

## O MAGMATYZMIE NA TLE ROZWOJU GEOSYNKLIN

UKD 552.313:551.21"71":552,333.5+552.324(438-11)

Systematyczne badania utworów geosynklynalnych staropaleozoicznego podłoża Wyżyny Śląsko-Krakowskiej oraz utworów krystalicznych napotkanych w podłożu przedgórza Karpat skłoniły autora do głębszego zainteresowania rozwijającym się magmatyzmem, na tle poszczególnych stadiów rozwoju geosynklin.

Powszechnie wiadomo, że prawie zawsze szczególnie wpływ na rozwój magmatyzmu ma tektonika. Na temat związku magmatyzmu z tektoniką opublikowano w ostatnich dwudziestu latach w różnych rejonach świata bardzo wiele prac (1, 3—5, 7—12). Szczególnie dużo opracowań z tego zakresu wykonał J. A. Kuźniecowa (4). Wiadomo także, że wraz z rozwojem geosynklin następuje wzmożenie wulkanizmu inicjalnego, którego produktami są ultrabazyty oraz towarzyszące im skały zasadowe. Inicjalny magmatyzm — w konsekwencji dalszego rozwoju geosynkliny — zmienia się w granitoidowy plutonizm, doprowadzając do powstania oddzielnych masywów związanych z krótkotrwałymi fałdowaniami, zaznaczającymi się w dolnej części „granitoidowej” strefy skorupy ziemskiej, jak również do jej topienia i podnoszenia się ku stropowi.

Magmatyzm inicjalny, przechodzący w synorogeniczny plutonizm, może się powtarzać kilkakrotnie, aż w końcu — po kolejnej fazie fałdowań — przechodzi w subsekwentny wulkanizm, nie prowadzący do pe-

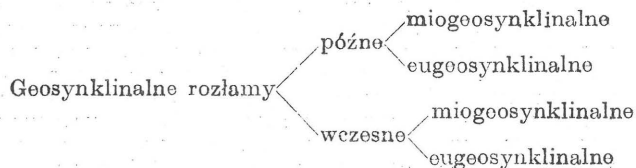
nego zaniku działalności wulkanizmu zasadowego. Niekiedy jednak z formacjami spilitowo-keratofirowymi i intruzjami o składzie zasadowym w strefach geosynklynalnych, wśród których nierzadko zalegają i ciała ultrazasadowe, współwystępują różne granitoidy. Granitoidy te na ogół nie mają bezpośredniego związku z pierwotnymi stopami zasadowymi, tj. nie przedstawiają produktów ich dyferencjacji, właściwych magmom bazaltowym. Występują one najczęściej na skłonach geoantyklin, stosunkowo rzadko — w strefach większych głębi geosynklin. Prawie zawsze są związane z młodszą działalnością geosynklin.

Na podstawie badań przeprowadzonych na Uralu, w Azji Środkowej i w innych rejonach świata stwierdzono, że wraz z długotrwałym procesem rozwoju geosynklin wiąże się prawie zawsze tworzenie się wielu pokoleń różnorodnych granitoidów, stanowiących wielofazowe generacje. W trakcie formowania się geosynklin, podlegających ruchom, w różnych ich miejscach tworzą się granitoidy o różnym składzie. Tworzenie się tych skał trwa bardzo długo i zbiega się prawie z zachodzącym równolegle procesem naprężenia górotwórczych. Granitoidy te nie są związane z dużymi rozłamami geosynklynalnych głębin ani nie rodzą plutonizmu. Wykorzystują one tektonicznie osłabione strefy i przenikają w postaci stopów konsekwentnych form w górne części geosynklin, doprowadzając do powstania różnej wielkości ciał gra-

nitoidowych. Stąd też można mówić o związku niektórych masywów krystalicznych z fazami fałdowań.

Z procesem magmatyzmu granitoidowego współuczestniczy ultrametamorfizm i progresywny metamorfizm. Dowodem tego jest fakt, że w podłożu geosynklin znajdują się silnie zmetamorfizowane skały tego samego wieku, co i w ich otoczeniu.

Dwu podstawowym etapom rozwoju geosynklynalnych systemów fałdowań: głównemu i zamykającemu (orogenicznemu) odpowiada również związany z nimi magmatyzm. Do każdego z tych etapów przywiązany jest jeszcze swoisty element osadowy i wulkaniczny. W głównym etapie tworzy się cały szereg zagłębień i spękań oraz antyklinoriów. Zagłębienia wypełniają się kompleksami osadowymi i wulkanicznymi. W zamykającym (końcowym) etapie tworzą się międzygórskie i peryferyczne strefy, które wypełniają się osadami molasowymi i materiałem pochodzenia wulkanicznego. Zagłębienia te rozdzielają duże górskie podniesienia megaantyklynalne. W obydwu etapach występują liczne refleksy tektoniczne i związane z nimi zjawiska magmowe. W cyklicznym rozwoju tworzą się charakterystyczne systemy fałdowe, złożone także z szeregu synklinoriów. Pośród pęknięć powstających przy tych systemach fałdowych, różni się pęknięcia (rozłamy) wczesnych i późnych stadiów geosynklynalnych. Pierwsze powstają na początku danego cyklu tektonicznego i mogą się rozwijać do średniego, a niekiedy nawet do końcowego stadium geosynklynalnego. Późne pęknięcia tworzą się w środkowym okresie rozwoju danej geosynklynalnej.



Wszystkim wymienionym pęknięciom towarzyszą zjawiska magmowe.

Fundamentem osadowych i wulkanicznych kompleksów wypełniających geosynklynalne rozłamy, a także międzygórskich zagłębień, jest starszy kompleks, złożony z sfałdowanych na ogół osadów wczesnej powstających i skał wulkanicznych.

Zjawiska wulkaniczne, związane z systemami głębokich rozłamów, można podzielić na trzy grupy: peryferyczne, pokładowe oraz centralne. Skały zaś intruzywne, przecinające sfałdowane utwory ogólnie reprezentują dwa rodzaje: związane z rozłami i nie mające z nimi związku. Większość jednak intruzji wiąże się z pierwszym rodzajem. Są to głównie skały ultrazasadowe i zasadowe, natomiast duże ciała granitoidów nie mają na ogół bezpośredniego związku z dużymi rozłami. Mają one na ogół bardzo duże rozmiary, prawie zawsze związane z antyklinoriami. J. A. Kuźniecowa (4) dzieli takie batolity na trzy rodzaje: granitowe, granodiorytowo-tonalitowe i granitoidowe.

Masywy tych utworów tworzą bardzo liczne ciała intruzywne i są związane z różnymi systemami fałdowymi, najczęściej — z paleozoicznymi elementami strukturalnymi. Na ogół masywy, w których występują, są zniszczone przez erozję, bądź też pokryte osadami młodszymi. W wyniku badań licznych antyklinoriów, stwierdzono że cechuje je długotrwały rozwój. Podnosiły się one w dłuższym okresie geologicznym w trakcie ciągłego gromadzenia się osadów w ich strefach peryferycznych. Wzrost form geoantyklyn wiąże się z powiększeniem ich jąder, stanowiących komory magmowe. Pojawienie się w komorze geoantyklynalnej masy magmowej powoduje podnoszenie i wzrost (długości oraz szerokości) geoantyklyn. Podnoszą się więc także nadległe skały. W konsekwencji często dochodzi do rozrywania (pęknięcia) ich części stropowych.

Sprężone z tym zjawiska tłumaczono początkowo bardzo różnie. Utwory osadowe w geosynklynalach w poszczególnych jej częściach uważano za różne facje. Nie uwzględniano różnicowania morfologicznego

dna geosynklynalnej, spowodowanego różnym rozwojem poszczególnych form geoantyklynalnych. Uważano, że są to młodsze utwory wyniesione z głębi. Niektórzy badacze dopatrywali się jednak w rozciętych przez erozję systemach geoantyklyn — poprzecznych w stropie dawkami — powiększenia się pod wpływem rozdążającego się w ich jądrach magmatyzmu. W tych wypadkach dopuszcza się także możliwość dopływu magmy do komór magmowych z głębi, wzdłuż głębokich rozłamów, znajdujących się w jądrach geoantyklynalnych. Dla tych, które nie są bezpośrednio związane z rozłami należy przyjmować inne sposoby wypełniania ognisk zbiorników magmowych. Z powyższego widać, że tworzenie się megaantyklyn wynika ze wzrostu ich zbiorników magmowych oraz lateralnego przemieszczania w nich masy magmowej.

#### GŁÓWNY ETAP MAGMATYZMU

Na podstawie dotychczasowych prac, wiadomo że z początkowym stadium rozwoju ruchów geosynklynalnych wiąże się wulkanizm inicjalny. Nagromadzają się wówczas duże ilości magmy formacji diabazowo-spilitowych, a także wulkanicznych skał krzemianowych. W tym etapie tworzą się subwulkaniczne intruzywne ciała o składzie zasadowym oraz oddzielne intruzje piroksenowo-dunitowe gabra i formacji gabro-plagiogranitowej (4).

Główną substancją wyjściową zjawisk wulkanicznych i subwulkanicznych formacji gabro-diorytowej, jak również gabro-piroksenitowo-dunitowej, jest magma gabrowa lub bazaltowa. Migrując wzdłuż stref rozłamowych z głębinowych ognisk, zlokalizowanych w płaszczu ziemskim, magma ta tworzy niezbyt głębokie ogniska umiejscowione blisko zasadowej części skorupy ziemskiej. Z ognisk tych magma postępuje wzdłuż pęknięć oraz szczelin i przenika w skorupę ziemską, dochodząc niekiedy aż do jej powierzchni. Pierwotny jej charakter zmienia się z czasem znacznie, wskutek grawitacyjnej dyferencjacji i zjawiska asymilacji, a także przez wchłonięcie wtórnych magm granitoidowych. Dlatego też w końcu głównego stadium magmowego zmienia się skład produktów wulkanicznych, które w porównaniu do formacji diabazowo-spilitowej stają się bardziej kwaśne, zmieniając się na porfirytowe, andezytowe lub keratofirowe. W konsekwencji zmienia się także skład skał intruzywnych. Charakterystyczną formacją w końcowej fazie głównego etapu magmowego jest formacja gabro-plagioklazowa i plagiogramitowa.

Przenikanie dużych mas magmowych wzdłuż stref rozłamowych w stropowe części zagłębień stref eugeosynklynalnych w dalszym etapie ich dojrzewania doprowadza do podniesienia oddzielnych fragmentów geoantyklynalnych, do ich wzrostu i powiększenia objętości ich jąder. W tym stadium rozwoju geosynklin ich części wgłębne często są rozdzielane rozciągającymi się geoantyklynami na wiele filialnych zagłębień. Powstaje wówczas złożony relief powierzchni ziemskiej głębi geosynklynalnej i archipelagiczny zrab paleogeograficznej struktury basenu morskiego. Dla dojrzałego stadium geosynklynalnego typowe jest także powstanie późnych geosynklynalnych zagłębień, z głównym wulkanizmem o charakterze bazaltowym (diabazowo-spilitowym), andezytowym (porfirytowym). Dlatego też wulkanizm ten towarzyszy intruzjom formacji plagioklazowej, które tworzą się kosztem ognisk wtórnej magmy kwaśnej, powstałej wskutek procesów asymilacji i palingenezy.

Późnogeosynklynalne procesy przebiegają podobnie jak we wczesnym stadium geosynklynalnym, ale w nieco szybszym tempie. Takie ewolucjonizowanie się geosynklynalnego doprowadza do zjawisk wulkanicznych i intruzywnych. Dla niektórych z nich charakterystyczny jest intensywny magmatyzm na znaczniejszej rozciągłości ich występowania, dla innych — główna faza wulkanizmu. Dzięki ogromnym zapasom energii cieplnej magmy, znajdującej się w jej ogniskach, oddziaływa ona na otaczające skały, doprowadzając do ich topienia i tworzenia się wtórnych, bardziej kwaśnych skał, odpowiadających składem przetopionym skałom osadowym i metamorficznym. Magmy te składem odpowiadają plagiogranitom i innym skałom grupy granitoidów.

Należy także pamiętać, że przebiegające procesy wulkaniczne i towarzyszące im liczne wtórne ogniska magmowe w głębi skorupy ziemskiej dostarczają sporo energii cieplnej. Przez oddawanie tego ciepła i ochładzanie się skał powstają kwaśne magmy. Wtórne ogniska magmowe powiększają tak bardzo swą objętość, że z czasem wydostaje się z nich magma i przebiega dno geosynkliny. Ogniska te tworzą się najczęściej na obrzeżu geosynklin. Magma tworzy się w nich kosztem przetopienia wszystkich typów skał, a więc magmowych, osadowych i metamorficznych.

Ruchliwość stref geosynkinalnych wobec powstałej magmy wtórnej może, pod wpływem oddziaływających ciśnień i przy istnieniu rozłamów, doprowadzać do jej migracji oraz przenikania ku powierzchni ziemi i tworzenia się intruzywnych kompleksów kwaśnych skał głębinowych o typie plagiogranitów, granodiorytów i granitów. Późniejszym intruzjom tych skał odpowiadają takie wulkaniczne utwory, jak keratofir, andezyt, trachiandezyt (4). W końcu głównego etapu zarówno wczesnych, jak i późnych rozłamów geosynkinalnych następuje stadium ich zamykania. Tworzą się wówczas intensywne kwaśne intruzje (formacji gabro-diorytowo-granitoidowej) granitowe. Ich tworzenie się jest najczęściej związane z ewolucją magmy andezytowej. Intruzje te przenikają wzdłuż stref rozłamowych i wchodzi w obręb osadowego kompleksu geosynkinalnego. Wówczas powierzchnia tego kompleksu nabrzmiewa, a same jądra magmowe przyczyniają się do powstania ogromnych form morfologicznych.

Sumując, w głównym etapie geosynkinalnym i w jego wczesnych stadiach rozwoju, wulkaniczne zjawiska i związane z nimi intruzywne formacje powstają kosztem pierwotnej magmy bazaltowej, wędrującej z głębi płaszcza ziemskiego. Z nastaniem stadium dojrzałego w rozwoju wulkanicznym zjawisk uczestniczą liczne magmy kwaśne, tworzące się w ogniskach wtórnych. W końcu etapu rola tych ostatnich w tworzeniu się intruzji i zjawisk wulkanicznych jest bardzo znaczna. Powstają ogromne masy magmy, które przenikają z głębi w procesie rozwoju rozłamów i gromadzą się głównie pod dnem geosynklin oraz w ich strefach peryferycznych, doprowadzając w efekcie do zamykania stref rozłamowych.

#### KOŃCOWY MAGMATYZM

Początki zamykania geosynklin wiążą się z modelowaniem ich zagłębień. Następuje wówczas nakładanie się na siebie powstałych w ich głównym etapie form synkinalnych i antykinalnych. W miejsce mniejszych antykinoriów i synklinoriów tworzą się megaantykliny i megasynkliny. Megaantykliny, rozrastając się we wszystkich kierunkach, doprowadzają do powstania dużych grzbietów górskich i jednocześnie dużych głębin. Głębiny te często są przecinane rozłamami, w których pojawia się silny wulkanizm. W początkowym stadium jest to wulkanizm subsekwentny. Produkty zjawisk wulkanicznych etapu zamykającego odróżniają się od skał wulkanicznych etapu geosynkinalnego. Stanowią one dwie grupy: a) formacja związana z zagłębieniami międzygórkami, b) formacja antykinalna i wulkanicznych wyniesień. Na podstawie składu chemicznego i mineralnego można wśród nich wydzielić: starszą formację bazaltowo-andezytowo-dacytową, składającą się z law i tufów trachibazaltowych związanych z podwyższeniem alkaliczności wchodzących w nie skał oraz młodszą formację porfirową lub dacytowo-liparytową.

Wśród skał wulkanicznych jest dużo produktów wylewów naziemnych, a dla formacji dacytowo-liparytowej charakterystyczne są także tufy oraz skupienia pociółkowo-pumekosowe i ignimbryty. Skład wylewów wulkanicznych, a więc law zasadowych (bazaltów), średnich (andezytów) i kwaśnych (dacytów i liparytów), jest charakterystyczny dla etapu wulkanizmu końcowego. Wiąże się on z wtórnymi ogniskami i odpowiednią dyferencjacją magmy. Wulkaniczne formacje wylewów, związanych z megaantyklinami tworzą szerokie pokrywy wulkanicznych wylewów i tufów na wierzchołkach i zboczach poszczególnych wyniesień. Tworzą one duże stożki wulkaniczne. Przykładem tego są stożki wulkaniczne Małego Kaukazu.

Formowanie się międzygórkich zapadlisk i rozdziałających je górskich wyniesień doprowadza do po-

wstania wewnętrznych intruzywnych kompleksów formacji granitowych. Występują one bądź na małych głębokościach i są bardzo ściśle związane z wulkanicznymi kompleksami, bądź też należą do swobodnych formacji granitowych różnych rozmiarów plutonów, które J. A. Kuźniecowa (4) nazywa grupowymi formacjami batolitów granitowych. Tworzą one główne ogniska magmowe bez uczestnictwa ognisk wewnętrznych (głębinowych). Skład tych skał zależy od utworów metamorficznych i osadowych, kosztem których powstały. Budują one megaantykliny ogromnych wyniesień, rozdzielających międzygórskie obniżenia. Plutony tych formacji tworzą się długo podczas procesu wzrostu i podniesień antykin oraz końcowego oddziaływania procesów osadotwórczych, wchłaniania i przetapiania różnych skał.

Wśród międzygórkich zapadlisk można wydzielić cały szereg form: od małych, średnich do dużych depresji. Niektóre zapadliska są ściśle związane z procesami wulkanizmu. Przykładem tego jest obszar Kaukazu. Wiąże się to z występowaniem płytkich ognisk wulkanów. Tworzenie się takich ognisk, których magmy często przechodzą w ciała plutonów formacji granitowych, odbywa się w rezultacie bardzo długiego procesu. Istnieje dużo wskazań, że tworzą się one przez proces typowo magmowy. Główną rolę w tym procesie odgrywają roztwory magmowe które tworzą front metasomatycznych przeobrażeń. Roztwory te, podnosząc się stopniowo do góry, stanowią front, doprowadzający do topienia skał otaczających. Sama magma w swojej objętości pozostaje na miejscu. Powstałe w wyniku tego procesu skały mają skład mineralny zależny przede wszystkim od składu roztworów.

Z objętości tworzących się batolitów formacji granitowych na początku etapu końcowego, wynika że tworzą się one w dużych obniżeniach skorupy ziemskiej. Formowanie się tych zagłębień i równocześnie wyniesień w geosynklinach doprowadza do tworzenia się nowych ognisk magmowych. Pod wpływem zaś odradzających się przy tym nacisków powstają impulsy do tworzenia się nowych ognisk magmowych. Proces ten, w odpowiednim ewolucyjnym wydaniu, może trwać bardzo długo, a tworzące się przy tym produkty magmowe mogą przybierać różny charakter. We wszystkich jednak przypadkach są to utwory o określonych cechach charakterystycznych dla końcowego etapu magmowego.

Na tle przedstawionych wywodów teoretycznych, dotyczących działalności magmatyzmu wraz z rozwojem geosynklin, trudno obecnie — ze względu na małą ilość zebranych faktów — przedstawić pogląd na temat rozwoju staropaleozoicznej geosynkliny i związanego z nią magmatyzmu na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej. Garść informacji na ten temat przedstawia autor niniejszego artykułu w pracy zbiorowej: W. Heflik, M. Muszyński i K. Piekarski pt.: „Magmatyzm w staropaleozoicznej geosynklinie w rejonie Mrzygłód — Zawiercie” (2).

#### LITERATURA

1. Bielołusow W. W. — Tiektoniczeskije razwitiije ziemnowa szara. Priroda 1952 nr 2.
2. Heflik W., Muszyński M., Piekarski K. — Magmatyzm w staropaleozoicznej geosynklinie w rejonie Mrzygłód — Zawiercie. 1978 (w druku).
3. Knipper A. L., Kostanian J. L. — Wozrost gipertazitow siewierowostocznowo pobierieža ozierra Siewan. Izw. A.N. ZSRR, Sierije Gieol. 1964 nr 10.
4. Kuźniecowa J. A. — Głównyje typy magmatycznych formacji. M. Izd. Niedra 1964.
5. Muratow W. — Etapy i stadii rawitija geosynkinalnych składczych obłastiej. [W:] — Die formacia parod i tiektonika. Międzynarodowy Gieolog. Kongress 22 sierije. Dokl. Sow. Gieolog. Problema 4. M. Izd. Nauka 1964.
6. Muratow M. W. — Rola magmatizmu w razwitiu geosynkinalnych sistiem. Międzynarodowy

- Geolog. Kongress 23 Siesija 1968. Dokl. Sow. Geolog. 1968.
7. Shtreis N. A. — Problema swijazi magmatizma po strukturami geosynklijalnych sistiem. [W:] — Dieformacija parod i tiektonika. Miedzunarodnyj Geolog. Kongress 22 sierije. Dokl. Sow. Geolog. Problema 4. M. Izd. Nauka 1968.
  8. Stille H. — Einführung in der Bau Amerikas. Berlin 1940.

### SUMMARY

The development of magmatism is discussed on the background of individual stages in evolution of geosynclines, with the reference to the literature and, partly, the results of the author's studies on geosynclinal rocks of Early Paleozoic basement of the Silesian-Cracow Upland and crystalline rocks found in the basement of the Carpathian forefield.

With the reference to the two major stages in evolution of geosynclinal folding systems, the main and closing (orogenic) ones, the author states that volcanic phenomena and related intrusive formations from the main geosynclinal stage and its early phases of evolution originate at the expense of primary basic magma migrating from deep parts of the Earth mantle. From the beginning of the mature stage, acid magmas originating in secondary centers begin to take part in volcanic phenomena. Their contribution becomes highly significant at the end of that stage. Products of volcanic phenomena from the closing stage differ from those from the main stage and they may be subdivided into basalt-andesite-dacite and porphyry or dacite-liparite formations.

9. Stille H. — Zur Frage der Herkunft der Magmen. Berlin 1940.
10. Stille H. — Geotektonische Gliederung der Erdgeschichte. Berlin 1944.
11. Stille H. — Der „subsequente“ Magmatismus. Berlin 1950.
12. Stille H. — Die assintische Tektonik im geologischen Erdbild. Beih. Geol. Jahrbuch 1958 H. 22.

### РЕЗЮМЕ

В статье представлены взгляды по теме развития магматизма на фоне отдельных стадий развития геосинклиналей, разработанные на основании литературных данных и частично собственных исследований автора, проведенных над геосинклинальными отложениями древнепалеозойского основания Силезско-краковской возвышенности, а также над кристаллическими отложениями в основании Карпатского предгорья.

В связи с двумя основными этапами развития геосинклинальных систем складчатости: главным и замыкающим (орогеническим) — автор пишет, что в главном геосинклинальном этапе и в ранних стадиях его развития, вулканические явления и связанные с ними интрузивные формации образуются за счёт первичной базальтовой магмы перемещающейся из глубины мантии. В спелой стадии в развитии вулканических явлений принимают участие кислые магмы, которые образуются во вторичных очагах. Продукты вулканических явлений замыкающего этапа отличаются от вулканических пород главного этапа. Среди этих продуктов можно выделить следующие формации: базальтоандезитово-дацитовую и порфиоровую или дацитово-липаритовую.