

LA MICRODUREZZA ALLA PENETRAZIONE DELL'ILVAITE

ANNA CECCHINI, MARCO FRANZINI, MIRELLA TROYSI
Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa

RIASSUNTO. — Si riportano i valori di microdurezza Vickers e Knoop per cinque campioni di ilvaite. Vengono inoltre calcolati i valori di microdurezza estrapolata media per le forme {110} e {111} di questo minerale. L'elevata affidabilità dei dati raccolti consente di proporre l'ilvaite come termine di riferimento in una scala di microdurezza alla penetrazione.

ABSTRACT. — Vickers and Knoop microhardness values for 5 samples of ilvaite are reported; mean extrapolated values for the forms {110} and {111} are derived.

The high reliability of these data allows to propose ilvaite as a good reference term in a microhardness indentation scale.

di riferimento per la microdurezza alla penetrazione.

I campioni esaminati provengono dal Museo di Mineralogia e Petrografia del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa e le loro caratteristiche macroscopiche sono brevemente riassunte nella tabella 1.

Metodi di misura

I valori di microdurezza sono stati ottenuti utilizzando sia la punta Vickers (V 1680)

TABELLA 1
Provenienza e caratteristiche dei campioni

Campione	N. Collezione	Località	Caratteristiche macroscopiche
1	4692	Rio Marina (Elba)	Cristallo ad abito prismatico lungo circa 1 cm. Forma misurabile: {110}.
2	124	Campiglia Marittima	Cristallo ad abito prismatico lungo circa 2 cm. Forme misurabili: {110}, {111}
3	77	Rio Marina (Elba)	Cristallo ad abito prismatico lungo circa 2 cm. Forma misurabile: {110}.
4	2869	Rio Marina (Elba)	Cristallo ad abito prismatico lungo circa 3 cm. Forma misurabile: {110}.
5	4691	Rio Marina (Elba)	Cristallo ad abito prismatico lungo circa 1 cm. Forma misurabile: {110}.

Premessa

In questa nota si riportano i valori di microdurezza Vickers e Knoop ottenuti su alcuni campioni di ilvaite di località diverse.

Lo studio eseguito su questo minerale si inquadra nell'ambito della ricerca volta a definire una serie di minerali come termini

sia la punta Knoop (K 3930^{III}) montate sull'apparecchio « Durimet » Leitz.

Le metodologie di preparazione dei campioni e di esecuzione delle impronte sono descritte in M. FRANZINI, M. TROYSI, A. CECCHINI (1981).

Le misure sono state effettuate sulla forma

TABELLA 2
Forme e orientazione delle facce

Faccia	Orientazione		
	a	b	c
(110)	$[00\bar{1}]$	45° da $[\bar{1}\bar{1}0]$	$[\bar{1}\bar{1}0]$
(111)	$[\bar{1}\bar{1}0]$	45° da $[\bar{1}\bar{1}0]$	90° da $[\bar{1}\bar{1}0]$

di prisma e di bipiramide secondo le orientazioni riportate nella tabella 2, in cui viene indicata la direzione della diagonale della impronta (per Knoop ci si riferisce alla diagonale maggiore) rispetto ad una direzione cristallografica.

TABELLA 3
Microdurezza Vickers per carichi compresi tra 15 e 500 g

Campione	Forma	Orientazione	15	25	50	100	200	300	500	
1	{110}	a	d	5.4	7.2	10.5	15.0	22.8	27.8	37.6
			HV	967	902	844	827	714	721	656
			HVC	554	586	622	665	617	638	600
		b	d	5.6	7.3	11.1	16.1	23.1	28.1	38.2
			HV	899	877	755	718	696	705	636
			HVC	576	618	596	608	619	640	592
2	{110}	a	d	5.6	7.1	9.8	14.7	21.1	26.3	35.6
			HV	899	927	969	861	834	805	732
			HVC	576	618	596	608	619	640	592
		b	d	5.7	7.4	10.1	15.0	21.9	27.4	36.0
			HV	868	854	912	827	774	742	716
			HVC	601	639	735	713	699	683	672
2	{111}	a	d	5.6	7.1	10.5	16.0	23.3	28.5	37.3
			HV	899	927	844	727	684	686	667
			HVC	568	640	652	611	606	621	618
		b	d	5.5	7.1	10.4	15.5	22.9	28.3	37.3
			HV	932	927	860	774	708	695	667
			HVC	557	615	645	635	618	622	613
3	{110}	a	d	5.7	7.4	10.5	14.9	22.3	27.4	35.4
			HV	868	854	844	838	746	742	740
			HVC	657	687	723	750	693	698	706
		b	d	5.8	7.5	10.7	15.2	22.1	27.2	35.3
			HV	838	831	813	805	760	753	745
			HVC	689	713	729	746	721	721	720
4	{110}	a	d	5.6	7.5	10.8	15.5	22.8	28.5	37.3
			HV	899	831	798	774	714	686	667
			HVC	591	603	635	659	639	627	623
		b	d	5.6	7.5	10.8	15.5	22.8	28.5	37.3
			HV	899	831	798	774	714	686	667
			HVC	591	603	653	659	639	627	623
5	{110}	a	d	5.6	7.5	10.8	15.5	22.8	29.0	38.0
			HV	899	831	798	774	714	662	643
			HVC	549	569	609	639	625	596	593
		b	d	5.6	7.5	10.8	15.5	22.8	28.3	37.2
			HV	899	831	798	744	714	695	670
			HVC	600	610	640	663	642	638	627

TABELLA 4
*Microdurezza Knoop per carichi compresi
 tra 15 e 500 g*

Campione	Forma	Orientazione	15	25	50	100	200	300	500	
1	{110}	a	d	13.6	19.6	30.0	43.5	62.2	80.1	104.9
			HK	1160	926	787	748	730	661	642
			HKC	593	568	565	592	618	580	580
		b	d	14.0	19.8	30.8	46.0	69.2	87.0	112.5
			HK	1095	908	747	669	590	560	558
			HKC	479	489	491	501	484	478	493
		c	d	14.1	19.9	31.0	47.1	68.9	85.7	109.3
			HK	1079	898	737	638	595	577	591
			HKC	547	542	526	508	508	507	534
2	{110}	a	d	15.3	20.0	29.1	43.6	63.0	80.7	104.6
			HK	917	889	837	745	712	651	646
			HKC	536	583	620	607	616	581	591
		b	d	14.4	18.6	29.0	43.8	62.4	79.4	106.9
			HK	1035	1028	842	738	726	672	618
			HKC	503	576	570	565	599	578	552
		c	d	14.4	19.0	30.3	44.0	66.4	83.3	109.7
			HK	1035	986	772	732	641	611	587
			HKC	480	537	516	550	528	523	521
2	{111}	a	d	15.5	21.0	32.0	46.1	69.0	86.0	117.0
			HK	1095	945	728	678	615	580	563
			HKC	486	510	485	510	505	495	499
		b	d	12.7	17.6	28.5	42.5	64.5	81.3	107.5
			HK	1330	1149	872	784	679	641	611
			HKC	494	537	528	552	535	530	528
		c	d	14.0	19.4	31.2	45.7	67.8	85.5	112.0
			HK	893	807	692	666	593	573	516
			HKC	428	458	469	505	491	491	460

(continua)

Valori di microdurezza

Ogni valore di microdurezza riportato rappresenta la media di almeno quattro misure, ricavate da impronte molto nitide distanziate di circa 300 μm l'una dall'altra; in generale le impronte ottenute sono ottime e prive di fratturazioni anche ai carichi maggiori.

I dati di microdurezza Vickers, relativi ad ogni tipo di peso utilizzato, sono elencati in tabella 3 mentre quelli di microdurezza Knoop in tabella 4; per ogni orientazione viene data la media delle diagonali delle quattro impronte, il relativo valore di microdurezza *HV* e *HK* ed il corrispondente *HVC* o *HKC* ricalcolato, ottenuto utilizzando

il modello proposto da M. FRANZINI e M. TROYSI (1978).

In tabella 5 vengono riportati anche i valori di microdurezza estrapolata (*HVE* e *HKE*) ed i valori di ritiro elastico (σ) ricavati secondo il modello suddetto.

Discussione ed interpretazione dei dati

Dall'esame della tabella 5 si può osservare, per quanto concerne la microdurezza Vickers, che i valori di *HVE* e di σ nelle due orientazioni (*a*, *b*) sono in ottimo accordo.

Relativamente alla microdurezza Knoop si nota che, pur essendo l'accordo meno per-

TABELLA 4 (segue)
Microdurezza Knoop per carichi compresi tra 15 e 500 g

Campione	Forma	Orientazione	15	25	50	100	200	300	500	
3	{110}	a	d	13.5	18.5	28.1	41.5	61.2	78.0	101.6
			HK	1177	1040	897	822	754	697	684
			HKC	579	605	618	635	630	604	613
		b	d	13.6	19.6	31.0	45.2	65.6	83.7	108.6
			HK	1160	926	737	693	657	605	599
			HKC	551	537	514	537	549	525	537
		c	d	13.5	19.5	30.5	45.0	64.5	81.0	106.7
			HK	1177	936	762	699	679	646	620
			HKC	587	564	543	553	575	565	560
4	{110}	a	d	13.5	19.8	28.3	42.0	61.1	78.7	107.1
			HK	1177	908	885	803	757	684	616
			HKC	521	503	575	595	613	580	544
		b	d	13.5	19.7	28.9	43.2	66.1	81.8	110.5
			HK	1177	917	848	759	647	633	578
			HKC	483	478	532	549	520	531	507
		c	d	13.7	20.2	32.0	46.1	68.5	87.5	114.1
			HK	1143	872	692	666	602	554	543
			HKC	487	471	459	497	492	472	479
5	{110}	a	d	13.4	18.4	28.1	40.2	61.7	80.6	104.9
			HK	1195	1051	897	876	742	653	642
			HKC	499	538	564	627	593	548	561
		b	d	13.8	20.6	30.2	46.4	66.6	82.0	111.1
			HK	1127	838	777	658	637	630	572
			HKC	534	495	534	512	533	545	513
		c	d	16.7	23.7	38.1	56.8	82.7	105.0	143.0
			HK	769	633	488	439	413	384	345
			HKC	290	305	300	313	325	318	300

TABELLA 5
Microdurezza Vickers e Knoop estrapolata

Campione	Forma	Orientazione	HVE	σ_{HVE}	HKE	σ_{HKE}
1	{110}	a	617	1.73	586	5.42
		b	610	1.39	488	7.17
		c			520	5.71
2	{110}	a	710	1.27	594	4.71
		b	683	1.15	568	6.26
		c			524	6.75
2	{111}	a	617	1.45	499	7.01
		b	618	1.61	531	8.14
		c			476	6.88
3	{110}	a	705	0.85	615	5.74
		b	722	0.60	535	6.13
		c			563	5.61
4	{110}	a	629	1.30	568	6.79
		b	629	1.30	518	7.58
		c			480	7.29
5	{110}	a	602	1.57	567	7.33
		b	635	1.25	525	6.22
		c			310	10.48

TABELLA 6
Microdurezza estrapolata media

Campione	Forma	HVE _m	HKE _m
1	{110}	614	531
2		697	562
3		714	571
4		629	522
5		619	546
		655 + 47.2	546 + 20.7
2	{111}	618	502

fetto per le tre orientazioni, la deviazione standard calcolata sulla media risulta comunque inferiore al 10 % del valore minore, limite prescelto come significativo (M. FRAN-

ZINI, M. TROYSI, A. CECCHINI, 1982).

È da notare che le misure Knoop orientazione *c*) del campione 5 non sono state eseguite per le piccole dimensioni del campione stesso.

Ne risulta che, ai valori ricavati nelle singole orientazioni, si può sostituire la loro media aritmetica che viene riportata, per ognuno dei campioni studiati, in tabella 6.

Da tale tabella si può notare che i dati relativi alla forma {110} dei diversi campioni analizzati sono assai simili tra loro: la deviazione standard calcolata sulla media di essi è comparabile con quella ottenuta assumendo per l'errore sperimentale ϵ un valore di $0,3 \mu\text{m}$ per la Vickers e di $0,7 \mu\text{m}$ per la Knoop (M. FRANZINI e M. TROYSI,

1979). Se ne conclude che il valor medio HVE_m o HKE_m può essere assunto come significativo per la descrizione della proprietà microdurezza.

È inoltre possibile osservare l'ottimo accordo che esiste, sia per quanto concerne la microdurezza Vickers che per la microdurezza Knoop, tra la forma {110} e la forma {111}.

Volendo poi confrontare i dati di microdurezza alla penetrazione e quelli della scala di Mohs sulla base della relazione proposta da M. FRANZINI, M. TROYSI e A. CECCHINI (1982), si ottiene, sia per la HVE_m che per la HKE_m , un valore di durezza Mohs pari a 6,6 per la forma {110} e pari a 6,4 per la {111}.

BIBLIOGRAFIA

- FRANZINI M., TROYSI M., CECCHINI A. (1981) - *La microdurezza della fluorite*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 71, 7-19.
- FRANZINI M., TROYSI M. (1978) - *Macrohardness derivation from microhardness measurements*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 65, 185-189.
- FRANZINI M., TROYSI M., CECCHINI A. (1982) - *Una serie di minerali come termini di riferimento per la microdurezza alla penetrazione*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., ser. A, 89, 27-45.
- FRANZINI M., TROYSI M. (1979) - *L'effetto del ritiro elastico dell'impronta sulle misure di microdurezza Vickers e Knoop - II. Discussione ed interpretazione dei dati*. Rend. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 66, 417-422.