

# scienza e tecnica

## Utilità dell'astronautica

# La Voskod come osservatorio astronomico

### Non occorre attendere di essere sulla Luna per intraprendere ricerche che già i voli orbitali di gruppo rendono possibili

Non si può dire certo che la ricerca spaziale abbia dato un contributo di scarso rilievo al progresso delle nostre conoscenze di tipo astronomico: basta pensare alle grandi scoperte fatte tramite i satelliti tipo Kosmos ed Explorer, e a quelli tipo Lunik e Ranger. Fra le più importanti conseguite dai primi citiamo le fasce di Van Allen e il «vento solare», delle quali si è ampiamente parlato in questo giornale e fra quelle dei secondi le fotografie dell'altra faccia della Luna e di una ristrettissima zona della superficie lunare presa da distanza ravvicinata.

I satelliti artificiali senza astronauti a bordo hanno svolto un lavoro di primissimo ordine, e hanno dato una messe di risultati che largamente giustificano la grande spesa di denari e fatica richiesta per la loro realizzazione.

## Interesse per la medicina

A tale proposito ricordiamo anche la serie dei satelliti americani in servizio meteorologico, con i quali si può seguire il formarsi e lo svolgersi di estese zone temporalesche sulla terra e infine quelli che servono semplicemente da specchio ma che hanno il grande merito di consentire alle nostre comunicazioni radio e televisive, di superare la limitazione imposta dalla curvatura della terra per un diretto collegamento fra stazioni lontane: i giochi olimpici che vediamo sui nostri teleschermi non sono in questi giorni una prova quotidiana.

Una domanda che ci si può porre è la seguente: quale è il contributo che la scienza dei voli cosmici con astronauti a bordo?

Fino a questo momento, a quanto ne è dato sapere, gli astronauti hanno portato un enorme contributo in un campo scientifico del tutto diverso da quello astronomico prima detto e cioè nel campo medico-biologico, oltre a quello tecnico del pilotaggio della navicella cosmica.

In quest'ultimo campo i sovietici sono rimasti finora praticamente soli e con l'ultimo spettacolare lancio, che ha portato in orbita due scienziati e uno scienziato-pilota, si sono aggiudicati un primato nel campo della medicina spaziale.

Evidentemente agli astronauti non si deve richiedere di contribuire solo al progresso delle nostre conoscenze nei due campi sopra citati ma di intervenire, più o meno presto, a compiere ricerche nei campi nei quali finora i Kosmos, i Lunik, gli Explorer, Pioneer e simili hanno lavorato.

Un aspetto del problema è particolarmente interessante: l'astronomia stellare, poiché essa aspetta immensi vantaggi dalla messa in funzione di particolari strumenti posti in orbita e adoperati da scienziati.

Proprio da questo punto di vista il recente lancio sovietico ha rappresentato un incomparabile passo in avanti in questa direzione. A quanto ci risulta si è svolto in maniera da dare l'impressione che l'Unione Sovietica è pronta ad iniziare questa importantissima fase della ricerca scientifica.

L'America è molto lunghezze lontana da una tale possibilità: l'ultimo suo lancio spettacolare, quello del Ranger VII, ha dimostrato che anche essa ha raggiunto un perfezionamento tecnico di «puntamento» paragonabile a quello che i sovietici avevano già dimostrato cinque anni prima col Lunik III, ma il modo addirittura temerario con il quale ha lanciato i suoi astronauti nello spazio dimostra quanto sia lontana, da questo momento, l'idea di dare inizio alla ricerca astro-

nomica con scienziati messi in orbita intorno alla terra.

I nostri sguardi e le nostre speranze si appuntano quindi sulle enormi possibilità che soprattutto l'Unione Sovietica ha lasciato intravedere specie con il suo recente lancio del primo satellite di cui il nostro animo gioisce al pensiero che tali possibilità sembrano sul punto di concretarsi.

Ci sarebbe da domandarsi se sia indispensabile andare sulla Luna, e portarvi grossi strumenti di osservazione, prima di iniziare la ricerca nel campo della astronomia stellare. In realtà non lo è, poiché si possono eseguire delle ricerche importantissime anche con strumenti modesti, quali quelli che possono essere alloggiati sui moderni satelliti artificiali. Se tali strumenti potranno venire adoperati direttamente da un astronauta-scienziato che si muove in un'orbita intorno alla Terra, avranno un rendimento incomparabile.

Certo la Luna rappresenta da certi punti di vista una base cosmica di prim'ordine: è grossa e stabile e percorre intorno alla terra la sua orbita in un periodo assai maggiore dell'ora e mezzo propria degli Sputnik attuali, impiegando circa un mese: questa «costante» di permanenza ci consente di osservare che gli Sputnik non danno, ma ciò non vuol dire che il programma di ricerca debba attendere, per essere iniziato, il momento in cui sarà possibile adoperare la Luna quale base di studio. Già adesso esiste una serie di problemi urgenti e importantissimi che possono essere affrontati nelle condizioni più disagiate, ma pur sempre eccellenti, che una Voskod ha dimostrato di poter offrire.

## Collaudo della schermatura

Naturalmente non conosciamo i piani di ricerca dei sovietici e non possiamo dire se e fino a qual punto il programma scientifico che gli auspichiamo, e che è già possibile, rientri nelle loro prospettive di lavoro.

Che pensino di andare prima sulla Luna? Non lo ritengo probabile, anche se evidentemente al viaggio sulla Luna si mira. Direi che nel lancio ultimo c'è stato anzi un elemento caratteristico che potrebbe lasciare intravedere qualcosa in tale direzione: l'orbita della Voskod si svolgeva fra una distanza minima di 200 km. dalla terra e una massima di 400 km.

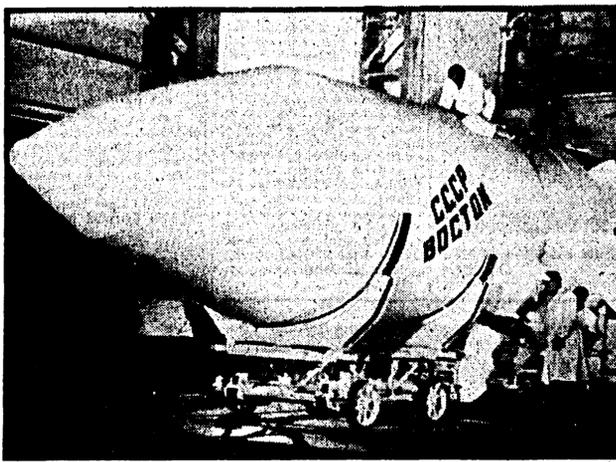
Ora a 400 km. comincia a farsi sentire, per quanto tenue, l'effetto della fascia più interna di Van Allen. La Voskod quindi a ogni giro andava ad «assaggiare» l'effetto di quest'ultima nella sua parte iniziale e meno pericolosa. Sembra che gli scienziati sovietici si siano prefissi, fra gli altri, anche il compito di cominciare a vedere come si affievolisce la schermatura con la quale intendono proteggere gli astronauti che dovranno forzare questa zona, tanto pericolosa per i tessuti del corpo umano.

Il programma di ricerche sovietico si svolge con una regolarità particolare e ogni prova eseguita rappresenta un balzo in avanti verso la realizzazione del più completo sfruttamento che la ricerca spaziale può dare alla nostra conoscenza del mondo.

Alberto Masani



I cosmonauti della Voskod sul terreno di atterraggio



Una astronave apparsa in un film sovietico di fantascienza, probabilmente simile alla Voskod

## Nuova la tecnica delle altissime pressioni

# La ricetta per fabbricare diamanti: 100 mila atmosfere a 2000 gradi

### La struttura della materia comincia a essere messa in luce e studiata in condizioni simili a quelle che si riscontrano in certe stelle

L'interesse tecnico-scientifico nello studio della pressione e dei suoi effetti ha origini molto remote, ma fino a tempi più recenti le pressioni che la tecnica riusciva a produrre erano modeste, qualche centinaio di atmosfere al più. Gli effetti di queste sui corpi condensati (liquidi e solidi) erano così piccoli da essere misurabili solo con difficoltà: i primi studi ed applicazioni vennero perciò fatti sui corpi più comprimibili, i gas.

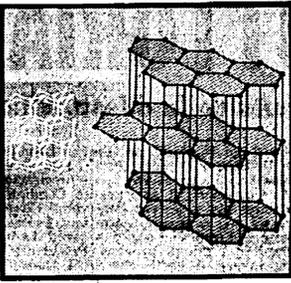
Negli ultimi trent'anni sono però comparsi metodi ed apparecchiature per produrre e misurare pressioni molto più elevate (pare che il massimo finora ottenuto sia di circa 300.000 atm.) I cui effetti vengono studiati ora non solo sui gas, che d'altronde a queste pressioni elevate si comportano in modo molto simile a dei liquidi, ma anche sui corpi condensati. I risultati sono anzi in questo caso particolarmente interessanti.

Per dare un'idea di quali possano essere gli effetti meccanici di queste pressioni spaventose, si pensi che ad una pressione di 300.000 atm. su una superficie di cm<sup>2</sup> grava un carico di circa 300 tonnellate: questa pressione è sotto una pressione di 100.000 atm. e gli atomi nella camera di scoppio di un cannone mentre il proiettile viaggia lungo la canna. D'altronde, mentre il volume di un gas compresso a 100 atm. si contrae quasi del 99%, nel caso p. es. del ferro bisogna salire a circa 100.000 atm. per avere una contrazione del 5%. Ci sono poi solidi meno comprimibili del ferro, come il diamante, che a 100.000 atm. si contrae solo dell'1,8% ed altri più comprimibili, come l'idrogeno solido, il cui volume si riduce alla metà già alla pressione relativamente modesta di 15.000 atm. La comprimibilità di una misura dell'energia dei legami interatomici, estremamente forti, in genere, i punti di fusione e di ebollizione crescono con la pressione.

In maniera sommaria si può dire che gli effetti della pressione sulla materia sono, in genere, opposti a quelli della temperatura. Quest'ultima è legata all'intensità dei moti atomici ed al grado di disordine nella struttura dei corpi, che aumentano con essa: si ha un progressivo passaggio dal solido cristallino, in cui gli atomi o le molecole sono a contatto e in disposizione ordinata, al liquido, in cui essi sono a contatto ma possono muoversi gli uni rispetto agli altri e quindi la struttura è molto meno ordinata, ed infine al gas, in cui c'è la massima libertà ed il massimo disordine.

La pressione al contrario tende ad avvicinare gli atomi ed a ridurre i movimenti, e la forza ad assumere le disposizioni di minimo volume, cioè i reticoli atomici ordinati esistenti nei cristalli. Applicando insomma una pressione sufficiente ad un gas o ad un liquido lo si può trasformare in solido cristallino senza bisogno di abbassarne la temperatura: forte, in genere, i punti di fusione e di ebollizione crescono con la pressione. L'effetto è particolarmente vistoso nel caso di alcuni silicati refrattari il cui punto di fusione aumenta di oltre 1000 gradi sotto una pressione di 100.000 atm.; e già ad una pressione di 30.000 atm. l'aria solidifica alla temperatura ambiente. Fanno eccezione solo pochi solidi anomali, che si contraggono fondendo; per questi l'effetto della pressione è il contrario, come è ben noto nel caso del ghiaccio o del bismuto.

A pressioni ancora superiori si prevede che la materia «degeneri» e gli elettroni vengano tutti forzati fuori dai loro atomi; per questo si può pensare, si ritornerà



Le strutture cristalline della grafite (a sinistra) e del diamante, chimicamente identiche

Proprio in questi casi si assiste in forma tipica ad un comportamento generale dei solidi sotto la pressione: spesso sono possibili diversi tipi di reticolo cristallino, ed un aumento di pressione forza il materiale a trasformarsi verso una successione di fasi caratterizzate in genere da un volume sempre minore e da una simmetria (e cioè un ordine) sempre crescente. Il ghiaccio in particolare esiste in non meno di sette diverse modificazioni di cui alcune hanno una densità molto superiore a quella dell'acqua e fondono sopra i 100 gradi: solo la forma stabile a bassa pressione si contrae fondendo, il comportamento delle altre è normale. Analogo il comportamento del bismuto, e di molti altri metalli, che hanno varie trasformazioni al crescere della pressione.

Raggiunto l'ordinamento più compatto, gli stessi atomi cominciano ad essere deformati, ed i loro elettroni possono venir forzati in orbite quantiche anomali con un aumento della pressione gli atomi possono iniziare a sovrapporsi, e gli elettroni esterni vengono espulsi dai singoli atomi e messi in condizione di muoversi liberamente attraverso il reticolo. Si ha insomma, se la pressione è sufficiente a spingere le molecole a contatto, una trasformazione in semiconduttore e poi in metallo vero e proprio. Questi effetti sono stati osservati p. es. nel caso del fosforo dell'arsenico, dello stagno grigio, che viene trasformato in stagno bianco metallico, e del minerale detto olivina, che è un semiconduttore il cui comportamento tende sempre più a quello di un metallo al crescere della pressione. Finalmente si prevede che a pressioni sufficientemente alte tutti i corpi divengano dei metalli: teoricamente ciò dovrebbe accadere a circa 250.000 atm. per l'ammoniacca e circa 400.000 atm. per l'idrogeno, pressioni queste oggi non irraggiungibili.

A pressioni ancora superiori si prevede che la materia «degeneri» e gli elettroni vengano tutti forzati fuori dai loro atomi; per questo si può pensare, si ritornerà

## Simboleggiavano la fertilità

# Donne obese nella archeologia di Malta

### Trenta complessi monumentali, di cui una dozzina ben conservati



Statuetta maltese del Paleolitico

L'isola di Malta è conosciuta naturalmente più per le sue vicende storiche relativamente recenti che per quelle più antiche; e i Cavalieri di Malta sono stati i suoi contatti con il mondo esterno, e specialmente con la Sicilia; infatti Malta manca di risorse naturali cui non era possibile supplire altro che con il commercio. Già nella terza fase noi possiamo arguire l'esistenza di rapporti con il mondo mediterraneo proprio in quel periodo, al principio del secondo millennio a.C., quando nelle zone dell'Egeo si ebbero importanti progressi tecnologici ed economici, che raggiunsero anche le zone del Mediterraneo occidentale: Malta venne così a trovarsi sulle rotte che attraversavano il Mediterraneo e sentì profondamente le influenze delle nuove culture. Specialmente nella fine della quarta e nella quinta fase sono notevoli gli influssi del mondo cretese e miceneo, influssi che portarono ad una notevole raffinatezza nei campi dell'architettura e della scultura, in uno strano contrasto con altri aspetti della stessa cultura cretese e micenea, che erano sempre rozzi e primitivi, questo lungo periodo, ad usare la pietra. Gli scavi hanno infatti confermato che i primitivi abitanti di Malta non usavano mai il metallo, nonostante fossero in intensi rap-

porti con popolazioni che dei metalli facevano largo uso. Come si è detto, dei primi maltesi, oltre alle ceramiche che hanno permesso di tracciare una linea evolutiva, sono rimaste le imponenti manifestazioni architettoniche, circa trenta complessi monumentali, di cui una dozzina circa ben conservati, le cui dimensioni vanno da pochi metri quadrati ad aree di circa 5.000 metri quadrati. Si tratta di costruzioni di tipo megalitico, costruite cioè con blocchi di pietra o lastroni squadrati.

La prima costruzione in ordine di tempo è un piccolo tempio nella località Mgarr, consistente di due parti risalenti rispettivamente alla prima e alla seconda fase: ha una struttura grosso modo ovale, con camere raccolte intorno ad un breve corridoio fiancheggiato da lastroni verticali, e probabilmente non aveva la facciata. Si è pensato che questa forma architettonica fosse un tentativo di riprodurre al di sopra del suolo la forma del sepolcro allora in uso, e cioè la grotticella artificiale scavata nella roccia tenera, da uno o più ambienti, in quanto si trattava di sepolture collettive, secondo un rito allora molto diffuso in tutta l'area del Mediterraneo.

Poiché nei tempi non si è mai trovata traccia di sepolture e per tutto il periodo dei tempi i morti continua-

rono ad essere seppelliti nelle grotte, artificiali, dobbiamo escluderle come rituali del secondo tempio di Mgarr, appartenente alla terza fase, ha una pianta a trifoglio, formata da tre camere ovali raccolte intorno ad un cortile rettangolare, è provvisto di facciata a grandi lastroni ed è circondato da un muro di pietre. Tutto il monumento, eccezione della facciata, è costruito con blocchi di pietra grezza accatastati. Successivamente, nella quarta fase, si ha un notevole sviluppo architettonico, che va dai templi più antichi ancora a trifoglio ma arricchiti da nicchie e forni di pavimenti, a templi in cui la pianta a trifoglio, di dimensioni molto maggiori delle precedenti, presenta altre due camere laterali poste ai lati del cortile e comunicanti con esse mediante un breve corridoio.

Compiono ora per la prima volta grandi altari formati da due lastroni verticali, uno orizzontale, oppure a fungo, tabernacoli; il muro di cinta, che nella località Ggantija circonda due templi costruiti con lastroni accuratamente squadrati e allineati nella parte inferiore, mentre la superiore prosegue con blocchi di pietra grezza, costruiti verso l'interno. La facciata è di lastroni, mentre i muri interni sono ancora di pietra grezza, ma costruiti verso l'interno. Ulteriori perfezionamenti nella squadratura delle pietre e nella decorazione dei lastroni, che si potrebbero considerare come i primi del mondo egeo, si possono constatare nel complesso di Hagiar Kim.

Alla quinta fase vanno attribuiti i due grandi complessi di Mnajdra e Tarzicn; quest'ultimo, la cui pianta presenta tre costruzioni di tempi diversi, ci presenta forse il quadro più completo dell'architettura maltese di questa fase, ma non può, per la sua stessa complessità, essere considerato come un monumento. Sono da ricordare però i lastroni scolpiti con motivi a spirali e alcuni coriosi particolari tecnici, come ad esempio il «cappello» utilizzato per far scorrere i lastroni, o alcuni fori formati quasi dei tubi in alcuni lastroni, che sono stati interpretati come sacerdoti per pronunciare, non visti, oracoli ai fedeli.

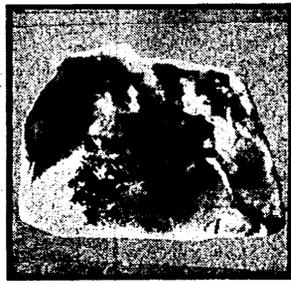
Un problema riguarda i templi di Mnajdra e Tarzicn, la loro copertura, e quella delle pietre gradinate, sembra sia da escludere un tipo di copertura a volta; un modello di copertura a volta, costruito verso l'interno, ci mostra una copertura piana, che dovrebbe supporre fosse stata lignea, piuttosto che di pietra.

Dopo la fase di Tarzicn, si ha una manifestazione di architettura maltese, che si chiama naturalmente quale fosse la divinità adorata dal popolo maltese: qualche elemento si può ricavare dalla pianta raffigurata nella figura umana rinvenuta presso i templi. Si tratta di sculture di medie e di volte grandi dimensioni, rappresentanti figure prevalentemente femminili, enormemente grasse, che si possono interpretare come rappresentazioni della divinità della fertilità. Vi sono però altre figure di diverso stile che non si sa esattamente come interpretare, e si resta per ora nell'ambiguità di un certo peraltro diffuso in tutto il mondo di allora.

Dopo la fase dei templi di Tarzicn, che segna in un certo senso l'apogeo della cultura maltese, questa civiltà che si era evoluta ininterrottamente attraverso un lungo periodo, scomparve improvvisamente, senza lasciare alcuna traccia, e al suo posto subentrò una cultura sostanzialmente più rozza, nonostante conosca l'uso del metallo.

Queste nuove genti avevano anche tradizioni culturali completamente diverse: infatti la maggior parte dei loro vestimenti proveniva da un cimero a cremagliera scoperto a Tarzicn, quindi testimoniano un rituale sconosciuto ai primi maltesi, soliti inumare i loro morti, impregnandoli di ceramica rossa per simboleggiare il sangue e quindi la vita.

Ma queste nuove genti poterono rimanere appena un secolo sulla isola, e quelli che probabilmente erano stati gli «invasori» vennero sovrapposti da una nuova ondata di genti, impregnandoli di ceramica rossa e di cui si parla nella cultura di Tarzicn.



Struttura di un tempio megalitico

ad uno stato gassoso, data la completa libertà di movimento che avrebbero gli elettroni ed i nuclei. Ma questo gas, o plasma, per essere più esatti (dato che sarebbe composto di particelle cariche elettricamente) avrebbe una densità superiore a quella di ogni corpo.

Si ritiene che queste condizioni possano sussistere su alcune stelle dette «nane bianche», che hanno dimensioni dell'ordine di quelle terrestri, pur avendo una massa dello stesso ordine di quella del sole, e la cui densità sale perciò a migliaia e milioni di volte quella dell'acqua.

Come si producono e misurano queste enormi pressioni?

Nella pratica industriale la tecnica del gas compresso lavora correntemente con pressioni dell'ordine delle centinaia di atmosfere, e con apparecchiature un po' curate si riesce a resistere a pressioni di questo ordine fino a 1000-2000 atm. usate in alcune operazioni chimiche favorite dalle alte pressioni, come la sintesi dell'ammoniacca o la polimerizzazione dell'etilene. I dispositivi per ottenere queste pressioni sono di due tipi: il primo è quello della pressa idraulica, sul principio cioè di concentrare una grande forza su un piccolo pistone e su una piccola camera di azione; il secondo è quello della pressa a pistone, in cui il pistone è in contatto con la camera di azione e la camera di azione è in contatto con la camera di azione.

I limiti di impiego di camere in acciaio non sono molto superiori alle 10.000 atm.; però esercitando dall'esterno una pressione adeguata sulla camera si può arrivare al limite di resistenza del pistone, circa 20.000-30.000 atmosfere.

Un altro progresso si può fare usando materiali più resistenti alla compressione: il più usato finora è stato il Carboloy (carburo di tungsteno sintetizzato) che permette di raggiungere le 50.000 atm con uno, e le 100.000 atm con due stadi di compressione.

Un altro progresso fu compiuto sostituendo l'istesso pistone-camera con due pistoni con uno ottuso, aventi ognuno una piccola faccia terminale di circa 1 cm<sup>2</sup> di area: la sostanza da studiare viene foggata a disco di qualche mm. di diametro e qualche decimo di mm. di spessore e compressa tra due pistoni. L'enorme carico sulla superficie terminale si disperde nel massiccio pistone, e con pistoni di Carboloy si possono raggiungere pressioni di 200.000 atm. Una garanzia analoga di un minerale detto catilite, che è molto comprimibile ed aderisce molto bene alle superfici metalliche, viene usata per impedire l'estrusione del campione. Uno svantaggio di questo dispositivo è il piccolo volume sperimentale, inoltre per scaldare il campione si deve scaldare tutto l'apparecchio, e la resistenza dei pistoni decresce molto con la temperatura, permettendo di raggiungere solo 20.000 atm a 1000 gradi.

Queste difficoltà sono state superate in un più recente apparecchio noto come «incudine tetraedrica»: in esso quattro pistoni di Carboloy, terminanti in facce triangolari, si serrano simmetricamente su uno spazio centrale a forma di tetraedro (piramide a base

triangolare equilatera) di circa 1 cm<sup>3</sup> di volume. In questa maniera si ottiene un tetraedro di proillite (un silicato analogo alla catilite); il campione viene posto entro un foro nel tetraedro e se necessario viene riscaldato con una resistenza in metallo grezzo. Le misure ottenute con questo dispositivo sono di 130.000 atm a 3000 gradi.

Per lo sviluppo futuro della tecnica si dovrà ricorrere a sostanze ancora più resistenti, come il diamante, che è il corpo con la massima resistenza a compressione nota. Per quanto siano evidenti le difficoltà economiche, sono già stati costruiti apparecchi molto semplici le cui parti prementari erano in zaffiro o diamante ed avevano anche il vantaggio della trasparenza.

Gli effetti della pressione si seguono con misure di contrazione (che danno informazioni preziose sulle forze interatomiche e sulle trasformazioni di fase), di resistenza elettrica con misure ottiche magnetiche, termiche, e mediante indagini strutturali, con raggi X. La pressione stessa può essere misurata dai suoi effetti sulla resistenza elettrica del campione, o dalla misura della resistenza varia molto regolarmente fino a 25.000 atm. Naturalmente le incertezze di misura sopra 100.000 atm. sono notevoli, e possono salire a vari per cento.

Le applicazioni pratiche di questi studi sono ben poche, ma sono già promettenti. Anzitutto sono state fatte interessanti ricerche su reazioni chimiche ad alta pressione e naturalmente il più notevole risultato è la preparazione del diamante a partire dalla grafite (1955). Per quanto i diamanti siano ancora segreti si sa che occorrono pressioni di 50.000-100.000 atm e temperature di oltre 2000 gradi. I diamanti così prodotti sono per ora piccoli ed un po' più cari di quelli naturali, però sono superiori ad essi per proprietà abrasive, e ciò ne giustifica la produzione industriale, forse in futuro si potranno ottenere così diamanti purissimi e di grandi dimensioni.

Altre nuove forme di sostanze sono state create, e tra quelle di potenziale interesse applicativo citiamo la coesite, varietà di silice più densa e più resistente chimicamente del quarzo, ed il borazone cubico, composto dell'azoto e del boro analogo al quarzo per durezza e resistenza, ma più refrattario e resistente all'ossidazione.

Un altro campo in cui la tecnica delle alte pressioni potrebbe avere delle applicazioni in linea di principio, di poter ottenere dei getti metallici molto più uniformi, solidificandoli per decompressione, e di poter applicare all'acciaio dei nuovi tipi di tempratura per compressione rapida.

D'altronde si è visto sperimentalmente che sotto pressione la resistenza e la duttilità dei metalli e dei solidi in genere aumentano, spesso in maniera addirittura stupefacente, e che le proprietà così ottenute si conservano anche a pressione ambiente. La spiegazione è che la pressione «spreme» fuori dal metallo le imperfezioni ed i difetti reticolari che ne indeboliscono la struttura in condizioni normali.

D.

r. g.