BIULETYN PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO 452: 15–22, 2012 R.

DEFORMACJE ZANIECHANYCH, PŁYTKICH ODWIERTÓW PRODUKCYJNYCH ROPY NAFTOWEJ I GAZU W ŚWIETLE BADAŃ MODELOWYCH

DEFORMATION OF ABANDONED SHALLOW OIL AND GAS WELLS IN THE LIGHT OF MODELLING

Petr Bujok[1], Michal Porzer[1], Krzysztof Labus[2], Martin Klempa[1], Jan Pavluš[1]

Abstrakt. Omówiono zagadnienia związane z nieodpowiednio zlikwidowanymi płytkimi otworami produkcyjnymi na wyeksploatowanym złożu ropy w pobliżu Hodonína (Morawy południowe, Republika Czeska). Dla danych warunków określono charakterystyczne efekty deformacji przekroju otworu, zależne od możliwości wypierania obecnego w nim płynu złożowego. Dowiedziono, iż w analizowanych warunkach, samoczynne zaciskanie zaniechanych odwiertów nie jest równoważne z likwidacją otworu, który nadal umożliwia komunikację mediów, stwarzając ryzyko zanieczyszczenia wód podziemnych i powierzchni terenu.

Słowa kluczowe: likwidacja otworów produkcyjnych, zanieczyszczenie środowiska wodno-gruntowego, ochrona środowiska, górnictwo ropy i gazu.

Abstract. The paper presents conclusions of modelling research of inappropriately liquidated shallow production oil wells. For given conditions of pressure and temperature, characteristic deformations of the well's cross-section were determined, depending on the behavior of fluids that fill the borehole. It was proven that in the analyzed conditions, convergence of abandoned wells is not equivalent to the borehole liquidation, as its open space still allows for contacts of reservoir fluids, posing a threat of pollution to groundwater and ground surface.

Key words: borehole abandonment, water and soil pollution, environment protection, oil and gas mining.

WPROWADZENIE

Pierwsze wiercenia na terenie złoża Niesyt koło Hodonína na Morawach południowych (fig. 1) przeprowadzono już w 1919 roku. Były one lokalizowane na podstawie zaobserwowanych wycieków gazu i ropy naftowej w starym korycie Morawy. Objawy ropy stwierdzono na głębokości 218 m p.p.t. Od momentu rozpoczęcia eksploatacji wykonano kilkaset odwiertów produkcyjnych. Odwierty te, stopniowo wyłączane z eksploatacji, były systematycznie likwidowane, często dopiero po upływie długiego czasu od momentu zaprzestania produkcji. Technologia likwidacji była często prymitywna (usunięcie kolumny rur i wypełnienie przestrzeni gliną lub gruntem) lub nieodpowiednio przeprowadzona. W przypadku otworów pozostawionych bez orurowania zakładano jego samoczynne zaciskanie pod wpływem ciśnienia litostatycznego (na podobieństwo klasycznego zaciskania wyrobisk), szczególnie tam, gdzie w profilu geologicznym występowały gliny, względnie iłowce. Wiele odwiertów pozostawiono zupełnie bez likwidacji. Przykładowe efekty nieprawidłowej likwidacji otworów przedstawiono na figurze 2.

W celu sformułowania opisu zjawisk odpowiedzialnych za przenikanie płynów złożowych za pośrednictwem źle zlikwidowanych odwiertów oraz mechanizmów towarzyszących potencjalnym deformacjom przestrzeni otworowej, wykonano badania modelowe.

[1] Vysoká Škola Báňská – Technická Univerzita, Hornicko-Geologická Fakulta, ul. 17 listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba

[2] Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Geologii Stosowanej, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice; e-mail: krzysztof.labus@polsl.pl

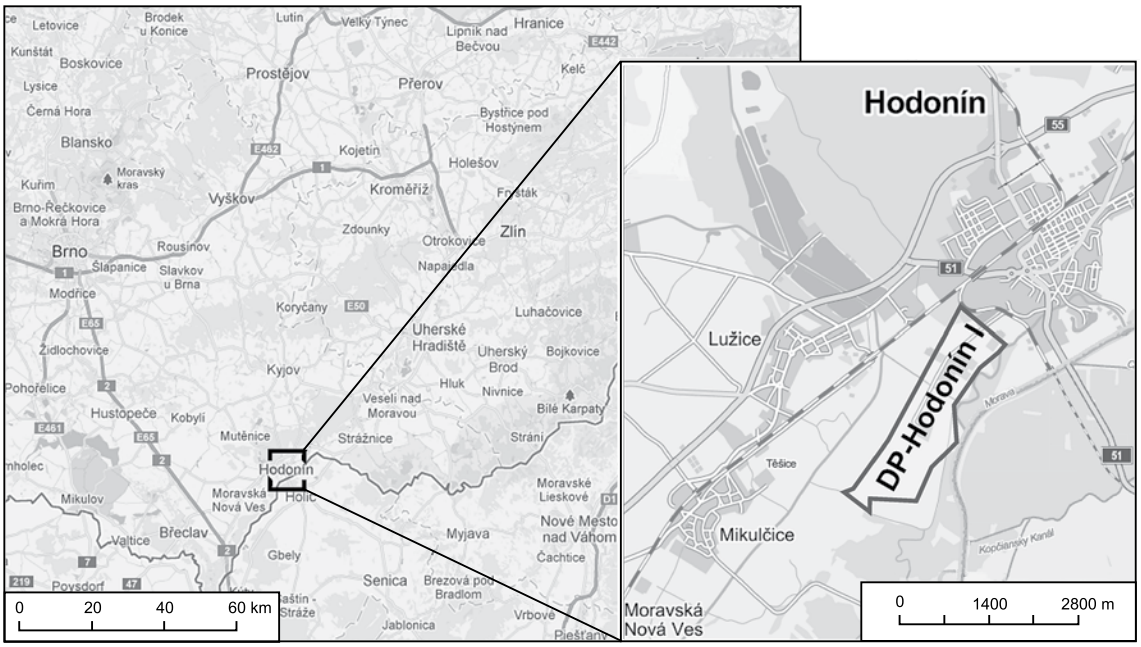


Fig. 1. Lokalizacja analizowanego obszaru

Location of the study area



Fig. 2. Efekty nieprawidłowej likwidacji otworów

A – wypływ ropy przez pozostawiony fragment rur okładzinowych; **B** – dopływ gazu do zbiornika wodnego

The effects of improper well abandonment

A – oil escaping through a remaining section of casing; **B** – gas escaping to a lake

BUDOWA GEOLOGICZNA

Złoże Hodonín tworzy kilka struktur elewacyjnych, z którymi związane są akumulacje węglowodorów. Można je traktować jako odrębne złoża, będące częścią tzw. pola hodonińsko-gbelskiego, należącego do basenu wiedeńskiego. Basen wiedeński, o charakterze obniżenia tektonicznego, wypełniony utworami trzeciorzędowymi obejmuje osady wszystkich pięter stratygraficznych miocenu, z których najważniejsze znaczenie dla przemysłu naftowego mają sarmat i baden. Złoże ropy naftowej Hodonín znajduje się w północnej części basenu wiedeńskiego, wewnątrz obniżenia dolnomorawskiego. Złoże rozciąga się na południowo-zachodnim skraju miasta Hodonín i ciągnie się wzdłuż prawego brzegu rzeki Morawy, około 5,5 km na południowy zachód. Serię produktywną tworzą margle piaszczyste sarmatu z wkładkami piaszczystymi o charakterze horyzontów ropnych oraz warstwami piaskowca i lignitu. Poniżej spoczywają margle piaszczyste zaliczane do górnego badenu. Nadkład złoża stanowią piaszczyste margle sarmatu przykryte czwartorzędowymi, ilasto-piaszczystymi utworami tarasowymi rzeki Morawy. W przypadku niektórych pól naftowych, zwłaszcza tam, gdzie wody złożowe mają rozległy zasięg, może występować stopniowa odbudowa ciśnień złożowych. Ten proces może doprowadzić do przywrócenia spontanicznego połączenia między warstwą produktywną i nadkładem (powierzchnią) poprzez przestrzeń nieodpowiednio zlikwidowanego odwiertu.

PROBLEM ZACISKANIA OTWORU

Na podstawie dostarczonych materiałów archiwalnych firmy MND a.s. w Hodoninie należy stwierdzić, iż pierwotnie wykonywane likwidacje otworów nie zawsze były skuteczne, i że między poziomem złożowym a powierzchnią (lub horyzontami przepuszczalnymi) mogły pozostawać wolne przestrzenie umożliwiające migrację płynów złożowych. Taka sytuacja występowała na przykład wtedy, gdy kolumna wydobywcza nie została zacementowana do wierzchu, albo została odcięta ponad zakładanym poziomem zacementowania, a następnie usunięta (Bujok *et al*., 2012).

Potencjalne interakcje pomiędzy górotworem a przestrzenią pozostawionego otworu mogą być rozważane w dwu scenariuszach:

A – w otworze pozostały zacementowane lub częściowo zacementowane fragmenty rur okładzinowych,

B – przestrzeń otworu pozostaje nieuzbrojona i jest wypełniona płuczką lub płynem złożowym.

W scenariuszu A zniszczenie kolumny rur w warunkach ciśnienia zewnętrznego występującego do głębokości rzędu kilkuset metrów p.p.t. jest mało prawdopodobne. Już podczas projektowania otworu przeprowadzane są obliczenia mające na celu przeciwdziałanie zniszczeniu rur okładzinowych pod działaniem ciśnienia zewnętrznego lub wewnętrznego. Rurowanie jest prowadzone na podstawie tych obliczeń oraz doświadczeń empirycznych. Nieprawidłowo zlikwidowany otwór produkcyjny może jednak stanowić przestrzeń umożliwiającą komunikację pomiędzy kolektorem a warstwami o niższym ciśnieniu złożowym lub powierzchnią. Komunikacja może następować wewnątrz otworu lub na zewnątrz rur okładzinowych, w przypadku źle wykonanego cementowania.

W scenariuszu B, przestrzeń nieuzbrojonego odwiertu wypełniona jest płuczką lub płynem złożowym. Rozkład ciśnień może być w uproszczeniu następujący (przyjmując: ciśnienie słupa cieczy w otworze równe ciśnieniu hydrostatycznemu $p_h = p_s$ oraz ciśnienie boczne, litostatyczne p_{bg}):

- $p_s < p_{bg}$ – dochodzi do zaciskania i deformacji pierwotnie kolistego przekroju otworu i przekształcania go w eliptyczny lub gruszkowaty, zależnie od stopnia anizotropii ośrodka skalnego;
- $p_s = p_{bg}$ – nie dochodzi do deformacji, system jest w równowadze;
- $p_s > p_{bg}$ – warunki tego typu mogą wystąpić w przypadku występowania warstw kolektorskich o ciśnieniu anomalnym, niższym od hydrostatycznego, albo w przypadku przenoszenia przez płyn w przestrzeni otworowej wysokich ciśnień złożowych z penetrowanych horyzontów.

Jest oczywiste, że w złożonym systemie geohydrodynamicznym, którego częścią jest przestrzeń otworu, może dochodzić do przechodzenia jednego ze stanów w kolejny (zwłaszcza tam, gdzie dochodzi do odbudowy ciśnienia złożowego), co powinno być zawsze rozpatrywane w kontekście czasu.

W dawniejszej praktyce wiertniczej często bezkrytycznie zapożyczano z górnictwa podziemnego pojęcie, tzw. głębokości krytycznej, np. Heim (*vide* Aldorf, Exner, 1986): „na pewnej głębokości, każda skała posiada utajone właściwości plastyczne (*latent plastic*), czyli znajduje się w stanie, w którym spójność poszczególnych cząstek skały nie może już być określona, i następuje przejście lub przemiana ze stanu kruchego do plastycznego". Według Heima i innych autorów jest to możliwe, jeżeli naprężenie wywołane przez nacisk warstw nadległych jest większe niż wytrzymałość skał na ściskanie. Zgodnie z tą tezą należy oczekiwać, że wraz z rosnącą głębokością będzie ulegać zmianom pole naprężeń, co spowoduje pogorszenie wytrzymałości skał. Takie podejście prezentowane jest w pracy Kvapila (1957).

SYMULACJA PROCESU ZACISKANIA OTWORU – METODYKA BADAŃ

W celu weryfikacji hipotez na temat możliwości penetracji przestrzeni źle zlikwidowanych odwiertów przez płyny złożowe oraz opisu mechanizmów odgrywających rolę podczas procesu zaciskania odwiertów, zaprojektowano i przeprowadzono analizy symulacyjne przy zastosowaniu modeli doświadczalnych, wykonanych ze skał lokalnych (gliny, gliny piaszczystej, ropy i wody złożowej). Badania prowadzono w warunkach ciśnienia i temperatury zbliżonych do warunków *in situ*.

Badania eksperymentalne w systemie woda–skała–gaz prowadzono w prototypowym reaktorze – RK1 (fig. 3). Wykonano go w efekcie współpracy pomiędzy Wydziałem Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej a Wydziałem Górniczo-Geologicznym VŠB-TU w Ostrawie (Hornicko-

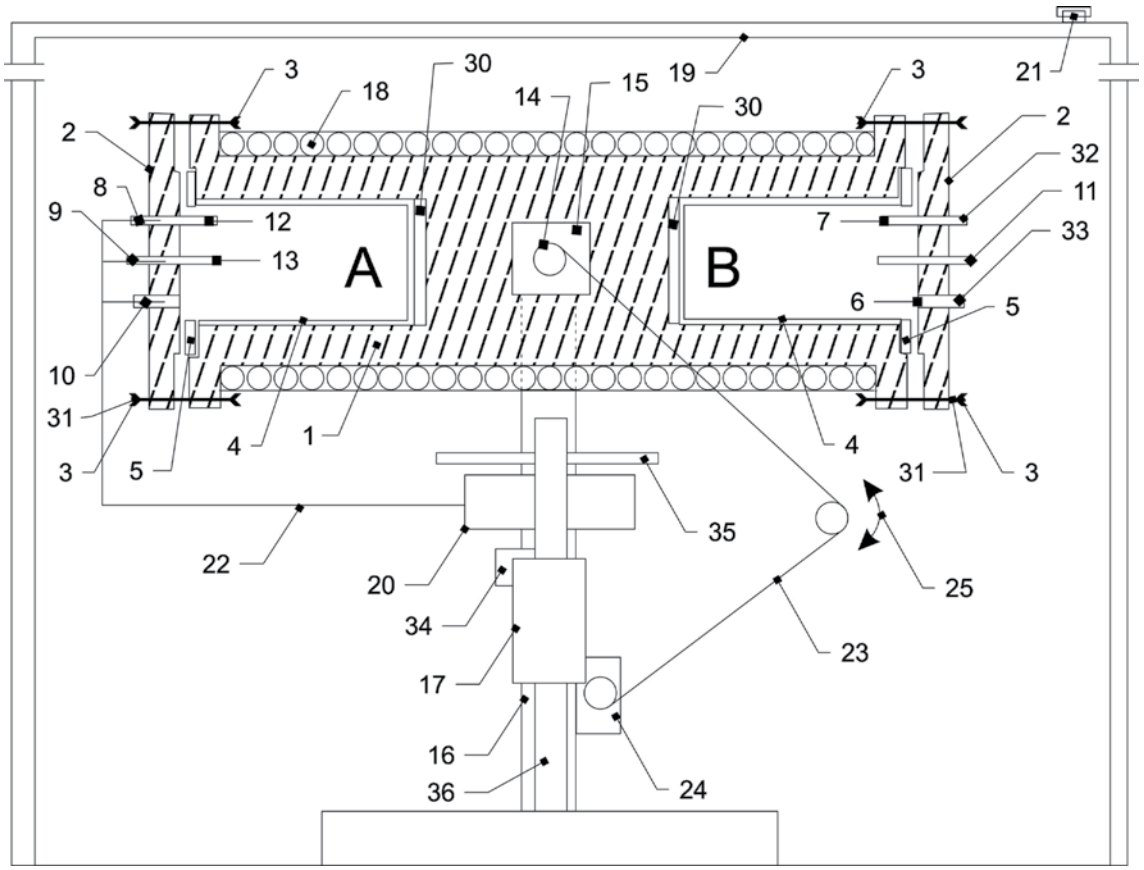


Fig. 3. Szkic urządzenia RK 1; przekrój pionowy

A, **B** – przedziały komory reakcyjnej do umieszczania próbek, 1 – korpus komory reakcyjnej (pojemnik ciśnieniowy), 2 – pokrywa przedziału komory reakcyjnej, 3 – śruba łącząca, 4 – wykładzina izolująca, 5 – uszczelka spiralna, 6 – otwór do mocowania zaworu bezpieczeństwa, 7 – otwór do mocowania zaworu trójdrożnego dla próbnika płynów i przewodu tłoczenia gazów, 8 – otwór mocowania komory termometrycznej, 9 – otwór mocowania pehametru, 10 – otwór rezerwowy, 11 – manometr, 12 – komora termometryczna, 13 – elektroda pH, 14 – oś, 15 – izolacja termiczna, 16 – stojak, 17 – urządzenie sterujące napędu, 18 – spirala grzewcza, 19 – komora termoizolacyjna, 20 – skrzynia rozdzielcza, 21 – lampa ostrzegania o ruchu komory, 22 – przewód zbiorczy, 23 – ramię mechanizmu kołyszącego, 24 – silnik elektryczny, 25 – kierunek ruchu komory, 26 – płyn wypełniający przedział komory (woda, CO_2), 27 – próbki umieszczone w cienkościennym obwoju wykonanym z tworzywa sztucznego, 28 – perforowane przegrody z tworzywa sztucznego, zapewniające stabilizację próbek i umożliwiające przepływ cieczy, 29 – otwory na śruby mocujące pokrywę, 30 – płyta denna, 31 – otwór dla uchwytów transportowych, 32 – rurka do odbioru próbek płynu, 33 – zawór bezpieczeństwa, 34 – licznik ruchów, 35 – stolik roboczy, np. do umieszczania pehametru, 36 – słupek nośny

Sketch of the RK 1 apparatus; vertical section

A, **B** – compartments of the reaction chamber for placing the samples, 1 – body of the reaction chamber (pressure vessel), 2 – covers of the reaction chamber, 3 – connecting bolt, 4 – insulating liner, 5 – spiral gasket, 6 – vent for fixing the safety valve, 7 – vent for fixing a three-way valve for pressure gauge, sampler to collect samples of fluids, gas recharge pipe, 8 – thermowell vent, 9 – pH-meter vent, 10 – reserve vent, 11 – pressure gauge, 12 – thermometer, 13 – pH electrodes, 14 – axis, 15 – thermal insulation, 16 – stand, 17 – power control unit, 18 – heating spiral, 19 – thermal insulation, 20 – fuse box , 21 – warning lamp – movement signalization, 22 – power wire, 23 – swinging mechanism, 24 – electric motor, 25 – movement direction of the chamber, 26 – fluid filling the chamber compartment (water, CO_2, etc.), 27 – rock samples wrapped in plastic to ensure their stabilization, 28 – perforated plastic partition, providing stability and allowing the liquid flow, 29 – vents for the fixing screw, 30 – the base plate, 31 – vent for transport brackets mounting, 32 – fluid sampling tube, 33 – safety valve, 34 – move counter, 35 – pH-meter desk, 36 – side bracket.

Geologická Fakulta; Vysoká Škola Báňská – Technická Univerzita; Ostrava). Zasadniczym elementem RK1 jest naczynie walcowe wykonane ze stali nierdzewnej. Urządzenie składa sie z dwóch części – przedziałów, komór reakcyjnych A i B. Na zewnątrz płaszcza umieszczono trzpienie stanowiące oś, mocowaną w łożysku, umożliwiającą wahadłowy ruch urządzenia, nadawany przez ramię odpowiedniego mechanizmu. Każda z pokryw komory posiada możliwość mocowania zaworu bezpieczeństwa, zaworu trójdrożnego dla: manometru, próbnika do odbierania próbek płynów, przewodu tłoczenia gazów, komory termometrycznej, elektrod pehametrycznych. Maksymalne ciśnienie robocze wynosi 16 MPa, przedział temperatury roboczej 5–80°C (Labus, Bujok, 2011).

Badania przeprowadzono na różnych wersjach modeli górotworu. Stałymi parametrami dla wszystkich modeli, wytworzonych w kształcie walca, były: wysokość (długość) 250 mm, średnica zewnętrzna 135 mm, średnica otworu 32 mm. Przestrzeń otworu wypełniona była ropą o objętości około 200 ml. Testy przeprowadzono w temperaturze pokojowej 18°C.

Modele górotworu reprezentujące iły, przewarstwione jedną lub dwiema warstwami gliny piaszczystej (fig. 4), testowano w warunkach ciśnienia bocznego (litostatycznego) wynoszącego 1,7 i 3,6 MPa, w dwóch wariantach:

Wariant 1 – płyn ma możliwość ucieczki z przestrzeni otworu do warstw z niższym ciśnieniem (w modelu symulowano je przy pomocy zbiornika ciśnieniowego). W eksperymentach prowadzonych w wariancie umożliwiającym ucieczkę płynu poprzez zawór do zbiornika ciśnieniowego przyjmowano w nim ciśnienie atmosferyczne, symulujące warunki swobodnego przepływu mediów do powierzchni;

Wariant 2 – płyn z przestrzeni otworu nie ma możliwości ucieczki. Zbiornik ciśnieniowy zastąpiono metalową nieprzepuszczalną pokrywą.

Model dla pierwszego wariantu składa się z okrągłej podkładki metalowej (na dole) z metalowym pierścieniem i cylindrycznego, metalowego pojemnika, który jest połączony z podkładką za pomocą regulowanych, metalowych prętów wzmacniających. Metalowy pojemnik ciśnieniowy na wytłaczaną ciecz, wyciskaną z przestrzeni otworu jest wyposażony w zawór zwrotny. Ciecz ma możliwość wypływania z przestrzeni otworu, wytworzonej po usunięciu centralnie umieszczonej rurki, o średnicy zewnętrznej 32 mm, odgrywającej w modelu rolę kolumny rur okładzinowych. W przypadku symulacji warunków, w których płyn nie jest w stanie uciec z przestrzeni otworu, zamiast zbiornika ciśnieniowego jest wykorzystywana jedynie pokrywa metalowa. Tak wykonane modele umieszczano w komorze reakcyjnej urządzenia RK 1 (fig. 4). Przestrzeń między zewnętrznymi ścianami modelu a wewnętrznymi ścianami komory RK1 wypełniano następnie azotem, pod ciśnieniem odpowiadającym ustalonej wartości ciśnienia litostatycznego. Dla zakładanych głębokości 100 i 180 m p.p.t. przyjęto ciśnienie litostatyczne (p_{gb}) odpowiednio około 1,7 i 3,6 MPa.



Fig. 4. Widok urządzenia RK 1 oraz modelu przed instalacją w komorze reakcyjnej

1 – pokrywa przedziału komory reakcyjnej, 2 – model górotworu, 3 – korpus komory reakcyjnej (pojemnik ciśnieniowy)

View of the RK 1 apparatus and the model prior to installation in the reaction chamber

1 – cover of the reaction chamber, 2 – rock mass model, 3 – body of the reaction chamber (pressure vessel)

REZULTATY EKSPERYMENTÓW MODELOWYCH

W wariancie 1 pod wpływem ciśnienia dochodzi do deformacji modelu – ropa jest wytłaczana przez zawór do zbiornika ciśnieniowego, glina piaszczysta jest wyciskana do przestrzeni otworu zachowanej w warstwach ilastych. Po pewnym czasie następuje przemieszczenie ropy z przestrzeni otworu i następuje stabilizacja ciśnienia. Po osiągnięciu tego stanu model jest wyjmowany z urządzenia RK 1 i rozcinany dla wizualnej oceny procesu deformacji. Dla ilustracji efektów rozprzestrzeniania się ropy wykonywane są obserwacje w świetle UV (lampa Spectroline, model SB-100P/F, 365 nm).

Na figurze 5 ukazano przekroje poprzeczne modelu w świetle dziennym i po oświetleniu lampą UV. Widoczny jest częściowy zanik oryginalnej przestrzeni otworu – ropa została wytłoczona do strefy bardziej niejednorodnej (fig. 5A, A'). Na kolejnym przekroju są widoczne szczeliny nasycone ropą (fig. 5B, B'). Część warstwy piaszczysto-ilastej została przemieszczona do warstw wyżejległych, ale na-

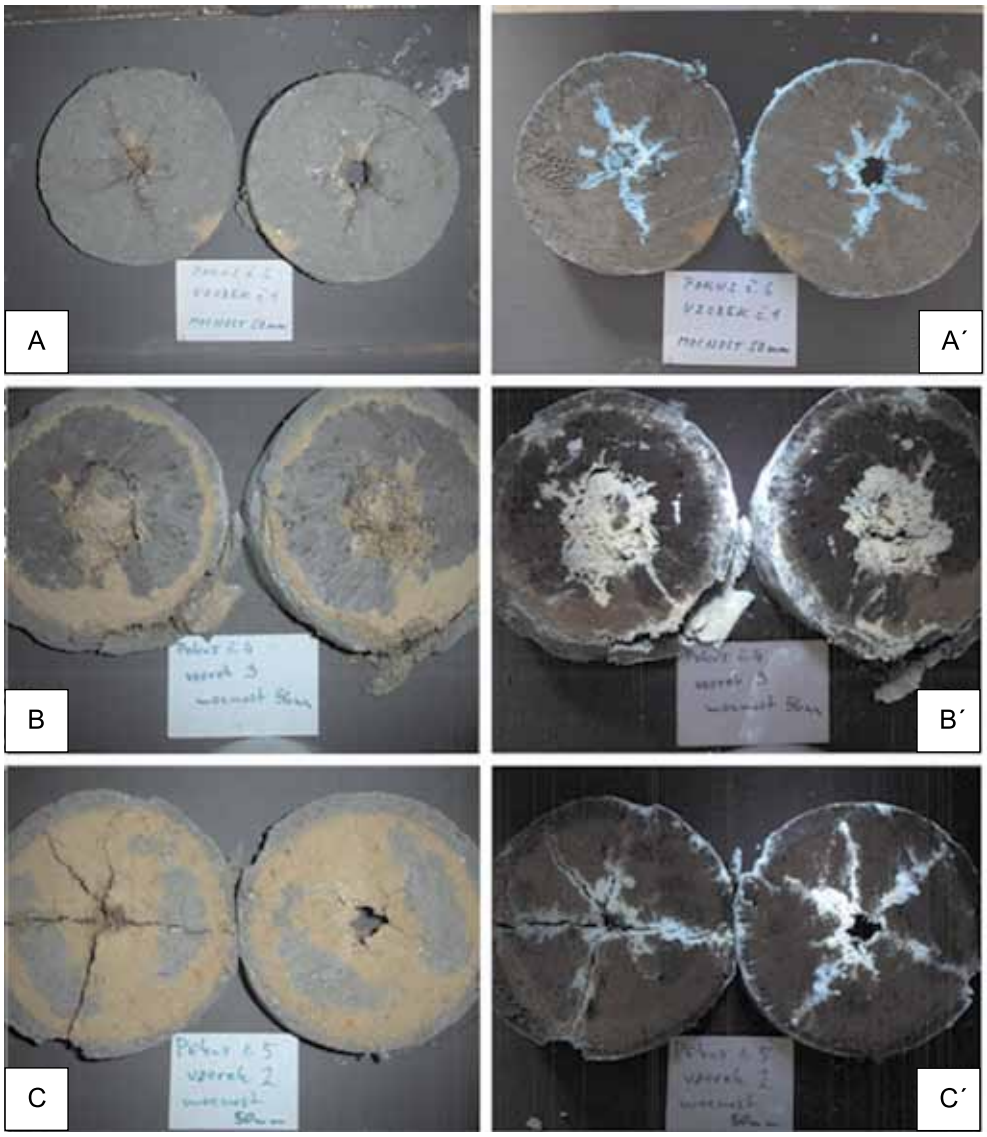


Fig. 5. Przekroje poprzeczne modelu w świetle dziennym i po oświetleniu lampą UV; wariant 1 (objaśnienia w tekście)

Model cross sections in daylight and in UV-light; scenario 1 (see text for explanations)

dal istnieją w niej drobne szczeliny wypełnione ropą (fig. 5C, C'). W dolnej części modelu, w warstwie iłu, na przekroju obserwowano wypełnione ropą spękania (krzyżujące się pod kątem prostym), sięgające krawędzi modelu. W przypadkach, gdy ił budujący model miał bardziej plastyczną konsystencję dochodziło również do zaciskania otworu, także w obrębie warstw ilastych. Na powierzchniach przekrojów widoczne są pęknięcia wypełnione ropą, tam gdzie doszło do zaciśnięcia otworu widać mieszaninę ropy z materiałem iłowym (fig. 6).

Dla wariantu 2 eksperyment miał następujący przebieg: na skutek ciśnienia bocznego nastąpiła jedynie ograniczona deformacja modelu. Ciśnienie szybko się ustabilizowało. Na przekrojach modelu widoczne były niewielkie symetryczne, eliptyczne lub niesymetryczne deformacje przestrzeni otworu, którym towarzyszyły drobne pęknięcia. Potwierdza to fakt, iż brak możliwości migracji płynów z przestrzeni otworowej zapobiega wypaczaniu i zaciskaniu odwiertu (fig. 7).

Podczas dalszych eksperymentów pod zwiększonym ciśnieniem okalającym p_{gb} = 3,6 MPa (odpowiadającym głębokości około 180 m p.p.t.) stwierdzono, że ropa nadal pozostaje w przestrzeni otworu, którego przekrój wykazuje niewielką deformację eliptyczną, z ponownie towarzyszącymi drobnymi pęknięciami.

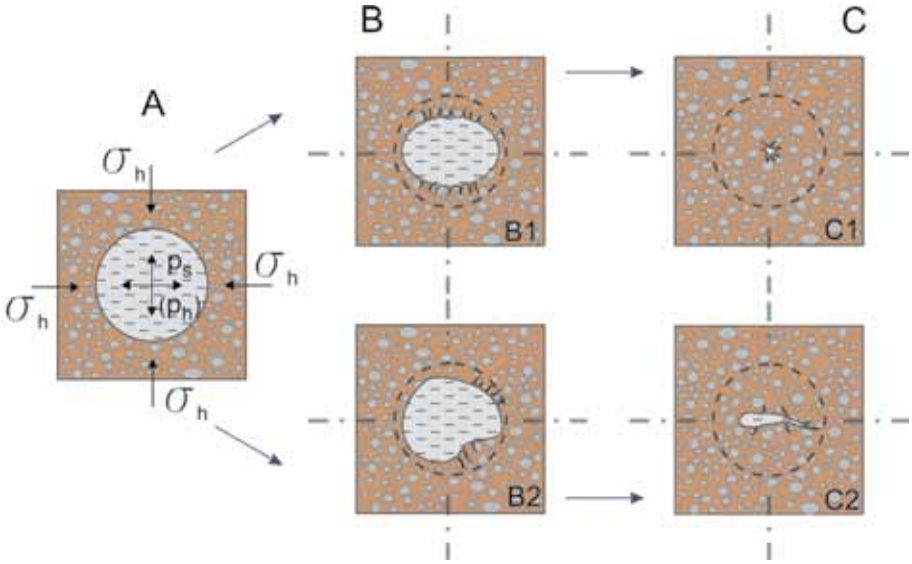


Fig. 6. Schemat deformacji przekroju otworu w sytuacji, gdy płyn wypełniający otwór może być wytłaczany do stref o niższym ciśnieniu

A – stan początkowy; **B**, **C** – kolejne stadia procesu zaciskania

Scheme of deformation in case when the fluid is able to escape outside the wellbore

A – initial state; **B**, **C** – successive stages of the convergence process

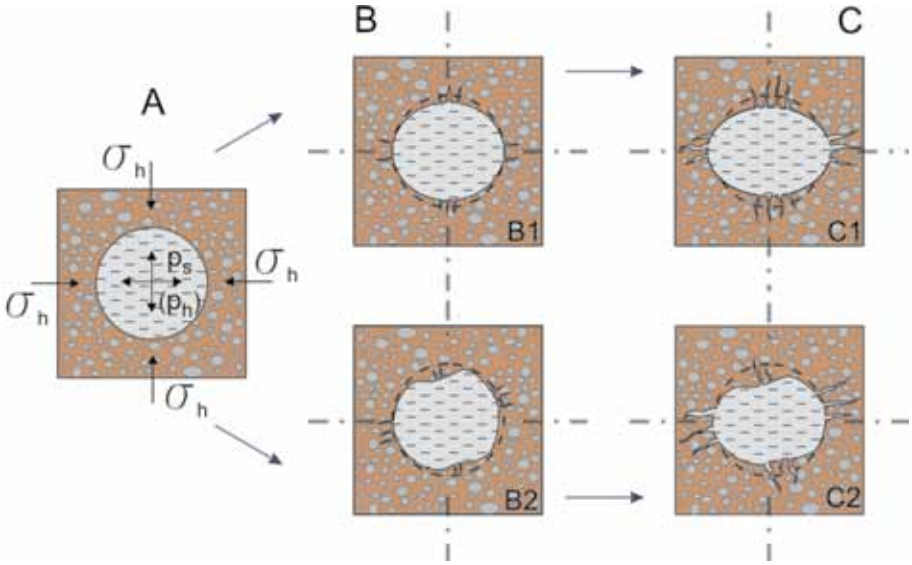


Fig. 7. Schemat deformacji przekroju otworu w sytuacji, gdy płyn wypełniający otwór nie może być wytłaczany do stref o niższym ciśnieniu

A – stan początkowy; **B**, **C** – kolejne stadia procesu zaciskania

Scheme of deformation in case when the fluid is kept in the wellbore

A – initial state; **B**, **C** – successive stages of the convergence process

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wykonane eksperymenty modelowe dowodzą, iż pod wpływem ciśnienia okalającego (bocznego) dochodzi do zaciskania przestrzeni otworu z różną intensywnością, zależną od podatności materiału skalnego, wówczas gdy ciecz wypełniająca otwór może być wytłaczana do stref o niższym ciśnieniu. W zdeformowanym górotworze pozostaje albo wąski kanał wypełniony ropą lub tworzą się szczeliny wypełnione ropą (obydwie te struktury umożliwiają przepływ cieczy), albo też ropa zostaje wypchnięta do stref występowania skał bardziej niejednorodnych (fig. 6). W przypadku, gdy ciecz wypełniająca otwór nie ma możliwości ucieczki, dochodzi jedynie do częściowego odkształcenia otworu (zmiana przekroju kołowego w eliptyczny), czemu towarzyszy powstawanie szczelin i pęknięć w materiale skalnym (szczelinowanie hydrauliczne). W zdeformowanym otworze wypełnionym cieczą pozostaje wyraźny, drożny kanał pozwalający na komunikację mediów (fig. 7). Należy zatem stwierdzić, że przestrzenie niewłaściwie zlikwidowanych otworów mogą po wielu latach od zakończenia eksploatacji, pozostawać drogami komunikacji pomiędzy warstwami kolektora a powierzchnią. Podwyższonego ryzyka należy spodziewać się zwłaszcza w miejscach, gdzie następuje stopniowa odbudowa ciśnień złożowych, na przykład w wyniku zawodnienia złoża. Najbardziej znanym tego typu przykładem w rejonie Hodonína jest złoże Brodské, gdzie obserwowano wysięki ropy ze źle zlikwidowanych otworów.

Z tego punktu widzenia, mając na względzie możliwość zanieczyszczenia powierzchni, powtórna likwidacja starych, nieprawidłowo zlikwidowanych otworów produkcyjnych, jest całkowicie uzasadniona.

Praca naukowa finansowana ze środków Unii Europejskiej oraz Ministerstwa Edukacji, Młodzieży i Sportu Republiki Czeskiej w ramach projektu IČT CZ.1.05/2.1.00/03.0082 (Institute of Clean Technologies for Mining and Utilization of Raw Materials for Energy Use).

LITERATURA

ALDORF J., EXNER K., 1986 — Mine openings: stability and support. *Develop. Geotech. Eng.*, **40**. Elsevier Science Ltd, Amsterdam, New York.

BUJOK P, PORZER M., KLEMPA M., PAVLUŠ J., WEIPER M., SELZER L., 2012 — Laboratory verification of the possibility of communication between reservoir layer and the surface, through the space of improperly abandoned wells, in case of reservoir pressure buildup. Report HS 541 202. Technical University of Ostrava [in Czech].

KVAPIL R., 1957 — Nové názory v teorii horských tlaků a důlních otřesů. SNTL, Praha.

LABUS K., BUJOK P., 2011 — Hydrogeochemia sekwestracji CO_2 w poziomach wodonośnych – badania modelowe i eksperymentalne. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **445**: 355–362.

SUMMARY

The paper presents conclusions of modelling research of inappropriately liquidated shallow production oil wells. Model experiments showed that under the confining pressure the well space is being converged with a different intensity depending on the ductile properties of rock, when the liquids can be extruded from the well to the zones of lower pressure. A narrow channel filled with oil remains in the rock massif, or fissures filled with oil are being formed (these two structures allow for fluid flow), or oil is expelled into zones of more heterogeneous rocks. If the liquid filling the well has no possibility to escape, only a partial deformation of the well's cross-section is observed, accompanied by the hydraulic fracturing of the surrounding rock. It was proven that in the analyzed conditions, convergence of abandoned wells is not equivalent to the borehole liquidation, as its open space still allows for contacts of reservoir fluids – posing a pollution threat to groundwater and ground surface.