

混凝土震搗器

張有德 編著

建築工程出版社

混 凝 土 震 搗 器

張 有 德 編 著

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 9 •

內 容 提 要

本书簡要的介紹了一般混凝土震搗器的种类、构造、特性、使用方法与工作原理，以及操作、維護、安全技术和故障的修理等。为适合于建筑工人閱讀起见，并将一些較深的理論和数学公式化簡了或进行了删节改写。

本书可供建筑业的混凝土工閱讀。

1959年3月第1版 1959年3月第1次印刷 2,560册

787×1092 · $\frac{1}{32}$ · 40千字 · 印張 $1\frac{7}{8}$ · 定价(10)0.28元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号: 914

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

一、概 論	(4)
二、震捣器的种类和构造	(12)
1. 表面用震捣器(平板式)	(12)
2. 內用震捣器(插入式及片式等)	(16)
3. 外部用震捣器(附着式)	(24)
4. 固定式震捣器(台式)	(25)
三、震捣器的工作原理	(28)
1. 激起震动的原因	(28)
2. 震动力的消失	(32)
3. 震动对混凝土混合物的作用	(35)
4. 流星型震动部件的介紹	(38)
四、震捣器的計算方法	(40)
五、震捣器的使用	(42)
1. 操作和保养	(43)
2. 安全技术	(47)
3. 发生故障的原因	(48)
4. 修理經驗介紹	(49)
5. 供电設備	(53)

一、概 論

混凝土震搗器是一种能产生震幅不太大、而震动頻繁的机械。

利用震搗器搗固混凝土，就是把它的震动能量传达給混凝土混合物中的顆粒材料，使之震动。顆粒材料由于震动时的撞击力，自动的移动到某一适中的位置，并根据本身的形状和大小，相互間很紧密的排列起来，填充了一切空隙的地方。

当将插入式震搗器插入混凝土混合物中时，我們会看到，在震搗器附近的混凝土混合物与震动作用范围以外的混凝土混合物，两者的性质并不相同，前者要比后者的流动性大得多。

这种现象的产生，是由于震搗器的震动能量克服了混凝土混合物中顆粒材料相互間的摩擦阻力及粘附力。混凝土混合物随着內部的阻力及粘附力的减低，因而增高了流动性质。

受震动的混凝土混合物，由于流动性的增高，就使其中的粗掺合料因本身的重力而向下沉落，互相滑动，排置起来。同时在其中的一些空隙处或模板的每个細小角落也都被流动性很大的水泥砂浆填满。空气則形成小气泡上浮至表面。

利用震搗器搗固混凝土（震动作业）和用人工搗固混凝土，这两种方法从本质上来說是根本不相同的。

人工搗固混凝土的方法，是由工人用打碓工具或钎子来夯搗或搅动混凝土混合物。混凝土混合物在冲击或搅动的作用下，粗掺合料相互挤攏，并很紧密的堆积在一起，水泥砂浆浸入粗掺合料中間的空隙部分，而另一部分剩余的水泥砂浆則留在表面上。这样的混凝土混合物从表面上看来，仿佛已經密实了，实际上在

内部还保存着一部分空气泡。这些空气泡在混凝土干固后，就成为“蜂窝”“麻面”，会降低混凝土构成物的质量。

很显然，利用震捣器捣制混凝土混合物，是使干稠性的混凝土混合物在震动的作用下，能得到高度的流动性而自行密实，若用人工就得不到这种结果。

采用震捣器捣制混凝土，不但可以减轻工人的体力劳动，提高工作效率，加快施工速度，同时由于它能增加混凝土混合物的流动性，可以减少混凝土混合物中的加水量，因而便于进行干硬性混凝土的施工。

由于混凝土混合物中加水量的减少，而使同样水泥用量的混凝土强度增高了15~30%，或是在混凝土强度不变的情况下减少水泥的用量10~30%。减少混凝土中加水量，不但可以节约水泥和降低成本，更可以减少混凝土的收缩性，提高其在侵蚀环境下的稳定性，增加冲击抗力及抗冻性和不透水性，并加速硬化，因而就提高了工程的质量。

在采用机械化施工的一般建筑工程中，震捣器的使用范围已不限于捣固混凝土这一用途，而更广泛的用于散粒材料及混凝土混合物的震动运输，或装在输料斗上借其震动力加快卸料的速度，并可装在轻便筛子上代替人工筛砂石等建筑用的散粒材料。

用震捣器捣制混凝土的工作效率，在很大的程度上是按震捣器的频率及震幅而决定的。捣制普通混凝土所用的震捣器的频率，一般的是3,000~6,000震/分钟；捣制干硬性混凝土所用的震捣器的频率则需更高，因此新式震捣器的震动频率已达到15,000震/分钟；流星型震捣器的频率已可达25,000震/分钟。

目前在我国建筑业中所使用的震捣器的频率，一般还没有达到7,000震/分钟。利用这种频率的震捣器捣制干硬性混凝土，仍

难使混凝土达到合乎理想的密实结果，同时也不能满足再进一步提高工作效率的要求。

但是在制造或改进震捣器的时候，决不可以单纯地用加快机械的转速来使震动频率增高，而忽视了震幅及震动力等其他的震动因素；应当考虑到震动的某些现象及对混凝土混合物的影响和作用。

为了进一步了解震捣器的震动性能，首先必须知道下列一些问题：

(1) 频率——震捣器震动部分每分钟震动的次数，单位是震/分钟。它是震捣器提高工作效率的重要因素。

(2) 震幅——震捣器在震动过程中，从静止位置向两边往复移动。这一移动量称为震幅。震捣器震动的两端之间的距离称为全震幅，单位是公厘。它是使混凝土混合物往复移动的因素。

普通震捣器的震幅，按种类的不同，在十分之几公厘到几公厘的范围内不等。

一般震捣器的震幅，随着在震动时所遇到的阻力而减小，但如减得太小了则不能使混凝土混合物产生流动性。

当震捣器的频率增高时，震动部分所遇到的阻力必然会加大，因此也能使震幅减小。

(3) 震动力——由震捣器的偏心锤迴转所造成的离心力或由机械往复运动所产生的冲击震动，称为震动力，也就是震捣器迫使混凝土混合物随它震动的力量，单位是公斤。一般强力的震捣器的震动力可达数吨。增加频率或加大震幅都能使震捣器的震动力减小。

(4) 震动作用范围(有效半径)——震捣器所产生的震动传达给混凝土混合物，迫使一定范围内的混凝土混合物随着震动，这一部分受震动而产生较大流动性的混凝土混合物的面积，称为

震搗的有效面积，其半径則是有效半径。距震搗器震动部分較远，而未能产生流动性的混凝土混合物，則是未被搗固的混凝土。

一般震搗器的震动有效半径，随着該震搗器的震动力及震幅，在40公分至1.5公尺之間而变化。

当研究震搗器对混凝土混合物的作用时，我們会发现：

(1) 震搗器的震幅及頻率与混凝土混合物中的顆粒材料(石子、砂等)的大小和形状有关系，如果在混凝土混合物中掺用的石子顆粒小而圓滑，在搗固时采用頻率高而震幅較小的震搗器，則可以提高工作效率；在混凝土混合物中掺用的石子顆粒大而不光滑，采用頻率較低、震幅較大的震搗器来搗固比較适合。反之都会破坏混凝土混合物的均匀性，产生分集现象(前者石子下沉、砂浆上浮，后者砂浆下沉)。

(2) 震搗器的頻率与混凝土混合物的干稠度有关系。如果使用高頻率的震搗器来搗制流动性較大的浇筑性混凝土混合物，也能产生分集现象(石子下沉)；如果用低頻率的震搗器(不足5,000震/分鐘)来搗制干硬性混凝土混合物，則無論其震幅多大，也不能产生流动性。

(3) 当搗固鋼筋混凝土时，如果震搗器的震动力过大，很容易使鋼筋移动、变形或使模板破裂。

由以上这些情况看来，单独的增高震搗器的頻率或振幅，往往会得出不良結果。因此当制造、采用或改进震搗器的时候，都应当詳細研究各种震动现象，以求能适合于混凝土混合物的需要。

一般震搗器所以能产生震动的原因，絕大部分都是由于不平衡重(偏心錘)的旋轉或机械的往复运动而造成。

震搗器的构造型式很多，根据使用的方法可分为：內用的(插入式)、外用的(平板式)、装在模板上用的(附着式)及台式的(震

动台)。它所用的机械动力,则分为:电机的;电磁铁的;马达带动的;内燃机带动的;气动的和水动的。

现在在建筑业中最常用的震捣器,大部都是电机式的或马达带动的。在某些电力不足、或使用电力较困难的建筑工地中则采用内燃机带动的震捣器。

电磁铁式震捣器,由于它需用低电压(36伏)的直流电,故需配备变压及整流等一些复杂的电气设备。同时它的工作效率又很低,所以一般建筑工程中很少采用。

气动式震捣器是利用压缩空气的能量而使之转换成震动能量,无论是旋转的或往复的震动,都需配备空气压缩机和一些高压输气管道等一系列的附属设备,以致增加了机械的使用费(比一般电动式的约高二倍左右),因此除了在一些使用压缩空气较便利的场合外,很少使用。

水动震捣器,是利用水力或液压,而使之转换成震动能量,一般建筑场所还未采用过,在外国则有在兴修水利工程中利用的。

一般震捣器可以分成:动力部分、震动部分和传动部分三种部件。但也有的震捣器,把震动部件直接的装在电动机内,不需再加传动部件。

现在主要的震捣器,其震动部件可以分为下列各种:

偏心旋转式(图1);流星旋转式(图2);电磁铁式(图3);气动往复式(图4)及气动旋转式等。

偏心旋转式震动部件,可以直接和电动机(动力部件)装成一个整体而不需要传动部件(图5);这两部分共同装置在一个金属外壳1中,把偏心锤5固粘在弹子轴承6中旋转的轴4上。这样,当电动机旋转时,由于偏心锤的不平衡旋转,就使全部机械产生震动。

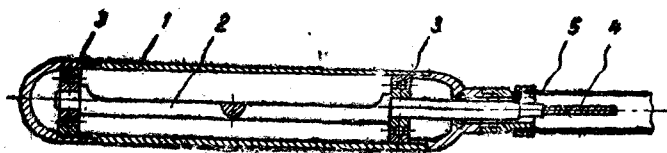


图 1 偏心旋轉式震动部件

1—机体(外壳); 2—偏心軸; 3—彈子軸承; 4—軟軸; 5—蛇皮管

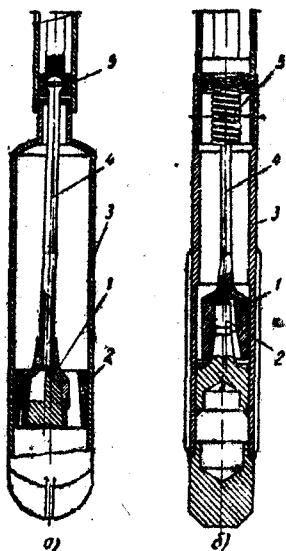


图 2 流星旋轉式震动部件

a) 定子在外部的 b) 定子在内部的
1—轉子; 2—定子; 3—机体(管狀外壳); 4—接管; 5—球狀接頭

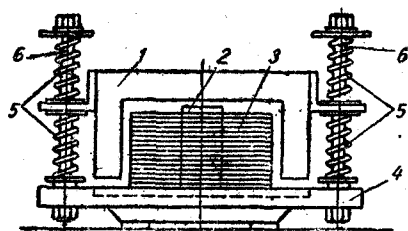


图 3 电磁鉄式震动部件

1—電磁; 2—定子; 3—繞阻(繞組);
4—基座; 5—彈簧; 6—螺絲

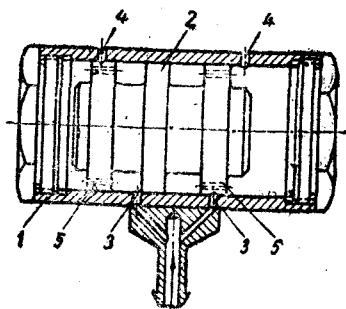


图 4 气动往复式震动部件

1—缸筒; 2—活塞; 3—連氣孔;
4—排氣孔; 5—通氣孔

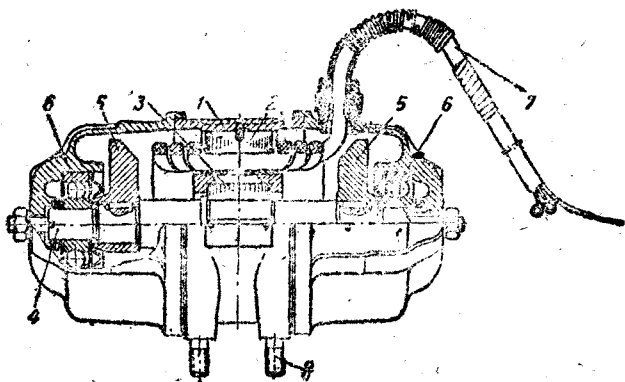


图 5 偏心式震动部件

- 1—电动机的机壳； 2—有绕组的定子； 3—转子； 4—转动轴； 5—偏心锤；
6—弹子轴承； 7—电路； 8—固定螺栓

另外一种偏心旋转式震动部件是与电动机分开装置的；把偏心锤(或偏心轴)单独的装置在附有轴承的钢管中，借软轴(钢丝扭成)或硬轴(钢质轴)传达电动机的转动能力，由于偏心轴的不平衡旋转而使钢管全部震动，但电动机并不震动。钢管震动的频率等于轴的转速(图 1)。

偏心旋转式震动部件最大的缺点，就是它旋转部分的弹子轴承容易损坏。

流星旋转式震动部件，有两种构造形式：定子在内部旋转的和定子在外部旋转的。这种震动部件(图 2)的震动原因，是由于流星型转子 1 沿着定子环路摆动旋转而激起的，转子在旋转时，每摆动一下就使管状外壳震动一下。当轴的转速不变时，其震动的频率则决定于转子的直径与定子环路间的空量的对比关系。

定子在内部的流星式震动部件，其转子是沿着定子中心转轴的表面旋转。当转子的直径与定子环路间空量的对比关系相同时，

定子在內部旋轉的要比在外部旋轉的效率高，因此一般高頻率的震搗器多採用定子在內部旋轉的。

這種振動部件的優點是：當電動機的轉數相同時，它所产生的振動頻率，比偏心旋轉式的高得多，同時彈子軸承因受震動較少，而能延長其使用壽命（一般流星旋轉式震動部件的頻率由7,000~25,000震/分鐘）；又可以製成重型的強力震搗器（用起重機移動），或借上下移動其轉子而改變其震幅及頻率。

● 電磁鐵式震動部件（圖3）是借電磁鐵的吸力而往復運動，它的主要組成部分如下：繞有線圈3的定子（芯子）2，借彈簧5連接於電樞（動子）1上。當脈動的直流電通過定子上的線圈時，定子即產生脈動的磁力線，通過定子與電樞中間的空隙，使定子與電樞互相吸引，電流中斷時又借彈簧的彈力互相離開。

供給直流電的方式有下列幾種：

- （1）利用直流發電機串聯於電磁鐵震動部件的電路中；
- （2）利用半導體整流器、硫酸鹽或矽質整流器，串聯於電路中，進行單向半波整流或全波整流；
- （3）利用熱陰極充氣整流管整流。

在一般的建築施工現場中，多採用半導體整流器，在混凝土生產或預製構件工廠中，大批的利用電磁鐵式震搗器時，則採用高效率的閘流管或震動簧式整流裝置。

電磁鐵式震動部件的震動，是借定子與電樞互相撞擊而產生的，所以要使其在工作中的震動穩定，必須供給它以不變、不間斷的脈動電流，以免影響其震幅及震動力。它的震動頻率等於供給它的電流的脈動頻率。

● 氣動震動部件（圖4）是由一個在內部裝置有活塞（氣頂）2的缸筒1所組成，壓縮空氣經過進氣孔3及左部的通氣孔5進入缸筒1，推動活塞向右方移動，這時缸筒右部的氣體經過排氣孔4向外

排除,当活塞行至缸筒的中間位置时,閉合了左部进气孔和右部排气孔,同时漸次的启开了右部进气孔和左部排气孔,压缩空气开始进入缸筒的右部,推动活塞向相反方向移动,如此循环摆动。

当降低压缩空气的压力时,活塞的往复运动就緩慢起来,其震动頻率亦随着减低,反之則增高。

二、震捣器的种类和构造

现在在建筑业中所采用的震捣器,种类繁多,各国制造的都有,但其构造却大同小異。为了避免重复起见,在这里仅列举几种苏联生产的震捣器,其它一些与此大致相同的就不再一一列举,但有些特殊之处的亦简单的述說一下,以供研究者参考。

1. 表面用震捣器(平板式)

这种震捣器多采用于捣制混凝土預制板、楼板、拱状结构、浇灌混凝土路面等工程中。

在工作时,一般是把表面用震捣器放在混凝土混合物的表面,或放在模板上,用来向混凝土混合物传播震动。因此它所震动的底部多制成平面,形状和尺寸則随工作的需要而变更。

苏联生产的表面用震捣器,主要的有И—7型、И—52型和电磁鉄式的И—85型等。

И—7型震捣器(图6)的构造是:把一台在軸上鑲有两个偏心錘的电动机,牢固的装置于坚固的平盘上。在平盘上部的里面带有加固的凸肋,下部外面則是光滑的平面,平盘两端焊有鋼质把手两个,为工作时移动使用。并在电动机的电纜綫的尾端上,装有一个插銷接头,以供引入电流之用。

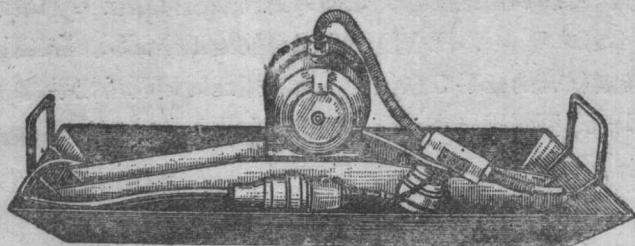


图 6 И—7 型表面用震捣器的外观

И—52 型震捣器(图 7)通常称为“震动条”。其工作部分是一个长条形的金属板条或钢轨，在上部装置一台 И—7 型震捣器的震动部件，在震动条 8 上有几个不大的小圆孔 3，用以装置支撑

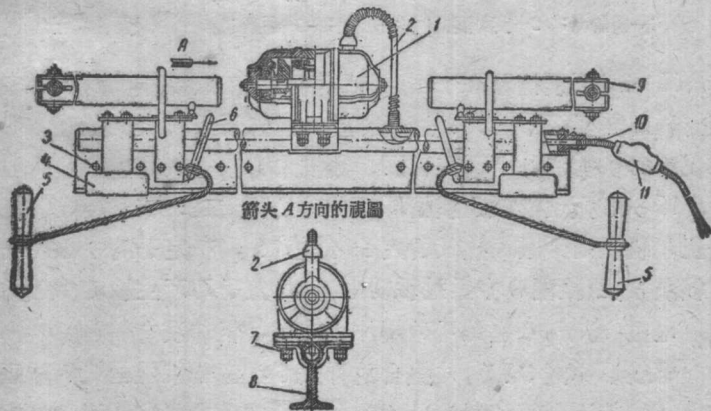


图 7 И—52 型表面用震捣器(震动条)

- 1—电动机； 2—电缆引出线； 3—在条上的小圆孔； 4—支撑座板；
 5—带钢丝绳的把手； 6—螺钉； 7—固定螺线； 8—振动条； 9—拾
 起用的把手； 10—电缆； 11—电门

座板4。可以利用这圆孔3来适当的调整支撑座板4间的距离(2~4公尺之间),以配合混凝土混合物的工作面积。在工作时可利用带钢丝绳的把手5来拉动,而在搬运时则利用把手9。

И-52型震捣器在工作时的情况如图8。

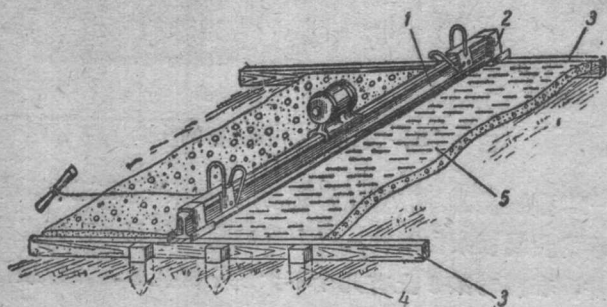


图8 И-52型震捣器工作时的情形

1—震动条； 2—支撑座板； 3—模板； 4—桩钉； 5—被捣固的混凝土

И-7型震捣器在工作时只需要一个工人操作,而И-52型震捣器则需要两个工人。这两种震捣器都需用36伏低压电,所以在使用时都需配备小型变压器。其技术规格见表1。

И-85型电磁铁式震捣器(图9)的构造是:在焊接成的底座1上,装置用矽钢片叠成的定子(铁芯)2,在定子的中心柱上绕有线圈3,当线圈3中通过脉动电流时,定子即产生脉动的磁场。

电枢(动子)4也是用矽钢片叠成的,但却没有线圈。

螺旋形弹簧5和薄片叠合的弹簧6,都是借螺栓7固结于底座上。螺旋形弹簧的用途是调节电枢和定子之间空隙用的,空隙的大小是改变震幅的因素;叠片的弹簧的用途则是缓冲电枢对定子的冲击力。在底座上有四个螺丝孔,用以连接底盘或其它形式的工作面。

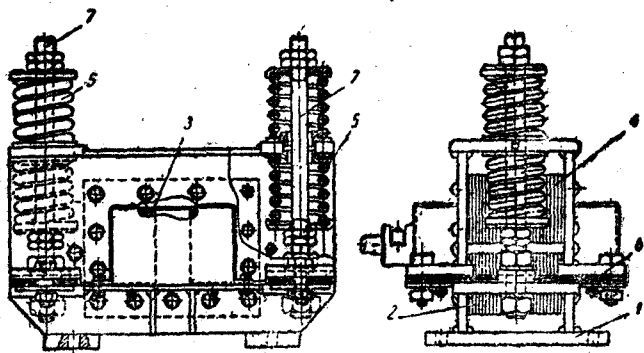


图 9 И-85型电磁式震捣器

- 1—底座； 2—定子； 3—线圈； 4—电枢； 5—螺旋形弹簧；
6—叠片弹簧； 7—螺栓

在使用这种震捣器时，一般是在其电路中串接一个硒质整流器或氧化铜整流器。为了保证整流器不致受潮或受碰起见，装置在一个铁箱中。

电磁式震捣器，按其装备来说，在工作中是很安全的，但是力率—— $\cos \varphi$ 不高，为了提高其力率 (\cos)，在使用两台这类震捣器时，建议采用两个整流器，进行全波整流。这样可以提高其 \cos 约一倍。其技术规格如表 2，全波整流方式如图 10。

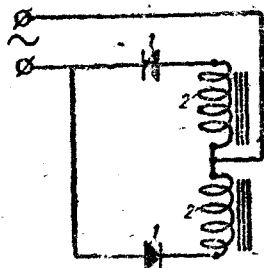


图 10 电磁式震捣器，采用两个整流装置的示意图

- 1—半波整流器； 2—震捣器的线圈(绕组)

表面用震捣器的技术规格 表 1

名 稱	И-7	И-52
電動机的: · 型式	三相, 异步, 感應式	
· 馬力 (匹)	0.4	
· 電壓 (伏)	36	
· 轉數 (周/分鐘)	2,840	
電流的周率 (周/秒)	5.0	
動力矩 (公斤×公分)	4	2.73
基座尺寸 (公厘)	500×1,000	80×4,000
總的重量 (公斤)	43	125
偏心錘數量 (个)	2	2

И-85 型电磁鉄式震捣器
的技术规格 表 2

名 稱	技术规格
電流	單相交流
周率	50周/秒
電壓	220/380伏
電容量	0.7千伏安
$\cos \varphi$	0.3
每分鐘振動次數	3,000振/分鐘
最大震幅	2公厘
基座尺寸	330×225×330公厘
總重量	41.5公斤
電樞重量	18.5公斤

2. 內用震捣器(插入式及片式等)

这种震捣器适用于捣制鋼筋混凝土、素混凝土、各种构件及框架等。

使用时把震动部件插入混凝土混合物的内部，向混合物传播震动。它的震动部件的形状很多，有片状、棒状、紡錘状和針状、叉状及魚尾状等等不一。

在大量浇注混凝土的工程中，可以把几个內用震捣器联在一起，組成一个振動束，一次即可捣固很大面积，并且还可以用起重機移动使用，节省人力。同时也可以采用重型的強力內用震捣器，也用起重機移动位置。

苏联生产的內用震捣器，主要有 И-50型、И-86型、И-21型、И-116型、И-103型和И-22型等几种。

И-50型是一种高频率的內用震捣器(图11)。它的构造是：在一个用鋼管制成的外壳 1 中，装置一台 0.5 瓩的小型电动机，