

1955年7月1-5日

苏联科学院
和平利用原子能会议论文集

总 論 之 部



1955 年 7 月 1—5 日

苏 联 科 学 院
和平利用原子能會議論文集

总論之部

科 学 出 版 社

1957 年 3 月

1955 年 7 月 1—5 日
苏联科学院
和平利用原子能会议论文集
总论之部

原著者 A. H. 涅斯米扬诺夫等
出版者 科 学 出 版 社
北京朝陽門大街117号
北京市書刊出版業營業許可証出字第061号
印刷者 北 京 新 华 印 刷 厂
总經售 新 华 書 店

1957 年 3 月 第 一 版 書号: 0708 字数: 72,000
1957 年 3 月 第 一 次 印 刷 開本: 787×1092 1/16
(京) 道: 1—2,420 印張: 4 插頁: 5
報: 1—4,070

定价: (10) 道林本 2.00 元
報紙本 1.30 元

內 容 提 要

“苏联科学院 1955 年和平利用原子能會議論文集”全集五册，本書为其总論之部。

本書包括論文五篇：苏联科学院和平利用原子能會議開幕詞，苏联科学院在鈾-石墨反应堆的工作，利用加速器进行的高能原子核过程的研究，在高能粒子轟击下核轉变产物的放射化学研究，放射性同位素在生物化学中应用的总结和远景。在開幕詞中，涅斯米揚諾夫院長着重地指出，我們对原子能所作的种种研究，是为了將原子能应用于和平事業上，是为了增进人民的幸福而不是給人民以災害；並号召全世界的科学家在和平利用原子能方面友好合作。

目 錄

苏联科学院和平利用原子能會議開幕詞·····	A. H. 涅斯米揚諾夫 (1)
苏联科学院鈾-石墨反应堆的工作 ·····	B. C. 弗尔索夫 (5)
利用加速器进行的高能原子核过程的研究·····	M. Γ. 梅舍里亞科夫 (21)
在高能粒子轟击下核轉变产物的放射化学研究·····	A. II. 維諾格拉多夫 (37)
放射性同位素在生物化学中应用的总结和远景·····	B. A. 恩格里哈特 (51)
人名对照·····	(69)

苏联科学院和平利用原子能會議開幕詞

A. H. 涅斯米揚諾夫

(苏联科学院院長)

这次苏联科学院召開的會議，將成为我們科学院歷史上的一個里程碑。無疑地，这次會議將引起各方面非常的重視，同時討論的問題也一定会超出学院範圍以外而涉及到許多实际应用問題。有苏联科学家們（包括工作於苏联科学院的科学家們）在內的許多國家的科学工作者，为探討原子核物理学一些關鍵性的問題，曾作了無數卓著成效的努力。約在三个月前，科学院曾召開了一次理論物理学会議，整个說來那次會議的絕大部分是用來討論原子核力的理論以及与原子核物理有關的許多問題。我們對於研究宇宙線的會議一直予以密切的注意，宇宙線这种現象是与原子核反应緊密地联系着的，同样也是以大能量的基本粒子为其表徵的。尽管从科学的觀點來看，所有这些以及許多其他原子核物理方面的問題是多麼重要，但我們整个地球上的居民都密切注視着这一門新的正以異常高的速度發展着的科学，畢竟不祇是从純粹科学的兴趣出發。这种注視是由於關切着人類的更向前進步的問題。自从地球上有了科学技術以來，還没有一个科学技術方面的成就，能像从鏈鎖反应中釋放出原子核的势能，或者人工地实现熱核反应以得到巨大的能量那样，对人類的進步起着如此巨大的影响。我所以說“人工地实现”，因为，說到自然的熱核反应，实际上所有人類及一切生物所用的能——熱能，水力和風力，生命，大腦——歸根到底，都是从太陽上自然地進行着的熱核反应那裏來的。这种反应像是一种氫彈燃燒过程，但是延續地進行着。今天已到了这样的時代，我們已不再祇是一點一滴地利用地球上被用这种或那种方式儲藏起來的太陽巨大能量的微末，而是要在地球上創造我們自己的太陽！

易分裂原子燃料的動力的应用，開闢了技術上和經濟上嶄新的可能性。根据幾位專家們的計算，地殼中鈾和鈾所含的能，比所有的煤及石油所含的能的總和要多十至二十倍。而且对鈾和鈾儲量的勘查，远較对煤和石油資源的調查为少，在这方面仍不断有新的發現。因而今天对利用易分裂原子燃料的能的問題的解決，已

預先把我們人類帶出了一條絕路，這條絕路是被地殼中碳質燃料有限儲量所決定了的。

在不同社會制度和和平共處和各國人民友好合作的條件下發展原子能事業，將使技術較發達的國家有可能來幫助技術較不發達的國家迅速提高其動力資源，因而也提高其整個國民經濟。很明顯，蘇聯政府已在這方面採取了一定的步驟。我們的科學和原子工業將在執行國際協定的過程中給予中國、波蘭、捷克斯洛伐克、羅馬尼亞、德意志民主共和國、匈牙利和保加利亞以初步掌握原子技術的無私幫助。我們想表示這樣的信念：今年八月由聯合國召開的我國將積極參加的國際和平利用原子能會議，將在幫助技術較不發達的國家上有更新的貢獻。

無疑地，利用核子燃料的主要方法之一是用原子能發電站生產電能。我們引為自豪的是：世界上第一座工業原子能發電站——蘇聯科學院發電站——是在蘇聯由蘇維埃的工程師和科學家們建立起來的。從它開始運轉並供給工業用電起到現在，恰好一年了。和平利用原子能除了這一條路外，還有許多其他的途徑！核子燃料的巨大能量，將使交通運輸業起如何巨大的變革啊！在無機化學和高溫技術方面將有多少新的過程成為可能！在礦業方面及深入到地層深處去又可能有多少新的方法啊！

無可置疑地，和平利用熱核反應具有更大的看不到盡頭的偉大遠景。把水中的氫作為燃料的源泉！這種燃料比起煤來要集中多少億萬倍！將熱核反應應用於建設性的用途，為了我們地球上所有居民的富足和幸福，人類駕御自然的力量將達到新的更高的階段！如此誘人的令人鼓舞的目標，確是值得為它貢獻出各國人民友好合作的力量！我們希望我們這次會議發出的聲音，成為這種共同努力的號角。

我們處在偉大的技術經濟革命的前夜。我們已經進入原子時代的開端，而且正生活和工作在這個時代裏。這個時代將給舊的技術帶來新的估價。她每前進一步都孕育着新的、常常是目前還很少被利用的可能性。原子工業將放射性元素供給科學和技術，那些放射性元素發出的輻射應用於診斷和治療，應用於公共衛生事業，應用於食品工業、探傷技術、自動化控制、探礦及其他許多方面。

在無數的科學技術的各個部門，只要那裏需要顯示某些物質的存在或需要研究物質的轉變或運動的過程，帶放射性的示踪原子已經成為必不可少的和非常有用的研究工具了。化學，物理學，冶金學，氣體、液體和固體力學，特別是生物學和它的許多部門，從高級神經活動的生理學一直到農藝學，都變成了運用示踪原子的

廣闊園地，從而可能採用許多新的方法，獲得許多新的發現。這是在原子時代黎明時期科學技術的第二個方面，是我們還知道得很少的一個方面。但它並不是半幻想式的東西，它日益滲透到我們日常生活中來了：吸泥機的泥漿計，探傷器，石油工業的中子測程計——所有這些現在都已經成為現實的東西了。

我們的任務是：尽可能地促進在科學、技術、農業、醫學等各方面廣泛地、深入地利用今天原子科學和原子工業已經提供的一切可能性。我們毫不懷疑，我們的會議也將在這方面有所貢獻。雖然在座許多是研究與原子反應科學距離很遠的部門的專家，但也一定會在他們自己的專業方面看出新的利用放射性示踪原子的可能。不用說，沒有在原子核物理學及其密切有關的科學方面進行廣泛的純科學的探討，任何原子技術和原子動力工業範圍內的進步都是不可能的。在這次會議上也將報告這方面的工作。

我已經提到，今年八月由聯合國召集要在日內瓦開的和平利用原子能會議上，蘇聯方面包括蘇聯科學院和各加盟共和國科學院在內，將宣讀一系列的論文，這些論文將刊印出來。在組織這次會議的時候，我們曾認為在這裏和那裏作一些重複的報告顯然是不恰當的。因此，在這次會議上不能聽到某些不應提出的報告，這點想大家是能理解的。在這次會議上發表的著作也將刊印出來，它將和日內瓦會議中的蘇聯方面的著作一起，成為蘇維埃科學在和平利用原子能問題上總的貢獻。不言而喻，這樣仍不可能把所有已經作過的工作完全包括在內。

還有許多論文——其中有很多是頗有價值的——由於時間限制，不能列入這次會議，我謹向這些論文的作者致歉。這些論文只好送到期刊上發表了。

我們這次會議只有今天一天是開各學部聯合大會，在這會上要宣讀幾篇代表幾個不同科學部門的、而我們認為大家都會有興趣的論文。以後三天將同時召開物理-數學學部、化學學部、生物學學部和技術科學學部的會議。科學院另外四個學部就不開會了，我們請這些學部的成員分別參加與自己專業接近的學部會議。

我們一方面深信，我們正在走向科學、技術和經濟繁榮的空前高漲，我們面臨着前所未有的可能性；我們另一方面也不要忘記原子威脅。但我們相信，在斯德哥爾摩宣言上，在世界和平理事會維也納會議的宣言上，幾萬萬個簽名以及在赫爾辛基世界和平大會上的發言與宣言所雄辯地表達出來的人民的意志；我們每天在世界每個角落裏都可以感到的為和平而進行的忘我鬥爭中的人民的意志，是一定会勝利的。

我們自豪的是：在为爭取和平、为禁止原子武器和氫武器这些慘無人道的大規模屠殺武器而進行的偉大而責任重大的鬥爭中，苏联人民及其政府是站在最前列的。苏联科学家們將把自己的声音与全世界數億普通人們的声音联合在一起，要求立即禁止使用原子彈和氫彈，並要求把原子核能用於和平的目的——是为了人民的幸福而不是給人民以災害。

我們号召全世界的科学家在和平利用原子能方面友好合作，以便各國（無論大國或小國）的人民都能享受原子能的好处。

蘇聯科学院鈾-石墨反应堆的工作

B. C. 弗尔索夫

还在原子核物理学發展的最初階段，當時这个新的自然科学領域还剛在萌芽，而像“核”这样的字都还未被採用時；這時已經明顯地可以看出，科学在這裏已第一次進入了一個以發生極大能量為特徵的原子過程領域。因而很自然地，在二十世紀初的那些曾在这个嶄新而又奇異的物理世界中開闢了最初的道路的著名學者們，就曾不止一次地想到了掌握原子能的誘人遠景。其中如皮耶爾·居里在他的闡述天然放射性最初一些研究結果的“諾貝爾”演講中，就曾表達過這種思想。但是十年又十年地過去了，固然在原子核性質方面的研究有了驚人的成就，弄清楚了核的結構，找到了人工分裂核的方法，也確定了許多支配核反應的基本規律；可是原子能的利用問題仍舊和前四十年一樣，離開解決還很遠。甚至到了1938年還出現過對原子能的實際利用可能性發生懷疑的觀點；而且大多數物理學家都寧肯避開這些問題的討論，認為原子能的利用完全是趣味小說作家的事情。

1939年的鈾核分裂現象發現以後，情況起了根本的變化。鈾核分裂現象對於近代原子核動力學的發展起了決定性的影響。

我們知道，在中子作用下的核分裂過程實際情況是這樣：中子是不帶電荷的粒子，比較容易射入核內。如果是像鈾那樣的重元素的核，那麼由此而形成的複原子核就有可能會分裂成兩個差不多相等的部分——碎片。這些碎片帶着很大的動能飛散開去。而非常重要是從它們之間飛出了可以再被鈾核俘獲的第二代中子。這就展開了實現核分裂鏈式反應的遠景。

鈾核分裂過程的進一步詳細研究顯示出：存在在自然界中鈾的各種同位素各自有不同的結果。

在自然鈾中約佔0.7%的輕的鈾同位素—— U^{235} 的核能俘獲任何速度的中子而分裂，並且在給定的中子流中，如中子的速度愈小，則分裂過程發生的幾率就愈大。特別是在能量與周圍介質分子熱運動能量相近的速度較慢的中子，叫做熱中子的作用下， U^{235} 的核分裂是在核反應範圍內幾率極大的過程。相反地，在自然鈾

中含有 99.3% 的重的鈾同位素—— U^{238} 却僅在快中子的作用下才会發生分裂。

虽然在分裂过程中出現的中子都具有能量足够再引起 U^{238} 的核的分裂，但是在自然鈾中以快中子來实现核的鏈式反应是不可能的。这是因为在中子和鈾核相互作用下並不是永远都祇產生分裂，而也有可能發生其他的过程。有時在中子和鈾核的碰撞中， U^{238} 能俘獲中子而產生一种新的同位素 U^{239} 。这个过程和其他的一系列的过程一样，会引致中子的損失，因而使得鏈式反应难以实现。

在我們國家中前幾年对鏈式反应的廣泛研究促使我們很快地建立了鈾核鏈式反应过程的理論。还在战前我們就闡明了这个过程的特點，引用了若干基本數值以决定熱中子作用下系統的倍增係數，提供了过程隨着時間進展的理論，強調指出了緩發中子的作用。在战時的条件下，实现核分裂鏈式反应方面重要的理論和实际工作仍然繼續着。由於大家都了解的原因，它在我們這裏是不依靠其他國家而独立發展起來的。

在我的報告中將簡單描述已实现了核鏈式反应的第一个苏联原子核反应堆，並將談到繼後在苏联科学院較大的鈾-石墨堆上所進行的研究的結果。这些研究對於建造其他原子堆特別是科学院原子能發電站的反应堆，具有重大的意义。

如果拥有用同位素 U^{235} 足够地加濃了的鈾，鏈式反应就比較容易实现。但在研究開始時我們祇有自然鈾，因此必需尋找的就是用这种鈾來实现鏈式反应的方法。

这一方面究竟具有多大的可能性呢？

分裂过程的研究表明：在鈾吸收慢（熱）中子時，飛出了快中子，其數目約比被吸收的熱中子數目多 30%。假如用某些方法使这些快中子重新变成慢中子，鏈式反应就不难实现。因此为了实現在熱中子作用下天然鈾的核分裂鏈式反应，必須把快中子轉变成慢中子，並避免在这过程裏中子的損失。

为了減低中子速度，可以利用中子和核的彈性碰撞过程。当快中子和靜止核碰撞時，就把自己的一部分能給了核。經受一系列碰撞之後，中子就会損失能量而变成熱中子。愈是較輕的核，中子在彈性碰撞時平均損失的能量就愈多。因此用原子量小的物質做減速剂最合適。这样很自然地就產生了用輕物質和鈾混合以使快中子变成熱中子的想法。減速剂必需滿足下面兩個要求：首先，为了減速的效果好，如上所述，它必需是輕的物質；其次，它必需在某种明顯程度上不吸收熱中子。这些要求大大地縮小了能被用來做減速剂的物質的範圍。在建造苏联第一个原子核

反应堆時，选用的減速剂是碳（石墨状态）。在作这样选择之前曾做过主要与測量碳的中子-核常數有關的許多实验。实验中得到的鈾和石墨的核常數數值曾被用来進行理論上的計算；由計算得出了在鈾+石墨系統中实现核的鏈式反应的可能性。

为了實現核分裂鏈式反应，必須使中子的倍增係數大於 1，这意思就是說，当倍增介質中吸收了一个熱中子時，由於分裂而產生快中子以及隨後它們慢化的結果，應該產生比一更多的熱中子。这样之所以必要是因为，实际上中子飛出石墨系統的損失總是不可避免的。因此任务就在於：必需使鈾和石墨組成一个有着最大可能而且在任何情況下都大於 1 的倍增係數的介質系統。

假如用 ν 表示鈾吸收一个熱中子後又產生的快中子數，那麼倍增係數就可以表示如下：

$$K_{\infty} = \nu \varphi \theta,$$

這裏 φ 表示變成熱中子的快中子數的百分比，其中亦考慮到在減速过程中，由於中子被吸收所引起的損失； θ 表示被鈾吸收了的熱中子數的百分比。在上述公式中 φ 及 θ 的數值小於 1，只有 ν 的數值大於 1 ($\nu \approx 1.3$)。

φ 的數值之所以比 1 小，是与 U^{238} 俘獲中子有關的。一般說來，这种俘獲对任何能量的中子都会發生，但是对一定能值，称为共振能值，它就特別大。在和碳核碰撞的慢化过程中，中子的能量逐漸改变，終於達到共振數值，這時 U^{238} 原子核的吸收幾率極大。要避免这种不利的中子俘獲現象，亦即更進一步地增大 φ 的數值——这个最初看來是困难的問題終於用非常簡單而又別緻的方法獲得了解決。就是提出用被石墨分開的个别鈾塊來代替鈾和石墨的均匀分佈。这样可以在空間中把進行慢化的區域（石墨）和中子受到共振俘獲的區域分開。現在 φ 的數值取決於鈾塊大小及其在石墨中相互間安排的情況。 ν 的數值則基本上取決於鈾原子核的特性，而祇在極小的程度上和鈾塊大小有關。 θ 的數值和 φ 一样也決定於鈾塊大小和相互間安排情況，而在很大程度上依賴於鈾和石墨的純度。

上面已經提到，从已達到的材料純度所給出的那些鈾和石墨的有效的核常數數值，至少在理論上得出了建立倍增係數大於 1 的系統的可能性。而这階段在理論上的任务就是要計算鈾塊的大小和它們在石墨中的排列，以使 $\nu \varphi \theta$ 的乘積最大。曾研究过由球形及圓柱形鈾塊按各种不同的空間柵排列組成的系統。由此發現，倍增係數对空間柵的形狀与式样關係不很顯著，並且在最好的条件下等於 1.07。

我們要知道，在當時不論是測量本身或是利用測量結果所作的計算，都是不能達到高度地精確的。所以，虽然獲得了上述的給入希望的倍增係數的結果，但是當時對於在自然鈾-石墨系統中實現鏈式反應的事業的徹底成功還是沒有充分信心的。在當時一般來說，測量上的不可避免的偶然錯誤很可能会大到這種程度，積累之後得到了上述倍增係數的數值。因此，在求得倍增係數中大於 1 的那個比較小的尾數時，如果偶然的測量錯誤和計算的誤差是很嚴重的話，則建立鈾-石墨堆的企圖就會以失敗告終。我們還要注意，就是建立堆所需要的那些極大數量的石墨和鈾的純度必須不低於那些在實驗中被研究的樣品的純度。無論如何都有根據把眼前的鈾-石墨反應堆的建立不看成一個充分被保證了的事業，而祇把它看成是一個在測量鈾-石墨系統原子核常數方面的有決定性意義的實驗。

現在已知，德國物理學家們曾在類似的道路上陷入了失敗。他們在德國測量了石墨吸收中子的吸收截面之後，引向了錯誤的結論，說碳完全不能用作自然鈾堆中的減速劑，因此從一開始他們就拒絕了建立鈾-石墨反應堆的嘗試。

為了詳細規定安排得最好的柵的參數，曾做了在不同直徑的鈾塊和鈾塊之間不同距離的情況下測量倍增係數的實驗。這些實驗沒有給出可靠的倍增係數的絕對數值，但是獲得了正確的相對的數字。與理論上一致，對於直徑範圍在 30—40 毫米內的倍增係數受直徑的影響很小。作為建堆的最後方案是採用間距 200 毫米的方格，在方格的交點安放上述直徑的圓柱形鈾塊。

為了要在鈾及減速劑所組成的堆裏核的鏈式反應成為可能，堆應該有足夠的大小。因為上面已經講過，在有限大小的堆裏中子會因飛出去而損失掉。增加堆系統的大小能使由於中子飛出堆的反應區所造成的中子損失相對地減少。這是因為中子向外飛出所通過的外表面與體積之比是隨體積增大而減少的。當堆系統體積的大小恰好使飛出的中子損失數與大於 1 的倍增係數的尾數相抵消時，我們稱它為臨界體積。只有此時才可能獲得穩定的核的鏈式反應。應用反射層也能夠減少從反應區飛出的中子。在第一個蘇聯的反應堆裏用了厚 80 厘米的石墨層作反射層。

計算指出，要達到臨界體積需要 25—50 噸金屬鈾和好幾百噸的石墨。獲得這些材料的工作主要是由相應的工業部門的工作者擔當起來了。不過，這些材料必需滿足極高的要求：為了組織對材料的質量和純度的大量檢查工作，在物理學家們這一方面也加上了不少努力。關於純度的要求，從這裏可以獲得一個概念，例如只

要有百万分之几的硼就会使得石墨完全不能用。

在有可能获得上述数量的材料后，就开始了堆的建筑。由於球形的堆最为經濟，因为它耗費的材料最少；於是決定把堆的反应区砌成球形。由計算給定球的临界半徑是3米。这样大小的反应区被适当地砌在一个圓柱形的石墨外壳里，它同时又是中子的反射層。因此堆的外貌是一个帶圓頂的圓柱形石墨堆。为堆建造的特殊建筑物用剖面表示在圖1。

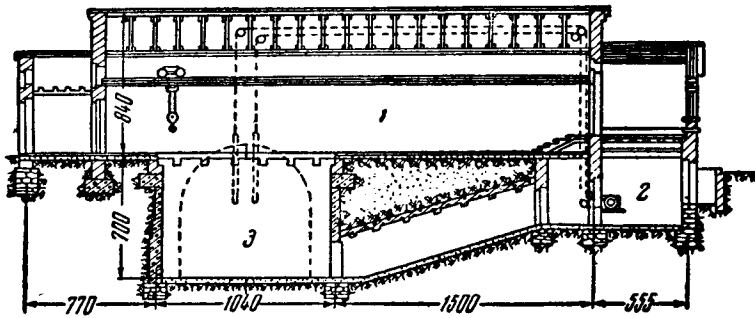


圖 1. 建筑物的横剖面

1. 主要的大厅； 2. 實驗室； 3. 放堆的凹坑。

用作堆及反射層的結構元件是尺寸 $100 \times 100 \times 600$ 立方毫米的石墨稜体(磚)。在那些供給反应区用的磚上，每隔200毫米鑽有孔，孔內放鈾塊。在建堆以前曾決定随着材料到来的程度，先堆几次一个比一个大的鈾-石墨球模型。这就使得有可能在每一个新建的球里进行中子場的測量，从而得出關於堆的真正的临界半徑的更准确的推断。在堆建这些模型的时候——一共是四次——我們积累了对建立堆本身有用的經驗。圖2是模型之一的照片。

在模型上的实验，終於使我們相信建堆必需要有一个半徑3米的球形反应区。圖3表示了如何建筑物中水泥凹坑的平底上开始建立堆的头几層石墨磚时的情形。这几層所用的磚是不帶孔的，以用做反射層。达到800毫米的厚度后，就开始堆砌反应区。在圖4可以看見有孔以备放鈾塊的石墨磚。

在堆砌物上可以看到为放置控制和安完鎗棒用的三条垂直通道，以及一串为測量仪器和研究目的用的不同形式和大小的水和通道。特別注意了中子場数值的控制方面，为此在反应区、反射層內和堆的附近放置了大量的測量仪器。在建堆的整个过程中，对中子流数值的增長进行了精細观察。而且这种观察的进行即用眼睛看，也用耳朵来听接到电离室之一的揚声器的打击声的頻率。堆的体积遵照石墨磚

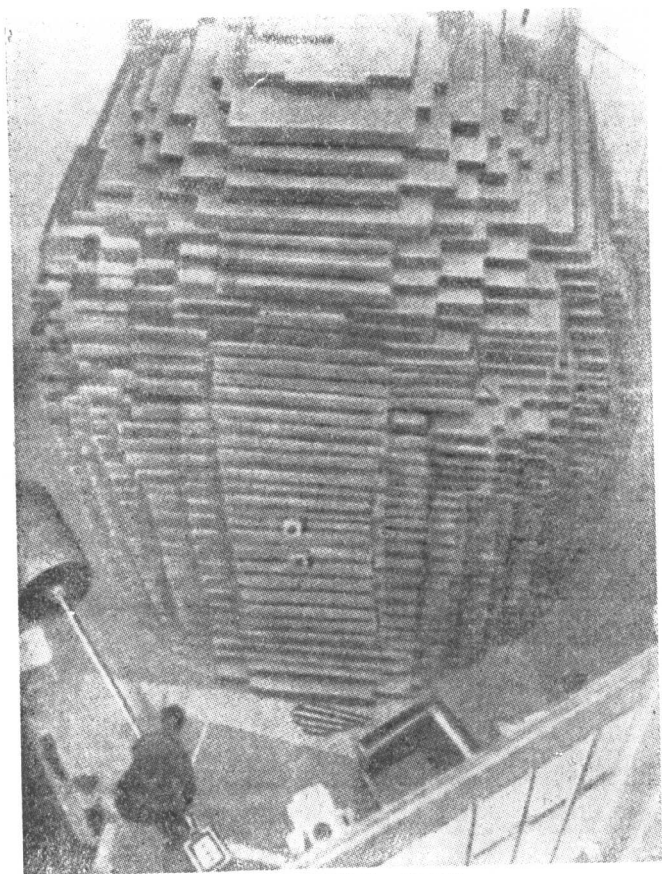


圖 2. 模型堆的一般形狀

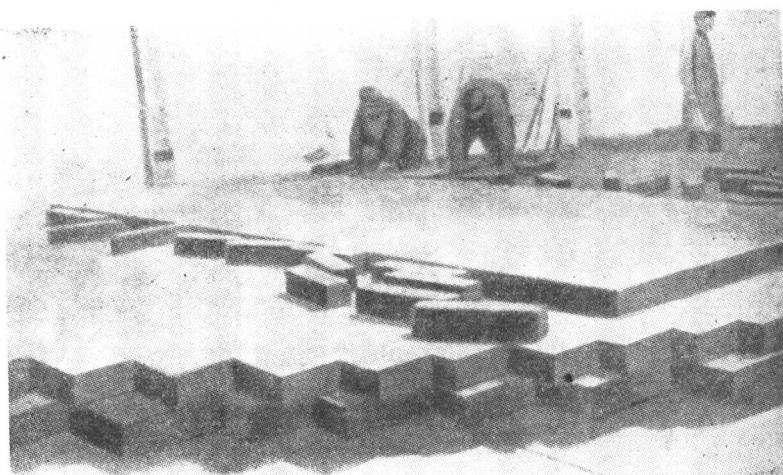


圖 3. 反应堆的基础（下反射層）的堆砌

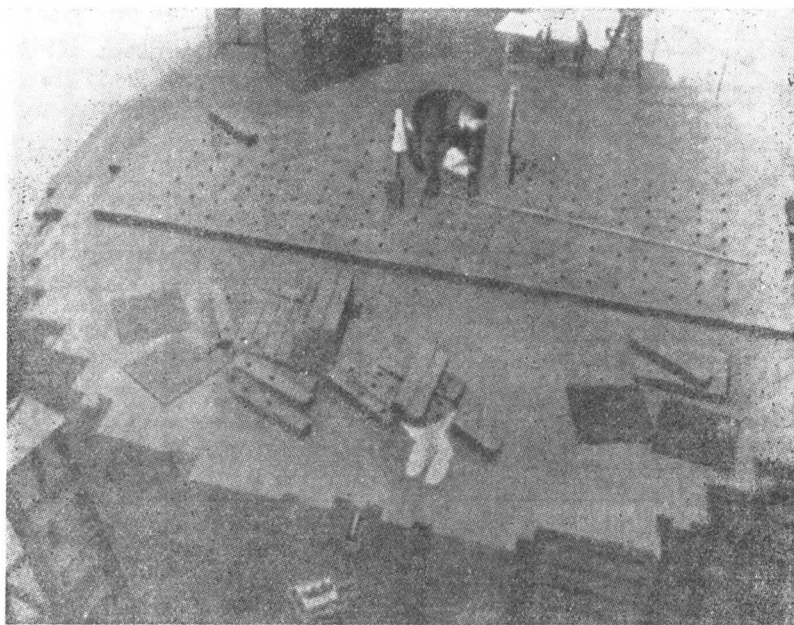


圖 4. 作用区各層的堆砌

来的大小,順序地按每層 10 厘米厚度增加着.起初中子流数值的增長进行得很慢,后来按照接近临界体积的程度,中子流数值的增長随着每一層的堆砌而加快.事情的进行並不是一貫順利的.若干測量沒有給出所期望的数值,於是就有許多不安的时间需要挨过.甚至我們還會決定过不按球形所要求地那样減少反应区的其后几次層的直徑.当建堆到反应区的第 50 層后,就已經可以預言,到 55 層就將达到临界体积,並且將自行开始核的鏈式反应.事实上我們的堆就建到第 54 層.最后几層的堆砌是在將鎢棒全部插在堆里的情况下进行的.

从第 50 層开始、在提起鎢棒之后中子密度随時間的增長过程就开始显著起来了;並且張弛週期也随着每次砌層而加大.但一直到第 53 層以前中子密度随時間的增長趨向於飽和.

鋪完了第 54 層以后,就很謹慎地逐步地拔出鎢棒,並且在每一步上都讀取了各种讀数.在头几步上讀数都达到了飽和,然后在其中某一步上中子流直綫性地增長繼續了一个小时,往后再繼續拔出鎢棒时就很明显地看到中子密度按指数律的增長.核的鏈式反应实现了.第一个苏联的原子堆开动了.这也是在欧洲的第一个原子堆.

反应堆开始工作是在裝滿近 45 吨主要是直徑 30—40 毫米的金屬鈾塊之后。使用了所有从以前实验中留下的鈾塊以及少数的氧化鈾塊（在反应区外層）；反应堆的形状与球体有点不同，見圖 5。

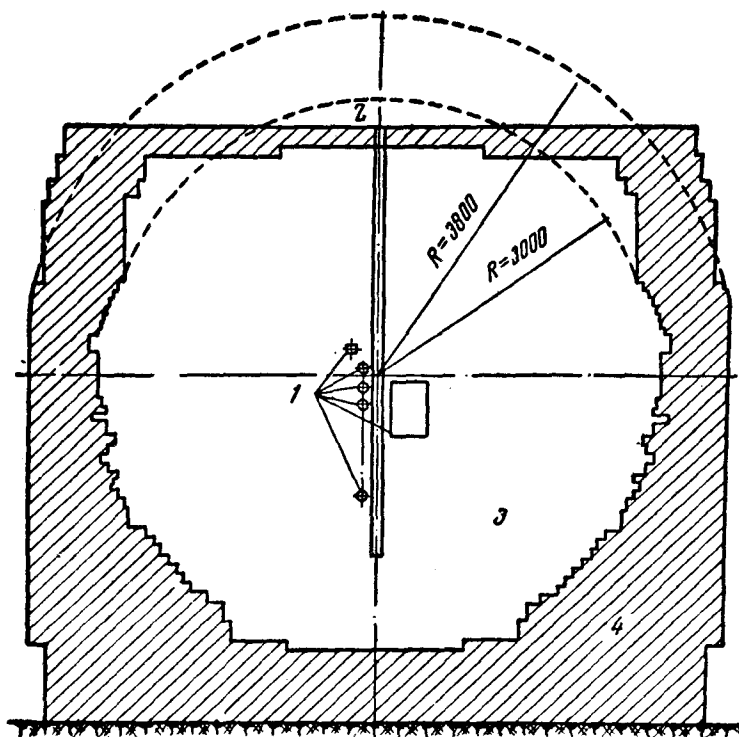


圖 5. 苏联第一个反应堆的垂直剖面

1. 实验管路； 2. 控制棒的管路； 3. 反应区； 4. 反射層。

普通总把鏈式反应的概念和爆炸形式的猛烈过程联系在一起，但是，在最初几次的开动中就可以肯定，借助於鑷棒，很容易控制反应堆中核过程的鏈式反应。根据理論計算也曾預料过这一个和实现緩發中子有关的实事。核分裂之后平均过十秒鐘放出在数量上少於分裂中子总数的 1% 的緩發中子。在反应堆中过程增長的速度是由两个数值确定的：有效的倍增系数 K ，和一代中子的寿命 T 。如果最初有一个中子，那么第一代的中子数等於 K ，而第二代—— K^2 ，依此类推；过了時間 t 后將是 $K^{t/T}$ 个中子。因此，在 T 很小的情况下，数值 K 只又稍微超过 1（稍微拔出控制棒）就能引起过程的迅速增長。由於存在緩發中子，每代的有效寿命足够保証反应堆的自由控制。