

ZGORZEL SŁONECZNA W BAZALTOIDACH ŚLĄSKA I JEJ WPŁYW NA FIZYKOMECHANICZNE WŁAŚCIWOŚCI SKAŁ

SUNBURN IN BASALTS OF SILESIA AND ITS INFLUENCE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ROCKS

PAWEŁ P. ZAGOŹDŻON¹

Abstrakt. Zgorzel słoneczna (bazaltowa) to nietypowy rodzaj rozpadu bazaltoidów. Jej najbardziej charakterystycznymi symptomami są izometryczne, trójwymiarowe, jasne odbarwienia (tzw. plamki), pomiędzy którymi rozwija się sieć spękań niszczących spójność skały. Zgorzel, w odróżnieniu od wietrzenia, rozwija się od razu w całej objętości skały. Jest to zjawisko występujące powszechnie w bazaltoidach Dolnego Śląska i Opolszczyzny (stwierdzone w 63% wszystkich zbadanych stanowisk). Z rezultatami wpływu zgorzeli słonecznej często mylone są m.in. nierówne powierzchnie przełamu skał, tufy, brekcje lawowe, naloty mineralne. W literaturze zdecydowanie przeważają opinie o negatywnym wpływie zgorzeli słonecznej na fizykomechaniczne właściwości bazaltoidów. Badania autora wykazały, że wysokie wartości ścieralności i mrozoodporności kruszyw uzyskanych ze skał zgorzelowych kwalifikują je do pierwszej klasy kruszyw dla drogownictwa. Badania makroskopowe, mikroskopowe i rentgenostrukturalne potwierdziły hipotezę Ernsta i Drescher-Kadena, że zgorzel jest wynikiem późnomagmowej, synchronicznej, lecz nierównomiernej w przestrzeni krystalizacji nefelinu i analcymu. Stwierdzono, że obok zjawisk magmowych duże znaczenie w ujawnianiu się symptomów zgorzeli odgrywają czynniki atmosferyczne (wahania temperatury i wilgotności).

Słowa kluczowe: zgorzel słoneczna, zgorzel bazaltowa, właściwości fizykomechaniczne, bazalty, Dolny Śląsk.

Abstract. Sunburn is an untypical sort of basaltic disintegration. Its most characteristic symptoms are isometric, three-dimensional fair discolorations (so-called “spots”) and a system of cracks – formation of these disjunctions leads to breaking up of the rock. Sunburn, contrary to weathering processes, develops in the whole volume of the rock. It occurs widely in basalts of Lower Silesia and Opole Silesia (recorded at 63% of all sites investigated). This process is often confused with tuffs, lava breccias, mineral incrustations, uneven fracture of rocks or so-called pseudo-sunburn phenomenon. The opinions about the negative influence of sunburn on physical and mechanical parameters of basalt predominate in the literature. The author’s own investigations proved the very high parameters of small-grained grits made of the sunburned basalts (abrasion-resistance and frost-resistance) suiting the class I grits according to the Polish Standard. Macroscopic, microscopic and diffraction analyses are in conformity with the opinion of Ernst and Drescher-Kaden, that sunburn as a result of late-magmatic synchronous but unequal crystallisation of analcite and nepheline. However the atmospheric factors (temperature and humidity fluctuations) are important in manifesting the sunburn symptoms.

Key words: sunburn, Sonnenbrand, physical-mechanical parameters, basalts, Lower Silesia.

W znacznej części wystąpień kenozoicznych bazaltoidów Dolnego Śląska natrafia się na symptomy tzw. zgorzeli słonecznej (bazaltowej). Jest to niezwykle zjawisko, godne omówienia zarówno ze względów praktycznych (wpływ na parametry fizykomechaniczne skał), jak i w kontekście nadal nie wyjaśnionej jego genezy.

Cechami charakterystycznymi zgorzeli słonecznej są tzw. plamki – trójwymiarowe jasne odbarwienia o rozmiarach od ułamka milimetra do 20 mm, a także rozwijająca się później sieć drobnych spękań, ostatecznie niszczących spójność skały (por. Zagożdżon, 2001a, b) – figura 1. Tempo rozpadu

¹ Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, Zakład Geologii Stosowanej, Odwadniania i Ekologii, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław.

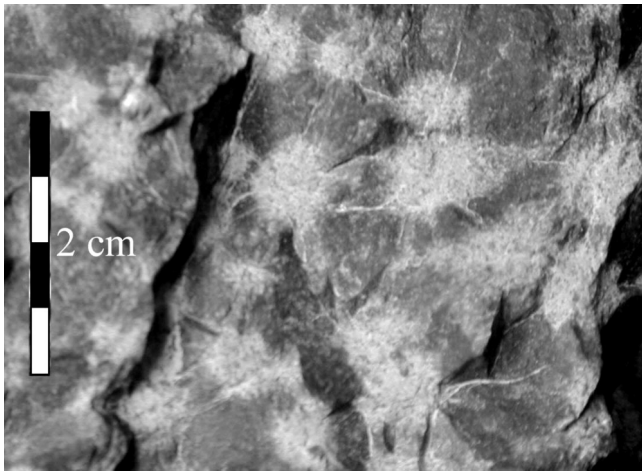


Fig. 1. Bazalt zgorzelowy, widoczne „plamki” oraz drobne spękania

Sunburn basalt, „spots” and thin cracks are visible

zgorzelowego jest określone bardzo różnie. Hibsh (1920) podał, że już po kilku tygodniach w skałach pojawiają się charakterystyczne odbarwienia. Według Kühnela i Tshibangu Katshi (1997) okres ten waha się pomiędzy kilkoma miesiącami a kilkoma latami, zaś Ernst i Drescher-Kaden (1940) stwierdzili objawy zgorzeli w kostce brukowej dopiero po 70 latach od momentu jej zastosowania.

Skały zgorzelowe posiadają bardzo zmienne charakterystyki – zróżnicowane są zarówno średnice „plamek”, jak i średnie odległości pomiędzy nimi (od ułamków milimetra do kilku centymetrów), istnieje jednak prosta zależność pomiędzy tymi parametrami (fig. 2). Zmienny jest udział materiału zgorzelowego (tworzącego „plamki”) w ogólnej objętości skały – waha się on pomiędzy pojedynczymi procentami a 85%, najczęściej 20–50% (Zagożdżon, 2001b). Symp-

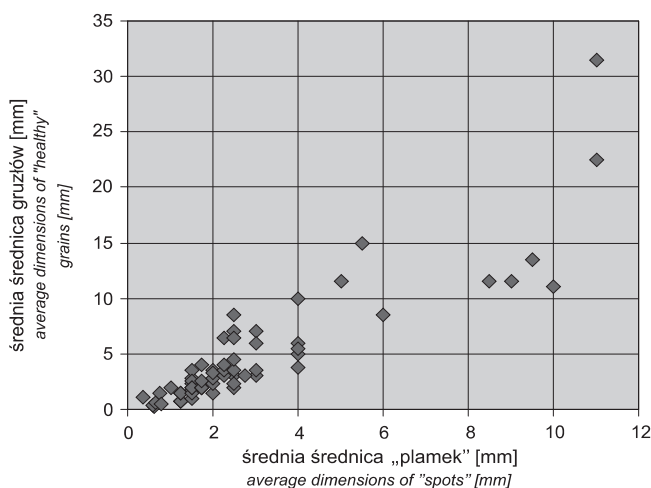


Fig. 2. Korelacja średnich średnic „plamek” i średnich odległości pomiędzy nimi (Zagożdżon, 2003)

Correlation of average diameters of the “spots” and sizes of “healthy” fragments of the sunburned rocks (Zagożdżon, 2003)

tomu zgorzeli występują w strefach o zmiennych rozmiarach, zróżnicowanej charakterystyce „plamek” zgorzelowych i skomplikowanej niekiedy strukturze wewnętrznej (Zagożdżon, 2004). Te tzw. mezostruktury zazwyczaj nawiązują (w zróżnicowany sposób) do formy słupów bazaltowych (fig. 3a, b), choć w niektórych przypadkach ich wygląd jest absolutnie niezależny od struktur dysjunktywnych w bazaltach (fig. 3c, d).

Skały zgorzelowe są z reguły uważane za nieprzydatne jako materiał dla drogownictwa lub budownictwa. Opinie takie spotykamy zarówno w bardzo bogatej niemieckojęzycznej literaturze przedwojennej (por. Zagożdżon, 2001b), jak również w licznych krajowych publikacjach i dokumentacjach geologicznych złóż bazaltu. Skały zgorzelowe uznawane są za bezużyteczne lub mało wartościowe ze względu na znaczące obniżenie ich parametrów (m.in. Maślankiewicz, 1961; Skurzewski, 1973; Dziedzic, Przysług, 1997; Zagożdżon, 2001b). W literaturze można jednak natrafić również na opinie przeciwne. Nandelstädt (1910 *vide* Pukall, 1939) polecał stosowanie materiału zgorzelowego w charakterze drobnych kruszyw, zaś Pukall (1939) podawał, że skały zgorzelowe były z powodzeniem wykorzystywane jako kruszywa, szczególnie do budowy dróg smołowych (Teerstraßen). W materiałach krajowych także pojawiają się sporadycznie informacje o uznaniu skał zgorzelowych za surowiec wysokiej jakości (np. Chruszcz, 1972).

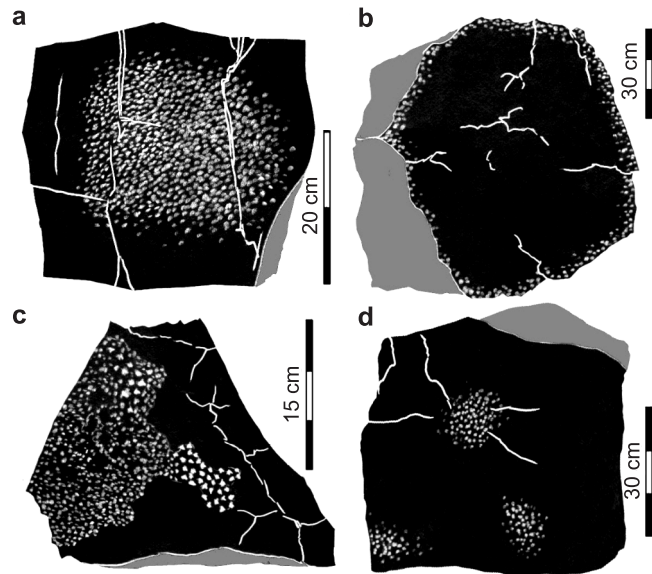


Fig. 3. Podstawowe odmiany mezostruktur w trzeciorzędowych bazaltoidach Dolnego Śląska

a – „plamki” zgorzelowe wyłącznie w centralnej części słupa bazaltowego (Trupień); **b** – „plamki” tworzące korę przy powierzchni słupa (Gilów k. Niemcza); **c, d** – mezostruktury o formie niezwiązanej z orientacją ciosu (**c** – Targowica, **d** – Trupień) (Zagożdżon, 2004)

Main types of mesostructures in tertiary basalts of Silesia

a – sunburn “spots” only in the interior of a basaltic column (Trupień); **b** – “spots” constituting a rim near the surface of a column (Gilów near Niemcza); **c, d** – mesostructures, the form of which is not related to the basalt jointing (**c** – Targowica, **d** – Trupień) (Zagożdżon, 2004)

Wyniki badań parametrów fizykomechanicznych skał zgorzelowych rzadko stają się przedmiotem publikacji. Dodatkowo, zwłaszcza w zakładach górniczych i w dokumentacjach geologicznych złóż bazaltów, zgorzel słoneczna jest mylona z innymi zjawiskami, utożsamiana z procesami wietrzeniowymi lub też za skały zgorzelowe błędnie uznaje się tufy, brekcje lawowe itd. Ogólnie można stwierdzić, że mrozoodporność, nasiąkliwość i wytrzymałość na ściskanie obniżają się wyraźnie dopiero w przypadku skał silnie dotkniętych procesem zgorzelowym (Śliwa, 1967; Janik, Szapliński, 1973; Zagożdżon, 2000, 2001b).

Ernst (1960) stwierdził, że wytrzymałość na ściskanie betonów wykonanych z użyciem kruszywa ze skał zgorzelowych była wyższa o ok. 3,5% od próbek porównawczych, wykonanych z materiału bezzgorzelowego. Wskazywał także na wysoką kubeczność ziaren uzyskanych ze skał zgorzelowych oraz na łatwość produkcji grysów, jako rezultat niskiej spójności skał zgorzelowych. Stypułkowski i Majerowicz (1994) przeanalizowali szereg próbek opisanych jako zgorzelowe i bezzgorzelowe z kamieniołomu Rutki–Ligota pod kątem mrozoodporności oraz wytrzymałości na rozpad pod działaniem pary wodnej. Można jednak mieć wątpliwości, czy badane próbki faktycznie nosiły znamiona zgorzeli.

W ramach badań własnych autor przeanalizował materiał pobrany w czterech kamieniołomach: Męcinka, Targowica, Bazaltowa Góra (obecnie Księginki II) oraz Winna Góra. Próbki poddano skruszeniu oraz przesianiu, stwierdzając w otrzymanym materiale dominację frakcji 4–12 mm oraz znaczący udział frakcji pylastej (<0,125 mm) (fig. 4). Potwierdzono niezwykle łatwość wytwarzania kruszyw ze skał zgorzelowych – już w wyniku kilku-, kilkunastosekundowego procesu łamania kamienia skały te ulegały całkowitemu rozdrobieniu, co więcej, ziarna grubych frakcji natychmiast uzyskiwały wysoką kubeczność (Zagożdżon, 2001b, 2002).

Do badań ścieralności w bębnie Los Angeles oraz mrozoodporności przygotowano próbki frakcji 2–4 mm, 4–6,3 mm, 6,3–12 mm i >12 mm. Parametry kruszyw o większych średnicach ziaren (>12 mm i 6,3–12 mm), uzyskanych ze skał grubozgorzelowych (o dużych „plamkach” położonych w dużych odległościach od siebie), są bardzo wysokie i kwalifikują je do pierwszej klasy kruszyw przeznaczonych dla drogownictwa (tab. 1). Parametry frakcji drobniejszych (2–6,3 mm) okazały się wyraźnie niższe (Zagożdżon, 2001b, 2002).

W okresie prowadzenia badań (1996–2001) skały zgorzelowe były powszechnie omijane w trakcie eksploatacji albo zwałowane na hałdach jako materiał odpadowy. Jedynie w kamieniołomie Józef (obecnie Księginki I) wytwarzano mieszanki ze skał uważanych przez pracowników za zgorzelowe, choć obserwacje autora wskazywały, iż miały tu raczej miejsce zjawiska mylone ze zgorzelą. Skały zgorzelowe z Lutyni w postaci niesortowanej mieszanki były wykorzystywane interwencyjnie (do umacniania zniszczonych odcinków wałów) podczas powodzi w 1997 r. Obecnie praktyczne znaczenie problemu zgorzeli w złożach bazaltu wyraźnie spadło

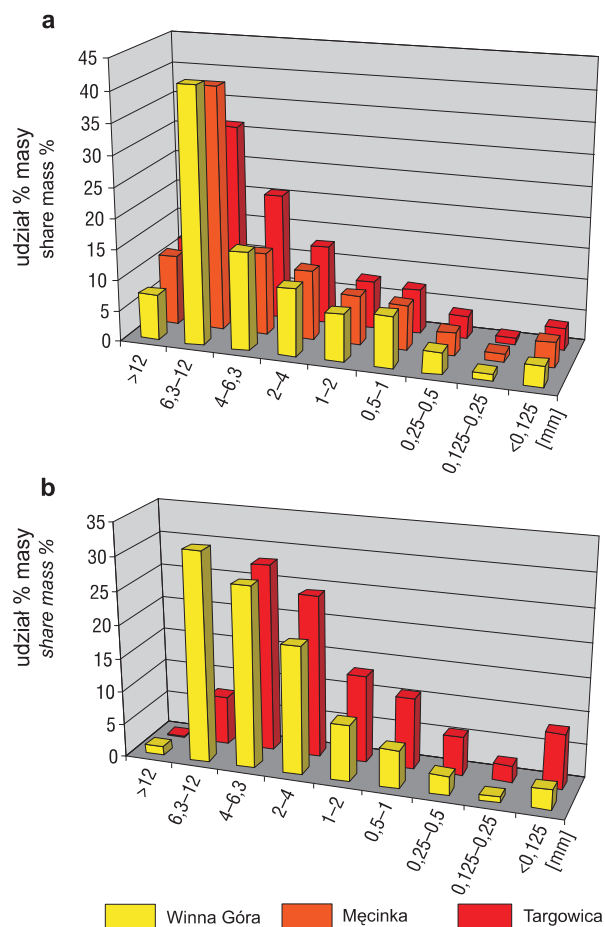


Fig. 4. Wyniki kruszenia skał grubozgorzelowych (a), i drobnozgorzelowych (b)

Results of crushing the coarse-sunburned rocks (a) and the fine-sunburned rocks (b)

w związku z gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na kruszywa łamane rozmaitej, również niskiej jakości.

Geneza zgorzeli słonecznej była analizowana od schyłku XVIII wieku. Na przełomie XIX i XX w. oraz w pierwszych czterech dekadach XX w. przedstawiono wiele, często sprzecznych, opinii na ten temat (por. Pukall, 1939; Zagożdżon, 2001a, b). Nowe hipotezy pojawiły się w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia (m.in. Kühnel i Tshibangu Katshi, 1997). Wyniki badań autora są jednak w wysokim stopniu zgodne z rezultatami dawniejszych prac Ernsta i Drescher-Kadena (1940). Zdaniem tych autorów, zgorzel słoneczna jest rezultatem niejednorodnej krystalizacji resztkowego stopu magmowego o składzie glinokrzemianu sodu. W temperaturze ok. 550°C, w warunkach niewielkich wahań ciśnienia i temperatury wywołanych nierównomierną dystrybucją gazów, dochodzi do jednoczesnej, lecz nierównomiernej w przestrzeni, krystalizacji analcymu i nefelinu. Pierwsze kryształy analcymu były rozmieszczone chaotycznie i stały się specyficznymi zarodkami krystalizacji dla kolejnych kryształów – tworzących się w sąsiedztwie, w obrębie sferoidalnych obszarów, które później przekształcały

T a b e l a 1

**Wyniki badań ścieralności i mrozoodporności kruszyw uzyskanych ze skał zgorzelowych
(Zagożdżon, 2002)**

Results of testing the abrasion-resistance and frost-resistance of grits obtained from the sunburned rocks
(Zagożdżon, 2002)

Pochodzenie próbki	Fracja próbki [mm]	Ścieralność w bębnie Los Angeles [%]	Wskaźnik jednorodności ścierania [%]	Mrozoodporność bezpośrednia [%]	Mrozoodporność bezpośrednia zmodyfikowana [%]
Męcinka	6,3–12,0	9,4	21,3	0,3	15,0
Winna Góra	2,0–4,0	–	–	1,0	10,0
	4,0–6,3	–	–	1,1	11,7
	6,3–12,0	9,0	22,2	0,4	2,0
	>12,0	–	–	0,3	2,4
	6,3–12,0	–	–	0,2	0,4
Targowica	6,3–12,0	8,0	22,5	0,4	2,4
Bazaltowa Góra	4,0–6,3	21,7	37,3	1,2	21,6

się w „plamki” zgorzelowe. Przytoczona przez wspomnianych autorów obserwacja 1,5-procentowego wzrostu objętości przy przejściu analcytu w nefelin skłoniła ich do stwierdzenia, że transformacje mineralne zachodzące w warunkach spadku temperatury i ciśnienia są odpowiedzialne za powstanie wewnętrznych naprężeń i ostateczny rozpad skały.

Przedstawiony schemat wymaga jednak głębokiej analizy z wykorzystaniem nowoczesnych analiz instrumentalnych, przede wszystkim w kontekście mezostruktur, których zrozumienie wydaje się kluczowe dla ostatecznego wyjaśnienia genezy zgorzeli słonecznej.

LITERATURA

- CHRUSZCZ M., 1972 — Dokumentacja geologiczna złoża bazaltu „Kłopotno” w kat. C. Arch. Przeds. Geol. we Wrocławiu.
- DZIEDZIC M., PRZYŚLUP S., 1997 — Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C i C złoża bazaltu Krzeniów. Arch. Przeds. Geol. we Wrocławiu PROXIMA S.A.
- ERNST Th., 1960 — Sonnenbrandmaterial in Beton? *Steinbruch u. Sandgrube*, **53**, 1: 10–12.
- ERNST Th., DRESCHER-KADEN F.K., 1940 — Über den „Sonnenbrand” der Basalte. *Zs. angew. Min.*, **3**, 2: 73–141.
- HIBSCH J. E., 1920 — Über den Sonnenbrand der Gesteine. *Zeitschr. für prakt. Geol.*, **28**, 5: 69–84.
- JANIK E., SZAPLIŃSKI A., 1973 — Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za złożem bazaltu rejon „Radziarów”. Arch. Przeds. Geol. we Wrocławiu.
- KÜHNEL R.A., TSHIBANGU KATSHI J.-P., 1997 — Causes of basalt degrading: methods of prediction of basalt durability. Proc. of the Sixth Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials: 80–90. Reykjavik.
- MAŚLANKIEWICZ K., 1961 — Wulkany. PWN, Warszawa.
- PUKALL K., 1939 — Beiträge zur Frage des Sonnenbrandes der Basalte. I. *Zs. angew. Min.*, **1**: 195–222.
- SKURZEWSKI A., 1973 — Dokumentacja geologiczna złoża bazaltu „Gracze” w kat. A, B, C. Arch. Przeds. Geol. we Wrocławiu.
- STYPUŁKOWSKI B., MAJEROWICZ A., 1994 — Analiza wpływu zgorzeli słonecznej na cechy techniczne kruszyw bazaltowych. *Drogownictwo*, **11**: 261–265.
- ŚLIWA Z., 1967 — Rębiszów – występowanie bazaltu na Łysej Górze. Przew. 40. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Geologia i surowce mineralne Sudetów Zachodnich: 74–75. Wyd. Geol. Warszawa
- ZAGOŹDŻON P.P., 2000 — O niektórych właściwościach fizyko-mechanicznych bazaltoidów zgorzelowych Dolnego Śląska. *Górn. Odkr.*, **42**, 1: 95–105.
- ZAGOŹDŻON P.P., 2001a — O genezie zgorzeli bazaltowej. *Prz. Geol.*, **49**, 4: 328–334.
- ZAGOŹDŻON P.P., 2001b — Zgorzel słoneczna w trzeciorzędowych bazaltoidach Śląska i sposoby wykorzystania jej produktów. Arch. Inst. Górn. PWroc. Wrocław.
- ZAGOŹDŻON P.P., 2002 — Kruszywa bazaltowe a zgorzel słoneczna, *Pr. Nauk. Inst. Górn. PWroc.*, **97**, Seria: Konferencje, 33: 229–242.
- ZAGOŹDŻON P.P., 2003 — Sunburn in Tertiary basalts of Silesia (SW Poland). *Geolines*, **15**: 188–193.
- ZAGOŹDŻON P.P., 2004 — Geometryczna charakterystyka wystąpień skał zgorzelowych w trzeciorzędowych bazaltoidach Dolnego Śląska. *Pr. Nauk. Inst. Górn. PWroc.*, **106**, Stud. Mat., 30: 233–243.