RYSZARD WYRWICKI

Katedra Geologii i Ekonomii Złóż UW

GEOLOGICZNE ROZPOZNANIE ZŁÓŻ SUROWCÓW CERAMIKI BUDOWLANEJ

Wraz z rozwojem budownictwa wzrasta zapotrzebowanie na materiały budowlane a wśród nich na wyroby ceramiki czerwonej — cegły, pustaki, dachówki oraz na cegły kratówki. Stare zakłady ceramiczne wymagają rozbudowy, w dużej ilości powstają nowe. Dla jednych i dla drugich potrzebne jest zabezpieczenie w surowiec co najmniej na okres akumulacji zainwestowanych sum. W tym celu prowadzone są rozpoznawcze badania geologiczne złóż surowców, a wyniki tych prac są ujmowane w formie dokumentacji. Do tej pory wykonano ponad 300 dokumentacji (nie licząc kart rejestracyjnych złoża). Stanowią one bogaty materiał źródłowy do poznania geologii złóż surowców ilastych.

Znaczną część tych dokumentacji, zwłaszcza z ostatnich lat, przeanalizował autor zbierając dane do opracowania geologii złóż ceramiki budowlanej. Zanim praca zostanie zakończona i opublikowana, należałoby już teraz zwrócić uwagę na niektóre zagadnienia w prowadzeniu prac geologiczno-rozpoznawczych i ich dokumentowaniu.

PRACE GEOLOGICZNO-ROZPOZNAWCZE A DOKUMENTACJA

Istotą dokumentacyjnych prac geologicznych jest rozpoznanie złoża — jego budowy geologicznej, rozmieszczenia w surowcu składników szkodliwych, stosunków wodnych, przydatności surowca i jego różnych gatunków do produkcji danego asortymentu lub możliwości otrzymania innych produktów.

Wyniki tych prac jak również wyniki badań technologicznych glin przedstawiane są w formie dokumentacji geologicznej i powinny służyć przyszłemu użytkownikowi złoża.

Złoża surowców ceramiki budowlanej są na ogół małymi fragmentami dużych jednostek geologicznych, stąd konieczne jest, aby inwestor określił warunki bilansowości danego złoża, od których zależy rentowność jego eksploatacji. Wśród tych warunków trzeba, aby inwestor podał jednostce prowadzącej badania następujące dane:

1. Czy należy zbadać przydatność danej gliny do produkcji określonego asortymentu wy-

robów, np. glin morenowych do produkcji cegły pełnej, lub jakie asortymenty w ogóle można produkować z danej kopaliny, np. z iłów poznańskich — cegłę kratówkę, sączki, pustaki itp.

2. Przy nieograniczonej powierzchni badań — projektowany okres istnienia zakładu i projektowane zapotrzebowanie roczne na jeden lub kilka gatunków surowca albo granice obszaru przeznaczonego do badań. Nieuzasadnione są bowiem prace badawcze nad surowcem w ilości starczającej na 140 lat produkcji (autentyczne).

3. Dopuszczalną średnią grubość nadkładu, gdy:

a) nadkład jest bezużyteczny lub zawiera składniki szkodliwe,
b) nadkład jest współkopaliną — np. materiałem schudzającym.

4. Głębokość eksploatacji.

Dopiero mając te dane pracownia geologiczna lub geolog przystępuje do właściwych prac projektowych i wykonawczych.

PRACE WIERTNICZE

Znaczną część, można powiedzieć podstawową część, prac geologicznych stanowią prace wiertnicze.

Geologiczną obsługę prac wiertniczych podzielić należy na dwa etapy: opracowanie planu wierceń i kierowania pracami wiertniczymi.

Plan wierceń, będący zazwyczaj częścią projektu robót geologicznych, powinien obejmować:

a) rozmieszczenie wierceń — ilość otworów i odległości między nimi,
b) określenie głębokości każdego otworu,
c) określenie średnicy wierceń.

Podstawą do określenia ilości wierceń i ich przestrzennego rozmieszczenia jest kubatura surowca, jaką mamy zapewnić przyszłemu zakładowi przemysłowemu. Odległości między wyrobiskami regulują instrukcje prezesa CUG.

Określenie planowanej głębokości otworu

Niezwykle ważnym elementem w planowaniu wierceń, na który dotychczas bardzo mało lub wcale nie zwraca się uwagi, jest określenie, do jakiej głębokości powinien być wiercony każdy otwór przy założeniu, że w czasie prac poszukiwawczych został wykonany plan sytuacyjno-wysokościowy. Głębokość otworu wiertniczego zależy od czynników natury przyrodniczej i projektu przyszłej eksploatacji. Generalną zasadą powinno być, że:

1. Pokłady o małej miąższości — glin morenowych, aluwialnych, glin lessowych i lessów, mułków i iłów zastoiskowych — przewierca się całe plus ok. 1 m w skałach podścielających miękkich a ok. 0,5 m w skałach litych, np. marglach kredowych pod lessami.

2. Pokłady o miąższości przekraczającej głębokość eksploatacji (iłów i iłołupków karbońskich, glin permskich, iłów triasowych, jurajskich i trzeciorzędowych) należy przewiercać do określonego poziomu, który w przyszłości będzie poziomem eksploatacji niezależnie od morfologii terenu.

3. Do złóż soczewkowych (iłów elbląskich i zastoiskowych) i zaburzonych glacitektonicznie (iłów mioceńskich, plioceńskich, czwartorzędowych) — najtrudniejszych do rozpoznania i zaliczanych do III grupy złóż należy stosować obie powyższe zasady, tj. otwory wiercić w skałach zawierających surowiec do określonego poziomu, a jeśli spąg surowca leży powyżej określonej rzędnej, to po przewierceniu ok. 1 m w skałach otaczających otwór zatrzymuje się.

Błędem, który zbyt często występuje w wykonanych dokumentacjach, jest właśnie nieuwzględnianie morfologii i zmian spągu złoża i wykonywanie otworów o jednakowej głębokości na całym złożu. Efekt jest taki, że część otworów ma za dużą głębokość i niepotrzebnie podnosi koszty prac, a część nie osiąga poziomu przyszłej eksploatacji i jest powodem nierozpoznania całego złoża. Wielu dokumentatorów tłumaczy to tym, że miernicy nie zdążyli zaniwelować otworów, co wydaje się dziwne. Chodzi przecież o różnice kilkumetrowe, nie wynikłe z przyczyn technicznych, a geolog potrafi określić wysokość względną w terenie z dokładnością 1 m.

Określenie średnicy wierceń

Instrukcja nr 7 prezesa CUG przewiduje, że średnica otworów nie powinna być mniejsza niż 150 mm (§ 5.1) oraz że „wielkość próbki powinna wynosić co najmniej 4 dcm³" (§ 8.1). Wiedząc, że przy wierceniu świdrem spiralnym lub szapą w utworach ilastych uzyskuje się 80—100% urobku, otrzymujemy próby w ilości przedstawionej w tabeli.

Średnica otworu w mm	Objętość próbki w dcm³		
	1 mb	0,5 mb	0,2 mb
80	4,0—5,0	2,0—2,5	0,8—1,0
100	6,2—7,8	3,1—3,9	1,2—1,5
120	9,4—11,3	4,7—5,6	1,8—2,2
150	14,0—17,6	7,0—8,8	2,8—3,5
200	25,1—31,4	12,5—15,7	5,0—6,2

Z tabeli wynika, że w przypadku odwiercenia otworu o średnicy 150 mm (zalecanej instrukcją) i pobieraniu próbek w ilości 4 dcm³ z każdego 1 mb wiercenia (2 dcm³ z 0,5 mb) wyrzuca się 13 dcm³, czyli 75% odwierconej skały. Przy większej średnicy często stosowanej przez przedsiębiorstwa wykorzystanie materiału skalnego jest jeszcze mniejsze. Cytat z jednej z dokumentacji: „Próbki pobrano pod nadzorem geologa w ilości **1 dcm³** (podkreślenie autora) z każdej warstwy litologicznej.

Średnica wierceń od 125 do 200 mm. Próbki pobrano jako średnie i ciągłe, dzięki odwijaniu i przecinaniu wstęgi iłu". Komisja Zasobów Kopalin CUG zatwierdzając tę dokumentację i dziesiątki podobnych akceptowała tym samym ilość pobieranych próbek, wychodząc ze słusznego założenia, że ta ilość w danym przypadku zupełnie wystarcza.

Dla otrzymania cytowanej próbki o objętości 1 dcm^3, nawet z warstw o grubości 0,2 m (a przecież warstwy surowca tej grubości w ceramice czerwonej wydziela się tylko w przypadku, gdy występuje glina z obfitym ziarnistym wapieniem tzw. marglem lub gipsem) wystarczy odwiercić otwór o średnicy 80 mm. Wierceniem otrzymuje się bowiem najbardziej reprezentatywną próbkę zawierającą składniki w ilościach proporcjonalnych do ilości występujących w przewiercanych warstwach. Natomiast przy ręcznym pomniejszaniu próbki istnieje niebezpieczeństwo niezachowania tych proporcji, przez co próbka może być wzbogacona w ten czy inny składnik.

Z analizy dotychczas wykonanych dokumentacji wynika, że wiercenia rozpoznawcze złóż ceramiki budowlanej powinny mieć średnicę 80—100 mm, bowiem ilość uzyskanej próbki 2—3 dcm^3 z każdego 0,5 m wiercenia wystarcza do przeprowadzenia badań wskaźnikowych, technologicznych, chemicznych i pozostawienia próbek archiwalnych. Podana średnica wierceń zapewnia dostateczną dokładność poznania surowca, próbki nie wymagają pomniejszenia, a koszt wykonania tych wierceń (5") zgodnie z jednolitym cennikiem robót wiertniczych jest tańszy o 27% od wierceń o średnicy 8" (zalecanych instrukcją) i o 40% od wierceń o średnicy 10".

Oczywiście, że do otrzymania próbki masowej do badań w skali przemysłowej, pobieranej z całej miąższości złoża lub poziomu eksploatacji, należy wykonać otwory o średnicy większej (200—400 mm), zależnie od grubości serii surowcowej i ilości oraz rodzaju zamierzonych do wykonania wyrobów. Innej ilości gliny potrzeba przecież do uformowania 500 szt. cegły pełnej, a innej do 500 szt. sączków 50 mm.

Kierowanie pracami wiertniczymi jest najważniejszą częścią prac geologiczno-rozpoznawczych, od których zależy właściwa ocena złoża, dlatego też na kierowanie tymi pracami trzeba zwrócić szczególną uwagę.

Geologiczne kierowanie pracami wiertniczymi powinno obejmować:

1) wyznaczanie w terenie miejsc odwiercania otworów,
2) określanie głębokości wiercenia,
3) opisywanie na bieżąco przewiercanych utworów,
4) wykonywanie wstępnych przekrojów geologicznych złoża,
5) pobieranie próbek do badań laboratoryjnych,
6) obserwacje hydrogeologiczne,
7) nadzór likwidacji otworów.

Określanie głębokości otworu w czasie wiercenia

Określenia głębokości wiercenia danego otworu dokonuje się dwukrotnie. Pierwszy raz przed lub zaraz po rozpoczęciu wiercenia, po obliczeniu wysokości miejsca usytuowania otworu (jeżeli nie zdążyli wykonać tego miernicy), a drugi raz w trakcie wiercenia w trzech następujących przypadkach:

1. Otwór wykonany do głębokości równej dopuszczalnej grubości nadkładu nie osiągnął stropu złoża surowca podstawowego.
2. Spąg złoża występuje płycej, niż przewidywano.
3. Spąg złoża — w złożach o małej miąższości — występuje głębiej, niż przewidywano.

W przypadku pierwszym powinno się zatrzymać wiercenie, ale nie likwidować otworu, bowiem z wyników sąsiednich wierceń może się okazać, że natrafiono na wąskie rozcięcie erozyjne wypełnione skałami zaliczanymi do nadkładu, a ten w ogólnym obrazie złoża jest bilansowy. W odmiennej sytuacji otwór powinien być zlikwidowany.

W drugim przypadku otwór po przewierceniu 0,5 — 1 m w skałach podścielających i po przeprowadzeniu ewentualnych obserwacji hydrogeologicznych (bardzo ważne, jeśli występuje woda pod ciśnieniem w podścielających złoża piaskach, np. pod utworami zastoiskowymi) powinien być zlikwidowany.

W trzecim przypadku, zależnie od sytuacji w całym złożu, zatrzymuje się otwór na planowanej głębokości, a jeśli będzie można zejść na niższy poziom eksploatacji (nie występuje zagrożenie zalania wodą, odkrywka będzie dostatecznie szeroka) głębi się otwór dalej.

Decyzje zmiany głębokości wiercenia powinny być podejmowane szybko, w trakcie wiercenia, aby nie powodować zbędnych przestojów.

Opisywanie na bieżąco przewiercanych utworów

Ten fragment prac geologiczno-rozpoznawczych wymaga radykalnej zmiany. Nagminną rzeczą jest opisywanie przewiercanych skał już po pomniejszeniu próbek * dopiero w laboratorium i przez ceramika. Cytuję jeden z nazbyt licznych opisów zawartych w dokumentacji: „Próbki pobrano jako średnie i ciągłe, dzięki odpowiedniemu odwijaniu i przecinaniu wstęgi iłu nawijającego się na spiralę świdra..." i dalej „Badania i opisy makroskopowe wykonała pracownia ceramiczna pod kierunkiem inż. ceramika". Obecnie dysponujemy już taką ilością geologów, która pozwala, aby wymienione pra-

* T. Leśko — Badania wskaźnikowe przy dokumentowaniu surowców ilastych. „Przegląd Geologiczny" 1957, nr 3.

ce geologiczne prowadził geolog a nie technik wiertniczy, inspektor wierceń, brygadzista itp. jak to się działo w ostatnich latach.

Zdarza się również, że przewiercane utwory opisywane są dwukrotnie, raz w czasie wiercenia, drugi raz w laboratorium. Oto przykład takiego podwójnego opisu (autora celowo nie podaję):

Metryka otworu 24	Opis laboratoryjny
1. Gleba piaszczysta, brunatna.	1. —
2. Piasek drobny, szarożółty.	2. Piasek sypki, drobnoziarnisty, żółtoszary. Próbka w stanie surowym luźno zwarta. W przekroju nożem daje powierzchnię szorstką. Z HCl reaguje słabo.
3. Il brunatnoszary.	3. Il brązowoszary z naciekami rdzawymi. Próbka w stanie suchym mocno zwarta. W przekroju nożem daje powierzchnię lśniącą. Ziarnistych zanieczyszczeń szkodliwych nie stwierdzono. Z HCl nie reaguje.

Zdaniem autora, stan ten jest nie do przyjęcia i błędne są twierdzenia, że opracowania surowcowe powinny być jak najbardziej lakoniczne. W ten sposób marnuje się setki jeśli nie tysiące punktów obserwacji skał, takie lakoniczne opisy nie przyczyniają się do lepszej znajomości danych utworów, a przyszłemu użytkownikowi trudno jest porównywać glinę świeżo wydobytą, czasem nawet mokrą, z opisem próbek w stanie suchym i stwierdzić, czy to jest ta glina czy inna.

Każdy odwiert powinien więc być opisywany w terenie, w czasie wiercenia, przed podzieleniem próbek, jak najbardziej szczegółowo możliwie przez geologa opracowującego złoże. Otrzymana bowiem próbka skały jest świeża, widoczna jest tekstura i struktura skały, barwa, zanieczyszczenia materiałem grubym, uławicenia (nawet przy wierceniu świdrem spiralnym); określić można węglonośność gliny oraz wilgotność pokładową.

Nie jest bowiem obojętne, czy glina ma teksturę bezładną czy gruzłowatą, czy też drobno warstwowaną; czy jest zanieczyszczona żwirem czy nie, czy jest odwapniona lub wapnista.

Gliny mające teksturę drobno warstwowaną lub łupkową, zwłaszcza gliny zwarte, sprasowane, wymagają innych, bardziej długotrwałych zabiegów technologicznych niż gliny o teksturze bezładnej.

Obecność zanieczyszczeń gruboziarnistych (powyżej 5 mm) może zdecydować o przydatności gliny do produkcji wyrobów cienkościennych, a przecież ziarn żwiru, szczególnie o dużej średnicy, nie przeznacza się do badań laboratoryjnych, stąd też w opisach wykonanych dopiero w laboratorium zostaną one pominięte.

Stwierdzenie występowania w glinach węglanu wapniowego, określenie czy jest on pylasty, ziarnisty czy skonkrecytyzowany (tzw. margiel) i określenie rozmieszczenia w profilu złoża stref odwapnienia, wtórnej koncentracji i pierwotnej zawartości $CaCO_3$, pozwala na selektywną eksploatację, eliminację części surowca z produkcji lub opracowanie odpowiedniej technologii produkcji.

Na wilgotność pokładową glin do tej pory nie zwracano uwagi, chociaż instrukcja nr 7 prezesa CUG — § 8.2 — wymaga badań wilgotności pokładowej glin ceglarskich. Wilgotność pokładowa niejednokrotnie decyduje o przydatności danej gliny do produkcji, o technologii i o możliwości eksploatacji w ogóle. Chodzi tu szczególnie o gliny zawodnione (ale nie wodonośne — bo te mogą być zupełnie suche), czyli takie, których wilgotność pokładowa jest większa od ilości wody zarobowej roboczej. Są to gliny plastyczne lub w stanie półpłynnym, które wymagają podsuszania przed uformowaniem wyrobów i które są szczególnie predysponowane do powstawania osuwisk w kopalni gliny. Suszenie glin lub dodawanie środków odwadniających podnosi koszty wyrobów, a często czyni produkcję nieopłacalną.

Czy wobec tego we wszystkich glinach należy oznaczać wilgotność pokładową? Nie — wilgotność pokładową należy oznaczać tylko wówczas, gdy opisujący stwierdzi (w terenie nie w laboratorium) dotykiem występowanie gliny zbyt mokrej lub ma wątpliwości, czy nie jest ona zbyt mokra. Stwierdzenie na podstawie badań laboratoryjnych występowania glin zawodnionych pozwoli przewidzieć i opracować odpowiednią technologię przed rozpoczęciem eksploatacji albo zaniechać jej w ogóle.

OPRACOWANIE GEOLOGII ZŁOŻA

Zagadnienie dotyczące budowy geologicznej złoża w dotychczas wykonanych dokumentacjach jest nazbyt lakonicznie opracowywane i w skrajnym przypadku ograniczyło się do jednego zdania „złoże zbudowane jest z iłów warwowych" poprzedzonego dwustronnicowym opisem kredy, trzeciorzędu i czwartorzędu, czyli otoczenia złoża. Tymczasem opracowanie geologii złoża wymaga równie dokładnego opracowania co i określenie jakości surowca, ponieważ ta ostatnia ściśle zależy od budowy geologicznej i ponieważ końcowym efektem jest praca nosząca tytuł — dokumentacja geologiczna złoża a nie ceramiczna.

Szczególnie więcej uwagi należy poświęcić:

a) budowie nadkładu i stosunkom wodnym w nim,

b) budowie złoża — warstwowaniu i ułożeniu warstw,

c) teksturze skał stanowiących surowiec,

d) przestrzennemu rozmieszczeniu składników szkodliwych — glin zamarglonych, gipsów i siarczanów rozpuszczalnych w wodzie oraz siarczków żelaza.

Dla graficznego zobrazowania budowy złoża najwłaściwsze są przekroje geologiczne, z których zjawiska geologiczne zaznaczone są szrafurą i umownymi znakami, a cechy technologiczne — naniesionymi na przekroje kolorami. Zupełnie niestosowane są natomiast przekroje technologiczne obrazujące zmiany jakości kopaliny bez uwzględnienia budowy geologicznej, np. wśród wykonanych już dokumentacji znajdują się przekroje, w których „warstwy" surowca o jednakowej skurczliwości leżą poziomo, a profil wyrobiska o tym samym kierunku cięcia wskazuje, że warstwy iłu mają upad 30—40° i są przeławicone piaskiem. W tej sytuacji przekroje technologiczne wprowadzają przyszłego użytkownika w błąd.

Z drugiej strony, nieuzasadnione jest wydzielanie pojedynczych cienkich soczewek i ławic (grubości przeciętnie 0,5 m) surowca chudego, np. mułków lub pyłów, występującego wśród surowca plastycznego parumetrowej miąższości, jako odrębnego rodzaju surowca i obliczanie osobno jego zasobów, ponieważ tego rodzaju przeławicenie nie zmienia globalnej jakości surowca w obrębie poziomu eksploatacji. Uzasadnione i nawet konieczne są takie wydzielenia w złożach cienkich, w których surowiec chudy w wyraźny sposób obniża jakość surowca podstawowego.

Na zmienność jakości surowca w przestrzeni, jaką jest poziom eksploatacji, niemały wpływ ma tektonika złoża. Poznanie budowy tektonicznej złóż cienkich, które rozpoznajemy w całej miąższości aż do utworów podścielających: glin morenowych, zastoiskowych, lessowych i lessów, glin eluwialnych, iłów pliocenu, miocenu i oligocenu, iłów triasowych i glin permskich, nie stanowi żadnego problemu. Budowę tektoniczną złóż przedkenozoicznych o dużej miąższości o tektonice nieciągłej i wpływ jej na zmienność jakości surowca można również stosunkowo łatwo poznać. Przewodnie w obrębie złoża będą w złożak karbońskich warstwy piaskowców, węgli i poziomy sferosyderytów, w kajprowych — ławice wapieni, w doggerskich — poziomy sferosyderytów. Trudniejsze jest natomiast poznanie tektoniki złóż glin trzeciorzędowych, zwłaszcza zaburzonych glacitektonicznie, z których najtrudniej jest poznać budowę tektoniczną w iłach poznańskich. Pomocnicze mogą tu być warstwy piasku przedzielającego iły lub o wiele pewniejsze, ale bardzo trudne do wyróżnienia w wierceniu, warstwy konglomeratów zlepieńców iłowo-ilastych z pojedynczymi otoczakami skał krystalicznych. Dla zaburzonych glacitektonicznie czwartorzędowych złóż iłów zastoiskowych „przewodnie" mogą być iły wstęgowe o dużej miąższości występujące często w dolnej części osadów.

Jak z powyższego wynika. w większości złóż o nieregularnej budowie tektonicznej można znaleźć poziom czy warstwę, które pozwolą na prześledzenie tektoniki w złożu — wymaga to jednak dokładnego przeglądania materiału skalnego z wierceń i wyrobisk i zwracania uwagi nawet na bardzo drobne szczegóły.

*

Na zakończenie celowe wydaje się podanie ramowej kolejności wykonywania badań jakości kopaliny, w której niespełnienie wymogów jednego punktu eliminuje wykonanie kolejno następujących prac. Kolejność ta jest następująca:

1. Wstępne określenie bilansowości złoża na podstawie stosunku nadkładu do złoża oraz stosunków wodnych (konieczność zostawienia ław ochronnych lub ścian oporowych).
2. Określenie wilgotności pokładowej.
3. Określenie zawartości ziarnistego wapienia tzw. marglu.
4. Określenie liniowej skurczliwości wysychania i wody zarobowej teoret.
5. Wypał w jednej, dwóch lub trzech temperaturach surowca nie schudzonego i określenie:
   a) zawartości siarczanów rozpuszczalnych w wodzie (wykwitów),
   b) nasiąkliwości i wytrzymałości na ściskanie,
   c) skurczliwości wypału i całkowitej i strat wagowych.
6. Obliczenie ilości surowców schudzających i opracowania receptury mieszanek.
7. Wypał mieszanek w jednej lub w dwóch temperaturach i określenie:
   a) nasiąkliwości i wytrzymałości na ściskanie,
   b) zdolności występowania wykwitów siarczanowych.
8. Przeprowadzenie badań próbek masowych w skali przemysłowej.

Szczupłość ram artykułu nie pozwala na bardziej szczegółowe omówienie poruszonych zagadnień i podanie jeszcze innych problemów związanych z całokształtem prac związanych z ekspertyzami złóż surowców ceramiki budowlanej.

SUMMARY

The author discusses some problems of execution of the geological reconnaissance works conducted to find the clayey raw materials used for production of construction ceramics. These problems concern:

a) a geological attendance of drilling works, particularly a determination of both the bore-hole diameter and the depth; description of samples and hydrogeological observations,

b) a geological elaboration of a deposit; elaboration of structure of overburden and that of deposit, as well as an establishing of the relationship between the raw material and the tectonic structure of deposit.

Moreover, the author gives the general succession of the research works concerning the quality of the raw material.