

Tomasz GÓRKA<sup>1</sup>, Marek RASAŁA<sup>2</sup>

## OCENA STANU TECHNICZNEGO OTWORÓW GEOTERMALNYCH PRZY WYKORZYSTANIU GEOFIZYCZNYCH TECHNIK DEFECTOSKOPII ELEKTROMAGNETYCZNEJ EMDS

Orurowanie otworów geotermalnych narażone jest na korozyjne (chemiczne i mechaniczne) działanie wód termalnych, mogące prowadzić do powstania wtórnych perforacji. Szczególnie intensywnie procesy te są obserwowane w otworach iniekcyjnych, co związane jest m.in. z natlenieniem zatłaczanych wód oraz obecnością w nich cząstek stałych. Powstanie wad w elementach konstrukcyjnych otworów może prowadzić nie tylko do konieczności ich wyłączenia z ruchu i podjęcia działań rekonstrukcyjnych, lecz tworzy również możliwość pozarurowej migracji solanek, a w rezultacie może skutkować nawet degradacją jakości użytkowych wód podziemnych.

W literaturze opisywane są skutki procesów korozyjnych i abrazyjnych, prowadzące nawet do powstawania perforacji na znacznej powierzchni. Z reguły ocenę stanu technicznego orurowania przeprowadza się poprzez pomiary zmian geometrii kolumny rur okładzinowych (średnicomierze wieloramienne typu „MIT”) oraz stanu zacementowania rur (cementomierze akustyczne, np. CBL, RBT). Bardzo użyteczną technikę pomiarową, stosowaną w Polsce dopiero na niewielką skalę, stanowi metoda tzw. defektoskopii elektromagnetycznej EMDS, która wydatnie uzupełnia ocenę techniczną otworów geotermalnych.

Umożliwia ona monitoring procesów korozyjnych poprzez pomiary grubości ścianki orurowania osłonowego. W stosunku do metod akustycznych, jej główną zaletą jest znaczna głębokość penetracji od osi otworu, co przy korzystnym stosunku średnic umożliwia weryfikację zabudowy nawet do czterech kolumn rur oraz ilościową ocenę procesów korozyjnych dla dwóch kolumn wewnętrznych. Dodatkowo, technika ta nie jest wrażliwa na osady i in-

---

<sup>1</sup> Bohrlochmessung – Storkow GmbH Sp. z o.o. Oddział w Polsce, ul. Kożuchowska 30, 65-364 Zielona Góra.

<sup>2</sup> Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Zakład Hydrogeologii i Ochrony Wód, Instytut Geologii, ul. B. Krygowskiego 12, 61-680 Poznań.

krustacje występujące na ścianie orurowania. Nie ma na nią również wpływu medium wypełniającego otwór, przez co można ją stosować również w otworach niewypełnionych wodą (tj. m.in. na odcinkach powyżej zwierciadła wód podziemnych).

Pomiary metodą EMDS można wdrożyć zarówno w sytuacji awaryjnej, jak i w ramach systematycznych pomiarów kontrolnych stanu technicznego otworów dla oceny postępu niszczenia chemicznego i mechanicznego orurowania. Umożliwia więc podjęcie wyprzedzające działania naprawcze. Optymalnym rozwiązaniem jest wykonanie tych pomiarów już bezpośrednio po odwierceniu otworów. Uzyskuje się wówczas nie tylko wyjściowy stan grubości rur, lecz można również dokonać detekcji wad materiałowych, m.in. oceny czy dany odcinek kolumny mieści się w normatywnej tolerancji materiałowej. Należy bowiem zwrócić uwagę, że zgodnie z obowiązującymi normami dopuszcza się redukcję grubości danego typoszeregu rur wiertniczych w zakresie 10–15%, zależnie od średnicy i grubości nominalnej. Nieuwzględnienie tego możliwego odstępstwa często prowadzi do błędów interpretacyjnych dla pomiarów prowadzonych wyłącznie urządzeniami typu *multifinger*. Ponadto procesy korozyjne postępują zarówno na wewnętrznej, jak i zewnętrznej ścianie orurowania, czego nie da się ilościowo ocenić wykonując jedynie pomiar wewnętrznej średnicy rur.

**Słowa kluczowe:** geofizyka otworowa, otwory geotermalne, defektoskopia elektromagnetyczna EMDS

## WELL INTEGRITY EVALUATION IN GEOTHERMAL WELLS USING INDUCED ELECTROMAGNETIC DEFECTOSCOPY EMDS

Casing strings in geothermal wells are among others exposed to the corrosive and abrasive properties of thermal water, which may lead to severe problems in well operations, which include casing damages. These processes are particularly observed in reinjection wells and are caused by the high oxygen content and the presence of solid particles in injected waters. Casing damages in geothermal wells may not only lead to the necessity of taking them out of service or undertaking costly repair activities, but also make the possibility for brine to migrate behind casings, which may even result in the groundwater quality degradation.

The effects of corrosion and abrasion, leading to damages and leaks are widely known. Therefore, the well integrity evaluation usually includes the casing condition inspection, which is typically carried out by the measurement of the caliper with the multi-finger imaging tools, as well as the cement job evaluation performed with cement bond tools. However,

a very useful wireline measurement technique, in common operations in Poland used less frequently so far, is the so-called electromagnetic defectoscopy (EMDS).

This method enables the monitoring of corrosion processes by measuring the wall thickness of the casing string. Against the acoustic methods, its main advantage is the penetration depth, which in favorable conditions (casings' diameter ratio), allows the verification of up to four strings and a quantitative assessment of corrosion processes for the two internal ones. In addition, this technique is insensitive to mineral deposits and scales occurring on a casing wall, as well as it is also unaffected by the drilling mud and thus can also be used in wells which are not filled with fluids (for example above the groundwater table).

These measurements can be implemented both in emergency runs as well as a part of systematic integrity evaluation programs in order to assess the progress of chemical corrosion and mechanical fatigue of the casing. It thus allows for the appropriate maintenance in terms of a long-life operation of the geothermal well. The ideal solution is to start the measurements immediately after completion. In that manner not only is the initial wall thickness obtained, but also the material defects can be detected. It is important as the standards, depending on the diameter and nominal wall thickness, allow for the 10–15% thickness reduction. This must be taken into account in order not to lead to interpretation errors for measurements carried out only with multi-finger tools. In addition, as the corrosion processes develop both on the internal and external casing wall, they cannot be quantified only by caliper logs.

**Keywords:** well logging – borehole geophysics, geothermal wells, electromagnetic defectoscopy EMDS

