

## Zrosty bliźniacze gipsów z Koronowa

### WSTĘP

W wyrobisku przy cegielni, na przedmieściu Koronowa, w łach mioceńskich występują kryształy gipsu nie różniące się pod względem postaci od gipsów z Dobrzynia n/Wisłą. Wśród zebranych przez mgr Krażewskiego i uprzemie ofiarowanych mi kryształów gipsu z Koronowa znalazłam początkowo jeden pięknie wykształcony okaz bliźniaka. Na tym okazie występują jednocześnie dwa typy zbliźniaczeń — zrosty i przerosły. Oba typy z punktu widzenia geometrii bliźniaka są sobie równoważne i opisuje się je zasadniczo jako utworzone według tego samego prawa, które można rozpatrywać dwojako — jako prawo według płaszczyzny (100) lub według osi [001]. Różnią się one jedynie płaszczyzną zrostu bliźniaczego, ważnego elementu z punktu widzenia struktury osobników zrastających się. Według ogólnie przyjętej definicji w bliźniakach zrosłych płaszczyzna zrostu jest jednocześnie płaszczyzną bliźniaczą (tak jak się to przyjmuje w przypadku gipsu dla tak zwanych „jaskóńczych ogonów“), jeżeli natomiast płaszczyzna zrostu nie pokrywa się z płaszczyzną bliźniaczą, powstaje wówczas bliźniak przerosły. Z interpretacji bliźniaków gipsu, jako utworzonych według prawa [001], wynika, że płaszczyzną zrostu może być każda ze ścian z pasa tej osi, a więc mogą się tworzyć bliźniaki przerosłe, gdy płaszczyzna zrostu nie pokrywa się z płaszczyzną (100), będącą jednocześnie płaszczyzną bliźniaczą.

Według tego samego prawa (osi [001] lub płaszczyzny (100)) tworzą się bliźniaki przerosłe w ortoklazie, które od miejsca występowania noszą nazwę karlsbadzkich. Tym terminem w cudzysłowie określa się nieraz i przerosłe bliźniaki gipsu. (Przy opisie gipsów bocheńskich S. Kreutz (1916) wspomina, że wśród badanych okazów były bliźniaki mające wykształcenie „karlsbadzkie“, przy tym autor zaznacza, że występuje to wówczas, „jeżeli jeden z osobników prócz zetknięcia się płaszczyzną (100) obejmuje jeszcze, wskutek nierównomiernego wzrostu obu osobników, także z innych stron drugi mniejszy ...“). To spostrzeżenie S. Kreutza nie zostało potwierdzone ani w przypadku już wymienionego bliźniaka nr 1, ani też innych okazów bliźniaków przerosłych, znalezionych przy

powtórny przeglądzie zbioru gipsów z Koronowa. Wszystkie znalezione okazy zostały ponumerowane i w dalszej części szczegółowo kolejno opisane.

### SZCZEGÓŁOWY OPIS

Bliźniak gipsu nr 1 (fig. 1a, b) nie na całej swej długości, wynoszącej około 5 cm, ma wykształcenie karlsbadzkie. Jeden koniec bliźniaka jest ścięty chropowatymi zaokrąglonymi ścianami, przebiegającymi prawie pod kątem prostym do osi z, co robi wrażenie jak gdyby okaz był ułamany. Prawdopodobnie są to ściany postaci  $\langle 103 \rangle$ , o których występowaniu wspomina F. Becke, na co się powołuje S. Kreutz (1916). Część okazu od tej strony stanowi bliźniak zrosły z widocznym szwem bliźniaczym w postaci linii prostej. Na wysokości około 2/3 od tego końca następuje stopniowe przesuwanie się szwu bliźniaczego, jak pokazano na fig. 1 (linią przerywaną zaznaczono przebieg szwu bliźniaczego na ścianie, na której okaz jest ułożony, czyli ścianie  $(010)$  osobnika 1). W obszarze ograniczonym przez ramiona kąta utworzonego przez przesunięte szwy bliźniacze, oba osobniki nawzajem przenikają się i oba są tej samej wielkości. Widok z góry na ten koniec bliźniaka jest pokazany na fig. 1b. Widoczne są tu następujące postacie:  $\langle 010 \rangle$ ,  $\langle 110 \rangle$ ,  $\langle 111 \rangle$ , oraz bardzo zbrudzone ściany prawdopodobnie postaci  $\langle 103 \rangle$ . Z tego okazu bliźniaka sporządzono dwa zdjęcia Lauego, jedno — z cienkiej płytki odłupanej z uciętego kawałka części zrosniętej, drugie — przez prześwietlenie całego okazu w części przerośniętej. W obu przypadkach prześwietlano w kierunku  $[010]$ . Otrzymane zdjęcia są podane na tablicy I, II.

Bliźniak nr 2 został wybrany z kolekcji gipsów początkowo jako jedynie podejrany o zbliźniczenie, z powodu znacznego wydłużenia w kierunku osi z. Tej samej szerokości pojedyncze osobniki gipsu są przeważnie znacznie krótsze. Przy dalszych oględzinach wykryto istnienie kąta wklęsłego, utworzonego pomiędzy odpowiednimi ścianami słupa  $\langle 110 \rangle$  obu osobników. Ponadto na jednym z końców była widoczna na jednym z osobników ściana  $\langle 111 \rangle$ , która wskazywała, że wybrany okaz nie jest pojedynczym kryształem. Patrząc z góry w kierunku osi z na bliźniaku nr 2 widać linię będącą śladem powierzchni zrostu obu osobników (fig. 2). Zdjęcie Lauego sporządzone z tego okazu potwierdziło, iż jest to zrost bliźniaczy (tabl. I, fig. 22).

Bliźniak nr 3 (fig. 3) jest bardzo podobny do poprzednio omawianego, tylko jest dłuższy od tamtego o 2 cm i na jednym końcu nieco zwężony. To zwężenie prawdopodobnie nastąpiło wskutek częściowego rozpuszczenia, gdyż na tym końcu nie ma widocznych ścian  $\langle 111 \rangle$ , a ściany  $\langle 110 \rangle$  obu osobników są bardzo zbrudzone. Rentgenogram tego okazu również potwierdził zbliźniczenie.

Okaz nr 4 swoim wykształceniem nasuwał przypuszczenie, iż jest to zrost bliźniaczy. Ten bliźniak wyrastał z jakiegoś większego osobnika, na co wskazywał jeden z jego końców. Wśród gipsów spotyka się bardzo często zrosty rozetowe, polegające na wyrastaniu z jednego dużego okazu innych nieco mniejszych. Te mniejsze „narośla“ stosunkowo łatwo jest usunąć i wówczas w kryształach podłożu pozostaje charakterystyczne

wgłębienie o budowie schodkowej, natomiast usunięty kryształ ma zakończenie będące odlewem tej wgłębionej formy. Właśnie taki jeden koniec miał okaz nr 4 (fig. 4). Oglądając to zakończenie z góry wydawało się, że można tu wyodrębnić dwie części zaznaczone schematycznie na fig. 4. Drugi koniec wskazywał wyraźnie na zbliźniaczenie, przy czym był również ścięty ścianami postaci  $\langle 103 \rangle$ . Patrząc na ten koniec w kierunku osi  $z$ , widać szew bliźniaczy, który, jak pokazano na fig. 4, nie dochodzi do ściany przeciwległej. Zbliźniaczenie osobnika 1 i 2 stwierdzono optycznie, badając cienką płytkę odłupaną równolegle do (010). Zbliźniaczenie osobników 1' i 2 stwierdzono rentgenograficznie (tabl. II, fig. 23).

Następny okaz, nr 5 był podobny do dwu pojedynczych kryształów gipsu, z których jeden był obrócony względem drugiego o  $180^\circ$ , wciśniętych w siebie w kierunku osi obrotu, osi  $z$ , ale nie do końca. Jedno więc zakończenie tego okazu miało wykształcenie pojedynczego osobnika z widocznymi ścianami słupa  $\langle 111 \rangle$  (fig. 5). Powierzchnia zetknięcia się tych obu osobników w tym przypadku nie da się sprowadzić do płaszczyzny z pasa osi  $z$ . Jednak tylko płaszczyzny z pasa tej osi można uważać za płaszczyzny zrostu, gdyż istotnie tymi płaszczyznami oba osobniki zra- stają się, natomiast pozostałe powierzchnie prawdopodobnie można traktować jako powierzchnie zetknięcia się. Przy odłupywaniu cienkich płytek z tego bliźniaka rozpadają się one w tych miejscach, gdzie oba osobniki stykają się powierzchniami prawie prostopadłymi do osi  $z$ , natomiast związanie obu płytek w właściwej płaszczyźnie zrostu jest trwałe i niewidoczne makroskopowo w świeżo odłupanych płytkach. Ponadto na tym okazie ściana (010) osobnika 1 pokrywa cienką warstwą ściankę (010) osobnika 2, co stwierdzono rentgenograficznie. Na bliźniaku nr 5 widoczne są próby tworzenia ścian (111) przez osobnik 2. Gdyby więc był to pojedynczy kryształ, jego długość prawdopodobnie byłaby o połowę mniejsza. Ten bliźniak ma wyjątkowo dużo inkluzji substancji ilastych, chociaż spotyka się je i w innych okazach.

Podobny do poprzedniego zrost bliźniaczy występował na okazie nr 6, który miał na jednym z końców dobrze wykształcone ściany postaci (111), wskazujące raczej na pojedynczy kryształ, drugi zaś koniec był uszkodzony. Na fig. 6 pokazany jest bliźniak z obu stron. Na jednej z nich pokazano zarys ściany (010) osobnika 1, która jak gdyby obejmuje kryształ 2, wystając około 1 mm ponad jego ścianę. Dzięki właśnie „wystawianiu“ tej ściany, na ten okaz zwrócono uwagę, gdyż samo jego wykształcenie, występowanie ścian  $\langle 111 \rangle$ , nie wskazywało na zrost bliźniaczy.

Na cienkiej płytce odłupanej ze ściany uwidocznionej na fig. 6a stwierdzono pod mikroskopem zbliźniaczenie. Podobnie jak w przypadku poprzedniego okazu (nr 5) cienka płytka z bliźniaka rozpadała się w miejscu, gdzie powierzchnia zetknięcia przebiega prawie prostopadle do osi  $z$ , a więc w miejscu występowania powierzchni styku, a nie zrostu. W pobliżu powierzchni styku warstewki są nieco powyginane, prawdopodobnie wskutek wzajemnego nacisku. Sporządzono też zdjęcie Lauego z tego bliźniaka, prześwietlając go w miejscu zaznaczonym na fig. 6b kropką, a więc tam, gdzie ściana (010) osobnika 1 pokrywa osobnik 2. Zdjęcie

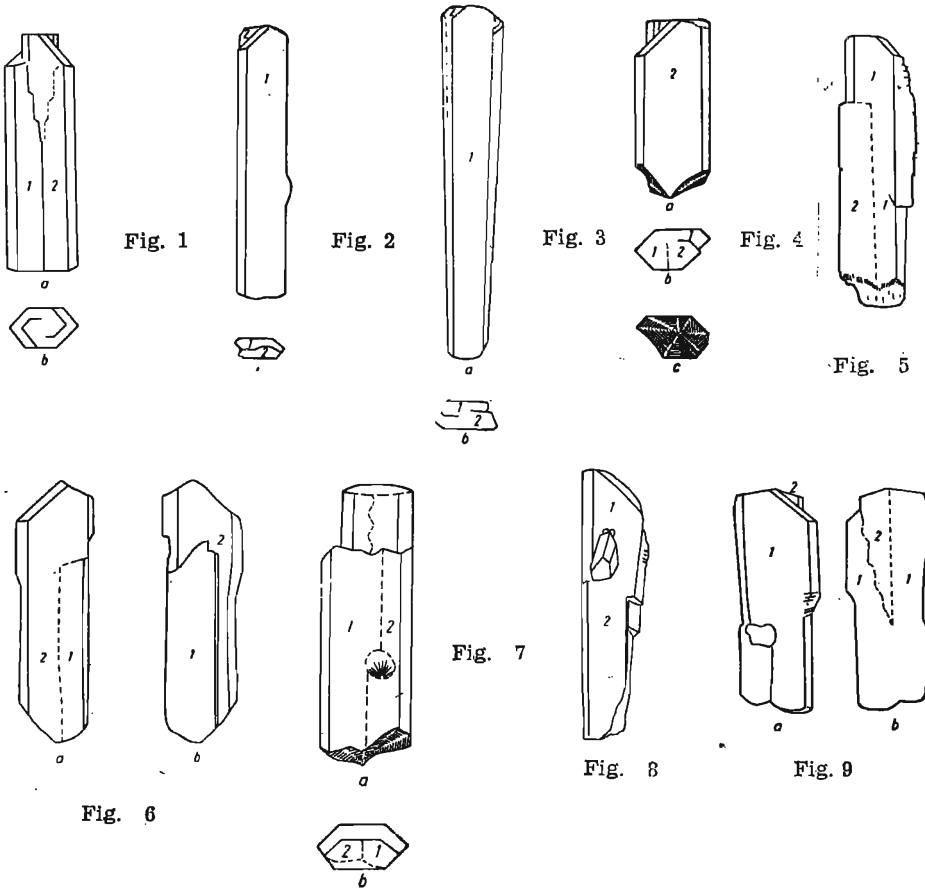


Fig. 1. a — Bliźniak gipsu nr 1 wg [001], jednocześnie zrosły (szew bliźniaczy w postaci linii prostej) i przerosły (szew bliźniaczy w postaci dwu rozwidlających się linii)

b — To samo, widok z góry w kierunku osi  $z$

Gypsum twin No. 1 on [001], simultaneously being a juxtaposition twin (twinning line in shape of a straight line) and a interpenetrant one (twinning line in shape of two forked lines)

b — The same; top view toward the  $z$  axis

Fig. 2. a — Bliźniak gipsu nr 2 ułożony na ścianie (010) osobnika 2

b — To samo, widok z góry w kierunku osi  $z$

Gypsum twin No. 2, grown on the face (010) of the individual 2

b — The same; top view toward the  $z$  axis

Fig. 3. a — Bliźniak gipsu nr 3 ułożony na ścianie (010) osobnika 2

b — To samo, widok z góry w kierunku osi  $z$

Gypsum twin No. 3, grown on the face (010) on the individual 2

b — The same; top view toward the  $z$  axis

Fig. 4. a — Bliźniak gipsu nr 4 ułożony na wspólnej ścianie dwuścianu (010), przez którą przebiega w postaci linii prostej szew bliźniaczy

b — Ten sam bliźniak widziany z góry w kierunku osi  $z$ . Linia przerywaną zaznaczono szew bliźniaczy

c — Widok z dołu



(tabl. II, fig. 24) potwierdziło, iż ściana ta przechodzi poza granicę szwu bliźniaczego widocznego na fig. 6a.

Okaz nr 7, podobnie jak nr 4, pochodził z rozetowego zrostu, na co wskazywał jeden jego koniec, z tą różnicą, że tkwił on prawdopodobnie w tym samym wgłębieniu macierzystego kryształu jednocześnie z jakimś innym osobnikiem, oraz sam jeszcze był „podłożem“, z którego wyrastał mniejszy kryształek (widoczne jest wgłębienie po jego usunięciu). Okaz ten składał się jak gdyby z kryształu rdzenia wysuniętego z otaczającej go z trzech stron grubej warstwy (fig. 7). Kryształ-rdzeń jest zakończony ścianą przebiegającą prawie prostopadle do osi  $z$ . To zakończenie wskazywałoby na podstawie poprzednio rozpatrywanych przypadków, że jest to zrost bliźniaczy. Oglądając go z góry widać na chropowatej ścianie szew bliźniaczy, który jednak nie dochodzi do ściany (010) (fig. 7b). Na odłupanej równoległe do (010) cienkiej płytce z kryształu rdzenia stwierdzono pod mikroskopem zrost bliźniaczy. Szew bliźniaczy na ścianie (010) nie przebiega w postaci linii prostej, ale z lekka łamanej.

Płytką odłupaną ze ściany (010) otoczki rdzenia wykazuje również zrost bliźniaczy. Szew bliźniaczy biegnie tu prawie w postaci linii prostej, ale jest przesunięty ku brzegowi tak, że szerokości osobników bliźniaczych mają się do siebie jak 1 : 2 (fig. 7). Poniżej wgłębienia, występującego na tej ścianie, szew bliźniaczy jest przesunięty bardziej ku środkowi.

Na okazie nr 8 z bliźniaczenie rozpoczyna się na  $1/3$  jego długości. Część nie zbliźniaczona tego okazu ma wyraźne wykształcenie pojedyn-

Gypsum twin No. 4, grown on the common pinacoid face (010), trough which the twinning line runs as a straight line  
 b — The same, top view toward the  $z$  axis. Dashed line indicates the twinning line  
 c — Bottom view

Fig. 5. Bliźniak gipsu nr 5. Linia przerywaną zaznaczono przebieg szwu bliźniaczego  
 Gypsum twin No. 5. Dashed line indicates the twinning line

Fig. 6. Bliźniak gipsu nr 6 ułożony na ścianie (010) osobnika 2, linią przerywaną zaznaczono szew bliźniaczy  
 b — Ten sam okaz ułożony na ścianie (010) osobnika 2  
 Gypsum twin No. 6, grown on the face (010) of the individual 2, dashed line indicates the twinning line  
 b — The same; grown on the face (010) of the individual 2

Fig. 7. a — Bliźniak gipsu nr 7 z zaznaczonym linią przerywaną szwem bliźniaczym  
 b — Ten sam bliźniak widziany z góry w kierunku osi  $z$   
 Gypsum twin No. 7 with twinning line indicated by a dashed line  
 b — The very same twin; top view toward the  $z$  axis

Fig. 8. Bliźniak gipsu nr 8. Część 1 nie zbliźniaczona, część 2 zbliźniaczona  
 Gypsum twin No. 8. Part 1 untwinned, part 2 twinned

Fig. 9. a — Bliźniak gipsu nr 9 z widocznym wysuwającym się „rdzeniem“  
 b — Ten sam okaz przecięty wzdłuż płaszczyzny symetrii z uwidocznionym szwem bliźniaczym tworzącym klin  
 Gypsum twin No. 9. Visible is protrusion of individual 1  
 b — The very same specimen, cut along the symmetry plane; twinning line forming a wedge is to be seen, there

czego osobnika, podobnie jak w przypadku okazu nr 6. W części nie zbliźniaczonej są widoczne zarówno na ścianie (010), jak też na ścianie (010), wyrastające z niej inne dowolnie zorientowane małe kryształy. Na ścianie (010), od podnóża wyrastającego na niej kryształu, rozpoczyna się część zbliźniaczona. Wygląda to w ten sposób, jak gdyby pojedynczy kryształ rozcięto wzdłuż płaszczyzny symetrii, a następnie z każdej połówki, przez ścięcie brakujących ścian słupa pionowego (110), otrzymano znowu pojedynczy kryształ. Jeden z uzyskanych w ten sposób kryształów został z kolei obrócony o  $180^\circ$  dookoła osi z i „przyklejony“ do ściany (010) osobnika nieruchomego, będącego przedłużeniem nie rozciętej części okazu. W części zbliźniaczonej widoczny jest więc kąt wklęsły pomiędzy ścianami słupa (110) obu osobników bliźniaczych, one zaś same zrastają się ze sobą płaszczyzną (010). Wydaje się, że jedynie dzięki zbliźniaczeniu okaz ten wyrósł prawie o połowę dłuższy niż w przypadku, gdyby był pojedynczym kryształem. O jego przypuszczalnej długości można sądzić na podstawie próby tworzenia ściany (111) na osobniku bliźniaczym, będącym przedłużeniem części nie zbliźniaczonej. Ściana ta powstała mniej więcej w połowie długości całego okazu (fig. 8). Na potwierdzenie zrostu bliźniaczego sporządzono zdjęcie Lauego (tabl. II, fig. 25), a ponadto pod mikroskopem polaryzacyjnym stwierdzono przez porównanie cienkich płytek (ślady lupliwości, kąty znikania światła), odłupanych ze ścian dwuścianu (010), iż jedna część okazu jest pojedynczym kryształem, a druga bliźniakiem utworzonym w sposób wyżej opisany.

Okaz nr 9 wyglądał w ten sposób, jak gdyby z jego wnętrza wysuwał się mały rdzeń inaczej zorientowany niż reszta kryształu (fig. 9). O innej orientacji świadczy ścianka ścinająca go i nachylona pod innym kątem względem osi krystalograficznych niż ścianki słupa (111) całego osobnika. W odległości  $2/3$  od tego końca znajdował się wrośnięty kryształek na ścianie (010) i od tego miejsca było widoczne zrośnięcie dwu jednakowo zorientowanych fragmentów, które tworzyły razem drugi koniec tego okazu. Cały okaz został rozłupany wzdłuż płaszczyzny symetrii, następnie na odłupanej, równoległej do niej, cienkiej płytce przeszedzono pod mikroskopem polaryzacyjnym przebieg szwu bliźniaczego (fig. 9). Widoczne jest tu zbliźniaczenie w postaci klina. Na rozłupanej połowie całego okazu w obrębie klina sporządzono zdjęcie Lauego (tabl. II, fig. 26).

Okaz nr 10 (tabl. I, fig. 19) jest prawie identyczny z poprzednikiem, z tym jednak, że dolna jego część (fig. 10) jest pojedynczym osobnikiem, a nie zrostem dwu równoległych. Mniej więcej na  $1/3$  wysokości (licząc od dołu), na ścianie (010), znajduje się wrośnięty mały kryształek. Prawdopodobnie od tego miejsca rozpoczyna się zbliźniaczenie w dalszej części okazu i przebiega ono przypuszczalnie również w postaci soczewki czy też klina, tak jak zaznaczono to na szkicu (fig. 9) odnoszącym się do okazu 9. Prawdopodobnie też, gdyby nie zbliźniaczenie, okaz byłby prawie o połowę krótszy, gdyż widać na nim zapoczątkowaną ścianę (111).

Okaz nr 11 jest największy z dotychczas rozpatrywanych — ma długość 9 cm i grubość 1,5 cm. Patrząc z góry na jeden z jego końców

wyduje się, że jest to zrost równoległy czterech osobników. Na wszystkich widać dobrze wykształcone i zgodnie zorientowane ściany (111), (111). Drugi koniec tego okazu jest uszkodzony. Na ścianie (010) występuje wgłębienie, prawdopodobnie po wyrastającym tu niegdyś kryształ. Powyżej wgłębienia biegnie szew bliźniaczy, nie dochodząc jednak do końca ściany (fig. 11). Poniżej wgłębienia jest dalszy ciąg szwu bliźniaczego. Od tego też miejsca osobnik 1'; mający ścianę (110) tak wykształconą, że wydaje się przedłużeniem ściany (110) osobnika 2, zostaje zastąpiony osobnikiem o tej samej orientacji, którego ściana (110) sprowadza się jednak do bardzo wąskiego paska, a ściana (110) jest przedłużeniem ściany (110) osobnika 2. To robiło wrażenie, iż zrost bliźniaczy rozpoczyna się dopiero w tym miejscu, tym bardziej, że osobnik 1 właśnie na wysokości miejsca wgłębienia wykazuje próby tworzenia ścian słupa IV r. (111), (111). Szew bliźniaczy widoczny na ścianie (010) nie przechodzi jednak na ścianę (010), co stwierdzono pod mikroskopem na cienkiej płytce odłupanej z tej ściany. Na tym okazie widoczny jest kąt wklęsły utworzony przez wąską ściankę (110) osobnika 2 oraz również wąską ściankę (010) osobnika 1'. Kąt wklęsły, przypominający rowek, nie dochodzi do końca okazu, podobnie jak szew bliźniaczy. Gdyby okaz ten został przecięty płaszczyzną prostopadłą do osi z, to przekrój schematycznie prawdopodobnie przedstawiałby się tak, jak to pokazano na fig. 11.

Okaz nr 12 miał odbite, względnie zniszczone przez działanie wody ściany postaci (111). Ściany słupa pionowego, które udało się zidentyfikować jako (110) i (110), były bardzo zbruzdzone i zaokrąglone. Na jednym z końców, gdzie również ściana (010) uległa częściowemu zniszczeniu, widoczne jest wgłębienie, przebiegające prawie w postaci linii prostej. To wgłębienie przypominało szew bliźniaczy. W płaszczyźnie zrostu bliźniaczego siły spójności są prawdopodobnie słabsze i dzięki temu nastąpiło rozpuszczenie substancji wzdłuż tej płaszczyzny. Odłupana cienka płytka ze ściany (010) oglądana pod mikroskopem polaryzacyjnym potwierdziła, iż istotnie jest to zrost bliźniaczy. Na przeciwległej stronie widać ściankę (010) osobnika 1, wyrastającą około 2 mm ponad ścianę (010) osobnika 2, przy czym tworzy się kąt wklęsły pomiędzy tą ścianą a ścianką (110) osobnika 1. Widoczne tu są również spękania równoległe do (111), sięgające dość głęboko (2÷3 mm) zarówno na ścianie (010) osobnika 1, jak też na (010) osobnika 2. Kierunki spękań zaznaczone na fig. 12 wyraźnie wskazują na zrost bliźniaczy. Przebieg szwu bliźniaczego na ścianach dwuścianu (010) wykazuje, iż płaszczyzna zrostu nie pokrywa się z płaszczyzną (100), a więc jest to bliźniak przerosły.

Okaz nr 13 ma na jednym z końców nieco poobtłukiwane, ale wyraźnie widoczne ściany (111) i (111), których wykształcenie wskazuje na pojedynczy osobnik. Drugi natomiast koniec jest częściowo ułamany, na pozostałej nieułamanej części widoczne jest ścięcie prawie prostopadłe do osi z. Na jednej trzeciej długości, licząc od końca mającego wykształcenie pojedynczego osobnika, na obu ścianach zarówno (010), jak też

(010) wyrastają rozetowo nieduże kryształy (fig. 13). Od tego miejsca począwszy dalsza część okazu jest zbliźniaczona. Widać nawet pewną niezgodność, mimo zachowania równoległości, pomiędzy ścianami (110), (110) osobnika pojedynczego, oznaczonego cyfrą 1, a ścianami (110), (110) osobnika obróconego o  $180^\circ$  dokoła osi z względem poprzedniego, oznaczonego cyfrą 2. Widoczne są próby tworzenia ścian słupa  $\langle 111 \rangle$  przez oba



Fig. 10

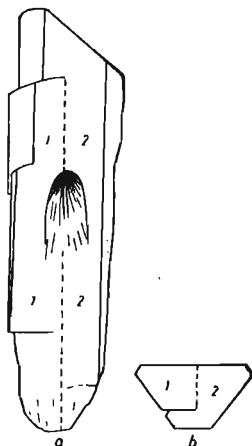


Fig. 11

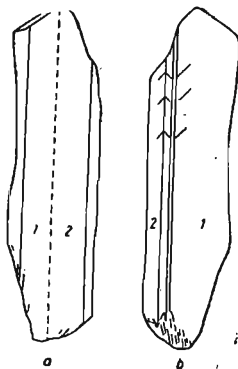


Fig. 12

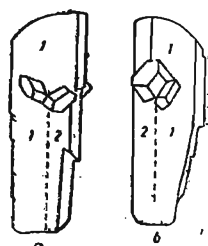


Fig. 13



Fig. 14

Fig. 10. Bliźniak gipsu nr 10  
Gypsum twin No. 10

Fig. 11. a — Bliźniak gipsu nr 11 z widocznym wgłębieniem po wyrastającym kryształe i z zaznaczonym linią przerywaną szwem bliźniaczym  
b — przekrój prostopadły do osi z

Gypsum twin No. 11. A depression left behind by a growing crystal and twinning line indicated by dashed line are to be seen  
b — cross section perpendicular to the z axis

Fig. 12. a — Bliźniak nr 12 z widocznym szwem bliźniaczym przebiegającym prawie symetrycznie  
b — Ten sam bliźniak ułożony na ścianie (010) osobnika 1, widoczne kierunki łupliwości wskazują na zrost bliźniaczy

Gypsum twin No. 12 with twinning line running almost symmetrically  
b — The same twin grown on the face (010) of the individual 1, visible cleavage directions indicate the juxtaposition twinning

Fig. 13. Bliźniak gipsu nr 13 widziany z dwu stron, linią przerywaną zaznaczono przebieg szwu bliźniaczego

Gypsum twin No. 13, seen from two sides, dashed line indicates the twinning line

Fig. 14. Bliźniak gipsu nr 14  
Gypsum twin No. 14



osobniki. Gdyby te próby zostały zakończone pomyślnie, powstałby wówczas „jaskółczy ogon“, w przypadku zaś pojedynczego kryształu — jego długość, sądząc na podstawie prób tworzenia ścian słuca IV r., byłaby mniej więcej o  $1/3$  krótsza. Zbliźniczenie na tym okazie stwierdzono metodami optycznymi.

Okaz nr 14, najmniejszy z rozpatrywanych, ma widoczne na jednym z końców wykształcone ściany słuca  $\langle 111 \rangle$  zarówno na osobniku 1, jak też osobniku 2, obróconym względem pierwszego o  $180^\circ$  dookoła krawędzi  $[001]$ . Patrząc na ten koniec wydaje się, że osobnik 1 jest wciśnięty w osobnik 2. Drugi koniec tego okazu jest prawdopodobnie pokryty ścianami postaci  $\langle 103 \rangle$ , wygląda więc jak gdyby był ścięty prostopadłe do osi z. Zbliźniczenie tego okazu stwierdzono jedynie optycznie.

Okaz nr 15 — o długości 4 cm — przedstawia pozornie dość skomplikowany zrost bliźniaczy, chociaż utworzony według tego samego prawa co poprzednie. Jeden jego koniec ma wykształcenie kryształu pojedynczego. W odległości 0,8 cm od tego końca, na ścianie  $(010)$  pojedynczego początkowo osobnika 1, rozpoczyna się ściana  $(010)$  osobnika 2. Ściana

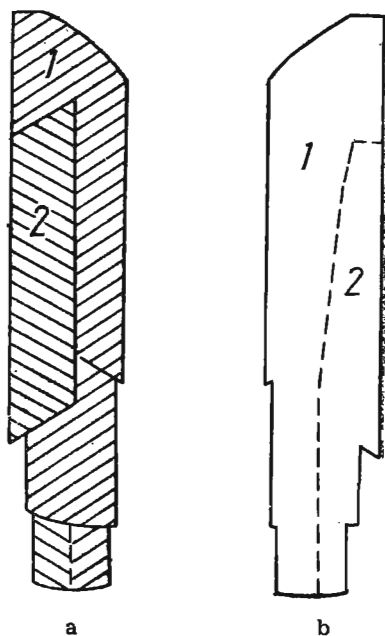


Fig. 15. a — Bliźniak nr 15 z zaznaczonymi śladami łupliwości równoległymi do  $(111)$ .

b — Ten sam okaz ułożony na ścianie  $(010)$  osobnika 1, linią przerywaną zaznaczono szew bliźniaczy Gypsum twin No. 15, with the cleavage traces parallel to  $(111)$ . b — the very same specimen grown on the face  $(010)$  of the individual 1. Dashed line indicates the twinning line

ta wystaje około 1 mm ponad ścianę osobnika 1. Osobnik 1, leżący w odległości 3 cm od końca kryształu mającego wykształcenie pojedyncze, wykazuje próby tworzenia ścian słuca  $\langle 111 \rangle$ , które kończą się pomyślnie nieco niżej, ale nie obejmują całej grubości okazu, dając tylko ścianę  $(111)$ . Pozostała warstwa, jak gdyby wysuwająca się z poprzedniej, jest znowu zrostem bliźniaczym (fig. 15). Na przeciwległej gładkiej ścianie  $(010)$  osobnika 1 szew bliźniaczy pomiędzy nim a osobnikiem 2 przebiega tak, jak zaznaczono na fig. 15b. Na fig. 15a zaznaczono w poszczególnych częściach badanego okazu ślady łupliwości równoległe do  $(111)$ ,

by w ten sposób uwidocznic wzajemną orientację osobników tworzących ten bliźniak. Tego rodzaju orientację stwierdzono na cienkich płytkach, badanych pod mikroskopem polaryzacyjnym. Sporządzono też zdjęcie Lauego, prześwietlając okaz w miejscu zaznaczonym na fig. 15 kropką (tabl. II, fig. 27).

### INTERPRETACJA RENTGENOGRAMÓW LAUEGO SPORZĄDZONYCH Z GRUBYCH PREPARATÓW PRZEROSŁYCH BLIŹNIAKÓW GIPSU

Zdjęcie na tabl. I, fig. 20 przedstawia rentgeneogram Lauego, sporządzony z cienkiej płytki (grubość  $0,3 \div 0,5$  mm) bliźniaka gipsu, ustawionego płaszczyzną zrostu bliźniaczego (100) równolegle do biegu promieni X. Dzięki zbliźniaczeniu symetria lauegramu wzrasta, na co wskazuje obecność dwu płaszczyzn symetrii (na rentgenogramach Lauego z pojedynczych kryształów gipsu jest widoczna tylko oś dwukrotna) — pierwsza płaszczyzna przebiega zgodnie z linią prostą wyznaczoną przez refleksy, druga — prostopadle do niej. Obecność drugiej płaszczyzny symetrii, zgodnej z dłuższą średnicą elips, wykrywa się dzięki występowaniu czterech refleksów, leżących na tych elipsach, z których dwa przez odbicie w tej płaszczyźnie dają dwa pozostałe. W takim ułożeniu znajdują się te refleksy, przy których pomocy łatwo jest wykryć symetrię lauegramu jedynie w przypadku zdjęć bliźniaków zrosłych, utworzonych według prawa [001]. Bliźniaki utworzone według tego prawa, ale

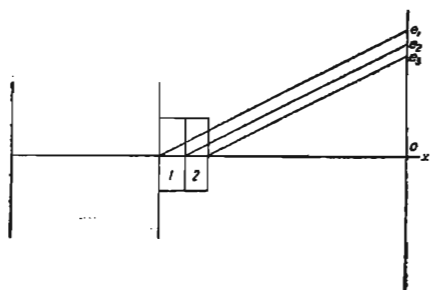


Fig. 16. Schemat ilustrujący powstawanie refleksów przy zdjęciach Lauego grubych preparatów bliźniaków gipsu:

$o - e_1e_2$  — tworzące stożka, na którym układają się refleksy od osobnika 1;  $o - e_2e_3$  — tworzące stożka, na którym układają się refleksy od osobnika 2

Diagram illustrating formation of spots in the Laue patterns of thick slides of gypsum twins:

$o - e_1e_2$  — generatrices of cone, on which reflexes from the individual 1 appear;  $o - e_2e_3$  — generatrices of cone on which reflexes from the individual 2 appear

przerosłe, przy prześwietlaniu w kierunku [010] dają pozornie nieco inny rentgenogram, szczególnie gdy się bierze grubsze preparaty. Te cztery charakterystyczne dla zrostu bliźniaczego refleksy nie leżą na tej samej elipsie. Ich przesunięcie można wytłumaczyć na podobnym schemacie, jaki podał J. Barraud (1951) dla wyjaśnienia powstawania składowych refleksów w zdjęciach Lauego dla grubych preparatów. Na fig. 16 pokazano, że przesunięcie refleksów jest wywołane znaczną grubością

prześwietlanego okazu (3–10 mm). Dwa osobniki bliźniacze zrastające się na badanym wycinku płaszczyzną (010) układają swoje refleksy, powstające od ścian należących do tego samego pasa, na tworzących stożka o tym samym kącie rozwartości, ale przecięcie stożków płaszczyzną filmu znajduje się w różnej odległości od ich wierzchołków. Różnica odległości równa się grubości pierwszego osobnika, leżącego przy wejściu promienia rentgenowskiego, jak to widać na fig. 16. Osobnik 1 daje swoje refleksy na zewnętrznej elipsie, a właściwie (uwzględniając jego grubość) w obrębie pola wyznaczonego przez elipsę  $oe_1 - oe_2$ . Osobnik 2 natomiast daje refleksy w obszarze wyznaczonym przez elipsy  $oe_2 - oe_3$ . Zasadniczo, w przypadku zrostów bliźniaczych gipsu, refleksy układające się na tworzących stożków o tym samym kącie rozwartości, pochodzą od ścian należących do pasów symetrycznych, ustawionych równolegle osiami dzięki zbliźnieniu. Dlatego też refleksy od ścian tych dwu ustawionych równolegle pasów będą dla obu osobników przesunięte względem siebie, jak to jest dobrze widoczne na tabl. I, fig. 21. Z czterech intensywnych, symetrycznie rozłożonych na elipsie plamek (fig. 20) są tu widoczne po dwie w każdym z dwu obszarów elips (fig. 21). W przypadku fig. 21 okaz składał się z dwu osobników, mniej więcej tej samej grubości, stąd też plamki są tej samej prawie wielkości. Natomiast na fig. 23 i 24 refleksy są różnej wielkości, uzależnione od wielkości osobników bliźniaczych. Lauegram (tabl. II, fig. 23) otrzymano z bliźniaka nr 4 (tabl. I, fig. 18) prześwietlając go w ten sposób, że osobnik 1, znacznie cieńszy w porównaniu z osobnikiem 2, znajdował się przy wejściu promieni X. Stąd refleksy uzyskane od jego płaszczyzn sieciowych są odpowiednio do jego grubości mniejsze i znajdują się w obszarze elipsy zewnętrznej  $oe_3 - oe_2$  (fig. 16). Odwrotnie jest w przypadku lauegramu z fig. 24.

Taki sam układ refleksów jak na fig. 21 można uzyskać z pojedynczego kryształu, robiąc zdjęcie dwukrotnie (drugi raz po obrocie dokoła osi z o  $180^\circ$  i przesunięciu filmu o odległość równą grubości prześwietlanego okazu). Zdjęcie na tabl. II, fig. 28 jest właśnie wykonane w ten sposób z tym, że film przesunięto o parę milimetrów więcej niż wynosiła grubość kryształu.

## WNIOSKI OGÓLNE

Opisane okazy bliźniaków gipsu można podzielić na następujące trzy grupy:

Grupa pierwsza obejmuje okazy, na których występują jednocześnie dwa typy zbliźnień. Ta grupa jest reprezentowana tylko przez jeden okaz (nr 1).

Grupa druga obejmuje bliźniaki przerosłe, na których zbliźnienie rozciąga się na całą długość okazu. W tej grupie jest sześć przedstawicieli (okazy nr 2, 3, 4, 7, 12, 14).

Do grupy trzeciej należą bliźniaki, w których zbliźnienie zachodzi nie na całej długości okazu (nr 5, 6, 8, 9, 11, 13, 15).

W tej ostatniej grupie można wyodrębnić podgrupę składającą się z dwu okazów, a mianowicie takich (nr 9, 10), w których zbliźnienie

przebiega w postaci klina. Gdy się rozpatruje granice klina w przekroju równoległym do (010) (fig. 9), to widać, iż jedna z nich jest równoległa do płaszczyzny bliźniaczej (100), jest to tak zwana koherentna granica, druga natomiast, niekoherentna, przebiega w postaci linii schodkowej. Przez analogię przypuszcza się, że taka sama sytuacja zachodzi w przypadku bardzo podobnego okazu nr 10.

Wyjaśnienia przyczyny powstawania tych bliźniaków należy może szukać w lokalnej deformacji sieci, wywołanej przez wyrastający, prawie w połowie długości okazu, ze ściany (010), inaczej zorientowany, nieduży kryształek gipsu. Właśnie od tego miejsca rozpoczyna się to klinowate zbliźniczenie. Podobnie zresztą można tłumaczyć powstawanie zbliźniczeń na innych okazach z trzeciej grupy. Są wśród nich takie, z których albo wyrastają rozetowo nieduże kryształy gipsu (nr 8, 13), albo mają wgłębienia po usuniętym kryształku (nr 11). Podczas gdy okazy nr 9 i 10 miały po jednym niedużym kryształku z jednej tylko strony, okazy nr 8 i 13 mają z obu stron po parę rozetowo wyrastających kryształów, przy czym na bliźniaku nr 13 te kryształy „narośla“ są jednakowej wielkości, natomiast na okazie nr 8 z jednej strony wyrasta duży, a z drugiej mały kryształ. W obu tych przypadkach część zbliźniczona ma inną płaszczyznę zrostu. Bliźniak nr 8 zrasta się płaszczyzną (010), a więc jest bliźniakiem przerosłym, a na okazie nr 13 płaszczyzna zrostu, jak wynika z przebiegu szwu bliźniaczego, jest zbliżona do (100). Wpływem deformacji nie da się chyba wyjaśnić zbliźniczenia pozostałych okazów z tej grupy, np. bliźniak nr 11 ma zbliźniczenie nie rozpoczynające się od miejsca wyrastania obcego kryształu, inne zaś w ogóle nie posiadają „narośli“, mimo to jednak zbliźniczone są nie na całej swej długości. Muszą tu więc odgrywać rolę jeszcze inne czynniki, nie tylko naprężenia wywołane deformacją sieci w miejscu rozetowego wyrastania kryształów. Takie rozetowe zrosty spotyka się zresztą bardzo często, a przeważnie ani „kryształ-podłoże“, ani z niego wyrastające kryształy nie są zbliźniczone. Do tych innych czynników zaliczyć można zanieczyszczenia mechaniczne i chemiczne. We wszystkich okazach, zarówno z grupy trzeciej, jak też w pozostałych widać nieuzbrojonym okiem inkluzje substancji ilastych, a ponadto jakies zanieczyszczenia układające się w postaci mgiełki z widoczną pod światło piramidą wzrostu (z wyjątkiem okazów nr 1, 3, 12). Przeglądając szereg pojedynczych kryształów z tej kolekcji, nie zauważono w nich mgiełkowatych piramid wzrostu. W świetle nadfioletowym zarówno okazy posiadające „mgiełki“, jak też ich nie posiadające wykazywały fluoryzujące piramidy, przy czym w niektórych przypadkach miały one brzegi mocno poszarpane i przypominały swoim wyglądem spięte wierzchołkami choinki.

Przy obserwowaniu pod mikroskopem szwów bliźniaczych w miejscach, gdzie są inkluzje substancji ilastych, widać, jak początkowo prosta linia szwu zakrzywia się, przesuając się na lewo lub prawo od pierwotnego kierunku. Analogicznie do makro-przesunięć wywołanych przez makroinkluzje mogą prawdopodobnie powstawać mikro-przesunięcia wywołane obecnością w sieci obcych jonów.

Oglądając pod lupą przy  $30\times$  powiększeniu powierzchnię przekroju prostopadłego do osi z bliźniaka nr 1, przez część bliźniaka zrostłego wi-

dać wyraźnie, że ślad płaszczyzny zrostu przebiega w postaci linii łamanej. Na niektórych okazach można to stwierdzić również makroskopowo. Z tego wynika, że nawet w przypadku zrosłych bliźniaków gipsu powierzchnia zrostu obu osobników nie odpowiada ściśle płaszczyźnie (100), ale można ją rozłożyć jak gdyby na nieskończoną ilość powierzchni schodkowych, składających się z płaszczyzn (100) i (010). Nie każdemu fragmentowi powierzchni zrostu odpowiada ta sama wielkość płaszczyzn schodkowych. Są mikro-fragmenty, które można całkowicie podporządkować płaszczyźnie (100) lub (010). Wydaje się więc, że w przypadku bliźniaków gipsu, utworzonych według (001), płaszczyzną zrostu początkowego, jak ją ściśle definiuje H. Curien i R. Kern (1958) i oznacza literami P.C.O<sup>1</sup>, może być zarówno (100), jak też (010). Która jednak z tych płaszczyzn ma większe szanse zostania płaszczyzną zrostu początkowego (P.C.O.) i dalszego zachowania w czasie wzrostu, zależne jest chyba od energii tworzenia zarodka bliźniaczego, co wiąże się ze strukturą samej płaszczyzny sieciowej, na jakiej układa się zarodek, a także z warunkami środowiska, w którym odbywa się krystalizacja. R. Kern (1953) badając wpływ przesylenia roztworu oraz obecności obcych jonów na postać kryształów zaobserwował, że przesylenie czystego roztworu odgrywa zasadniczą rolę przy zmianie postaci i sprzyja tworzeniu się bliźniaków gipsu. Wpływ obecności obcych jonów na zmianę postaci kryształów jest znany od dawna, a badania R. Kerna potwierdziły, że mogą one działać hamująco na wzrost pewnych ścian kryształu, które zawsze powstają z czystych roztworów. R. Kern (1961) przypuszcza, iż obecność obcych jonów może inicjować powstawanie bliźniaków, które nie miałyby żadnych szans tworzenia się w środowisku czystym. Ich wpływ może polegać na zmniejszeniu energii powstawania zarodka bliźniaka.

Kryształy bliźniacze gipsu z Koronowa mają w wielu przypadkach, podobnie jak gipsy bocheńskie, na których F. Becke zaobserwował również bliźniaki karlsbadzkie, o czym wspomina S. Kreutz (1916), ściany prawdopodobnie dwuścianu  $\langle 103 \rangle$ . Wiąże się więc tu wyraźnie występowanie postaci  $\langle 103 \rangle$  z tworzeniem się bliźniaków przerosłych. Zmiana postaci mogła być uwarunkowana przesyleniem lub obecnością specyficznych obcych jonów w roztworze, względnie obu czynników jednocześnie. Gipsy z Koronowa i gipsy z Bochni, badane przez F. Beckego powstały prawdopodobnie w zbliżonych warunkach.

Za główne czynniki wpływające na zbliźniczenie kryształów gipsu można uznać następujące:

Napężenie w sieci wywołane przez wzrost inaczej zorientowanych kryształów gipsu (1), przesylenie roztworu (2), obecność specyficznych obcych jonów (3).

Katedra Mineralogii UMK w Toruniu  
Nadesłano dnia 11 maja 1962 r.

<sup>1</sup> P.C.O. (plan de composition original) — płaszczyzna zrostu początkowego jest to płaszczyzna sieciowa kryształu, na której w czasie wzrostu może nastąpić nieprawidłowe ułożenie cząsteczek tworzących w pewnych warunkach zarodek kryształu, będącego osobnikiem bliźniaczym w stosunku do poprzedniego.

## PIŚMIENICTWO

- BARRAUD J. (1951) — Optique de la méthode de diffraction des rayons X de Laue. Bull. Soc. franç. Min. Crist., 74, p. 233. Paris.
- CURIEN H., KERN R. (1958) — Plan de macle, plan de composition originel et plan de composition dans les macles formées a la croissance. Bull. Soc. franç. Min. Crist., 81, p. 344. Paris.
- KERN R. (1953) — Etude du facies de quelques cristaux ioniques a structure simple. Bull. Soc. franç. Min. Crist., 76, p. 336; 410—413. Paris.
- KERN R. (1961) — Sur la formation des macles de croissance. Bull. Soc. franç. Min. Crist., 84, p. 292—311. Paris.
- KREUTZ S. (1916) — Gipsy polskie. Rozp. Wydz. Matem. Przyr. Akad. Umiej. [III], 15, p. 169—234. Kraków.

---

Зофия СКЖАТ

## ДВОЙНИКОВЫЕ СРОСТКИ ГИПСА ИЗ КОРОНОВА

## Резюме

Среди кристаллов гипса из Коронова найдено несколько экземпляров двойников, образованных по так называемому карлсбадскому закону [001], т. е. двойников прорастания. Двойники подразделяются на три группы. К первой группе отнесены экземпляры на которых наблюдаются два типа двойникования — двойники сростания и прорастания, к второй — двойники прорастания, на которых двойникование распространяется на всю длину экземпляра, к третьей — экземпляры, на которых обнаружено двойникование не на всей их длине. В последней группе встречены два экземпляра, в которых двойники имели форму клина. Предполагается, что образование двойников последней группы вызвано, между прочим, напряжениями в решетке, возникшими из присутствия в рассматриваемых экземплярах гипса, вкрапленников имеющих другую ориентировку. Кроме того, на образование описанных двойников имели, по всей вероятности, решающее влияние пересыщение раствора и наличие посторонних ионов.

Двойникование обнаруживалось рентгенографически, в некоторых случаях оптически. Была объяснена система характерных пятен, получаемых из толстых препаратов двойников гипса на снимках Лауэ.

---

Zofia SKRZAT

## TWINNING OF GYPSUMS FROM KORONOWO

### S u m m a r y

Among gypsum crystals originating from Koronowo, over a dozen specimens of twins were found to be formed on  $[001]$ , and developed as so-called "Karlsbad" twins, thus interpenetrant ones. The twins were divided into three groups. To the first group the specimens were assigned, on which simultaneously two types of twinning appeared, to wit: juxtaposition and interpenetrant twins; to the second group — interpenetrant twins, in which the twinning extends over the entire length of an individual; to the third group — those, in which the twinning occurs over a part of the length. In the last-mentioned group there were two specimens, where twins occurred in shape of a wedge. It is assumed that formation of twins of the last group is brought about, inter alia, by lattice stresses caused, in turn, by ingrowths, which — in the specimens examined here — were gypsum crystals having divergent orientation. Moreover, it should be said that upon the formation of the twins described above, in all probability, influenced here decisively supersaturation of solution and presence of alien ions.

The twinning was established by X-ray method, in some instances also optically. The system of characteristic spots being obtained in the Laue's patterns from thick slides of gypsum twins was explained, too.

## TABLICA I

- Fig. 17.** Bliźniak gipsu utworzony wg [001], jednocześnie zrosły i przerosły. Zdjęcie sporządzone już po ucięciu od części zrosłej kawałka długości około 1 cm  
Gypsum twin grown on [001], simultaneously a juxtaposition and penetrant twin. X-ray pattern prepared after removing a piece about 1 cm. length from the part grown together
- Fig. 18.** Bliźniak nr 4 (dół przysłonięty)  
Gypsum twin No. 4 (bottom part covered up)
- Fig. 19.** Bliźniak nr 10 z widocznym wysuwającym się „rdzeniem” i małym wrosniętym kryształkiem, od którego prawdopodobnie rozpoczyna się zblźniaczenie (dół przysłonięty)  
Gypsum twin No. 10, there are seen protruding individual 1 and small ingrown crystal from which twinning probably starts (bottom part covered up)
- Fig. 20.** Lauegram cienkiej płytki odłupanej z części zrosłej bliźniaka nr 1 (Mo)  
Laue pattern of thin plate split off from the part grown together of twin No. 1 (Mo)
- Fig. 21.** Zdjęcie Lauego uzyskane przez prześwietlenie w kierunku [010] całego okazu (grubości 7 mm) bliźniaka nr 1 w jego części przerosłej (Mo)  
Laue pattern obtained by X-raying, in the direction [010] of the whole specimen (7 mm. in thickness) of twin No. 1 in its penetrated part (Mo)
- Fig. 22.** Zdjęcie Lauego bliźniaka nr 2 (grubość 4,5 mm)  
Laue pattern of twin No. 2 (thickness 4,5 mm.)





Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19

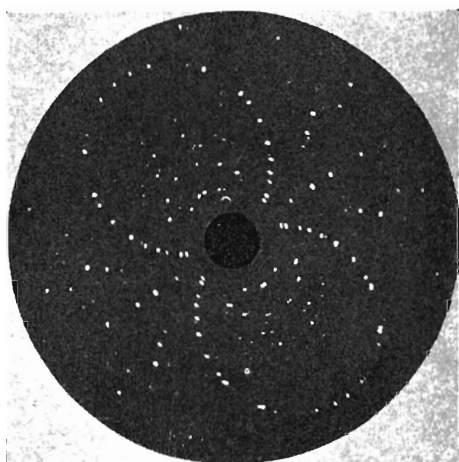


Fig. 20

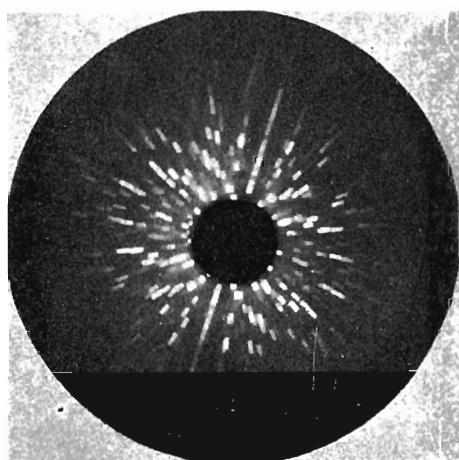


Fig. 21

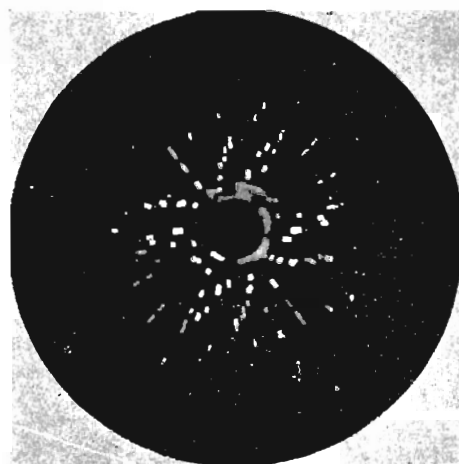


Fig. 22

Zofia SKRZAT — Zrosty bliźniacze gipsów z Koronowa.

## Tablica II

Fig. 23. Zdjęcie Lauego bliźniaka nr 4 (grubość 9 mm). Osobnik 1 znacznie cieńszy od osobnika 2 znajdował się przy wejściu promieni X, stąd jego refleksy leżą na zewnątrz dużej elipsy

Laue pattern of twin No. 4 (thickness 9 mm.). Individual 1, considerably thinner than individual 2, was placed at the entrance of X-rays; therefore, its reflexes appear outside the large ellipse

Fig. 24. Zdjęcie Lauego bliźniaka nr 6 (grubość 6,5 mm). Różna wielkość osobników w obszarze prześwietlanym.

Laue pattern of twin No. 6 (thickness 6,5 mm.) Various size of individuals in the area irradiated.

Fig. 25. Zdjęcie Lauego bliźniaka nr 8 (grubość 8 mm). (Mo).

Laue pattern of twin No. 8 (thickness 8 mm.). (Mo).

Fig. 26. Zdjęcie Lauego sporządzone z klinowatego obszaru okazu nr 9 po rozcięciu go płaszczyzną symetrii (010) (grubość 3 mm)

Laue pattern made from a wedge-shaped area of specimen No. 9, after cutting it along the symmetry plane (010) (thickness 3 mm.)

Fig. 27. Zdjęcie Lauego bliźniaka nr 15 (grubość 3,5 mm). (Mo)

Laue pattern of twin No. 15 (thickness 3.5 mm.). (Mo)

Fig. 28. Zdjęcie Lauego z pojedynczego kryształu gipsu. Sporządzone dwukrotnie, drugi raz po obrocie kryształu dookoła krawędzi [001] i odsunięciu filmu na odległość (5 mm) nieco większą niż grubość (3,5 mm) okazu. (Mo)

Laue pattern of single gypsum crystal — made twice: the second time after rotating crystal around edge [001] and moving film to distance slightly greater (5 mm.) than thickness of specimen (3.5 mm.). (Mo)

ig. 23

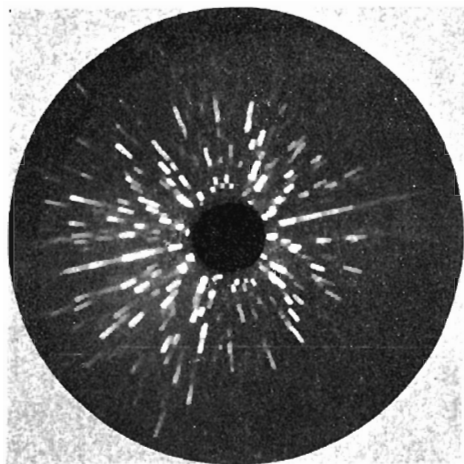
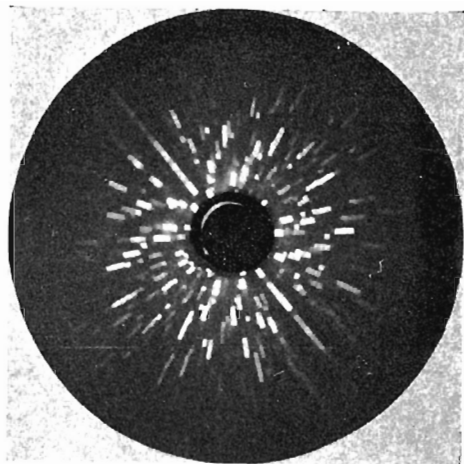


Fig. 23



g. 25

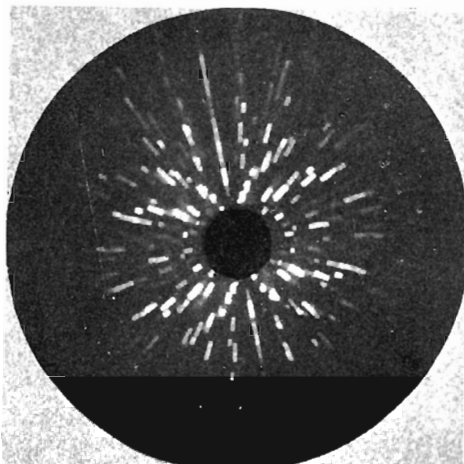
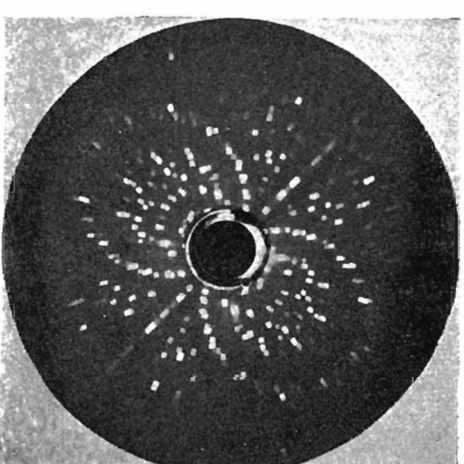


Fig. 25



g. 27

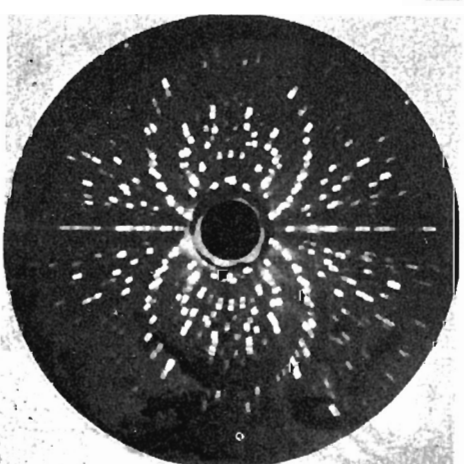
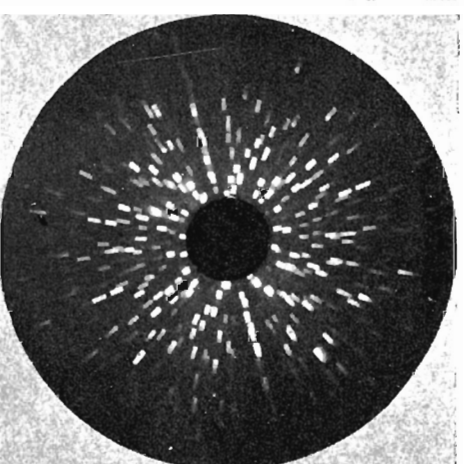


Fig. 27



Zofia SKRZAT — Zrosty bliźniacze gipsów z Koronowa.