

RACJONALNE KONSTRUKCJE OTWORÓW WIERCONYCH OBROTOWO (ROTARY)

NA KONSTRUKCJĘ OTWORU WIERTNICZEGO składają się następujące dane:

- 1) średnice wiercenia otworu dla poszczególnych kolumn rur okładzinowych,
- 2) średnice wewnętrzne i grubości ścianek oraz głębokość zapuszczania rur okładzinowych,
- 3) rodzaj stali, z jakiej wykonane są rury,
- 4) wysokość słupa cementu poza rurami.

Konstrukcja otworu wiertniczego zależy od zamierzonego celu wiercenia oraz warunków geologicznych i hydrogeologicznych obszaru.

Konstrukcja otworu powinna umożliwiać osiągnięcie planowanej głębokości, wykonanie pomiarów i badań, a w otworach eksploatacyjnych pozwalać na wydobycie ropy lub gazu w dopuszczalnie maksymalnych ilościach. Ponadto konstrukcja otworu powinna być tak zaprojektowana, aby wymagała najmniejszego zużycia rur okładzinowych, materiału i sprzętu wiertniczego; by zapewniała największy postęp wiercenia; umożliwiała izolację przewierconych horyzontów wodnych, ropnych i gazowych. Konstrukcje, które spełniają wszystkie wymienione warunki należy uznać za racjonalne.

Przy projektowaniu konstrukcji otworu wiertniczego należy dokładnie rozpatrzyć wszystkie wymagania i przyjąć najkorzystniejsze rozwiązanie tak pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

Przy ustalaniu ilości kolumn rur okładzinowych i głębokości ich zapuszczania kierować się należy przede wszystkim warunkami geologicznymi danego obszaru. Starac się przy tym należy, aby nawet w trudnych warunkach wiertniczych np. w razie występowania warstw sypliwych nie powiększać nadmiernie ilości kolumn rur okładzinowych, gdyż pociąga to za sobą dodatkową pracę przy ich zapuszczaniu oraz powiększenie początkowej średnicy otworu. W tym przypadku zużycie rur do otworu znacznie się powiększy. Nie bez znaczenia jest również stawianie kolumny w skałach o odpowiedniej zwięzłości i wytrzymałości. Nieprzestrzeganie tego warunku może spowodować odkręcenie się dolnej części kolumny i powstanie przerwy w zarurowaniu, czyli tzw. okna.

USTALANIE ŚREDNICY OTWORU

Wielkość średnicy otworu oraz średnice rur okładzinowych zależą od potrzebnej dla danego wiercenia (eksploatacyjnego lub geologiczno-poszukiwawczego) końcowej średnicy otworu; wymaganej odpowiedniej wielkości pierścienia między średnicą otworu a średnicą zewnętrzną mufy rur okładzinowych; stosowanej techniki wiercenia a przy wierceniach rdzeniowych również od wymaganego maksymalnego uzysku rdzenia.

Końcowa średnica wiercenia w otworach eksploatacyjnych uwarunkowana jest przede wszystkim średnicą eksploatacyjnej kolumny rur okładzinowych. W polskim przemyśle naftowym stosuje się kolumny eksploatacyjne o średnicy rur 6 5/8". Również w ZSRR do eksploatacji złóż naftowych i gazowych najczęściej stosowaną średnicą jest 6 5/8". Natomiast w USA eksploatacyjne kolumny rur posiadają przeważnie średnicę 5 1/2" i 7". Ostatnio i w ZSRR wprowadza się kolumny eksploatacyjne o średnicach mniejszych 5 3/4" i 5 9/16". Jest bardziej korzystne, gdy kolumna eksploatacyjna posiada możliwie jak najmniejszą średnicę, co przyczynia się do zmniejszenia zużycia rur okładzinowych dla danego otworu.

Z tego powodu za granicą eksploatacyjne kolumny \varnothing 5 3/4", 5 9/16" i 5 1/2" wypierają coraz więcej rury 6 5/8", należałoby więc rozważyć celowość zastosowania i w naszym przemyśle naftowym kolumny rur o średnicy mniejszej niż 6 5/8".

ŚREDNICE WEWNĘTRZNE I GRUBOŚCI ŚCIANEK ORAZ GŁĘBOKOŚĆ ZAPUSZCZANIA RUR OKŁADZINOWYCH

Wielkość pierścienia między średnicą otworu a średnicą zewnętrzną rur okładzinowych lub średnicą zewnętrzną mufy ma istotne znaczenie ze względu na dobre zacementowanie otworu oraz umożliwienie łatwego zapuszczania rur okładzinowych na określoną głębokość. Stosowanie nieodpowiedniej płuczki wiertniczej może spowodować powstawanie grubej warstwy osadu łożowego na ściankach otworu, co przy wąskim pierścieniu może utrudnić zapuszczanie oraz cementowanie rur okładzinowych. Według danych statystycznych, w USA cementowanie rur w otworach naftowych najlepiej udaje się przy szerokości pierścienia 45 do 95 mm. Większość specjalistów ZSRR zaleca stosowanie pierścienia szerokości od 65 do 95 mm. Szerokość pierścienia stosowana w polskim przemyśle naftowym waha się od 16 do 84 mm.

Jakk z powyższego wynika zwiększenie szerokości pierścienia jest bardzo korzystne ze względu na zapuszczanie i cementowanie rur okładzinowych, wymaga jednak zwiększonych średnic rur i narzędzi wiertniczych, większej mocy silników napędzających urządzenia wiertnicze oraz konieczności stosowania mechanicznych urządzeń pomocniczych. Pociąga to jeszcze i dodatkowe trudności szczególnie przy przewiercaniu warstw kruchych i sypliwych, które przy większych średnicach łatwiej się obsypują i wskutek tego przygotowanie płuczki jest bardziej skomplikowane. Ponadto obsypywanie się ścian spowodować może przechwycenie przewodu wiertniczego i tym samym niebezpieczeństwo długich i kosztownych instrumentacji, a może nawet zniszczenie otworu.

Wprowadzić w pokładach twardych łatwiej jest możliwość większych nacisków na narzędzie robocze, co ułatwia odwiercenie otworu o dużej średnicy, tym nie mniej stosowanie średnic mniejszych wpływa dodatnio na zmniejszenie: zapotrzebowania mocy na wiercenie, zapotrzebowania płuczki i chemikaliów do jej przyrządzania, zmniejszenie zużycia rur okładzinowych i cementu.

Średnice rur okładzinowych i świrdrów zależą od wielkości wolnej przestrzeni między średnicą świrdra

TABELA I

Ø zewn. rury		Ø zewn. mufy		Ø świrdra		Prześwit po obu stronach	
cale	mm	mm		cale	mm	dla rury	dla mufy
5 1/2	140	154	6	- 6 1/4	152-159	12-19	-
			7 3/8	- 7 7/8	187-200	47-60	13-46
			8 5/8	- 8 3/4	219-222	79-82	65-68
6 5/8	168	188	7 5/8	-10 5/8	193-270	25-102	5-82
			8 5/8	- 9	219-228	51-60	30-40
			9	- 9 7/8	228-250	60-82	40-62
10 3/4	272,5	298,5	12 1/4	-15	310; 381	38; 108	11-82
			13 3/4		349	76	50
			15		381	108	82
13 3/8	340	365	15; 17	1/2	381; 441	41; 101	16;76

a średnicą wewnętrzną rur okładzinowych. W USA przyjmuje się ją w granicach od 1,5 do 5 mm, a w ZSRR od 1,3 do 10 mm.

TABELA II

Ø zewn. rury		Ø zewn. mufy	Ø świda	Prześwit po obu stronach	
cale	mm			dla rury	dla mufy
5 9/16 (5 3/4)	141 (146)	166	190	49 (44)	24
			243	102 (97)	77
			269	128 (123)	103
			295	154 (149)	129
6 5/8	168	188	243	75	55
			269	101	81
			295	127	107
8 5/8	219	243	269	50	26
			295	76	52
			346	127	103
10 3/4	273	298	346	73	48
			394	121	96
			445	172	147
11 3/4	299	325	346	47	21
			394	95	69
12 3/4	325	351	394	69	43
			445	120	94
14 3/4	337	402	445	108	43
			490	153	88
16 3/4	426	451	490	64	39
			540	114	89

Średnice rur okładzinowych, średnice świdrow oraz wielkości wolnych przestrzeni stosowane w USA podano w tabeli I. Tabela II natomiast zawiera odpowiednie dane przyjęte w Związku Radzieckim. W polskim wiertnictwie naftowym stosowane są rury okładzinowe o średnicy 18 5/8", 13 3/8", 9 5/8", 6 5/8" i 4 1/2". Kolumna eksploatacyjna lub końcowa składa się prawie zawsze z rur Φ 6 5/8". Rury Φ 4 1/2" stosuje się tylko wyjątkowo, najczęściej w przypadkach pogłębiania otworu zarurowanego rurami Φ 6 5/8".

TABELA III

Średnica zewn. rur okładzinowych		Średnica świda		Wielkość prześwitu	
cale	mm	cale	mm	po jednej stronie	po obydwu stronach
w mm					
18 5/8	473,075	23	584	42	84
13 3/8	339,725	17 1/4	438	36	73
9 5/8	244,475	12 1/8	308	19	38
6 5/8	166,275	8 1/2	216	14	28
4 1/2	114,300	5 5/8	143	8	16

Tabela III zawiera stosowane w polskim przemyśle naftowym średnice rur okładzinowych i świdrow używanych do wiercenia otworów, a także wielkości wolnej przestrzeni między ścianą odwiertu a średnicą zewnętrzną mufy rury.

Konstrukcje otworów płytkich (0 — 800 m) są najczęściej dwukolumnowe, przy czym średnica konduktora równa się 9 5/8", a średnica kolumny eksploatacyjnej — 6 5/8".

Konstrukcje otworów średnio głębokich (do 1500 m) są dwu lub trzykolumnowe. Otwory o konstrukcji dwukolumnowej powinny mieć następujący schemat zarurowania: konduktor Φ 13 5/8", kolumna eksploatacyjna Φ 9 5/8". Konstrukcję trzykolumnową stosuje się w razie występowania trudności wiertniczych: konduktor ma Φ 13 3/8", kolumna techniczna Φ 9 5/8". Kolumna eksploatacyjna Φ 6 5/8" ruruje część otworu od buta rur 9 5/8" do spodu z ok. 50 m zakładką w tych rurach.

Otwory głębokie (pow. 1500 m) posiadają konstrukcję trzy lub cztero kolumnową. Na konstrukcję otworu trójkolumnowego składa się konduktor Φ 13 3/8", kolumna techniczna Φ 9 5/8" oraz kolumna końcowa Φ 6 5/8". Konstrukcja czterokolumnowa posiada: konduktor Φ 18 5/8", dwie kolumny techniczne Φ 13 3/8" i Φ 9 5/8" oraz kolumnę Φ 6 5/8". W konstrukcjach otworów głębokich kolumna końcowa ruruje cały otwór lub tylko część niezarusowaną z zakładką 50 do 100 m w kolumnie technicznej.

W przedsiębiorstwach geologiczno-wiertniczych przemysłu węglowego otwory wiercone systemem „rotary”, zależnie od ich głębokości można podzielić na trzy grupy:

- 1) otwory głębokości mniejszej niż 800 m,
- 2) „ „ „ „ 1200 m,
- 3) „ „ „ „ 1500 m,

Do rurowania otworów używa się rur z połączeniem kielichowym, najczęściej o średnicach 18", 16", 9" i 6". Pod wyżej wymienione średnice rur wierci się świdrami o średnicy 584, 438, 308 i 216 mm. Świdrow średnicy 143 mm używa się rzadko, podobnie jak to się dzieje w przemyśle naftowym.

Najczęściej stosowaną średnicą końcową jest średnica 216 mm. Konstrukcje otworów bywają m. in. następujące:

- a) rury Φ 14" jako pierwsza kolumna,
" " 9" " konduktor,
dalsza część otworu bez rur, Φ otworu 216 mm.
- b) rury Φ 18" — jako pierwsza kolumna,
" " 14" — " konduktor,
" " 9" — " kolumna techniczna,
dalsze wiercenie bez rur, Φ otworu 216 mm.

Głębokości zapuszczania poszczególnych kolumn zależne są od warunków geologicznych. Występujące horyzonty wodne zamyka się przez uławianie poszczególnych kolumn rur. Rury przy likwidacji otworu wyciąga się.

Z porównania tabel I, II i III można wywnioskować, że np. dla rur Φ 6 5/8" wielkość wolnej przestrzeni między rurami a świdrem stosowana w polskim przemyśle naftowym, zbliżona jest do dolnej granicy stosowanej w USA, gdy w Związku Radzieckim są one prawie dwukrotnie większe od stosowanych u nas. Stąd wniosek, że przyjętych w Polsce wolnych przestrzeni nie należy zmniejszać. Pozostaje jeszcze kwestia średnicy świda oraz średnic rur okładzinowych. Nasze wytwórnie sprzętu wiertniczego produkują mały asortyment koronek rdzeniowych, co stanowi dużą niewygodę szczególnie dla przedsiębiorstw wiertniczych przemysłu węglowego. Produkowane są trzy wielkości koronek średnicy 308, 216 i 143 mm, spośród których Φ koronki 143 mm przeważnie się nieużywa, pozostają więc, praktycznie biorąc, tylko dwie wielkości, co jest stanowczo za mało. Sprawa ilości średnic zarówno świdrow, jak i koronek ma istotne znaczenie nie tylko dla wiertnictwa geologiczno-poszukiwawczego węglowego, ale i dla wiertnictwa naftowego. Ponieważ obecnie przeprowadza się normalizację sprzętu i urządzeń wiertniczych na skalę krajową, istnieje możliwość opracowania bardziej korzystnych konstrukcji otworów.

Przed wszystkim należałoby zmienić konstrukcję otworów eksploatacyjnych w przemyśle naftowym, zmniejszając średnicę kolumny eksploatacyjnej z 6 5/8" na 5", 5 1/2" lub 5 3/4". Można by więc zastosować np. następującą konstrukcję otworu eksploatacyjnego:

- 1) 13 3/8", 9 5/8", 5 1/2"

Można wprowadzić tę konstrukcję nie zmieniając średnic stosowanych obecnie świdrow lub zmieniając tylko średnicę świda do wiercenia pod rurami Φ 9 5/8", a to ze względu na dużą wolną przestrzeń z powodu zastosowania świda Φ 216 mm.

- 2) 11 3/4", 8 5/8" i 5 1/2",
- 3) 10 3/4", 7" i 5" jako konstrukcję próbną.

Dla otworów geologiczno-poszukiwawczych można by zastosować następujące zarurowania otworu:

- 1) 18 5/8", 13 3/8", 9 5/8" i 5 1/2",
- 2) 20", 16", 11 3/4", 8 5/8" i 5 1/2",
- 3) 16", 10 3/4", 7" i 5" lub 4 1/2".

Zarurowanie 2) i 3) wymagałoby zmiany średnicy świrdrów i rur okładzinowych, co wymagałoby dłuższego okresu czasu. Zarurowanie 1) można wprowadzić nie zmieniając średnicy świrdrów, a więc zmieniając tylko jedną średnicę i z tego względu wprowadzenie tego zarurowania jest możliwe bez specjalnych trudności. Zarurowanie według schematu 3) można by zastosować w otworach geologiczno-poszukiwawczych płytkich i średnio głębokich oraz w otworach wierconych turbinowo ze względu na duże wolne przestrzenie (tab. IV).

Zarurowanie 2) zastosowane w otworach głębokich umożliwiłoby doprowadzenie rur ϕ 8 5/8" o grubości ścianki 11,43 mm do głębokości 2400 m, a o grubości ścianki 12,7 mm — do głębokości 2800 m (obliczając ciśnienie zgniatające wzorem GINI przy współczynniku bezpieczeństwa 1, 2). W ten sposób nie zarurowana część otworu, która w otworach o głębokości 3000 m wynosiła ok. 1200 m, mogłaby być w razie potrzeby zmniejszona.

Natomiast w otworach geologiczno-poszukiwawczych węglowych można by zastosować następującą konstrukcję, stosując średnice świrdrów jak niżej:

- 1) 14", 9" i ew. 6",
- 2) 16", 12", 7" i ew. 5".

Końcowe średnice otworów zależnie od warunków geologicznych mogłyby przyjąć 190 mm i 159 mm. Średnice świrdrów, średnice rur okładzinowych oraz wielkości wolnych przestrzeni podano w tabeli IV.

TABELA IV

Ø zewn. rur okładzin		Ø zewn. minia.	Ø zewn. mufy (kielcha)	Ø świrdra		Prześwit	
cale	mm			cale	mm	po jednej stronie	po obu stronach
5 1/2	139,7	118,6	157,7	8 1/2	216	29	58
20	508	485,8	533,4	24	610	38,5	77
16	406,4	381,3	431,8	18 3/4	476	22	44
11 3/4	298,5	276,4	323,9	14 3/4	375	25,5	51
8 5/8	219,1	193,7	244,5	10 3/4	273	14	28
5 1/2	139,7	118,6	157,7	7 1/2	190	16	32
10 3/4	273,1	247,9	298,5	14 3/4	375	38	76
7	177,8	161,7	194,5	9 5/8	244	25	50
5	127	108,6	141,3	6 1/4	159	9	18
14	359	339	376	18 3/4	476	50	100
9	234	216	245	10 3/4	273	14	28
6	165	148	176	7 1/2	190	7	14
16	407	387	424	18 3/4	476	26	52
12	310	290	327	14 3/4	375	24	48
7	199	181	211	9 5/8	244	16,5	33
5	134	118	143	6 1/4	159	8	16

Z porównania tabeli I, II i IV wynika, że wolne przestrzenie w proponowanych konstrukcjach otworów są takie same jak w USA oraz zbliżone do minimalnych stosowanych w ZSRR.

Stosowanie proponowanych konstrukcji otworów 2) i 3) wymagałoby wytwarzania rur okładzinowych o następujących średnicach: 20", 16", 11 3/4", 10 3/4", 8 5/8", 7", 5 1/2" i 5" ew. 4 1/2" o połączeniu mufowym i 16", 12", 9", 7", 6" i 5" o połączeniu kielichowym oraz świrdrów o następujących średnicach: 610, 476, 375, 273, 244, 190, 159 oraz 98 mm. Świrdrów lub koronka ϕ 98 mm umożliwiłyby w razie konieczności pogłębienie otworu we wszystkich proponowanych średnicach końcowych. Zwiększenie asortymentu świrdrów i rur okładzinowych umożliwiłoby dostosowanie

wanie konstrukcji otworu do warunków geologicznych, przez co można by zwiększyć postęp wiercenia oraz uniknąć wielu instrumentacji. Analogicznie do wymienionych 8 średnic świrdrów należałoby produkować koronki ϕ 375, 273, 244, 190, 159 i 98 mm. Aby można było stosować rury okładzinowe o podanych wyżej średnicach, należałoby je produkować do najmniej w czterech zakresach grubości ścianek dla średnic 11 3/4" i mniejszych.

Rury okładzinowe stosowane obecnie w przemyśle naftowym do rurowania otworów według przyjętej konstrukcji posiadają różną grubość ścianki, co jest jednak niewystarczające z braku możliwości wyboru odpowiedniej grubości ścianki. Wskutek tego powstaje nadmierne zużycie stali. Można przytoczyć jako przykład, że otwory eksploatacyjne posiadające głębokość 1200 m ruruje kolumną rur 6 5/8" posiadających grubość ścianki 7,3 mm, gdy wystarczyłaby grubość 6,22 mm (tab. 113 „Technik Naftowy” tom I przy współczynniku 1, 2). Oszczędność na materiale wyniosłaby zatem 4,17 kg/m³ czyli 14,6%.

Większy wybór grubości ścianek spowodowałby również oszczędność stali przy wierceniu otworów geologiczno-poszukiwawczych głębokich średnio głębokich i płytkich.

Poniższe zestawienie ilustruje oszczędność wynikającą z ewentualnego wprowadzenia nowych konstrukcji otworów w porównaniu ze stosowaną obecnie w przemyśle naftowym konstrukcją otworu o głębokości 1000 m:

- 1) konstrukcja stosowana obecnie:
kolumna początkowa ϕ 13 3/8" — ϕ otworu 438 mm — 20 m,
konduktor ϕ 9 5/8" — ϕ otworu 308 mm — 300 m,
kol. ekspl. lub końcowa ϕ 6 5/8" — ϕ otworu 216 mm — 1000 m,
- 2) konstrukcja „1”
kolumna początkowa ϕ 13 3/8" — ϕ otworu 438 mm — 20 m,
konduktor ϕ 9 5/8" — ϕ otworu 308 mm — 300 m,
kol. ekspl. lub końc. ϕ 5 1/2" — ϕ otworu 216 mm — 1000 m,
- 3) konstrukcja „2”
kolumna początkowa ϕ 11 3/4" — ϕ otworu 375 mm — 20 m,
konduktor ϕ 8 5/8" — ϕ otworu 223 mm — 300 m,
kol. ekspl. lub końc. ϕ 5 1/2" — ϕ otworu 190 mm — 1000 m,

zużycie rur okładzinowych:

- 1) 13 3/8" gr. ścianki 9,65 mm — 81,59 × 20 = 1632 kg
9 5/8" gr. „ 8,94 mm — 51,89 × 300 = 15 567 kg
6 5/8" gr. „ 7,31 mm — 29,01 × 1000 = 29 010 kg
razem 46 209 kg
- 2) 13 3/8" gr. ścianki 9,65 mm — 81,59 × 20 = 1632 kg
9 5/8" gr. „ 8,94 mm — 51,89 × 300 = 15 567 kg
5 1/2" gr. „ 5,79 mm — 19,53 × 1000 = 19 530 kg
razem 36 729 kg
- 3) 11 3/4" gr. ścianki 7,62 mm — 56,89 × 20 = 1138 kg
8 5/8" gr. „ 6,7 mm — 36,84 × 300 = 11 052 kg
5 1/2" gr. „ 5,79 mm — 19,53 × 1000 = 19 530 kg
razem 31 720 kg

Zużycie rur okładzinowych w porównaniu do przyjętej obecnie konstrukcji jest w konstrukcji „1” mniejsze ok. 20%, a w konstrukcji „2” o ok. 31%. Zużycie rur w konstrukcji „2” w porównaniu z konstrukcją „1” jest mniejsze o 14%. W otworach głębokich oszczędności te będą odpowiednio większe.

zużycie roztworu cementowego:

- 1) $V_1 = 0,785 (0,438^2 - 0,3397^2) \cdot 1 = 0,0800 \text{ m}^3$
 $V_2 = 0,785 (0,308^2 - 0,2444^2) \cdot 1 = 0,0276 \text{ m}^3$
 $V_3 = 0,785 (0,216^2 - 0,16827^2) \cdot 1 = 0,0144 \text{ m}^3$
- 2) V_1 i V_2 jak w konstrukcji 1)
 $V_3 = 0,785 (0,216^2 - 0,1397^2) \cdot 1 = 0,0213 \text{ m}^3$
- 3) $V_1 = 0,785 (0,375^2 - 0,29845^2) \cdot 1 = 0,0405 \text{ m}^3$
 $V_2 = 0,785 (0,279^2 - 0,219075^2) \cdot 1 = 0,0208 \text{ m}^3$
 $V_3 = 0,785 (0,190^2 - 0,1397^2) \cdot 1 = 0,0130 \text{ m}^3$

W konstrukcji „1” otrzymany wzrost zużycia roztworu cementowego na 1 mb dla rur 5 1/2” wyniesie ok. 48%.

W konstrukcji „2” ilość roztworu cementowego do cementowania 1 mb rur ϕ 11 3/4” zmniejszy się ok. 32% w porównaniu z rurami 13 3/8”; w konstrukcji „1” dla rur ϕ 8 5/8” w porównaniu z rurami 9 5/8” zmniejszy o ok. 25% oraz dla rur ϕ 5 1/2” w porównaniu z rurami ϕ 6 5/8” zmniejszy się o ok. 10%.

Średnice rur okładzinowych mają również wpływ na wydajność pomp płuczkowych.

Rozpatrzmy przykładowo, jaką wydajność będą miały pompy płuczkowe dla otrzymania szybkości przepływu płuczki między przewodem a ściankami otworu $V = 1 \text{ m/sek.}$ przy wierceniu przewodem ϕ 4 1/2”.

Dla otworu ϕ 216 mm wydajność pompy musiałaby wynosić:

$Q_1 = 0,785 (0,216^2 - 0,1143^2) \cdot 1 = 26,4 \text{ l/sek.}$, natomiast dla otworu ϕ 190 mm wydajność ich byłaby:

$$Q_2 = 0,785 (0,190^2 - 0,1143^2) \cdot 1 = 18,1 \text{ l/sek.}$$

Wydajność pomp płuczkowych może być zatem zmniejszona ok. 32%.

Stosując mniejszą średnicę przy tej samej średnicy przewodu, nastąpi wzrost strat ciśnienia na pokonanie oporów hydraulicznych. Ponieważ są one odwrotnie proporcjonalne do różnicy między średnicami otworu i rur płuczkowych, zatem przy zmniejszeniu średnicy świdra do 190 mm straty zwiększą się o 34%.

$$\frac{0,216 - 0,1143}{0,190 - 0,1143} \quad 1,34$$

Zapotrzebowanie jednak mocy do napędu pompy zmniejszy się o 9%.

$$N = \frac{0,68 \cdot Q \cdot 1,34 P}{102 \cdot \eta} = \frac{0,91 Q \cdot P}{102 \cdot \eta}$$

Na podstawie powyższego porównania można wyciągnąć wniosek, że zastosowanie proponowanych konstrukcji otworów przyniesie oszczędność zużycia rur okładzinowych i cementu oraz pozwoli na zwiększenie prędkości przepływu płuczki stosowanymi obecnie pompami stanowiącymi wyposażenie urządzenia wiertniczego przy równoczesnej oszczędności energii.