

Stanisław RYBICKI

Piotr KROKOSZYŃSKI

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

WPLYW PODZIEMNEJ EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ  
NA WŁASNOŚCI GRUNTÓW I STATECZNOŚĆ ZBOCZY

**Streszczenie.** W poniższej pracy omówiono wpływ podziemnej eksploatacji górniczej na zmiany właściwości gruntów w strefie przypowierzchniowej a w konsekwencji na stateczność zboczy. Scharakteryzowano podstawowe czynniki mające wpływ na stateczność zboczy na terenie górniczym. Stwierdzono, że zmiany morfologii oraz obciążenia dynamiczne mają niewielki wpływ na stateczność, natomiast zasadniczy wpływ ma zmiana stosunków wodnych i poziome odkształcenia górnicze. Nieco szerzej scharakteryzowano wpływ poziomych odkształceń na wytrzymałość i sposób zniszczenia gruntu. Podkreślono, że zniszczenie to ma charakter dyskretny (spękaninowy), co ma swoje konsekwencje w analizie stateczności zboczy.

Osuwiska stanowią jeden z przejawów naturalnych procesów geodynamicznych, jednak podziemna eksploatacja górnicza może być czynnikiem zwiększającym nasilenie lub przyspieszenie powstawania tych zjawisk. Wskazują na to, np. dotychczasowe badania z terenu Rybnickiego Okręgu Węglowego [9, 10, 13, 16, 18, 19]. Punktem wyjścia do odpowiedzi na pytanie o wpływ górnictwa na powstawanie osuwisk, winna być analiza tzw. naturalnego potencjału osuwiskowego terenu, który zależy od jego budowy geologicznej, morfologii, warunków hydrogeologicznych itp.

Miarą tego potencjału w ujęciu geomechaniki jest liczbowa wartość współczynnika stateczności zbocza (skarpy) na rozpatrywanym terenie. Do jego określenia potrzebna jest znajomość sił czynnych w zboczu, które zależą od gęstości objętościowej gruntu, wysokości i nachylenia zbocza, ewentualnych sił filtracyjnych, dodatkowych obciążeń statycznych sił dynamicznych, a także znajomość parametrów wytrzymałości gruntu na ścinanie. W tym ujęciu ocenę wpływu górnictwa na powstawanie osuwisk można sprowadzić do pytania, na ile wymienione wyżej czynniki ulegają zmianom pod wpływem oddziaływań górniczych, a zwłaszcza na ile zmienia się wytrzymałość gruntu na ścinanie.

Oddziaływania górnicze mające wpływ na zjawiska osuwiskowe można podzielić następująco:

- a) zmiany morfologii terenu górniczego,
- b) obciążenia dynamiczne na grunty w strefie przypowierzchniowej (wstrząsy od zawału stropu i użycia materiałów wybuchowych),
- c) zmiana stosunków wodnych i wilgotności gruntu na terenie górniczym,
- d) oddziaływania mechaniczne na grunt w strefie rozciągania i ściskania niecki górniczej.

Pierwszy z wymienionych czynników nie wydaje się wpływać istotnie na zmiany stateczności zboczy. Zwiększenie lub zmniejszenie pierwotnego nachylenia zbocza wskutek górniczych osiadań terenu nie przekracza zazwyczaj jednego stopnia, co może tylko nieznacznie zmienić jego współczynnik stateczności. Wpływ drugiego z czynników jest także niewielki. Nieliczne wprawdzie pomiary sejsmometryczne [21] wykazują, że przyspieszenie drgań gruntu na powierzchni terenu górniczego w wyniku strzelania mogą osiągać wartość 0,005 g (g - przyspieszenie ziemskie) przy głębokości eksploatacji ok. 600 m. Czas ich oddziaływania jest bardzo krótki, długość powstającej fali odkształcenia mała, a częstotliwość drgań duża. W efekcie wpływ takich przyspieszeń drgań na stateczność zbocza, jak wykazują przykłady kopalni odkrywkowych [20] jest niewielki.

Istotniejszy wpływ na stateczność zboczy na terenie górniczym mogą mieć zmiany stosunków wodnych i wilgotności gruntu prowadzące do zmniejszenia jego wytrzymałości. Pogorzenie stateczności zboczy obserwuje się w rejonach poeksploatacyjnych zastoisk wody wskutek rozmoczenia gruntu i zmniejszenia jego wytrzymałości zazwyczaj w dolnej części zbocza. Inne możliwe zmiany stosunków wodnych, np. zmniejszenie odpływu wód z danego terenu, zmiana jego kierunku, wzrost infiltracji do gruntu itp. są trudne do ilościowej oceny i dotychczas słabo jeszcze poznane. Badania w rejonie Jastrzębia (ROW) charakteryzującego się częstszym występowaniem osuwisk wykazały, że w gruntach lessopodobnych, przy powierzchni terenu, wilgotność po eksploatacji wzrastała przeciętnie o 1,65% [18]. Badania w podobnym typie gruntu z Zagłębia Donieckiego [4] wykazały również wzrost wilgotności gruntu po eksploatacji o ok. 0,6-1,10%. Te dane zdają się wskazywać na niewielki wzrost wilgotności gruntu, przypuszczalnie wskutek zwiększonej retencji wody w wyniku pewnego rozluźnienia gruntu po eksploatacji. Taki wzrost wilgotności, np. w mało spójnych gruntach lessopodobnych powoduje już znaczące zmniejszenie parametrów wytrzymałości na ścinanie - spójności o ok. 20-37% (2-10 kPa), a kąta tarcia wewnętrznego o ok. 6-14% (0,5-3,5°) w zależności od jego początkowej konsystencji.

Najważniejszym rezultatem wpływów górniczych na grunty zdają się być zmiany ich wytrzymałości na ścinanie w strefie rozciągań i ściskań niecki górniczej zależne od wielkości poziomych odkształceń terenu. Obejmują one całą powierzchnię terenu górniczego, z uwagi na przesuwający się front niecki osiadań. Zmianom tym poświęca się stosunkowo więcej uwagi ponieważ wpływają one również na nośność podłoża i osiadanie budowli. Dotychczasowe nieliczne prace koncentrują się tu na dwu kierunkach - badaniach tere-

nowych lub badaniach laboratoryjnych prób gruntów z terenu poddanego wpływom górniczym [2, 3, 4, 17] oraz rozważaniach teoretycznych i eksperymentach laboratoryjnych symulujących odkształcenia terenu górniczego oraz ich wpływ na wytrzymałość gruntu [5, 8, 12].

Rezultaty badań w pierwszym kierunku nie są dotychczas jednoznaczne. Badania wytrzymałościowe próbek gruntów lessopodobnych z Zagłębia Donieckiego [4] ze strefy szczelin poeksploatacyjnych, wykazały zmniejszenie się spójności gruntu o ok. 45%, a kąta tarcia wewnętrznego o ok. 13% przy poziomych odkształceniach terenu  $\varepsilon = 10$  mm/m. Te same grunty poza strefą szczelin wykazały zmniejszenie spójności w 25% w strefie rozciągania i o 30,2% w strefie ściskania, natomiast wzrost kąta tarcia wewnętrznego odpowiednio o  $4^\circ$  i  $12^\circ$ , przy poziomych odkształceniach terenu  $\varepsilon = 5,2$  mm/m. W obu przypadkach zmianom tym towarzyszył niewielki wzrost porowatości gruntu. Próbki gruntów lessopodobnych z terenu ROW badane przed i po eksploatacji wykazywały wzrost lub zmniejszenie spójności i kąta tarcia wewnętrznego o kilka do kilkudziesięciu procent zarówno w strefie rozciągania, jak i ściskania przy wartościach  $\varepsilon = 1 \div 10,5$  mm/m. Jedynie próbki gruntu z bezpośredniego sąsiedztwa szczeliny eksploatacyjnej na powierzchni terenu wykazywały zmniejszenie wytrzymałości na ścinanie średnio o 28% [18].

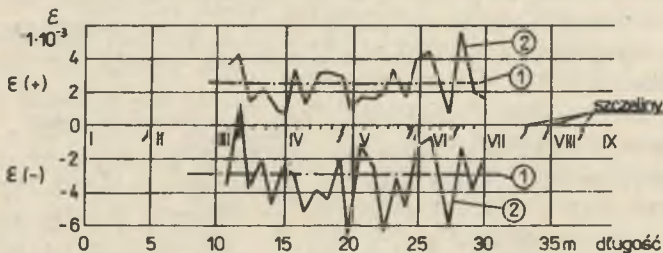
Liczne badania wytrzymałości na ścinanie oraz ściśliwości prób gruntów lessopodobnych z terenu Jastrzębia (ROW) z obszaru eksploatacji i porównawczo na terenie nienaruszonym nie dawały także jednoznacznych wyników w zakresie poziomych odkształceń terenu  $0,1-12,7$  mm/m. Stwierdzono, że naturalna zmienność wykształcenia i właściwości gruntu maskuje ewentualne zmiany ich cech wywołane wpływem eksploatacji górniczej. Podobnie sondowania dynamiczne (onda obrotowa PSO) i badania presjometryczne przed i po eksploatacji w rejonie Jastrzębia nie pozwoliły na jednoznaczne stwierdzenie zmian właściwości gruntów wskutek wpływów eksploatacji [17].

Wyniki laboratoryjnych badań modelowych dały bardziej jednoznaczne rezultaty [5, 8]. Stwierdzono, że próbki gruntów spoiwystych wstępnie rozciągane a następnie ścinane, zmniejszały swoją spójność o ok. 8-30% przy niewielkich zmianach kąta tarcia wewnętrznego w zakresie odkształceń rozciągających ok.  $1-12$  mm/m.

Niepowodzenia w jednoznacznym potwierdzeniu tezy o pogorszeniu cech wytrzymałościowych gruntu spoiwystego, poddanego wpływom eksploatacji na podstawie badań in situ próbek gruntów z terenu górniczego, nasuwają pytanie o model odkształcenia i zniszczenia gruntu nad obszarem eksploatacji w warunkach naturalnych. Interesujących danych o zachowaniu się gruntów na terenie górniczym dostarczają tu pomiary geodezyjne i obserwacje instrumentalne. Wykazują one, że przemieszczenia gruntu w strefie przypowierzchniowej terenu poddanego wpływom eksploatacji podziemnej mają charakter nieciągły (dyskretny) zarówno w czasie, jak i przestrzeni, już przy niewielkich wartościach poziomego odkształcenia terenu. Jest to po-



twierdzeniem szczelinowo-blokowego modelu zniszczenia gruntu w strefie przypowierzchniowej [1]. Teoretycznie bowiem graniczną wartością odkształceń poziomych terenu w zakresie, których proces rozciągania gruntu spoiwego można by jeszcze uznać za ciągły jest krytyczne odkształcenie przy rozerwaniu. Dla wielu gruntów w stanie zwartym i twadoplastycznym jest to wartość stosunkowo mała nie przekraczająca ok. 0,5–1,5 mm/m. Obecność naturalnych powierzchni spękań, oddzielności i osłabień gruntu jeszcze ją obniża. W rozciągającym gruncie powstaje system pęknięć i szczelin o różnym stopniu rozwarcia, z których część to istniejące naturalne spękania i osłabienia a pozostałe powstają wskutek rozrywania i ewentualnie ścinania gruntu. Geometria tego systemu nieciągłości nie jest dokładnie znana. Można przypuszczać, że szczeliny układają się w przewadze równoległe do izolacji obniżen niecki górniczej. Odstępki szczelin, jak pośrednio wynika z pomiarów geodezyjnych i rozważań Batkiewicza, wynoszą w strefie rozciągania gruntu ok. 0,5–5 m a w strefie ściskania nieco więcej wskutek zaciśnięcia części szczelin. Ogólnie biorąc ilość szczelin w gruncie zmniejsza się a ich odstępki rosną ze wzrostem wytrzymałości (sztywności) gruntu w strefie przypowierzchniowej. Dla rejonu Jastrzębia, np. biorąc pod uwagę rozproszenie obserwacji odkształcenia poziomego górniczego, wyrażone wartością względnego odchylenia standardowego ( $M_{\sigma}$ ), odstępki szczelin w gruncie lessopodobnym wynoszą odpowiednio dla  $M_{\sigma sr} = 0,13$  [6] 0,5 m a dla maksymalnych wartości  $M_{\sigma max} = 0,50$  wynoszą 3,8 m. Dla rejonu Karagandy [14] na 20 m linii pomiarowej w rejonie eksploatacji obserwowano 4–10 szczelin o rozwarości do 3 cm przy poziomym odkształceniu rozciągającym 2,5 mm/m a ściskającym 3 mm/m (rys. 1). Odległości szczelin wynosiły ok. 2–5 m. Specjalne pomiary instrumentalne (przrządy samopiszące) z terenu Zagłębia Kuźnickiego [7] wykazały, że poziome przemieszczenia gruntu na powierzchni terenu mają charakter nierównomierny w czasie (rys. 2). Krzywa przemieszczeń charakteryzuje się seriami niedużych uskoków (stopni), po których następują większe przemieszczenia i

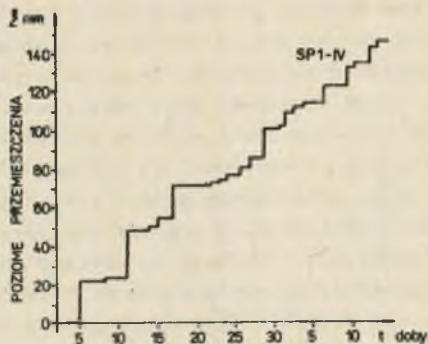


Rys. 1. Zmiany wartości odkształcenia poziomego na bazie pomiarowej wg [14]

1 - 20 m, 2 - 1 m

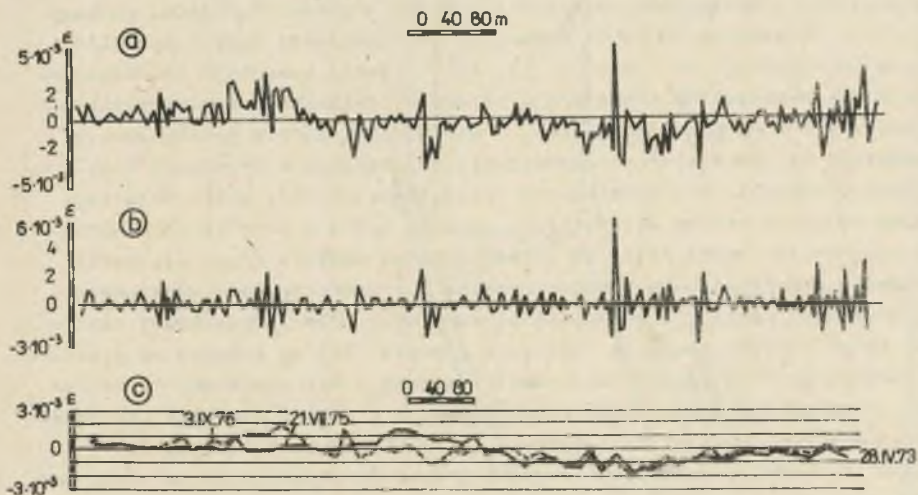
Fig. 1. Changes of value of horizontal deformation on the observation line [14]

1 - 20 m, 2 - 1 m



Rys. 2. Rozwój poziomych przemieszczeń terenu w czasie wg [7]  
 Fig. 2. Changes of value of horizontal displacements in time [7]

powstają szczeliny z rozrywania. Stwierdzono, że przy rozciągającym odkształceniu poziomym  $\varepsilon = 11,5$  mm/m w gruncie na powierzchni terenu powstawały widoczne otwarte szczeliny a przy  $\varepsilon = 6,5$  mm/m szczelin otwartych nie obserwowano. W wyniku pomiarów i obserwacji z terenu Zagłębia Donieckiego [15] stwierdzono, że większe od średnich o ok. 1,5-3 razy poziome deformacje terenu (szczeliny w gruncie) występowały w odległościach od siebie ok. 66-93 m w jednym z rejonów eksploatacji i ok. 80-169 m w innym (rys. 3). Autorzy wiążą to z wychodniami warstw geologicznych.

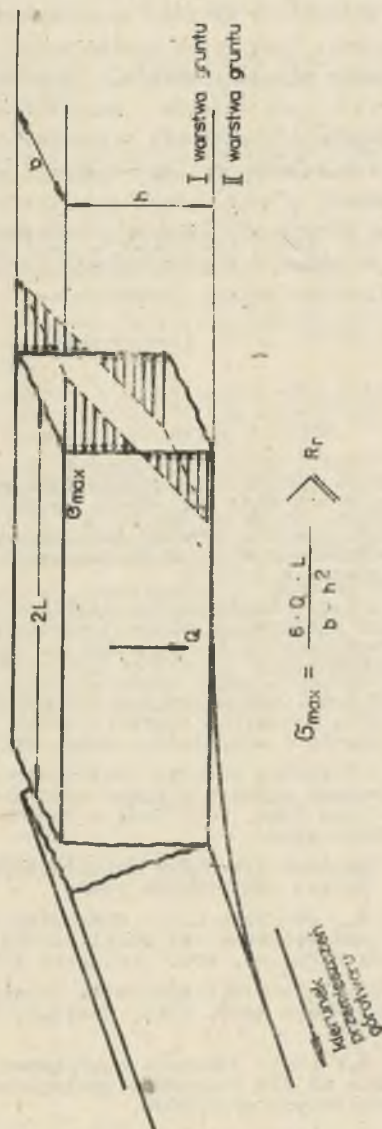


Rys. 3. Zmiany wartości odkształcenia poziomego na bazie pomiarowej wg [15]  
 a - 5 m, b - 20 m, c - różnica między pomierzonymi i średnimi  
 Fig. 3. Changes of value of horizontal deformation on the observation  
 line [15]  
 a - 5 m, b - 20 m, c - difference among measured and average values

Z przedstawionych danych wynika, że decydujący o powstawaniu osuwinek proces poziomych przeszczeń terenu ma charakter nieciągły w czasie i przestrzeni. W świetle pomiarów terenowych nieciągłość ta jest widoczna makroskopowo (szczeliny, progi terenowe) przy odkształceniach poziomych terenu powyżej ok. 6 mm/m, aczkolwiek dyskretny charakter tych przeszczeń ujawnia się co najmniej od wartości  $\epsilon = 0,8$  mm/m. Na tym tle można przedstawić następujący model zniszczenia gruntu spoinętego w strefie przypowierzchniowej terenu górniczego. W gruncie powstają ogólnie trzy generacje nieciągłości (szczelin). Pierwsza to nieciągłości o najmniejszych odstępach, od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Powstają one w wyniku obłamywania się kolejnych segmentów gruntu wskutek różnicy osiadań w strefie brzęznej przesuwającej się niecki górniczej. Nieciągłości te mają przypuszczalnie płytki zasięg głębokościowy kilka do kilkunastu metrów i ograniczone są w zasadzie do danej warstwy gruntu (śródwarstwowe szczeliny rozłamu). Ich gęstość (odstęp) zależy głównie od miąższości warstwy gruntu i jej cech wytrzymałościowych. Druga generacja nieciągłości, to szczeliny o większych wzajemnych odstępach rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu metrów i większych przemieszczeniach pionowych (progi terenowe). Ich powstanie należy łączyć z załamywaniem się bloków sztywnego stropu nad wyrobiskami górniczymi (długością wspornika stropowego). Zasięg głębokościowy tych szczelin jest duży i obejmuje kilka warstw (serii) gruntu maksymalnie na głębokość eksploatacji (międzywarstwowe szczeliny rozłamu). Odstęp szczelin zależy tu ogólnie od głębokości eksploatacji, wytrzymałości i miąższości warstw stropowych, grubości nadkładu, rodzaju podsadki. Obserwacje terenowe wykazują, że odległości dużych szczelin wynoszą najczęściej ok. 10–60 m [11, 22]. Trzecia generacja nieciągłości to największe szczeliny (duże progi terenowe) związane z powierzchniami tektonicznymi w górotworze (uskoki) i wychodniami warstw geologicznych. Ich odstęp są nieregularne i wahają się najczęściej w granicach 60–170 m.

Odstępy szczelin śródwarstwowych (najdrobniejszych), które mają największy wpływ na zmiany wytrzymałości gruntu można w przybliżeniu wyznaczyć rozpatrując model belki na odkształcalnym podłożu (rys. 4). Jeśli naprężenia rozciągające w gruncie osiągną i przekroczą jego wytrzymałość na rozrywanie, następuje obłamanie bloku gruntu. Dla jednostkowej szerokości belki odstęp szczelin rozrywu w gruncie (2L) są zależne od miąższości warstwy gruntu, jej gęstości objętościowej i wytrzymałości na rozrywanie. Przykładowo dla gruntów lessopodobnych z terenu ROW przy ich przeciętnej wytrzymałości na rozrywanie  $R_r = 10$  kPa, gęstości objętościowej  $20 \text{ kN/m}^3$  i średniej miąższości warstwy gruntu lessopodobnego na powierzchni terenu  $h = 3$  m, odstęp szczelin 2L (rys. 4) wynoszą 0,71 m. Zgadza się to dość dobrze z danymi ze wzorów Batkiewicza (odstęp szczelin ok. 0,5 m) opartych na podstawie obserwacji geodezyjnych rozproszenia odkształcenia poziomego terenu i danym o wielkości ( $M_G$ ) dla ROW [6].





Rys. 4. Schemat obciążania się bloków gruntu w strzbie przypowierzchniowej nad obzarem eksploatacji  
 Fig. 4. Scheme of breaking off blocks of soil near terrain surfaces

Szczelinowo-blokowy model zniszczenia gruntu może być wyjaśnieniem braku wyraźniejszych związków pomiędzy zmianami cech fizycznomechanicznych gruntu określonymi in situ lub na próbkach gruntu z terenu eksploatacji w ROW a wielkością wpływów eksploatacji - głównie poziomego odkształcenia terenu. Przy takim bowiem modelu zniszczenia, rozluźnienie ośrodka gruntowego nie jest ciągłe i równomierne (rozluźnienie granularne struktury gruntu), lecz lokalne i szczelinowe. Bloki gruntu pomiędzy szczelinami pozostają w zasadzie nienaruszone. Badania in situ w obrębie takich bloków lub badania próbek, nie mogą więc wykazywać istotniejszych zmian wytrzymałości gruntu. Analizując stateczność zboczy należałoby dla takiego ośrodka przyjmować parametry wytrzymałościowe z uwzględnieniem współczynnika osłabienia strukturalnego, z uwagi na spękania gruntu, a dodatkowo uwzględniać zasięg głębokościowy i orientację przestrzenną spękań.

#### LITERATURA

- [1] Batkiewicz W.: Odchylenia standardowe poeksploatacyjnych deformacji górotworu. Prace Kom. Gór.-Geod. Geodezja 10, Kraków 1971.
- [2] Błaszczak M. i inni: Badania geologiczno-inżynierskie ośrodków gruntowych poddawanych wpływom eksploatacji górniczej. Technika Poszukiwań Geologicznych 3/1978.
- [3] Bronsztejn B.E.: Izmienienije fiziko-miechaniczeskich swojstw gruntow w zonie dieformaczi ziemnoj powierzchni nad gornymi wyrobotkami. Projektirowanije i stroitelstwo ugołnych priedpriatij 1. Nedra, Moskwa 1966.
- [4] Bronsztejn B.E., Grigoriew G.M.: K woprosu issledowanija izmienienij fiziko-miechaniczeskich charakteristik grunta na rabotu podrabatywajemych zdaniij i sooruzenij. Trudy WNIMI sb. 61 Leningrad 1966.
- [5] Glinko H.: Przebieg procesu rozluźnienia gruntów spoiстых na terenach górniczych w świetle badań wytrzymałościowych i mikrostrukturalnych. Prace Inst. Inż. Bud. i Sanit. Polt. Lubelskiej, s. A, nr 10, Lublin 1984.
- [6] Greń K., Popiołek E.: Wpływ eksploatacji górniczej na powierzchnię i górotwór. Skrypt AGH, Kraków 1983.
- [7] Jagunow A.S., Starikow L.W.: Metodika issledowanija diskrietnosti sdwiżenij nad wychodom osi sinklinalnoj składki na ziemnoj powierzchni. Trudy WNIMI sb. 108. Leningrad 1978.
- [8] Kondarla H.: Zmiany wytrzymałości gruntu spoiстого wywołane jego rozluźnieniem. Prace Nauk. Inst. Geotech. Polt. Wrocławskiej nr 32, Wrocław 1980.
- [9] Krajewski R. i inni: Zjawiska osuwiskowe na obszarze górniczym kopalni w Pzowie na tle stosunków geologicznych w tym rejonie. Ochrona Terenów Górniczych nr 6/1968.
- [10] Krajewski R. i inni: Analiza wpływu eksploatacji górniczej na osuwiska w rejonie Pzowa i problem stateczności tamtejszych zboczy osuwiskowych. Ochrona Terenów Górniczych nr 7/1969.
- [11] Kretzsch M.: Mining Subsidence Engineering. Springer - Verlag. Berlin Heidelberg New York 1983.



- [12] Litwinowicz L.: Wpływ rozluźnienia nasypów znajdujących się w zasięgu oddziaływania podziemnej eksploatacji górniczej na ich stateczność. Prace Inst. Inż. Bud. i Sanit. Polist. Lubelskiej. Seria A nr 7 Lublin 1982.
- [13] Palki J.: Występowanie nieciągłych deformacji terenu w warunkach Rybnickiego Okręgu Węglowego. Praca doktorska (maszynopis), Kraków 1978.
- [14] Pietuchow J.A., Ziemisow W.N., Niestierow G.A.: Issledowanija diskrietnosti dieformacii nanosow w Karagandsom Ugolnom Bassiejnie. Trudy WNIMI Leningrad 1977.
- [15] Pietuchow J.A., Czepianko L.P.: Ocienka diskrietnosti dieformacii ziemnoj powierchnosti pri otrabotkie połogich płastow na bolezoj głubinie w Donbassie. Markaz. Dieło Socj. Stran. Wyp. 8 Leningrad 1979.
- [16] Rybicki S. i inni: Zagrożenie powierzchni terenu osuwiskami na obszarze filara ochronnego miasta Jastrzębia Zdrój. Mat. Konf. Problemy i doświadczenia z eksploatacji górniczej pod miastem Jastrzębie. SiTG 1984.
- [17] Rybicki S., Krokoszyński P.: Metoda określania stateczności zboczy na terenach górniczych (maszynopis). Arch. HIGI Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 1985.
- [18] Rybicki S., Krokoszyński P.: Ocena zagrożenia stateczności zboczy na terenie górniczym na przykładzie filara ochronnego dla miasta Jastrzębia. Ochrona Terenów Górniczych 78/1986.
- [19] Rybicki S.: Osuwiska na terenie górniczego filaru ochronnego dla miasta Jastrzębie. Ochrona Terenów Górniczych 77/1986.
- [20] Rybicki S., Szybiński M.: Ocena wpływu drgań związanych z pracami strzałowymi na stateczność skarpy zbocza zwałowiska wewnętrznego kopalni Machów (niepublikowane). Arch. HIGI AGH, Kraków 1987.
- [21] Szybiński M., Matuszyk J., Marchewka A.: Badania sejsmometryczne dla określenia wpływu zjawiska tąpnięć w odniesieniu do obiektów na powierzchni (maszynopis). Arch. Inst. Geof. Stos. AGH, Kraków 1984.
- [22] Troickij W.S.: Issledowanije sdwiżenij i dieformacii słoistych porod pri obrabotkie połogopadajuszczich rudnych zależej pieromiennoj moszcznostki. Aftoriefierat dissiertacji. Leningrac 1970.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Marek Rogoż

Wpłynęło do redakcji w kwietniu 1988 r.

ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СВОЙСТВА ГРУНТОВ  
И УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ

Р е з ю м е

В работе представлено влияние подземной эксплуатации на изменение свойств грунтов и в результате на устойчивость откосов. Сделано характеристики главных факторов влияющих на устойчивость откосов на подрабатываемой территории. Изменения морфологии и динамические давления в результате горной подработки имеют небольшое влияние на устойчивость откосов. Истинное влияние имеют горизонтальные деформации и изменение водного режима территории.

Схарактеризовано влияние горизонтальных деформации на сопротивление грунтов сдвигу и способ его разрушения. Подчеркнуто что это разрушение имеет дискретный (трещинный) характер.

Это мы должны учитывать в анализе устойчивости откосов.

INFLUENCE OF UNDERGROUND EKSPLOITATION  
ON SOIL FEATURES AND STABILITY OF SLOPES

S u m m a r y

In this article is discussed influence of underground exploitation on soil properties and as a consequence on stability of slopes. Main factors influenced slope stability on mining territories are characterised. The changes of morphology and dynamics loads due to mining practically not influenced on slope stability but important are value of horizontal deformation and changes of hydrogeological conditions.

Influence of horizontal deformations on shear strenght and mode of soil destruction are described widely. There is underlined that soil destruction due to mining has uncontinued (discrete) character what has a consequence in slope stability analysis.