

建筑材料工業革新者

高美里斯大林玻璃工厂的 机械化加料經驗

Д. В. 札利茲那克等 著

建 筑 工 程 出 版

建筑材料工業革新者

高美里斯大林玻璃工厂的机械化加料經驗

殷龙珠 譯

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內容提要 向池式玻璃熔窯內加配合料的機械化小堆加料機，是在高美里斯大林玻璃工廠中設計製造的。在這小冊子里就是敘述這種加料機的構造及其操作經驗。

此外，在本書中還對玻璃液水準自動調節系統作了詳盡的敘述。

這本小冊子，系供玻璃工廠的工作人員閱讀。

原本說明

書 名 ОПЫТ МЕХАНИЗАЦИИ ЗАГРУЗКИ
ШИХТЫ НА ГОМЕЛЬСКОМ СТЕКЛОЗАВОДЕ
ИМЕНИ И. В. СТАЛИНА
著 者 Д. В. ЗАЛИЗНЯК И ДР.
出 版 者 ПРОМСТРОЙИЗДАТ
出 版 版
地點及年份 МОСКВА—1953

高美里斯大林玻璃工廠的 機械化加料經驗 殷龍珠 譯

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外大街）

（北京市書刊出版業營業證可證出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號 967 19 千字 787×1092 1/32 印張 8 插頁 1

1958年6月第1版 1958年6月第1次印刷

印數：1—546 冊 定價：（10）0.19 元

目 录

1. 向池窑内加配合料和碎玻璃的机械化小堆
加料机(M3-5 型).....Д.В. 札利兹那克著(4)
 2. 玻璃液水准的自动调节.....В.А. 斯大秦科著(21)
 3. 我运用 M3-5 型小堆加料机熔化玻璃的經驗.....Г.И. 阿努弗里也夫著(26)
-



工厂总工程师 Д.В. 札利兹那克

向池窑内加配合料和碎玻璃的机械化 小堆加料机(M3-5)

I

在玻璃工厂里，曾有很长时间采用大堆间歇加料法向池式玻璃熔窑内加料。这种加料方法，配合料系用一定的份量（多半是500~800公斤），经过一定的间隔时间（20~30分钟）加入池窑的加料口里形成一个大料堆，并用人工把它推入第一对小炉区域内。

用人工向大型玻璃池窑内推料，每小时需要推进5~6吨配合料，这样就需要耗费加料工人极端繁重的体力劳动，而且间

歇加料会引起玻璃液水准波动，致使熔窑内耐火砌体损坏，而使玻璃液弄髒。当冷空气週期性的漏入窑内的情況下，就發生热冲击，也使耐火砌体过早地损坏了。

从加速配合料熔化的观点上来看，以及从玻璃熔化过程的效率上来看，大堆加料的方法也是不大合理的。直接帶入高温帶內的配合料層的表面上和深处熔化玻璃的过程，由于配合料的热傳导性非常低，因此彼此之間是有着重大差異的。

可是在加入之配合料的內層中，加热範圍內，其矽酸鹽和玻璃形成过程进行緩慢的时候，而在料層表面上，受火焰和砌体的强烈热輻射的作用，其全部熔化阶段反而以高速度进行。因此即可得出下列結論：对配合料量或体积其具有之比率表面越大，則玻璃熔化过程进行得就越快，而且其效率也就越高。

当用大堆加料的时候，对于配合料量或体积，其具有之比率面是很小的，因此配合料的受熱和熔化就緩慢，而使玻璃熔窑的熔化量及其有效利用率降低。

大堆加料法还有另外的缺点。当配合料以大堆熔化的时候，容易熔化的鹼分就首先全部熔化了，从料堆的上部向下部湍流，因此，在料堆的上層，就形成了富有氧化矽的部分，在温度不够高的时候，就不会熔化，因而就造成原料結石的根源。此外，配合料的起層和鹼度不勻，就引起玻璃中形成綫道。在料堆表面上难以熔化的粘結部分，其害处更大，它妨碍着碱、白堊和白云石等原料所分解出来的气态产物从料堆的里層自由逸出。这样一来，就使構成配合料的原料之間正常的化学相互作用被破坏。

因此，間歇性的人工大堆加料方法，不能滿足現代化的玻璃熔化技术的要求。这样就促使改用新式的、机械化的加料方法来把配合料加入玻璃熔窑內。

II

1933 年 И.И. 基泰戈罗德斯基教授和全苏玻璃科学研究所的工作人員創立了玻璃的薄層熔化理論。他們的研究工作中確定了，半熔配合料的析離部分的熔化，比在坩堝里要快好多倍，И.И. 基泰戈罗德斯基教授根據這些研究工作他得出的結論是：如果最大限度地縮小料層的厚度，以致配合料的熔化條件接近於半熔配合料析離部分的熔化條件時，則熔化過程就可以加快到最大限度。從這個理論也可以得出這樣的結論：向熔窯內加料，應當用沿窯池熔化部的全部玻璃液面分佈配合料的方法來代替堆形加料法。

幾年間曾經多次嘗試實現玻璃薄層熔化法。其中B.C.勃德也立斯工程師曾經在 1935 年提出了一種薄層熔化法及此法之實施方案。這套設備方案雖然沒有在玻璃工廠推廣，但其原理原則卻反映在後來設計的薄層加料機的結構上。

1936 年到 1940 年間，還有些工廠仍然採用螺旋加料機加料的方法，這種方法是沿着加料過程機械化途程上的第一個重要步驟。

但是螺旋加料機卻具有很多缺點，當用螺旋加料機加干料的時候，就有很多粉塵飛出，這些粉塵落到蓄熱室裡，就會使花格子磚受到侵蝕；此外，飛揚的粉塵對池窯的小爐、大碄和其他構件也起破壞作用。當用螺旋加料機加料的時候，窯池熔化部的面積並未完全被利用。當採用芒硝配合料時，以螺旋加料機向窯內加料更為困難。因此螺旋加料機不能作機械化加料之用。

A.A. 奇米霍夫和 Г.Ю. 舒凱維奇工程師設計的 T3 型薄層加料機，於 1947 年製成，且已在高爾科夫工廠和《汽車玻璃》工廠順利的使用着。後來這種加料機已經推廣到其他平板玻璃工廠和工

業用玻璃工厂中，而我們的工厂也是其中的一个。

T3型加料机的操作方法如下：配合料和碎玻璃在小車中或用料斗裝入配置在加料机台上的料倉內。进行往复移动的加料台就是料倉的底。当加料台移动的时候，它前面的隆起部分，就把放在加料台上的配合料和碎玻璃推进去，并由料倉中再放出新料層。当加料台回头移动时，就把用料倉的后壁及料墩支撑着的配合料經過加料台的邊緣撒入熔窑的加料口里，并以均匀的料層沿全部寬度复盖着熔窑的玻璃液面。

薄層加料机几乎被用于所有平板玻璃工厂和工業用玻璃工厂中，这在玻璃熔化方面來說，乃是一項重大事件。使用体力劳动的必要性不存在了，加料时的粉塵飞揚也大大地減少了，而且窑內的温度制度也开始稳定了。此外，裝配了自动与薄層加料机作業相联系的水准仪，即可保証池窑中一定的玻璃液水准。但是当薄層加料机运轉时，其結構上的缺点就暴露出来了，因而玻璃科学研究所和工厂的工作者們經檢查研究作出的結論是：用薄層加料机加料时，配合料的分佈不能保証熔化过程最有效的进行。

首先应当把薄層加料机的笨重致使机械制造和修理方面的困难和昂貴，列为其結構上的缺点。在檢修的时候，必須把整台加料机搬开，这也是結構上的不小缺点，这一搬动就要耗費 30 ~ 50 分鐘的时间。当加料机在搬动、檢修和安裝的时间內，它就停止向窑內加料，因而这些时间就需要用人工把配合料和碎玻璃加入窑內。

伸入池窑內的加料机构件，在高温作用下就被燒坏，因而需要更換，根据这个原因以及由于其結構上的特点，加料机就需要經常停車修理，自然就造成操作上的不方便，而且發生附加費用的开支。

还应当指出，当用薄層加料机加料时，正如同И.И.基泰戈罗德斯基教授所說的那样，并没有实现玻璃的真正薄層熔化。

И.И.基泰戈罗德斯基教授指出：“薄層加料，应当考虑到不间断的加料，向玻璃液面加料时，应当保持加入的配合料分佈在液面上而不使其往深处下沉”^{*}。由此得出結論：配合料層的厚度应当是最小的。复盖池窖所有液面的配合料薄層，应使其迅速达到熔融的程度，池窖的液面只有在短時間內及在不大的玻璃液面上的玻璃液被料層所隔开。

用 T3 型薄層加料机时，形成 20 ~ 30 公分厚的厚配合料層（料毯）。那样配合料直到三号小爐以后才完全熔化。这样一来，就形成了玻璃液面長期的而且在相当大的面积上火焰和熔窑砌体的热作用，被配合料隔开了，因此料層下面玻璃液的温度就剧烈下降。既然配合料的內層加热，不仅只是从上面，而且还要从下面已經熔化了了的玻璃液加热，所以这样玻璃熔化过程自然就緩慢了。在我們的工厂里，当 T3 型薄層加料机运转，尤其是当用芒硝配合料的时候，料層下面玻璃液的温度，常常降低到使玻璃液的粘度提高到配合料的推进处于極端困难的程度。

显然，为了使料層下面的玻璃液保持高的温度，所以必須保持一部分沒有配合料的玻璃液面。

如上所述，当配合料进入高温帶时，其具有之比率面越大，則玻璃液就熔化的越快。在这方面配合料成甕式分佈，也是最不适宜的方法。

这样，A.A. 奇米霍夫和 Г.Ю. 舒凱維奇設計的薄層加料机虽然有許多优点，还是有它結構上的缺点，并不能滿足玻璃熔窑提

^{*} И.И.基泰戈罗德斯基著“玻璃及玻璃熔化”（第378—379頁）1950年苏联建筑材料出版社出版。

出的喂料方法主要要求之一——强化玻璃熔化过程。

由于这个緣故，所以有些工厂就对 T3 型加料机进行过各种改革，主要是使加入熔窑的配合料不是成整片的甑子形状，而是使其成为整甕或断續甕的样子。

玻璃科学研究所的工作人员 Д. Л. 吉克、В. В. 勃略克、И. Д. 蒂卡琴斯基等，为了要选择出向玻璃熔窑内加料的最适宜的方法，曾以小堆、中堆和大堆的形状，以及横断甕、整甕和断續甕的形状，对 T3 型薄層加料机进行甑式加料效率的理論計算*。

研究者们除对配合料量所扩展的比率表面以及位于熔窑熔化部單位面积上的比率面的大小加以研究外，还十分正确的选定了評定各种加料机方法的准则。熔化部單位面积上的比率面指标，应当确定池窑熔化面积的利用效率，其計算結果列于第 1 表。

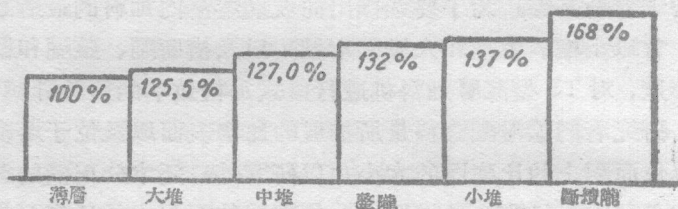
各种加料方法的計算对照表

第 1 表

加 料 方 法	配合料 佔熔化 部面积 的 %	比 率 面 积		容許熔化時間		窑池熔化 面积的利 用率 %
		平方公 尺/吨	%	分 鐘	%	
甑式加料法	87.5	11.0	100.0	60	100.0	100.0
小堆加料法	78.5	15.23	137.0	60	100.0	137.0
中堆加料法	43.4	7.74	70.5	108	180.0	127.0
大堆加料法	23.0	4.93	44.8	168	250.5	125.5
整甕加料法	87.5	18.5	168.0	60	100.0	168.0
断續甕加料法	68.7	14.5	132.0	40	100.0	132.0

* Д. Л. 吉克、В. В. 勃略克、И. В. 蒂卡琴斯基等著“玻璃熔窑最适宜的加料方法的选择”。載 1949 年“玻璃与陶瓷”杂志第 8 期。

由列举的数据可见，如果配合料以整隴或小堆的形状加入窑内时，则配合料对于其体积的比率面是最大的。恰巧用这两种方法加料时，熔化面积的利用效率也是最大的。如果配合料是以氈式加入窑内，则其比率面积是最小的。研究之一切加料方法的比較评价如第1圖所示。



第1圖 各种加料方法的比較评价

从两种最好的加料方法（整隴和小堆加料法）来看，按比率面积說，应当偏重于小堆加料，因为用整隴加料时，也和用氈式加料法一样在配合料層下面不能保証玻璃熔化过程的活动流所需要的高温。同时，当用小堆加料时，小堆周圍的窑池液面上沒有配合料，就可保持配合料下面玻璃液的温度。

以上所述，当用500～800公斤重的大堆加料时，则配合料在高温地带内即發生起層，因为其中的鹼質熔化的很快，就从料堆頂上向料堆底部淌流。玻璃熔化的实际情况証明，100～120公斤重的料堆就沒有發現这种起層現象。根据全苏科学技术工程学会（ВНИТО）工作组在車尔拿廷玻璃工厂进行的研究資料，这种料堆的熔化速度較500公斤重的料堆要快18～25%。

当用人工加料时，玻璃熔化革新者就已經了解了影响熔化速度的是料堆重量，而且在各工厂中，我們的工厂也在內將加入的料堆重量由500公斤減少到100～120公斤，玻璃熔化的速度因

而就大大的提高。

在 20 ~ 30 公斤重的料堆中，根本就沒有發現配合料的起層現象，而自然坡度角的錐形小料堆，其坡度角等於 $45 \sim 50^\circ$ ，即促使被熔化的表面薄層很快的流下來，因此小堆的里層就被強烈加熱而熔化。

我們工廠的全体职工，根据上述理論前提出發，按生产資料証實了小堆加料法的优点，就毅然担負起当前的任务——制造能够以小堆向窖內加料、而沒有 T3 型加料机那样缺点的机械化加料机。

III.

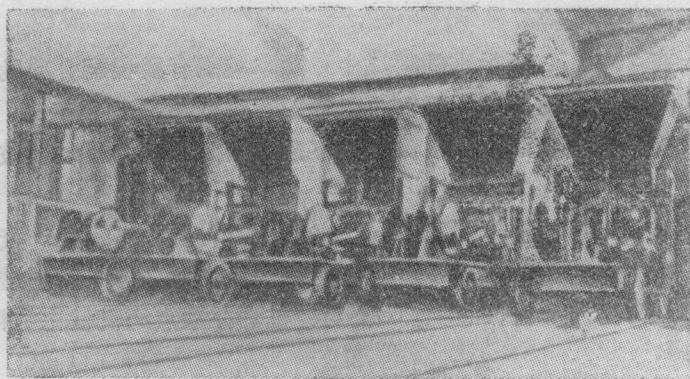
1950 年高美里玻璃工厂的工程师 K.A. 柯华林科、Г.А. 普津科及作者已經研究出了 M3-5 型机械化小堆加料机。工厂的全体人員都参加了加料机結構的設計和制造工作。借助工厂的力量，在短期內就把 M3-5 型加料机制成了，首先在一个熔制車間里試驗，然后在其他熔制車間里进行試驗。

M3-5 型加料机的概示圖如第 2 圖所示。M3-5 型加料机系由五台独立的加料机械、供給每台加料机用的五部分固定加料倉，安在加料平台下面的总傳动裝置，自动調節加料机操作的機構*等所組成。

高美里玻璃工厂的加料机裝置及其对于池窖的配置，如第 3 圖所示。

在加料口上面裝置的固定料倉 1，系用 10~12 公厘厚的鋼板作成的。五段料倉的長度为 5200 公厘，寬度为 750 公厘，总容积为 3 立方公尺。料倉分为相等的五部分，每一部分即供給它下面那一台加料机之用。配合料和碎玻璃系用料車裝入固定料

* 見本書第 21 頁 B. A. 斯大索科的論文——“玻璃液水准的自动調節”。



第 2 圖 M3-5 型加料机概示圖

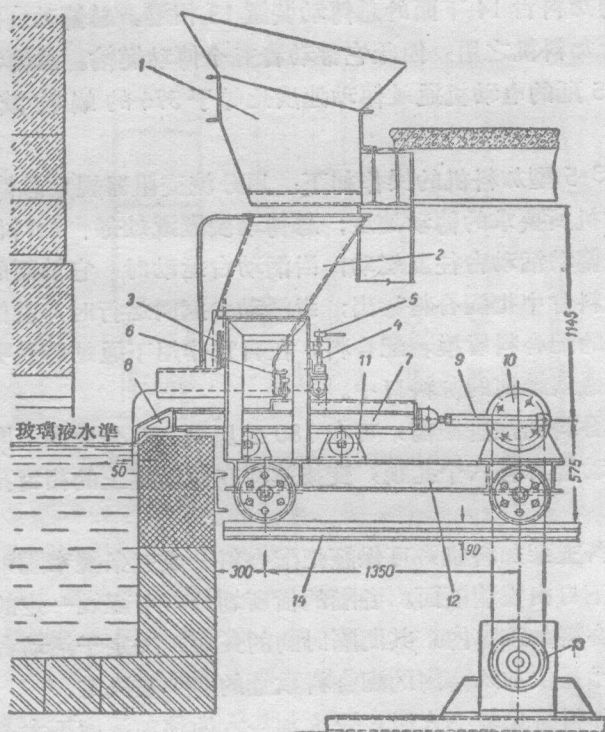
倉的各段里面，該料車系沿着安裝在料倉台上的軌道移動。

加料机，系用活動料倉、活動台、連桿、和安裝在底架上的傳動裝置所構成。

活動料倉 2，系用 5 公厘厚的鋼板作成的。活動料倉的容量為 0.35 立方公尺。料倉系直接裝置在加料机的底架上面。

在活動料倉前部具有調節閥 3，該閥系用螺桿 4 通過料倉后面的槓桿 5 控制之，依此可以上升或下降以調節撒下來的料堆的高度。在螺桿以下對着料倉裝有刮料器 6，用以清除加料台及當加料台返回移動時以阻止配合料由料倉中帶走。為預防料倉和位於料倉中的配合料免受熔鑄的輻射熱作用起見，料倉和調節閥都用以石綿包起來的金屬板作成的護板保護着。

向熔鑄加料口中加料的活動台 7，是用工字鉄和鋼板裝配成的。活動台的尺寸為 1500×600 公厘，工作面積為 600×600 公厘。朝着熔鑄的活動台邊緣具有斜接口的鑄鉄嘴子 8，配合料就經過鑄鉄嘴子撒入鑄內，活動台系用傳動裝置 10 帶動的槓桿 9 來進行往復移動。為了使活動台移動靈活，把它裝置在帶有滾珠軸承



第 3 圖 M3-5 型加料机

1—固定料倉；2—活動料倉；3—調節閥；4—螺桿；5—橫桿；6—刮料器；7—活動台；8—鑄鐵嘴子；9—連桿；10—傳動裝置；11—滾珠軸承；12—底架；13—總傳動裝置；14—加料平台

11 的四條滾子上面。活動台每分鐘運行三次（向前進和向后退），以 250 公厘的等距離沿着池窖的長度把配合料推入窖內。

加料机的底架 12，系用槽鉄制成并附有輪子。

加料机的傳動裝置，乃是正中間嵌有鏈輪和圓盤的兩個支架上的滾子，沿鏈輪邊緣上裝有連桿。傳動裝置系用高氏鍊与安裝

在金屬加料台 14 下面的總傳動裝置 13 相連。總傳動裝置系供整個五台加料機之用，因此它帶動着五個傳動鏈輪。總傳動裝置系用 1.75 瓩的電動機通過傳動速度比等於 576 的蝸輪減速器來帶動。

M3-5 型加料機的操作如下：用分流變阻器規定總傳動裝置的電動機所要求的傳動速度；總傳動裝置通過每台加料機的傳動裝置來傳動活動台往復運動；當活動台運動時，它前面的高出部分即由料倉中把配合料帶出；當活動台返回運行時，就借料倉壁和其中的配合料層推着配合料，在自重作用下通過鑄鐵嘴子就把配合料撒入熔鑄的加料口中。

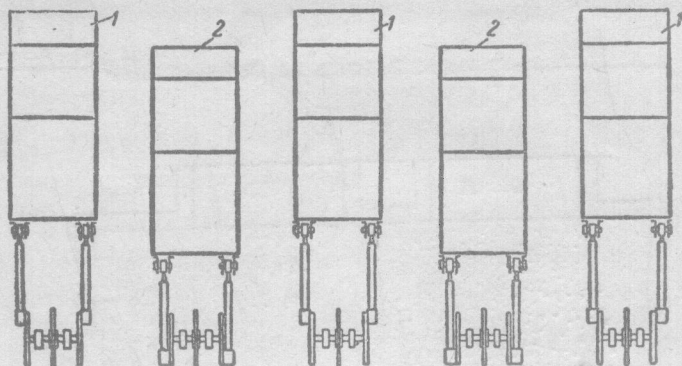
配合料的推進距離，可在 180 公厘到 280 公厘的範圍內調節之。傳動盤具有六個孔眼，變換連桿在傳動盤上的相當孔眼來調節。

具備五架加料機，可保證把配合料分成五條縱窄隴，在窄隴之間留下自由玻璃液面。各隴的橫斷劃分，可經過一定的間隔時間把配合料加入窖內，其間隔時間的長短，決定於活動台的運動速度，乃是依加入窖內的配合料數量的多少來決定。

當加料量比較不大時，要求加料台的移動速度不大，因此就需要經過較長的間隔時間把一定數量的配合料加入窖內。在這種情況下，則橫斷隴就很清楚的分成一些獨立的小堆。當窖內的加料量大時，當其加料速度加大，則料堆之間的明顯界限即混淆不清，而料隴就變成丘陵起伏的樣子；各獨立料堆在其底部附近料層之間彼此聯接起來。

併列配置的加料機活動台，各向不同的方向移動。當第 1 台活動台達到極前邊的位置 1 時（第 4 圖），則其鄰近的活動台就佔據最後邊的位置 2，這就使鄰近活動台的連桿彼此在 180° 的角度

下裝在轉動盤的孔眼中。

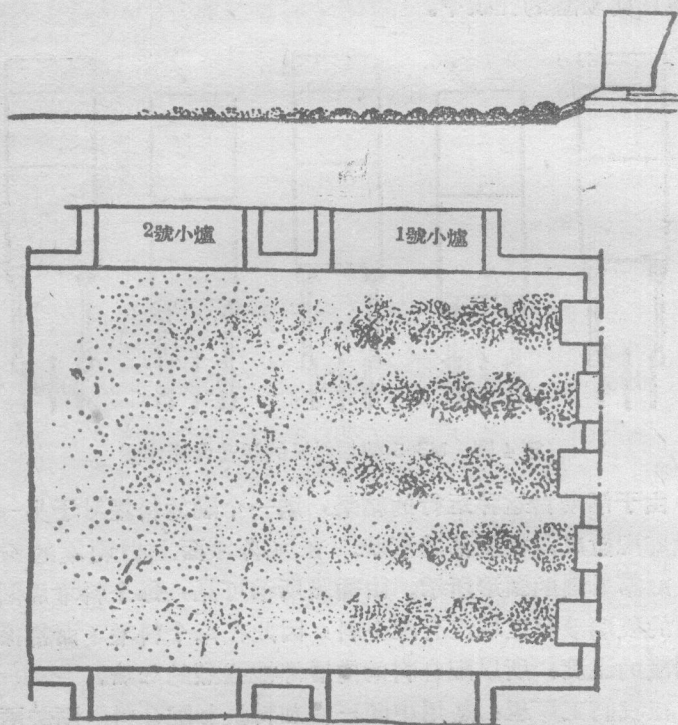


第4圖 M3-5型加料机的活动台操作圖

由于活动台这种运行的結果，則一个隴的料堆对于另一隴的料堆即配置成星棋罗佈的形状。在玻璃液面上小料堆的分佈情况，如第5圖的圖形所示。由插图所示可見，每个料堆周圍都有一定的玻璃液面区域沒有配合料，因此在每个料堆下面都保持着玻璃液的温度，所以配合料的內層即被强烈的加热。

在我們工厂里，是用中間三台加料机加配合料；兩边兩台加料机只加碎玻璃。

在这种加料情况下，配合料是沿熔窑寬度以三条断續隴分佈在中間，而碎玻璃則以兩条边隴直接和謨萊石大磚相接触。配合料和碎玻璃像这样分佈，即使熔窑耐火砌体的使用情况改善；因为碎玻璃对耐火砌体的破坏作用較配合料小得多，特別是較芒硝和碱的破坏作用为小。此外，按照熔窑寬度的温度分佈来看，容易熔化的碎玻璃恰好是在低温帶中，而比較难以熔化的配合料則恰好是处于高温帶中。这样一来，無論是配合料或者是碎玻璃都



第 5 圖 小料堆在玻璃液表面上的分佈情況

可促使其有效的熔化。

当用这种方法加入配合料和碎玻璃时，按照玻璃科学研究所的方法测定证明了玻璃液的均一性完全能够制造出高级玻璃。

M3-5 型加料机較 T3 型加料机具有下列各項优点：

1. 代替复杂而且笨重的 T3 型加料机的 M3-5 型加料机，系由用总传动装置联结的五台尺寸不大而且简便的独立加料机所組成，每台加料机都具有适当的固定加料倉部分单独供料，且可隨