

*Artur Bęben\**, *Michał Maziarz\**, *Jan Krokosz\*\**, *Wacław Urban\*\**

## ŚWIDRY NOWEJ GENERACJI Z OBROTOWYMI NOŻAMI STYCZNYMI JAKO ALTERNATYWNE NOWE ROZWIĄZANIA DO WIERCENIA I ROZWIERCANIA WARSTW CZWARTO- I TRZECIORZĘDOWYCH

---

### 1. Wprowadzenie

Wiercenie skał (złóż) jest niezwykle trudnym i złożonym procesem. Wynika to przede wszystkim z budowy geologicznej przewierconych utworów, które są często w swej strukturze niejednolite, a więc odznaczają się wielofazowością tej struktury. Przeważają grupy skał o dużym zróżnicowaniu litostratygraficznym, w skład których wchodzi w utworach, czwarto- i trzeciorzędowych między innymi piaski, drobne żwiry, gliny, gliny ilaste i piaszczyste, ility, ility z przerostami, ility z otoczkami margle, kreda jeziorna, węgiel brunatny, mułki, łupki, wapienie itp. Przykładem takiej bądź zbliżonej budowy geologicznej są złoża w rejonie KWB „Bełchatów”, KWB „Konin”, KWB „Turów” i inne [1–3].

Kompleksy tych skał, pomimo dość korzystnych cech fizyko-mechanicznych, stwarzają duże problemy pod względem ich zawierania, gdyż nie są to utwory jednolite, odznaczające się jednofazowością struktury.

Niszczenie struktury skały podczas wiercenia otworów nie jest zadaniem łatwym, ponieważ narzędzie napotyka nie na gładką, lecz silnie skraterowaną powierzchnię skały. Ze względu na anizotropię skał, ich teksturę i właściwości wytrzymałościowe, fizyczny przebieg niszczenia spójności skał jest bardzo złożony i trudny do prostego wyjaśnienia oraz opisanie.

Stosując różne kształty ostrzy mamy tym samym różne metody oddziaływania na skałę. O zniszczeniu powierzchni zwiercanej skały decydują m.in.: wytrzymałość ostrza oraz odporność skały na wnikanie w nią ostrza odpowiedniego kształtu. Proces niszczenia spójności skały, niezależnie od stosowanego sposobu wiercenia, cechuje się dużą złożonością

---

\* Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

\*\* Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne „Hydropol” SA, Kraków

zjawisk towarzyszących temu procesowi: wytwarzania, przekazywania oraz wykorzystania wytworzonej energii [4, 5].

## 2. Narzędzia do wiercenia obrotowego w złożach

W zależności od średnic wierconych otworów (ich przeznaczenia i możliwości konstrukcyjno-technologicznych) rozróżnia się następujące rodzaje narzędzi wiertniczych [1, 7, 8]:

- świdry skrawające i gryzowe (dwu-, trzy- i czterogryzowe):
  - świdry skrzydełkowe,
  - świdry gryzowe słupkowe i frezujące (trójgryzowe),
- świdry diamentowe centryczne i ekscentryczne,
- świdry (koronki rdzeniowe i rdzeniówki),
- koronki bezstopniowe, wielostopniowe i kombinowane,
- świdry kierunkowe — specjalistyczne.

Przedstawiona wyżej paleta drogich narzędzi wierzących po zużyciu ich ostrzy, korpusów, uszczelnień i łożysk nie podlega w zasadzie regeneracji. Powstała więc potrzeba i pomysł opracowania nowej generacji narzędzi górniczych, głowic urabiających i świdrów ze stycznymi, wymiennymi nożami obrotowymi, jako alternatywnych i tańszych narzędzi w stosunku do klasycznych narzędzi urabiających.

Do obrotowego wiercenia otworów najbardziej rozpowszechnione są świdry trójgryzowe, które między sobą różnią się zasadniczo zębami, ułożyskowaniem i sposobem płukania otworu.

O okresie pracy świdra gryzowego w danych warunkach złożowych decyduje zużycie zębów lub słupków, zużycie na średnicy i zużycie łożysk. Ponieważ w warunkach kopalnianych dokonuje się sporadycznie regeneracji zębów gryzów przez napawanie i odtwarzanie ich konstrukcyjnego zarysu, najczęściej o zakończeniu pracy świdra decydują nie podlegające regeneracji uszczelnienia i łożyska.

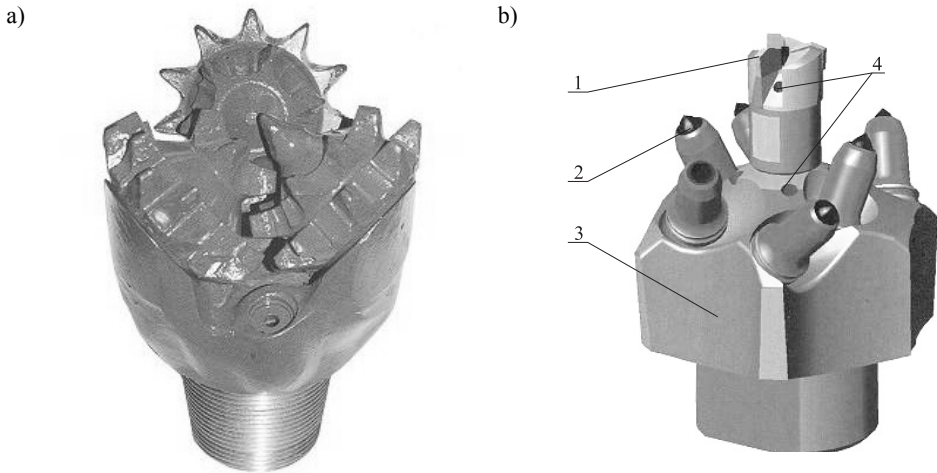
Autorzy z Akademii Górniczo-Hutniczej zaproponowali nowe konstrukcje narzędzi wiertniczych z wymiennymi obrotowymi nożami stycznymi jako alternatywne rozwiązania w stosunku do powszechnie stosowanych świdrów gryzowych, licząc na poprawę efektywności wiercenia w utworach czwarto- i trzecirzędowych, a także na obniżenie ogólnych kosztów wiercenia w górnictwie odkrywkowym.

Opracowano wiele konstrukcji świdrów o małych średnicach do wierceń strzałowych  $\varnothing 105$ ,  $\varnothing 115$ ,  $\varnothing 143$ ,  $\varnothing 160$  mm do wierceń geofizycznych, geotechnicznych, odmetanowujących i dla potrzeb wierceń hydrogeologicznych o średnicach  $\varnothing 216$ .

## 3. Rozwiązania konstrukcyjne świdrów nowej generacji

Wychodząc naprzeciw tezie, że prawidłowo i właściwie dobrany kształt ostrzy — dla danej grupy skał, ich rozmieszczenie w korpusie koronki oraz właściwie dobrane parametry

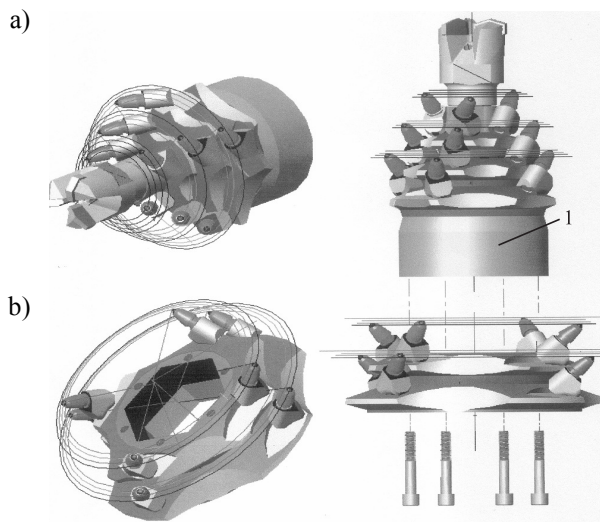
skrawania — mają decydujący wpływ na proces zwiercania skał, opracowano (w wyniku wielowariantowych procedur koncympowania) i wdrożono niekonwencjonalne koronki (świdry) z wymiennymi i obrotowo osadzonymi nożami stycznymi (rys. 1). Dla potrzeb wierceń hydrogeologicznych opracowano szereg konstrukcyjnych świdrów o średnicach  $\varnothing 216$ ,  $\varnothing 250$ ,  $\varnothing 311$ ,  $\varnothing 444$ ,  $\varnothing 560P$  mm (przystosowane do wiercenia z prawym obiegiem płuczki) oraz  $\varnothing 640$  i  $\varnothing 670L$  mm (jako składane służące do wiercenia i rozwiercania także powrotnego z lewym obiegiem płuczki).



**Rys. 1.** Ogólna budowa świdra trójgryzowego o ostrzach zębionych (a) oraz świdra nowej generacji  $\varnothing 216$  mm, z obrotowymi nożami stycznymi (b): 1 — pilot prowadzący, 2 — nóż styczny obrotowy, 3 — korpus świdra z wykrojami na przepływ zwiercin (płuczki), 4 — otwory przepłuczkowe

Po uzyskaniu pomyślnych efektów przewiercania utworów czwarto- i trzeciorzędowych świdrem nowej generacji  $\varnothing 216$  mm, w polu Szczerców–Parchliny KWB „Bełchatów” wprowadzono do badań świdry o  $\varnothing 311$  mm (rys. 2), który został tak skonstruowany, że po zdjęciu z niego pierścienia 1 i dołożeniu do jego części tulejowej segmentu z nożami stycznymi o  $\varnothing 444$  mm (rys. 2b) otrzymano na tym samym korpusie świdry o  $\varnothing 444$  mm, złożony z dwóch segmentów rozwiercających z nożami stycznymi i wyposażony w pilota prowadzącego.

Badania świdra nowej generacji  $\varnothing 311$  mm przeprowadzono na otworze PS-138A, przewiercając głównie warstwy piasków szaropopielatych i drobnziarnistych z przerostami gliny oraz gliny z dużą ilością kamieni i otoczków, które zalegając w warstwach stanowiły bardzo duże utrudnienie w procesie obrotowego wiercenia. Otoczki z reguły nie były rozkruszone przez narzędzia wiertnicze, lecz „mieszane” i wciskane w ścianki otworu wiertniczego.



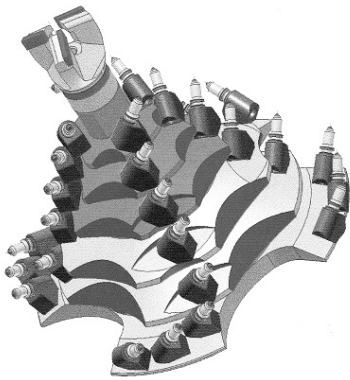
**Rys. 2.** Widok aksonometryczny świdra segmentowego złożonego: ze świdra  $\varnothing 311$  mm (a) i nakładanego w miejsce tulei 1, segmentu (b) dla świdra  $\varnothing 444$  mm

W czasie wiercenia zachodziły i takie przypadki, że przewiercanie warstw piasku bez otoczków przebiegało nawet z prędkością 2,0 m/min. Przewiert 0,4 m uzyskiwano w czasie 12 sekund. Tak dużej prędkości wiercenia w tych warstwach (jak podawały załogi wiertnicy) nie udało się nigdy osiągnąć świdrem trójgryzowym.

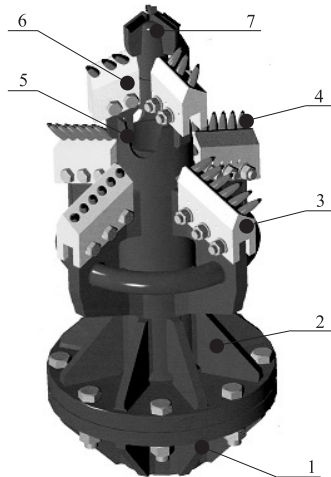
Rozwiercanie uprzednio wywierconego otworu hydrogeologicznego PS-138A o  $\varnothing 311$  mm świdrem  $\varnothing 444$  mm w polu Szczerców-Parchliny rozpoczęto od powierzchni gruntu poprzez warstwy piasków, piasków drobnoziarnistych z przerostami gliny oraz dużą ilością drobnych kamieni i otoczków, które zalegają do głębokości rzędu 22 m, co stwierdzono przy kontrolnych wyciąganiach przewodu wiertniczego ze świdrem  $\varnothing 311/444$  mm. Według relacji wiertaczy postęp rozwiercania świdrem  $\varnothing 444$  mm był intensywniejszy niż świdrem trójgryzowym  $\varnothing 444$  mm.

Na bazie świdra  $\varnothing 311/444$  mm została opracowana konstrukcja świdra  $\varnothing 560P$ , z prawym obiegem płuczki (rys. 3), przy zastosowaniu której przeprowadzono w hali maszyn AGH badania laboratoryjne świdra, dokonując pomiaru momentu sił skrawania (zwiercania) i osiowej siły docisku przy zadanych posuwach wiercenia, przewiercając na stanowisku badawczym sztuczne bloki betonowe.

Pozytywne rezultaty badań laboratoryjnych i przemysłowych świdrów nowej generacji ze stycznymi nożami obrotowymi o średnicach do 560 mm spowodowały zapotrzebowanie na ten rodzaj narzędzi do wiercenia i rozwiercania również horyzontalnego (powrotnego) [6]. Aby zaspokoić tę potrzebę, opracowano uniwersalny w pewnym zakresie średnicowym ( $\varnothing 560\div 670$  mm) świder składany o lewym obiegu płuczki z nastawnymi stycznymi nożami obrotowymi do wiercenia i rozwiercania również horyzontalnego, którego ogólny widok w postaci elektronicznej przedstawiono na rysunku 4.



**Rys. 3.** Ogólna budowa i próby laboratoryjne świdra  $\varnothing 560P$  z obrotowymi wymiennymi nożami stycznymi



**Rys. 4.** Kompletnie zmontowana koronka  $\varnothing 560\div 670L$  wraz z łącznikiem:  
 1 — łącznik mocujący, 2 — korpus główny (rurowy), 3 — łubki nastawne; 4- stycznne noże obrotowe,  
 5 — korpus nakręcany, 6 — łubki nastawne, 7 — pilot prowadzący

Świder  $\varnothing 560\div 670L$  składa się z łącznika (1) przystosowanego do odpowiedniej głowicy wiertnicy, korpusu głównego (2), którego trzon stanowi kołnierz rurowy zakończony gwintem w swojej górnej części, za pomocą którego zamocowana jest druga sekcja koronki (5). Korpus główny wyposażony jest w 3 lub 4 skrzydła, do których zamocowane są przestawne łubki (3), w zależności od średnicy wierzonego lub rozwiercanego otworu. Korpus nakręcany (5) ma skrzydła, do których zamocowane są łubki przestawne (6) z nożami wymiennymi oraz kanały przepłuczkowe. Korpus nakręcany (5) zakończony jest pilotem prowa-

dzącym (7). Tak zbudowany świder służy do wiercenia na obroty prawe. Po odkręceniu korpusu (5) i wymianie łubek nastawnych (3) i (6) wraz z nożami (4) na lewe (żerdź obraca się zawsze w prawo) świder zostaje przystosowany do rozwiercania przy powrotnym jałowym ruchu żerdzi wiertniczej poprzez nakręcenie łącznika żerdzi na gwint korpusu głównego.

Łubki nastawne (3) zostały częściowo wyposażone w styczne noże obrotowe (4) łożyskowane ślizgowo-tocznie. Świder uniwersalny  $\varnothing 560 \div 670L$  został przebadany na stanowisku laboratoryjnym, a także podczas wierceniu otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego G1 wiertnicą Wirth B3A w miejscowości Dobrowoda (rys. 5).



**Rys. 5.** Wycofany świder  $\varnothing 670L$  po wierceniu otworu G1 w miejscowości Dobrowoda [6]

Omawiając nowe rozwiązania konstrukcyjne świdrów nowej generacji z wymiennymi obrotowymi nożami stycznymi należy podkreślić ich małe masy w stosunku do świdrów trójgryzowych, co pokazuje tabela 1.

TABELA 1

**Dane porównawcze masy świdrów nowej generacji i świdrów trójgryzowych**

Średnica świdra	Masa, kg		
	świder nowej generacji	świder trójgryzowy	zmienność
	1	2	2 : 1
8½" (216 mm)	22	39	~1,8
12¼" (311 mm)	43	98÷102*	~2,3
17¼" (444 mm)	93	230÷240*	~2,5
22" (560 mm)	121,6	543÷560*	~4,5

\* Zakresy mas świdrów trójgryzowych podanych w kolumnie 2 wynikają z uzbrojenia i rodzaju gryzów świdra

## 4. Podsumowanie

Dotychczasowe badania przemysłowe wykazały, że świdry nowej generacji z obrotowymi nożami stycznymi wykazują szereg odmiennych cech konstrukcyjno-eksploatacyjnych w porównaniu ze świdrami trójgryzowymi i w pewnych warunkach zwiercania warstw czwarto- i trzeciorzędowych, stanowią rozwiązania alternatywne dla stosowanych droższych świdrów trójgryzowych o gryzach uzębionych.

### LITERATURA

- [1] *Gonet A., Macuda J.*: Wiertnictwo hydrologiczne. Wyd. AGH, Kraków, 1995
- [2] *Matl K.*: Wybrane elementy budowy geologicznej złoża Bełchatów. PAN O/Kraków, Prace Geologiczne, nr 147, Kraków 2000
- [3] *Bęben A., Maziarz M., Tylek R.*: Opracowanie nowej generacji koronek z wymiennymi nożami stycznymi do wiercenia otworów specjalistycznych dla potrzeb górnictwa. Projekt badawczy nr 9T 12A 009 17, 2001
- [4] *Bęben A., Maziarz M., Krokosz J., Urban W.*: Świdry nowej generacji z obrotowymi nożami stycznymi jako alternatywne rozwiązania dla świdrów gryzowych przy przewiercaniu warstw czwarto- i trzeciorzędowych w polu KWB i „Bełchatów” SA, Przegląd Górniczy, nr 9, 2006
- [5] *Bęben A., Maziarz M., Tylek R.*: Opracowanie niekonwencjonalnych koronek do obrotowego wiercenia otworów dla potrzeb górnictwa. Projekt badawczy nr 9S601 013 07, 1997
- [6] *Bęben A., Maziarz M.*: Opracowanie nowej generacji świdrów wielkośrednicowych z wymiennymi obrotowymi nożami stycznymi do wiercenia i rozwiercania otworów w utworach czwarto- i trzeciorzędowych. Projekt badawczy 5 T12A 03425, 2006
- [7] *Szostak L., Chrzęszcz W., Wisniowski R.*: Narzędzia wierzące. Wyd. AGH, Kraków 1996
- [8] *Bęben A.*: Technika wiertnicza w odkrywkowym górnictwie skalnym. Śląsk Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1992