



Stanowisko do badania procesu wiercenia obrotowego wiertarką hydrauliczną

The test stand for testing the rotary drilling process with the use of a hydraulic drill

Dr inż. Łukasz Bołoz^{*)}

Treść: W artykule przedstawiono tematykę związaną z wierceniem obrotowym wiertarkami hydraulicznymi w warunkach laboratoryjnych. Zaprezentowano stanowisko badawcze umożliwiające prowadzenie szeroko rozumianych badań, tak procesu wiercenia obrotowego, jak i obrotowych wiertarek hydraulicznych. Stanowisko służy do określania parametrów wiercenia w różnych minerałach i wyznaczania wybranych charakterystyk wiertarek. Dodatkowo stanowisko umożliwia ocenę jakości narzędzi do wiercenia obrotowego przez wyznaczenie ich szybkości zużycia podczas badań. Omówiono założenia, budowę, parametry oraz możliwości badawcze tego stanowiska. Przedstawiono przebieg i wyniki badań wiercenia w sztucznej próbce piaskowo-cementowej. Przedmiotowe badania były pierwszymi prowadzonymi na tym stanowisku i miały charakter wstępny. W związku z tym podczas badań zwrócono szczególną uwagę na jego funkcjonalność i sprecyzowano kilka propozycji zmian oraz modyfikacji.

Abstract: This paper presents the subject matter connected with rotary drilling with hydraulic drills under laboratory conditions. A test stand was presented, which allows to conduct a wide range of research, both on the process of rotary drilling and on rotary hydraulic drilling machines. The stand is used to determine the parameters of drilling in various minerals and to determine selected characteristics of drilling machines. In addition, the stand allows for the quality of rotary drilling tools to be assessed by determining their wear rate during testing. The assumptions, structure, parameters and research possibilities of this stand were discussed. The course and results of tests on drilling in an artificial sand-cement sample are presented. As regards the stand itself, the research was of the preliminary nature, therefore particular attention was paid to its functionality and several proposals for changes and modifications were clarified.

Słowa kluczowe:

wiercenie, wiertarki obrotowe, trwałość raczków, stanowisko badawcze

Keywords:

drilling, rotary drills, bits life, test stand

1. Wprowadzenie

W górnictwie i budownictwie wiertarki ręczne nadal znajdują szerokie zastosowanie podczas realizacji wielu procesów związanych z wykonywaniem wyrobisk, procesami technologicznymi oraz pracami pomocniczymi. Wśród wielu typów wiertarek, wiertarki obrotowe hydrauliczne z satelitowymi silnikami zębatymi charakteryzują się dużym momentem obrotowym, małym wskaźnikiem masy w stosunku do uzyskiwanego momentu obrotowego oraz odpornością na ciężkie warunki pracy. Ze względu na coraz szersze pole zastosowania hydraulicznych silników satelitowych w wiertarkach oraz ich niezaprzeczalne zalety, w Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH opracowano i wykonano stanowisko do badania obrotowych wiertarek hydraulicznych, a także procesu wiercenia obrotowego. Stanowisko charakteryzuje się znacznym potencjałem badawczym oraz może być stosowane do realizacji zajęć dydaktycznych. Znane są stanowiska do badania procesu wiercenia różnymi metodami, jednak odbiegają od zaproponowanego rozwiązania w zakresie konstrukcji, sposobu pomiaru oraz zakresu zastosowania (Marianowski 2012).

Na proces wiercenia obrotowego wpływ ma wiele zmiennych, takich jak: moment obrotowy, prędkość obrotowa, siła docisku, rodzaj i geometria narzędzia, sposób usuwania

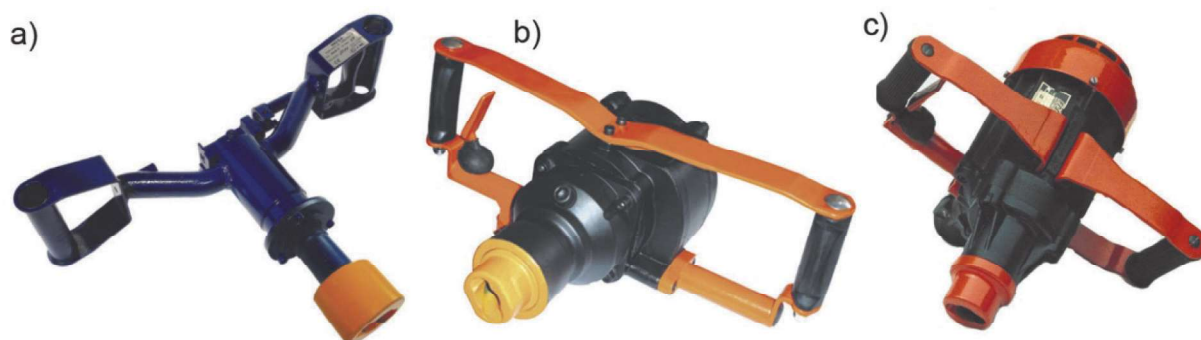
zwiercin oraz rodzaj minerału. Wiedza o ich wpływie na efektywność procesu, którą można przedstawić jako mechaniczną prędkość wiercenia, pozwoli na uzyskanie informacji przydatnych na etapie projektowania wiertarek i narzędzi oraz ich doboru do określonych warunków.

2. Ręczne wiertarki obrotowe

Ręczne wiertarki obrotowe, w zależności od zastosowanej energii zasilania, różnią się znacząco uzyskiwanymi parametrami przy określonej masie i wielkości. Wiertarki hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne znajdują zastosowanie w zakładach górniczych o różnicowych zagrożeniach wybuchem pyłu węglowego i metanu oraz przy pracach w budownictwie i drążeniu tuneli. Najczęściej w wiertarkach hydraulicznych stosuje się silniki gerotorowe (orbitalne) lub zębate satelitowe (obiegowo-krzywkowe), w pneumatycznych – wysuwkowe (łopatkowe), natomiast w elektrycznych – silniki asynchroniczne. Wiertarki obrotowe mogą być wyposażone w przystawkę do generowania uderzeń (tak zwany uder mechaniczny), wspomagających proces wiercenia przez zmniejszenie spójności skały na dnie otworu.

Pomijając dostępność energii zasilania w miejscu pracy, warto zwrócić uwagę na podstawowe parametry użytkowe wiertarek, czyli moment obrotowy, prędkość obrotową oraz masę. W tabeli 1 zestawiono podstawowe parametry wiertarek

^{*)} Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków



Rys. 1. Wiertarki ręczne o różnym rodzaju energii zasilania firmy MOJ S.A. – a) hydrauliczna WGH-4, b) pneumatyczna PWR-II, c) elektryczna ER-62

Fig. 1. Hand drills with different types of power supply of MOJ S.A. a) hydraulic WGH-4, b) pneumatic PWR-II, c) electric ER-62

ręcznych o różnej energii zasilania (rys. 1) z oferty MOJ S.A. (MOJ ... 2018). Największe różnice występują w generowanym momencie obrotowym oraz masie. Wiertarki hydrauliczne charakteryzują się kilkukrotnie wyższym momentem obrotowym przy jednoczesnym kilkudziesięciokrotnie niższym wskaźniku masy. Przy niewielkiej masie uzyskują znaczny moment obrotowy, którego wartość bezpośrednio zależy od ciśnienia zasilania i może być zmieniana od wartości minimalnej do szczytowej. Masa wiertarki ma duże praktyczne znaczenie i znacząco wpływa na komfort pracy.

Na podstawie analizy parametrów dostępnych na rynku wiertarek, do projektowanego stanowiska wybrano wiertarkę H-WH1 firmy Hydromech S.A. (Zakład Hydrauliki 2018). Wytypowana wiertarka posiada najkorzystniejsze parametry przy stosunkowo niewielkiej masie (tabela 2). Wiertarka H-WH1 charakteryzuje się maksymalnym momentem obrotowym 160 Nm (dla ciśnienia zasilania 25 MPa), przy prędkości obrotowej do 900 obr./min (dla wydajności zasilacza hydraulicznego 36 dm³/min). Opisywana wiertarka H-WH1 waży tylko 5,5 kg, co jest relatywnie niewielką wartością w

porównaniu z wiertarkami innych producentów, a zwłaszcza wiertarkami pneumatycznymi lub elektrycznymi.

Omawiając przedmiotową wiertarkę, warto również zwrócić uwagę na zastosowanie opatentowanego wyłącznika typu „Hydromech”. Rozwiązanie to, według producenta, poprawia bezpieczeństwo oraz zwiększa komfort pracy operatora, eliminując w znacznym stopniu ryzyko kontuzji w przypadku zablokowania raczka lub żerdzi w otworze.

Silnik satelitowy (planetarny) działa po doprowadzeniu cieczy pod ciśnieniem do komór roboczych, utworzonych przez elementy zębate wewnętrzne i zewnętrzne a także koła satelitarne. W wyniku tego planeta obraca się, a satelity przetaczają się po biegniach wewnętrznej i zewnętrznej, przez co komory zmieniają swoją objętość. Z komór roboczych o zmniejszającej się objętości ciecz odprowadzana jest kanałem powrotnym. Energia cieczy hydraulicznej zamieniana jest na moment obrotowy i prędkość obrotową wrzeczona wiertarki. Taka konstrukcja silnika charakteryzuje się dużą stabilnością pracy, odpornością na jakość cieczy oraz zanieczyszczenia i korzystnym wskaźnikiem ciężaru do mocy (Bołoz 2017, 2018).

Tabela 1. Zestawienie podstawowych parametrów wiertarek: hydraulicznych, pneumatycznych oraz elektrycznej na przykładzie oferty firmy MOJ S.A.

Table 1. Summary of basic parameters of drilling machines: hydraulic, pneumatic and electric, based on the MOJ S.A. offer

Energia zasilania	hydrauliczna		pneumatyczna			elektryczna	
	Model	WGH-4	WGH-6u	PWR II	PWR-5U	PWR-8T	ER-62
Moment obrotowy [Nm]		72	101	27	42	19,5	17,5
Prędkość obrotowa [obr/min]		957	830	580	500	800	610
Masa [kg]		5	8	16,5	14	9,5	18
Średnica otworu [mm]		f48	f48	f48	f48	f48	f43
Wskaźnik masy [kg/Nm]		0,069	0,079	0,611	0,333	0,487	1,026

Tabela 2. Wybrane dane techniczne wiertarki H-WH1 Hydromech S.A.

Table 2. Selected technical parameters of the H-WH1 Hydromech S.A. drilling machine

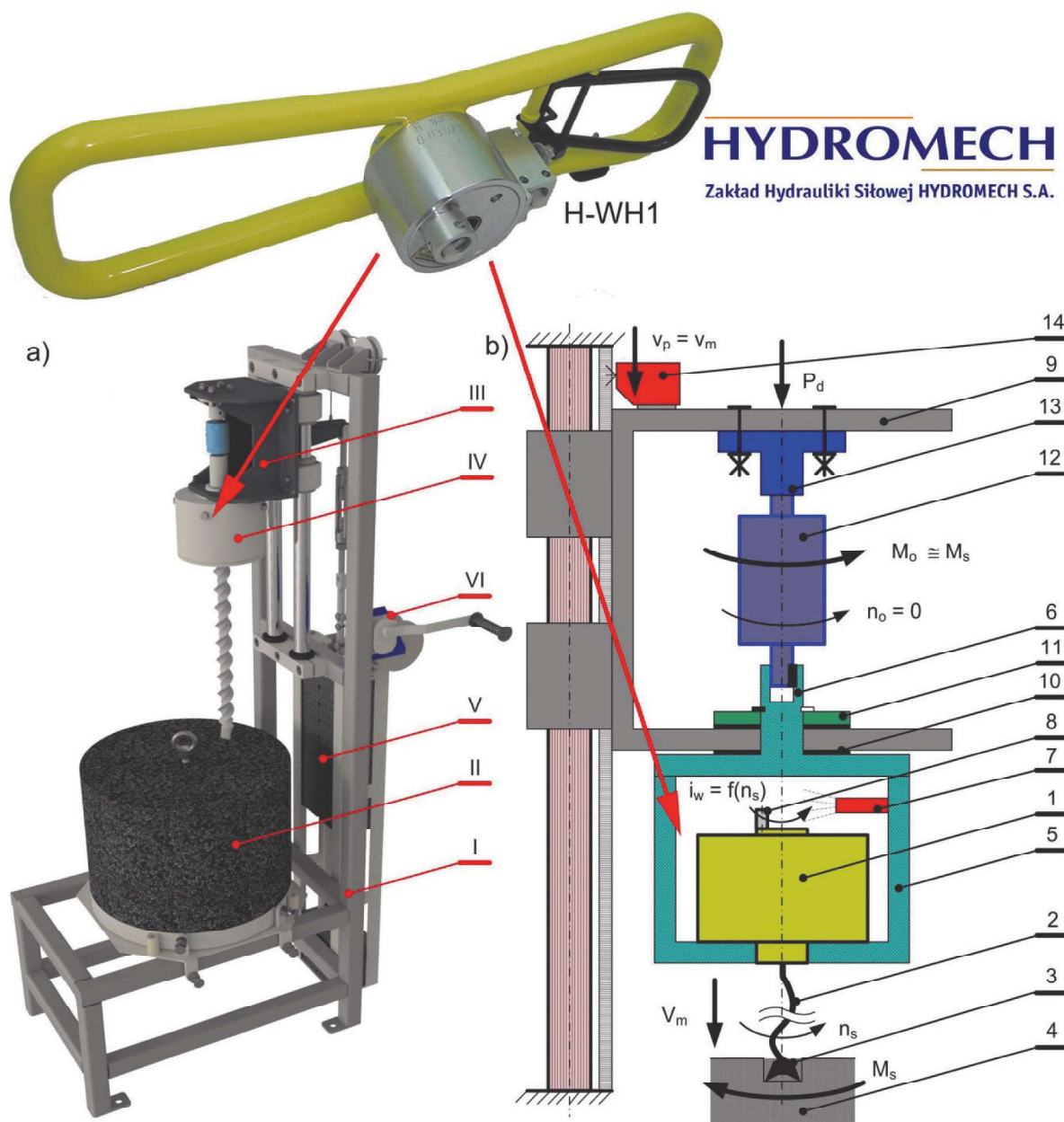
Wymiary	Długość [mm]	535	Waga [kg]	5,5
	Szerokość [mm]	91	Prędkość obrotowa [obr/min]	50 ÷ 900
	Wysokość [mm]	165	Moment obrotowy [Nm]	90 ÷ 160
Zasilanie	Ciśnienie minimalne [MPa]	16	Dopuszczalne obciążenie osiowe [kN]	1
	Ciśnienie nominalne [MPa]	25		
	Chłonność właściwa [cm ³ /obr]	40	Maksymalna średnica wiercenia [mm]	Ø48

3. Stanowisko badawcze

Podstawy teoretyczne procesu wiercenia obrotowego skał oraz budowa i parametry hydraulicznej wiertarki obrotowej H-WH1 pozwoliły na określenie najważniejszych założeń stanowiska do badania wiertarek, a także procesu wiercenia (Bołoz 2017, Bołoz 2018).

Elementem nośnym stanowiska jest rama I opcjonalnie mocowana do podłoża (rys. 2a). Na ramie spoczywa zespół pozycjonowania próbki II z zabudowaną walcową próbką

naturalną lub wykonaną z betonu, o wymiarach $\varnothing 500 \times 410$. Masa próbki przed rozpoczęciem badań wynosi ok. 190 kg. Próbkę pozycjonowaną jest przed wykonaniem każdego otworu. Na ramie zabudowane są wałki prowadzące (tak zwane wałki precyzyjne), po których porusza się wózek III wyposażony w łożyska liniowe. Do wózka zamocowany jest zespół wiertarki IV. Siła docisku zadawana jest grawitacyjnie za pomocą dziesięciokilogramowych obciążników V o łącznej masie 120 kg. Podnoszenie wózka odbywa się za pomocą ręcznego wciągacza linowego z hamulcem VI.



Rys. 2. Stanowisko badawcze: a) model wirtualny: I – rama, II – próbka, III – wózek, IV – zespół wiertarki, V – obciążniki, VI – wciągacz **b) schemat:** 1 – wiertarka H-WH-1, 2 – żerdź spiralna, 3 – raczek, 4 – wiercona próbka, 5 – obudowa wiertarki, 6 – kołnierzyk dolny, 7 – indukcyjny czujnik obecności, 8 – trzpień wrzeciona, 9 – korpus wózka, 10 – podkładka ślizgowa, 11 – blokada osiowa, 12 – momentomierz, 13 – kołnierzyk górny, 14 – indukcyjny czujnik drogi

Fig. 2. Test stand a) Virtual model: I - frame, II - sample, III - trolley, IV - drilling unit, V - weights, VI - hoist **b) diagram:** 1 - H-WH-1 drill, 2 - helical blade, 3 - bit, 4 - drilled sample, 5 - drill housing, 6 - bottom flange, 7 - inductive presence sensor, 8 - spindle pin, 9 - trolley body, 10 - slide washer, 11 - axial lock, 12 - torque gauge, 13 - top flange, 14 - inductive distance (depth) sensor

Najważniejszą częścią stanowiska (rys. 2b), będącą również przedmiotem pomiarów, jest wiertarka 1, która standardowo wyposażona jest w żerdź spiralną 2 oraz raczek 3. Zestaw ten wykonuje podczas realizacji badań otwory w próbce 4. Wiertarka 1 została odłączona od fabrycznej kierownicy i zamocowana w obudowie 5. Obudowa 5 połączona jest sztywno z kołnierzem dolnym 6. Wewnątrz obudowy 5 znajduje się indukcyjny czujnik obecności 7, który reaguje na wystąpienia stalowego trzpienia 8, zamocowanego do wrzeciona w tylnej części wiertarki. Kołnierz dolny 6 dociskany jest korpusem wózka 9 przez podkładkę ślizgową 10, przekazując siłę docisku z wózka przez wiertarkę na żerdź i raczek. Natomiast wewnątrz korpusu wózka 9, kołnierz dolny 6 zablokowany jest osiowo blokadą 11, która utrzymuje obudowę z wiertarką podczas podnoszenia wózka. Kołnierz dolny 6 przekazuje moment skrawania z wiertarki na momentomierz 12, który przez kołnierz górny 13 zamocowany jest do korpusu wózka 9. Wózek wyposażony jest w indukcyjny czujnik drogi 14, który wyznacza głębokość wierconego otworu i prędkość wózka. Prędkość wózka v_p równa jest mechanicznej prędkości wiercenia v_m .

Układ pomiarowy składa się z następujących czujników:

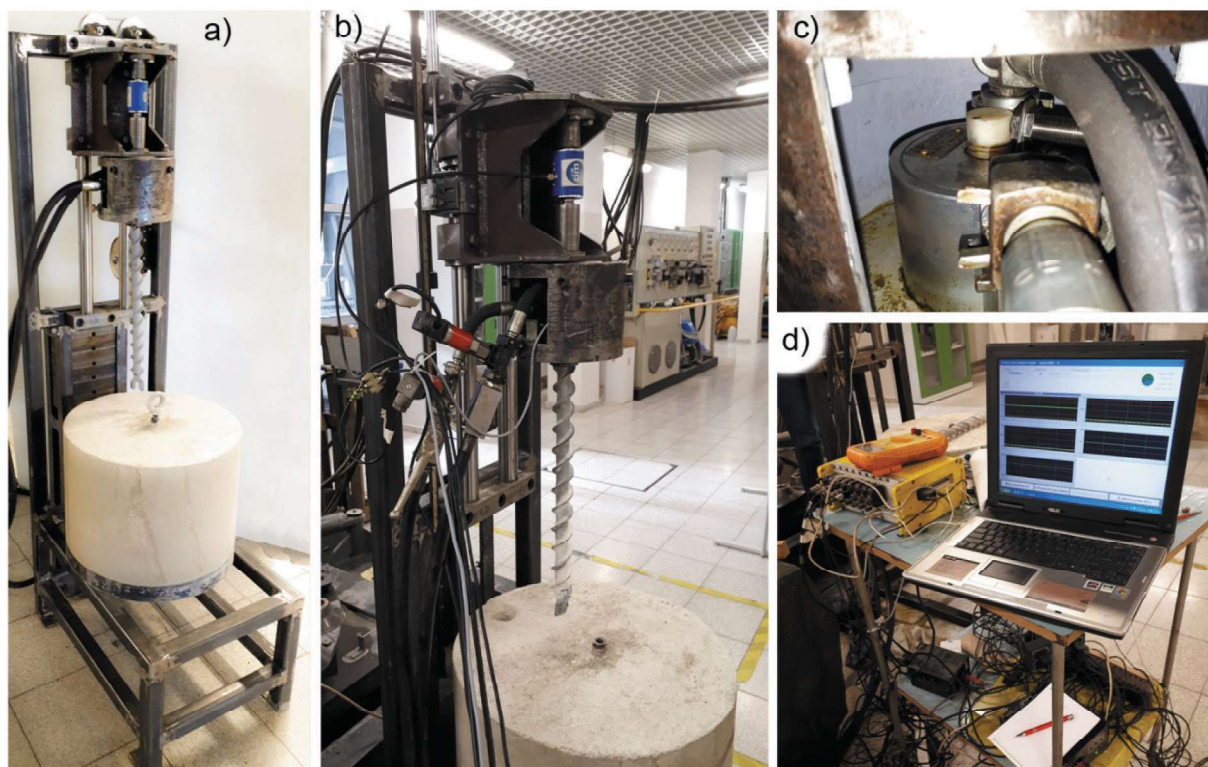
- bezkontaktowy czujnik DFM22-175-S Megatron – pomiar momentu obrotowego,
- czujniki MBS32 Danfoss – pomiar ciśnienia czynnika hydraulicznego na zasilaniu i splywie wiertarki,
- enkoder liniowy Lika SML z taśmą magnetyczną MT32 – pomiar przemieszczenia (prędkość wiercenia, głębokość otworu),
- indukcyjny czujnik obecności PCID 2ZN Sels – pomiar prędkości obrotowej.

4. Realizacja badań

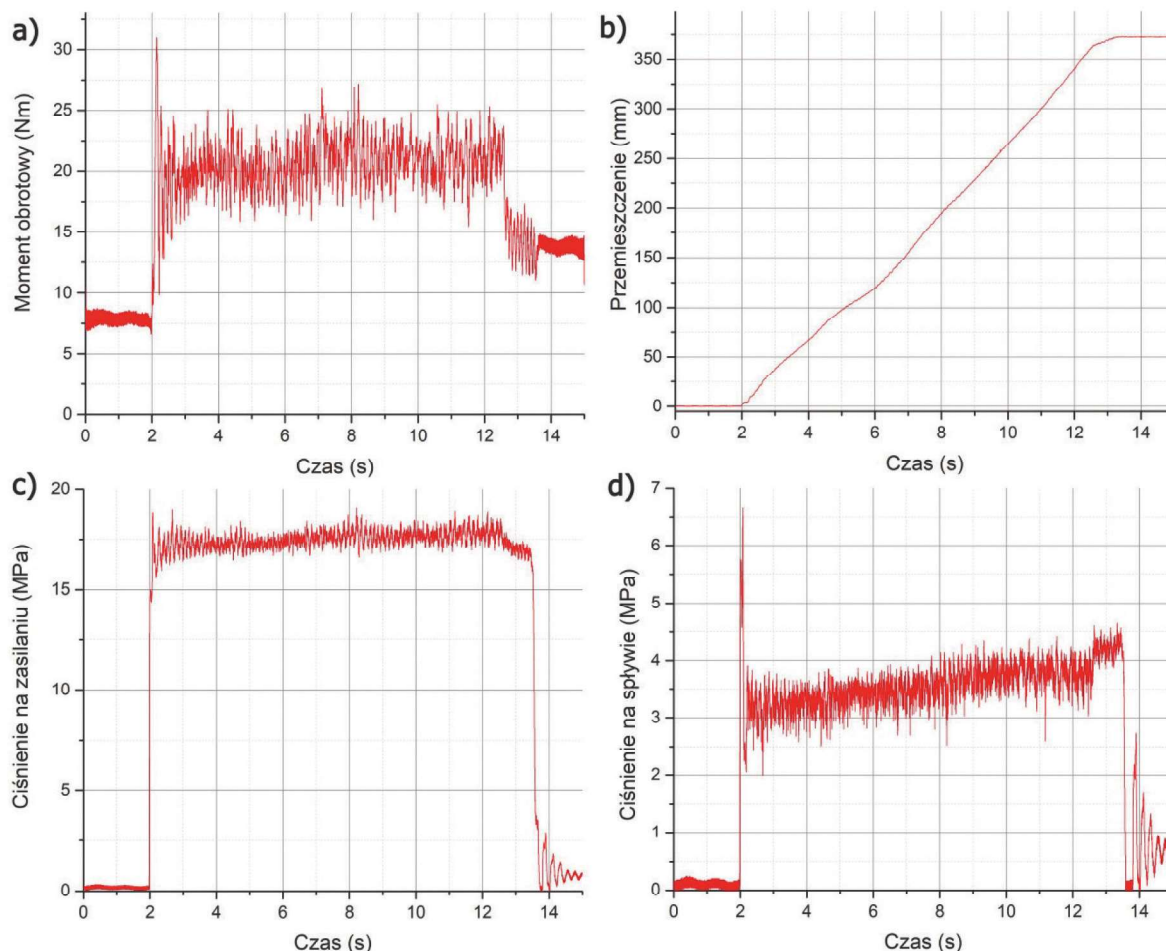
Stanowisko zostało zmontowane i przygotowane do prób ruchowych i badań wstępnych (rys. 3). Badania wstępne miały na celu ocenę funkcjonalności stanowiska i weryfikację jego możliwości badawczych. Wykonano specjalny cylindryczny szalunek wielokrotnego użytku, który umożliwia przygotowanie sztucznej próbki o dowolnym składzie i własnościach wytrzymałościowych. Do realizacji pierwszych badań przewidziano próbkę piaskowo-cementową, przy czym badania można przeprowadzać na dowolnej próbce naturalnej o odpowiednich wymiarach. Średnia gęstość zwiercanej próbki wyniosła $1,96 \text{ Mg/m}^3$, a jej wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie wyznaczona na podstawie 6 próbek wyniosła $7,2 \text{ MPa}$.

Stanowisko, zgodnie z projektem, wyposażono w układ pomiarowy składający się z wymiennych czujników, karty pomiarowej oraz komputera rejestrującego z programem eSAM. Przeprowadzono kilkanaście wierceń wraz z pomiarem i rejestracją wyników badań. Badania przeprowadzono dla okrągłej żerdzi spiralnej typu S oraz raczków dwupiórowych $\varnothing 42$ typu RMw42 BOB firmy ZWM Carbonex (Zakład Wyrobów ... 2018).

W ramach uruchomienia i kontroli poprawności działania części mechanicznej i pomiarowej stanowiska przeprowadzono kilka wierceń próbnych, a następnie badania zasadnicze. W jednej z prób raczek zakleszczył się w otworze, w innej zablokowały się obciążniki zadające siłę docisku, w związku z tym próby te przerwano. Podczas badań zwierzyny dostawały się między poszczególne obciążniki i konieczne było ich czyszczenie. Otwory wiercono po obwodzie próbki, zmienia-



Rys. 3. Widok stanowiska i jego wybranych podzespołów przed badaniami: a) widok ogólny stanowiska, b) czujniki ciśnienia i drogi, c) czujnik prędkości obrotowej na wiertarce, d) aparatura pomiarowo-rejestrująca
Fig. 3. View of the stand and its selected components before testing: a) general view of the stand, b) pressure and distance (depth) sensors, c) rotational speed sensor on the drill, d) measuring and recording equipment



Rys. 4. Przykładowe przebiegi mierzonych wartości: a) moment obrotowy oporu wiercenia, b) przemieszczenie (głębokość otworu), c) ciśnienie na zasilaniu wiertarki, d) ciśnienie na splywie wiertarki

Fig. 4. Example of the measured values a) load torque of drilling, b) displacement (opening depth), c) hydraulic pressure on the drill feed, d) pressure on the drill run-off

jąc jej położenie katowe. Po przesunięciu próbki bliżej żerdzi można wykonywać kolejne serie otworów, aż do całkowitego wykorzystania dostępnej powierzchni. Odległość między otworami wynika z rozkruszalności materiału i wymaga takiego dobrania, aby otwory były wiercone niezależnie od pozostałych. Podczas wiercenia nie zaobserwowano drgań wymagających zastosowania wibroizolacji lub kotwienia stanowiska.

Badania przeprowadzono dla różnych wartości siły docisku i różnych prędkości obrotowych raczka. Siłę docisku zadawano obciążeniem o określonej masie. Wyrażony w ten sposób docisk podano w kilogramach. Podczas badań rejestrowano moment oporu wiercenia, ciśnienia czynnika hydraulicznego na zasilaniu i splywie wiertarki oraz przemieszczenie wózka (głębokość otworu) w funkcji czasu (rys. 4). Prędkość obrotową mierzono każdorazowo po zmianie natężenia przepływu. Wykonano 13 otworów pomiarowych przy różnych wartościach poszczególnych parametrów, które zestawiono w tabeli 3.

Po wykonaniu badań oraz obróbce danych pomiarowych uzyskano kilkadziesiąt przebiegów oraz wartości średnich najważniejszych parametrów procesu wiercenia przy wykorzystaniu wiertarki H-WH1. Wyznaczono czas wiercenia i głębokość otworu, mechaniczną prędkość wiercenia, moment obrotowy oraz ciśnienie na zasilaniu i na splywie. W tabeli 3 przedstawiono wartości otrzymanych wielkości. Na ich pod-

stawie opracowano przebiegi prezentujące zmianę wartości poszczególnych wielkości w funkcji zadanego docisku oraz prędkości obrotowej ($5 \div 10$).

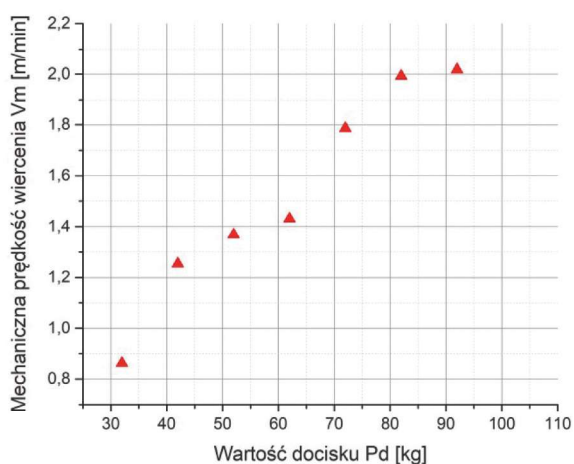
Zmiana siły docisku oraz prędkości obrotowej pozwoliła na sformułowanie wstępnych wniosków. Wzrost siły docisku powoduje zwiększanie mechanicznej prędkości wiercenia, aż do wartości wynikającej z ruchowych kątów skrawania. Wraz z siłą docisku oraz mechaniczną prędkością wiercenia, rośnie głębokość skrawania na jeden obrót oraz moment obrotowy. Ciśnienie na zasilaniu i splywie w małym stopniu zależy od docisku wiertarki. Zwiększanie prędkości obrotowej wiertarki zwiększa mechaniczną prędkość wiercenia oraz moment obrotowy. Wraz ze zmniejszaniem prędkości obrotowej wiertarki ciśnienie na zasilaniu rośnie, natomiast na splywie maleje, co jest związane ze zmianą chłonności jej silnika. Niektóre wartości wskazują na konieczność przeprowadzenia badań uzupełniających w celu opracowania ostatecznych wniosków.

5. Poprawa funkcjonalności stanowiska

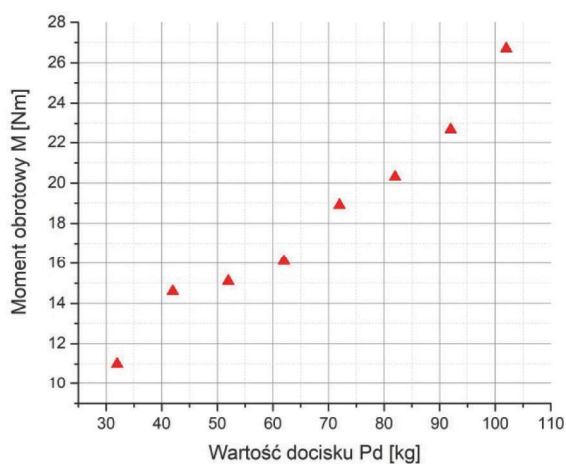
Zebranie spostrzeżeń i propozycji poprawy funkcjonalności stanowiska były istotnym elementem przeprowadzonych badań wstępnych. Zauważono następujące wady, które wraz z propozycjami modyfikacji wprowadzono do wersji finalnej stanowiska:

Tab. 3. Tabelaaryczne zestawienie wyników badań procesu wiercenia i wiertarki H-WH1
Table 3. Tabulated results of research of the process of drilling and H-WH1 drilling machine

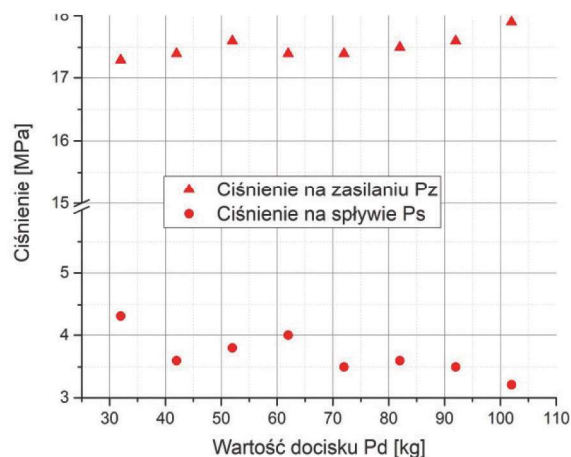
Lp.	Oznaczenie zdarzenia	Docisk wiertarki Pd [kg]	Prędkość obrotowa n [obr/min]	Czas wiercenia t [s]	Głębokość otworu l [mm]	Mechaniczna prędkość wiercenia Vm [m/min]	Moment obrotowy M [Nm]	Ciśnienie na zasilaniu Pz [MPa]	Ciśnienie na spływie Ps [MPa]
1.	zd5	32	840	25,9	372	0,862	11,0	17,3	4,3
2.	zd6	42	840	16,7	349	1,254	14,6	17,4	3,6
3.	zd7	52	840	16,1	367	1,368	15,1	17,6	3,8
4.	zd10	62	840	15,6	372	1,431	16,1	17,4	4,0
5.	zd11	72	840	12,5	372	1,786	18,9	17,4	3,5
6.	zd12	82	840	11,2	372	1,993	20,3	17,5	3,6
7.	zd13	92	840	11,0	370	2,018	22,7	17,6	3,5
8.	zd14	102	840	12,8	370	1,734	26,7	17,9	3,2
9.	zd15	72	700	16,7	372	1,337	17,7	18,1	3,0
10.	zd17	72	600	21,5	367	1,024	17,0	18,8	2,3
11.	zd18	72	500	21,7	363	1,004	16,5	19,2	1,8
12.	zd19	72	400	50,5	349	0,415	18,2	19,7	1,4
13.	zd20	72	840	15,2	375	1,480	15,0	17,4	4,0



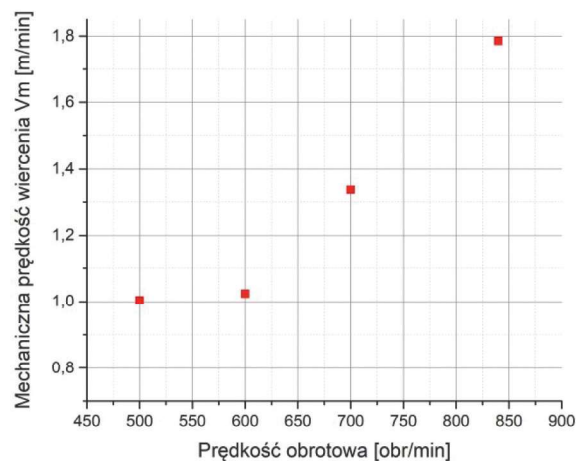
Rys. 5. Wpływ docisku na mechaniczną prędkość wiercenia
Fig. 5. Influence of pressure on mechanical drilling speed



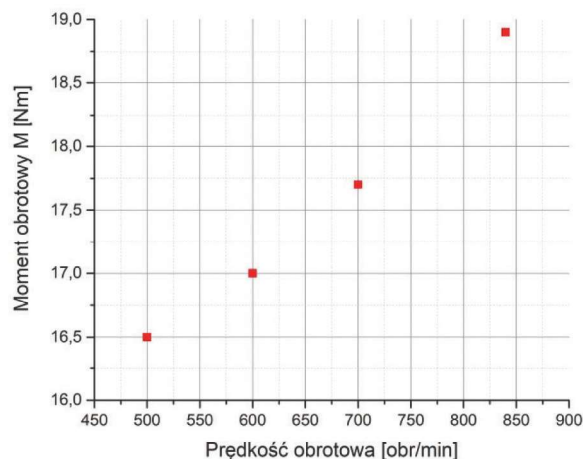
Rys. 6. Wpływ docisku na moment obrotowy
Fig. 6. Influence of pressure on torque



Rys. 7. Wpływ docisku na ciśnienie na zasilaniu i spływie
Fig. 7. Influence of pressure on supply and runoff pressure



Rys. 8. Wpływ prędkości obrotowej na mechaniczną prędkość wiercenia
Fig. 8. Influence of rotary speed on mechanical drilling speed

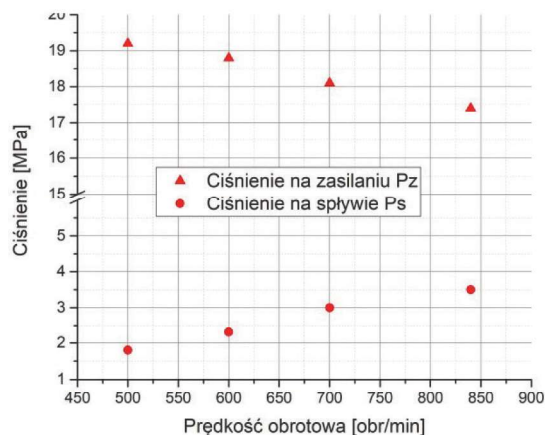


Rys. 9. Wpływ prędkości obrotowej na moment obrotowy
Fig. 9. Influence of rotary speed on torque

- Przy wykonywaniu serii następujących po sobie wierceń korzystniej jest zmieniać położenie kątowe próbki aż do wykonania otworów na całym obwodzie, a następnie przemieszczać ją po promieniu. Próbkę przesuwno i obracano ręcznie, co było niewygodne, a jej precyzyjne ustawienie było czasochłonne. Zaproponowano wprowadzenie mechanizmu obrotu oraz posuwu przy użyciu śruby z gwintem trapezowym i przekładni ślimakowej. Wystarczające jest zastosowanie napędu ręcznego tych mechanizmów.
- Zwierciny podczas wiercenia dostają się między obciążniki i utrudniają zmianę siły docisku, która odbywa się przez przełożenie przetyczki. Zaproponowano zastosowanie prostej osłony z blachy nitowanej do ramy stanowiska.
- Podczas wiercenia wystąpiło zjawisko wieszania się obciążników, przez co blokował się cały posuw wiercenia. Zalecono sprawdzenie i usunięcie wszelkich nierówności tak na prowadnicach obciążników, jak i na samych obciążnikach. Dodatkowo zalecono zwiększenie faz na krawędziach obciążników oraz ponowne wykonanie pomiaru ich wagi.
- Zaobserwowano zakleszczanie się raczka oraz żerdzi w przypadku gdy wiercenie rozpoczynało się nie w osi wiertarki. Zaproponowano zastosowanie jarzma na wzór ram prowadniczych wozów wiertniczych. Jarzmo w postaci kołnierza powinno być otwierane i wycofywane po rozpoczęciu wiercenia otworu.
- Pomiar prędkości obrotowej powinien być prowadzony i rejestrowany w sposób ciągły, co pozwoli na zwiększenie możliwości badawczych stanowiska przez określenie zmian jej wartości w funkcji głębokości otworu. Zaproponowane zmiany i usprawnienia zostały wprowadzone, a poszczególne elementy zabezpieczono przed korozją. Po zmontowaniu otrzymano stanowisko gotowe do realizacji badań.

6. Podsumowanie

Ręczne wiertarki obrotowe znajdują szerokie zastosowanie i ze względu na szereg korzystnych parametrów oraz wysoką funkcjonalność na szczególną uwagę zasługują wiertarki hydrauliczne z silnikami zębatymi satelitowymi. Proces wiercenia obrotowego narzędziami skrawającymi stosowany jest też szeroko w przypadku lawet, a także wozów wiertniczych i kotwiących. Zaproponowane stanowisko badawcze, będące



Rys. 10. Wpływ prędkości obrotowej na ciśnienie na zasilaniu i odpływie
Fig. 10. Influence of rotary speed on supply and runoff pressure

na wyposażeniu Katedry Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH, pozwala na realizację badań zarówno hydraulicznych wiertarek obrotowych, jak i narzędzi i procesu wiercenia. W praktyce stanowisko umożliwi określenie szeregu charakterystyk (mechaniczna prędkość wiercenia, moment skrawania, itp.) w funkcji wybranych parametrów (siła docisku, rodzaj skały, rodzaj narzędzia, ciśnienie zasilania, natężenie przepływu). Kolejnym zastosowaniem stanowiska jest określenie podatności skał na zwiercanie, ścierności metodą wiercenia oraz oporów skrawania różnymi rozwiązaniami narzędzi skrawających przy założonych parametrach procesu. Przewiduje się również prowadzenie badań z zakresu oceny szybkości zużycia narzędzi do wiercenia obrotowego oraz wpływu zużycia ostrzy na energochłonność i efektywność procesu wiercenia.

Przeprowadzone badania wstępne potwierdziły poprawność działania stanowiska oraz jego duże możliwości badawcze. Zaproponowano rozwiązania zaistniałych podczas badań problemów. Wszystkie zmiany i usprawnienia zostały wdrożone, co poprawiło funkcjonalność oraz zakres możliwości badawczych stanowiska.

Prace zrealizowano w ramach Grantu Dziekańskiego umowa numer 15.11.130.426.

Literatura

- BOŁOZ Ł. 2017 – Stanowisko do badania procesu wiercenia obrotowego wiertarkami hydraulicznymi, pod red. K. Krauze, W.: Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwęzłych, Kraków.
- BOŁOZ Ł.: – Pomiar parametrów wiertarki hydraulicznej i procesu wiercenia obrotowego, Stanowisko do badania procesu wiercenia obrotowego wiertarkami hydraulicznymi, „Napędy i Sterowanie”, nr 1.
- MARIANOWSKI J. 2012 – Transmisja energii uderzenia wzdłuż przewodu wiertniczego podczas wiercenia obrotowo-udarowego, Wydawnictwa AGH, Kraków.
- MOJ S.A., www.moj.com.pl, dostęp 05.04.2018.
- Zakład Hydrauliki Siłowej HYDROMECH S.A., <http://hydromecha.pl>, dostęp 05.04.2018.
- Zakład Wytrobów Metalowych „CARBONEX”, www.zwmcarbonex.pl, dostęp 05.04.2018.

Artykuł wpłynął do redakcji – luty 2018
Artykuł akceptowano do druku 11.05.2018