel podają też, że rzadkie i jasne ropy o c. g. 0,739, zalegające w głębokich horyzontach pól naftowych Kettleman Hills i Santa Fe Spring, zostały przewiercone rotacyjnie bez zauważenia, a tylko dzięki zastosowaniu wierceń rdzeniowych w innych szybach udało się ten horyzont odnaleźć i odzyskać dla produkcji.

Najszerze znaczenie jednak posiada szczegółowa znajomość przewiercanej partii produktywnej dla dostosowania do złoża metod produkcji i sposobów zwiększenia ostatecznego jej wydobycia. Dokładne informacje o pokładzie produktywnym muszą się odnosić do jego miąższości, głębokości stropu i spagu, jak



też do charakteru petrograficznego produktywnego piaskowca oraz warstw nad i podległych.

Jeżeli chodzi o samo urządzenie eksploatacyjne, to np. zastosowanie pewnej wielkości szpar siatki rur perforowanych siatkowych będzie zależało od średnicy ziarn piasku. Analizę wielkości ziarn będzie można najściślej wykonać tylko na podstawie materiału uzyskanego z rdzenia produktywnego piaskowca.

Niektóre prace, podejmowane dla utrzymania produkcji, jak wyrabianie zasypu i rozszerzanie oraz precyzyjne zakładanie packera dla uszczelnienia wody spodniej lub warstw jałowych, wymagają również ścisłych wiadomości o sytuacji i głębokości zalegania pokładu produkcyjnego. Również dobór wielkości ładunku eksplozyjnego i jego umiejscowienie przy torpedowaniu powinno być także dostosowane do zwięzłości i porowatości piaskowca, a dobór ten może umożliwić tylko próbka rdzeniowa z całej partii złoża ropnego.

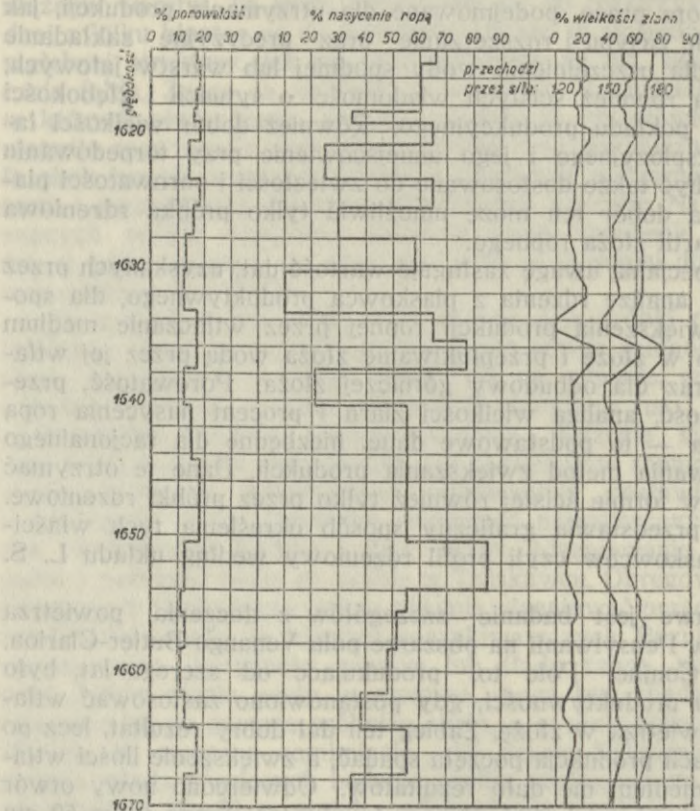
Na specjalną uwagę zasługuje wartość dat, uzyskanych przez badanie i analizę rdzenia z piaskowca produktywnego, dla sposobów zwiększenia produkcji ropnej przez wtlaczanie medium gazowego w złożę i przepłukiwanie złoża wodą przez jej wtlaczanie, oraz dla odbudowy górniczej złoża. Porowatość, przepuszczalność, analiza wielkości ziarn i procent nasycenia ropą piaskowca — to podstawowe dane, niezbędne dla racjonalnego przygotowania metod zwiększania produkcji. Dane te otrzymać możemy w formie ścisłej również tylko przez próbki rdzeniowe. Rys. 90 przedstawia graficzny sposób określenia tych właściwości piaskowców czyli profil rdzeniowy według układu L. S. Panity.

Ciekawe jest badanie szczegółów z tłoczenia powietrza w złożę w Pensylwanii na obszarze pola Venango-Butler-Clarion, według Conine. Pole to, produkujące od szeregu lat, było u schyłku produktywności, gdy postanowiono zastosować wtlaczanie powietrza w złożę. Zabieg ten dał dobry rezultat, lecz po pięciu latach produkcja poczęła spadać, a zwiększenie ilości wtlaczanego medium nie dało rezultatów. Odwiercono nowy otwór dla wzięcia rdzeni i stwierdzono, że eksploatowano tylko 60 cm miąższości piaskowca, który zawierał już 96% powietrza. Dalsze nieznaczne rdzeniowe pogłębianie odkryło jednak dwa niższe bogate horyzonty, nadające się również dla równoczesnego wtlaczania powietrza przez założenie podwójnych packerów, a dotychczas nie objętych tą metodą wskutek mniejszej porowatości tych piaskowców i nieznamości sytuacji.

O rdzeniowaniu jako podstawie zastosowania metody przepłukiwania złoża przez wtlaczanie wody przy sposobie „opóźnionego wiercenia“, pisze P. Torrey. Podaje on, że jedynie analiza rdzeni umożliwia uzyskanie tak olbrzymich sukcesów na polach Bradford i Allegany. Została tam zastosowana metoda opóźnionego wiercenia, polegająca na tym, że najpierw tłoczy się wodę



do 4 otworów, położonych na rogach kwadratu, a gdy złoże nabierze więcej wody, odwierca się szyb w środku między nimi. Tym sposobem udało się uzyskać wydobycie 40% ropy zawartej w złożu, co bez badania przepuszczalności piaskowca na podstawie rdzenia byłoby możliwe tylko w małym procencie. Jak oblicza Torrey, wartość kopalń Bradford i Allegany, które wy-



Rys. 90. Wykres porowatości, nasycenia ropą i wielkości ziarna piaskowca z Bradford, według L. S. Panity.

produkowały w ciągu 48 lat, od r. 1881 do 1929 około 265 milionów baryłek ropy, wynosiła w r. 1929, tj. przed zaczęciem tłoczenia tylko tyle, ile produkowały szyby, bez uwzględnienia rezerw ropnych. Obecnie ilość rezerw obliczona została na około  $2\frac{1}{4}$  razy tego co szyby te wyprodukowały od początku, tj. 600 milionów baryłek przy spodziewanym czasokresie produkowania pięćdziesięciu lat. Podniosło to oczywiście bardzo znacznie wartość wszystkich obiektów.



Nie może być również mowy o rozpoczęciu dużych inwestycji dla odbudowy górniczej pokładów ropnych bez poznania złoża przez rdzeniowanie.

Rozmieszczenie i odległość otworów, określenie zasięgu drenażu oraz niektóre metody obliczania zasobów i rezerw ropnych polegają na znajomości miąższości, porowatości, przepuszczalności i nasycenia ropą piaskowca. Kupno i sprzedaż kopalń również powinny być oparte na jakimś ściślejszym oszacowaniu rezerw ropnych, uwzględniającym kalkulację długotrwałości produkowania horyzontu. Szczegóły te dają nam rdzenie. Te pokrótce przedstawione przykłady wykazują praktyczne korzyści rdzeniowania nie tylko dla geologa, wiertnika i technika eksploatacyjnego, lecz przede wszystkim dla przemysłowca, zaangażowanego finansowo w przemyśle naftowym.

Zanim przejdziemy do opisu samych narzędzi i sposobów brania próbek rdzeniowych, pragniemy przedstawić w krótkości sposoby przygotowania i badania rdzenia.

Rdzenie wydobywa się z cylindra rdzeniowego koronki obrotowej lub dłuta udarowego przy pomocy prasy śrubowej lub hydraulicznej, wyciskając jego zawartość do rynienek blaszanych. Należy tutaj dodać, że konieczne jest zachowanie ostrożności przy rozkręcaniu cylindra, gdyż nieraz nagromadzone gazy wyrzucają rdzeń, a część cylindra wylatuje na odległość kilku metrów z wystrzałem, co jest niebezpieczne dla otoczenia. Ponieważ rdzeń znajduje się w kilku lub kilkunastu kawałkach, zaznacza się na nim linię wzdłuż osi, dla orientacji we wzajemnym położeniu poszczególnych kawałków i oznacza liczbami kolejność wydobytych kawałków, celem dokładnego wyliczenia głębokości rdzeni. Jeżeli rdzeń zawiera ropę, należy go owinać w papier z cynfolii i umieścić do czasu badania w hermetycznej blaszance. Następnie przygotowuje się rdzeń do właściwego badania przez usunięcie zewnętrznej powłoki łu i błota. Można również część rdzenia przepiłować podłużnie dla kontroli jakości rdzenia i wglądu.

Właściwe badanie może obejmować tylko niektóre właściwości próbki, zależnie od celu, dla którego rdzeń został wzięty, a więc czy był on potrzebny dla geologa, wiertnika, czy technika produkcyjnego. Można więc określić:

- a) rodzaj, budowę i charakter skały,
- b) następstwo i ułożenie pokładów,
- c) upad warstwy,
- d) zawartość i rodzaj szczątków roślinnych i okazów paleontologicznych oraz wiek skał,
- e) występowanie charakterystycznych minerałów, jak soli, gipsu, kalcytu itd. oraz rzadkich i ciężkich minerałów, jak tlenków żelaza, piryty itd.,
- f) zawartość i jakość wody mineralnej i słonej,
- g) zawartość ropy, gazu, asfaltu,



- h) procent porowatości piaskowca,
- i) przepuszczalność piaskowca,
- j) wielkość ziarn.

Sposoby badania wymienionych właściwości są na ogół znane, a niektóre z nich zostały w naszej literaturze naftowej opisane, między innymi przez prof. Bohdanowicza, dra Jaskólskiego, inż. Dratha, dra Wyszyńskiego i innych.

Sposoby rdzeniowania i pobierania próbek złoża można podzielić na bezpośrednie i pośrednie. Do pierwszych zaliczymy rdzeniowanie mechaniczne, obrotowe i udarowe, oraz zastosowanie próbników złoża, jak również branie próbek ze ścian odwiertu. Do pośrednich należy elektryczne rdzeniowanie i elektryczne oznaczenie miejsca przyływu wody oraz użycie kamery fotograficznej.

#### **Rdzeniowanie udarowe.**

Aparaty starego typu do rdzeniowania udarowego przy systemie linowym zostały opisane przez prof. J. Fabiańskiego w r. 1928 i przez R. M. Waligórę w r. 1929 w „Przemyśle Naftowym“.

Rdzeniowanie udarowe datuje się od r. 1906, w którym to roku wydano na nie patent w Stanach Zjedn. A. P. Nowoczesną formę otrzymały dłuta rdzeniowe dopiero w roku 1925. Obecnie jest w użyciu w Stanach Zjedn. parę typów dłut udarowordzeniowych, fabrykatu firmy Baker, Elliot i Keyston.

W r. 1930 zostało wykonane pierwsze w Polsce nowoczesne dłuto udarowordzeniowe, które zostało skonstruowane przez S. A. „Pionier“. Początkowa konstrukcja oparta została na przyrządach amerykańskich, jednak po próbach, przeprowadzonych w latach następnych w szybach S. A. „Pionier“ w Jankowicach i Rachiniu, wykonano szereg uzupełnień i zmian konstrukcyjnych, dając dłutom rdzeniowym ich dzisiejszą formę. Rys. 91 przedstawia ostatnie rozwiązanie dłuta dla rur 7" i 6", które zostały wypróbowane w szybie S. A. „Pionier“ w Rachiniu i w Truskawcu oraz w szybie G. F. T. N. „Małopolska“ w Wowni, dając dobre rezultaty. Rys. 92 przedstawia fotografię dłuta i wydobyty rdzeń w rynience blaszanej.

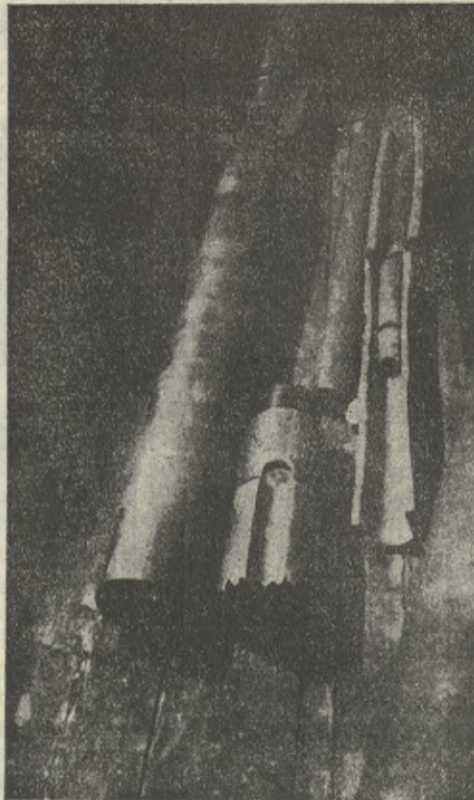
Główne części dłuta rdzeniowego — to korpus wraz z butem i łącznikiem, cylinder rdzeniowy z głową i udarnik wraz ze sprężyną. Udary spadającego korpusu przenoszą się za pomocą udarnika na wbity w spód otworu cylinder. Sprężyna, spoczywająca na łożyskach kulkowych głowicy cylindra, przyciska go do ziemi w czasie ruchu korpusu do góry, zapobiegając w ten sposób załamaniu się rdzenia. Znajdująca się w otworze woda wtłoczona zostaje wskutek zamknięcia się górnego wentyla przez spadający korpus, w przestrzeni pomiędzy cylindrem a ścianami korpusu i na zewnątrz, oczyszczając z błota i okruchów skalnych







wąską przestrzeń w bucie korpusu. Przy ruchu korpusu do góry następuje przyływ nowej wody z wyższej partii dna otworu. Wentyl kulkowy na głowie cylindra uniemożliwia wymycie miękkiego rdzenia. But dłuta jest w kształcie zbliżony do pełnego krzyżaka linowego, posiadając jednakże 8 ostrzy zębatach. But cylindra ma nieznaczne przewężenie, zmniejszające opory tarcia



Rys. 92. Fotografia dłuta udarowo-rdzeniowego wraz z wydobytym rdzeniem w rynience.

w cylindrze przy jego nabijaniu i późniejszym wyciskaniu. Dla skał twardych używa się dodatkowo 4-ch sprężynek, zapobiegających wypadaniu rdzenia, gdyż dla skał miękkich nie są one potrzebne. Dla uzyskania dobrego rdzenia powinien cylinder wystawać o kilka cm z buta korpusu w chwili jego uderu, a to o 1—2 cm dla skał twardych, zaś o 4—5 cm dla miękkich.

Dla brania rdzeni skręca się normalny przyrząd wiertniczy, kontroluje funkcjonowanie dłuta, a bolec korbowy przekłada na



drugą dziurę dla skoku około 90 cm. Przed rozpoczęciem rdzeniowania wyłyżkowuje się otwór dokładnie i nalewa około 8 m wody. W czasie rdzeniowania utrzymuje się mniejszą o 25% ilość udarów, jak przy normalnym wierceniu w danej głębokości, zapinając linę do wahacza w ten sposób, by korpus przy swoim wzniosie nie wyrwał cylindra z dna otworu i by nie wychylał z pionu cylindra, wbitego w spód otworu. Udar więc nie może być ani zbyt krótki ani za długi, by nie łamał rdzenia.

Długość cylindra rdzeniowego wynosi 1,20—1,50 m, zaś średnica rdzenia przy rurach 7" i 6" wynosi 60 i 50 mm. Ze względu na trudność idealnego wyczyszczenia spodu otworu, powinno się wiercić więcej niż na długość cylindra, celem uzyskania lepszego wydobycia, które na ogół wynosi 70%. Wydobyty rdzeń znajduje się zazwyczaj w kilku kawałkach lub w formie łupiących się plastrów. Tuleje cylindra należy rozkręcać ostrożnie, ze względu na możliwość zawierania gazu, i wyciskać rdzeń prasą śrubową. Przy rozkręcaniu należy tuleje kolejno oznaczyć i określić wzajemne położenie poszczególnych tulei.

W czasie prób nad dłutem udarowo-rdzeniowym, zmontowało równocześnie Tow. „Pionier“ w szybie w Rachin'u urządzenie do rdzeniowania obrotowego przy pomocy dodatkowego stołu rotacyjnego i popuszczadła Lappa. Ponieważ warunki terenowe i chwytanie rur przez teren uniemożliwiły wypełnianie otworu wodą, zastosowano płuczkę częściową przez tłoczenie zgęszczonego powietrza dla podnoszenia urobku z dna otworu. Z porównania tego wypadku, jak też na podstawie opinii amerykańskich wiertników, można stwierdzić, że rdzeniowanie udarowe jest znacznie szybsze i tańsze od rdzeniowania obrotowego, stosowanego sporadycznie w czasie wiercenia dla średniej twardości skał. Rdzenie nie są też nasycone wodą czy też płuczką, co ma znaczenie przy badaniu dla metod zwiększania produkcji. Koszt wiercenia rdzeni waha się około normalnych kosztów wiercenia. Wadą jest trudność brania rdzeni w skałach twardych i nieco mniejsze wydobycie w tym wypadku.

W naszych warunkach terenowych spełnia rdzeniowanie udarowe swoje zadanie i powinno być stosowane: a) w szybach poszukiwawczych, b) przed zamknięciem wody i horyzontem ropnym w szybach wierconych na znanym terenie.

### Próbniki złoże.

Jak wiadomo, wiercenia udarowe, którymi prawie wyłącznie posługujemy się dotychczas, dają — jako próbki przewierczanych skał — mniej lub więcej drobne okruchy, rzadko przekraczające rozmiarami wielkość fasoli lub grochu, a najczęściej znacznie mniejsze. Jest rzeczą oczywistą, że takie próbki przedstawiają bardzo małą wartość dla badań petrograficznych, które jednak



zwłaszcza przy wierceniach badawczych i poszukiwawczych, muszą być dokonywane z wielką dokładnością.

Toteż dostarczenie próbek przewiercanych skał o rozmiarach większych musi być najważniejszym zadaniem wiertnika.

Na Kaukazie, gdzie dawniej również wszechwładnie panował udarowy i suchy sposób wiercenia, stosowano z powodzeniem bardzo prosty przyrząd, zwany tam „udarnikiem“, który i u nas może tę nazwę nosić. Przyrząd ten ma zasadniczą budowę analogiczną do przyrządu używanego przez rymarzy do wybijania dziurek w skórze (w pasach). Jest to zatem stalowa rurka o ostro zakończonych krawędziach i otwarta u góry. Rurką tą uderza się mocno o dno otworu, tak aby wnikała w nie na głębokość do kilkudziesięciu mm, zależnie od twardości skały. Materiał skały dostaje się do wnętrza rurki w postaci słupka i zostaje wydobyty na powierzchnię. W ten sposób uzyskana próbka ma oczywiście rozmiary, które umożliwiają już badanie porowatości, nasycenia, badania mikroskopowe, a nawet wykonanie szlifów. Udarnik taki zawodzi tylko w pokładach bardzo twardych lub w bardzo miękkich, plastycznych ilach.

Udarnika nie wolno ciągnąć do góry szybko w otworze napełnionym wodą, gdyż próbka może być łatwo wypłukana przez nadanie wodzie wielkiej prędkości przepływu.

W Stanach Zjedn. stosuje się bardziej skomplikowane przyrządy, dające się zastosować przede wszystkim w wierceniach udarowych płuczkowych, jak też obrotowych, opisane poniżej szczegółowo, jako bardzo polecenia godne i dające się i u nas zastosować.

Narzędziami pokrewnymi z świdrami rdzeniowym są próbki złoża. Mają one na celu umożliwienie badania zawartości w piaskowcach wody, gazu i ropy, znajdujących się pod ciśnieniem słupa cieczy w otworze i nie służą właściwie do pobierania próbki samej skały. Zazwyczaj jednak okruchy, słabo związane piaskowce i luźne piaski, dostają się razem z zawartością złoża do aparatu i mogą być również w ten sposób badane. Mają one główne zastosowanie przy wierceniach płuczkowych, lecz mogą być również z dużą korzyścią stosowane przy wierceniu udarowym suchym o ile w otworze znajduje się woda.

Pierwszy praktyczny próbnik złoża miał zostać skonstruowany przez E. Haliburtona w r. 1926, a w rok później wprowadzono go w przemysłowe zastosowanie przy wierceniach rotacyjnych. Obecnie posiadamy cały szereg rozmaitych aparatów tego rodzaju, gdyż próbki złoża stały się nieodzownym narzędziem każdego otworu, wierconego obrotowo, i bywają używane każdorazowo przed cementowaniem rur nad horyzontem ropnym.

Próbnik złoża składa się z dwu zasadniczych części, kurka względnie zaworu i uszczelniającego packera. Zapuszczamy go w stanie zamkniętym na zwyczajnych rurkach płuczkowych lub pompowych i stawiamy go szczelnie w zawierconym na spo-



dzie mniejszym otworze. Ponieważ zawór próbnika jest zamknięty, więc rurki te są wewnątrz puste. Jeżeli packer dobrze uszczelnia dolną część otworu poniżej siebie, wówczas interesująca nas część piaskowca jest oddzielona od płuczki, czy wody znajdującej się powyżej uszczelnienia. Jeżeli teraz otworzymy zawór, wówczas wskutek znacznej różnicy ciśnień, atmosferycznego i ciśnienia złoża, powstanie ruch zawartości piaskowca do wnętrza próbnika i rurek, a nawet nieraz na powierzchnię. Po pewnym czasie zamykamy zawór próbnika przez ruch turkami i wydobywamy je na powierzchnię, badając ilość wypełnionych rurek i ich zawartość oraz materiał.

W czasie jednego z badań, wykonanych przez Vacuum Oil Co. w Louisianie w otworze o głębokości 1 400 m, połowa żerdzi rotacyjnych była wypełniona lotnym piaskiem z ropą, a gaz dobrze dmuchał przez kilka chwil po otwarciu zaworu. W szybie tym zostały następnie rury zacementowane i z tej głębokości otwór następnie stale produkował.

Próbnik złoża może przeszkodzić niepotrzebnemu i przedwczesnemu zacementowaniu lub postawieniu rur przez praktyczne zbadanie śladów ropy lub gazów. Oddaje on nieocenione usługi w szybach poszukiwawczych i w okolicach, w których horyzont produktywny występuje niewyraźnie lub posiada zbyt słabe ciśnienia dla pokonania słupa wody lub płuczki w otworze.

Próbnik złoża ma na celu nie tylko badanie jakości zawartości złoża, a więc rozstrzygnięcie, czy w nawierconym piaskowcu znajduje się ropa, gaz, czy woda i jakiego rodzaju, lecz może również służyć do określenia w przybliżeniu ciśnienia i ilości gazu względnie ropy. Prócz tego narzędzie to może być użyte dla badania zamknięcia wody, bez konieczności ściągania jej, czy też płuczki, z otworu, oszczędzając w ten sposób wiele czasu na niepotrzebną nieraz manipulację. W Kalifornii i kilku innych Stanach, gdzie stwierdzają zamknięcie wody władze górnicze, przyjęto powyższy sposób badania zamknięcia wody bez ściągania płynu z otworu. W tym wypadku używa się zaledwie kilku godzin czasu zamiast 3 dni.

Przy naszych wierceniach udarowych powinien on znaleźć zastosowanie w dwu wypadkach: a) gdy wierci się przy dolnej lub nawierconej wodzie, a pojawiają się ślady gazu lub ropy, b) gdy chcemy się przekonać o zamknięciu wody.

W pierwszym wypadku ściągnięcie wody może być niemożliwe z powodu silnego przypływu, lub niebezpieczne ze względu na chwycenie rur, nie mówiąc już o stracie czasu. Jeżeli badanie nawierconych śladów ropy będzie nawet pomyślnie przeprowadzone, może ono kosztować niepotrzebnie jedną przedwcześnie postawioną kolumnę rur. Zastosowanie próbnika złoża, przy równoczesnym zawierzeniu mniejszym świdrem, np. rdzeniowym, uwalnia od niebezpieczeństwa przejścia złożeń ropy lub ich zawodnienia, umożliwiając wykonanie tylko potrzebnego dla pro-



dukcji zamknięcia wody. Próbnik złoza może być również zastosowany przy wierceniu otworu normalnym dłutem, tym bardziej, że udoskonalono sposoby cementowania, przy pomocy tzw. parasola, jednej kolumny, jako rur produkcyjnych i zamykających wodę.

W drugim wypadku, gdy chodzi o próbę zamknięcia wody, może ona być przeprowadzona znacznie szybciej próbnikiem, założonym w bucie rur, bez ściągania wody. Dla dokładniejszej kontroli ewentualnego przyływu wody, po jej zamknięciu, można też — po założeniu packera w bucie — zabarwić wodę w rurach farbą anilinową. Celem uniknięcia gwałtownych ruchów płynu na spodzie, po otwarciu próbnika, należy stopniowo otwierać zawór górny, umieszczony na powierzchni na żerdziach płuczkowych.

Rozróżniamy trzy typy próbników złoza, a mianowicie:

- 1) do założenia w zawierconym otworze o mniejszej średnicy,
- 2) do użycia w otworze wierconym normalną średnicą świda oraz
- 3) do umieszczenia w bucie rur.

Próbniki te budowane są w dwu rodzajach, jako otwierające się przez ruch obrotowy przewodu lub jego ruch pionowy.

Przed zapuszczeniem próbnika złoza przy wierceniach płuczkowych, otwór musi być wyczyszczony do spodu z błota i osadów, a jeżeli mamy użyć próbnika do zawierconego mniejszego otworu, to miejsce to musimy przygotować w twardym pokładzie i zawiercić go stożkowo. Zazwyczaj zawiera się otwór normalnym dłutem aż do warstwy nieprzepuszczalnej, dającej odpowiednie oparcie uszczelnieniu ponad badanym piaskowcem, przy czym próg obrabia się świdrem lub dłutem spiczastym.

Przy pracy próbnikiem złoza należy zwrócić uwagę na kontrolę chyżości wpływu zawartości złoza na poziom płynu w rurach wiertniczych w czasie otwarcia próbnika, na ułatwienie uruchomienia próbnika po próbie oraz na dobór rodzaju próbnika do warunków terenowych. By posiadać orientację chyżości wpływu płynu do próbnika, dobrze jest umieścić szmatkę na otworze przewodu, a przez jej wydymanie się badać, w grubszym przybliżeniu, szybkość wypływu powietrza z rurek. Jeżeli ta szybkość jest zbyt wielka, co jest specjalnie niebezpieczne w pokładach bardzo luźnych, wówczas należy stopniowo otwierać zawór, założony na górnej części przewodu wypływowego lub rurek płuczkowych, stwarzając w ten sposób poduszkę pneumatyczną i opory dla zbyt gwałtownego ruchu płynów. W znanym terenie o luźnych piaskach można również wypełnić rurki wodą do pewnej ich wysokości.

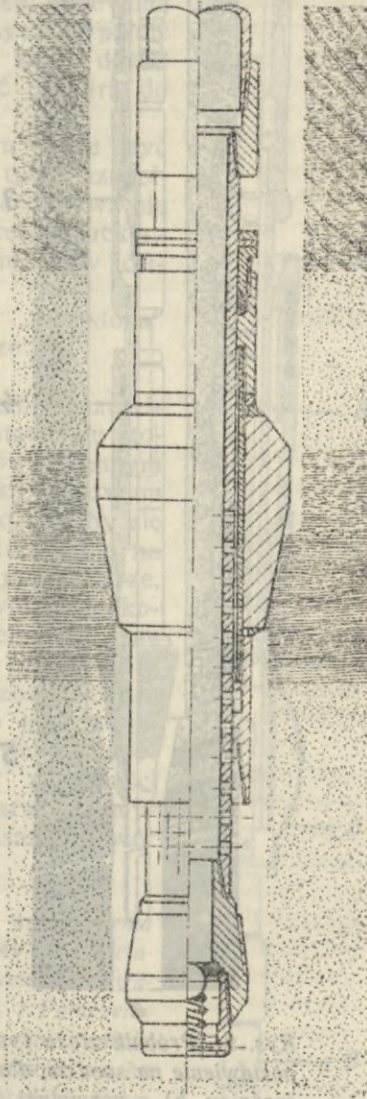
Jeżeli próbnik złoza nie jest dobrze uszczelniony, wówczas po otwarciu próbnika, zaczyna się przedostawać płuczka do



wnętrza rurek, a plyn w rurach wiertniczych zacznie się obniżać. Dlatego należy obserwować poziom płynu w rurach i w razie jego gwałtownego opadania zamknąć natychmiast próbnik na spodzie. Normalny czas otwarcia packera powinien wynosić około pół godziny, chyba że gaz wcześniej zacznie dmuchać przez rurki, sygnalizując, że należy próbnik zamknąć.

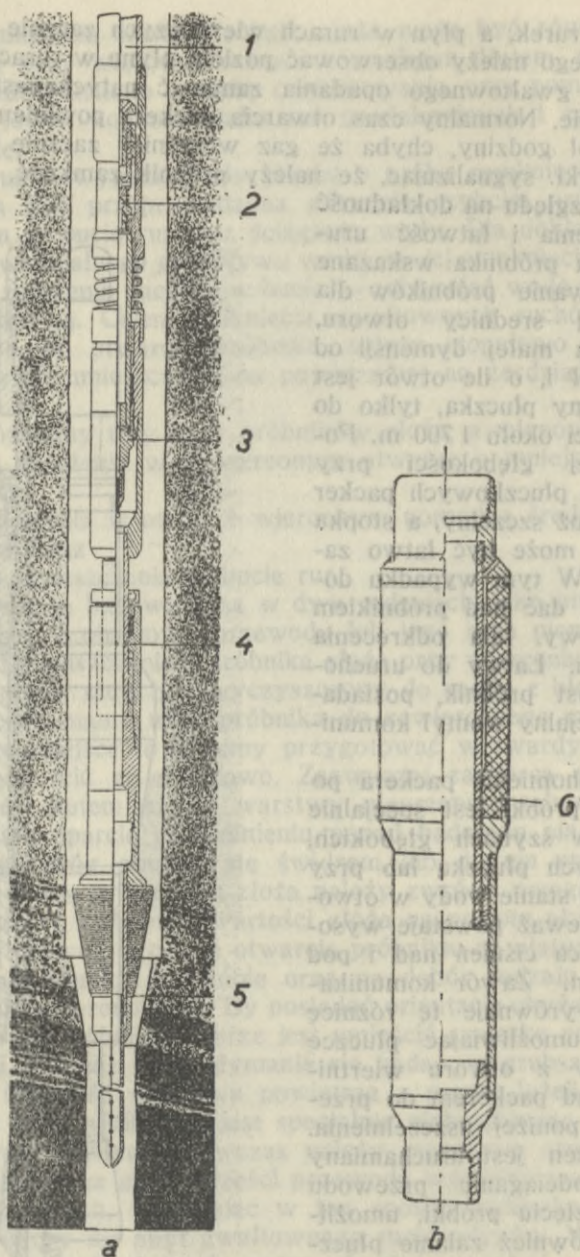
Ze względu na dokładność uszczelnienia i łatwość uruchomienia próbnika wskazane jest używanie próbników dla normalnej średnicy otworu, tylko dla małej dymensji od 7" w dół i, o ile otwór jest wypełniony płuczką, tylko do głębokości około 1700 m. Poniżej tej głębokości przy otworach płuczkowych packer nie jest już szczelny, a stopka packera może być łatwo zamulona. W tym wypadku dobrze jest dać nad próbnikiem gwint lewy, dla odkręcenia przewodu. Łatwy do uruchomienia jest próbnik, posiadający specjalny wentyl komunikacyjny.

Uruchomienie packera po wzięciu próbki jest specjalnie trudne w szybach głębokich, wierconych płuczką lub przy wysokim stanie wody w otworze, ponieważ powstaje wysoka różnica ciśnień nad i pod packerem. Zawór komunikacyjny wyrównuje tę różnicę ciśnień, umożliwiając płuczce przepływ z otworu wiertniczego nad packerem do przestrzeni poniżej uszczelnienia. Zawór ten jest uruchamiany przy podciąganiu przewodu a po wzięciu próbki, umożliwiając również zalanie płuczki ewentualnego horyzontu dla przeciwdziałania niespodzewanemu wybuchowi. Zawory komunikacyjne posiadają na razie tylko próbniki Johnstona.



Rys. 93. Próbnik „Havco”.





Rys. 94. Próbnik złoza typu „Johnston“ do otwierania przez postawienie na spodzie, dla użycia w otworze: a) o mniejszej średnicy, b) o normalnej średnicy. 1. Puste rurki przewodu. 2. Wentyl zapadkowy (zamknięty). 3. Wentyl główny (dolny) próbnika. 4. Wentylek komunikacyjny. 5. Packer uszczelniający. 6. Paker uszczelniający w otworze o normalnej średnicy.



Rys. 93 przedstawia próbnik „Havco“ do założenia w otworze o zawierconej mniejszej średnicy i do otwierania przez obrót o  $90^\circ$  żerdziami płuczkowymi za pośrednictwem stożkowych kół zębatach. Po paru minutach, gdy płyn ze złoża wpłynął do pustych żerdzi, obraca się ponownie żerdziami w przeciwnym kierunku, zamykając kurek. Przed wydobyciem przewodu należy nieraz w otworach rotacyjnych wypełnić otwór płuczką, by uzupełnić płyn, który dostał się przez ewentualną nieuszczelnność packera do rurek.

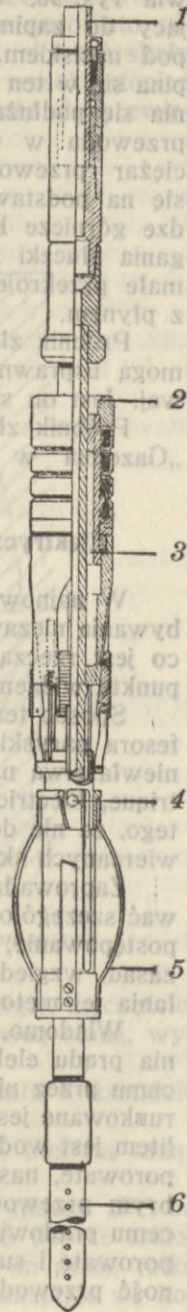
Dla normalnej średnicy otworu może być użyty podobny instrument, z tym tylko uzupełnieniem, że uszczelnienie w otworze odbywa się przez wprasowanie stożkowej części packera w długi gumowy pierścień i wgniecenie go w ścianę odwiertu.

Godny uwagi jest próbnik „Johnstona“ (rys. 94 a b) dla założenia w otworze:

a) o mniejszej średnicy,

b) normalnym, przez rozszerzenie uszczelnienia pod naciskiem żerdzi, po postawieniu stopy packera na spodzie i przy równoczesnym otwarciu dolnego zaworu w kierunku pionowym w dół. Ponieważ jednak próbnik taki mógłby się otworzyć przedwcześnie przez zatrzymanie na występie skalnym w niezarurowanym otworze, posiada on dodatkowo (górny) zawór zapadkowy. Zawór ten otwiera się przez wrzucenie w przewód np.  $\frac{1}{2}$ m kawałka  $\frac{3}{4}$ ” rurki, która swym uderzeniem spycha górną część zaworu w dół, tak że kulki, wchodząc do jego wytoczenia, umożliwiają sprężynie podniesienie grzybka zaworu, rozpoczynając wpływ zawartości piaskowca do wnętrza rurek. Dla ułatwienia wydobywania próbki służy wyżej opisany zawór komunikacyjny.

Rys. 95. Próbnik typu „Johnston“ dla umieszczenia w bucie rur, celem kontroli zamknięcia wody bez jej ściągania z otworu. Próbnik posiada duże kanały, pozwalające na szybkie zapuszczenie go w płynie. 1. Połączenie z górną częścią próbnika złoża. 2. Siedzenie wentyla kanałów. 3. Kanały dla zmniejszenia oporów ruchu w wodzie. 4. Trzpień zabezpieczający szczęki. 5. Sprężyny dla zapięcia packera. 6. Perforowane zakończenie próbki





Typ próbnika zamknięcia wody, fabryki Johnston Formation Testing Corp. w Texas, dla umieszczenia w bucie rur, przedstawia rys. 95. Łączy on w swej budowie packer uszczelniający do zapinania w rurach z próbnikiem otwierającym się pod naciskiem, podobnie jak poprzednio opisany. Packer zapina się w ten sposób, że skręca się przewodem, przez co uwalnia się podłużne listwy sprężynowe, trące o rury. Przy ruchu przewodu w dół, kliny zazębiają się o rury, a wówczas ciężar przewodu zgniata uszczelnienie gumowe wspierające się na podstawie stożka. Packer ten jest zalecony przez władze górnicze Kalifornii dla badania zamknięcia wody bez ściągania płuczki z otworu. Jest on praktyczny, ponieważ posiada małe przekroje i umożliwia szybkie zapuszczenie do otworu z płynem.

Próbnik złoża jest jednym z tych niedrogich narzędzi, które mogą usprawnić nasze prace wiertnicze przy metodzie udarowej. Jest on specjalnie zalecony dla metody rotacyjnej.

Próbnik złoża starej konstrukcji był wykonany przez S. A. „Gazolina“ w Daszawie w r. 1932.

### Elektryczne rdzeniowanie sposobem Schlumbergera.

W najnowszych czasach pojawił się doskonały sposób zdobywania niezawodnych informacji o przewierconych warstwach, co jest rzeczą potrzebną przede wszystkim z przemysłowego punktu widzenia.

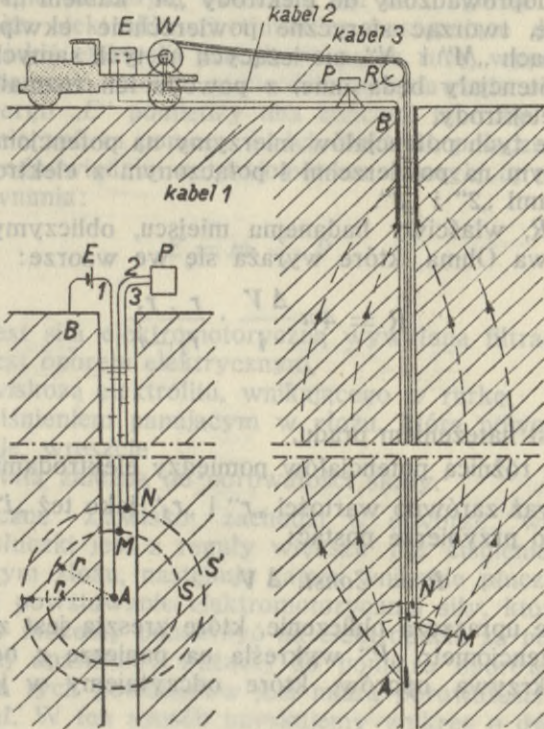
Sposób ten, wynaleziony przez francuskiego inżyniera i profesora paryskiej Ecole des Mines, Konrada Schlumbergera, nosi niewłaściwą nazwę elektrycznego rdzeniowania (Carottage électrique, Electrical Coring, Elektrisches Kernern). Niewłaściwą dlatego, że nie dostarcza on rdzeni, lecz takich informacji o przewiercanych skałach, które czynią wydobywanie rdzeni zbędnym.

Zaprowadziłoby nas za daleko, gdybyśmy chcieli rozpatrywać szczegółowo elektryczne podstawy, na których opiera się to postępowanie, ograniczymy się przeto do krótkiego przytoczenia zasad, względnie zjawisk fizycznych, które są podstawą działania tej metody pracy.

Wiadomo, że ciała posiadają rozmaitą zdolność przewodzenia prądu elektrycznego, względnie przedstawiają przepływającemu przez nie prądowi rozmaity opór. Przewodnictwo to uwarunkowane jest obecnością w nich elektrolitów. Dobrym elektrolitem jest woda, a jeszcze lepszym woda słona, mineralna. Skały porowate, nasycone wodą mineralną, odznaczają się zatem dobrym przewodnictwem, czyli stawiają mały opór przepływającemu prądowi elektrycznemu, przeciwnie zaś skały zwarte, nieporowate i suche, nie zawierające elektrolitów, mają małą zdolność przewodnictwa, czyli duży opór.



Stwierdzono wszelako, że skały porowate, nasycone ropą naftową lub gazami, mają bardzo znaczny opór elektryczny, a to z tego powodu, iż ropa nie jest elektrolitem, lecz przeciwnie, ma zdolności izolacyjne. Zasadniczo zatem skały porowate suche i nieporowate, jak granit, kwarcyt, marmur, jako też skały miękkie, jak gips, sól kamienna i węgiel, mają wysoki stopień odporności na przewodnictwo elektryczne, zaś skały słabo zwi-



Rys. 96. Schemat zasady elektrycznego rdzeniowania

zane, porowate, jak piaski, piaskowce, łupki i margle, najczęściej nasycone w mniejszym lub większym stopniu wodą słoną, wykazują mały opór elektryczny.

Jednostką mierniczą jest tu  $\text{om}/\text{m}^2/\text{m}$ , tj. skala o kształcie walca o wysokości 1 m i przekroju  $1 \text{ m}^2$ .

Pomiar oporu elektrycznego odbywa się za pomocą urządzenia, przedstawionego na rys. 96.

Na samochodzie znajduje się prądnicą prądu stałego „E”, od której idzie, przez windę „W”, potrójny, bardzo dobrze izolowany kabel do otworu. Po drodze przechodzi on przez rolkę licznikową „R”, wskazującą każdej chwili gdzie znajduje się ko-



niec zapuszczonego kabla. Kabel ten posiada na swoich zakończeniach trzy elektrody „A“, „M“ i „N“, z których każda znajduje się w innym miejscu. Odległości  $AM (r)$  i  $AN (r_1)$  wynosić powinny, jak wykazały doświadczenia, 10—20 krotną średnicę otworu.

Do elektrody „A“ doprowadzamy prąd (stały) ze źródła energii, po połączeniu bieguna ujemnego z ziemią w punkcie „B“, w pobliżu otworu wiertniczego, lub z rurami tkwiącymi w otworze. Prąd doprowadzony do elektrody „A“ kablem „I“ przenika przez skałę, tworząc sferyczne powierzchnie ekwipotencjalne. W elektrodach „M“ i „N“, nie leżących na tych samych powierzchniach, potencjały będą inne, z powodu ich rozmaitych odległości od elektrody.

Różnice tych potencjałów mierzymy na potencjometrze „P“, umieszczonym na powierzchni i połączonym z elektrodami „M“ i „N“ kablami „2“ i „3“.

Opór  $R$ , właściwy badanemu miejscu, obliczymy na podstawie prawa Ohma, które wyraża się we wzorze:

$$R = 4\pi \frac{\Delta V}{i} \cdot \frac{r \cdot r_1}{r_1 - r}$$

gdzie:

$i$  — jest natężeniem prądu,

$\Delta V$  — różnicą potencjałów pomiędzy elektrodami  $M$  i  $N$ .

Ponieważ zarówno wartości „ $r$ “ i „ $r_1$ “ jako też „ $i$ “ są znane, równanie to przybierze postać:

$$R = Const. \Delta V$$

co znacznie upraszcza obliczenie, które zresztą jest zbędne, ponieważ potencjometr „P“ wykreśla na papierze z odpowiednią podziałką krzywą oporów, które odczytujemy w jednostkach  $om/m^2/m$ .

Warunkiem funkcjonowania aparatu jest, aby otwór był wypełniany płynem, najlepiej gęstą, błotną płuczką, i nie był zarurowany, z czego wynika, że metoda ta może być stosowana przede wszystkim w otworach odwierconych sposobem rotary.

Według najnowszych wiadomości, skonstruowano ostatnio aparat, który zezwala na dokonywanie wyżej opisanych pomiarów także w zarurowanych otworach, co ułatwia zastosowanie tej metody u nas.

Zauważyliśmy poprzednio, że skały zwięzłe, nieporowate i nie zawierające wody, posiadają bardzo małe przewodnictwo elektryczne, czyli bardzo duże opory. Takie opory posiadają także porowate warstwy roponośne, z innych, jakśmy widzieli, przyczyn.



Okoliczność ta prowadziłaby do fałszywych wniosków i obniżyłaby wartość elektrycznego rdzeniowania, gdybyśmy nie posiadali możliwości tym samym urządzeniem stwierdzić inną cechę przewiercanych skał, a mianowicie ich porowatość.

Wykorzystuje się w tym celu zjawisko elektrofiltracji, spostrzeżone po raz pierwszy w r. 1931, przy pomiarach elektrycznych oporów, dokonanych na polach Aznieftu w Baku. Po stwierdzeniu znaczenia tego zjawiska szybko rozpowszechniło się jego wykorzystanie po całym świecie i jest dziś ogólnie stosowane.

Zjawisko elektrofiltracji tłumaczy następujące doświadczenie: jeżeli jakiś elektrolit przepływa przez rurę, wypełnioną porowatą substancją, można stwierdzić powstawanie elektromotorycznej energii „ $E$ ” pomiędzy obu końcami tej rury. Energię tę można pomierzyć za pomocą dwóch elektrod, połączonych przewodami z odpowiednim potencjometrem. Energię tę można obliczyć z równania:

$$E = m \frac{\rho}{\tau} P$$

gdzie:

- $E$  — jest siłą elektromotoryczną wywołaną filtracją,
- $\rho$  — jest oporem elektrycznym,
- $\tau$  — wiskozą elektrolitu, wnikającego w rurkę,
- $P$  — ciśnieniem panującym w złożu, które powoduje filtrację, wreszcie
- $m$  — stałą zależną od porowatości skały.

Identyczne zjawisko zachodzi w otworze wiertniczym. Ciśnienie płuczki jest z reguły większe niż ciśnienie panujące w porowatym złożu, następuje zatem wnikanie płuczki w pory złoża oraz powstawanie elektromotorycznej siły, której różnicę potencjałów możemy pomierzyć na elektrodach, za pomocą wyżej opisanego aparatury, służącej do pomiaru oporów.

Różnica tych potencjałów jest miarą porowatości przewiercanych skał. W ten sposób uzyskujemy wykres o dwóch krzywych, jedna z nich wskazuje opory elektryczne, a druga porowatość skał, w całym badanym otworze wiertniczym.

Praktyczne korzyści, jakie dają nam te pomiary, są, oprócz określenia porowatości, następujące:

#### 1. Umiejscowienie złóż wodnych

Porowate złoża, zawierające mineralną wodę, mają wielką zdolność przewodnictwa, przeto wykres oporów różniłby się mało np. od nad- względnie podległych warstw — ilów zupełnie nieporowatych (vide rys. 97 a). Dopiero zestawienie krzywej oporów i krzywej porowatości poucza nas, że mamy do czynienia ze skałą porowatą, nasyconą wodą.

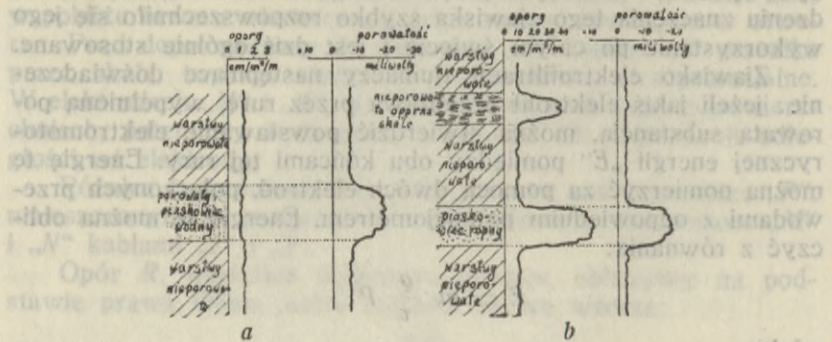
#### 2. Określenie przepuszczalności złóż ropnych.

Przepuszczalność jest, jak wiadomo, jednym z najważniejszych czynników wydajności złóż ropnych. Pomiar oporów prze-

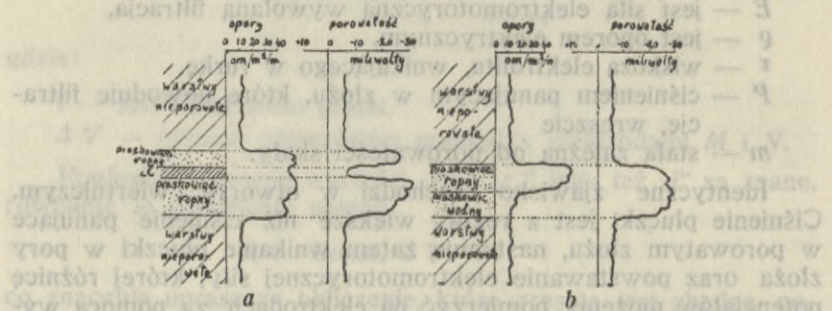


wodnictwa nie daje wystarczających wskazówek, albowiem zupełnie nieporowate skały, nie zawierające wcale albo mało elektrolitów, posiadają wybitnie duże opory. I tu dopiero zestawienie wykresów oporów i porowatości daje zupełny obraz stanu rzeczy (rys. 97 b).

3. Stwierdzenie wkładki ilów lub innych nieporowatych skał w złożu ropnym (rys. 98 a).



Rys. 97.



Rys. 98.

4. Stwierdzenie wody w złożu ropnym.

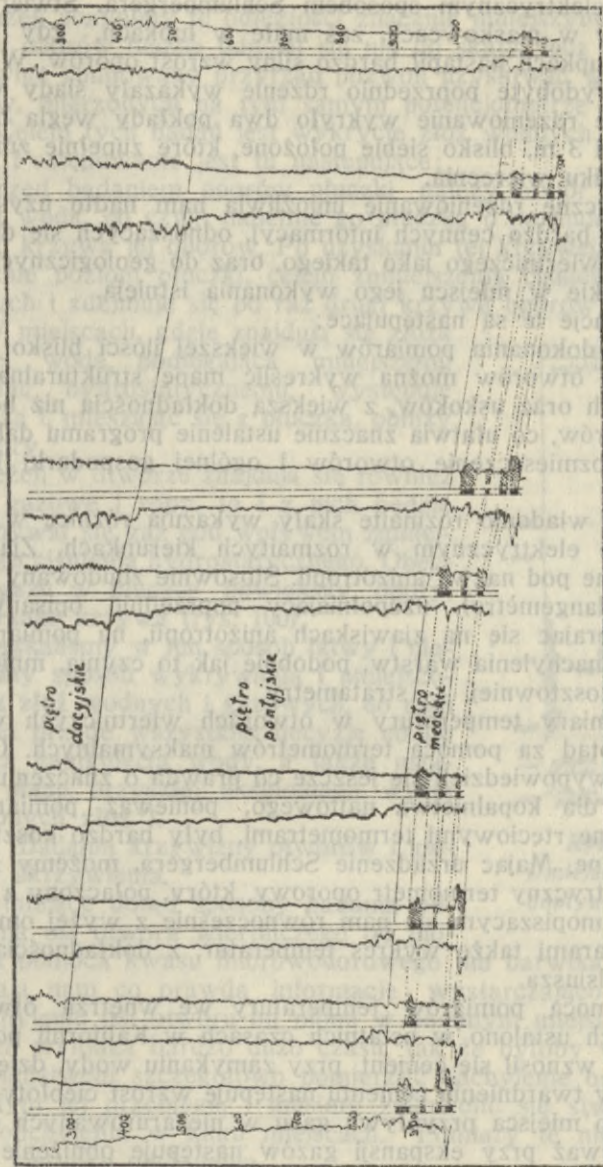
Część złoża, zawierająca ropę, wykaże duże opory przewodnictwa, podczas gdy część zawodniona będzie miała opory małe, całe złoże zaś będzie miało dużą porowatość (rys. 98 b).

Wykres tych dwóch krzywych pozwoli nam, zwłaszcza gdy chodzi o tereny roponośne, na bardzo dokładne wnioski, jeżeli będziemy pamiętali, że:

- 1) duże opory i duże porowatości będą cechowały warstwy roponośne,
- 2) duże opory i małe porowatości będą wstawką warstw zbitych, płynnych, — wreszcie że
- 3) małe opory, a duże porowatości będą oznaczały warstwy wodonośne.

Wykresy takie, pobrane z kilku niedaleko od siebie położonych otworów, wykażą dokładny przebieg warstw i pozwolą





Rys. 99. Przekrój siratygraficzny ustalony krzyzywymi oporów i porowatości.

na wykonanie bardzo dokładnych przekrojów geologicznych danego obszaru (rys. 99).

Przy pewnym wierceniu poszukiwawczym za węglem we Francji, wykonanym koroną rdzeniową, zakończonym ujemnym wynikiem, zdecydowano się przy likwidacji otworu poddać go



badaniom elektrycznym sposobem Schlumbergera. Stwierdzono duże opory w piaskowcach, zaś małe w łupkach, gdy nagle w tychże łupkach nastąpił bardzo silny wzrost oporów. W miejscu tym wydobyte poprzednio rdzenie wykazały ślady węgla. Elektryczne rdzeniowanie wykryło dwa pokłady węgla o grubości 1 m i 3 m, blisko siebie położone, które zupełnie zmieniły ocenę wyniku wiercenia.

Elektryczne rdzeniowanie umożliwia nam nadto uzyskiwanie innych, bardzo cennych informacji, odnoszących się do stanu otworu wiertniczego jako takiego, oraz do geologicznych warunków, jakie w miejscu jego wykonania istnieją.

Informacje te są następujące:

1. Po dokonaniu pomiarów w większej ilości blisko siebie położonych otworów można wykreślić mapę strukturalną złóż roponośnych oraz uskoków, z większą dokładnością niż bez takich pomiarów, co ułatwia znacznie ustalenie programu dalszych wierceń, rozmieszczenie otworów i ogólnej gospodarki kopalnianej.

2. Jak wiadomo rozmaite skały wykazują różnicę w przewodnictwie elektrycznym w rozmaitych kierunkach. Zjawisko to jest znane pod nazwą anizotropii. Stosownie zbudowany przyrząd (Pendangemètre), uzupełniający poprzednio opisany, zezwala, opierając się na zjawiskach anizotropii, na pomiar kąta i kierunku nachylenia warstw, podobnie jak to czynią, mniej dokładnie i kosztowniej, — stratametry.

3. Pomiarzy temperatury w otworach wiertniczych wykonywano dotąd za pomocą termometrów maksymalnych. Geologowie nie wypowiedzieli się jeszcze co prawda o znaczeniu tych pomiarów dla kopalnictwa naftowego, ponieważ pomiary te, wykonywane rtęciowymi termometrami, były bardzo kosztowne i niedokładne. Mając urządzenie Schlumbergera, możemy zastosować elektryczny termometr oporowy, który, połączony z urządzeniem samopiszącym, da nam równocześnie z wyżej omówionymi pomiarami także wykres temperatur, z dokładnością 1/20 stopnia Celsjusza.

Za pomocą pomiarów temperatury we wnętrzu otworów wiertniczych ustalono w ostatnich czasach w Kalifornii poziom, do którego wznosił się cement przy zamykaniu wody, dzięki temu, że przy twardnieniu cementu następuje wzrost ciepłoty, oraz stwierdzono miejsca przyływu gazu w niezarurowanych otworach, ponieważ przy ekspansji gazów następuje obniżenie temperatury.

4. Badania oporów płuczki błotnej i ustalanie obecności złóż wodnych.

Jak już stwierdzono, celem oznaczenia elektrycznych oporów skał obiera się odległości elektrod „M” i „N” od elektrody „A” ( $r$  i  $r_1$ ) 10 do 20 razy większe niż średnica otworu.



Jeżeli uczynimy te odległości znacznie mniejszymi, wówczas pomiar oporów będzie odnosił się nie do skały, lecz do płuczki. Stosownie zbudowany przyrząd pozwoli uzyskiwać wykres tych oporów, mierzonych na tym samym potencjometrze co poprzednio. Celem tych badań jest wykrycie złóż wodnych oraz gazowych. Postępowanie jest tu następujące:

Przed badaniem oporów płuczki należy otwór przepłukać słodką wodą, po czym napełnić go płuczką o normalnej gęstości i zdjąć krzywą jej oporów. Po uzyskaniu tej krzywej, obniża się wydatnie poziom płuczki, celem zmniejszenia ciśnień hydrostatycznych i zdejmuje się po raz drugi krzywą oporów płuczki.

W miejscach, gdzie znajdują się złoża wodne, woda, podlegająca mniejszemu ciśnieniu hydrostatycznemu, występuje ze złoża i, mieszając się z płuczką, obniży jej opory.

Jeżeli w otworze znajdują się również złoża gazowe i ropy, to i z nich będzie wydobywał się gaz pod wpływem zmniejszonego ciśnienia hydrostatycznego. Obecność gazu w płuczce powiększy opory, co wykaże krzywa (rys. 100).

Zyskaliśmy w ten sposób łatwy i niezawodny sposób wykrywania i umiejscowienia złóż wodnych i gazowych, co nam ułatwia przede wszystkim decyzję co do miejsca zamknięcia wody, a także ustalenia planu przyszłej eksploatacji wyżej położonych złóż<sup>1)</sup>.

5. Badania krzywizny otworów i kierunku skrzywienia.

Istniejące dotąd sposoby badania odchylenia osi otworu wiertniczego od pionu, za pomocą kwasu fluorowodorowego lub barwika anilinowego, dają nam co prawda informacje wystarczająco dokładne o odchyleniu osi otworu od pionu w badanym miejscu, lecz robota ta wymaga bardzo dużo czasu, tak że byłoby wprost niepodobieństwem szczegółowo pomierzyć odchylenie osi od pionu w całym jej przebiegu, i musimy zadowolić się stwierdzeniem tego odchylenia w kilku miejscach. Pomiary te nie wskazują nadto kierunku odchylenia.



Rys. 100.

Umiejscowienie  
dopływu wody.

<sup>1)</sup> U w a g a: Według najnowszej amerykańskiej techniki eksploatacyjnej, która znalazła już szerokie zastosowanie w Rumunii i Rosji, w kopalniach posiadających kilka złóż ropnych, z których najniższe bywa normalnie najbogatszym, wierci się wprost do tego najniższego złoża, zamyka się nad nim wodę cementem jedną kolumną rur, zamykając równocześnie i wszystkie wyżej znajdujące się złoża ropy i ga-



Istnieją co prawda przyrządy do orientowania odchylenia osi, posługujące się bądź to igłą magnetyczną, bądź bączkiem (giroskopem), są one jednak bardzo kosztowne w nabyciu i użyciu i pozwalają — jak poprzednie — na pomiar kierunku krzywizny tylko w obranych punktach.

Elektryczny pomiar nachylenia i jego orientacja metoda Schlumbergera polega na zastosowaniu indukcyjnego kompasu oraz magnetycznego pionu. Pion ten może być magnetyzowany prądem elektrycznym, dowolnie z powierzchni dostarczonym. Tworzy on pole magnetyczne, które jest położone ponad ziemskim polem magnetycznym. Obydwa te pola tworzą w kompasie indukcyjnym siły elektromotoryczne, które mogą być na powierzchni mierzone. Pomiar ten zezwala na dokonanie obliczeń, których wynikiem jest zarówno kąt nachylenia osi otworu do pionu, jako też i kierunek tego nachylenia.

Jak widzimy zastosowanie „elektrycznego rdzeniowania” otwiera przed nami możliwości, o których dawniej nie można było marzyć. Informacje te uzyskane drogą wprost, lub pośrednio, korzystając z elektrycznej aparatury, są tak łatwe do otrzymania, a równocześnie tak wyczerpujące, że gospodarka na kopalniach ropy zyskuje czynnik pewności i stanowczości, którego dotąd było jej brak.

Metoda ta, z którą wynalazca wystąpił po raz pierwszy publicznie na II Międzynarodowym zjeździe wiertników (Congrès International de Forages) w Paryżu w roku 1929, rozpowszechniła się tak szybko w kopalnictwie naftowym całego świata, że według statystyki z roku 1933 w Wenezueli 100% otworów bada się elektrycznym rdzeniowaniem, w Rumunii i Rosji 90%,

zów, i przystępuje do eksploatacji. Po wyczerpaniu tego złoża, co może trwać całe lata, zabija się szczelnie otwór cementem od dołu aż do najbliższego złoża ropnego. Tu otwiera się rury za pomocą specjalnie skonstruowanego aparatu strzałowego, w którym dynamit wyrzuca stalowe pociski o takiej sile, że przebijają one rury oraz płaszcz cementowy za nim się znajdujący, i wnikając w roponośny pokład, otwierają w ten sposób drogę przepływowi ropy, po czym rozpoczyna się eksploatację.

Siła tych strzałów może być tak wielka, że przebija nawet dwie kolumny rur w danym miejscu ewentualnie się znajdujące.

Ponieważ ropa uzyskana z najniższego horyzontu zamortyzowała zazwyczaj koszty otworu, wydajność następnych, wyższych złóż może być znacznie mniejsza, albowiem musi pokrywać tylko bieżące koszty wydobywania. Stosowanie tej metody eksploatacji jest oczywiście możliwe tylko przy zastosowaniu wiercenia rotary i rurowania otworu jedną kolumną rur, oraz elektrycznego rdzeniowania, zezwalającego na bardzo ściśle umiejscowienie wszelkich, choćby bardzo słabych złóż wodnych, ropy i gazów.







rientowanie się w miejscu przyływu wody. Czasem konieczne jest kilkakrotne wykonanie pomiarów, aż do dokładnego określenia miejsca przyływu. Rys. 101 przedstawia taki wykres według W. A. Sawdona.

W podobny sposób można wykonać pomiary przez zmianę i zwiększenie zasolenia wody przy pomocy dodania chlorku sodu. Po częściowym szcerpaniu wody i napływie świeżej, wykresy oznaczają miejsce przyływu. W podobny sposób da się stwierdzić, przez dolanie solanki, przeciekanie wody słodkiej przez złe zamknięcie, jak również infiltrację wody do pokładu.

Metoda ta nie wymaga kosztownych urządzeń i łatwo może być u nas wprowadzona w użycie, usprawniając nasze metody zamykania wody.

#### Literatura.

1. C. R. Fettke. Permeability studies of Pennsylvania Oil sands. AIME, Transactions Petroleum Development and Technology, 1931.
2. L. S. Panity. Practical Interpretation of core analysis. Dtto.
3. F. G. Tickell. Some studies on the porosity of sands. Dtto.
4. T. Acres and H. Hassel. Core drilling. Petroleum Engineering. Wydanie I.
5. P. S. Haury. Midcontinent Development practice. Petr. Eng. Wydanie II.
6. P. D. Torrey. The water flooding of oil sands. Dtto.
7. K. Bohdanowicz i S. Jaskólski. przyczynek do znajomości piaskowca borysławskiego. Kraków 1928.
8. Prof. K. Bohdanowicz: W sprawie próbek rdzeniowych. 1931. Kraków.
9. Inż. A. Drath. Pomiar i praktyczne znaczenie porowatości i przepuszczalności skał roponośnych. Przem. Naft. 1934.
10. O. V. Wyszyński. Nowy aparat polowy do oznaczania porowatości efektywnej piaskowców ropnych i gazowych. 1934. Instytut geol.-naft. w Borysławiu.
11. Prof. J. Fabiański. Aparat do odwiercania rdzeni sposobem udarowym. Przem. Naft. 1928.
12. R. Waligóra. Wiercenie rdzeni. Przem. Naft. 1933.
13. Przemysł Naftowy, 1933. Przyrząd do fotografowania otworów wiertniczych.
14. C. Schlumberger and E. G. Leonardon. Electrical Coring. A. I. H. E. 1932. (Techn. Publ. 462).
15. Société de Prospection Electrique. 1932. Application of electrical coring in Russian Oil Fields.
16. W. A. Sawdon. Locating the sources of water electrically. Inter. Petr. Technology. September 32.
17. Formation tester. F. E. O'Neill. A. I. M. E. Transaction Petr. Development and Technology. 1934.



18. C. i M. Schlumberger. Communication sur le carottage électrique. Congrès International de Forages, Paris 1929. Comptes-rendus, tom I.
19. C. i M. Schlumberger i P. Charrin. Application de la prospection électrique aux recherches de pétrole en U. R. S. S.
20. Parfenov, Melikian i Nikitine. A New Technique in Geological Exploration. „The Azerbaidjan Oil Industry“, Nr I, January 1932.
21. M. P. Charrin. Méthode nouvelle d'exploration des sondages. Le carottage électrique. Nro du 1-er Septembre 1933. Extrait de la Revue de l'industrie minière.
22. M. P. Charrin. Application des techniques électriques aux problèmes de prospection et d'études géologiques. Nro 34 du Bulletin de la Société Française des Electriciens, Octobre 1933.
23. C. i M. Schlumberger i E. Leonardon. Electrical Coring; a Method of Determining Bottom-hole Data by Electrical Measurements. Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers. Vol. 110, Geophysical Prospecting 1934.
24. C. i M. Schlumberger i E. G. Leonardon. A New Contribution to Subsurface Studies by Means of Electrical Measurements in Drill Holes. Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers. Vol. 110. Geophysical Prospecting 1934.
25. Inż. Julian Muszyński. Elektryczne badania otworu wiertniczego metodą Schlumbergera. Przemysł Naftowy, r. 1935, str. 133—139.
26. C. i M. Schlumberger. Elektrisches Kerning; seine Anwendung in Rumänien im Jahre 1931/32. Internationale Zeitschrift für Bohrtechnik, Erdölbergbau und Geologie, rok 1934, Nr 11/12, str. 75—84.
27. C. i M. Schlumberger i H. G. Doll. Le pendage électromagnétique et la détermination de l'orientation du pendage des couches sédimentaires recoupés par les sondages. Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée VII Session — Paris 20—26 Octobre 1935, Section des Mines.







#### ROZDZIAŁ 4.

### ROBOTY RATUNKOWE.

OPRACOWALI

Prof. inż. Zygmunt BIELSKI

Inż. Tadeusz BIELSKI

Inż. Józef BLOCH

Inż. Tadeusz GAWLIK

Inż. Władysław KLIMKIEWICZ

Inż. Zbigniew SZWABOWICZ

Inż. Tadeusz ŁABNO.

I. Wypadki zachodzące w przewodzie wiertniczym, a mianowicie:

- a) z łożdziami pełnymi, kanadyjskimi,
- b) z łazą wiertniczą lub łożką,
- c) z łożdziami rurowymi, używanymi przy wierceniach ośrodkowych.

II. Wypadki zachodzące w przyrządzie wiertniczym, jako to:

- a) z dnikiem, świeceniem rotary lub koroną wiertniczą,
- b) z obciążnikiem,
- c) z nożycami.



ROZDZIAŁ 4

ROBOTY RATUNKOWE

OPRACOWALI

Prof. inż. Zygmunt BIELSKI  
inż. Tadeusz BIELSKI  
inż. Józef BLOCH  
inż. Tadeusz GAWLIK  
inż. Władysław KLIMKIEWICZ  
inż. Zbigniew SZWABOWICZ  
inż. Tadeusz FABNO.



### III. Wypadki zasze z turami wiertniczymi, a mianowicie:

- a) wskutek urwania się tur
- b) upadku tur

Wymienione wypadki mogą być spowodowane różnymi przyczynami, które znów jako takie podzielić można na pewne grupy. Wypadki mogą być spowodowane:

Otwór wiertniczy narażony jest podczas wykonywania wiercenia na liczne niebezpieczeństwa, których istota polega na tym, że w technicznym stanie otworu jako takiego zachodzą zmiany, uniemożliwiające dalszą pracę kruszenia skały, czyli pogłębiania otworu. Zmiany te charakteryzuje utkwienie w otworze jakiegoś przedmiotu, przed którego usunięciem dalsze wiercenie nie jest możliwe.

Mogą zaistnieć i inne przeszkody, uniemożliwiające dalszą pracę, lecz powstające poza otworem wiertniczym, jak np. popucie się urządzenia wiertniczego, tj. żurawia, silnika napędowego lub kotła parowego, które powodują przerwę w pracy, dla naprawy zepsutej lub uszkodzonej części składowej tego urządzenia.

Te przeszkody, jakkolwiek zdarzają się i muszą być usunięte, nie będą przedmiotem naszych rozważań, ponieważ mają one z techniką wiertniczą tylko tyle wspólnego, że jej służą, względnie przeszkadzają, są jednak usuwane normalnymi pracami, utrzymującymi mechaniczne urządzenia w stanie używalności.

Przyjrząwszy się wypadkom, przerywającym normalny tok pracy w samym otworze jako takim, widzimy, że można je podzielić na trzy grupy, w obrębie których wypadki mają pewne cechy wspólne. Grupy te są następujące:

#### I. Wypadki zachodzące w przewodzie wiertniczym, a mianowicie:

- a) z żerdziami pełnymi, kanadyjskimi,
- b) z liną wiertniczą lub łyżkową,
- c) z żerdziami rurowymi, używanymi przy wierceniach płuczkowych.

#### II. Wypadki zachodzące w przyrządzie wierzącym, jako to:

- a) z dłutem, świdrem rotary lub koroną wiertniczą,
- b) z obciążnikiem,
- c) z nożycami.



III. Wypadki zaszły z rurami wiertniczymi, a mianowicie:

- a) wskutek urwania się rur,
- b) „ upadku rur,
- c) „ zgniecenia rur.

Wymienione wypadki mogą być spowodowane różnymi przyczynami, które znowu, jako takie, podzielić można na pewne grupy.

Wypadki mogą być spowodowane:

- 1) niewłaściwie dobranym narzędziem pod względem wytrzymałości z powodu zbyt małych wymiarów lub nieodpowiedniego materiału,
- 2) złym stanem narzędzi wiertniczych, z powodu zużycia,
- 3) złym stanem narzędzi pomocniczych, jako to widełek, kluczy (fai), wielokrażków, lin itp.,
- 4) nieoczekiwanymi trudnościami natury geologicznej, jako to nagle wybuchy gazów, ruchy warstw, bardzo silne sypianie i tp., wreszcie
- 5) nieumiejętna lub nieuważna obsługa.

Wszystkie te wypadki mają tę wspólną charakterystykę, że jako bezpośredni ich skutek utkwí w otworze wiertniczym jakiś przedmiot, przed wydobyciem którego dalsza praca jest niemożliwa. Wyjątek w tej charakterystyce stanowią wypadki zgniecenia rur, przy których wydobyć ich z otworu nie zawsze jest konieczne. Czasami, zamiast wydobyć, zadawałamy się „odbiciem“, czyli usunięciem w bok przeszkadzającego przedmiotu.

Roboty, mające na celu usunięcie tak powstałej przeszkody z otworu, zwą się „robotami ratunkowymi“ a przy ich wykonywaniu posługujemy się specjalnie do tego celu przystosowanymi narzędziami, noszącymi — dla odróżnienia ich od narzędzi wiertniczych — nazwę „instrumentów“. Stąd pochodzi popularna nazwa „instrumentacja“, oznaczająca roboty ratunkowe.

Stan otworu, w którym tkwi przedmiot, uniemożliwiający dalsze wiercenie, określamy jako „zagwożdżony“. Powiada się krótko, że w otworze tkwi „gwóźdź“, a roboty ratunkowe nazywa się też „odgwożdżaniem“ otworu.

Roboty ratunkowe dadzą się podzielić, podobnie jak przyczyny zagwożdżeń, na trzy grupy, a mianowicie:

- 1) roboty badawcze,
- 2) roboty przygotowujące uchwyt przedmiotu tkwiącego w otworze,
- 3) roboty chwytające ten przedmiot celem wydobyć go.

Każda z tych grup robót ma właściwe sobie narzędzia, czyli instrumenty, które będą w następnych ustępach omówione, a zastosowanie ich objaśnione na typowych przykładach.



## Grupa I.

## Przyrządy badawcze.

Gdy otwór zostanie zagwożdżony, trzeba przede wszystkim doskonale poznać stan, względnie położenie, w jakim znajduje się gwóźdź w otworze.

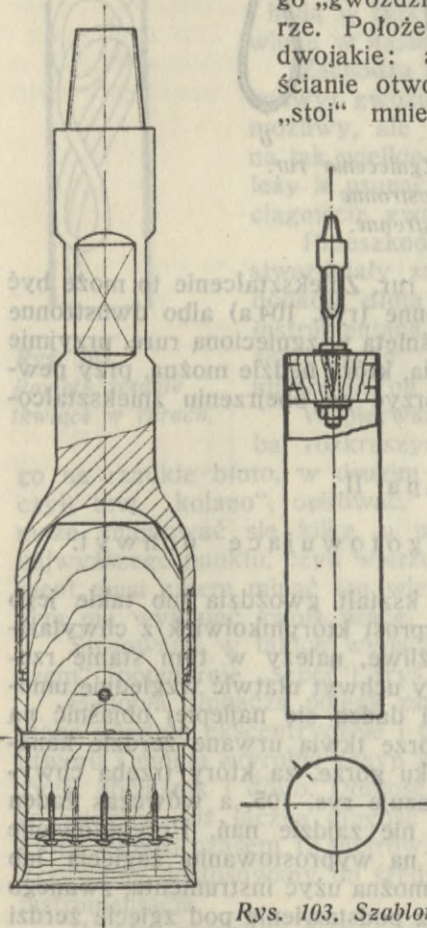
Do tego celu służy przyrząd, zwany „odciskiem“ (rys. 102), opisany w części I (str. 210—212).

Praca odciskiem odbywa się w ten sposób, że zapuszcza się go do otworu i „stawia“ na przedmiocie zagwożdżającym otwór, tak aby w plastycznej parafinie odcisnął się względnie odbił dokładny kształt owego „gwóźdź“ oraz jego położenie w otworze. Położenie to może być zasadniczo dwojakie: albo przedmiot „leży“ przy ścianie otworu względnie rur, albo też „stoi“ mniej więcej w środku przekroju

otworu. Stosownie do uzyskanych w ten sposób informacji, dobiera się instrumenty do dalszej pracy.

Aby informacje dostarczane przez odcisk były ścisłe, niezawodne i nie dwuznaczne, musi powierzchnia zalanej parafiny lub mydła być całkowicie czystą, gładką i pozbawioną jakichkolwiek rysów, pęknięć itp. uszkodzeń. Odciskowi nie wolno stawiać dwukrotnie na badanym przedmiocie, ślady po nim mogą bowiem wpadać jeden w drugi, a wówczas nie będzie można ustalić właściwego kształtu.

Odcisk służy do badania części przyrządu lub przewodu wiertniczego, tkwiących w otworze, i bywa też żartobliwie nazywany „aparatem fotograficznym“, albowiem odtwarza wiernie kształt i położenie przedmiotu, stanowiącego zagwożdżenie.

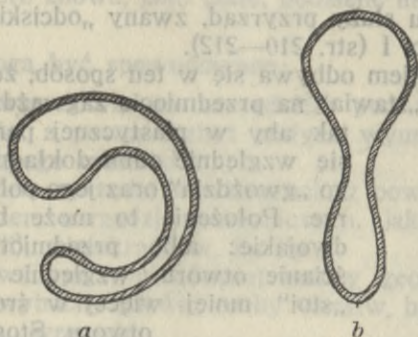


Rys. 102. Odcisk.

Rys. 103. Szablonek do badania zgniecenia rur.



Jeżeli zagwożdzenie powstało wskutek zgniecenia rur, stosuje się inny przyrząd do zbadania tego wypadku, a mianowicie tzw. „szablon“. Jest to rura, sporządzona z cienkiej blachy, o średnicy jak najbliższej wewnętrznej średnicy zgniecionych rur (rys. 103). Szablon ten zapuszcza się do zgniecionych rur i wciska się lekko w miejsce zgniecenia, tak aby zniekształcił się



Rys. 104. Zgniecenie rur.

a) jednostronne

b) dwustronne.

odpowiednio do zniekształcenia rur. Zniekształcenie to może być zasadniczo dwojakie: jednostronne (rys. 104 a) albo dwustronne (rys. 104 b). Rura blaszana, wciśnięta w zgniecioną rurę, przyjmie w przybliżeniu kształt zgniecenia, który będzie można, przy pewnej wprawie, dokładnie odtworzyć po obejrzeniu zniekształconego szablonu.

## Grupa II.

### Instrumenty przygotowujące uchwyt.

Jeżeli odcisk pokaże taki kształt gwoździa lub takie jego położenie, że uchwycenie go wprost którymkolwiek z chwytających instrumentów jest niemożliwe, należy w tym stanie rzeczy wprowadzić taką zmianę, by uchwyt ułatwić względnie umożliwić. Zachodzące tu wypadki dadzą się najlepiej objaśnić na przykładach. I tak np. w otworze tkwiąc urwane żerdzie kanadyjskie. Koniec ich, sterczący ku górze, za który trzeba chwycić, tak jest wygięty, jak wskazuje rys. 105, a wówczas żaden z chwytających instrumentów nie znajdzie nań. Przygotowanie do uchwytu będzie polegało na wyprostowaniu zagięcia lub urwaniu końca *a*. Do tego celu można użyć instrumentu, zwanego „hakiem“ (rys. 106), który przez podstawienie pod zgięcie żerdzi i podrywanie, albo wyprostuje zgięcie, albo je odłamie, a wówczas ujęcie końca będzie możliwe.



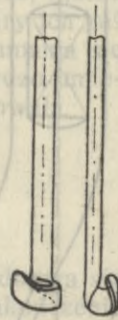
Hak służy także do przesunięcia „gwóźdź” „leżącego” na ścianie otworu ku środkowi, czyli do „wyprostowania” go, lub „postawienia”. W położeniu przy ścianie nie możemy nasuwać na „gwóźdź” koronki lub innego chwytającego instrumentu, po postawieniu go natomiast uchwyt taki staje się możliwy.

Jest rzeczą jasną, że rozmiary haka, tj. jego rozwarcie, muszą być dostosowane do przedmiotu, tkwiącego w otworze, a jego „wąs” do rur, w którychli względnie pod którymi się pracuje.

Haki mogą być użyte również jako instrumenty chwytające i będą w tym zastosowaniu omówione w następnym ustępie.

Zachodzą wypadki, w których uchwyt gwoździa jest co prawda możliwy, ale wydobyć natrafia na tak wielkie przeszkody, że należy je usunąć, by umożliwić wyciągnięcie gwoździa.

Przeszkodą taką może być stwardniały zasyp, tworzący się dookoła dłuta przy długotrwałej instrumentacji, albo też takie skrzywienie obciążnika, że nie mieści się on w rurach.



Rys. 106.  
Hak  
z wąsem.



Rys. 105.  
Pogięte żerdzie  
tkwiące w rurach.

W pierwszym wypadku trzeba rozkruszyć zasyp i rozrobić go na rzadkie błoto, w drugim trzeba skrzywić obciążnika, czyli tzw. „kolano”, opiłować. W obu wypadkach przeszkoda może znajdować się kilka, a nawet kilkanaście metrów niżej najwyższego punktu, czyli wierzchu gwoździa, stosowany instrument musi zatem minąć ten wierzch i zejść do miejsca, w którym ma wykonać swoją pracę.

Stosowany w takich wypadkach przyrząd zwie się „dłubaczem” (popularnie „szper”) (rys. 107).

Budowa dłubacza polega zasadniczo na tym, że posiada on stopę wygiętą ekscentrycznie i tak długą, by dosięgła np. spodu otworu i mogła wyrobić zasyp koło dłuta, by jednak minęła nożyce, obciążnik i dłuto. Długość tej stopy musi być nieco większa, niż łączna długość całego przyrządu wiertniczego, która wynosi czasem 12 metrów. Przekrój stopy musi być swoją krzywizną dostosowany do średnicy rur, w których odbywa się instrumentacja.

W tym wypadku dłubacz dosłownie „obdłubuje” obsypane dłuto, a wytworzone błoto wydobywa się łyżką o odpowiednio







małej średnicy. Dłubacz pracuje jak dłuto, obchodząc zasypane dłuto na około, po obwodzie otworu.

Jeżeli zadaniem dłubacza jest opiłowanie kolana skrzywionego obciążnika lub odchylonych łap urwanych nożyc, należy wewnętrzną jego powierzchnię nasiekać na kształt grubego pilnika i pracować nim w danym miejscu, nie obracając nim oczywiście. Wynalezienie dłubaczem owego kolana obciążnika nie jest rzeczą łatwą, nie nabrała jednak u doświadczonego wiertacza na specjalne trudności.

Podczas pracy tworzą się na dłubaczu rysy, czyli „znaki“, po których można doskonale ocenić czy pracował on dobrze, czy też nie.

Ze względu na pracę, którą mają wykonać dłubacze, muszą one być wyrabiane ze stali i trzeba je hartować, wymiary ich zaś i praca jako taka narażają je na niebezpieczeństwo ułamania się w miejscu wygięcia u góry, toteż dłubacz musi być bardzo umiejętnie i starannie wykonany przez doświadczonego kowala.

### Grupa III.

#### Instrumenty chwytające.

Chwytnie przedmiotów, tkwiących w otworach, odbywa się zasadniczo w ten sposób, że na sterczące ku górze zakończenie gwoździa nasuwa się lub nawleka chwytający instrument, który posiada w swoim wnętrzu elementy w ten sposób zahaczające o zewnętrzną powierzchnię gwoździa, że trzymają go silnie i są w stanie nie tylko unieść jego ciężar, ale nawet wyrwać go z ujęcia na dole, stanowiącego istotę zagwożdżenia, jak np. stwardniały zasyp, zaklinowanie, ujęcie przez zgniecione rury, skrzywienie lub tp.

Typowym przyrządem chwytającym jest tzw. „koronka“ (rys. 108), u której elementem zahaczającym jest kłapa. W swej pierwotnej formie wykonywano koronki zawsze z kłapą, a warunkiem ich zastosowania było, by kłapa mogła „podstawić“ pod wieniec, jak to wskazuje rys. 109.

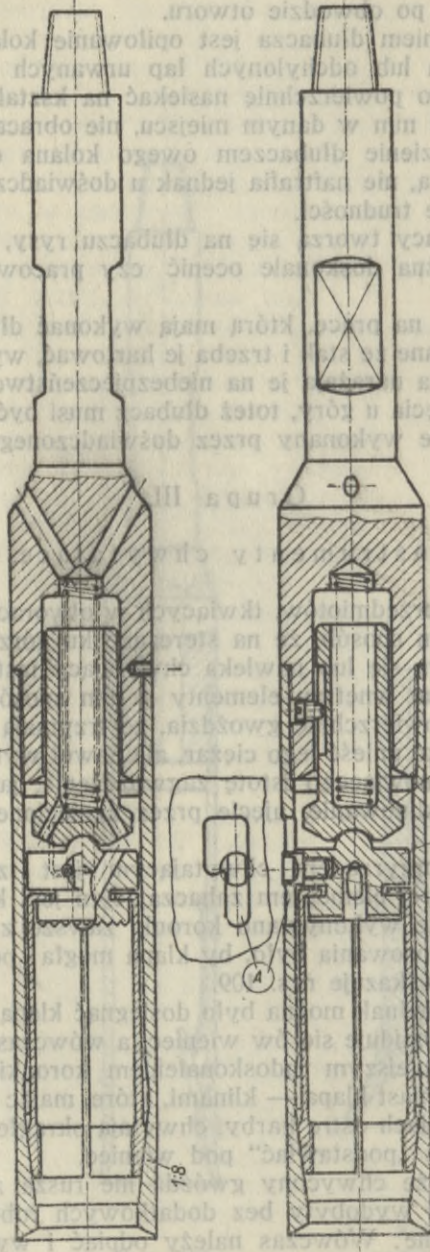
Nie zawsze jednak można było dosięgnąć kłapą koronki miejsce, w którym znajduje się ów wieniec, a wówczas koronka „nie chwytiała“. Poźniejszym udoskonaleniem koronki było zaopatrzenie jej — zamiast kłapą — klinami, które, mając na wewnętrznych powierzchniach ostre karby, chwytają okrągłe części gwoździa i nie muszą „podstawiać“ pod wieniec.

Zdarza się, że chwycony gwóźdź nie rusza z miejsca, nie może zatem być wydobyty bez dodatkowych robót, jak obdłubanie lub podobne. Wówczas należy odpiąć i wydobyć zaczepioną koronę. Przy koronach z kłapą wykonywano dawniej tę ostatnią słabiej, tak by urywała się ona przy silniejszych oporach i wychodziła.



małej średnicy. Dłubacz pracuje jak dźwignia, opierając się na  
 dźwignię otworu.  
 Jeżeli zadaniem dźwigni jest opłowanie kolana skrzywio-  
 nego odcinka lub innych części, należy  
 wewnątrz jego końców nasadzić  
 nika i pracować nim w danym miejscu, nie opierając nim o  
 wyciele. Wynalezienie dźwigni owego kolana odcinka nie  
 jest rzeczą łatwą, ale najłatwiej jednak i doświadczono wiera-  
 cza na specjalne zamówienie.  
 Podczas pracy dźwignia się na dźwigni, czyli „znaki”,  
 po których można się ocenić czy praca jest na dobre,  
 czy też nie.  
 Ze względu na to, że dźwignia ma być wykonana dźwignia, musi  
 one być wytwarzane z żelaza i trzecha je hartować wmyślony  
 i praca jako taka jest na niebezpieczeństwo ułamania się  
 w miejscu wyciele i tory, toteż dźwignia musi być bardzo umię-  
 jętnie i starannie wykonana przez doświadzonego kowala.

Chwytnie  
 zasadniczo w ten sposób na sterowanie  
 gwóźdź zasyp  
 posiada w swoim  
 o zewnątrz  
 w stanie nie  
 cia na dół  
 niały zasyp  
 wieńcie lub  
 Typowym  
 (rys. 108) n  
 pierwiastki  
 funkcje jak  
 wieńcie jak  
 Nie zawsze  
 sce, w którym  
 chwytania. Po  
 trzenie jej —  
 nych-powiesz  
 dła i nie musz  
 Zdarza się,  
 może zatem  
 panie lub podob  
 pion-korona. Trz  
 ostatni ślabie  
 i wychodzą



Rys. 110. Koronka odpinalna Krzeszowskiego.



Korony z klinami przez długi czas nie umiano odpinać, co stanowiło ich wielką niedogodność. Przed kilkunastu zaledwie laty skonstruował kowal Krzeszowski odpinalną koronę z klapami, która pracuje niezawodnie (rys. 110).

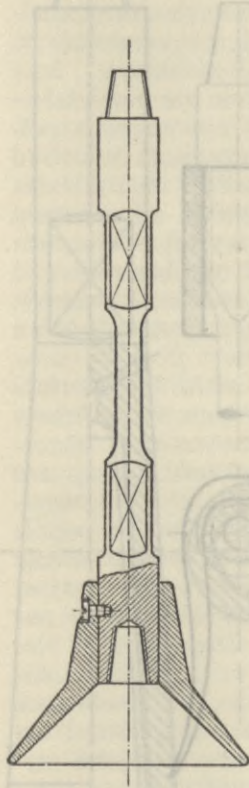
Należy zaznaczyć, że wynalazek korony odpinalnej stanowi bardzo ważne i doniosłe ulepszenie instrumentu chwytającego, zwanego koroną, albowiem zachodzi wiele wypadków, w których chwycony koroną gwóźdź „nie chce iść“ z jakiegokolwiek powodu, których może być wiele. Wówczas prace koronami nieodpinalnymi, starej konstrukcji, kończyły się zazwyczaj na tym, że korona pozostawała w otworze, pogarszając swoją obecnością stan zagwoźdżenia i utrudniając dalsze roboty.

Pomysł Krzeszowskiego, chroniony patentem, znalazł licznych naśladowców, usiłujących obejść ten patent. Trzeba przyznać, że żaden z tych późniejszych pomysłów nie dorównał pierwszemu.

Korony bywają częstokroć uzupełniane „wąsem“, przypominającym hak. Wąs służy do łatwiejszego zajęcia przedmiotu, który chcemy ująć koroną. Czynność tę nazywa się potocznie „szukaniem“. Korony skombinowane z przyrządami szukającymi noszą w popularnym języku wiertaczy czasami oryginalne nazwy: klarnetu, fletu, korony z fraczkiem itp.

Bardzo często stosuje się u korony lej, zwany także „dzwonkiem“ (rys. 111) lub „kapeluszem“, ze względu na właściwy mu kształt. Lej służy również do ułatwienia wprowadzenia chwytanego przedmiotu do korony.

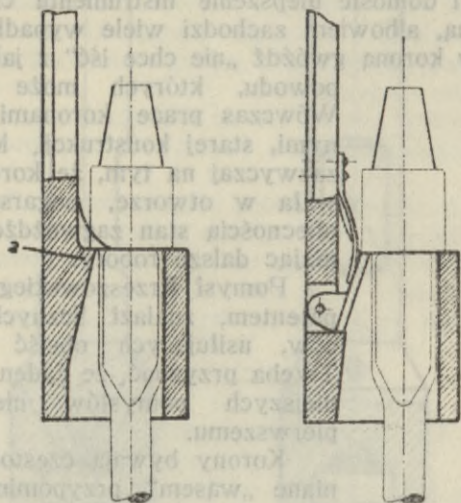
Korony jako takie są szczegółowo opisane w I części „Kopalnictwa“ (str. 196—204 i rys. 220—232), ograniczymy się tu przeto do uwagi, że przy ich stosowaniu należy z wielką starannością dobrać wymiary koron jako takich, ich kłap względnie klinów, bacząc, by były w nienagannym stanie, oraz zapuszczać je na przyrządzie instrumentacyjnym, tj. na koronie nożyce, potem obciążnik. Nożyce powinny być tzw. „instrumentacyjne“, tzn. z wielkim skokiem, by można było wykonywać silne udary przy ewentualnie potrzebnym podbijaniu.



Rys. 111. Dzwonek.



Wspomniane już haki, używane zasadniczo do przygotowania uchwytu przez prostowanie pochylonego gwoźdź, mogą w niektórych wypadkach służyć także i do uchwytu, np. gdy w otworze tkwią żerdzie kanadyjskie lub rurki płuczkowe, albo przyrząd wiertniczy, i gdy przedmioty te leżą pod rurami w ścianie



Rys. 112. Hak do  
chwytania  
z odsadką (a).

Rys. 113. Hak  
z klapą.

otworu. Wówczas hak, prostując gwoźdź, może go ująć pod wieńiec i wynieść.

Hak, który ma być użyty do tego celu, musi być specjalnie przygotowany, a mianowicie jego otwór musi ściśle odpowiadać grani żerdzi lub łącznika na nożycach albo nożyc samych, nadto musi mieć odsadkę *a* (rys. 112), na której oprze się wieńiec chwytanego przedmiotu z jednej strony, podczas gdy z drugiej znajduje oparcie na wąsie.



Haki, przeznaczone do prostowania gwoźdźcia, a równocześnie do jego ujęcia i wyniesienia, bywają zaopatrywane w klapę, jak to wskazuje rys. 113.

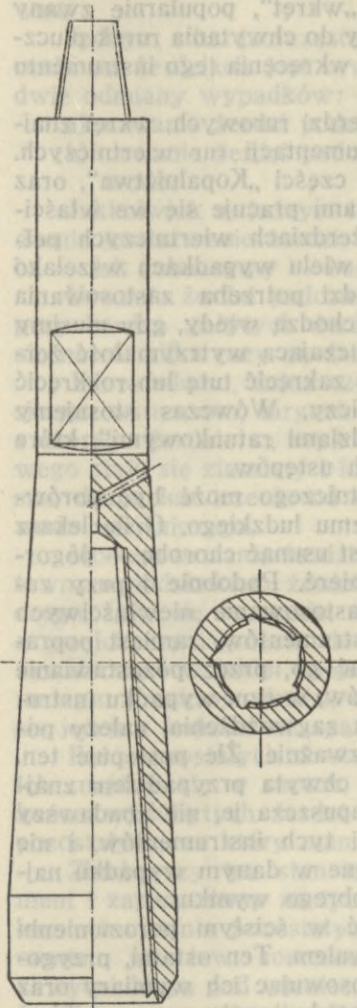
Haki z odsadką i klapą, spełniające dwojaką rolę, przygotowania do uchwytu i samego uchwytu, są bardzo użytecznymi instrumentami, znajdującymi — zwłaszcza przy instrumentacjach pod rurami — obszerne zastosowanie.

Swoistą odmianą instrumentu chwytającego jest tzw. „tuta“, która ujmuje gwóźdź przez nakręcenie jej na górną jego część.

Tuta przypomina kształtem swoim „dzwonek“, a różni się od niego tym, że dzwonek bywa stosowany jako pomocniczy przyrząd przy nakręcaniu na stojący swobodnie czop przedmiotu, tkwiącego w otworze, podczas gdy tute nakręca się w ten sposób na górne zakończenie gwoźdźcia, nie posiadającego gwintu przy czym gwint nacina sama tuta.

Tuta musi zatem mieć nacięte wewnątrz gwinty, zaopatrzone w podłużne kanały, tak jak to bywa u narzynek (bak do gwintowania), służących do gwintowania końców śrub (rys. 114).

W tym celu tuta musi być wykonana ze stali i zahartowana przed zapuszczeniem do otworu. Aby tuta bezwarunkowo silnie zakręciła się, wykonujemy ją zbieżnie w ten sposób, że dolna większa średnica jest zbyt duża i służy raczej do wprowadzenia poszukiwanego przedmiotu do wnętrza tuty, górna średnica natomiast musi być mniejsza od chwytanego przedmiotu. W ten sposób powstaje stożkowa powierzchnia tnąca, która pozwala na bardzo silne nakręcenie tuty na chwytany koniec gwoźdźcia. Długość względnie wysokość gwintowanej części, stanowi o kącie nachylenia i o sile uchwytu.



Rys. 114. Tuta.



Na ustalenie tego wymiaru nie ma reguł i decyduje tu doświadczenie wiertnika. Dla orientacji należy stwierdzić, że na ogół tuty dłuższe, o łagodniejszej zbieżności, lepiej trzymają, niż bardziej zbieżne.

Odpowiednikiem tuty jest tzw. „wkręt“, popularnie zwany z niemiecka „gwinborem“, który służy do chwytania rurek płuczkowych i rur wiertniczych za pomocą wkręcenia tego instrumentu do wnętrza tych rur.

Przy wierceniu suchym nie ma żerdzi rurowych, wkręt znajduje jednak zastosowanie przy instrumentacji rur wiertniczych.

Opisanymi powyżej, a także w I części „Kopalnictwa“, oraz pokazanymi na rysunkach instrumentami pracuje się we właściwy im sposób, zapuszczając je na żerdziach wiertniczych pełnych lub rurowych, albo na linie. W wielu wypadkach wszelako przewód ten nie wystarcza i zachodzi potrzeba zastosowania przewodu specjalnego. Wypadki te zachodzą wtedy, gdy musimy zastosować do ciągnięcia siłę przekraczającą wytrzymałość żerdzi wiertniczych, albo gdy pragniemy zakręcić tutę lub rozkręcić twiący w otworze przyrząd wiertniczy. Wówczas stosujemy specjalne, silne żerdzie, zwane „żerdziami ratunkowymi“, które będą opisane w jednym z następnych ustępów.

Stan zagwoźdżenia otworu wiertniczego może być porównany ze stanem chorobowym organizmu ludzkiego. O ile lekarz omyli się w diagnozie, może — zamiast usunąć chorobę — pogorszyć stan, a nawet spowodować śmierć. Podobnie i przy zagwoźdżeniu otworu można, przez zastosowanie niewłaściwych sposobów pracy, nieodpowiednich instrumentów, zamiast poprawiać stan zagwoźdżenia — pogarszać go, przez pozostawianie w otworze coraz to innych przedmiotów, w tym wypadku instrumentów. Toteż, gdy zajdzie wypadek zagwoźdżenia, należy postępować nadzwyczaj ostrożnie i rozważnie. Źle postępuje ten, kto, pragnąc prędko usunąć gwóźdź, chwytając przypadkiem znajdujące się pod ręką instrumenty i zapuszcza je, nie zbadawszy poprzednio dokładnie stanu otworu i tych instrumentów, i nie stwierdziwszy, że właśnie te a nie inne w danym wypadku największe dają prawdopodobieństwo dobrego wyniku.

Bardzo wskazanym jest pracować w ścisłym porozumieniu kierownika robót z wiertaczem i kowalem. Ten ostatni, przygotowując instrumenty do pracy i dostosowując ich wymiary oraz kształt do chwilowych potrzeb, jest bardzo ważnym czynnikiem w pracach instrumentacyjnych, musi być bardzo dobrze poinformowany o ich przebiegu, a zdanie jego o celowości zastosowania tego czy innego instrumentu powinno być brane pod uwagę. Należy pamiętać, że korzystniej jest stracić kilka godzin na naradę, niż przez niebaczną lub zbyt pośpieszną postępowanie pogorszyć stan, w którym otwór się znajduje.

Dla lepszego określenia i zrozumienia pracy wyżej opisanych instrumentów, niech posłuszy opis kilku najbardziej typowych in-



strumentacji, przy czym należy pamiętać, że każdy zachodzący wypadek zagwoźdżenia ma sobie właściwe cechy i różni się od innego, podobnego wypadku, różnymi szczegółami, które wymagają, aby przebieg robót ratunkowych był do nich dostosowany.

Jednym z bardzo często zachodzących wypadków przy wierceniu na żerdziach jest urwanie jednej z nich. Rozróżniamy tu dwie odmiany wypadków:

- a) urwanie żerdzi podczas wiercenia i
- b) urwanie żerdzi podczas zapuszczania lub ciągnięcia przewodu.

Jakkolwiek w jednym i drugim wypadku przyczyną zagwoźdżenia jest urwanie żerdzi, to skutki ich różnią się pomiędzy sobą — jak zobaczymy — bardzo znacznie.

Urwanie żerdzi podczas wiercenia jest wypadkiem częstym, przy bardzo zużytych żerdziach codziennym, a powtarzającym się nawet kilka razy na dzień.

Jak wiadomo, dolna część żerdzi podlega podczas wiercenia silnym wstrząsom, targaniom, zmieniającym strukturę materiału, z którego żerdzie są wykonane, i który z włóknistego i ciągliwego staje się ziarnisty i kruchy. Jedna z dolnych żerdzi, pierwsza, druga lub trzecia od dołu pęka i przerywa ciągłość przewodu wiertniczego.

Moment urwania żerdzi zdradza się natychmiast u góry gwałtownym podskokiem żerdzi, odciażonych od przyrządu wiertniczego. Gdy się to stanie, należy natychmiast wydobyć żerdzie, a po ich wyciągnięciu dowiadujemy się, która żerdź od dołu urwała się i w jakim miejscu, tj. czy w „caliźnie“ czyli na normalnym przekroju żerdzi, czy urwał się czopek, czy też urwał się jeden z końców na spawce.

Ilość pozostałych w otworze żerdzi poucza nas, czy wierzch ich znajduje się w rurach, czy też pod nimi, a wygląd dolnego końca wydobytych żerdzi wskazuje, jaki jest wierzchni koniec pozostałych, za który mamy chwytać.

Zbadawszy ten stan rzeczy, dobieramy odpowiedni instrument i zapuszczamy na tych samych żerdziach wiertniczych, celem uchwycenia pozostałych. Najczęściej używanym tu instrumentem jest tzw. koronka uniwersalna (rys. 115), która może chwytać kłapą pod wieniec, jeżeli urwał się czop, albo klinami za żerdź urwaną w środku. Koronka ta może być użyta we wszystkich rurach, od największych do najmniejszych wymiarskich, należy ją jednak zaopatrywać w leje odpowiednie do rur, w których się pracuje.

Takie zagwoźdżenie usuwa się w bardzo krótkim czasie (paru godzin), zależnie od głębokości otworu.

Sprawa komplikuje się nieco, jeżeli górny koniec żerdzi, pozostałych w otworze, znajduje się pod rurami, wówczas bowiem nie można nasunąć na niego koronki, gdyż oparł się on o ścianę



otworu. W takim wypadku prostuje się żerdzie hakiem lub stosuje się chwytający hak z klapą.

Zachodzi tu jednak niebezpieczeństwo pocięcia żerdzi zapuszczonymi instrumentami, toteż ostrożność i uwaga jest bardzo ważnym czynnikiem powodzenia pracy.

Zupełnie inaczej przedstawia się wypadek urwania żerdzi podczas zapuszczania lub wydobywania żerdzi.

Wypadek taki może mieć rozmaite przyczyny, a mianowicie:

1) Wytarcie wieńców u żerdzi, które pojawia się przy wierceniu w skrzywionym otworze, wskutek tarcia wieńców o rury. W tym wypadku żerdzie nie mają dostatecznego oparcia na widelkach i postawione spadają z nich przy potrąceniu, mającym miejsce przy dokręcaniu lub odkręcaniu następnej żerdzi.

2) Zbyt duże zużycie gwintu żerdzi lub werbla. Po zakręceniu werbla i uniesieniu na nim przewodu zużyty gwint „puszcza“ i żerdzie spadają.

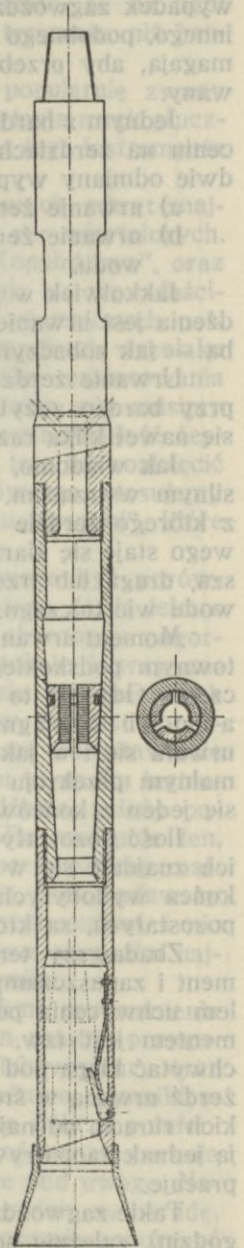
3) Zbyt wielkie zużycie wideltek, na których stawia się żerdzie przy manipulacji.

4) Częściowe pęknięcie względnie naderwanie żerdzi, która urywa się ostatecznie przy zbyt silnym („ostrym“) postawieniu żerdzi na widelkach, wreszcie

5) Niedokładne zakręcenie werbla lub postawienie żerdzi na widelkach. Wówczas mogą się żerdzie wyrwać z werbla lub umknąć z wideltek.

Jak widzimy, pierwsze cztery przyczyny leżą w nieodpowiednim stanie narzędzi względnie urządzeń, piąta zaś pochodzi z nieodpowiedniego wykonywania pracy przez ludzi, co może być spowodowane niedostatecznym wyrobieniem robotnika lub jego przemęczeniem.

Wypadek polega na tym, że przewód wiertniczy, pozbawiony bądź to podstawy na widelkach, bądź ujęcia w werblu, spada na spód otworu wiertniczego z takiej wysokości, jaka go od tego spodu dzieliła. W głębokich otworach głębokość ta może wynosić 1000 i więcej metrów.



Rys. 115. Korzenka uniwersalna.



Skutki takiego wypadku są zależne od dwóch czynników, a mianowicie:

- 1) od wysokości,
- 2) od ilości żerdzi, które spadły, oraz od tego, czy otwór był wypełniony wodą, czy nie. Jest rzeczą jasną, że skutki bywają groźniejsze w otworze suchym.

Już przy wysokościach spadku 100 m skutki są nieraz fatalne, a stają się wprost katastrofalne przy dużych wysokościach spadku.

Skutki upadku żerdzi można podzielić na dwie kategorie, a mianowicie:

- 1) takie, które zawsze mają miejsce, oraz
- 2) takie, które zachodzą czasami.

ad 1) Zawsze zachodzi skłębienie najniższych żerdzi, przy spadkach z dużych wysokości tak ściśle, że wydaje się wprost nieprawdopodobnym. Żerdzie tworzą bardzo gęstą gmatwaninę pogiętego żelaza, wypełniającego bardzo szczelnie rury.

ad 2) a) Czasami zgina się obciążnik, tak że nie mieści się w rurach. Wypadek ten miewa miejsce wtedy, gdy pracowało się niezbyt grubym obciążnikiem, tj. w mniejszych dymensjach rur, i gdy spód otworu był twardy, a wysokość spadku duża.

b) Drugim wypadkiem, zachodzącym niekiedy, jest poprucie rur przez spadające żerdzie. Wypadek ten zdarza się zawsze, gdy otwór jest skrzywiony.

Jest rzeczą jasną, że obydwie te wypadki bardzo poważnie pogarszają stan zagwoźżenia.

Roboty ratunkowe mają następujący przebieg:

Zapuszcza się chwytający instrument, odpowiedni do górnego zakończenia żerdzi, które odpadły, a równocześnie mierzy się miejsce, w którym napotyka się wierzch żerdzi. Miara ta, która jest zawsze mniejsza, niż długość żerdzi, które spadły, daje nam przybliżone pojęcie o intensywności skłębienia żerdzi.

Zazwyczaj wyciąga się za pierwszym uchwytem kilka a nawet kilkanaście żerdzi, z których górne są zaledwie trochę, a dolne nieco więcej pogięte. Ostatnia z wyciągniętych żerdzi bywa najczęściej urwana i wskazuje, jak wygląda koniec pozostałej żerdzi, za który należy chwycić.

Najczęściej udaje się jeszcze za drugim i trzecim razem wydobyć kilka, już bardziej pogiętych żerdzi, lub większe ich kawałki, po czym dochodzi się do kłębków żerdzi tak pogiętych i zaklinowanych w rurach, że ujęcie i wydobywanie ich jest prosto rzeczą szczęścia.

Posługujemy się tu najrozmaitszymi instrumentami, jak to odciski, haki, koronki z kłapą i klinami, oraz tzw. „trybuszony” i „szpice”.

Trybuszony są to skręcone, podobnie jak korkociągi, instrumenty, które wkręca się w skłębione żerdzie i czasami wyrzy-



wają one część żerdzi na powierzchni. Podobnie działają „szpice“, które są ostro zakończonymi sztabkami z żelaza, na których nacięto zadziory, zaczepiające o węzły skłębionych żerdzi, które wynoszą czasami kilku- lub kilkunastu centymetrowe kawałki.

W ten sposób postępując, udaje się zazwyczaj, po długich i uciążliwych pracach, wydobyć sukcesywnie pogięte żerdzie.

O ile rury są ruchome i nie rurują zbyt dużych odstępów, najkorzystniej jest wydobyć je i usuwać z nich skłębione w nich żerdzie już na powierzchni.

Po usunięciu wszystkich żerdzi, dostajemy się do przyrządu wiertniczego, tj. łącznika, nożyc, obciążnika i dłuta, których długość w normalnym stanie jest nam znana. Stwierdzenie głębokości, w której znajduje się wierzch łącznika, pouczy nas, czy obciążnik jest zgięty, czy też nie.

O ile obciążnik nie zgiął się, a znajduje się w rurach dochodzących prawie do spodu otworu, wydobyć tego ostatniego, w otworze tkwiącego przedmiotu, może jeszcze napotkać trudności z powodu wpadnięcia małych kawałków połamanych żerdzi, urwanych kłap koronek lub tp. obok przyrządu wiertniczego i zaklinowania go w rurach. Przeszkodą taką można niekiedy usunąć przez ruszanie w górę i w dół ujętym przyrządem, dopóki klinujący kawałek żerdzi lub inny przedmiot nie opadnie. Jeżeli się to nie stanie, zaklinowanie może mieć bardzo przykre skutki i pozostaje jako ostatni ratunek wydobyć zaklinowanego przyrządu razem z rurami. Gdy jednak rury są chwycone przez teren i wyciągnąć się nie dadzą, trzeba się uciec do odbicia w bok tej partii rur, razem z tkwiącym w niej przyrządem. Czynność ta będzie omówiona później.

Wydobywanie rur razem z tkwiącym w nich przedmiotem, — trzymanym na żerdziach, aby nie odpadł, — jest robotą bardzo uciążliwą, albowiem skręty rur i żerdzi nie znajdują się w tych samych miejscach, jest jednak wykonalne bez niszczenia żerdzi.

Jeżeli przyrząd znajduje się w rurach i jest tak skrzywiony, że stawia wielki opór podciąganiu go, można go „otrzeć“ w rurach drobnymi z początku i coraz większymi ruchami, podobnym postępowaniem jak przy wyżej opisanym zaklinowaniu. Jeżeli ruszanie to nie pomoże, należy ciągnąć z rurami lub odbijać, jak wyżej wspomniano.

O ile przyrząd znajduje się pod rurami, stojącymi wysoko nad dnem otworu, wypadek zaklinowania jest mniej prawdopodobny, natomiast skrzywienie obciążnika może mieć ten skutek, że nie wejdzie on w rury.

Przebieg robót ratunkowych zależy wówczas od pewnych szczegółów sytuacji. Jeżeli otwór odwiercono w twardej skale, np. piaskowcu kwarcowym lub w rogowcu, dobrze jest chwycić przyrząd i poruszać do góry i w dół, podobnie jak przy wierceniu. Podczas tych ruchów „kolano“ zgiętego obciążnika,



ocierając się o twardą ścianę otworu, tak dalece zmniejsza swój radialny zasięg, że wreszcie wchodzi w rury. Jeżeli natomiast ściana otworu jest miękka (łupek, iłolupki), nie można oczekiwać takiego skutku ocierania i należy uciec się do zastosowania opisanego poprzednio dłubacza, wykonanego jako pilnik, którym opiłowuje się tak długo kolano obciążnika, dopóki nie wejdzie on w rury.

Przy wierceniach płuczkowych, gdy zamiast żerdzi pełnych, z okrągłego żelaza, pracuje się, jak wiadomo, rurkami, wypadki urwania się i spadku z większej głębokości zdarzają się podobnie jak wyżej opisane z żerdziami pełnymi. Różnica w skutkach takiego wypadku i sposobie usuwania ich polega na tym, że żerdzie rurowe, jako bez porównania sztywniejsze, przetracają się co prawda w upadku i zaklinowują się w rurach, zapadając jedne obok drugich, ale nie tworzą kłębow pogiętego żelaza.

Także i chwytanie jest ułatwione, ponieważ oprócz wszystkich instrumentów chwytających, znajdujących zastosowanie przy żerdziach pełnych, mamy do rozporządzenia jeszcze wymieniony poprzednio „wkret“, powiększający możliwości wydobywania gwoździ.

Przy wierceniach na linie, u których zamiast żerdzi pełnych lub rurowych stosuje się linę, nie są wykluczone wypadki urwania się jej, przede wszystkim podczas wiercenia. Skutki takiego wypadku są bez porównania mniej groźne, niż przy żerdziach.

Pozostała w otworze lina opada tak nisko, jak tylko może, tzn. aż do pasterki, na której zatrzymuje się, tworząc nieregularny zwój lub węzeł.

Zachodzą tu dwie odmiany zagwoźdżenia: albo lina osiada w rurach, albo też pod rurami, zależnie od tego, czy wierzch przyrządu wiertniczego znajdował się w rurach, czy pod nimi.

W obu wypadkach stosuje się „haki“ po linę (rys. 116, 117 i 118), opisane w I części tomu II (str. 208 i 209).

Zastosowanie ich jest tak proste, że nie przedstawia trudności i nie wymaga szczegółowego omawiania. Wskazane jest nie wbijać tych haków zbyt silnie w skłębioną linę, aby nie wywołać dużych oporów przy ciągnięciu. Lepiej jest zapuścić ten instrument więcej razy, a pracować łatwo i bez oporów, niż stwarzać niebezpieczne komplikacje. Instrument ten zapuszcza się na linie, umieszczając nad nim nożyce instrumentacyjne, a na nich obciążnik, aby podbijanie było możliwe.

Podbijanie w wypadku ujęcia urwanej liny hakiem jest możliwe tylko w bardzo małym stopniu i służy jedynie do rozciągnięcia kłębow poplątanej liny. Hak z ujętą w ten sposób i naciągniętą linę należy, o ile jej długość i skłębienie na to pozwalają, wydobyć z otworu, chwycić linę w widelki z klinami lub stosowne ściski, a linę odzepić lub odciąć od haka. W ten sposób ujętą linę należy połączyć węzłem z liną pozostałą na bębnie





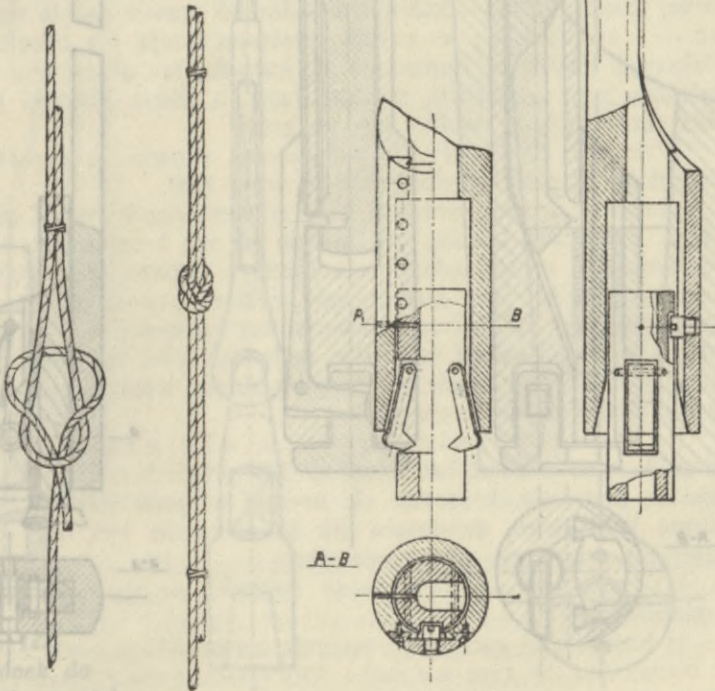


(rys. 119), i wyciągnąć na niej przyrząd wiertniczy, pozostały w otworze.

Jeżeli przyrząd „nie idzie“, pomimo próbnego podbijania, z tego powodu, iż jest zaklinowany lub zgięty, należy linę uciąć nad pasterką, aby umożliwić ujęcie przyrządu, tkwiącego w otworze, instrumentem zapuszczanym ewentualnie na żerdziach.

Cięcie liny odbywa się instrumentem zwanym „nożem do liny“, którego odmiany (do pracy przez udary w dół lub podbijanie w górę) przedstawiają rys. 120 i 121 (opis w I części tomu II, str. 210).

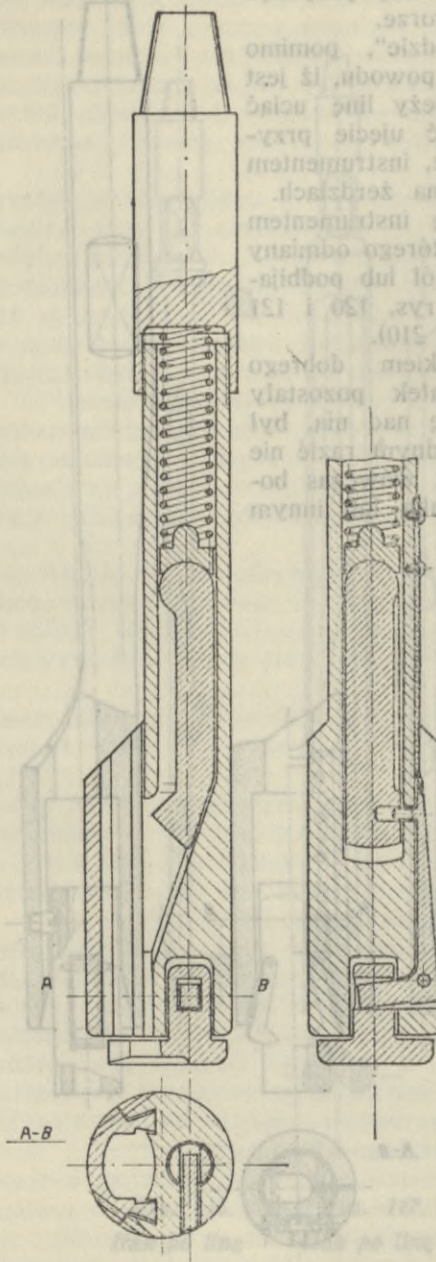
Najważniejszym warunkiem dobrego ucięcia liny jest, by kawałek pozostały w pasterce i wznoszący się nad nią, był możliwie najkrótszy i w żadnym razie nie zwisał obok szyjki pasterki, wówczas bowiem byłoby ujęcie koronką lub innym



Rys. 119. Wiązanie urwanej liny.

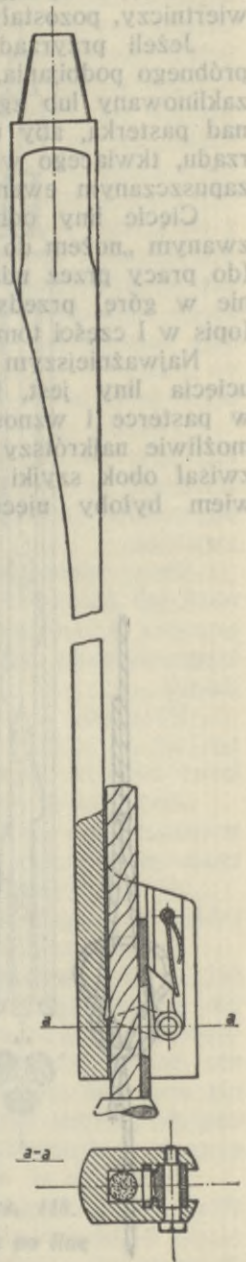
Rys. 120. Nóż do liny, tnący w dół.





Rys. 121 a. Nóż Krzeszowskiego do liny, tnący do góry.

(rys. 119), i wyciskając na niej przysiadki wierzniaki, pozostały w otworze. Jeżeli przysiadki „nie idzie”, pomimo grubego podłoża z tego powodu, iż jest zaklinowany lub przysiadki należy nie ciągnąć nad pasterkę, tylko umożliwić ujęcie przysiadki w otworze, instrumentem zapuszczającym wewnątrz na żerdziach. Ciepło przy pracy się instrumentem zwanym „nóżem do liny”, którego odmienny (do pracy) może być w dół lub podciągnięciu w górę przedstawia rys. 120 i 121 (opis w I części tomu II, str. 210). Najważniejszą warunkiem dobrego ujęcia liny jest by kawałek pozostały w pastercie i wznoszący się nad nią, był możliwie nakłonny i w kadym razie nie zwisał obok żerdzi pasterką, a ponieważ w tym byłoby niekorzystnym



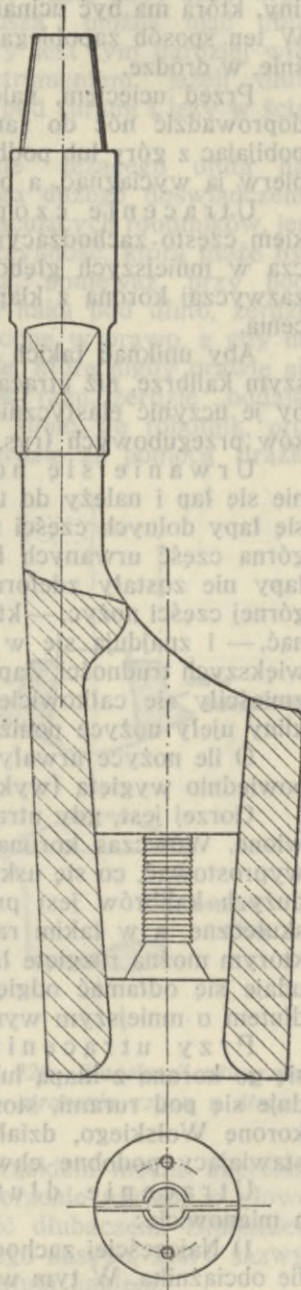
Rys. 121 b. Nóż do liny tnący do góry.



instrumentem chwytającym niemożliwe, a w każdym razie utrudnione. Noże przedstawione na wymienionych rysunkach ucinają linę przy dobrym ich użyciu, istotnie tuż nad pasterką, pozostały zaś koniec można jeszcze zniszczyć przez instrument przedstawiony na rys. 122.

Noż do cięcia liny zapuszcza się na linie do łyżkowania, nasunawszy go wpierw na linę wiertniczą, która ma być ucięta, lub odwrotnie. Przy tej czynności należy uważać, aby lina, na której zapuszcza się noż, nie owijała się około drugiej liny, gdyż w takim wypadku praca nożem byłaby niemożliwa.

Zapobiega się temu przed zapuszczeniem noża przez opuszczenie luźno



Rys. 122.  
Dzwonek do  
niszczenia resztek  
liny nad  
pasterką.

Rys. 123.  
Łącznik przegubowy.

Rys. 124.  
Wygięta korona po nożyce.



liny, która ma być ucinana, przez odwinięcie około 5 m z bębna. W ten sposób zapobiega się również przecięciu liny przedwcześnie, w drodze.

Przed ucięciem, należy linę ucinaną oczywiście naciągnąć, doprowadzić nóż do samej pasterki, po czym wykonać cięcie, pobijając z góry lub podbijając z dołu. Po ucięciu liny należy najpierw ją wyciągnąć, a potem dopiero drugą linę z nożem.

Utrącenie czopa u łącznika (flaszki) jest wypadkiem często zachodzącym przy wierceniu na żerdziach, zwłaszcza w mniejszych głębokościach. Utracony łącznik chwytą się zazwyczaj koroną z kłapą lub klinami, zależnie od miejsca utraćenia.

Aby uniknąć takich wypadków, stosuje się łączniki o grubszym kalibrze, niż utracane, albo znacznie dłuższe (2,5 do 6,0 m), by je uczynić elastyczniejszymi, lub wreszcie używa się łączników przegubowych (rys. 123).

Urwanie się nożyc zachodzi najczęściej przez urwanie się łąp i należy do trudniejszych zagwoźdżeń. Jeżeli urwały się łąpy dolnych części nożyc, to górna wychodzi cała i wynosi górną część urwanych łąp dolnej połowy nożyc. O ile urwane łąpy nie zostały zdeformowane, tzn. pogięte kilku uderzeniami górnej części nożyc, — których to uderzeń prawie nie da się uniknąć, — i znajdują się w rurach, instrumentacja nie przedstawia większych trudności. Zapuszcza się koronkę tak długą, aby w niej zmieściły się całkowicie urwane łąpy, a kłapa koronki lub jej kliny ujęły nożyce poniżej łąp, za grań.

O ile nożyce urwały się pod rurami, stosuje się koronkę odpowiednio wygiętą (wykrępowaną) (rys. 124).

Gorzej jest, gdy utracone łąpy zostaną rozchylone i pokrzywione. Wówczas korona nie zajdzie na nie i trzeba je wpiერw wyprostować, co się skutecznia znanym hakiem. Przy nożycach dużych kalibrów jest prostowanie hakiem prawie zawsze bezskuteczne, a w takim razie dobrze jest stosować silny dłubacz, którym można rozgięte łąpy albo opiłować, albo utraćić. Czasami udaje się odłamać odgiętą łąpę ostrożnym uderzeniem grubym dłutem o mniejszym wymiarze.

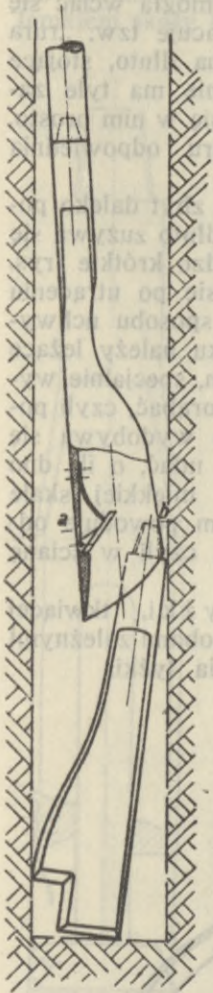
Przy utraćeniu czopa u obciążnika, chwytą się go koroną z kłapą lub klinami. Gdy wierzch obciążnika znajduje się pod rurami, stosuje się koronę wygiętą (jak wyżej) lub koronę Wolskiego, działającą jak to wskazuje rys. 125, przedstawiający podobne chwytanie dłuta.

Utraćenie dłuta może nastąpić w rozmaity sposób, a mianowicie:

1) Najczęściej zachodzi utraćenie czopa, który zostaje w muŕie obciążnika. W tym wypadku, który nie zawsze bywa natychmiast spostrzegany, obciążnik uderza po „kalibrze“ (wieńcu) dłuta i obydwie te części deformują się, tworząc tzw. „kape-

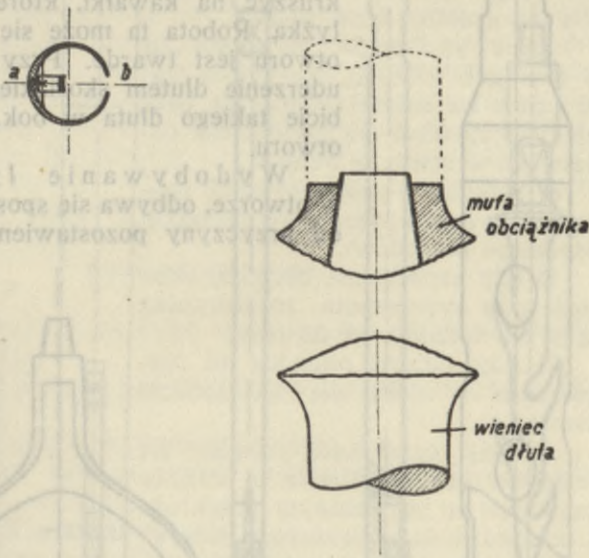


lusz" (rys. 126). O ile uderzeń tych było mało i „kapelusz” nie jest duży, co się ocenia po wyglądzie rozbitej mufy obciążnika, można ująć pozostałe dłuto koronką. W razie zbyt dużej średnicy „kapelusza”, można ująć dłuto hakiem, który jest tym bardziej właściwym instrumentem, jeżeli dłuto znajduje się pod rurami i leży w ścianie otworu.



Rys. 125.  
Korona Wolskiego.

„Szukanie” leżącego dłuta hakiem wymaga dużego doświadczenia ze strony pracujących robotników, jest to bowiem czynność, która może być niebezpieczną, ponieważ, przy doprowadzaniu haka pod dłuto, żerdzie bywają skręcone w prawo, a gdy nie uda się ujęcie, które nigdy prawie nie zdarza się od razu, żerdzie „oddają” w lewo tak silnie, że robotnik, prowadzący żerdzie za pomocą drążka



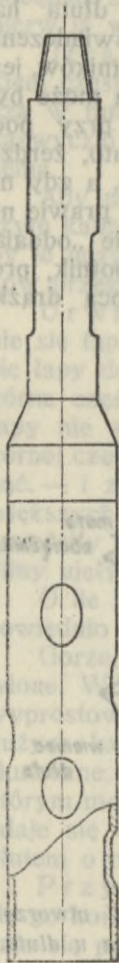
Rys. 126. „Kapelusz” utworzony po utraceniu czopa u dłuta.

trzymanego w rękę, może być tym drążkiem mocno uderzony i skaleczony, a nawet zabity, jeżeli uderzenie nastąpi w głowę.

Zbyt duży kapelusz można odrobić dłubaczem. Dłubaczem również uwalnia się dłuto od zbyt dużego zasypu, który zazwyczaj gromadzi się podczas prób ujęcia dłuta hakiem.



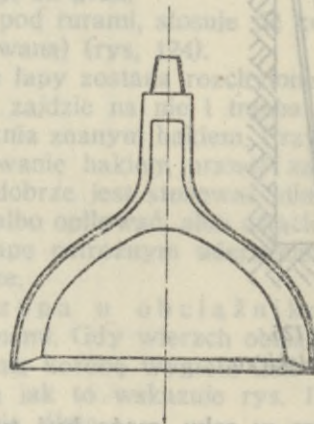
Zdarza się czasem, że dłuto utraci się na „szyi“ z powodu złej spawki lub, u małych dłut, silnej reakcji twardych skał. Wówczas udaje się czasem uchwycić dłuto hakiem z kłapą lub taką koronką. Kłapa użyta do takiej roboty musi mieć specjalnie wykonaną, ostrą krawędź chwytającą, aby mogła wciąć się w urwaną szyjkę dłuta. Skuteczniej jednak pracuje tzw. „rura zduszona“ (rys. 127), którą nabija się silnie na dłuto, stojące prosto w zasypie. O ile nie ma tyle zasypu, aby dłuto utrzymało się w nim prosto, można nasypać do otworu odpowiednią ilość żwiru.



Rys. 127.  
Rura zduszona.

Zdarza się też, w razie zbyt daleko posuniętych oszczędności, że dłuto zużywa się tak dalece, iż staje się bardzo krótkie (rys. 128). Takie dłuto kładzie się po utraceniu na dnie otworu i nie ma sposobu uchwycenia go. W takim wypadku należy leżące na dnie otworu dłuto, innym, specjalnie wykonanym grubym dłutem, porąbać, czyli pokruszyć na kawałki, które wydobywa się łyżką. Robota ta może się udać, o ile dno otworu jest twarde. Przy miękkiej skale uderzenie dłutem skośniakiem powoduje odbicie takiego dłuta w bok, czyli w ścianę otworu.

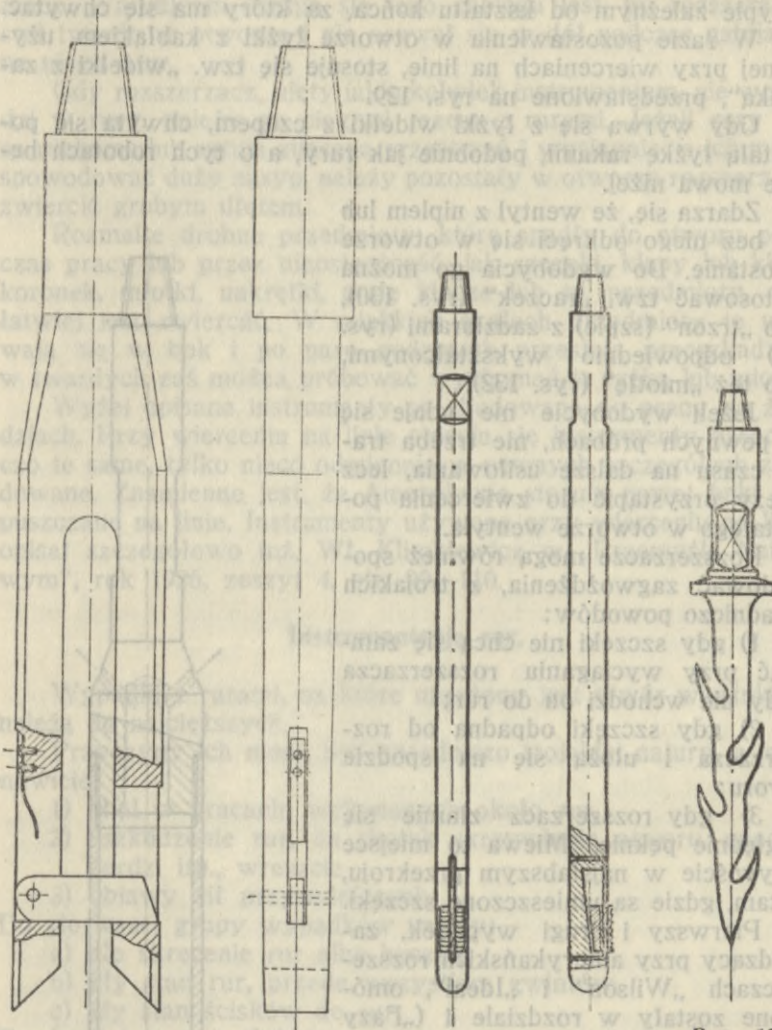
Wydobywanie łyżki, tkwiącej w otworze, odbywa się sposobami zależnymi od przyczyny pozostawienia łyżki.



Rys. 128. Zbyt krótkie,  
stare dłuto.



Jedną z takich przyczyn jest wcięcie się łyżki w spód otworu lub zaklinowanie jej wypadłym ze ściany otworu twardym odłamkiem skały lub przedmiotem przez nieuwagę opuszczonym do



Rys. 129. Widelki z zapadką pod łyżkę.

Rys. 130. Raczek.

Rys. 131. Trzon (szpic) z zadziorami.

otworu, jak mały klucz do żerdzi, ręczny młotek, klin od widełek itp. Wówczas, o ile kilkakrotne próby podbijania z liny łyżkowej nie dadzą wyniku, należy linę tuż nad pasterką, w sposób wyżej opisany, uciąć, a zapuścić do otworu koronkę z kli-



nami na żerdziach i podbijać z wahacza. Podbijanie to zazwyczaj uwalnia łyżkę. Istnieje instrument, łączący nóż do liny z koroną do chwytania, który tu znajduje pole do zastosowania.

Jeżeli utraci się czop u widełek łyżki, chwytą się koronkami o typie zależnym od kształtu końca, za który ma się chwycić.

W razie pozostawienia w otworze łyżki z kabłąkiem, używanej przy wierceniach na linie, stosuje się tzw. „widełki z zapadką“, przedstawione na rys. 129.

Gdy wyrwą się z łyżki widełki z czopem, chwytą się pozostałą łyżką rakami, podobnie jak rury, a o tych robotach będzie mowa niżej.

Zdarza się, że wentyl z niplem lub też bez niego odkręci się w otworze i zostanie. Do wydobycia go można zastosować tzw. „raczek“ (rys. 130), albo „trzon“ (szpic) z zadziorami (rys. 131) odpowiednio wykształconymi, albo też „miotłę“ (rys. 132).

Jeżeli wydobycie nie udaje się po pewnych próbach, nie trzeba tracić czasu na dalsze usiłowania, lecz należy przystąpić do zwiercenia pozostałego w otworze wentyla.

Rozszerzacze mogą również spowodować zagwoźdżenia, z trojakiich zasadniczo powodów:

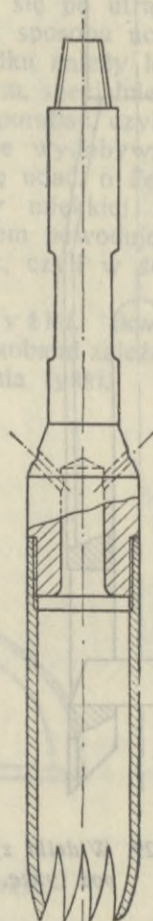
1) gdy szczęki nie chcą się zamknąć przy wyciąganiu rozszerzacza i gdy nie wchodzi on do rur;

2) gdy szczęki odpadną od rozszerzacza i ułożą się na spodzie otworu;

3) gdy rozszerzacz złamie się względnie pęknie. Miewa to miejsce oczywiście w najslabszym przekroju, tj. tam, gdzie są umieszczone szczęki.

Pierwszy i drugi wypadek, zachodzący przy amerykańskich rozszerzaczach „Wilson“ i „Ideal“, omówione zostały w rozdziale 1 („Fazy robót“). Małe szczęki, a zwłaszcza typu Faucka, można skutecznie chwycić i wyciągnąć łyżką albo miotłą, lub wbijać w bok.

Trzeci wypadek zachodzi u starych rozszerzaczy Faucka, przy znacznym ich zużyciu.



Rys. 132. Miotła.



Ponieważ rozszerzacz miewa zazwyczaj średnicę niewiele mniejszą od wewnętrznej średnicy rur, nie można tu stosować do chwywania koron. Dobre usługi oddaje wówczas zgnieciona rura (rys. 127), którą nabija się na tkwiący w otworze rozszerzacz. Warunkiem udania się tego zabiegu jest, by rozszerzacz stał twarzo w otworze i nie osuwał się w dół podczas nabijania na niego rury.

Gdy rozszerzacz, ujęty jakimkolwiek instrumentem, nie wchodzi w rury, należy go ciągnąć razem z rurami. Jeżeli rury nie są ruchome lub rurują znaczną przestrzeń i wyciągnięcie ich może spowodować duży zasyp, należy pozostały w otworze rozszerzacz zwiercić grubym dłutem.

Różne drobne przedmioty, które spadły do otworu podczas pracy lub przez nieostrożność, jak szczęki, klapy lub kliny koronek, młotki, nakrętki, małe klucze lub tp. przedmioty, najłatwiej jest zwierać. W miękkich skałach przedmioty te usuwają się w bok i po paru godzinach przestają przeszkadzać, w twardych zaś można próbować wyciągnąć je łyżką lub miotłą.

Wyżej opisane instrumenty są zbudowane do pracy na żerdziach. Przy wierceniu na linie stosuje się instrumenty zasadniczo te same, tylko nieco odmiennie w pewnych szczegółach zbudowane. Znamienne jest, że Amerykanie stosują nawet haki zapuszczane na linie. Instrumenty używane przy wierceniu na linie opisał szczegółowo inż. Wł. Klimkiewicz w „Przemysle Naftowym“, rok 1926, zeszyt 4, str. 99—110.

### Instrumentacje rur.

Wypadki z rurami, na które narażony jest otwór wiertniczy, należą do najcięższych.

Przyczyny ich mogą być zasadniczo trojakiej natury, a mianowicie:

- 1) błąd w pracach, wykonanych około rur,
- 2) uszkodzenie rur, na skutek skrzywienia otworu, upadku żerdzi itp., wreszcie
- 3) objawy sił przyrodniczych.

Do pierwszej grupy wypadków należy:

- a) złe skrócenie rur albo huczka,
- b) zły stan rur, przede wszystkim gwintów,
- c) zły stan ścisków do rur.

Do drugiej grupy należy:

- a) przetarcie rur wskutek skrzywienia otworu,
- b) poprucie rur przez spadające dłuto po urwaniu się przewodu wiertniczego, tj. żerdzi lub liny,
- c) inne uszkodzenia rur przy pracy nimi.

Do grupy trzeciej należą:

- a) nagłe wybuchy gazów w otworze lub „udary“ wodne,
- b) ruchome lub gniotące skały.



Bez względu na przyczyny, które je spowodowały, można wypadki zachodzące z rurami podzielić jak następuje:

- a) zgniecenie rur,
- b) odpadnięcie jednej lub kilku rur u spodu,
- c) urwanie rur i ich spadek na spód otworu, który pociąga za sobą dwojakie skutki:
  - 1) w bicie się rur jedna w drugą, zwane „zlunetowaniem“ rur,
  - 2) pokrzywienie rur.

Roboty ratunkowe, zmierzające do usunięcia ujemnych skutków wypadków, mają zazwyczaj ten sam przebieg, bez względu na przyczyny, wypadek wywołujące, i omówimy je w tej kolejności, w jakiej wypadki zostały wyżej przytoczone.

Zgniecenie rur zdarza się najczęściej wskutek nieoczekiwanego wybuchu gazów, pochodzących z „bańki“ znajdującej się w skale i otwartej w pewnym czasie po zapuszczeniu rur obok niej. Inną przyczyną zgniecenia rur może być nagły nacisk kolumny wody, znajdującej się za rurami, przy pustym otworze. Nacisk ten, zwany „udarem“ wodnym, może powstać wtedy, gdy słup wody, powstrzymywany zasypami, przedrze się przez nie nagle i runie ku dołowi, uderzając z zewnątrz o puste rury. Znane są także zgniecenia rur, spowodowane pęcznięciami, plastycznymi łłami. Zgniecenia takie zachodzą zazwyczaj dopiero po pewnym, nieraz kilka tygodni wynoszącym czasie, po zarzuceniu tych łłów.

Zgniecenia te przychodzą nagle, nieoczekiwanie i mogą mieć miejsce w dwojakim stanie otworu:

- a) gdy dłuto jest na dole w pracy,
- b) gdy w otworze nie ma przyrządu i przewodu wiertniczego.

Pierwszy wypadek jest gorszy i bywa spostrzegany przy wyciąganiu dłuta, gdy nagle przewód staje i „nie chce iść“ do góry. Drugi wypadek zdradza się przy zapuszczaniu czy to dłuta, czy też łyżki, które „stają“, zanim osiągną dno, i nie schodzą niżej.

W pierwszym wypadku należy przede wszystkim wydobyć tę część przewodu, która się znajduje nad zgniecionym miejscem.

Jeżeli wiercono na żerdziach, trzeba je odkręcić, co uskutecznia się w ten sposób, że wciąga się przewód silnie w zgniecione miejsce rur, tak aby on się tam wciął, i odkręca się żerdzie w lewo. Rozkręci się ten skręt, który był najsłabiej skręcony, a zatem najczęściej nie ten, który znajduje się bezpośrednio nad zgnieceniem. W takim razie zapuszczamy ponownie te same żerdzie wiertnicze, zaopatrzone u dołu w „dzwonek“, czyli lej, służący do łatwego trafienia na sterzący ku górze czopek najwyższej z pozostałych w otworze żerdzi. Żerdzie te, zapuszczone w celu odkręcenia pozostałych, skręca się wyjątkowo silnie długim kluczem, siłą dwóch ludzi, i rozkręca nimi dalsze żerdze.



tkwiąc w otworze. Czynność tę powtarza się tak długo, dopóki nie wydobędzie się wszystkich żerdzi, znajdujących się nad zgniecionym miejscem rur, przez które niżej znajdujące się żerdzie przejść nie mogą. Żerdzie te, po odkręceniu górnych, zazwyczaj opadają na dół.

Wówczas zapuszcza się do otworu „szablon“ (rys. 103) z cienkiej blachy dla zbadania kształtu zgniecenia.

Poznawszy kształt zgniecenia, badamy jego wymiary przez zapuszczenie przedmiotów o rozmaitych średnicach, więc np. łyżki 4", obciążnika kal. 80, żerdzi kaliber 60 i 55, a to celem dobrania średnicy „gruszki“, której mamy użyć do wyprostowania zgniecenia.

Gruszką (rys. 133) nazywamy instrument, przypominający swoim kształtem owoc, którego nazwę nosi. Średnica zastosowanej gruszki powinna być o kilka mm większa, niż przedmiot o najmniejszej średnicy, który przechodził przez zgniecione miejsce, i tak, jeżeli kal. 60 nie przechodził, a kaliber 55 przechodził, obierzemy gruszkę o średnicy 60 do 62 mm.

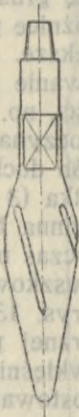
Gruszką pracuje się jak klinem, wbijanym w drewniany kłoc, który chcemy rozłupać na dwie części, to znaczy nie ma ona pracować jak dłuto, podnoszone i opuszczane z pewnej wysokości, lecz musi być pobijana, po ustawieniu jej na miejscu zgniecenia rury. Oczywiście korzystniej jest wstawić gruszkę w większy z dwóch przelotów zgniecionej rury. Nie mamy co prawda sposobów skierowywania przepuszczanych na próbę przedmiotów, a potem gruszki, do tego a nie drugiego miejsca, zazwyczaj jednak zarówno te przedmioty jak i gruszki skierowują się samoczynnie w to samo miejsce, choćby trafiały nie do większego, lecz mniejszego przelotu.

Przyrząd „gruszki“ składa się jak do pobijania, tj. umieszczając na gruszce nożyce, po czym obciążnik, i pracuje się z wahać.

Przed zapuszczeniem należy sporządzić szkic gruszki i zapisać jej dokładne wymiary.

Postęp pracy gruszką zależy od długości zgniecenia. Jeżeli jest ono krótkie, tzn. jeśli zasięg jego w kierunku długości wynosi nie więcej, niż kilkadziesiąt cm, prostowanie postępuje różnie. Zdarzają się jednak wypadki, w których zgniecenie przebiega na długości kilku metrów, a wówczas dobór gruszek, względnie ich średnic, musi odbywać się nieco odmiennie, niż w pierwszym wypadku.

Przy pobijaniu gruszki należy bardzo szczegółowo śledzić szybkość jej zagłębiania się w zgniecione miejsce i wydobyc



Rys. 133.

Gruszka.



gruszkę po stwierdzeniu widocznego zmniejszenia jej szybkości w posuwaniu się. Wydobytą gruszkę należy pomierzyć, zwłaszcza jej średnicę, i stwierdzić, o ile się zużyła. Ponieważ różnice nie mogą tu być duże, pomiary powinny być bardzo dokładne.

Szybki spadek prędkości posuwania się gruszki w głąb świadczy o wielkim oporze, a silne wbijanie gruszki pociąga za sobą znaczne zużycie się zarówno gruszki, jak i ścian rury, i może doprowadzić do przetarcia rur na wylot, czyli do przedziurawienia ich, czego należy wszelkimi sposobami unikać. Po przegruszkowaniu 20 do 30 cm zgniecenia powiększamy średnicę gruszki o 5 do 8 mm, stosownie do spostrzeżonego postępu pracy. O doborze średnic następujących po sobie gruszek decyduje doświadczenie wiertacza, a za ogólną regułą powinna służyć zasada, iż w początkowym stadium pracy należy średnicę gruszki raczej niewiele powiększać, w końcowym zaś okresie różnice pomiędzy stosowanymi po sobie gruszkami mogą być większe.

Przy zgnieceniu na kilkumetrowej długości, prostowanie rur odbywa się partiami. Po wyprostowaniu pewnej długości, np. 20 do 40 cm, zaczynamy prostować następny odcinek, poczynając znowu od gruszki o najmniejszej średnicy. W ten sposób dochodzimy do gruszki, której średnica różni się tylko o kilka (3 do 6 mm) od wewnętrznej średnicy rur. Gruszka ta powinna bez przeszkód przejść przez całe zgniecione miejsce, i wówczas możemy uważać pracę za ukoczoną. Dobrze jest po rozgruszkowaniu zapuścić, jak ostatnią, gruszkę tzw. „z rolkami“ (rys. 134), której zadaniem jest ostateczne wygładzenie wewnętrznej powierzchni rur i usunięcie ewentualnie pozostałych wklęśnięć. Gruszką tą nie możemy wykonać ciężkiej roboty prostowania zgniecionej rury, albowiem rolki wżerając się w ściany rur, mogą wyciąć z nich pasy o szerokości równej długości rolek, na co nie możemy się narażać.

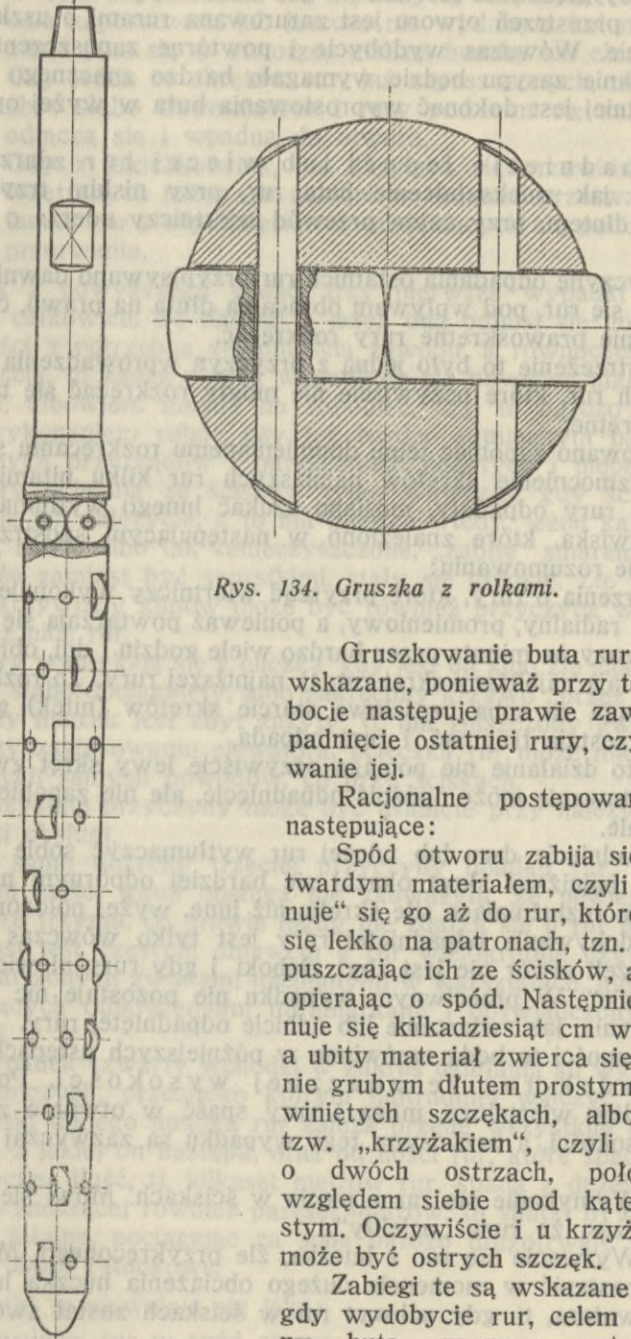
Przetarcie rur zdradza się zabłoceniem gruszki, która nie miałaby możliwości zabłocić się, gdyby nie przeszła poza rury.

W takim wypadku dalsze gruszkowanie nie ma celu, albowiem wszystkie następne gruszki wejdą niewątpliwie w istniejącą dziurę w rurze. Pozostaje, jako ostateczny środek usunięcia zgniecenia rur, ich wydobywanie i wymiana na nowe.

O chwytaniu rur tkwiących w otworze i ich wydobywaniu będzie mowa w późniejszych ustępach.

Zdarza się pewna odmiana zgniecenia rur, która polega na takim zniekształceniu buta rur, iż przyrząd wiertniczy, zwłaszcza dłuto, przezeń nie przechodzi. Przyczyną takiego wypadku jest zbyt niskie trzymanie rur nad dłutem, wskutek czego przyrząd wiertniczy tłucze o rury i może łatwo zniekształcić ich spód, — zwłaszcza jeżeli but rur nie jest nakręcony, a zatem nie wzmacnia jej, lecz wykonany został z rury jako takiej przez lekkie rozbicie końca rury i zaostrenie krawędzi.





Rys. 134. Gruszka z rolkami.

Gruszkowanie buta rur nie jest wskazane, ponieważ przy takiej robocie następuje prawie zawsze odpadnięcie ostatniej rury, czyli oberwanie jej.

Racjonalne postępowanie jest następujące:

Spód otworu zabija się dosyć twardym materiałem, czyli „patronuje” się go aż do rur, które stawia się lekko na patronach, tzn. nie wypuszczając ich ze ścisków, a jednak opierając o spód. Następnie patronuje się kilkadziesiąt cm w rurach, a ubity materiał zwierca się ostrożnie grubym dłutem prostym o podwiniętych szczękach, albo lepiej tzw. „krzyżakiem”, czyli dłutem o dwóch ostrzach, położonych względem siebie pod kątem prostym. Oczywiście i u krzyżaka nie może być ostrych szczęk.

Zabiegi te są wskazane wtedy, gdy wydobycie rur, celem wymiany buta, nasuwa zastrzeżenia,



a więc gdy głębokość jest duża, i gdy znaczna, paru- lub kilkuset metrowa przestrzeń otworu jest zarurowana rurami o uszkodzonym bucie. Wówczas wydobyć i powtórne zapuszczenie rur i wyrabianie zasypu będzie wymagało bardzo znacznego czasu i korzystniej jest dokonać wyprostowania buta w wyżej opisany sposób.

Odpadnięcie jednej lub więcej rur zdarza się, podobnie jak zniekształcenie buta rur, przy niskim trzymaniu rur nad dłutem, przy czym przewód wiertniczy uderza o dolne rury.

Przyczynę odpadania ostatnich rur przypisywano dawniej odkręcaniu się rur, pod wpływem obracania dłuta na prawo, co mogło istotnie prawoskrętne rury rozkręcać.

Spostrzeżenie to było jedną z przyczyn wprowadzenia lewoskrętnych rur, które oczywiście nie mogły rozkręcać się tak jak prawoskrętne.

Usiłowano zapobiec temu domniemanemu rozkręcaniu się rur przez wzmocnienie skrętów najniższych rur kilku nitami. Gdy mimo to rury odpadały, musiano szukać innego wytłumaczenia tego zjawiska, które znaleziono w następującym spostrzeżeniu względnie rozumowaniu:

Uderzenia o rury, które przyrząd wiertniczy wykonuje, mają kierunek radialny, promieniowy, a ponieważ powtarzają się kilkadziesiąt razy na minutę przez bardzo wiele godzin i dni, obruszają i rozluźniają najbliższy skręt rur, tj. najniższej rury. To rozluźnienie pociąga za sobą częściowe starcie skrętów (nitek) gwintu, który przestaje trzymać, i rura odpada.

Na to działanie nie pomaga oczywiście lewy skręt gwintów rur, a nitowanie może opóźnić odpadnięcie, ale nie zapobiega mu radykalnie.

Odpadnięcie dwu lub więcej rur wytłumaczyć sobie można tym, że najniższy skręt okazał się bardziej odpornym na owe uderzenia rozluźniające siłę skrętu, niż inne, wyżej położone.

Wydobywanie odpadniętej rury jest tylko wówczas racjonalne, jeżeli otwór nie jest zbyt głęboki i gdy rury niewiele jest „w terenie“. W przeciwnym wypadku nie pozostaje nic innego do zrobienia, jak zwiercenie lub odbicie odpadniętej rury.

Czynności te będą omówione w późniejszych ustępach.

Spadek rur ze znacznej wysokości. Podobnie jak żerdzie wiertnicze, mogą i rury spaść w otworze z wielkiej wysokości, a przyczyny tego wypadku są zazwyczaj następujące:

- 1) Wymykanie się rur z ujęcia w ściskach. Mówi się wówczas, że rury „uciekły“.
- 2) Wyrwanie się rur z huczka, źle przykręconego. Może to nastąpić w momencie dużego obciążenia huczka lub elevatora, tj. gdy uchwyt rur w ściskach został zwolniony



w celu zapuszczenia lub wydobycia rur, a więc gdy już cała zapuszczona lub jeszcze nie wydobyta kolumna rur, znajdująca się w otworze, wisi na huczku lub elewatorze.

- 3) Gdy jeden ze skrętów rur, już zapuszczonych, okaże się zbyt słabo trzymającym i rury pod nim się znajdujące odłączą się i wpadną do otworu.
- 4) Gdy z jakichkolwiek, nie dających się przewidzieć, zewnętrznych przyczyn nastąpi w otworze przerwanie kolumny rur i odpadnięcie rur znajdujących się poniżej tego przerwania.

Jak z powyższego widać, trzy pierwsze wypadki zależą prawie całkowicie od obsługi, i jeżeli ona odnosi się do swych czynności z potrzebną znajomością zawodu, a równocześnie sumiennieścią, to żaden z tych wypadków nie powinien nigdy mieć miejsca, albowiem można im zapobiec, czy to bardzo starannym wykonaniem robót, czy też bardzo sumiennym badaniem używanych przyrządów i odrzucaniem zużytych i niepewnych.

Rury uciekają ze ścisków tylko wówczas, gdy ścisaki nie trzymają ich należycie, a to ma miejsce wtedy, jeżeli karby klinów są starte albo tak zanieczyszczone, „zabite“ smarem i rdzą z rur, że zamiast być szorstkimi, stały się gładkie. Złe dopasowanie krzywizny klinów może być również przyczyną wysunięcia się z nich rur.

Rury wymykają się z huczka, gdy jest on albo źle zakreślony, tj. zbyt słabo dociągnięty, albo zakreślony krzywo „przez gwint“, albo gdy huczek jest zbyt zużyty, tj. ma zniszczony gwint.

Przy zastosowaniu elewatora, ucieczka rur może mieć miejsce z tych samych powodów, co przy ściskach.

Wszystkie przyczyny mogą być usunięte przy należytej staranności obsługi.

To samo dotyczy trzeciej przyczyny upadku rur, tzn. że może on zająć, jeżeli obsługa nie zauważyła, że pewien skręt niedobrze trzyma, co prawie nigdy nie zdarza się u rur nowych, natomiast jest częstym objawem u rur wielokrotnie używanych albo opatrzonych gwintami nacinanymi w warsztatach, nie rozporządzających odpowiednimi obrabiarkami i doświadczonymi tokarzami.

Wypadek czwarty wchodzi w zakres działania sił wyższych, przyrodniczych, przeciwko którym najtrudniej walczyć.

Skutki takiego upadku rur zależą przede wszystkim od wysokości, z jakiej on nastąpił, oraz od ilości rur, które spadły. Jeżeli znaczna ilość, tj. kilkaset metrów rur, spada z dużej wysokości, wynoszącej również paręset metrów, to skutki bywają dla otworu fatalne, pociągając za sobą bardzo długotrwałe i kosztowne roboty ratunkowe.

Skutki te ujawniają się jako:

- 1) wcięcie rur w spód otworu,



- 2) pogięcie się rur, zachodzące zwłaszcza u rur mniejszych średnic,
- 3) wbicie się rur jedna w drugą, zwane „złunetowaniem“ rur oraz
- 4) poprzetrącanie się rur, w jednym lub paru miejscach.

Po upadku rur należy zbadać, o ile miała miejsce jedna z dwóch pierwszych wymienionych przyczyn, gdzie znajduje się wierzch rur, które spadły. O ile nie zachodzi różnica między stwierdzonym stanem rzeczy, a tym, który powinien mieć miejsce, tj. o ile wierzch rur znajduje się w takiej głębokości, jaka odpowiada zapuszczonej ilości rur w stosunku do głębokości otworu, to dowód że rury nie uszkodziły się i że ich wydobyć prawdopodobnie nie napotka trudności. O ile różnica ta jest znaczna, rury są niewątpliwie złunetowane i poprzetręcane.

Przy dwóch ostatnich przyczynach, gdy następuje przerwanie kolumny rur i upadek niższej ich części, należy przede wszystkim wyciągnąć i policzyć względnie pomierzyć górną część rur, która wisi w ściskach, a stwierdzenie głębokości, w jakiej się zatrzymały, pozwoli na wyciągnięcie takich samych wniosków, jak w poprzednim wypadku.

Roboty ratunkowe idą w kierunku uchwycenia rur, znajdujących się w otworze, i wydobywania ich z niego od razu lub częściowo.

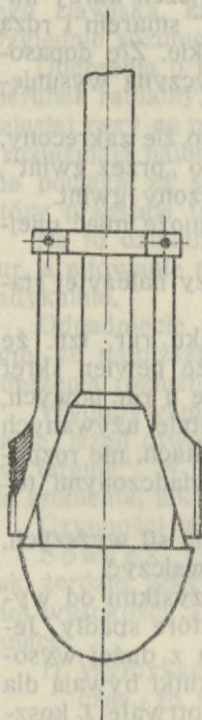
Do chwytania rur, które spadły do otworu, służy instrument zwany „rakiem“.

Zasadnicza budowa i działanie raka polega na tym, że czworosieczny, ku górze ścięty stożek, po którym posuwają się tzw. szczęki, o naciętych na zewnątrz powierzchniach, rozpięra je tak, że wżerają się one w ściany rur (rys. 135) i tak mocno z nimi się łączą, że ciągnąc za ów zbieżny stożek, wyciągamy go razem z rurami.

Po tym opisie można by sądzić że czynność wyciągnięcia rur, które spadły w otworze, jest bardzo łatwa, a służący do tego celu instrument jest bardzo prosty.

Niestety, w praktyce jest wprost przeciwnie i te roboty ratunkowe należą do najtrudniejszych.

Bliższe rozpatrzenie wyżej opisanego raka poucza nas, że można nim wyciągnąć rury z otworu, o ile one „idą“, tzn. o ile opory, jakie one uruchomieniu przeciwstawiają, są mniejsze, niż siła ciągnąca, która



Rys. 135.  
Rak śmiertelny  
o niskim stożku.



możemy zastosować. Jeżeli jednak rury te nie „idą“, wówczas wyżej opisanego raka nie bylibyśmy w stanie wydobyć z rur, i zostałyby one zatkanie szczelnie instrumentem, którego nie można z rur usunąć, tak że wydobyć rur z otworu stałoby się ostatecznie zupełnie niemożliwe.

Z tego powodu nazywamy taki rak „śmiertelnym“ i będziemy go tylko w takich, bardzo wyjątkowych, wypadkach stosowali, gdy nie ulega najmniejszej wątpliwości, że co najmniej część rur da się z otworu wydobyć. Zaznaczyć należy, że takie zatkanie rur nie jest równoznaczne z śmiertelnym zagwoźdzeniem otworu, albowiem istnieją, jak zobaczymy później, sposoby na dalsze pogłębianie otworu, nawet bez wydobywania tkwiących w nim rur.

Istnieją raki, zewalające na wydobyć ich z rur w wypadku, gdy rury nie „idą“, a są to raki: a) „odpinalny“ i b) „rozkrecalny“, opisane w I części „Kopalnictwa“ na str. 218—221 i przedstawione na rys. 271—275, nie będziemy tu zatem opisu powtarzać. Musimy jednak zaznaczyć, że odpinanie względnie rozkręcanie tych raków, a zwłaszcza rozkręcanie, celem wydobyć ich z rur, udaje się tylko wówczas, jeżeli stan tych instrumentów jest najzupełniej nienaganny, toteż, przed zapuszczeniem raka do otworu względnie rur, należy go najskrupulatniej obejrzeć i odrzucić, choćby to pociągnęło za sobą stratę czasu, jeżeli stan jego nasuwa zastrzeżenia.

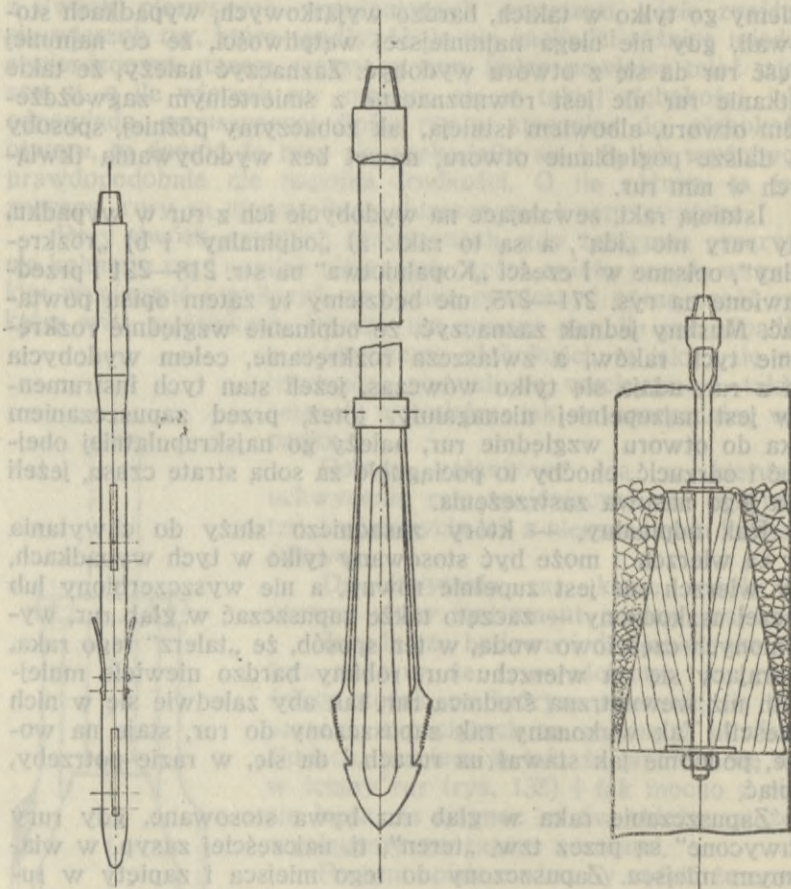
Rak odpinalny, — który zasadniczo służy do chwytania rur za wierzch i może być stosowany tylko w tych wypadkach, gdy wierzch rur jest zupełnie równy, a nie wyszczerbiony lub inaczej uszkodzony — zaczęto także zapuszczać w głąb rur, wypełnionych częściowo wodą, w ten sposób, że „talerz“ tego raka, opierający się na wierzchu rur, robimy bardzo niewiele mniejszym niż wewnętrzną średnicą rur, tak aby zaledwie się w nich zmieścił. Tak wykonany rak zapuszczony do rur, staje na wodzie, podobnie jak stawał na rurach i da się, w razie potrzeby, odpiąć.

Zapuszczanie raka w głąb rur bywa stosowane, gdy rury „chwyczone“ są przez tzw. „teren“, tj. najczęściej zasyp, w wiadomym miejscu. Zapuszczony do tego miejsca i zapięty w rurach rak, zezwala na wykonanie silnych uderów o rury z dołu ku górze, za pomocą nożyc o dużym skoku i umieszczonego nad nimi obciążnika, a pod wpływem tych uderów następują wstrząsy, rozluźniające uchwyt rur przez teren.

Specjalnie do podbijania został zbudowany rak systemu inż. T. Bielski—Świerz, opisany w I części na str. 224—225 i przedstawiony na rys. 227. Nie zamierzając powtarzać wymienionego opisu, zaznaczamy, że doskonały ten instrument umożliwił wielokrotnie wydobyć z zaniechanych otworów wiertniczych całych kolumn cennych rur, które bez niego byłyby musiały w otworze pozostać.



Do chwytania urwanych żerdzi wiertniczych i rur pompowych, których wymiary, wynoszą normalnie 1,5—2", gdy nie przewidujemy wielkich oporów przy wyciąganiu, można stosować tzw. „trzon“ ze sprężynkami, albo „raczek“ jedno lub dwustronny (rys. 136 oraz rys. 130 i 137), który zezwala na silniejsze pociągnięcie.



Rys. 136.

Rys. 137.

Rys. 138.

Trzon ze sprężynkami. Dwustronny rak. Rak drewniany do blaszank z kamieniami.

Do wyciągania rur blaszanych dużej średnicy używa się specjalnego raka, bardzo taniego (rys. 138). Jest to drewniany stożek, osadzony na żelaznym trzonku, z podkładką pod stożkiem, a czopkiem żerdziowym u góry. Rak taki, którego dolna większa średnica powinna być niewiele mniejsza od wewnętrznej średnicy rur, zapuszcza się do kilkumetrowej głębokości



w rury, po czym wysypuje się do otworu tłuczone, twarde kamienie o ostrych krawędziach. Krawędzie te, rozpierane drewnianym stożkiem, wgniatają się tak silnie w ten stożek z jednej, a w blaszane rury z drugiej strony, że przy odpowiednio dużej sile ciągnącej wydobywamy rury. Tu okoliczność, iż rak jest śmiertelny, że zatem nie da się wydobyć z rur, nie stanowi niebezpieczeństwa, albowiem, jeżeli rury wszystkie iść nie chcą, urywamy je w miejscu ujęcia rakiem i wydobywamy go razem z rurami, znajdującymi się powyżej.

Zaletą tego raka jest jego niski koszt, dla blaszanek bowiem, mających z reguły duże wymiary, nie opłacałoby się sporządzać raków żelaznych.

Jeżeli rury, ujęte rakiem, nie „idą” pomimo zastosowania dużych sił ciągnących, usiłujemy wydobyć je częściowo przez odkręcenie ich.

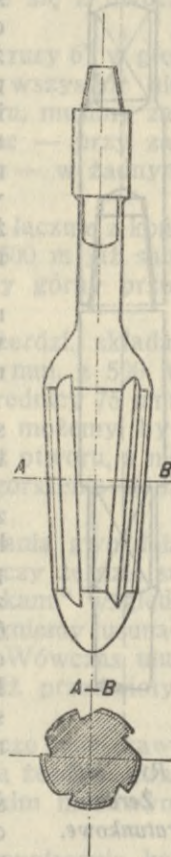
Właściwym do tej czynności instrumentem jest „wkret” (rys. 139), który bywa wykonywany dla każdego wymiaru rur z osobna. Wkret taki, zaopatrzony w gwint tnący, o kierunku przeciwnym, niż rury, wkręca się w wierzch rur tak długo, dopóki nie wejdzie w nie całkowicie. Przy dalszym kręceniu wkret już dalej w rury nie wgłębia się, natomiast stosowana siła kręcąca przenosi się na rury i następuje rozkręcenie jednego z niższych połączeń gwintowych rur. Które z tych połączeń odkręci się, nigdy nie wiadomo. Zasadniczo odkręca się najsłabiej skrecona, a najczęściej jedna z najbliższych, licząc od góry.

Wkret można zastosować do odkręcania tylko wówczas, gdy stan górnej rury jest zupełnie dobry, tzn. gdy rura nie jest popękana, popruta lub wyszczerbiona.

Jeżeli wierzch rury jest popsuty, a chcemy rury odkręcać, można do tego celu zastosować rak odpinalny, który zapuszcza się poniżej popsutego wierzchu i, silnie zaciągnawszy rak oraz naciągnawszy wielokrażkiem rury, kręci się w stronę przeciwną skretowi rur.

Postępując w jeden z wymienionych sposobów, udaje się najczęściej odkręcić kilka rur, i w ten sposób zmniejszać ilość rur twiących w otworze.

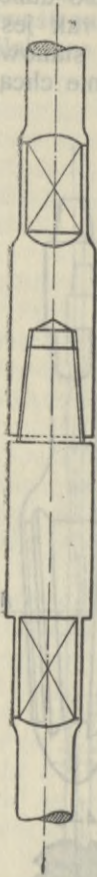
Żerdzie ratunkowe. Wielokrotnie wspomniano dotychczas o silnym ciągnięciu ujętych przedmiotów zagważających otwór, oraz o zakręcaniu tuty i wkretów, w celu rozkręcenia czy to żerdzi lub przewodów wiertniczych, czy to rur.



Rys. 139. Wkret.



Czynności tych nie możemy wykonywać żerdziami wiertniczymi, a tym mniej liną wiertniczą, lecz musimy zastosować specjalny przewód, znany pod nazwą „żerdzi ratunkowych“.



Rys. 140.  
Żerdzie  
ratunkowe.

Żerdzie te są zbudowane, jak widać z rys. 140, zupełnie jak kanadyjskie żerdzie wiertnicze, a różnią się od nich wymiarami oraz zastosowanym do ich wyrobu materiałem i wykonaniem.

Żerdzie ratunkowe przeznaczone są do zastosowania niezwykle dużej siły, celem wydobycia tkwiących w otworze przedmiotów. Jak dużej, nie zawsze da się określić przy ciągnięciu przyrządów wiertniczych, tj. dłut, obciążników i nożyc, i w takich wypadkach stosujemy siłę, nie przekraczającą wytrzymałości żerdzi. O ile mamy ciągnąć rury, łatwiej jest określić siłę, najwyższe bowiem natężenia, jakie wywołać możemy, nie potrzebują przekraczać wytrzymałości rur na rozerwanie, a tę znamy bardzo dokładnie.

To rozumowanie poucza nas, w jaki sposób mamy dobierać rozmiary żerdzi ratunkowych w danym wypadku stosowanych, w zależności od materiału, z jakiego są one wykonane.

Pragnąc, aby wymiary te były jak najmniejsze, a zatem żerdzie jak najlżejsze, stosujemy materiał o bardzo wysokiej wytrzymałości.

Przyjawszy np., że pragniemy wydobyc z otworu tkwiące w nim 8 mm rury 6" (166/150), których najsłabszy przekrój w czopie ma 2940 mm<sup>2</sup> powierzchni, to wiedząc, iż rury są wykonane z materiału o wytrzymałości na rozerwanie do 60 kg/mm<sup>2</sup>, musimy zastosować żerdzie albo o większym przekroju przy tej samej wytrzymałości, albo powiększyć wytrzymałość, stosując ten sam przekrój, który odpowiada żerdziom o średnicy 62 mm.

Do wykonywania żerdzi ratunkowych stosuje się w obecnych czasach bardzo szlachetną stal chromowo-niklową, o wytrzymałości na rozerwanie 75—80 kg/mm<sup>2</sup>, o wysokiej granicy plastyczności, nie mniejszej, niż około 50% wytrzymałości, oraz wydłużeniu nie mniejszym, niż 15%.

Końce tych żerdzi nie mogą być spawane, lecz muszą być wykuwane w wykrojach, z bloków o średnicy muf, względnie kalibru tych żerdzi. Właściwe żerdzie zaś muszą być oczywiście również wykuwane w wykrojach (sztancach). Jest rzeczą oczywistą, że wykonanie to podnosi ogromnie koszt tych żerdzi, nie wolno jednak cofnąć się przed nim, z uwagi na to, że tylko tak wykonane żerdzie pozwalają pracować z względnie bezpie-



czeństwem i że żerdzie te, o ile są umiejętnie i ostrożnie stosowane, powinny służyć długie lata.

Ponieważ żerdzie ratunkowe mają dużą wagę na mb., wynoszącą dla żerdzi  $\varnothing 65$  mm około 30 kg/mb., jest jasne, że przy większych głębokościach górne partie żerdzi zużywają część swojej wytrzymałości na unoszenie własnego ciężaru, że przez to te górne partie muszą mieć wymiary większe, niż najniższe.

Przy większych głębokościach stosuje się przeto „skombinowane“ kolumny żerdzi ratunkowych, składające się z dwóch do trzech wymiarów.

Przyjawszy dla przykładu, że instrumentujemy rury 6" w głębokości 1500 m i że postanowiliśmy, o ile one wszystkie nie wyjdą, rwać je po kawałku i wydobywać z otworu, musimy zastosować żerdzie o takiej wytrzymałości, aby one — przy zastosowaniu siły, przy której rury rwać się zaczną — w żadnym razie nie zerwały się.

Żerdzie takie mają średnicę 65 mm, a waga ich, łącznie z końcami, wynosi około 30 kg/mb. Przy głębokości 1500 m już sam ciężar żerdzi wynosiłby 45 000 kg, co obniżyłoby górny przekrój żerdzi do średnicy 53 mm.

Zastosujemy zatem kombinowaną kolumnę żerdzi, składających się u dołu z 500 m żerdzi o średnicy 65 mm, z 500 m o średnicy 70 mm i wreszcie, u góry, z żerdzi o średnicy 75 mm. Przy tak zestawionym przewodzie ratunkowym możemy być pewni, że rwać rury, wydobędziemy je po trochu z otworu, a nie porwiemy żerdzi, co spowodowałoby znaczne pogorszenie stanu zagwoźdżenia.

O ile zamierzamy użyć żerdzi do wydobywania gwoźdźcia przez ciągnięcie względnie rwanie, jest obojętne, czy żerdzie są prawo czy lewoskrętne, zwane popularnie „prawakami“ względnie „lewakami“: Inaczej ma się rzecz, jeżeli pragniemy usunąć gwóźdź przez rozkręcanie względnie odkręcanie. Wówczas musimy stosować żerdzie o skręcie odwrotnym, niż przedmioty, które mają być rozkręcane.

Ponieważ stosowane u nas narzędzia wiertnicze mają zawsze skręty prawe, a rury skręty lewe, potrzebne są żerdzie „prawaki“ i „lewaki“, jeżeli mają odpowiadać wszelkim możliwym zapotrzebowaniom.

Okoliczność ta powiększa wybitnie koszt zaopatrzenia kopalni w koniecznie potrzebne przyrządy ratunkowe.

Aby uniknąć konieczności posiadania żerdzi prawo i lewoskrętnych, skonstruowano „żerdzie nierozkręcalne“, a zatem umożliwiające kręcenie w jedną i drugą stronę. Budowę ich uwidacznia rys. 141. Jak widać, żerdzie mają na każdym końcu skręty o gwincie przeciwnym, tzn. na jednym końcu gwint prawy, na drugim zaś lewy. Końce te są nadto zaopatrzone w zachodzące na siebie noski *a*, uniemożliwiające przesuwanie się obu zetkniętych końców względem siebie. Połączenie takich dwóch



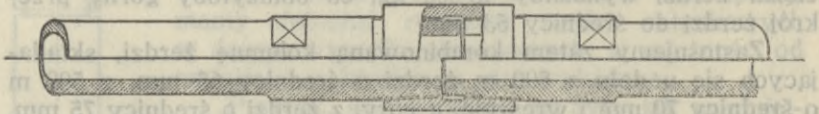
końców, a zatem i dwóch żerdzi, uskutecznia się przez nakręcanie mufy, posiadającej gwint prawy i lewy.

Jak z rozważania tej konstrukcji widać, żerdziami tymi można, po złączeniu ich mufami, równie dobrze kręcić w lewo, jak i w prawo, zbyteczne staje się przeto sprawianie „prawaków“ i „lewaków“.

Widać również, że żerdzi tych nie można rozkręcać w otworze celem ich usunięcia, jeżeli np. rak odpinalny lub rozkręcalny nie da się, z jakiegokolwiek powodu, zdarzającego się w praktyce, rozluźnić i wydobyć. Wówczas nie pozostaje nic innego do zrobienia, jak rwanie żerdzi, co oczywiście w wysokim stopniu pogarsza zagwoźdżenie.

Z tego powodu żerdzie takie, w których pokładano duże nadzieje przy ich wprowadzeniu, nie przyjęły się w praktyce i znikają z zastosowania.

Przy wierceniach płuczkowych używa się żerdzi ratunkowych, wykonanych z grubościennych rur, które oblicza się tak samo, jak wyżej przytoczone. Żerdzie rurowe mają znacznie



Rys. 141. Żerdzie ratunkowe nierozkręcalne.

większą średnicę, niż pełne, lepiej zatem nadają się do kręcenia. Dają one nadto możliwość wtłaczania do otworu prądu wody płuczącej, co jest bardzo korzystne przy usuwaniu zasypów.

Rurowe żerdzie ratunkowe są oczywiście znacznie droższe, niż pełne i nie znajdują w naszym wiertnictwie zastosowania.

Aby odkręcać żerdziami, zakłada się na górną żerdź tzw. „kałamutek“, czyli pęto z liny manilowej, założone w ten sposób, że tarcie pomiędzy liną, a żerdzią staje się tak znaczne, iż przełożywszy przez drugi koniec owej liny drąg można nim skręcać żerdzie przy zastosowaniu siły kilku, a nawet kilkunastu ludzi.

Doświadczony wiertacz doskonale orientuje się w postępie tej trudnej pracy, dokonującej się często w znacznej głębokości kilkuset i więcej metrów. Po oporze, jak skręcanie napotyka, po „skakanii“ tuty czy wkrętu, ocenia, czy robota ma przebieg korzystny, czy nie. Od czasu do czasu wiertacz usiłuje podnieść przewód żerdziowy.

Jeżeli daje się unieść, to dowód, że wkręcanie czy zakręcanie jeszcze się nie zaczęło; gdy podnieść już nie można, widać, że tuta lub wkręt „chwyciły“ i trzeba dalej kręcić, dopóki — sądząc po oporze — nie nadejdzie moment, w którym podniesienie udaje się, gdyż nastąpiło oczekiwane odkręcenie i istnieje możliwość wydobycia odkręconego przedmiotu.



Robota odkręcania przynosi ze sobą znaczne niebezpieczeństwo dla pracujących ludzi, w skręconym przewodzie żerdziowym gromadzi się bowiem duży zasób energii potencjalnej, gotowej wyładować się w gwałtownym odkręceniu się tego przewodu. Nazywa się to „oddawaniem“ i może się zdarzyć, jeżeli np. wiertacz wydarł przy próbnym a zbyt silnym podciąganiu już zakręcającą się tutaj lub wkręt i żerdzie nagle i szybko „oddają“ swój skręt w przeciwną stronę.

Jeżeli nie wszyscy robotnicy trzymają w tej chwili silnie drąg, lecz kilku z nich puściło go, może zdarzyć się, iż siła reszty nie wystarcza do utrzymania drąga, który wyrwa się i, odkręcając się gwałtownie, rozbija wszystko, co na drodze napotyka, a przede wszystkim głowy robotników.

To samo ma miejsce, gdy drąg jest zbyt zużyty lub słaby i pęka w połowie podczas pracy. Druga połowa oddaje błyskawicznie i zabija ludzi, których dosięgnie.

Toteż przy tej robocie nie można nigdy zastosować nadmiaru uwagi i staranności oraz doświadczenia, a brak ich był wielokrotnie powodem tragicznych wypadków.

Do wywołania wielkiej siły ciągnącej mamy w normalnym urządzeniu wiertniczym do rozporządzenia wielokrażek, którego wydajność możemy powiększać przez powiększenie ilości rolek, przez które przechodzą liny.

Praca wielokrażkiem jest bardzo dogodna i nie przedstawia trudności, o ile wieża jest dosyć silna i w dobrym stanie, obciążenia wielokrażka przenoszą się bowiem, jak wiadomo, na wieżę, a w razie jej niedostatecznej wytrzymałości, świece „siadają“ i wieża załamuje się.

W takim wypadku należy przede wszystkim wstrzymać wszystkie roboty i odbudować wieżę. Czynność ta wymaga kilku dni czasu, a ta przerwa w instrumentacji bywa często powodem znacznego pogorszenia sytuacji.

Siła pociągowa, jaką możemy wywołać najsilniejszym z używanych wielokrażków, nie jest najczęściej wystarczająca dla zamierzonych celów, nadto sposób pracy wielokrażkiem, który pociąga za sobą konieczność szarpnięć, nie zawsze jest korzystny, tak że od dawna stosowano inny sposób wywierania wielkiej siły ciągnącej, a mianowicie przez zastosowanie tzw. „śrub ratunkowych“.

Budowę ich przedstawia rys. 282, umieszczone na str. 226 I części „Kopalnictwa“, a opis znajduje się na str. 227.

Praca odbywa się przy zastosowaniu dwóch śrub na tarczach (8), na których opierają się dwa dźwigary (9). Na tych dźwigarach umieszcza się ściski do rur, o ile ciągnie się rury wychodzące na powierzchnię, lub ściski do żerdzi ratunkowych, o ile ciągnie się tymi żerdziami gwóźdź tkwiący w otworze.

W obu wypadkach należy na podłodze zastosować drugą parę ścisków, ułożonych na odpowiednio silnej podstawie, która



zastępuje pierwszą, w chwili gdy musimy opuścić nakrętki, talerze, dźwigary i górne ściski. W chwili, gdy cokolwiek, a więc rura lub inny ciągniony przedmiot, a także żerdź, urwie się pod wpływem zastosowanej siły ciągnącej, następuje silna reakcja, objawiająca się podskokiem całego urządzenia śrub, przy czym części składowe mogą być rozrzucone i uszkodzić znajdujących się w pobliżu ludzi, jest więc wskazane, a nawet konieczne, powiązać całe urządzenie stalowymi linami, tak aby w razie podskoku poszczególne części nie mogły się rozlecieć.

Praca śrubami odbywa się w ten sposób, że pewna ilość ludzi, a mianowicie 2—4—6-ciu, chwytając rękami za przedłużone ramię grzechotki (6), obraca nią, podnosząc tym samym nakrętkę (3), a z nią talerze, dźwigary i ściski, oraz napinając ciągnięte rury lub żerdzie.

Należy przy wykonywaniu tej roboty zwracać uwagę, aby nakrętki na obu śrubach równocześnie i równomiernie pracowały, tj. aby jedna drugiej nie wyprzedzała, wskutek czego dźwigary nachyliłyby się i w ściskach podpartych powstałyby szkodliwe momenty sił, które mogłyby spowodować zgięcie, a nawet urwanie żerdzi lub rur w ujęciu ich górnymi ściskami. To też bardzo często łączy się obydwoma ramionami grzechotki w ten sposób ze sobą za pomocą żerdzi, że pracując jedną uruchamia się obie grzechotki, albo też, pracuje się każdą grzechotką z osobna ale równocześnie, przestrzegając, aby obrót obu był identyczny.

Można też pracować kolejno każdą śrubą, ale wówczas wolno obracać każdą grzechotką bardzo nieznacznie, aby nie dające się przy takiej pracy uniknąć chwilowe nachylanie się dźwigarów nie przybrało zbyt dużych rozmiarów.

Dużą wadą pracy śrubami ratunkowymi był zupełny brak kontroli napięć, wywoływanych w napinanych przewodach. Skutki tego były fatalne dla bezpieczeństwa pracy, albowiem osławione „czucie“, którym odznaczyli się we własnym przekonaniu niektórzy wiertacze, nie było niestety w stanie zapobiec urywaniu się w otworze żerdzi ratunkowych, przetrącaniu ich w kilku miejscach i także zapadaniu się jednych obok drugich, tak że do straty otworu przybywała jeszcze strata żerdzi ratunkowych, często pożyczanych.

Radykalnie zapobiega temu niebezpieczeństwu zastosowanie zamiast śrub ratunkowych pomp hydraulicznych do tego samego celu.

Opis i rysunek tych pomp znajduje się w I części „Kopalnictwa“, na str. 227 i 228, rys. 283.

Praca pompami, względnie jej skutki, są zupełnie te same, co przy użyciu śrub, a różnica polega na obsłudze, która u pomp jest znacznie łatwiejsza, oraz na kontroli pracy, ponieważ cylindry pomp są zaopatrzone w manometry, wskazujące z bardzo



daleko idącą dokładnością wywierane siły na ciągnięte względnie napinane rury czy żerdzie.

Ponieważ tak śruby ratunkowe, jak i pracujące cylindry pomp, są podczas pracy bardzo obciążone, muszą one być umieszczone na odpowiednio silnych podłożach, aby nie grzęzły w grunt pod wieżą. Podłożem takim są położone belki dębowe o wysokości 50—60 cm, a 40—50 cm grubości i takiej długości, na jaką pozwalają wymiary wieży. W ten sposób ciśnienia, wywierane przez zachodzące napięcia, rozkładają się na znaczne powierzchnie dwóch belek i zapobiegają grzęźnięciu urządzenia. Podczas pracy w ziemie używa się do pomp hydraulicznych, zamiast wody, niemarzących płynów, jak nafta lub gliceryna, a przedłużenie rurek, łączących cylindry pomp (6) z cylindrami pracującymi (1), na których spoczywają dźwigary (5), identyczne jak u śrub, pozwala na ustawienie pomp w dowolnej odległości poza wieżą, co znacznie ułatwia wykonanie pracy.

Przeliczenie w atmosferach ciśnienia, wytwarzanego na siłę ciągnącą, którą wywierają tłoki (2), jest rzeczą niezmiernie prostą, a dla ułatwienia w posługiwaniu się tymi pompami należy sporządzić tablicę, wskazującą jakiej sile, wyrażanej w kg, odpowiadają ciśnienia odczytywane na manometrach.

Ta tablica sił powinna być uzupełniona inną tablicą, wskazującą, jak daleko wolno iść z napinaniem żerdzi, aby ich nie rozerwać. Rozumie się samo przez się, że należy dla każdej średnicy względnie przekroju żerdzi, sporządzić takie tablice. W tablicach tych należy uwzględnić nie całkowitą wytrzymałość na rozerwanie materiału, z którego żerdzie sporządzono, lecz tylko granicę plastyczności. W ten sposób zabezpieczamy się w granicach możliwości przeciwko urwaniu żerdzi, które, po przekroczeniu granicy trwałych odkształceń, tracą część swej właściwej wytrzymałości.

Napinając wprost rury, możemy stosować te same zasady postępowania. O ile zależy nam na tym, aby rur nie urwać, należy wprowadzić do naprężeń odpowiedni współczynnik bezpieczeństwa, przy czym nie wolno zapominać, że rury posiadają na skrętach tylko około 75% wytrzymałości pełnego swojego przekroju.

Pomp ratunkowych nie wyrabia dotychczas żadna z krajowych fabryk maszyn, pomimo iż budowa ich nie przedstawia żadnych trudności, i to było i jest zapewne przyczyną, iż zastosowanie ich bardzo mało rozpowszechniło się w naszym wiertnictwie. Pracowano z zamięłowaniem śrubami, które wyrabiały własne fabryki większych przedsiębiorstw naftowych, a nawet mniejsze warsztaty, znajdujące się na kopalniach, rezygnując z kontroli naprężeń, a tym samym i bezpieczeństwa pracy.

Przed kilkunastu laty wprowadziła fabryka maszyn w Gliniku Mariampolskim bardzo pożądaną nowość w postaci hydrau-



licznych cylindrów z tłokami, na których ustawia się śruby ratunkowe.

Cylindry te zaopatrzone są w manometry, wskazujące panujące w nich ciśnienia, które również mogą być przeliczone na wywołane natężenia.

Właściwie wystarcza jeden cylinder, umieszczony pod którąkolwiek z dwóch śrub, wskazujący te ciśnienia względnie natężenia, ale zastosowanie cylindrów, znajdujących się pod każdą śrubą, jest o tyle korzystniejsze, że stwarzając wzajemną kontrolę dwóch manometrów, zabezpiecza pracę od nie dającego się uniknąć i natychmiast stwierdzić uszkodzenia jednego z nich.

Przy racjonalnym posługiwaniu się żerdziami należy sporządzić szczegółowy protokół wykonywanej nimi pracy. Żerdzie powinny być trwale numerowane w jednolity sposób, nadto powinna być na każdej z nich wybita trwale jej pierwiastkowa długość. Przed użyciem powinna być długość żerdzi stwierdzana, a odchyłki od pierwiastkowej długości winny być zapisywane w protokole.

W protokole tym należy umieszczać krótki, ale technicznie szczegółowy, opis zagwoźdzenia, dla usunięcia którego stosuje się żerdzie. W przebiegu prac należy wymieniać maksymalne natężenia, do jakich się w pracy doszło, jak też osiągnięty wynik prac. Po zakończeniu instrumentacji należy żerdzie ponownie pomierzyć i wpisać uzyskane wymiary. U żerdzi najwięcej wydłużonych należy pomierzyć dokładnie średnice na całej długości i usunąć z użycia takie żerdzie, w których nastąpiło zmniejszenie średnicy, a zatem i przekroju.

Zastosowanie pomp hydraulicznych jest dogodniejsze od śrub, ponieważ — jak już wspomniano — obsługa ich jest łatwiejsza. Ważniejszym czynnikiem jest też okoliczność, iż pompy umożliwiają łagodniejszy i równomierniejszy postęp, względnie wzrost natężeń, co należy uważać za dalszą korzyść zastosowania pomp.

Pompy ratunkowe oraz śruby z cylindrami hydraulicznymi usunęły najgroźniejsze niebezpieczeństwo, jakie stale zagrażało tym najtrudniejszym pracom ratunkowym, tak że dziś mogą one być podejmowane z całym spokojem. Wątpliwości nasuwa tylko stan żerdzi ratunkowych wielokrotnie używanych — nie posiadających wyżej przytoczonych ścisłych protokołów wykonanych prac, względnie natężeń, na jakie były narażone — jako też nie dające się uniknąć ani odkryć błędy wykonania lub materiału.

Błędy te, o ile istnieją, zaznaczają się jednak zazwyczaj już przy pierwszym zastosowaniu żerdzi, tak że przy dalszych pracach nimi obawy te są wykluczone.



### Odbijanie względnie zwiercanie gwoźdźcia.

Zdarza się, że ani częściowym odkręcaniem, ani urywaniem przedmiotów, tkwiących w otworze, nie da się oczyścić go, celem umożliwienia dalszego wiercenia. W takim wypadku rozporządzamy jeszcze jednym sposobem oczyszczenia otworu, jest nim tzw. „odbijanie“ względnie „zwiercanie“ przeszkody.

Jakkolwiek odbijanie i zwiercanie gwoźdźcia różnią się między sobą w skutkach bardzo zasadniczo — przy pierwszym z nich bowiem usuwamy przeszkodę w „bok“ otworu względnie wiercimy otwór obok przeszkody, pozostawiając ją jednak w głębi, przy drugim natomiast niszczymy ją całkowicie przez porąbanie dłutem na małe kawałki, wydobywane łyżką na powierzchnię — są one sobie pokrewne ze względu na stosowane sposoby ich wykonania oraz dlatego, że niejednokrotnie przechodzą z jednej w drugą siłą rzeczy, a zatem wbrew zamierzeniom wykonawcy.

Kiedy będziemy się uciekali do jednego a kiedy do drugiego sposobu usunięcia przeszkody?

1) Jeżeli zdecydowaliśmy się zrezygnować z wydobywania z otworu dużej ilości rur wiertniczych, tj. kilkudziesięciu lub nawet więcej metrów, a skały, w których one tkwią, nie są bardzo twarde, łatwiej będzie odbić te rury, niż je zwiercać. Znane są wypadki, w których odbijano po trzysta i więcej metrów rur, gdy wszelkie próby ich wydobywania nie dawały oczekiwanych wyników. Robotę tę ułatwia właściwa naszym terenom stratygrafia, która nie wykazuje jednolitych i twardych skał o miąższości kilkuset metrów.

2) Gdy niewielka ilość, tj. kilka metrów rur tkwi w bardzo twardych skałach, a odbijanie ich względnie wiercenie nowego otworu obok nich pociągnęłoby znaczną stratę czasu, a zatem i duże koszty, zdecydujemy się raczej na zwiercanie tych rur, niż na ich odbicie.

3) Jeżeli w otworze pozostaje przyrząd wiertniczy, tj. nożyce lub ich części, obciążnik i dłuto, będziemy zmuszeni odbijać go nawet w twardych skałach, ponieważ zwiercanie, zwłaszcza grubego obciążnika i dłuta, byłoby bardzo uciążliwe.

Przy zwiercaniu rur lub przyrządu wiertniczego dobrze jest zasypać otwór, w którym te przedmioty tkwią, twardym kamieniem, a to celem uczynienia spodu możliwie jednolitym.

Dłuto, stosowane do zwiercania, powinno mieć specjalnie większą grubość niż normalnie używane, a to w celu uodpornienia go na większe zużycie i możliwość wykruszenia, zachodząca przy tej robocie.

Wykonanie samej pracy zwiercania nie różni się zasadniczo od samego wiercenia, nie należy jednak robić długich marszów, aby nie spowodować zbyt dużego zużycia dłuta.

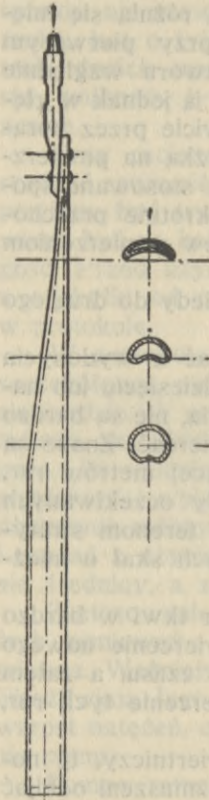


Łyżkowanie powinno być bardzo staranne, aby o ile możliwości wydobywać większe kawałki rozkruszonych względnie popękanych rur. Postęp pracy przy zwiercaniu rur jest w początkowym okresie roboty stosunkowo dosyć szybki, a maleje znacznie przy jej ukończeniu, gdy na spodzie zbierze się znaczna ilość połamanych kawałków rur, tworząc jednolitą, zbitą masę, która rozkruszyć tak, aby dała się wyłyżkować, jest bardzo trudno.

Wyławianie łyżką kawałków rur, zbitych na spodzie, ułatwia pewna ilość gęstego łu, który — wrzucany do otworu — „zawiesza“ niejako w sobie owe ułamki stali i, mieszając się z nimi, umożliwia ujęcie ich łyżką.

Zwiercanie jest kosztownym sposobem usuwania gwoźdźcia ze względu na powolny postęp pracy, lecz radykalnym i pewnym, i niejedna instrumentacja skończyłaby się prędzej, gdyby wcześniej zaniechano usiłowań wydobycia gwoźdźcia w całości, co bardzo często wiertnicy stawiają sobie, zupełnie niepotrzebnie, jako punkt zawodowego honoru.

Odbijanie polega w ścisłym tego słowa znaczeniu na odwierceniu nowego otworu, obok tkwiących w starym otworze rur, względnie przyrządu wiertniczego. Jest rzeczą jasną, że w tym celu trzeba odchylić kierunek otworu nad zagwożdżonym miejscem, tak aby wiercenie nowego było możliwe. Nie zależy nam oczywiście na tym, czy odchylenie to pójdzie w kierunku północnym, czy południowym, byleby nowy otwór nie spotkał się ze starym, zagwożdżonym, i byleby zarurowanie nowego otworu nie napotkało na trudności. Odchylenie przeto musi być łagodne.



Rys. 142.  
Korytko do  
odbijania.

W tym celu zapuszcza się do otworu przyrząd, zwany „korytkiem“ (rys. 142), składający się z dwóch części: dolna jest normalną rurą o długości 1,5 do 2 m, a stawia się ją na wierzchu rur, które zamierzamy odbijać, górna zaś jest właśnie owym „korytkiem“ o długości 2 do 3 m, wykonanym z tej samej rury odpowiednio zgniecionej na kształt korytka czy rynienki albo klina, zwróconego cieńszym końcem ku górze.

Korytko zapuszcza się na czopku żerdziowym, przymocowanym do niego słabymi nitami. Przez postawienie i ewentualne uderzenie z góry na dół obcina się nity i korytko zostaje na miejscu, gdzie je postawiono.



Dawniej nie używano korytka, lecz postępowano jak następuje: Rury podciągano na kilka (8—10) m ponad wierzch przedmiotu, który zamierzano „odbić“, i patronowano nad nim otwór twardym materiałem, ubijając „patrony“ bardzo starannie. Następnie podejmowano wiercenie, nie stosując jednak normalnego dłuta, lecz kopyto lub tępy „skosiak“ (rys. 143). Ponieważ obydwie te przedmioty mają tendencję energiczniejszego wżerania się w ścianę otworu, niż w dno, osiągnano zamierzony cel, tj. odchylenie osi otworu od pionu.

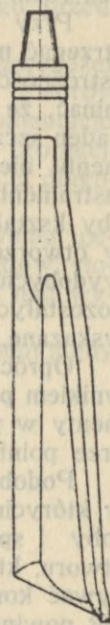
Zadaniem korytka jest skierowanie dłuta w ścianę otworu, przez ześlizgiwanie się dłuta po jego wklęsłej powierzchni.

Po odwierceniu kilku metrów, próbujemy zapuścić w nowy otwór rurę, a jeżeli ona wejdzie bez przeszkód, możemy uważać, że odbijanie udało się, dalsze wiercenie bowiem odbywa się normalnie, jak gdyby wiercono po raz pierwszy.

Zdarza się, że pierwsza rura trafia na początku nowego otworu na jakąś przeszkodę. Najczęściej są to strzępy potarganych rur, zwane „szkarwęgami“. Nie wolno takich przeszkód lekceważyć i ewentualnie przepychać przez nie rury, lecz należy się raczej cofnąć i przez ponowną pracę dłutem i łyżką oczyszczać niebezpieczne miejsce tak długo, dopóki rury przezeń nie przejdą najzupełniej swobodnie.

W ten sposób odwiercony otwór nie różni się niczym od właściwego, w którym pozostawiliśmy kilka metrów rur lub cały przyrząd wiertniczy. Nie wolno nam jednak nigdy zapomnieć, że obok niego znajduje się właściwy otwór wraz z rurami, zdarzyć się bowiem może, że gdy po dłuższym czasie, z jakiegokolwiek powodu wyciągniemy rury z tego nowego otworu, aby je ponownie zapuścić, zastaniemy w nim stare, dawniej odbite rury lub obciążnik. Zdarza się, że gwóźdź ten, poruszywszy się w terenie, będzie łatwiejszym do wydobywania, niż w pierwszym swoim położeniu, ale być także może, że nie da się on wydobyć, a uniemożliwia ponowne zarzucenie otworu.

Toteż, mając otwór „odbijany“, lepiej jest nie wyciągać z niego nigdy rur, które by miały być ponownie zapuszczone. Wolno to tylko w tym wypadku uczynić, gdy otwór zarzucą się ostatecznie, jako niepotrzebny, czyli przy tzw. „likwidacji“.



Rys. 143.  
Skosiak.



Powyższy opis robót ratunkowych, czyli instrumentacji jest przytoczeniem tylko kilku zasadniczych, najbardziej typowych wypadków zagwoźdżenia otworu i sposobów postępowania ratunkowego.

Opis wszystkich wypadków jest choćby już z tego powodu niemożliwy, że nie ma dwóch wypadków zupełnie jednakowych, a przeciwnie, w każdym zachodzą pewne szczegóły, którymi jeden różni się od drugiego.

Przy podejmowaniu robót instrumentacyjnych należy przestrzegać najdalej idącej staranności i ścisłości oraz bezwzględnej ostrożności i rozwagi w stosowaniu środków. Nie wolno zapominać, że nic łatwiejszego, niż pogorszyć istniejące położenie. Żaden szczegół, czy to budowy, czy to stanu stosowanego instrumentu nie jest nieważny, i nie wolno zapuszczać do otworu instrumentów niezupełnie dobrych. Należy je zawsze odrysować, aby kształt ich i rozmiary nie były zagadkowe, gdyby zostały w otworze. Należy je bardzo dokładnie obejrzeć, albowiem po wydobyciu ich poznamy po „znakach“, czyli rysach na nich pozostałych, jak pracowały. Aby znaki te były wyraźne, jest wskazane, by instrumenty były okopcone w ogniu kowalskim.

Oprócz wiertaczy jest kowal bardzo ważnym współpracownikiem przy instrumentacjach, on bowiem przystosowuje instrumenty w pewnych szczegółach do pracy i musi być bardzo dobrze poinformowany o całym przebiegu akcji ratunkowej.

Podobnie jak u łóża ciężko chorego odbywają się konsylia, w których kilku lekarzy wypowiada swoje zdanie o stanie choroby i sposobach jej usunięcia, tak i w wypadku zagwoźdżenia otworu, które jest stanem niewątpliwie chorobowym, należy odbywać konsylia czyli narady, w których oprócz kierownika robót powinni brać udział wszyscy wiertacze i kowale, i dopiero zupełnie zgodne sposoby prac ratunkowych powinny być stosowane.

Najwłaściwszym sposobem postępowania jest, podobnie jak w lecznictwie, profilaktyka, zapobieganie wypadkom. Polega ono na niezmiernie starannym dobieraniu wszystkich do wykonania pracy wiertniczej potrzebnych przyrządów i materiałów.

Nie wolno nigdy zapominać, że do pełnej niebezpieczeństw pracy wiertniczej żaden materiał i żaden przyrząd nie jest dosyć dobry, należy zatem posługiwać się tylko najlepszymi, jakie istnieją. Krytycznym okiem trzeba patrzeć na wszystko, co z wierceniem ma coś wspólnego, począwszy od wieży, żurawia ze wszystkimi jego wałami, łożyskami, bębnami, pasami i linami, albowiem popsucie się jednego z tych szczegółów w chwili, kiedy np. rury ciężko chodzą, i trzeba nimi co trzy godziny ruszać, może pociągnąć za sobą chwycenie ich i potrzebę zapuszczenia nowej kolumny, która może kosztować kilkadziesiąt tysięcy złotych, nie przewidzianych w kosztorysie.



Tak samo mogą zbyt zużyte widełki lub klucze do żerdzi, zbyt rozkręcona lina wiertnicza, a zwłaszcza wielokrażkowa, stać się powodem poważnych zagwoźdżeń i ewentualnie utraty otworu wiertniczego.

Często rzucane, niewątpliwie bardzo ważne i doniosłe, hasło oszczędności bywa zupełnie źle zrozumiane i stosowane tam, gdzie skutki jego mogą być katastrofalne i które niejednokrotnie stawały się przyczyną ruiny niewłaściwie oszczędnego przedsiębiorcy.

Trzeba przyznać, że w ostatnich latach ilość zagwoźdżeń znacznie zmalała, i o ile dawniej 30%, a nawet więcej otworów przechodziło bardzo długotrwałe i kosztowne instrumentacje, a nie było prawie otworu odwierconego bez kilkunastu drobniejszych, o tyle obecnie instrumentacje należą do rzadkości, a długotrwałych prawie nie bywa.

Korzystną tę okoliczność przypisać należy naukowemu ujęciu szeregu problemów, jak np. znormalizowaniu materiałów, stosowanych do urządzeń i narzędzi wiertniczych, kontroli nad wykonaniem nożyc itp.

W pracy w tym kierunku nie należy ustawać, albowiem nigdy nie można uważać jej za ukończoną.







## ROZDZIAŁ 5.

### ŁĄCZENIE SPOSOBÓW WIERCENIA.

OPRACOWALI

Prof. inż. Zygmunt BIELSKI

Inż. Stefan ENGL.







Jak wiadomo, sposoby wiercenia dzielą się na pewne grupy, różniące się zasadniczo między sobą. Rozróżniamy więc, rozpatrując sprawę z punktu widzenia sposobu kruszenia skały, sposoby udarowe i obrotowe, z punktu widzenia zaś usuwania z dna otworu rozkruszonej skały, sposoby zwane suchymi i płuczko-  
wymi.

U nas przyjął się i trwa dotychczas sposób wiercenia udarowego, suchego, którego zasadniczą cechą jest konieczność przerywania pracy kruszenia dna otworu, wykonywanej przez dłuto, w celu usunięcia urobku łyżkowaniem. Czas poświęcony tej czynności dochodzi, jak to widać ze statystyki umieszczonej w rozdziale 1 (Fazy robót wiertniczych), do dwudziestu kilku procent całkowitego czasu, użytego na wykonanie wiercenia.

Usiłowania wiertników, pragnących zachować wiercenie suche, szły w kierunku częściowego usunięcia tej wady i mamy do zanotowania przede wszystkim dwa pomysły, które w swoim czasie znajdowały w polskim wiertnictwie zastosowanie.

Urządzenia takie możemy uważać niejako za przejście od wiercenia suchego do płuczkowego i określamy je jako „płuczke częściową“ lub „półpłuczke“.

Pierwsze zawdzięczamy belgijskiemu inżynierowi Wiktorowi Petit, który dłuższy czas pracował w Polsce i w roku 1909 uzyskał patent na urządzenie oparte o następującą zasadę:

Urobek zwierconej skały usuwa się spod dłuta już w czasie trwania wiercenia. Urobku nie wydobywa się jednak, jak u płuczek pełnych, od razu na powierzchnię, lecz rozmieszcza się go przy pomocy mechanicznego mieszania w wodzie, znajdującej się bezwarunkowo, choć w niewielkiej ilości, na dnie odwiertu. Urobek ten, w formie drobnych cząstek, pozostaje w wodzie tej jako zawiesina, nie zalegając dna otworu pod dłutem. Po ukończeniu fazy wiercenia tzw. marszu, usuwa się z otworu urobek wraz z wodą w postaci mniej lub więcej gęstego błota przez zwykłe łyżkowanie. Przed następną fazą wiercenia trzeba dodać do otworu z zewnątrz czystej wody, o ile nie ma w odwiercie wody terenowej. Do łyżkowania należy używać łyżki z grzybkim, a nie z kłapą, bo urobek jest w stanie płynnym. W pokładach sypliwych wody nie trzeba dolewać do otworu,



lecz dopuszczać ją na dno w odpowiedniej łyżce. Zmniejsza się przez to sypanie ze ścian niezarurowanych.

Wody w otworze trzyma się kilkanaście do kilkudziesięciu metrów, niezależnie od charakteru przewierczanych skał. Dla skał twardych trzeba wody mniej, bo urobku gromadzi się niewiele, a fazy wiercenia są krótkie, ze względu na tępienie się dłut. W skałach miękkich wody musi być więcej. W pokładach sypliwych należy trzymać płyn w otworze zawsze w formie dosyć gęstej (płuczka gęsta).

**Zalety:** Możliwość częściowego wyzyskania zalet sposobów suchych i płuczkowych, przy równoczesnym ominięciu ich wad.

Dno odwiertu pod dłutem pozostaje zawsze czyste. Ruch dłuta nie jest krępowany zalegającym dno urobkiem, jak w wierceniu suchym. Wyzyskuje się przez to pełną energię uderzania dłuta w czyste dno, gdyż dłuto nie jest zmuszone przebijać się przed udarem przez warstwę okruchów złoży, czy też bardzo gęstego błota.

Długość trwania poszczególnych faz wiercenia (marszów) jest ograniczona, jak u płuczek pełnych, tylko koniecznością wydobywania dłuta w celu wymiany na nowo naostrzone.

Przy wierceniu w skałach bardzo sypliwych można, przez utrzymywanie płynu w otworze o odpowiedniej gęstości, zapobiec w znacznej mierze sypaniu, wyzyskując przez to zalety płuczek gęstych.

Natomiast, w przeciwieństwie do płuczek, niewielka ilość wody w otworze pozwala na dogodną obserwację nawierconych wód oraz śladów ropy i gazów, co przy właściwych płuczkach połączone jest z pewnymi trudnościami.

### **Płuczka Petita.**

Mechaniczne mieszanie wody w otworze, stanowiące istotę płuczek, odbywa się tu przy pomocy odpowiednio skonstruowanych nożyc. Nożyce te wykształcone są w tłocznicy, która ssie wodę ponad nożycami i wtłacza ją przez otwór, przewiercony w obciążniku i dłucie na dno otworu, pod ostrze dłuta. Czynność ta odbywa się przy każdym skoku dłuta. Woda, wypływając z wielką szybkością pod dłutem, unosi urobek z dna, rozmieszczając go w słupie wody, będącej w otworze. Równocześnie ciągly cyrkulacyjny ruch wody uniemożliwia osiadanie się raz podniesionego urobku.

**Zasada konstrukcji nożyc Petita (rys. 144):** Nożyce ogniwowe, których dolne ogniwo jest wykształcone jako cylinder pompy. Górne ogniwo połączone jest przegubowo z tłokiem. Obciążnik i dłuto są przewiercone w całej długości. Ujścia otworów znajdują się nad ostrzem dłuta.



**Działanie nożyc:** Dłuto, dotknawszy dna otworu, wstrzymuje tym samym dalszy ruch części sztywnie z nim połączonych (obciążnik oraz dalsze ogniwo nożyc z cylindrem). Przewód wiertniczy wraz z górnym ogniwem nożyc i tłokiem wykonują w dalszym ciągu ruch ku dołowi. Przez to woda, znajdująca się w cylindrze, wytłoczona zostaje przez obciążnik i otwory w dłucie, na dno. Przy ruchu powrotnym przewodu żerdziowego woda podnosi wentyl i napęnia cylinder.

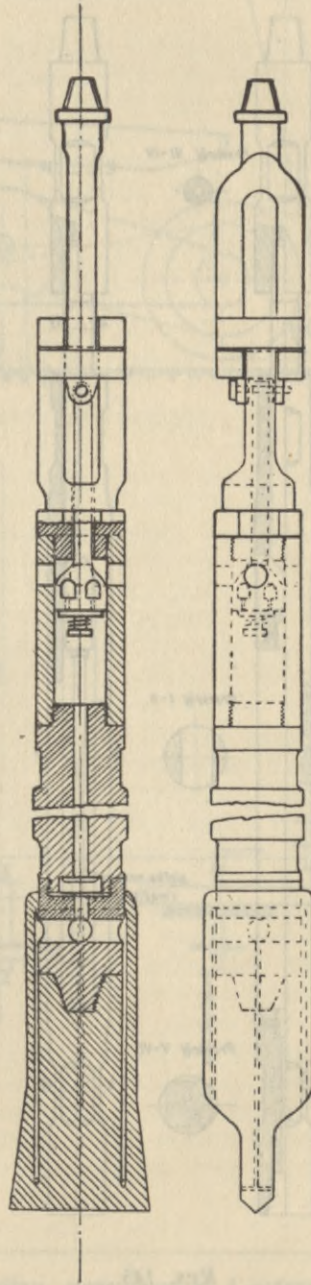
Na tym tle istnieje szereg innych konstrukcji, bardziej rozwiniętych.

**Zalety:** Możliwość zastosowania przy wszystkich sposobach wiercenia udarowego, bez zmian w konstrukcji żurawia czy też narzędzi. Możliwość użycia dowolnego przewodu wiertniczego (żerdzie, lina). Niezależność od wysokości stanu wody terenowej w otworze.

**Wada:** Trudność utrzymania tłoka i wentyli w stanie szczelnym, spowodowana pracą nożyc w wodzie zanieczyszczonej, oraz brakiem smarowania. Słabsze wykorzystanie nożyc, z powodu tłumienia ich ruchów przez tłok. Pomysł podany przez inż. Wiktora Petita z Krosna w r. 1909. Patent austriacki L. 48268.

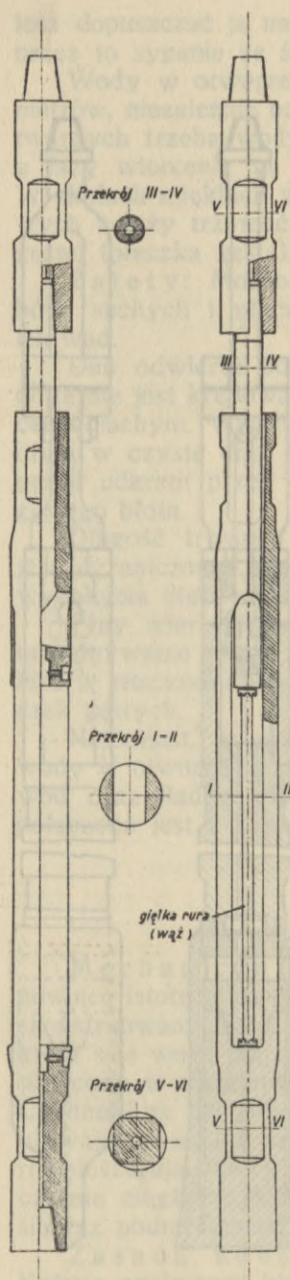
Inne urządzenie wykonał nasz wiertnik Włodzimierz Łodziński, który zamiast wody zastosował powietrze. Urządzenie to nosi nazwę „płuczki powietrznej” lub „pneumatycznej”.

Zasada działania pomysłu W. Łodzińskiego, noszącego nazwę płuczki powietrznej, jest następująca:



Rys. 144.





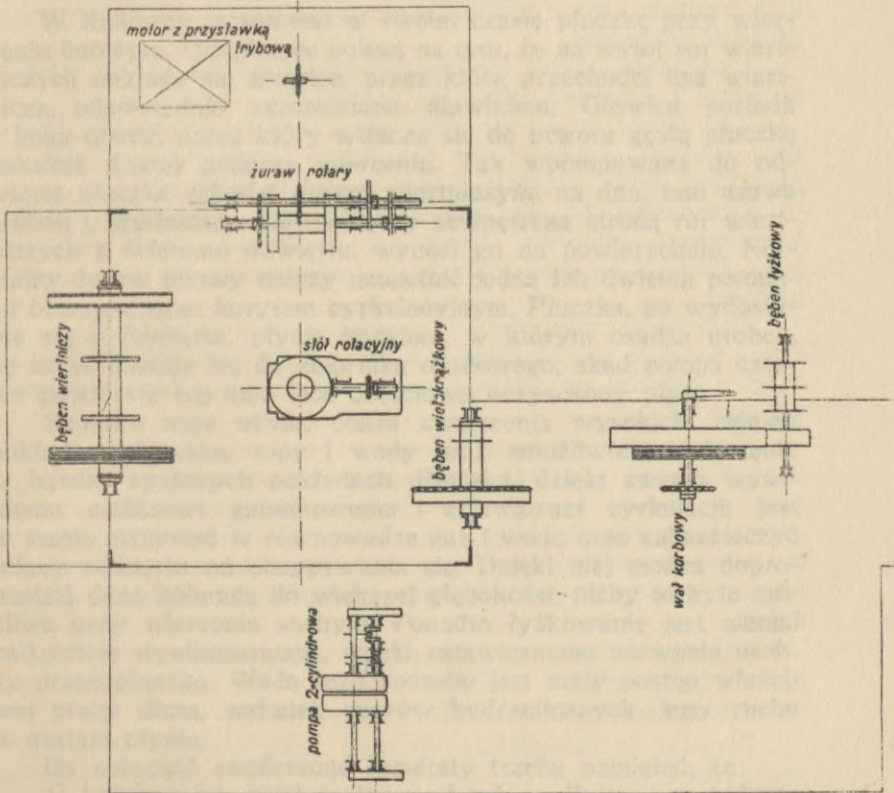
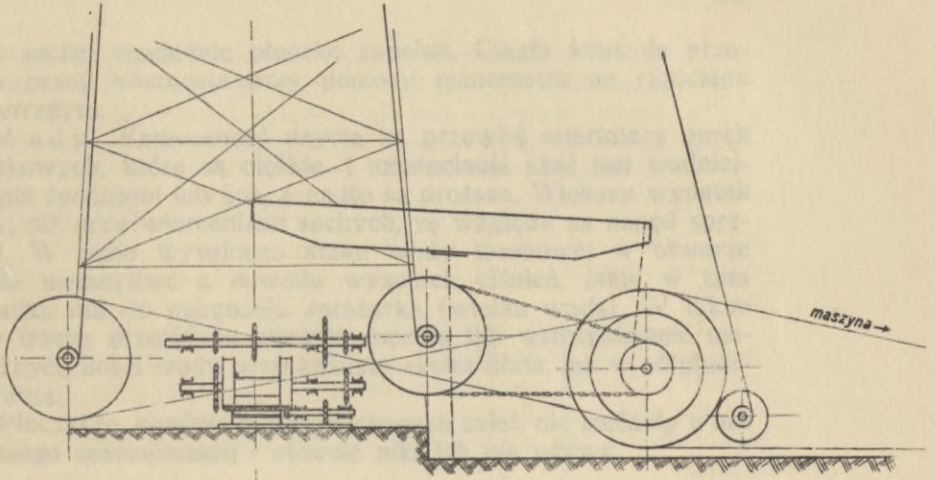
Rys. 145.

Mieszanie wody w odwiercie odbywa się przy pomocy sprężonego powietrza, włączanego z zewnątrz do otworu. Za przewód wiertniczy służą, jak u płuczek pełnych, rurki płuczkowe. Powietrze ze sprężarki przechodzi przez giętki wąż do głowicy, w którą zaopatrzona jest pierwsza rurka wiertnicza. W dalszym ciągu płynie ono przez przewód wiertniczy, nożyce odpowiedniej konstrukcji, przewiercony obciążnik i dłuto, uchodząc otworami ponad jego ostrzem do odwiertu. Powietrze, przedostając się przez słup wody, znajdujący się w odwiercie, unosi ze sobą urobek spod dłuta i rozmieszcza go równomiernie w płynie. Równocześnie utrzymuje ono wodę w ciągłym ruchu, przez co uniemożliwia osiadanie się urobku.

Sprężarka otrzymuje napęd z tego samego motoru, co i żuraw. Doprrowadzenie powietrza ze sprężarki do przewodu wiertniczego odbywa się przez gumowy wąż pancerny oraz głowicę, stanowiącą okrętne połączenie między węzem a przewodem wiertniczym. Warsztat wiertniczy składa się z obciążnika, przewierconego na całej długości, oraz nożyc, których konstrukcja pozwala na przeprowadzenie przez nie powietrza. Są to nożyce ogniowe (rys. 145). Ogniwa są przewiercone i połączone między sobą giętkim węzem pancernym.

Zalety: Brak części delikatnych i ulegających zniszczeniu w odwiercie. Dowolnie intensywne mieszanie wody, zależne od regulacji ilości powietrza, płynącego ze sprężarki, a przez to możliwość dostosowania płuczki do właściwości przewiercanych skał. Łatwość zastosowania nożyc, w przeciwieństwie do płuczek wodnych, ze względu na znaczną ściśliwość użytego medium. Możliwość przejścia każdej chwili na wier-





Rys. 146. Żuraw podwójny, pensylwański i rotacyjny.







cenie suche względnie płuczkę zupełną. Ciągła kontrola przebiegu pracy wiercenia przy pomocy manometru na rurociągu powietrznym.

**Wady:** Konieczność użycia za przewód wiertniczy rurek płuczkowych, które są ciężkie i manipulacja nimi jest trudniejsza, niż żerdziami lub liną, a nadto są droższe. Większy wydatek mocy, niż przy wierceniach suchych, ze względu na napęd sprężarki. W razie wysokiego stanu wody terenowej w otworze użycie niemożliwe z powodu wysokich ciśnień, jakie w tym wypadku ma do pokonania sprężarka (wielka wada). W takim razie trzeba przejść na płuczkę zupełną lub wstrzykiwanie nieznacznych ilości wody przy każdym skoku dłuta, jak w półpłuczce Petita.

Płuczki te, pomimo niezaprzeczonych zalet, nie znalazły u nas szerszego zastosowania i obecnie nikt ich nie używa.

### **Wiercenie linowe przy zastosowaniu płuczki.**

W Kalifornii stosowano w swoim czasie płuczkę przy wierceniu linowym. Urządzenie polega na tym, że na wylot rur wiertniczych nakłada się głowicę, przez którą przechodzi liną wiertniczą, odpowiednio uszczelnioną dławikiem. Głowica posiada z boku otwór, przez który wtłacza się do otworu gęstą płuczkę (emulsję iłową) podczas wiercenia. Tak wpompowana do odwiertu płuczka schodzi rurami wiertniczymi na dno, tam usuwa urobek i, wydostając się pomiędzy zewnętrzną stroną rur wiertniczych a ścianami odwiertu, wynosi go na powierzchnię. Normalny żuraw linowy należy uzupełnić jedną lub dwiema pompami błotnymi oraz korytem cyrkulacyjnym. Płuczka, po wydostaniu się z odwiertu, płynie korytem, w którym osadza urobek, po czym dostaje się do zbiornika osadowego, skąd pompa czerpie powtórnie ten sam lecz częściowo oczyszczony płyn.

Sposobu tego użyto, celem zwalczania wysokich ciśnień pokładowych gazu, ropy i wody oraz umożliwienia wiercenia w bardzo sypliwych pokładach. Płuczka, dzięki swemu wysokiemu ciężarowi gatunkowemu i ustawicznej cyrkulacji, jest w stanie utrzymać w równowadze gaz i wodę oraz zabezpieczyć ściany odwiertu od obsypywania się. Dzięki niej można doprowadzić daną kolumnę do większej głębokości, niżby to było możliwe przy wierceniu suchym. Ponadto łyżkowanie jest niemal całkowicie wyeliminowane, dzięki ustawicznemu usuwaniu urobku przez płuczkę. Wadą tego sposobu jest mały postęp właściwej pracy dłuta, wskutek oporów hydraulicznych jego ruchu w gęstym płynie.

By osiągnąć zamierzone rezultaty trzeba pamiętać, że:

- 1) kolumna rur musi postępować tuż za dławikiem i w żadnym wypadku dolny koniec rur (but) nie może być oddalony od dna otworu więcej, niż o 1 m;



- 2) raz zaczęte wiercenie przy pomocy cyrkulacji musi być doprowadzone do końca danej dymensji rur, tj. dotąd, dopóki kolumna rur nie zostanie postawiona;
- 3) rurami musi się ruszać jak najczęściej, niekiedy nawet co 30 minut.

Gdy tych trzech warunków nie będzie się ściśle przestrzegać, wtedy łatwo może nastąpić chwycenie dłuta, a rury zostaną unieruchomione przez teren już w bardzo krótkim czasie.

Do należytego wyzyskania korzyści, jakie daje ta metoda, wskazane jest zastosowanie szybiku, o głębokości 6 m, i elewatorów z długimi ramionami. Elewatory takie umożliwiają ruszanie rur podczas wiercenia, przy czym odpowiednio głęboki szybik zezwala na postawienie rur w klinach w każdej głębokości.

Obecnie, dzięki udoskonaleniu wiercenia rotacyjnego, wiercenie liną przy zastosowaniu płuczki nadaje się jedynie do płytkich otworów, przy przewiercaniu większych partij bardzo sypliwych pokładów.

Częstokroć używa się urządzenia, zezwalającego na szybkie przejście z wiercenia rotary na linowe.

Ten sposób pracy nie może być uważany za połączenie obu tych wierceń, ponieważ one tak dalece różnią się od siebie, że mogą być tylko odrębnie, każde z osobna, używane.

Urządzenie to jest, jak wskazuje rys. 146, zestawieniem kompletnego żurawia rotary z żurawiem pensylwańskim, przy jednej i tej samej wieży, w celu pracy w tym samym otworze.

Żurawie te przesunięte są względem siebie o  $90^\circ$  i dla przejścia z jednego sposobu wiercenia na drugi wystarczy przesunąć belki z rołkami na koronie wieży o  $90^\circ$  i przerzucić właściwe liny.

Urządzenie to wprowadzono w celu przewiercania na sucho złóż ropy o niskim ciśnieniu, nawierconych sposobem rotary, w obawie by wysokie ciśnienie hydrostatyczne, ciężące wskutek stosowania gęstej płuczki na tym złożu nie przeszkadzało występowaniu ropy z takiego złoża, co pociągało za sobą niejednokrotnie przeoczenie go i stratę złoża godnego eksploatacji.

Obydwa żurawie są zupełnie od siebie niezależne, tj. posiadają własne silniki napędowe i mogą być uruchamiane po wzmiankowanym przesunięciu korony wieży.

Żurawie te uzupełniają się przy wykonywaniu rozmaitych prac ubocznych, jak np. skręcanie rur, podawanych żurawiem linowym, za pomocą stołu rotacyjnego, próbne badanie łyżką nawierconych, niewybuchowych, złóż ropy itp.



Takie podwójne żurawie były w naszym wiertnictwie stosowane przy pierwszych wierceniach rotary i okazały się praktycznymi.

Obecnie, gdy wiercenie rotary dostarcza rdzeni, a nadto istnieje rdzeniowanie Schlumbergera, łączenie dwóch sposobów wiercenia straciło swój cel i należy wątpić, czy będzie ono gdziekolwiek stosowane.





















Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-16588

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000232004