

我們生产鋼筋混凝土 制件的經驗

И. И. 馬 蒙 托 夫 著
李 浩 南 譯

建築材料工業出版社

我們生产鋼筋混凝土制件的經驗

И. И. 馬蒙托夫 著

李 浩 南 譯

建筑材料工業出版社

簡 介

本書系根据苏联建筑材料出版社 (промстройиздат) 出版的馬蒙托夫 (И. И. мамонтов) 著 “我們生产鋼筋混凝土制件的經驗” (наш опыт производства железобетонных изделий) 譯出。

書內主要是介紹苏联一个最老的鋼筋混凝土企業——列宁格勒“街壘”厂最近在改进生产工艺过程方面所获得的成就。

在这个工厂里所有制品，包括薄壁制品在內，都是用干硬性混凝土混合物制造，同时使用裝有橡皮減震器及風动加荷裝置的新型振动台进行生产。該厂拟制了独創的制造工艺过程，即以振动压縮方法制造鋼筋混凝土管子，其中包括長尺寸的管子，縮短了制品湿热处理的循环時間，使鋼筋車間机械化，并采取集中發貨措施。有关这些成就在本書內將一一加以叙述。

本書供鋼筋混凝土工厂的工程师，技術員，熟練的工人以及广大的建筑界閱讀。

И. И. МАМОНТОВ: НАШ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ПРОМСТРОЙИЗДАТ (МОСКВА-1955)

我們生产鋼筋混凝土制件的經驗

李浩南 譯

1958年2月第一版

1958年2月

北京第一次印刷 845 册

787 × 1092 $\frac{1}{2}$

• 43600 字

• 印張 2

• 定价 (10) 0.34 元

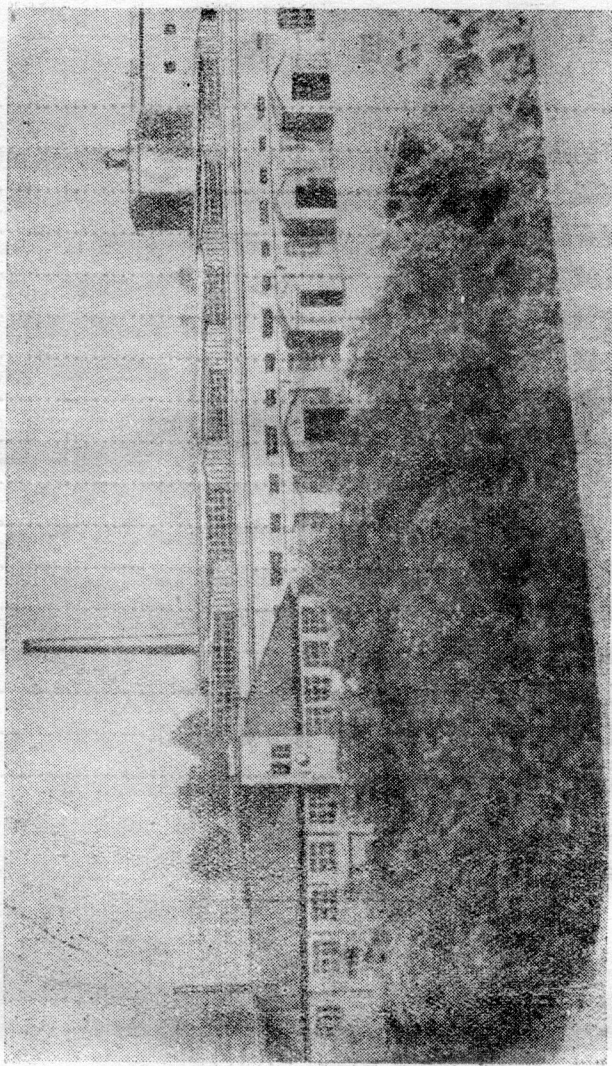
北京市印刷一厂印

新华書店發行

書号 0097

建筑材料工業出版社出版(地址: 北京复兴門外南礼士路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 094 号



目 录

緒言.....	5
工厂經歷的道路.....	6
干硬性混凝土及其优点.....	9
混凝土混合物的备制.....	12
装有橡皮減震器的振动台.....	16
風动加荷过程.....	19
大型空心楼板的成型过程.....	23
長管子的新成型方法.....	35
鋼筋混凝土組合梁的制造.....	40
装配式鋼筋混凝土圍牆的生产.....	43
用叠积法生产路面板.....	47
金屬模子及其塗料.....	48
鋼筋工程机械化.....	52
車間与露天預制場.....	56
給各單位的制品集中运送.....	59
爭取提高劳动生产率, 爭取全厂有节奏的工作.....	61
“街壘”厂的未來.....	63

緒 言

苏联共产党中央委员会和苏联部長會議“关于發展装配式鋼筋混凝土結構和建筑配件的生产”的決議，給建筑材料工業規定了新的重大的任务。1957年我国各工厂和露天預制場的装配式鋼筋混凝土的产量应由1954年的1,860,000立方公尺增加到9,760,000立方公尺。这就是說在三年之內生产規模要增長四倍多。

这也就是說从事于装配式鋼筋混凝土的人数——生产和使用装配式鋼筋混凝土的人数將會增加好几倍。目前参加装配式鋼筋混凝土結構及配件的設计和制造工作的人数已有数万。这是指：各設計院的工作人員，其中包括許多实际上还是初次从事于鋼筋混凝土工業的工厂和露天預制場設計工作的工作人員；为这些企業制造机器的設計師和机器制造者；参加到装配式鋼筋混凝土工業中来的工人、工程师和技术員，以及在現場大規模使用装配式鋼筋混凝土配件及結構的建筑師。

例如在列宁格勒“街壘”鋼筋混凝土制品工厂里，我們看到許多建筑材料工業工作人員和建筑師們对装配式鋼筋混凝土有着極大的兴趣。从1954年12月起，每月来我厂參觀的有300~350位設計師、科学家、生产革新者、建筑師。他們来自莫斯科和基輔、里加和塔林、梯比里斯和明斯克、斯大林格勒和雅罗斯拉夫里、斯維德洛夫斯克、黑龙江畔的共青城以及其它許多城市。我們这里曾来过人民民主国家——中国、捷克斯洛伐克、羅馬尼亞、保加利亞、朝鮮人民共和国的使者。

来到我們这里的客人們首先提出的問題是：为什么这个工厂在基本建設方面的投資比較少，而鋼筋混凝土制品的产量却能从1940年的18,000立方公尺增加到1954年的84,000立方公尺？

更能引起參觀者們注意的是“街壘”廠所生產的制品的名目。

為工業建築生產的有裝配式基礎配件、鋼筋混凝土柱、樓板、吊車梁、用來復蓋建築物跨距的寬 12~18 公尺的科學研究所-200 型裝配式桁架配件等。

為民用建築生產的有 11 種尺寸的面積為 6~14.8 平方公尺的肋形和空心樓板、裝配式基礎配件、梯段和樓梯平台、水磨石踏步。

為市政建設製造的有直徑 0.23 到 1.0 公尺 14 種尺寸的管子，以及裝配式下水井配件。

為農村建設製造的有裝配式牛欄、豬圈、水塔、溫室及秣草保藏溝的配件。

參觀“街壘”廠的人們都詳細地研究了廠內所採用的新的工藝過程：干硬性混凝土薄壁制品的成型過程，無彈簧振動台上的振動壓縮過程，成型配件的風動加荷過程等等；他們還了解人工操作的機械化，特別是在配筋車間內還了解了給各單位的制品的集中運送制。

這些問題將在本書內闡明。我們從工廠的歷史概要開始，使讀者了解，即使是大體上了解一下“街壘”廠所經歷的漫長而又艱難的道路之後，對那些由全廠工作人員的努力而實現的工藝過程和生產組織方面的改進，必定能更好地給予評價。

工廠經歷的道路

“街壘”廠是我們鋼筋混凝土工業中一個最老的企業。它建於 1905 年。廠內的設備由數台“基利別爾格”（“Кильберг”）式制管機構成，下水道管就是用這些制管機來成型的。此外，還製造混凝土塊件。

“基利別爾格”式制管機的構造良好，制成的管子質量優異，

厂里的情况似乎还不坏：冬天这里是 50 人工作，而夏天工作的人数有时达 300 人。

工厂原属爱列尔斯“Элерс”股份公司，该公司为了使收支相偿，在不得已的情况下曾一度承包了彼得堡和基斯洛沃德斯克市的下水道敷设工程，同时兼营大名鼎鼎的瑞典“三冠牌”（指商标上三个王冠）水泥。

伟大的十月社会主义革命以后，工厂收归国有，同时拨给彼得堡防区。瑞典的“三冠牌”水泥拿去修筑了碉堡上的枪眼。碉堡都修筑在皇庄（现普希金市），在这个阵地上年青的苏维埃共和国的军队保卫红色彼得格勒以防尤傑尼奇匪徒的侵犯。

1929 年，随着第一个五年计划开始，工厂的生产规模开始扩大。已经能用国产水泥制造大型的干管和总管供列宁格勒华西利也夫岛修筑分流下水道之用，而且还生产了第一批建筑房屋用的钢筋混凝土制品：过梁、楼梯踏步。于 1932 年厂里组织了用新的、在当时来说是先进的离心法生产钢筋混凝土管子。

生产规模日益增大，工厂 8 公顷的厂地已经有些拥挤了。于 1935 年工厂分得了大鄂赫塔（Большая Охта）上 16 公顷的厂区，工厂的所有设备也就从华西利也夫岛迁到这里。

工厂在新址上重建以后，于 1940 年钢筋混凝土制品产量达到了 18,000 立方公尺。绝大部分产品为钢筋混凝土管子，而且也制造了民用建筑配件：平板、梁、过梁和踏步的年产量达到 2,000 立方公尺。

在伟大的卫国战争的岁月中，厂里的全体工作人员给前线完成的任务不只一项。

在列宁格勒被封锁时期，工厂遭到了敌人严重地轟炸。大部分厂房被澈底破坏。

战争还在进行中，就連封鎖也尚未撤銷，而列宁格勒党組織在1944年1月份拟定了恢复城市的計劃，通过了关于本厂开工的决定。

1944年第一季度“街壘”厂制定了150吨（60立方公尺）制品的計劃，这个数字要从今天的观点来看是極其微小的。但是这个計劃，虽然尽到了全部力量，还是沒有能完成：在当时那种困难的条件下我們只能生产58立方公尺制品。在1944年整个一年中生产了1,800立方公尺。在往后的几年中产品的产量有了迅速地增加：3,200；5,100；8,200立方公尺。于1948年我們几乎达到了战前水平——生产了17,200立方公尺，而在一年以后大大地超过了战前水平——生产了28,900立方公尺制品。

1950年生产了35,000，1951年——42,500，1952年——56,900立方公尺鋼筋混凝土制品。1952年的生产水平超过了战前的2.5倍，但是它还略低于工厂所規定的生产能力——64,000立方公尺。可是在第二年，即1953年，新的生产能力又被超过了，而在1954年制品产量已达到84,200立方公尺。

1955年工厂的产量計劃为生产116,000立方公尺的产品，即超过1940年的产量計劃5.5倍，为工厂設計生产能力的185%。

但是这一些数字，虽然它們是这样的生动，但是远不能表示工厂生产能力不断增长的情况。主要的是本厂还要由制造实体的、普通的制品轉向生产有效的鋼筋混凝土制品——空心制品和薄壁制品。

本厂已停止生产混凝土边石（人行道路沿），但是开始生产楼板，制造出来的楼板足够每年鋪盖500,000平方公尺的住宅面积之用。这些楼板中有30%是双孔和四孔的平面楼板，其余的70%是肋形楼板。

干硬性混凝土及其优点

大家都知道，每一个企业的成功在许多方面都取决于该企业所采取的技术政策正确与否。“街壘”厂所执行的技术政策是使用干硬性混凝土混合物。

干硬性混凝土不是新东西。我厂自建立之日起就采用了干硬性混凝土。

上面我們已經提到的“基利別尔格”式制管机就是用于硬性砂浆进行工作的。承插管是在这些制管机上的模子內制造的，模子在成型后立即拆除；管子在湿热处理室內放一晝夜之后就能获得堆列时所需的充分足够的强度。

战后，工厂接受了大量混凝土边石（人行道路沿）的定貨。这种制品我們同样是用干硬性混凝土混合物制造的。澆灌在模子中的混凝土混合物經過短時間的異型表面振动器的振动，然后将模子翻倒，制品就留在底板上。新成型的边石要坚硬到能承受人重时为止。將制品堆成3~4層，并經過2~3晝夜的硬化之后，即發送給各單位使用。

下水井配件（井环和井底）的成型工艺也是以采用这种干硬性混凝土混合物为基础。这些制品在工厂的露天預制場上，用拆卸式模子制造。振动以后立即將模子拆除，并将模子各部分移到下一个工段。新成型的制品留在原地进行硬化，經過2~3晝夜的硬化之后就發送給各單位使用。

从上述情况看来，所有这三种制品（承插管、边石、下水井配件）都是在成型和振动以后立即从模子內取出。迅速的卸模能显著地增加設備的單位产量并能大大地提高模子的週轉率，結果能使产量增加成本降低。

但是今天鋼筋混凝土工厂的面貌已經不是取決于生产承插管和下水井配件，更不是取決于生产边石。近代鋼筋混凝土制品及配件工厂應該以生产有效的空心 and 薄壁結構为方向。由于制品形狀复杂化驅使其它許多鋼筋混凝土工厂都偏重于使用 塑性混凝土，因为这种混凝土具有易澆灌性。

我們認為这不是解决問題的办法。只是为了提高混凝土的易澆灌性而在混合物中加水，以后还要將制品进行真空处理，又把水分从制品中排出，这不是等于使工厂去做非生产工作？尤其是真空处理远不能完全排除制品中过剩的水分，因而也就不能完全排除流体的、塑性混凝土所固有的缺点。制品就是在連續真空处理以后，也同样需要長时期的湿热处理。在这种情况下制品就不像采用于硬性混凝土时那样，到第三晝夜就能搬运，在最好的情况下也得到第七晝夜才能搬运。延長制品的湿热处理時間就等于是

減低蒸汽室的工作能力，因而也就会減低企业的生产能力，要求具有寬广的倉庫面积，并且使用于半成品方面的流动資金冻结起来。况且，大家都知道，采用塑性混凝土会使水泥的消耗量增高。

所以“街壘”厂的全体工作人員坚决要求在生产中运用于硬性混凝土混合物，其中也包括在空心薄壁制品生产中使用于硬性混凝土混合物。为了消除干硬性混凝土混合物的缺点（易澆灌性能不好）我們决定改进捣固裝置——振动器。这一点我們做成功了，現在我們的所有制品，包括肋形和空心楼板全是用干硬性混凝土混合物制造。

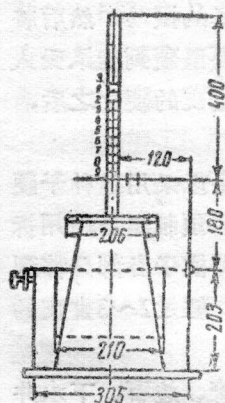


圖 1 測定混凝土混合物易澆灌性的測定器（工業用粘度計）

在最复杂的場合下——制造空心楼板时——我們采用水灰比等于 0.35 的混凝土混合物。每立方公尺混凝土的耗水量当时是 107~112 公升。每立方公尺制品的水泥消耗量未超过 300~320 公斤，这样比使用水灰比为 0.50 和每立方公尺混凝土耗水量为 190 公升的塑性混合物时的消耗量降低 20%。

我們所采用的混凝土混合物是相当密实的，以致其流动性不是用一般的坍落度方法所能测定的。

因此我們以自制的测定器代替圓錐，此种测定器是按照工業用粘度計的型式制成。这种测定器(圖 1)安装在振动台上，到测定器环内充滿混凝土为止，这一段时间便表示出混合物的流动性。

說明空心楼板制造工艺过程的資料

表 1

指 标 名 称	楼 板	
	用塑性混凝土混合物制造的 (1955 年第一季度)	用干硬性混凝土混合物制造的 (1955 年第二季度)
水灰比.....	0.50	0.35
每立方公尺混凝土的耗水量, 公升	190	107—112
每立方公尺制品的 400 号水泥消耗量, 公斤.....	380	300—320
湿热处理時間 (包括蒸汽室內的升溫和降溫時間) 小时.....	24	16
湿热处理的淨時間, 小时.....	16	8
达到 100% 設計强度的時間, 小时...	36 (包括不在蒸汽室內的 24 小时)	24 (包括在蒸汽室內的 16 小时)
模子週轉率, 日週轉次数.....	1	1.6
每一立方公尺蒸汽室一年內制品的产量, 立方公尺.....	60	90

由于采用了干硬性混凝土混合物，生产指标有了改进，关于改进多少的问题可以依据表1所载的资料判断。这些计算适用于空心楼板。从表1看来，湿热处理的总时间缩短了 $\frac{1}{3}$ ，通蒸汽的时间缩短了 $\frac{1}{2}$ ，模子的週轉率增加了50%，而蒸汽室的制品单位产量有了同样数量的增加。

混凝土混合物的制备

在钢筋混凝土工业的工作人员中相当普遍地存在着这种意见，认为干硬性混凝土混合物只能在特种混凝土搅拌机——对流式混凝土搅拌机内制备，这种搅拌机的型式与混碾机相仿。工厂里没有这种混凝土搅拌机，据这些工作人员的意见，只得采用塑性混凝土混合物。

“街壘”厂的經驗証明，事情并不是这样，我厂优秀的女混凝土搅拌工普拉斯科維雅·耶菲莫夫納·皮庫罗娃及其同行的同志們，他們是用容量为1200公升的C-221型普通混凝土搅拌机制备干硬性混凝土混合物的。誠然，他們把每批混凝土的攪拌時間稍微延長了一些（一分鐘）。这种情况也許在其它工厂里就不成問題，特別是在混凝土混合設備能力有富余的工厂里。我們的混凝土混合車間裝有四台混凝土搅拌机，这种可能性是存在的，而且我們也利用了这种可能性。

就是混凝土混合車間沒有富余的能力，按我們的看法，采用塑性混凝土混合物也是不能容忍的。在任何情况下，安裝一台輔助的混凝土搅拌机，要比于混凝土中加过多的水，然后采取除水的办法更合算，因为除水需要真空作業并需延長湿热处理時間。而关于用普通混凝土搅拌机在5分鐘內就能得到充分攪拌的混凝土，这一点現在已經用不着怀疑了。

制备干硬性混凝土混合物时我們非常注意骨料的选择問題。由普里維塔宁斯克采石局(приветнинское карьероуправление)供給我們的天然砂、礫石混合物，我們必須过篩，使砂和礫石分开。

当时所得到的砂主要由粒度 2.5~5 公厘的顆粒組成。为了填滿此种粒度的砂粒之間間隙，需要过多的水泥。因此我們在普里維塔宁斯克采石場供給的粗砂中摻入約 25% 的細海砂，其大部分的顆粒为 0.3 至 1.2 公厘。

統計証明，采用細海砂，能減少水泥消耗量达 10%，同时也不降低混凝土的强度。

往年我們所得到的碎石都是未經分級的。現在我們尽量想办法使供給我們的碎石中有兩種粒徑：5~25 和 5~40 公厘。我們按需要的比例采用這兩種粒徑的碎石以減少水泥消耗量。

以工程师 A. B. 巴夫洛娃領導下的工厂實驗室全体工作人員，用配合方法編制了各种制品用的最合理的混凝土混合物配料單。

以制造双孔和四孔楼板时采用的配合比为例：水泥——1，砂——3.5，碎石——3.3（重量比）这表明每一立方公尺的上述制品需用水泥 300 公斤，砂 1,050 公斤，碎石 990 公斤。

关于實驗室編制的配料單是否适当，可以根据我們制成的制品的强度来判断，虽然这种制品的强度比所采用的水泥强度大 10~15%（精确些說，大于用同样的水泥和标准的伏尔斯基砂(Вольский песок)制备的試驗用的标准試塊的强度）。

的确，應該指出，“街壘”厂及列宁格勒其它的建筑材料工業工厂都具有極有利的条件：我們可以得到硬質岩石（多半是花崗岩）破碎成的碎石，同时能利用無任何有害的粘土質或有机雜質

的干淨海砂和坑砂。

我国其他地区的工厂，只有在非金屬工業企業能够供应骨料，同时能够对骨料进行仔细地分級和洗滌，也就是能够提高原料的質量的条件下，才能改进选择混凝土混合物的工作。

着重指出，“街壘”厂不仅在夏天有利的气候条件下，而且在冬天最严寒的日子里都严格遵守所规定的配料單。

一連數年我們都是提前貯藏冬天用的經過分級的砂子。我們以相当簡單的，但又便宜和可靠的方法进行儲砂，即借助于長15公尺的普通活动皮帶運輸机將儲砂成堆保存。堆成20公尺長的壟，体积为28,000~30,000立方公尺。甚至在最严寒的时候，砂子冻结深度不大于1公尺。只要去掉“表層”，尽量从砂堆中取出适用的来使用，有时甚至取出来的是热砂。

适当的選擇骨料，以及加强成型制品的振動（关于这一問題下面还要詳細敘述）可以使混凝土的密度达到系数0.85，不仅是能符合一般建筑混凝土所提出的要求，而且也能符合水工混凝土所提出的要求。

这种混凝土的密度是我們非常需要的，因为由于这种密度的緣故，也就提高了構築物对浸蝕性水和气体作用的抵抗力，增高了制品的强度及不透水性。混凝土的高度不透水性具有極其重要的意义，因为在混凝土混合物中加入氯化鈣，鋼筋已無浸蝕之慮。

大家都知道，氯化鈣是最理想的速凝剂。补加氯化鈣能使制品的强度在成型后的头几小时内急剧增加，便有可能加速拆模，以及提早將制品堆放和發送給各單位。

夏天我們在混凝土混合物中加入水泥重量1.5%的氯化鈣，冬天加2%。夏天，因为炎热混凝土由于过快的干燥而有破裂危險的时候，就要將成型的制品不断潤湿。在硬化前2~3日內制

品澆水（用裝有噴頭的軟管噴水）是按最低限度进行的。

經驗証明，混凝土的密度大以及向新成型的制品澆水完全能够消除、与采用氯化鈣有关的糾葛。这样我們才建議用氯化鈣（以一定比例配料）作为混凝土和鋼筋混凝土制品可靠的速凝剂。

以其它方法，即采用優質水泥也能使制品迅速硬化。我厂工作人員在与科学家們的协作当中，进行了一系列用于硬性混凝土混合物制造薄壁制品的試驗，这种制品無須在蒸汽室内进行湿热处理，在成型后第二天就能达到設計强度。这些試驗是按两个方針进行的：采用快硬水泥和快凝水泥。

国立水泥工業設計院的工作人員技术科学付博士 Ю. С. 盧里耶，Н. П. 什捷依耶特和工程师金茲布尔格，在成型制品时試驗了一批由列宁格勒伏罗夫斯克（Воровский）水泥厂制造的細磨水泥。一克这种水泥的顆粒展开面积为 4,600 平方公分（一般为 2,500 平方公分）。用此种快硬水泥备制的混凝土在硬化的初期强度很高。这种水泥的缺点是細磨时須多消耗一些电能和研磨体。

列宁格勒建筑工程学院建筑施工教研組主任技术科学付博士 Н. А. 斯米尔諾夫，建議用一批由同一家伏罗夫斯克工厂制造的普通細度的水泥作試驗，但这种水泥不含普通石膏加入物。这种水泥——称为快凝水泥。

全苏标准对水泥提出的一定要求，——务使水泥与水、骨料混和后初凝時間不早于 45 分鐘，这种要求是根据直接在現場的混凝土工程施工条件，即整体混凝土施工条件确定的。要知道在現場混凝土往往是需要远距离运输的。就是在工厂条件下，照例混凝土也有一段短距离运输，初凝过迟不仅無益，甚至有害——它会影响生产。

列宁格勒建筑工程学院的工作人员建議用快凝水泥，因为此种水泥在任何一家水泥厂組織生产是沒有困难的，并且無須額外消耗电能和研磨体。

我厂曾用这两种水泥（快硬和快凝水泥）制造了一些双孔楼板。如同一般做法，制品不放在湿热处理室里，而是留在車間地板上進行硬化，車間的温度为 20°C ，湿度 95%。經過成型以后 24 小时的試驗証明，制品所达到的强度已超过設計强度。

同时我厂制造了一批和上面一样的双孔楼板，这种楼板用普通水泥制备的普通干硬性混凝土混合物制成，并放在同样的条件下，即放在蒸汽室外車間地板上進行硬化。經過成型后 24 小时的試驗証明，效果也很好：制品达到 100% 的設計强度。

这就使我們确信，不仅以快硬或快凝水泥制备的干硬性混凝土混合物，就是以普通水泥制备的干硬性混凝土，其成型后的制品，在早期养护中不采用湿热处理或高压釜处理，也能达到設計强度。只是必須使制品保持在气温 20°C 和适当的湿度下。

可惜，就列宁格勒的气候条件來說，我們就不可能使車間內經常保持气温 20°C ，因此我們按縮短了的周期繼續在蒸汽室內进行的湿热处理。用干硬性混凝土制成的制品，其湿热处理的时间按縮短了的周期为 8 小时，利用塑性混凝土混合物时最低限度的循环時間是 16 小时。

裝有橡皮減震器的振动台

由于改进了制品成型过程中的振搗方法，才有可能使塑性混凝土混合物改用易澆灌性較差的干硬性混凝土混合物。这一工作在 1954 年由本厂工作組在列宁格勒建筑工程学院研究生、現在是科学技术付博士 K. A. 奧列赫諾維奇协助下曾經做过。