

ale wraz z jakościową zmianą rozkładu sił osiowych (wzrost wartości po stronie zawietrznej, zmniejszenie po stronie nawietrznej), mogą być istotne w zagadnieniach optymalizacji zwłaszcza wysokich konstrukcji ramowych poddanych działaniu dużych obciążeń pionowych i poziomych.

PIŚMIENNICTWO

[1] Birnstiel Ch., Iffland J. S. B.: *Factors Influencing Frame Stability*. „Journal of the Structural Division”, ASCE, vol. 106, No ST2, Feb. 1980.

- [2] Ilków W., Litwiński A., Szajer B.: *Automatyzacja obliczeń stateczności konstrukcji stalowych metodą Δ -P*. „Inżynieria i Budownictwo”, nr 4/1980.
- [3] Janczura A.: *Optymalizacja wybranego typu konstrukcji ramowych z wykorzystaniem metody sieciowej*. Praca doktorska. Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, 1981.
- [4] Rutenberg A.: *Simplified P-Delta Analyses for Asymmetric Structures*. „Journal of the Structural Division”, ASCE, vol. 108, No ST9, Sept. 1982.
- [5] Wood B. R., Beaulieu D., Adams P. F.: *Column Design by P-Delta Method*. „Journal of the Structural Division”, ASCE, Vol. 102, No ST2, Feb. 1976.
- [6] Wood B. R., Beaulieu D., Adams P. F.: *Further Aspects of Design by P-Delta Method*. „Journal of the Structural Division”, ASCE, vol. 102, No ST3, March 1976.

Dr inż. RYSZARD SKARZYŃSKI
Mgr inż. ELIGIUSZ POSTEK

Warszawa



Mikrorejjonizacja parasejsmiczna na terenach górniczych

Budownictwo na terenach górniczych jest dziedziną techniki zajmującą się projektowaniem i wznoszeniem budowli przystosowanych do przenoszenia obciążeń spowodowanych odkształcaniem się podłoża. W dotychczasowej praktyce obciążenia te kojarzą się z odkształceniami dokonującymi się powoli, bez powstawania sił bezwładności. Zjawiska zachodzące w podłożu ujmowane są według zasad reologii ośrodków sypkich. Jednak analiza opierająca się na powyższych zasadach obecnie okazuje się niewystarczająca. Nie obejmuje ona bowiem zjawisk dynamicznych, które towarzyszą przebiegowi odkształcania się podłoża. Coraz większa intensywność i częstość występowania wstrząsów sprawia, że pojęcie „szkód górniczych” musi być obecnie rozszerzone na zagadnienia dynamiki budowli. Powstaje zatem konieczność korzystania z metod, którymi operuje inżynieria antysejsmiczna.

W krajach, w których występują wstrząsy pochodzenia naturalnego inżynieria antysejsmiczna ma już duże doświadczenia, bogatą literaturę i szczegółowe wytyczne projektowania, wznoszenia i użytkowania obiektów budowlanych. W Polsce, niemal całkowity brak naturalnych wstrząsów sejsmicznych spowodował upowszechnienie się w technice budowlanej „statycznego” podejścia do zagadnień projektowania konstrukcji, co oczywiście nie sprzyjało popularyzacji dynamiki budowli wśród projektantów. Sytuacja ta znalazła również odzwierciedlenie w polskiej literaturze technicznej dotyczącej budownictwa na terenach górniczych. Bogata i dostępna jest w niej problematyka obejmująca zjawiska reologiczne i ich wpływ na konstrukcje budowlane. Brakuje natomiast zasad projektowania, wznoszenia i użytkowania obiektów budowlanych na terenach zagrożonych wstrząsami, mających zwłaszcza formę normatywów technicznych bądź podręczników.

Aby wypełnić tę lukę, konieczne jest zorganizowanie długotrwałych, ciągłych obserwacji i pomiarów intensywności wstrząsów w celu przygotowania prognoz obciążenia parasejsmicznego. Działania te należy podjąć niezwłocznie, aby nie dopuścić do sytuacji, w której rzeczywistość wyprzedzi przygotowania techniczne.

W ostatnich latach stwierdza się wyraźny wzrost częstości występowania szkód budowlanych wyrządzonych przez wstrząsy. Jest to wynik intensyfikacji wydobywania. Zasięg szkód spowodowanych przez wstrząsy, chociaż do chwili obecnej obejmuje głównie elementy drugorzędne pod względem konstrukcyjnym, wykazuje jednak tendencję wzrostu

i przynosi coraz większe straty. Z drugiej strony kraj nie może zrezygnować z wydobywania surowców. Nadszedł więc czas, aby do tej sytuacji przygotować budownictwo.

Obszar Polski, poza niewielkimi terenami górkimi, jest wolny od liczących się wstrząsów naturalnych. W niniejszym artykule będą więc poruszone tylko zagadnienia parasejsmiczne, a ściślej — odnoszące się do wstrząsów na terenach górniczych. Obecnie terenami pod tym względem aktywnymi są: Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW), Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy (LGOM) i Kopalnia Odkrywkowa Węgla Brunatnego w Bełchatowie. Prawdopodobnie w najbliższym czasie trzeba będzie do nich zaliczyć również okręg lubelski. Ze względu na różne stosowane w tych okręgach metody wydobywcze i różne wydobywane surowce, klasyfikacja źródeł i charakterystyka wstrząsów jest tu możliwa tylko na podstawie kryteriów dających się stosować równocześnie we wszystkich przypadkach. Wśród kryteriów, które mogą interesować technikę budowlaną można wymienić: intensywność, czas trwania wstrząsów, podstawowe częstości drgań w obrazie wstrząsu i — co bardzo ważne — geometryczną budowę wstrząsów, rodzaje fal powierzchniowych, ich długości i prędkości rozchodzenia się. Wymienione tu charakterystyczne cechy zjawisk powierzchniowych obecnie nie są możliwe do omówienia. Istnieje bowiem zbyt mało informacji pomiarowych, na których podstawie można by cechy te poznać. Zdobycie tych informacji powinno być celem najbliższych badań. Znacznie więcej wiadomo obecnie o samych źródłach wstrząsów. Z tego względu w niniejszym opisie scharakteryzowano je na podstawie trzech kryteriów: energii źródła, metody wydobywczej oraz stopnia kontroli, którą można sprawować nad przebiegiem zjawiska.

Za najściślej kontrolowane należy uznać wstrząsy spowodowane odstrzałami materiałów wybuchowych w tzw. przodkach. Decyduje o tym rozmiar odpałanej porcji materiału. Może się jednak zdarzyć, że odstrzał staje się czynnikiem wzbudzającym powstanie bardziej skomplikowanego zjawiska lawinowego wyzwiania się energii nagromadzonej w górotworze i wówczas kontrola jest ograniczona lub w ogóle niemożliwa. Podobnie może się zdarzyć w przypadku technologii zawałowej, przy której stosowaniu sterowanie przebiegiem procesu jest znacznie ograniczone. O zupełnym braku kontroli można natomiast mówić wówczas, gdy wyładowana energia wstrząsu pochodzi z odprężenia górotworu i gdy np. jest ona wynikiem pęknięcia

stropu wytworzonego w procesie rozluźniania jednych i napinania się innych obszarów górotworu. Ważną rolę w tym zjawisku odgrywa dysypatywność górotworu, dzięki której pewna część wyładowanej energii ulega stłumieniu, a drgania o wyższych częstotliwościach zostają „odfiltrowane”. W ten sposób do powierzchni docierają wstrząsy o częstotliwościach mniejszych, bardziej niekorzystnie wpływających na konstrukcje budowlane, lecz o zmniejszonej intensywności.

Na tle tej bardzo pobieżnej charakterystyki źródeł można teraz podać kilka bardzo ogólnych uwag na temat wstrząsów w poszczególnych okręgach górniczych. I tak, w GZW wstrząsy powierzchni pojawiają się w wyniku działania wszystkich wymienionych przyczyn. Najlepsze, kontrolowane, mają dobowy okres powrotu. W ich hipocentrum wyładowują się najmniejsze wartości energii, tzn. rzędu 10^5 J. Natomiast wstrząsy największe, którym przypisywane są energie rzędu 10^9 – 10^{10} J, pojawiają się rzadziej, lecz w związku z intensyfikacją wydobycia zmniejsza się ich okres powrotu. GZW, mimo że wstrząsy są tam częste, przypisywana jest jednak najmniejsza sejsmiczność ze wszystkich trzech okręgów górniczych.

Nieco inaczej przedstawia się sytuacja LGOM, gdzie górotwór wydaje się mniej dysypatywny. Sejsmiczność tego okręgu jest wyraźnie większa niż GZW. O zwiększonej aktywności sejsmicznej LGOM decyduje też stosowanie zawalowych metod wydobywczych. Powoduje to nie tylko większe i słabo kontrolowane wyładowania w źródle, ale także wpływa na zmiany stanu równowagi w górotworze, przy czym występujące w nim piaskowce mają zdolność nagromadzania dużych energii i gwałtownego jej wyładowania w czasie pękania.

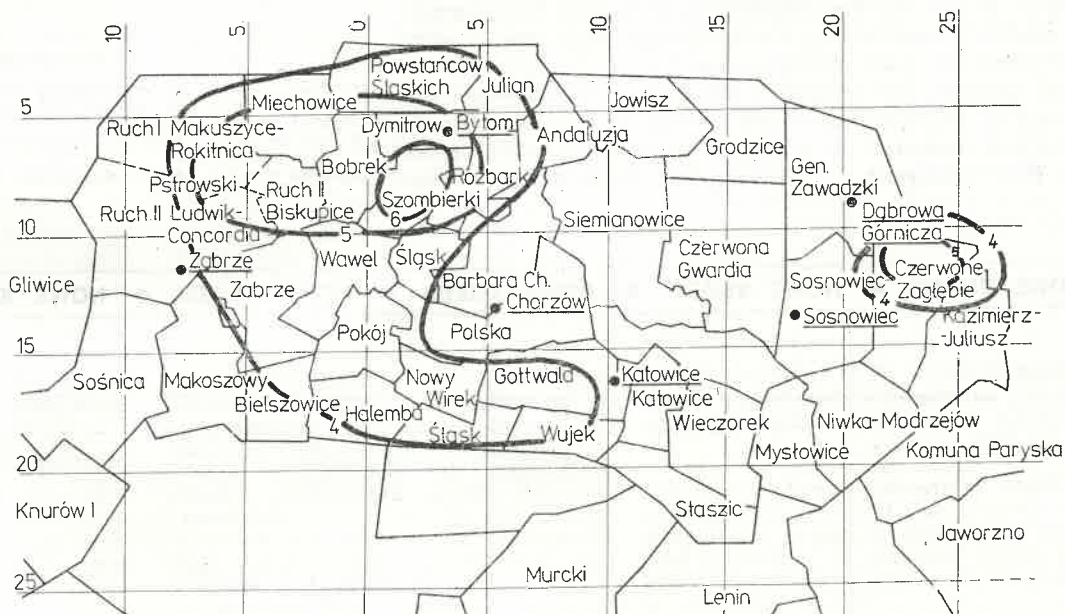
Zupełnie inne kryteria oceny sejsmiczności należy zastosować do kopalni w Bełchatowie. Jest to układ inny, niż głębokie kopalnie, a jego aktywność sejsmiczna jest już obecnie znaczna i, jak się wydaje, wykazuje tendencje wzrostu. Wiąże się to ze znaczną zmianą stanu równowagi nacisków na powierzchnię terenu i jego odwodnieniem. Wykop ma głębokość ok. 100 m, zwałowisko zaś obok wykopu ma wysokość ok. 80 m. Powstała więc znaczna, bo wynosząca ok. 3,5 MPa, różnica w stanie naprężenia. W celu wyjaśnienia mechanizmu wstrząsów w tym okręgu postawiono trzy różne hipotezy, z których pierwsza wskazuje na pobudzenie aktywności zjawisk tektonicznych w głębszych warstwach jako przyczynę wstrząsów powierzchni. Druga ma charakter geotechniczny, dopatrując się przy-

czyny wstrząsów w usuwiskach i ześlizgiwaniu się mas ziemnych. Trzecia z hipotez tłumaczy sejsmiczność terenu jako wynik zakłócenia stosunków wodnych. Jest rzeczą prawdopodobną, że wszystkie trzy mechanizmy mają swój udział w sejsmicznym uaktywnieniu okręgu bełchatowskiego.

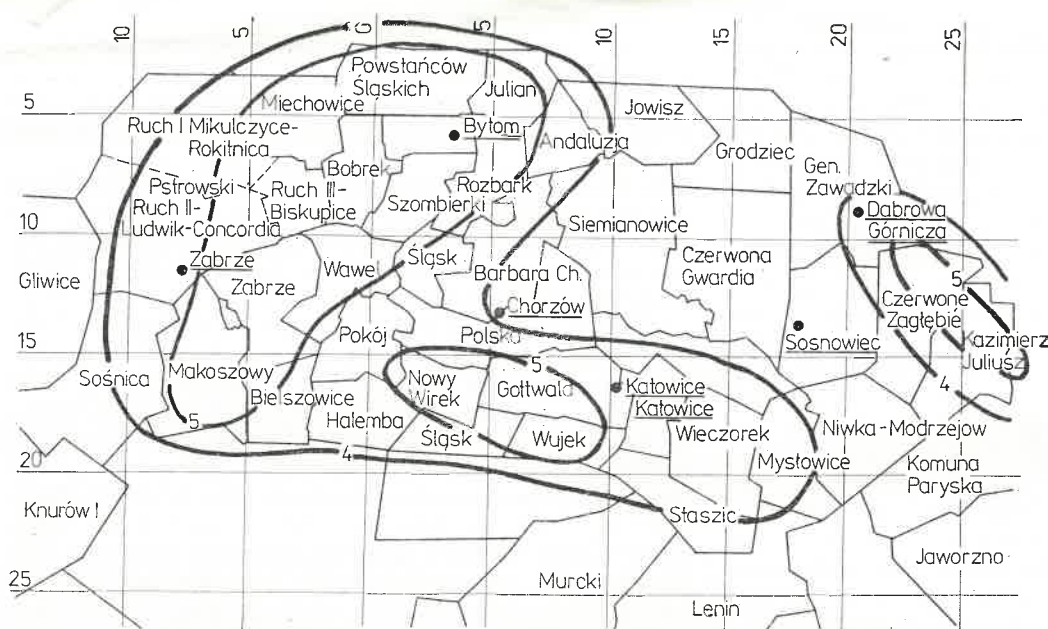
Ta bardzo pobieżna analiza stanu sejsmiczności głównych okręgów górniczych Polski opiera się na dość powierzchownych informacjach i obserwacjach. Dlatego powinny one być sprawdzone szczegółowymi i wszechstronnymi badaniami doświadczalnymi i pomiarami.

W Instytucie Techniki Budowlanej w Warszawie dokonano próby sporządzenia map parasejsmicznych dla GZW. Mapy te obejmują wstrząsy, które wystąpiły w latach 1977/1982, kiedy to rejestrowano je w sposób zorganizowany i systematyczny. Rejestracji dokonują stacje sejsmograficzne zlokalizowane pod powierzchnią terenu, obsługiwane przez służby górnicze poszczególnych kopalń. Pewna liczba stacji rejestruje wstrząsy powierzchni terenu i jest obsługiwana przez personel naukowy Głównego Instytutu Górniczego, który też prowadzi pełną dokumentację wyników całego programu badań. Sieć stacji na powierzchni terenu jest jeszcze zbyt skromna, aby móc w pełni wyjaśnić kinematyczny obraz wstrząsów. Pomiary prowadzone wg dokumentowanego przez GIG programu dotyczą głównie lokalizacji źródeł wstrząsów i rozmiarów energii. Informacje te skojarzono z rozwiązaniami analitycznymi, które umożliwiają ocenę sejsmiczności powierzchni terenu na podstawie wielkości energii i położenia źródła jej emisji. W ten sposób opracowano doświadczalno-analityczną metodę przygotowania map. Dokonano więc jednej z pierwszych w kraju prób tzw. mikrorejonizacji parasejsmicznej. Wprawdzie sporządzone w jej wyniku mapy nie odpowiadają na wiele pytań, które technika budowlana powinna postawić badaczom w celu pełnego wyjaśnienia wszystkich problemów, jednak do czasu sporządzenia kompleksowej dokumentacji badawczo-pomiarowej mogą one oddać pewne usługi jako opracowanie pilotujące. Możliwe jest ponadto wykorzystanie map przy doraźnych zabiegach wzmacniających konstrukcje już eksploatowane.

Ze względu na niewielki — dla technicznego życia budowlanego — okres sześciu lat, z którego pochodzą dane, sporządzono sześć map stanowiących zestawienia wyników oddzielnie dla każdego roku. Pozwala to na śledzenie tendencji w rozwoju zjawiska w związku z przebiegiem eksploatacji podziemnej. Poszczególne izosejsty są przedsta-



Rys. 1. Izosejsty w 1981 r. na terenie GZW



wione w stopniach skali sejsmicznej MSK 64 (Medwedew, Sponheur, Karnik) — po odpowiednich obliczeniach, które doprowadziły do ustalenia sejsmiczności w punktach epicentralnych oraz odpowiadających im zasięgów odczuwalności. Obliczenia przeprowadzono na podstawie sprawdzonych doświadczalnie wzorów podanych w pracy [1]. Izosejsty powstały jako wynik interpolacji rzutów cechowanych na mapie GZW. Oznaczają one górne granice przedziałów odpowiadających poszczególnym stopniom skali sejsmicznej. Tak np. punkty leżące wewnątrz linii zamkniętej oznaczonej numerem 5 doznały w danym roku wstrząsów o przyspieszeniu $a > 250 \text{ mm/s}^2$. Jako podstawę do opracowania map rocznych przyjęto największe wartości energii emitowanej w źródłach zlokalizowanych za pomocą odpowiednich współrzędnych. Wszystkie mapy wskazują na aktywność sejsmiczną głównie trzech rejonów: bytomskiego, zachodnio-katowickiego i południowo-wschodnio-dąbrowskiego. W niniejszym artykule zamieszczono tylko jedną z map rocznych (rys. 1). Pozostałe znajdują się w archiwum Zakładu Konstrukcji Budowlanych ITB w Warszawie.

Podobne rezultaty ilustruje mapa druga (rys. 2), stanowiąca syntezę wszystkich sześciu lat. Izosejsty będące rezultatem uporządkowania danych o wstrząsach, które wystąpiły w tym okresie powstały na podstawie sum wartości średnich i odchylenia standardowego. Mają one zatem znamiona wielkości charakterystycznych.

Na terenach zagrożonych wstrząsami o intensywności powyżej 5. stopnia skali MSK można oczekiwać licznych, drobnych uszkodzeń w budynkach o najprostszej konstrukcji. Przy wstrząsach o intensywności powyżej 6. stopnia mo-

że dojść do licznych, średnich uszkodzeń murów i wypraw, a nawet lokalnych zniszczeń części budynków lub całych budowli inżynierskich, wrażliwych na wstrząsy. Podstawowe informacje o zjawiskach towarzyszących poszczególnym stopniom skali sejsmicznej MSK zawierają prace [1, 2 i 3].

Sporządzenie map dla GZW, wprawdzie jeszcze nie zawierających pełnych informacji, stało się jednak możliwe dzięki długoletniej eksploatacji pokładów węgla i tradycji gospodarczej górnictwa, która, doskonaląc swoje służby, doprowadziła do zorganizowania sprawnej sieci pomiarów sejsmicznych. Na pozostałych, młodszych terenach górniczych wstrząsy oceniane są jako intensywniejsze. Wg bardzo ogólnikowych jeszcze obserwacji skutków na powierzchni, intensywność wstrząsów w rejonie K.W.B. Bełchatów szacuje się jako większą w stosunku do GZW o ok. 20÷÷30%, a w rejonie LGOM o 50÷70%. Są to jednak oceny bardzo ogólnikowe i wymagające potwierdzenia doświadczalnego. Nie ma jeszcze obecnie wystarczających podstaw do sporządzenia dla tych okręgów map rejonizacji parasejsmicznej.

Tym bardziej konieczne wydaje się niezwłoczne podjęcie prac badawczych, które w końcowym efekcie zapewniłyby bezpieczeństwo budowlom i ich użytkownikom na terenach górniczych.

PISMIENNICTWO

- [1] Dubiński J., Gerlach Z.: Ocena oddziaływania górniczych wstrząsów górotworu na środowisko naturalne. „Przełęcz Górniczy”, nr 3/1983.
- [2] Sympozjum „Wpływy sejsmiczne na budowlę”. Politechnika Krakowska, 1978.
- [3] Ledwoń J. A.: Budownictwo na terenach górniczych. Arkady, Warszawa 1983.

NOWE KSIĄŻKI • NOWE KSIĄŻKI • NOWE KSIĄŻKI • NOWE KSIĄŻKI • NOWE KSIĄŻKI • NOWE KSIĄŻKI

CHARITONOW W. A., DUKARSKI J. M.: **Stroitelnyje konstrukcii (Konstrukcje budowlane)**. Strojizdat, Moskwa 1983, str. 344.

Treść podręcznika podzielona jest na dwie części. W pierwszej zamieszczono rozdziały: 1) ogólne wiadomości na temat budowli, 2) podłoża i fundamenty, 3) ściany i szkielety, 4) stropy i podłogi, 5) ściany działowe, 6) dachy i pokrycia, 7) okna, drzwi i

wrota oraz schody. Część druga obejmuje rozdziały: 8) ogólne wiadomości na temat konstrukcji budowlanych, 9) podstawy obliczeń konstrukcji budowlanych, 10) konstrukcje metalowe, 11) istota konstrukcji żelbetowych, 12) obliczanie i konstruowanie elementów żelbetowych, 13) konstrukcje żelbetowe w budownictwie ogólnym i przemysłowym, 14) specjalne budowle żelbetowe budownictwa sanitarnego, 15) konstrukcje murowe,

16) konstrukcje drewniane i z tworzyw sztucznych.

Treść zilustrowana jest prostymi przykładami liczbowymi.

Podręcznik przeznaczony jest dla techników budowlanych specjalizujących się w zakresie budowy obiektów oraz sieci wodociągowych i kanalizacyjnych.

S.P.