

Antoni GOSZCZ

WPLYW GENEZY DEFORMACJI TEKTONICZNYCH NA POLE NAPRĘŻEŃ
I ODKSZTAŁCEŃ W GÓROTWORZE KARBOŃSKIM NA OBSZARZE
GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Streszczenie. Omówiono znaczenie genezy zaburzeń tektonicznych występujących w przeważającej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, podając wpływ tego czynnika na rozkład naprężeń i odkształceń w górotworze karbońskim, związanych z tektoniką regionu. Przeanalizowano ponadto możliwości występowania residualnych naprężeń tektonicznych w skałach.

Wiele zjawisk geodynamicznych występujących w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) tłumaczy się występowaniem naprężeń tektonicznych. Naprężenia te, nakładając się na litostatyczne, powodują z jednej strony powstanie w górotworze obszarów, w których wyężenie skał jest bardzo duże, a z drugiej, stref odprężonych. W literaturze naukowej wielokrotnie rozpatrywano wpływ zaburzeń tektonicznych na stan naprężeń w górotworze, rozpatrując to zagadnienie w różnych aspektach.

W pracach tych przyjmuje się taki lub inny model matematyczno-fizyczny, pomijając dwa bardzo istotne czynniki:

- genezę odpowiednich zaburzeń,
- relaksację naprężeń.

Zarówno jeden jak i drugi czynnik mają zasadnicze znaczenie dla kształtowania się naturalnych zagrożeń górniczych w strefach zaburzeń tektonicznych (uskoków, fałdów, niecek siodeł itd).

Wpływ zaburzeń tektonicznych na rozkład naprężeń w górotworze karbońskim jest tematem badań kilku ośrodków naukowych w Polsce, a między innymi również Instytutu Techniki Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W publikacji niniejszej dokonano próby oceny wpływu na stan naprężeń tektonicznych wymienionych na wstępie czynników, tj. czynnika genetycznego oraz relaksacji tych naprężeń.

1. Geneza deformacji tektonicznych występujących na obszarze GZW

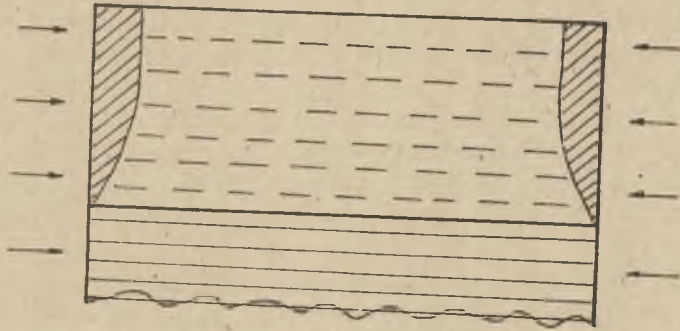
W większości prac dotyczących wpływu tektoniki na stan naprężenia i odkształcenia w górotworze karbońskim nie uwzględnia się przyczyn powodujących powstanie naprężeń tektonicznych w skałach. Jak się jednak okazuje, czynnik genetyczny ma tutaj zasadnicze znaczenie, gdyż wiążą się z nim określone siły tektoniczne, a przede wszystkim kierunki ich działania.

Szczegóły budowy głębokiego podłoża GZW są ciągle jeszcze dyskusyjne, lecz pewne jest, że utwory karbońskie osadziły się na silnie skonsolidowanym podłożu krystalicznym. Podłoże to stanowiło rodzaj płyty oporowej, przejmującej w głównej mierze siły tektoniczne. Zalegające na niej warstwy młodsze, bardziej podatne, tylko na obrzeżach niecki węglowej były narażone na działanie sił poziomych. Stosunkowo mała konsolidacja warstw karbońskich umożliwiła powstanie w tych obszarach struktur typowych dla tektoniki fałdowej. W miarę oddalania się od miejsca przyłożenia nacisków tektonicznych wpływ ich szybko maleje [4]. Dlatego też w partiach oddalonych od obrzeża niecki wpływ poziomych nacisków na stan naprężenia jest praktycznie nieistotny.

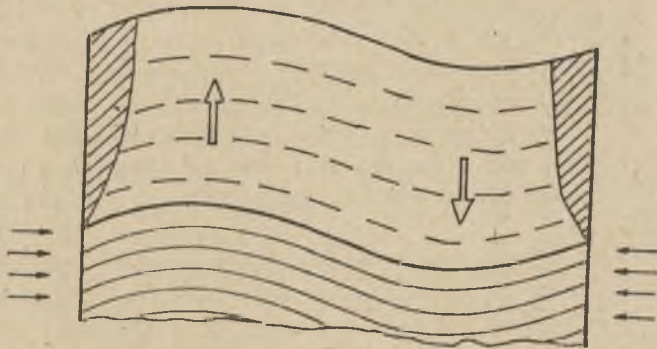
Zasadnicze znaczenie dla rozwoju deformacji tektonicznych w górotworze karbońskim miały deformacje głębokiego podłoża, spowodowane naciskami bocznymi i prądami konwekcyjnymi (rys. 1).

Schemat deformacji tektonicznych w bloku skał osadowych zalegających na sztywnym skonsolidowanym podłożu podano na rys.1. Sinusoidalny typ deformacji podłoża krystalicznego powoduje wypiętrzanie się pewnych obszarów pokrywy osadowej oraz zapadanie się innych. Stąd też analizując wszelkie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia w górotworze karbońskim, na przeważającej części GZW należy zawsze pamiętać, że bezpośrednią ich przyczyną były ruchy pionowe. Ma to zasadnicze znaczenie, gdyż przy tego rodzaju ruchach maksymalne naprężenie główne σ_1 było skierowane w kierunku zbliżonym do pionowego, a naprężenia σ_2 i σ_3 w kierunkach zbliżonych do poziomych. Przy rozpatrywaniu deformacji typu fałdowego oś maksymalnego naprężenia głównego skierowana jest poziomo, a minimalnego-pionowo.






Konsekwencje przyjęcia nieadekwatnego modelu dla obliczeń są oczywiste, gdyż wszelkie rozwiązania dotyczące naprężeń tektonicznych będą wtedy poprawne, jeżeli za ich przyczynę przyjmie się właściwy model geologiczny. Rozpatrując deformacje górotworu spowodowane ruchami pionowymi litosfery można wykorzystywać rozwiązania podane przez A. Sanforda [6]. Należy przy tym pamiętać, że wiele struktur tektonicznych występujących obecnie na obszarze GZW, jak np. niecka bytomska, siodło główne, niecka Kazimierzowska itd., których profil przypomina struktury fałdowe, powstało na skutek pionowych ruchów górotwórczych.



a) faza I - równomierny nacisk tektoniczny



b) faza II - przejście nacisku przez skonsolidowane podłoże krystaliczne

-  Skaly osadowe
-  Podłoże krystaliczne
-  Obszar tektoniki faldowej
-  Kierunek przemieszczania się skal osadowych
-  Kierunek nacisków tektonicznych.

Rys. 1. Uproszczony schemat deformacji tektonicznych na obszarze GZW

2. Możliwości występowania naprężeń tektonicznych

Struktury tektoniczne występujące obecnie na obszarze GZW powstały na skutek ruchów górotwórczych w orogenezie waryscyjskiej i późniejszych, w orogenezie alpejskiej. Największe zaburzenia tektoniczne powstały w okresie dwóch ostatnich faz orogenezy waryscyjskiej, w fazie asturyjskiej i saalskiej.

W fazie asturyjskiej powstało szczególnie dużo zaburzeń, jak np. strefa faldowa w rejonie Michałkowice-Rybnik, siódzko główne, niecka bytomska oraz szereg dużych uskoków: Wojciech, Zuzanna, Grodziecki, Cieszkowski, Klimontowski [2]. W fazie saalskiej intensywność ruchów była prawdopodobnie mniejsza.

Ruchy tektoniczne w orogenezie alpejskiej przejawiały się jako postępujące od południa obniżanie się całego masywu skał osadowych [1]. Podczas tego obniżania się powstało szereg uskoków o kierunku zbliżonym do NWW-SEE, zrzucających na południe. Typowymi przedstawicielami uskoków z tego okresu są uskoki: Kłodnicki i Będziński.

Oczywiste jest, że wszelkie ruchy tektoniczne spowodowały powstanie w skałach karbońskich bardzo dużych naprężeń, które wg M. Gzowskiego [3] wynoszą do 3000 kg/cm^2 , przekraczając tym samym znacznie wytrzymałość skał. Naprężenia tektoniczne, znacznie większe od litostatycznych, spowodowały powstanie w górotworze całkiem nowego pola naprężeń, zwanego przez tektonofizyków tektonicznym polem naprężeń. Z jego istnieniem wiąże się szereg zjawisk z zakresu geodynamiki i geomechaniki, obserwowanych obecnie w kopalniach GZW.

Często uważa się, że przyczyną niektórych tąpnięć w kopalniach są właśnie naprężenia tektoniczne. Interpretacja taka jest jednak znacznym uproszczeniem, gdyż jak się okazuje, skały mają własności ciał sprężystolepkich, w których występuje zjawisko relaksacji naprężeń [5]. Dla oszacowania, jak długo w skałach karbońskich mogą się utrzymywać naprężenia tektoniczne wykorzystano znane równanie Maxwella:

$$\sigma_t = \sigma_0 \cdot e^{-\frac{E \cdot t}{\eta}}$$

oznaczając przez:

σ_t - naprężenia po upływie czasu t residualne ,

σ_0 - naprężenia początkowe,

E - moduł sprężystości liniowej,

η - lepkość ośrodka.

Po przyjęciu ekstremalnych, najbardziej niekorzystnych danych :

$$E = 10^3 \text{KG/cm}^2$$

$$\eta = 10^{23} \text{P}$$

można ocenić maksymalny czas konieczny dla relaksacji naprężeń.

Zależność $\sigma_t : \sigma_0$ od "t" przedstawiono na wykresie na rys. 2.

Na osi poziomej wykresu oznaczono czas i jak się okazuje relaksacja naprężeń do wartości $0,01 \sigma_0$ następuje już po upływie około 15 mln. lat. Obliczenia powyższe mają oczywiście charakter wyłącznie szacunkowy, biorąc jednak pod uwagę, że orogeneza waryscyjska zakończyła się przed 260 mln. lat, są one wystarczająco dokładne. Opierając się na nich, należy wykluczyć możliwość występowania w górotworze karbońskim jakichkolwiek naprężeń tektonicznych związanych z tą orogenezą.

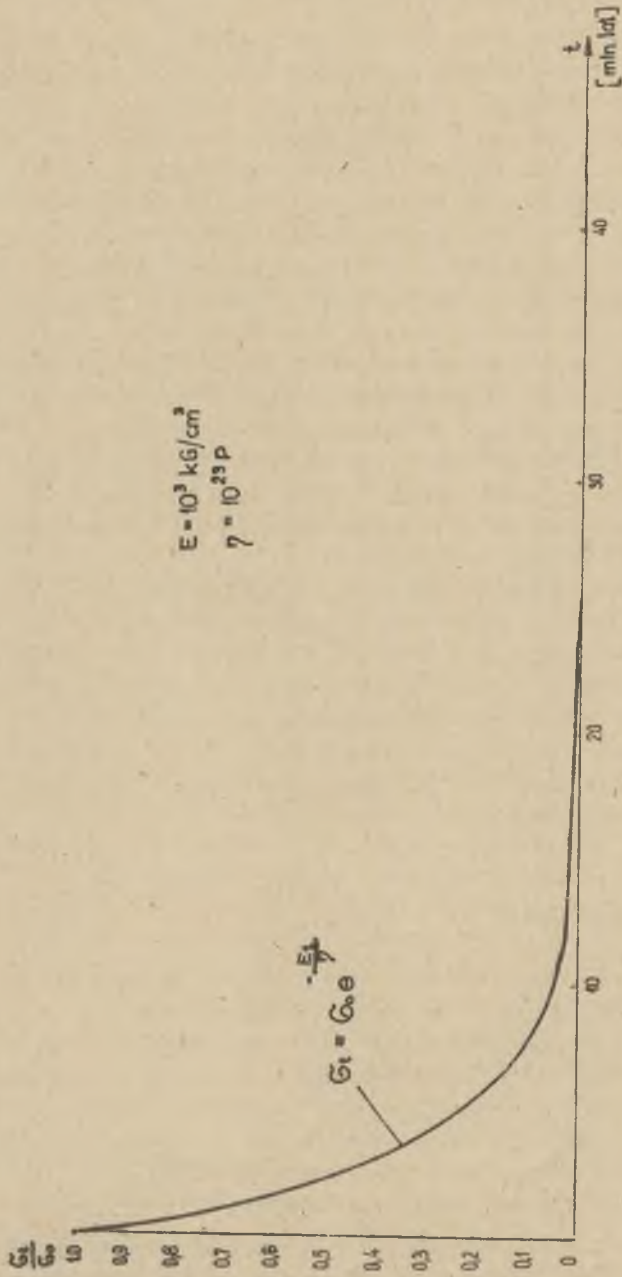
Należy jeszcze podkreślić, że rzeczywiste wartości E i η są znacznie korzystniejsze od przyjętych w obliczeniach, tym bardziej, że w okresie ruchów górotwórczych ze wzrostem intensywności naprężeń stycznych lepkość górotworu maleje.

Wykres na rys. 2 wskazuje jednoznacznie, że w górotworze karbońskim mogą się utrzymywać jedynie niewielkie naprężenia tektoniczne związane z orogenezą alpejską, która wg wielu autorów trwa do dnia dzisiejszego. Wpływ ich na stan naprężenia może być jednak różny, w zależności od rozkładu tektonicznego pola naprężeń. Zagadnienie to zostało wstępnie przeanalizowane i opracowane przez autora, lecz ze względu na złożony charakter towarzyszących mu zjawisk tektonoficznych wykracza poza zakres niniejszej publikacji.

3. Wnioski końcowe

Analiza genezy zaburzeń tektonicznych najczęściej spotykanych na obszarze GZW, prowadzi do następujących wniosków:

1. W przeważającej większości prac dotyczących wpływu zaburzeń tektonicznych na stan naprężenia i odkształcenia w górotworze jako przyczynę powstania tych zaburzeń należy przyjmować pionowe ruchy głębokiego podłoża. Wyjątek stanowią niektóre obszary na obrzeżach GZW, lecz nawet tutaj, przyjmując do analizy model tektoniki fałdowej, należy zachować dużą ostrożność.
2. Zasadnicze znaczenie dla oceny stanu naprężeń tektonicznych w górotworze posiada wiek geologiczny ruchów górotwórczych powodujących te zaburzenia. Zwiększona skłonność węgla do tapania, notowana w pobliżu uskoku wieku waryscyjskiego nie może być tłumaczona obecnością



Rys. 2. Relaksacja naprężeń tektonicznych w skałach karbonińskich

cią naprężeń tektonicznych w ich sąsiedztwie.

3. W górotworze karbońskim mogą występować naprężenia tektoniczne, związane z ruchami górotwórczymi orogenezy alpejskiej. Strefy w jakich występowanie tych naprężeń ma związek z tapaniami można wydzielić na podstawie analizy tektonicznego pola naprężeń.

LITERATURA

- [1] ALEXANDROWICZ S.: Przejawy tektoniki miocenińskiej w Zagłębiu Węglowym. Acta Geol. Pol. v d. XIV nr 2, Warszawa 1964.
- [2] DOKTOROWICZ-HREBNICKI St.: Z problemów karbonu Górnośląskiego zależność między ruchami dna basenu sedymentacyjnego a późniejszą jego tektoniką. Instytut Geologiczny. Prace t. XXX Warszawa 1963.
- [3] GZOWSKIJ M.: Osnovy tektonofiziki. Wyd. "Nauka", Moskwa 1975.
- [4] HAFNER W.: Stress distribution and faulting. Bull. of the Geological Society of America v d 62 nr 4/1951.
- [5] PRICE N.: Mechanics of jointing in rocks. Geological Magazine v d 96 no 2/1959
- [6] SANFORD A.: Analitical and experimental study of simple geological structures. Bull of the Geological Society of America. v d 70/1959.

ВЛИЯНИЕ ПРИЧИН ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ПОЛЕ НАПРЯЖЕНИЙ И НАРУШЕНИЙ В КАРБОНСКОМ МАССИВЕ ВЕРХНЕСИЛЕЗСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Резюме:

В статье рассматривается значение причин тектонических нарушений выступающих в преобладающей части Верхнесилезского бассейна и указывается на влияние данного фактора на распределение напряжений и нарушений в карбонском массиве связанным с тектоникой района. Проанализированы возможности проявления резидуальных тектонических напряжений в породах.

THE INFLUENCE OF THE ORIGIN OF TECTONIC DEFORMATIONS
ON THE STRESS AND STRAIN FIELD IN THE CARBONIFEROUS OROGEN
IN THE REGION OF GÓRNOŚLĄSKIE ZAGŁĘBIE WĘGLOWE

S u m m a r y:

The importance of the origin of tectonic perturbations occurring in most parts of Gornośląskie Zagłębie Węglowe was discussed, and the influence of this factor upon the stress and strain distribution in the Carboniferous orogen, being connected with the peculiarity of the region, was presented. Also, the possibilities of occurrence of the tectonic residual stresses in rocks were analyzed.