

玻璃纖維玻璃鋼 技術經驗交流會議資料匯編

(內部資料 注意保存)

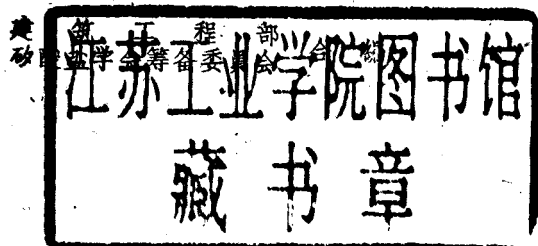
建 筑 工 程 部 合編
矽酸盐学会筹备委員会

建 筑 工 程 出 版 社

玻璃纖維玻璃鋼技術經驗

交流會議資料匯編

(內部資料注意保存)



建築工程出版社出版

• 1959 •

玻璃纖維玻璃鋼技術經驗交流會議資料匯編

(內部發行)

建 筑 工 程 部 合 編
矽酸鹽學會籌備委員會

1959年12月第1版

1959年12月第1次印刷

2,045張

850×1168 $\frac{1}{32}$ • 230 千字 • 印張 8 $\frac{18}{16}$ • 定價(9) 1.05 元

建筑工程出版社印刷廠印刷 • 新華書店發行 • 書號: 1735

建筑工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

目 录

- 一、前 言 (1)
- 二、建筑工程部陈云濤副部長的开幕詞 (2)
- 三、玻璃纖維生产中的几个問題
..... 建筑工程部建筑科学研究院 苏联專家沃罗諾夫 (9)
- 四、紡織玻璃纖維的生产經驗 上海耀华玻璃厂 (15)
- 五、用陶土坩堝生产紡織玻璃纖維的經驗
..... 上海斯美玻璃纖維厂 程偉民工程师 (26)
- 六、无硼无碱电絕緣玻璃纖維的成分、性能与制造
..... 中国科学院冶金陶瓷研究所、上海耀华玻璃厂 (32)
- 七、拉制低碱玻璃纖維的耐火坩堝的研究
..... 中国科学院冶金陶瓷研究所 (41)
- 八、試制玻璃纖維混凝土构件的中間报告
..... 建筑工程部水泥工业研究院 (49)
- 九、玻璃纖維配筋混凝土初步报告
..... 上海市建筑工程局建筑材料研究所 (64)
- 十、18米玻璃纖維混凝土双曲薄壳
..... 建筑工程部建筑科学研究院 (69)
- 十一、玻璃纖維混凝土的若干性能及几种构件的試制
..... 建筑工程部建筑科学研究院 (83)
- 十二、用玻璃纖維代替部分石棉生产石棉水泥制品的初步
总结 建筑工程部水泥工业研究院 (90)
- 十三、玻璃纖維在电气工业上的应用
..... 第一机械工业部中小型試驗室 徐孝寅 (103)
- 十四、玻璃鋼...第一机械工业部第六研究所 苏联專家波波夫 (116)
- 十五、玻璃鋼試制情况 建筑工程部玻璃陶瓷研究院 (191)
- 十六、玻璃鋼試制初步小結 上海耀华玻璃厂 (196)
- 十七、液压法試制玻璃鋼高压水管...北京煤炭科学研究院 (208)
- 十八、玻璃纖維作为結構材料的几个問題

.....	化学工业部北京化学工业研究院 向知人	(219)
十九、“紅与專二号”塑料小汽車試制汇报		天津大学 汪德熙 (225)
二十、玻璃鋼小轎車試制小結		南京汽車制造厂 (231)
二十一、不饱和聚酯树脂及玻璃鋼的試制总結		上海化工厂 (233)
二十二、几种树脂生产的經驗介紹		上海树脂厂 (245)
二十三、試制定長纖維立吹法初步总結		建筑工程部玻璃陶瓷研究院 (2 2)
二十四、建筑工程部陈云濤副部長的总結报告		(270)

一、前 言

建筑工程部和中国矽酸盐学会筹备委员会联合主持的玻璃纖維玻璃鋼技术經驗交流會議于1958年11月20日至27日在上海举行。参加这次會議的有生产、使用、設計、科学研究和有关学校等203个單位,代表400多人;参加这次會議的还有四位苏联專家。

会上有19个單位分別介紹了玻璃纖維玻璃鋼的生产、使用和科学研究等方面的經驗;还請苏联專家沃罗諾夫和波波夫同志分別作了关于玻璃纖維和玻璃鋼的报告。

會議上介紹的經驗,是在工农业全面大跃进的形势下,在洋土結合的方針下,以破除迷信敢想敢干的精神取得的。当然这些經驗并不都是完善的,而且有的还有不少缺点,但一般來說,对进一步推动玻璃纖維玻璃鋼工业的发展却有一定的参考价值。

只有推广目前已有的經驗,并且进一步解决現在尚未解决的问题,才能使玻璃纖維工业得到更快的发展,以适应社会主义建設事业发展的需要。为此,我們选择部分資料加以整理汇编成册,供各單位参考。

这次汇编,由于時間拖得比較長,現在有部分資料已經編成專册出版,有的已过时了,所以有些資料未包括进去,有的因篇幅所限,作了一些删节,錯誤之处在所难免,希望大家指正。

建 筑 工 程 部
矽酸盐学会筹备委员会

1959年7月

二、建筑工程部陈云濤副部長的開幕詞

同志們！

全國玻璃纖維和玻璃鋼的生產經驗交流會議，現在開幕了。召開這樣的大會，還是第一次。今天出席的同志們，有全國各省、市主管這門工業的機關的代表，和各省、市從事玻璃纖維工業的同志。出席這次會議的還有各地科學研究部門和大、專學校的代表同志。出席這次會議的還有中央和地方有關使用部門的同志們。出席這次會議的還有應我們的邀請而來的蘇聯專家同志，他們將向我們介紹玻璃纖維工業方面的寶貴經驗，讓我們對這幾位專家同志表示熱烈的歡迎。我們這次會議，可以說是科學研究、生產和使用三方面結合起來的經驗交流大會，也可以說是我國玻璃纖維工業的一次生產促進大會。

同志們都知道，隨着我國工農業全面大躍進的形勢，各方面的工作，都在鼓足干劲，力爭上游，飛躍地發展着，特別是，中央提出了“以鋼為綱，帶動一切”的工業化道路之後，也帶動了建築材料工業的發展。其中玻璃纖維工業，也就從無到有，迅速地發展起來。玻璃纖維工業它本身就是近代尖端技術之一，可用於國防和其他若干工業方面。在我國來說，它還是一門非常年青的工業，它出現的時間是很短的，不過一兩年。從試驗研究到小量的試生產，還是今年上半年的事。過去，我們對這一門工業是有迷信思想的，有神秘化的觀點，總認為它技術很複雜，是高不可攀的東西。總覺得這一門工業的發展，還必須等幾年之後，才能解決。但是，當毛主席提出政治掛帥，打破迷信，解放思想的指示之後，各地從事玻璃纖維試驗研究工作的同志們，受到了很大的鼓舞，也有一些一向不搞玻璃工業的部門，如學校、機關、輕工業、重工業和其他工業部門的同志們，都搞起玻璃纖維來了。

这使我们玻璃纖維工业很快地就跨出了試驗室，大踏步地走向了生产。到目前为止，据不完全的统计，全国試制和投入生产的单位已经有一百多个，并且由于打破了迷信，解放了思想，敢想、敢干，在生产方法上，也有了一些創造发明。例如，在主要设备方面，除了十几个生产高級纖維的单位是用白金坩埚拉丝以外，不少的单位，用陶土坩埚，陶磁鋼玉，耐火材料漏板，耐热鋼板等材料来生产玻璃纖維，而且经过大家的不断努力，产量提高了，質量也不断地改进；在用玻璃纖維制造各种絕緣材料和制造建筑材料方面都創造了不少的先进經驗。事实証明，玻璃纖維的生产技术，并没有什么神秘，并不是高不可攀的东西，可以用很多的方法来生产。关键在于必須解放思想，打破迷信，敢想、敢干。从我們这一段工作来講，也充分地証明了这一点：只要遵循毛主席的指示，就沒有办不到的事。

几个月以来的經驗証明了：玻璃纖維在基本建設方面的用途是很广闊的。用玻璃纖維制造混凝土，可以代替鋼筋混凝土，这对于节约鋼材有重要的意义。经过試驗，在民用建筑方面，用玻璃纖維混凝土可以做的东西很多，已经做过的有6米長的大梁，4米長的空心板，3.3米的橫梁，2.2米的过梁。在工业建筑方面，曾用玻璃纖維混凝土做过6米長的面板，18米跨度的薄壳，4米高的柱子。用在交通方面的有飞机場的跑道板，載重3、4吨的小船等等。这仅仅是开始使用这一种新型的建筑材料，还并没有大量推广。但是，这一新事物的萌芽給了建筑部門一个很大的启发。正当工业基本建設大跃进的高潮到来之后，鋼材、木材出现了紧张的局面，不少地方建筑业的同志們，敢想、敢干，大胆地使用了玻璃纖維来建造厂房和民用建筑。如哈尔滨的四不用大楼，南京市建筑工程局混凝土构件厂的冷加工車間和葯剂学校的二层楼的楼板，南京市汽車厂的两千平方米的屋面板，石家庄玻璃厂9,400平方米的屋面板，北京市1,800平方米的四层宿舍，和最近盖成的四不用大楼等等，使用的效果都很好。目前准备使用的，据我們所知，还有不少的地方。河南省就打算用这种混凝土

建設兩幢宿舍和一個大禮堂，一個玻璃廠房。交通部正在天津用這種混凝土試制39噸玻璃絲混凝土拖船。從這些事例當中，就可以說明，玻璃纖維工業在國家基本建設方面的重大作用，和它在建築方面廣闊發展的前途。

另一方面，經過這一個時期的試驗和使用的結果證明，玻璃纖維的用途還不僅是上面說的一個方面，用玻璃纖維加塑料製成的玻璃鋼，不但可以代替一部分鋼材，而且在某些方面，還具備着鋼鐵材料所沒有的特殊性能。在這方面，今年也進行過不少的試驗，已經試製成幾個玻璃鋼小船，煤礦所用的玻璃鋼礦坑支柱，還用玻璃鋼試製成汽車外殼。現在正在試用玻璃鋼做各種機器部件，還試製了建築上用的三角鐵、工字鐵。總之，用玻璃鋼來代替鋼材的可能性，是日趨明顯。可以設想，隨着我國機械工業、造船工業、煤炭工業的飛躍發展，玻璃鋼的需要也一定要跟上去，這不只是可以節省國家大量的鋼材，而且由於玻璃鋼的特殊性能，又可以促進我國工業技術的新發展。

玻璃纖維的另外一種用途，同志們都知道，那就是用它來為電機製造工業服務。電機使用這種更細的玻璃纖維，或者說高級玻璃纖維，不僅可以代替棉花纖維，而且由於它的絕緣性能很好，還可以提高電機的質量，改變電機的體積，節省比較貴重的矽鋼片和其他鋼材。這是一項重要的用途。我國電機製造工業今年的任務就很重，供應就很緊張，明年生產任務更大，所需要的絕緣材料數目是很大的，玻璃纖維就需要8,000多噸。這是我們從事玻璃纖維工業生產的同志們的一個重要任務。如何努力保證完成這一巨大的生產任務，這也是我們這次會議必須討論解決的問題。

此外，目前因為石棉的供應很緊張，雖然開采量成倍的增長，還遠不能滿足各方面的需要。在石棉水泥制品工業中，用玻璃纖維來代替部分石棉，已經試用成功，有的單位已經可以代用30%，我們大家都知道，石棉水泥制品中也有很多產品是很重要的，如石棉水泥管可以用做煤氣管道，石油輸送管道，下水管道等

等來代替大批的鋼管和鑄鐵管，只是因為石棉開采量增長的速度跟不上，在發展上受到了一定的影響。現在可以用玻璃纖維來代替一部分石棉，這就為石棉水泥制品工業的發展提供了一個有利的條件。

同志們，上邊所說的情況，雖然很簡單，很不完全，但從這些簡單的情況中也可看出問題來了。我們今年的基本建設規模和速度是空前的。鋼材、木材、水泥都很緊張。在這種形勢下，出現了新型的建筑材料——玻璃絲混凝土和玻璃鋼。明年應怎樣呢？明年是中國工農業發展更大躍進的一年。明年我國基本建設投資要比今年增加的多，要超過第一個五年計劃的總和，那就是說，明年一年要等於過去的五年，而且由於我們工作效率的提高，由於大家打破了迷信，解放了思想，在設計工作方面，在建築施工方面都出現了新的方法，現在一個錢要頂過去兩個錢用，那麼，明年一年的工程量就要相當過去十年的工程量，這就迫切需要建築材料的發展必須相應地跟上去。鋼材、木材、水泥的生產明年雖然也將大大的增加，然而國家對鋼材、木材的使用，無論到什麼時候也應該節約。在建築方面如何大量節省鋼材、木材，不是一項臨時措施，而是長遠的要求。用砂子、泥巴能夠大量代替貴重的鋼材、木材，恰恰是我們的重要責任，而且使用這些砂子泥巴能夠製造出可以代替鋼材、木材的工業產品，是一項重大的技術革命。這不只是因為砂子是比較容易取得的原料，玻璃纖維製造起來也比較簡單，主要的還因為使用這些新型材料，可以促使建築技術不斷地向新的階段發展，使工業生產技術不斷地提高。同志們可以設想，如果明年我們玻璃纖維的生產量大大增長起來以後，對國家建設的貢獻是多大呢？比方說明年生產玻璃纖維50萬噸，玻璃鋼50萬噸，那要代替多少鋼材呢？據估算，1噸玻璃鋼大約可以代替3噸鋼材，那麼僅僅50萬噸玻璃鋼就可以代替“鋼3”150萬噸，而且還可以就地取材，就地生產，供應施工部門的需要。這不僅為國家節省了鋼材，使國家可以製造更多的機器，而且可以大量節省運輸力，也就可以加快建設的速

度。同样的，如果高級玻璃纖維也能够大量生产，就地取材，就地供給电机制造部門使用，这对电机工业的发展速度，也将起到很大的作用。

一年来的实践证明：玻璃纖維的生产不是什么神秘的事，做混凝土和做玻璃鋼的纖維的生产技术也不是很复杂的。如江苏省常州市一个紙袋厂（正大紙袋厂）为了生产玻璃纖維，在上海学了十几天，在街上买了一块鎳鉻鋼板，用陶土坩堝，試制不到一个月就生产出玻璃纖維来了。今天在座的斯美玻璃厂、凱旋玻璃厂、天津第五玻璃厂等單位，都是用陶土坩堝池窖生产出来的。这是符合中央土洋結合的精神的，也是符合多、快、好、省的方針的。这些办法也可以生产出質量高的玻璃纖維。各地用白金坩堝生产高級玻璃纖維的單位也已經生产出了合格的产品，有的已經达到国际水平，而且正在改进生产技术向更高的阶段前进。这就为大量生产滿足电机制造工业的需要創造了好的条件。关键在于必須認真總結經驗，有計劃地安排生产。

当然，还必须指出，虽然我們这一年来的工作是有成績的，然而对我們已經取得的成績还不能作过高的估計，也还存在着不少的問題必須迅速加以解决。究竟还存在着那些問題呢？我們希望通过这次會議，出席的各位同志能把我們玻璃纖維工业在发展当中还存在着什么問題，都提出来，經過大家討論，得出解决的办法。我說对我們一年来取得的成績，不能做过高的估計，着眼点是在于：玻璃纖維的生产还不够普遍，生产規模还不够大，产量还太低，还远远落后于国家建設的需要，落后于工农业大跃进的形势。如果不首先扭轉这一落后局面，什么問題就都談不上了。怎么来扭轉这种落后的局面呢？据我看来，大家經過一年来的实践，無論是在科学研究方面，生产方面，或是使用方面，都已經摸索到了不少的經驗，有了經驗，就要总结，就要交流，既要总结土法的經驗，也要总结洋法的經驗，这也是土洋結合。交流經驗的目的，就是为了大干，为了加快建設社会主义的速度，为了迅速滿足各方面的需要。也就是說，既然我們已經通过了試

驗，掌握了規律，懂得了干的方法，那么就一定要大干，快干。干多少？請大家來討論。怎么干法才能多，才能快，才能好，才能省，也請大家討論。這次會議所以也叫促進會，其意義即在於此。

我想，具體的問題，一定很多的。首先我先把部里認為當前必須解決的一些問題和對同志們的一些要求提出來，供同志們研究。這些問題，是不是全面，是不是都很合適，還要請同志們務虛，研究研究。咱們也要以虛帶實，討論一下形勢，再討論我們的任務。

第一個問題是，中級纖維需要量既然這樣大，這樣迫切，生產方法又不很複雜，那麼，為了大量生產，我們要用那一種或是那幾種生產方法，才最有把握？用那一種或那幾種方法才最符合多快好省的精神？

第二，為了滿足中級纖維的需要，能不能完全由各省自力更生，自己干，也就是說完全用就地取材，就地生產，就地使用，行不行？

第三，為了很快地發展玻璃纖維工業，是不是也應該搞一個小土的羣眾運動；再土洋結合，向前發展，行不行？

第四，我們能不能研究不用白金或少用白金生產高級玻璃纖維？能不能也想一些辦法生產土塑料？比方說用淀粉做行不行？用紅薯或樹膠或其他的材料象桐油、血料之類的東西做行不行？以上問題，希望同志們都要想想主意，集思廣益，總會有些辦法的。特別是科學研究部門和大專學校的同志們，研究這個問題，更有便利的條件，更希望能多加一把力。

第五，根據一年來的經驗在玻璃纖維的使用方面，還需要做那些改進？在产品規格、質量方面有些什麼要求？請各使用部門的同志研究一下，把改進的意見提出來。

最後一個問題是，希望各省市的同志，和各生產單位的同志都提出你們明年的生產指標，估計一下鼓足干劲能生產多少？同時，也希望各使用部門的同志，如有可能，也估計一下你們明年需

要多少，也提个指标。

当然，除了以上的問題以外，同志們还可以从各方面提出問題，加以研究解决。

同志們！我們这次會議是很重要的，它对于我国玻璃纖維工业的发展意义很大，开好这次會議，将会为我国玻璃纖維工业的发展，打下很好的基础。所以說，我們这次會議的任务是很繁重的，時間又很紧，我們必須集中精力抓紧時間来开好，我相信，經過在座的同志們的积极努力，認真研究，我們这次會議，一定会胜利地达到預期的目的。

1958年11月20日

三、玻璃纖維生产中的几个問題

建筑工程部建筑科学研究院 苏联专家沃罗諾夫

亲爱的同志們：

請允許我代表参加大会的苏联專家們向大会同志們祝賀，祝你們在这項对国民經济有重大意义的工作中，也就是在生产玻璃纖維及其制品的工作中获得輝煌的成就。

中国同志們正以飞快的速度发展着玻璃纖維及其制品的生产；玻璃纖維不仅可以制成建筑制品，而且还可以用于其它方面。

同志們：我对这方面并不專長，但是我曾經在玻璃工业方面，工作了不少年，也搞过一些玻璃工业制品，因此想在这方面与大会代表交換一下意見。另外，我說得不够的地方，还有玻璃專家伊林斯基和斯里夫柯同志，玻璃钢專家波波夫同志他們还可以补充。也可能我的講話与同志們的发言有重复的地方，請原諒。

今天主要談談苏联生产建筑用的中級玻璃纖維的工艺問題，其次，談一談水蒸汽、酸、碱对玻璃絲混凝土的影响，最后，还想談談苏联生产玻璃纖維用的玻璃配方的選擇問題。

大会上也将有关于无碱无硼玻璃的配方的报告，昨天清华大学也談到了水对玻璃絲的影响。

一、关于玻璃纖維生产工艺的几个問題

大家都知道，玻璃纖維的生产方法有好几种，如（1）拉制法；（2）离心法；（3）吹制法。玻璃纖維的直徑一般为3到30微米。

我們知道，在現代化的技术中，生产玻璃纖維广泛地采用下

述几种方法:

- (1) 将熔融的玻璃液通过漏板, 用轉筒拉成纖維。
- (2) 将玻璃液用离心方法甩成玻璃纖維。
- (3) 用高速度的蒸汽、空气或其它气体吹向玻璃液, 制成玻璃纖維。

大家知道, 拉制玻璃纖維需要用石油或煤气加热的玻璃熔爐, 加热溫度在 $1,350\sim 1,400^{\circ}\text{C}$ 左右。在爐的底部, 有一块底板, 板上有150个或更多的拉絲孔, 直徑 $2\sim 3$ 毫米, 底板用耐热合金材料或陶質材料制成。随着玻璃的熔化, 玻璃液依靠自重, 通过拉絲孔往下流出, 成細絲繞在滾筒上, 并由轉筒控制玻璃纖維的直徑。这种拉絲方法的生产能力决定于拉絲孔的数量, 每小时可生产20公斤的玻璃纖維。

在小型的电爐中, 用玻璃球来作原料拉制紡織玻璃纖維。玻璃球重10克, 直徑19毫米。熔融溫度为 $1,350\sim 1,400^{\circ}\text{C}$ 。熔融玻璃常常采用鉑銻合金的带有102个孔的坩堝, 用电加热。这时得到的玻璃絲的直徑为 $3\sim 7$ 微米, 玻璃絲的細度取决于拉絲孔的大小、玻璃液面高度、粘度和拉絲速度。这种装置的生产率为每小时1公斤玻璃纖維。

离心法: 这种方法是将玻璃液从爐中流出, 进入快速迴轉的圓盘內, 在离心力的作用下, 玻璃液流分散成許多小粒, 沿切綫方向抛出后, 变成玻璃纖維。离心法生产玻璃纖維, 产量每小时可达100公斤, 但玻璃纖維的直徑达30微米, 且其細度不均匀。

上述两种生产玻璃纖維的方法——拉制法和离心法, 生产效率都較低, 而且不經濟。生产率最高和最經濟的方法, 目前認為是用蒸汽或空气吹制玻璃纖維的方法。

吹制法的生产率, 比控制法高50倍左右, 同时吹制法可利用普通型式的玻璃熔爐, 生产玻璃絲的原料可为玻璃配合料, 亦可为碎玻璃块。这种方法的特点, 是生产能連續不断地进行, 采用这种方法得到的产品, 全部被送入移动的傳送带上。爐底装有带孔的鉑銻合金板。利用这种方法可以生产較細和質地均一的玻璃纖維。

現在，美國每年生產約600萬立方米玻璃纖維保溫制品，它相當於厚50毫米的板120萬平方米。由於這些制品具有很低的導熱系數（200千卡/平方米·小時），可以說，僅一年的生產，美國便能節約煤（以標準燃料計）2,000萬噸左右。

石油工業建築科學研究院的試驗工作表明，用樹脂和玻璃纖維做成的防水層敷蓋管道，可以延長管道的使用期一倍以上。最近幾年，蘇聯將建成生產品種繁多的玻璃纖維和用玻璃纖維制成的保溫制品的大型工廠。蘇聯的工作經驗證明：這些工廠的玻璃纖維生產工藝，將採用過熱蒸汽吹制的方法。這種方法的效能很高，一天可生產50噸或50噸以上。當制品容重為50公斤/立方米時，可生產制品1,000立方米。用這種方法，就可以使玻璃纖維制成制品的全部工序達到連續操作。

目前有兩種吹制法：一種是豎吹法（簡稱BП法——蒸汽豎吹法），目前在梅利法工廠採用着；另一種是橫吹法（簡稱ГП法），在依沃特工廠採用着。根據這兩種方法生產玻璃纖維的分析，我們知道，用橫吹法時（在蒸汽的超音速度作用下），汽流吹向玻璃液流的角度為90度左右。用豎吹法時，汽流角度約在10~11度的情況下吹向玻璃液流，這樣豎吹時，汽流吹向玻璃液流是對稱的（均勻的）；而在橫吹時，汽流吹向玻璃液流是從一面來的不是對稱的。我們已經說過，汽流以超音速度作用於玻璃液，在這樣情況下，產生了沖波和由於角度不同而產生的正沖波或斜沖波。採用豎吹法時，汽流作用於玻璃液流的作用力、沖波、斜沖波是很強烈的，而橫吹時，正沖波則要強烈些。

俄羅斯地方建築材料研究院的研究員阿拉·安東諾夫娜·烏斯金柯把這個過程作了慢速攝影，來觀察橫吹法纖維形成過程。影片證明了：採用橫吹法時，汽流當在90°角度吹向玻璃液流時，玻璃液流分成一根根細絲，這些細絲由於表面力的作用而形成小球體。

英國的研究人員捷尼和德任里明為了研究這個過程作了脈沖照象，其閃光速度為百萬分之二秒。結果證明在豎吹的情況下，

小球体（即非絲状体）不致形成。

可以得出結論，在采用豎吹法时，气流在小角度的情况下，吹向玻璃液流的光滑表面，由于气流的渦流作用，液流表面有气流干扰，玻璃液流表面发毛。

玻璃纖維科学研究院的工作經驗也完全証明了这一点，这个研究院在設計用豎吹法生产玻璃纖維的噴嘴时，吹气角度采用的是8~30度，当吹气角度为11度时，效果很好，这时小球体也不超过2%。当角度加大到15~30度时，則效果越来越不好。

我們把这个問題所以講得比較詳細，是因为多少年来各工厂中采用了橫吹法，不能得到好的产品，一般都是質量不高，纖維中帶小球体。

梅利法工厂是用豎吹法，其产品質量較好，纖維直徑是8~10微米，其中只含有2~3%小球体，滲过树脂的卷材，容重为30~40公斤/立方米。計算証明，豎吹法比橫吹法不但質量高，而且还便宜26%。

生产玻璃纖維、玻璃布的新型工厂的設計以及現代化工艺設備的配置，只有在我們对决定玻璃纖維形成过程的因素有了清楚的了解以后才能实现。

二、关于无碱无硼玻璃纖維的成分問題

玻璃科学研究院的研究員西利茨卡姪、罗科日娜和烏莎諾娃同志，制定了机械化生产玻璃管和玻璃絲的无碱无硼玻璃的配方。如試驗室試驗和半工厂性生产試驗証明，适于生产玻璃管和玻璃纖維的最好配方为№39和№147，其結晶上限相应为1,200°C和1,300°C。№39玻璃的熔融温度为1,450°C，№147的玻璃为1,480°C。玻璃溶化时间为30小时。

拉玻璃纖維的試驗，进行得极为順利。拉玻璃絲时，沒有发生断絲現象。熔爐內的玻璃液的温度为1,340°C，拉絲孔內玻璃液温度为1,030°C（注：該数字可能有誤，根据資料查对，应为1,230°C）。

由于№39和№147的玻璃中完全沒有碱性氧化物和硼質原料，