

## PIĘĆ MILIONÓW ATMOSFER

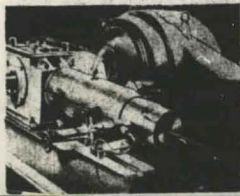
Dzisiejsza nauka pokłada wielkie nadzieje w technice wysokich ciśnień. Zagadnieniem tym zajmuje się już od wielu lat cała armia uczonych, a osiągnięte rezultaty pozwalają sądzić, iż przy pomocy ultrawysokich ciśnień da się rozwiązać wiele problemów.

Największe postępy w tej dziedzinie osiągnięto w Związku Radzieckim w Akademii Nauk ZSRR, gdzie pod kierownictwem prof. L. Weretżagina skonstruowano jedyne na świecie urządzenie (patrz zdjęcie), przy pomocy którego uzyskano ciśnienie 1 000 000 atmosfer. Szczęśliwie budowy tego wspaniałego urządzenia nie są znane — wiadomo tylko, że pozwala ono na uzyskiwanie tak fantastycznego ciśnienia w sposób statyczny.

Jednocześnie metodami dynamicznymi — drogą eksplozji — uzyskano w ZSRR ciśnienia rzędu 5 000 000 atmosfer, ale czas ich działania wynosił tylko ułamki sekund. Badania prowadzone w Moskwie wykazały, że np. przy ciśnieniu 3 500 000  $\text{kg/cm}^2$  ciężar właściwy ołowiu zwiększa się 2,2, a żelaza 1,67 raza. Przy ciśnieniu 115 000 atn wydzielają się z wody kryształy lodu, którego temperatura topnienia wynosi  $175^{\circ}\text{C}$ .

Wytrzymałość stali poddanej ciśnieniu 450 000 atmosfer jest sto razy większa niż normalnie, ale przy ciśnieniach rzędu 50—100 tysięcy atmosfer zmiany te nie zachodzą. Ogólnie biorąc zmiany własności fizycznych różnych substancji zaczynają się już przy ciśnieniu 5000 atmosfer.

Przy tym właśnie ciśnieniu wódór z zupełnie nie zbadanych powodów powiększa swoją objętość siedmiokrotnie, natomiast przy ciśnieniu 500 000 atn zmienia się w metal. Powietrze przy 5000 atn jest twarde jak kamień. Olej poddany ciśnieniu 20 000 atn jest twardszy od stali i można go używać do jej przecinania. Technika wysokich ciśnień nie wypowiedziała jeszcze ostatniego słowa — badania na całym świecie są w pełnym toku — szlachetne współzawodnictwo uczonych przyniesie na pewno w najbliższym czasie nowe rewelacje i pozwoli na praktyczne zastosowanie w przemyśle tego, co już teraz uzyskuje się w laboratoriach.



Л. Ф. ВЕРЕЩАГИН, В. А. ГАЛАКТИОНОВ, А. А. СЕМЕРЧАН и В. Н. СЛЕСАРЕВ

### АППАРАТУРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С КОНИЧЕСКИМИ ПУАНСОНАМИ

(Представлено академиком Г. В. Курдюмовым 11 III 1960)

Для проведения физических исследований авторами создано несколько различных конструкций аппаратуры высокого давления и высокой температуры. Ниже описывается установка с коническими пуансонами. Эта установка, подобная недавно описанной установке «бэлт»<sup>(1)</sup>, создана независимо в развитие идеи, опубликованной ранее одним из нас<sup>(2)</sup>, и отличается от «бэлт» большим рабочим объемом.

На рис. 1 приведена принципиальная схема аппаратуры. Рабочее вещество  $\Gamma$ , в котором создается давление, помещается в цилиндрическую часть матрицы  $B$  и сжимается

двумя пуансонами  $A$ , имеющими форму усеченных конусов. Между конусными поверхностями матрицы и пуансонов прокладываются пиррофилитовые уплотнения  $D$ . Роль этих уплотнений заключается в поддержании и, следовательно, в упрочнении той узкой части конических пуансонов, на поперечное сечение которой действует удельная нагрузка, превышающая предел упругости материала пуансонов. Кроме того, возни-

кающий при нагрузке на пуансоны в уплотнении градиент давления по образующей конуса обеспечивает удержание давления, создаваемого в объеме  $\Gamma$ , не допуская вытекания рабочего вещества в зазоры между коническими поверхностями пуансонов и матрицы. Для уменьшения деформации матрицы при создании давления и ее упрочнения предусматривается поддержка с помощью трех поддерживающих колец  $B$ , запрессованных последовательно одно в другое. Был использован также другой вариант, в котором поддержка осуществляется штоками четырех гидравлических прессов, оси которых расположены в горизонтальной плоскости, проходящей через середину рабочего объема и под углом  $90^\circ$  друг к другу. Внешний вид такой шестиосной установки показан на рис. 2.

На рис. 3 изображен внешний вид ядра установки с поддерживающими кольцами.

Первоначально исследования новой схемы получения высоких параметров проводились на установке с рабочим диаметром 6 мм, затем для расширения возможностей установки была проведена работа по увеличению

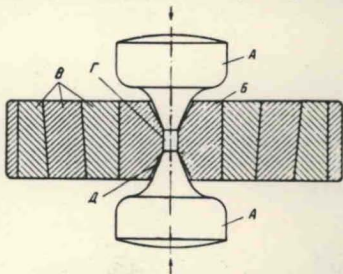


Рис. 1. Принципиальная схема аппаратуры

рабочего объема, в результате которой подвергающаяся воздействию высокого давления и высокой температуры цилиндрическая ампула с исследуемыми образцами была доведена до следующих размеров: диаметр 11 мм, высота 25 мм, т. е. полезный объем ее составлял  $\sim 2,5 \text{ см}^3$ .

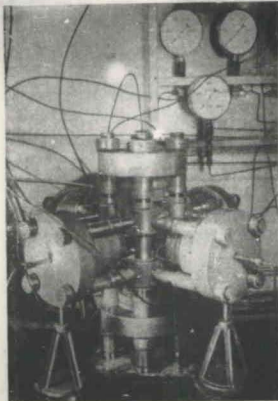


Рис. 2. Общий вид шестиосной установки

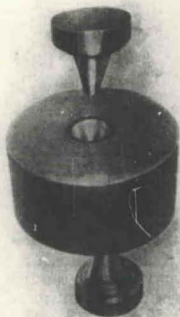


Рис. 3. Ядро установки с поддерживающими кольцами

Градуировка давления выполнена по скачкам электропроводности, сопровождающим известные полиморфные переходы<sup>(3)</sup>. Температура создается с помощью цилиндрического графитового или платинового нагревателя, помещаемого в рабочий объем  $\Gamma$  и изолированного от стенок матрицы достаточным слоем теплоизолятора. Источник тока подсоединяется к пуансону, изолированным от матрицы уплотнениями  $D$ , а от остальных частей установки слюдяными прокладками.

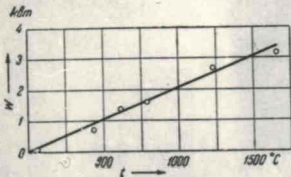


Рис. 4. Зависимость температуры в середине рабочего объема от мощности, вводимой в нагреватель

Зависимость температуры, создаваемой нагревателем в середине рабочего объема, от подаваемой мощности определялась с помощью платино-платинородиевой термопары, введенной через один из пуансонов в область высокого давления и высокой температуры (рис. 4).

В настоящее время на установке с полезным объемом  $2,5-3 \text{ см}^3$  проводятся физические исследования в области давлений  $60\,000-70\,000 \text{ кг/см}^2$  при температуре  $2000^\circ \text{C}$ .

Представляется интересным отметить, что расплавленное (В. А. Шапочкин и В. Е. Иванов) под давлением около  $70\,000 \text{ атм}$ . и выдержанное при температуре около  $2000^\circ$  железо «Армко» после медленного охлаждения стало исключительно твердым: если твердость исходного железа была  $\sim 100 \text{ ед}$ . (нагрузка на индентор при определении микротвердости в  $100 \text{ г}$ ), то после расплавления под давлением твердость стала порядка  $1200-1300 \text{ ед}$ .

приближаясь к твердости сверхтвердых сплавов. Не исключено, что железо, расплавленное в области устойчивости алмаза и охлажденное под давлением содержит субмикроскопические включения алмазов, что и привело к очень большому возрастанию его твердости. Однако это требует дальнейших исследований, которые мы надеемся провести в ближайшее время.

Институт физики высоких давлений  
Академии наук СССР

Поступило  
1 III 1960

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> H. P. Bovenkerk, F. P. Bundy, H. T. Hall, H. M. Strong, R. H. Wentorf, *Nature*, 184, № 4693, 1094 (1959). <sup>2</sup> Л. Ф. Верещагин, А. И. Лихтер, В. Е. Иванов, *ЖТФ*, 26, 874 (1956). <sup>3</sup> P. W. Bridgman, *Proc. Am. Acad. Art. Sci.*, 81, 165 (1952).