

względnej w stosunku do temperatury powietrza jest związane z odmienną reakcją tych parametrów na obecność ludzi w pomieszczeniach zamkniętych. Koncentracja pary wodnej w powietrzu jest zależna od temperatury, której podwyższona wartość, dzięki dostarczanej dodatkowo ilości ciepła do atmosfery grot, przyczynia się do występowania obniżonej wilgotności względnej. Parowanie z ciała ludzkiego przez powierzchnię skóry i wydzielanie pary wodnej przez drogi oddechowe działa w przeciwnym kierunku; w efekcie wilgotność względna także wzrasta, choć z niewielkim opóźnieniem w stosunku do wzrostu temperatury (Fleming 1983).

Intensywny ruch turystyczny może zatem nasilić zmiany termiczno-wilgotnościowych cech powietrza, szczególnie w przypadku ograniczonego stosowania różnych form obniżania jej negatywnego oddziaływania na środowisko gazowe grot. W efekcie w grotach może się zwiększyć natężenie procesów degradacyjnych, wywołanych tymi przyrostami temperatury i wilgotności.

9.7. Współczesne zmiany morfologii kryształów i ścian w grotach

Jan Urban i Janina Otęska-Budzyn

Warunki mikroklimatyczne, w jakich obecnie występują halitowe pokrywy krystaliczne Grot Kryształowych, są różne od parametrów środowiska, w którym powstały oraz istniały przed penetracją górniczą rejonu tych pustek. W momencie połączenia grot z systemem wyrobisk górniczych kryształy znalazły się w odmiennych warunkach, w których ulegały i ulegają przemianom. Od chwili, gdy do Grot Kryształowych dotarł człowiek przekształcenia antropogeniczne nałożyły się na naturalną ewolucję krystalicznych form halitowych. Do najważniejszych zmian morfologicznych, jakim ulegają ściany Grot Kryształowych od czasu ich odkrycia należy zaliczyć:

- naturalne lub antropogeniczne odspojenia fragmentów pokryw krystalicznych i pojedynczych kryształów,
- korozję krasową, czyli rozpuszczanie halitu.

Obecnie nie prowadzi się w Grotach Kryształowych górniczych prac zabezpieczających, jak również nie pozyskuje się okazów, przeto zmiany morfologii pokryw halitowych spowodowane odspajaniem fragmentów oraz korozją krasową, uzależnione są przede wszystkim od warunków termiczno-wilgotnościowych środowiska. Zmiany te są nieuniknione, w zależności od warunków środowiska mogą być jednak bardzo szybkie, bądź też powolne, makroskopowo prawie niedostrzegalne w skali pokolenia. Oprócz znacznych fragmentów pokryw mechanicznie odspojonych od ścian w obu głównych komorach Grot Kryształowych, najsilniejsze przekształcenia obserwuje się obecnie w stropie dolnej groty, gdzie kryształy uległy znacznej korozji.

W miarę obiektywna ocena szybkości i charakteru przemian morfologicznych ścian Grot Kryształowych możliwa jest jedynie przy prowadzeniu wieloletnich obserwacji dokumentujących ich stan. Pierwszymi tego typu pracami dokumentacyjnymi, których

wyniki są obecnie dostępne, były serie zdjęć stereoskopowych wykonane w roku 1970 oraz w latach 1980–81 przez Krakowskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne (Inwentaryzacja... 1981). W ramach prac fotogrametrycznych wykonano zdjęcia większości powierzchni ścian Grot Kryształowych a także przedsionka, komory pośredniej i chodników łącznikowych. Wynikiem obu serii zdjęć była analiza przekształceń ścian całego zespołu pustek Grot Kryształowych w okresie od 1970 do 1981 roku. Wykazała ona niewielkie ubytki w obrębie pokryw krystalicznych oraz ukruszenia pojedynczych kryształów (zwłaszcza w dolnej grocie przy kaszcie), a także zmiany na dnie grot spowodowane przemieszczeniem pojedynczych bloków skalnych i pryzm kamiennych (Inwentaryzacja... 1981). Porównanie niektórych zdjęć z lat 1970 i 1981 z fotografiami wykonanymi przez autorów w latach 1993–1994 potwierdziły m.in. częste odpadanie fragmentów skał ilastych z południowo-zachodniej ściany w przedsionku. Prace fotogrametryczne z lat 1970 i 1981 nie mogły jednak być podstawą pełnej oceny przekształceń form halitowych. Powodem tego jest przede wszystkim skala fotografii uniemożliwiająca ocenę zniszczeń korozyjnych a także niska jakość stereopar z 1970 r., jak również różnice w oświetleniu podczas wykonywania obu serii zdjęć, które uniemożliwiają obiektywne ich porównanie. Doświadczenia wynikające z analizy tych prac wykorzystano jednak przy projektowaniu monitoringu morfologii pokryw krystalicznych prowadzonego w latach dziewięćdziesiątych.

W okresie 1993–1997 prowadzono analizę zmian morfologii halitowych pokryw krystalicznych na ścianach Grot Kryształowych w oparciu o oryginalną metodykę, zaproponowaną w 1993 r. i następnie w niewielkim stopniu zmodyfikowaną. Podstawą analizy była dokumentacja fotograficzna wybranych fragmentów ścian dolnej i górnej groty prowadzona w półrocznych lub rocznych odstępach. Warunkiem obiektywizującym wyniki analiz porównawczych fotografii było zapewnienie ich powtarzalności. W tym celu w obrębie grot dokonano stabilizacji punktów ustawienia statywu aparatu fotograficznego. W formie instrukcji sprecyzowano parametry geometryczno-przestrzenne wykonywania zdjęć, cechy stosowanego sprzętu oraz kolejność czynności. Prace fotograficzne prowadzono dwoma sposobami:

- jako stereoskopową dokumentację sześciu fragmentów ścian skalnych – po trzy pola w każdej grocie (ryc. 9.8),
- jako dokumentację szczegółową dwunastu punktów obserwacyjnych – po dwa w każdym polu dokumentowanym stereoskopowo (te same, na których prowadzono pomiary temperatury powierzchni krystalicznych).

Celem stereoskopowej dokumentacji fotograficznej jest ocena wielkoskalowych i makroskopowych przekształceń pokryw krystalicznych o charakterze odspojen lub ukruszeń kryształów. Dokumentacją tą objęto fragmenty ścian o powierzchni od 0,4 m² do 1,2 m² i różnym wykształceniu. Fotografie wykonywano dwuobiektywowym aparatem „Belplasca” przy użyciu statywu, kuli poziomującej i głowicy firmy „Manfrotto”.

Przedmiotem szczegółowej dokumentacji fotograficznej były pojedyncze kryształy, ich fragmenty oraz niewielkie partie drobnokrystalicznych pokryw na ścianach. Wielkość fotografowanych powierzchni wynosiła do kilkudziesięciu centymetrów kwadra-

towych, zaś obrazy dokumentowanych obiektów miały na zdjęciach rozmiary większe od rzeczywistych. Zdjęcia te umożliwiają obserwację cech morfologii pokryw wielkości rzędu 1 mm, a więc zmian o charakterze korozyjnym. Dokumentacja ta wykonywana była aparatem „Practica” lub „Zenit” przy użyciu zaprojektowanego specjalnie do tego celu statywu obiektywowego (ryc. 9.17).

Łącznie w latach 1993–97 wykonano siedem serii zdjęć dokumentacyjnych, przy czym pięć serii wykonanych od jesieni 1994 r. uznano za wystarczająco wiarygodne dla przeprowadzenia analiz porównawczych (stąd seria fotografii wykonanych w jesieni 1994 r. jest serią bazową, pozwalającą na najpełniejszą ocenę zmian). Analizę zmian morfologicznych stereopar przeprowadzano przy pomocy stereoskopu lustrzanego zestawiając odpowiednie pary fotografii. Szczegółowe wyniki analiz porównawczych każdej serii zdjęć z poprzednią serią oraz z serią bazową (z 1994 r.) przedstawiono w formie tabelarycznej w rocznych sprawozdaniach z całości badań w Grotach Kryształowych (Alexandrowicz i in. 1993–1997).

Obserwacje monitoringowe przekształceń form halitowych w wybranych polach i punktach ścian Grot Kryształowych wykazały niewielkie zmiany mechaniczne oraz praktycznie brak zniszczeń korozyjnych w okresie jesień 1994 r. – jesień 1997 r. Zaobserwowane w tym czasie zmiany polegały na odpadnięciu kilku małych, igielkowych kryształów halitu oraz prawdopodobnie na odspojeniu fragmentów dwu kryształów o kilkumilimetrowej wielkości. Zmiany te nie powodują zauważalnych ubytków wystroju krystalicznego grot i przypuszczalnie nie są związane z długotrwałym procesem degradacji pokryw halitowych. Niektóre z nich mogły być spowodowane bezpośrednio czynnościami pomiaru temperatury prowadzonymi w tych samych punktach. W okresie 1994–97 nie stwierdzono korozyjnych zniszczeń badanych fragmentów ścian. Nie zaobserwowano również istotnego wzrostu zawilgocenia powierzchni krystalicznych, który powinien objawić się zmianą refleksów świetlnych i modyfikacją najdrobniejszych elementów mikrorzeźby powierzchni krystalicznych.

Cztero- lub nawet pięcioletni okres obserwacji można uznać za zbyt krótki dla określenia tempa i charakteru zmian morfologii pokryw krystalicznych. Obserwacje te przypadły jednak na etap intensywnych badań nad określeniem optymalnych warunków środowiska Grot Kryształowych oraz związanych z nimi prac eksperymentalnych. Wykazały one, iż w czasie tych badań nie nastąpiły istotne przekształcenia form halitowych. Celowe jednak wydaje się kontynuowanie obserwacji monitoringowych szczególnie w okresie prowadzenia w Grotach Kryształowych jakichkolwiek prac badawczych, gómiczych lub w czasie udostępnienia grot. Obserwacje te powinny być prowadzone w odstępach dwu-trzyletnich. Analiza porównawcza serii zdjęć wykonywanych w oparciu o wypracowaną metodykę (punkty ustabilizowane w grotach, określony sprzęt oraz parametry sprecyzowane instrukcją) powinna umożliwić scharakteryzowanie tempa i kierunku długoterminowych zmian, zauważalnych w okresach dziesięcioletnich i dłuższych.



Ryc. 9.17. Specjalnie zaprojektowany statyw umocowany do obiektywu aparatu fotograficznego służący do wykonywania szczegółowych zdjęć dokumentacyjnych. Trzy nogi statywu teleskopowo wysuwane na odpowiednią odległość i ustawiane w oznaczonych punktach pozwalają na uzyskanie powtarzalnych ujęć fotograficznych dokumentowanego obiektu.

Fig. 9.17. Specially designed tripod attached to camera taking detailed documentary photographs. Three legs of tripod are telescopic, adjusted to desired distance and set in marked points enable gaining reproducible situation of documented object's photographs.

9.8. Podsumowanie i interpretacja wyników monitoringu

Zofia Alexandrowicz

Monitoring cech środowiska Grot Kryształowych był prowadzony od połowy 1992 do końca 1996 r., a następnie w okresie dwóch miesięcy lata 1997 r. Wyniki tych pomiarów zostały przedstawione w poszczególnych częściach rozdziału dotyczącego monitoringu (rozdziały 9.1–9.7; ryc. 9.2–9.17). Z całego okresu badań do ogólnego ich podsumowania, korelacji i interpretacji danych wybrano rok 1996 z uwagi na pełny cykl pomiarów w warunkach swobodnego przepływu powietrza wentylacyjnego i bez obniżania jego wilgotności za pomocą wykładania adsorbenta (ryc. 9.1). Ten sposób cyrkulacji powietrza okazał się bardziej korzystny dla zabezpieczenia grot w porównaniu do zamkniętego obiegu powietrza, jaki istniał do połowy 1995 r. na skutek zablokowanego szybika wentylacyjnego, a także w okresie ukierunkowanego i wymuszonego jego przepływu, eksperymentalnie zastosowanego w ciągu lata 1997 r.